



**ANALISA GRADASI AGREGAT CAMPURAN PASIR PANTAI DAN PASIR  
LOKAL SEBAGAI BAHAN BETON KEDAP AIR  
DAN BETON NORMAL.**

**SKRIPSI**

*Disajikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Pendidik Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan*

**Oleh**

**NUR ALFI KUNUL YAKIN**

**5101406028**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2011**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul ” ANALISA GRADASI AGREGAT CAMPURAN PASIR PANTAI DAN PASIR LOKAL SEBAGAI BAHAN BETON KEDAP AIR DAN BETON NORMAL”, Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, pada :

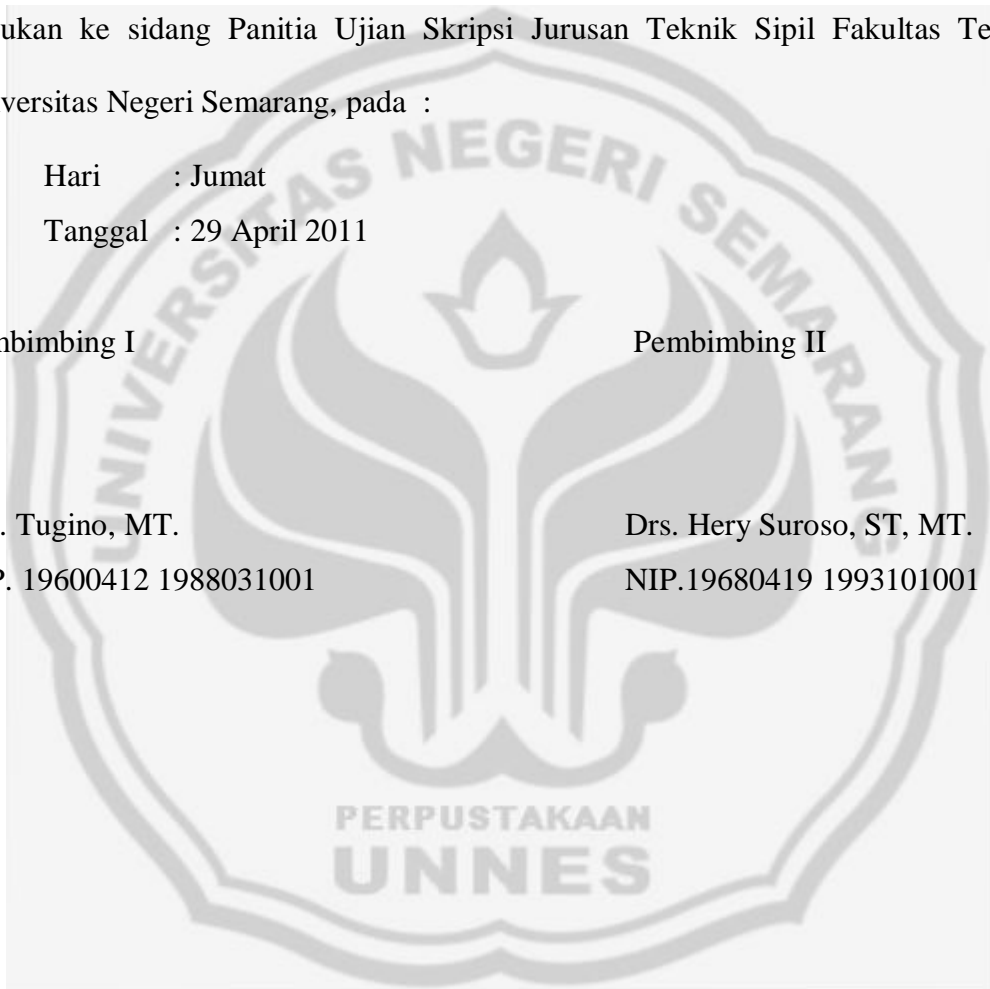
Hari : Jumat  
Tanggal : 29 April 2011

Pembimbing I

Drs. Tugino, MT.  
NIP. 19600412 1988031001

Pembimbing II

Drs. Hery Suroso, ST, MT.  
NIP.19680419 1993101001



## PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 29 April 2011.

### Panitia Ujian Skripsi,

Ketua

Sekretaris

Ir. Agung Sutarto, MT.  
NIP. 19610408 199102001

Aris Widodo, S.Pd, MT.  
NIP. 19710207 1999031001

Pembimbing I

Penguji Utama

Drs. Tugino, MT.  
NIP. 19600412 1988031001

Endah Kanti P., ST, MT.  
NIP.19720709 1998032003

Pembimbing II

Penguji I

Drs. Hery Suroso, ST, MT.  
NIP.19680419 1993101001

Drs. Tugino, MT.  
NIP. 19600412 1988031001

Penguji II

Drs. Hery Suroso, ST, MT.  
NIP.19680419 1993101001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Semarang

Ir. Agung Sutarto, MT.  
NIP. 19610408 199102001

Drs. Abdurrahman, M.Pd.  
NIP.19600903 1985031002

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, April 2011

Nur Alfi K.Y.  
NIM. 5101406028



## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

1. Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri (Q.S. Ar Ra'd: 11).
2. Kemenangan kita yang paling besar bukanlah karena kita tidak pernah jatuh, melainkan karena kita bangkit setiap kali jatuh (Confusius).
3. Menjadi orang yang sukses adalah keinginan semua orang, namun keinginanku adalah menjadi orang yang bermanfaat, karena orang yang bermanfaat adalah orang yang sukses.
4. Lebih baik kita tahu mengapa kita gagal daripada tidak tahu mengapa kita berhasil (Socrates).

### PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak dan ibu yang selalu memberikan doa, motivasi, serta kasih sayang dan cinta.
2. Adik saya yang telah memberi dukungan selama ini.
3. Keluarga besar PTB'06.
4. Almamater.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidik Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan semua pihak. Untuk itu dengan segenap ketulusan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Prof. Dr. H. Sudijono Sastroatmodjo, M.Si, Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. Abdurrahman, M.Pd, Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Ir. H. Agung Sutarto, MT, Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
4. Aris Widodo, S.Pd, MT, Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Semarang.
5. Drs. Tugino, MT, Pembimbing I saya ucapkan terima kasih atas bimbingan dan saran yang diberikan selama ini.
6. Drs, Hery Suroso, ST, MT, Pembimbing II saya ucapkan terima kasih atas bimbingan dan saran yang diberikan selama ini.
7. Endah Kanti Pangestuti , ST, MT, Penguji utama yang telah menguji skripsi saya.
8. Dra. Sri Handayani, M.Pd, Dosen wali Pendidikan Teknik Bangunan angkatan 2006
9. Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Teknik Bangunan atas pengajarannya selama kuliah.
10. Ayah, Ibu dan adik tercinta yang selalu mendo'akan dan mendukung kesuksesan saya.
11. Sahabat-sahabat saya di kos Griya Oktavia (Ulfa, Intan, Dewi, Silfia, Isya, Ikha, Mbak Linda, Mbak anik, dan Mbak Rini) yang telah membantu dan selalu mendukung penulis.

12. Teman-teman PTB 2006 yang selalu mendukung serta mendo'akan keberhasilan penulisan skripsi ini.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas bantuan dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, untuk itu kami harapkan atas kritik dan saran dari pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat untuk kita semua.

Semarang, April 2011

Penulis



## ABSTRAK

**YAKIN, NUR ALFI K.** 2011. *Analisa Gradasi Agregat Campuran Pasir Pantai dan Pasir Lokal sebagai Bahan Beton Kedap Air dan Beton Normal*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I Drs. Tugino, MT, Pembimbing II Drs. Hery Suroso, ST, MT.

**Kata Kunci :** Gradasi Agregat Campuran, Pasir Pantai, Pasir Lokal.

Penggunaan Pasir Pantai sebagai bahan beton belum banyak dilakukan di Indonesia, untuk itu perlu penelitian lebih lanjut agar Pasir Pantai dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin sebagai bahan beton normal dan kedap air. Permasalahan dalam penelitian ini adalah (1) bagaimanakah sifat-sifat material dan karakteristik agregat Pasir Pantai, Pasir Lokal, dan kerikil sebagai bahan beton kedap air dan beton normal, (2) bagaimanakah karakteristik agregat campuran Pasir Pantai dan Pasir Lokal sebagai bahan beton kedap air dan beton normal.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Variabel dalam penelitian ini perbandingan Pasir Pantai, Pasir Lokal dan kerikil. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode pengukuran atau tes pada rancangan eksperimen. Metode analisis yang digunakan adalah dengan cara pengolahan data hasil pengujian, selanjutnya dituangkan dalam bentuk tabel.

Dari hasil penelitian, sifat-sifat material semua agregat aman dipakai sebagai bahan beton. Karakteristik Pasir Pantai memiliki butiran terlalu halus, Pasir Lokal berbutir agak kasar dan kerikil Pudak Payung termasuk agregat kasar dengan butir maksimal 20 mm. Untuk beton normal, campuran Pasir Pantai Tegal, Kali Gung dan Kerikil Pudak Payung diperoleh perbandingan 10%:30%:60%. Campuran Pasir Pantai Pemalang, Kali Gung dan Kerikil Pudak Payung diperoleh perbandingan 10%:30%:60%, Pasir Pantai Batang, Kaliboyo dan Kerikil Pudak Payung diperoleh perbandingan 10%:15%:70%. Campuran Pasir Pantai Jepara, Muntilan dan Kerikil Pudak Payung diperoleh perbandingan 7%:26%:67%. Untuk Campuran Pasir Pantai Rembang, Cepu dan Kerikil Pudak payung tidak diperoleh perbandingan yang masuk ke dalam standar. Untuk beton kedap air dengan asumsi berat beton sebesar 2300 kg, untuk fas 0,4 perbandingan 10% Pasir Pantai Tegal:20% Pasir Kali Gung:70% Kerikil Pudak Payung diperlukan berat semen minimal 206,72kg, perbandingan 10% Pasir Pantai Pemalang:30% Pasir Kali Gung:60% Kerikil Pudak Payung diperlukan berat semen minimal 219,67kg, perbandingan 1% Pasir Pantai Batang:30% Pasir Kaliboyo:69% Kerikil Pudak Payung diperlukan berat semen minimal 202,14kg, perbandingan 7% Pasir Pantai Jepara:26% Pasir Muntilan:67% Kerikil Pudak Payung diperlukan berat semen minimal 235,38 kg, perbandingan 10% Pasir Pantai Rembang:20% Pasir Cepu:70% Kerikil Pudak Payung diperlukan berat semen minimal 176,81 kg. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan analisa agregat ternyata pasir pantai dapat digunakan sebagai bahan beton normal dan beton kedap air, namun gradasinya perlu diuji secara berulang-ulang agar didapatkan gradasi yang masuk kedalam daerah batas yang sudah ditetapkan.



## DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Pembatasan Masalah .....	5
1.6 Penegasan Istilah .....	6
1.7 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Pasir .....	9
2.2 Beton .....	11
2.2.1 Beton Normal .....	13
2.2.2 Beton Kedap Air.....	14
2.3 Agregat.....	17
2.3.1 Pengertian Agregat Secara Umum .....	17
2.3.2 Berat Jenis Agregat.....	20
2.3.3 Berat Satuan Kepadatan.....	21

2.3.4 Ukuran Butir Agregat .....	22
2.3.5 Ukuran Lubang ayakan .....	24
2.3.6 Agregat Campuran.....	25
2.3.7 Kandungan Air Dalam Agregat.....	26
2.3.8 Persyaratan Agregat.....	27
2.4 Gradasi Agregat .....	30
2.4.1 Gradasi Agregat Halus .....	30
2.4.2 Gradasi Agregat Kasar .....	31
2.4.3 Gradasi Campuran .....	32
2.5 Penelitian Terdahulu .....	36
2.5.1 Penelitian Gradasi Agregat Halus .....	36
2.5.2 Penelitian Gradasi Agregat Kasar.....	40
2.5.3 Penelitian Gradasi Agregat Campuran .....	42
2.6 Kerangka Berpikir.....	45
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Jenis Penelitian .....	47
3.2 Variabel Penelitian.....	47
3.3 Metode Penumpulan Data .....	48
3.3.1 Instrumen Penelitian .....	49
3.3.2 Metode Analisis Data .....	57
3.3.2.1 Analisis data .....	57
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian Agregat .....	62
4.1.1 Hasil Pemeriksaan Agregat .....	62
4.1.2 Hasil Analisa Butiran Agregat .....	74
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Simpulan .....	138
5.2 Saran .....	145

DAFTAR PUSTAKA .....146  
LAMPIRAN .....147



## DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 2.1. Spesifikasi Dari Batasan Agregat yang Dikeruk dari Dasar Laut (Council, 1986 (dalam Murdock, 1991:32)).....	10
Tabel 2.2. Kandungan Butir Halus Lolos 0,3 mm dalam 1m <sup>3</sup> Beton.....	15
Tabel 2.3. Gradasi Agregat Halus (SNI-03-2914-1992).....	17
Tabel 2.4. Gradasi Agregat Kasar (SNI-03-2914-1992).....	17
Tabel 2.5. Presentase Berat Fraksi (Tjokrodimuljo, 2007:24) .....	23
Tabel 2.6. Persyaratan Kekerasan/Kekuatan Agregat Kasar untuk Beton Normal (Tjokrodimuljo, 1996) .....	29
Tabel 2.7. Batas-Batas Gradasi Gradasi Pasir (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	30
Tabel 2.8. Batas-Batas Gradasi Gradasi Kerikil (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	31
Tabel 2.9. Persen Butiran Lewat Ayakan (%) Agregat dengan Butir Maksimum 40 mm(SK-SNI-T-15-1990-03) .....	33
Tabel 2.10. Persen Butiran Lewat Ayakan (%) Agregat dengan Butir Maksimum 30 mm(SK-SNI-T-15-1990-03) .....	34
Tabel 2.11. Persen Butiran Lewat Ayakan (%) Agregat dengan ButirMaksimum 20 mm(SK-SNI-T-15-1990-03).....	35
Tabel 2.12. Persen Butiran Lewat Ayakan (%) Agregat dengan Butir Maksimum 10 mm(SK-SNI-T-15-1990-03) .....	36
Tabel 2.13. Hasil Pemeriksaan Pasir Parangtritis .....	37
Tabel 2.14. Hasil Pemeriksaan Pasir Pantai Alam Indah.....	38
Tabel 2.15. Hasil Pemeriksaan Pasir Sungai Krasak .....	38
Tabel 2.16. Hasil Pengujian Gradasi Pasir Brosot.....	39
Tabel 2.17. Hasil Pengujian Gradasi Pasir Muntilan.....	39
Tabel 2.18. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Asal Ngalang, Gunungkidul.....	41
Tabel 2.19. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Sungai Berem .....	41
Tabel 2.20. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Puduk Payung.....	41
Tabel 2.21. Gradasi Campuran Untuk Agregat dengan Butir Maksimum 20 mm.	43
Tabel 2.22. Gradasi Campuran Untuk Agregat dengan Butir Maksimum 20 mm.	43

Tabel 2.23. Gradasi Campuran untuk Agregat dengan Butir Maksimum 20mm...44  
Tabel 3.1. Analisis Gradasi Agregat Campuran Pasir Pantai Tegal, Pasir  
Lokal dan Kerikil .....48



## DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1. Beberapa Tingkat Kandungan Air pada Agregat.....	27
Gambar 2.2. Gradasi Pasir untuk Beton Normal (SK-SNI-T-15-1990-03).....	31
Gambar 2.3. Gradasi Kerikil (SK-SNI-T-15-1990-03).....	32
Gambar 2.4. Gradasi Standar Agregat dengan Butir Maksimum 40 mm (SK-SNI- T-15-1990-03).....	33
Gambar 2.5. Gradasi Standar Agregat dengan Butir Maksimum 30 mm (SK-SNI-T-15-1990-03).....	34
Gambar 2.6. Gradasi Standar Agregat dengan Butir Maksimum 20 mm (SK-SNI-T-15-1990-03).....	35
Gambar 2.7. Gradasi Standar Agregat dengan Butir Maksimum 10 mm (SK-SNI-T-15-1990-03).....	36
Gambar 2.8. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus.....	40
Gambar 2.9. Pengujian Gradasi Agregat Kasar.....	42
Gambar 2.10. Pengujian Gradasi Agregat Campuran.....	44
Gambar 2.11. Pengujian Gradasi Agregat Campuran.....	45
Gambar 2.12. Pelaksanaan Penelitian Gradasi Agregat Campuran.....	46
Gambar 4.1. Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir Pantai untuk Beton Normal (SK SNI-T-15-1990-03).....	75
Gambar 4.2. Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir Pantai untuk Beton Kedap Air (SNI 03- 2914-1992).....	76
Gambar 4.3. Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir Lokal untuk Beton Normal (SK SNI-T-15-1990-03).....	78
Gambar 4.4. Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir Lokal untuk Beton Kedap Air (SNI03-2914-1992).....	79
Gambar 4.5. Hasil Pemeriksaan Gradasi Kerikil Puduk Payung untuk Beton Normal (SK-SNI-T-15-1990-03).....	81
Gambar 4.6. Hasil Pemeriksaan Gradasi Kerikil Puduk Payung untuk Beton Kedap Air (SNI-03-2914-1992).....	81

Gambar 4.7.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Tegal dan Pasir Kali Gung untuk Beton Normal (SK-SNI-T-15-1990-03).....	83
Gambar 4.8.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Tegal dan Pasir Kali Gung untuk Beton Kepad Air (SNI-03-2914-1992) .....	84
Gambar 4.9.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Tegal dan Pasir Kali Gung untuk Beton Kepad Air dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	85
Gambar 4.10.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Pemalang dan Pasir Kali Gung untuk Beton Normal (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	86
Gambar 4.11.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Pemalang dan Pasir Kali Gung untuk Beton Kepad Air (SNI-03-2914-1992).....	88
Gambar 4.12.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Pemalang dan Pasir Kali Gung untuk Beton Normal Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).....	99
Gambar 4.13.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Batang dan Pasir Kaliboyo untuk Beton Normal (SK-SNI-T-15-1990-03).....	90
Gambar 4.14.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Batang dan Pasir Kaliboyo untuk Beton Kepad Air (SNI-03-2914-1992) .....	91
Gambar 4.15.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Batang dan Pasir Kaliboyo untuk Beton Normal dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	92
Gambar 4.16.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Jepara dan Pasir Muntilan untuk Beton Normal (SK-SNI-T-15-1990-03).....	93
Gambar 4.17.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Jepara dan Pasir Muntilan untuk Beton Kepad Air (SNI-03-2914-1992) .....	94
Gambar 4.18.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Jepara dan Pasir Muntilan untuk Beton Normal dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	95
Gambar 4.19.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Rembang dan Pasir Cepu untuk Beton Normal (SK-SNI-T-15-1990-03).....	96

Gambar 4.20.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Rembang dan Pasir Cepu untuk Beton Beton Kepad Air (SNI-03-2914-1992) .....	97
Gambar 4.21.	Hasil Penggabungan Pasir Pantai Rembang dan Pasir Cepu untuk Beton Normal dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	98
Gambar 4.22.	Analisis Gradasi Campuran untuk Pasir dari Pantai Tegal dan Kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	100
Gambar 4.23.	Analisis Gradasi Campuran untuk Pasir dari Pantai Tegal dan Kerikil dari Pudak Payung dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).....	101
Gambar 4.24.	Analisis Gradasi Campuran untuk Pasir dari Pantai Pemalang dan Kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	102
Gambar 4.25.	Analisis Gradasi Campuran untuk pasir dari Pantai Pemalang dan Kerikil dari Pudak Payung dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).....	103
Gambar 4.26.	Analisis Gradasi Campuran untuk Pasir dari Pantai Batang dan Kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	105
Gambar 4.27.	Analisis Gradasi Campuran untuk pasir dari Pantai Batang dan Kerikil dari Pudak Payung dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).....	106
Gambar 4.28.	Analisis Gradasi Campuran untuk Pasir dari Pantai Jepara dan Kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	107
Gambar 4.29.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir dari Pantai Jepara dan Kerikil dari Pudak Payung dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).....	108
Gambar 4.30.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir dari Pantai Jepara dan Kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	109
Gambar 4.31.	Analisis Gradasi Campuran untuk Pasir dari Pantai Jepara dan Kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	110
Gambar 4.32.	Analisis Gradasi Campuran untuk Pasir dari Kali Gung dan Kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	113



Gambar 4.33.	Analisis Gradasi Campuran untuk Pasir dari Kali Gung dan Kerikil dari Puduk Payung dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).....	114
Gambar 4.34.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir dari Kaliboyo dan Kerikil dari Puduk Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	115
Gambar 4.35.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir dari Kaliboyo dan Kerikil dari Puduk Payung dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).....	116
Gambar 4.36.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir dari Muntilan dan Kerikil dari Puduk Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	117
Gambar 4.37.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir dari Muntilan dan Kerikil dari Puduk Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	118
Gambar 4.38.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir dari Cepu dan Kerikil dari Puduk Payung (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	120
Gambar 4.39.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir dari Cepu dan Kerikil dari Puduk Payung dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).....	121
Gambar 4.40.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir Pantai Tegal, Pasir Lokal Kali Gung dan Kerikil Puduk Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	123
Gambar 4.41.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir Pantai Tegal, Pasir Lokal Kali Gung dan Kerikil Puduk Payung dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	124
Gambar 4.42.	Analisis Gradasi Campuran untuk Pasir Pantai Pemalang, Pasir Lokal Kali Gung dan Kerikil Puduk Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	126
Gambar 4.43.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir Pantai Pemalang, Pasir Lokal Kali Gung dan Kerikil Puduk Payung dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	127

Gambar 4.44.	Analisis Gradasi Campuran untuk Pasir Pantai Batang, Pasir Lokal Kaliboyo dan Kerikil Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	129
Gambar 4.45.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir Pantai Batang, Pasir Lokal Kaliboyo dan Kerikil Pudak Payung dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	130
Gambar 4.46.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir Pantai Jepara, Pasir Lokal Muntilan dan Kerikil Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	132
Gambar 4.47.	Analisis Gradasi Campuran untuk Pasir Pantai Jepara, Pasir Lokal Muntilan dan Kerikil Pudak Payung dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	133
Gambar 4.48.	Analisis Gradasi Campuran untuk Pasir Pantai Rembang, Pasir, Cepu dan Kerikil Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).....	135
Gambar 4.49.	Analisa Gradasi Campuran untuk Pasir Pantai Rembang, PasirLokal Cepu dan Kerikil Pudak Payung dengan Menggunakan Metode Grafis (SK-SNI-T-15-1990-03) .....	146

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Berat Jenis Pasir Pantai Tegal
- Lampiran 2 Hasil Berat Jenis Pasir Pantai Pemalang
- Lampiran 3 Hasil Berat Jenis Pasir Pantai Batang
- Lampiran 4 Hasil Berat Jenis Pasir Pantai Jepara
- Lampiran 5 Hasil Berat Jenis Pasir Pantai Rembang
- Lampiran 6 Hasil Berat Jenis Pasir Lokal Kaligung
- Lampiran 7 Hasil Berat Jenis Pasir Lokal Kaliboyo
- Lampiran 8 Hasil Berat Jenis Pasir Lokal Muntilan
- Lampiran 9 Hasil Berat Jenis Pasir Lokal Cepu
- Lampiran 10 Hasil Berat Jenis Kerikil Puduk Payung
- Lampiran 11 Hasil Berat Satuan Pasir Pantai Tegal
- Lampiran 12 Hasil Berat Satuan Pasir Pantai Pemalang
- Lampiran 13 Hasil Berat Satuan Pasir Pantai Batang
- Lampiran 14 Hasil Berat Satuan Pasir Pantai Jepara
- Lampiran 15 Hasil Berat Satuan Pasir Pantai Rembang
- Lampiran 16 Hasil Berat Satuan Pasir Lokal Kaligung
- Lampiran 17 Hasil Berat Satuan Pasir Lokal Kaliboyo
- Lampiran 18 Hasil Berat Satuan Pasir Lokal Muntilan
- Lampiran 19 Hasil Berat Satuan Pasir Lokal Cepu
- Lampiran 20 Hasil Berat Satuan Kerikil Puduk Payung
- Lampiran 21 Hasil Kadar Air Pasir Pantai Tegal
- Lampiran 22 Hasil Kadar Air Pasir Pantai Pemalang
- Lampiran 23 Hasil Kadar Air Pasir Pantai Batang
- Lampiran 24 Hasil Kadar Air Pasir Pantai Jepara
- Lampiran 25 Hasil Kadar Air Pasir Pantai Rembang
- Lampiran 26 Hasil Kadar Air Pasir Lokal Kaligung
- Lampiran 27 Hasil Kadar Air Pasir Lokal Kaliboyo
- Lampiran 28 Hasil Kadar Air Pasir Lokal Muntilan

Lampiran 29 Hasil Kadar Air Pasir Lokal Cepu  
Lampiran 30 Hasil Kadar Air Kerikil Puduk Payung  
Lampiran 31 Hasil Kadar Garam Pasir Pantai Tegal  
Lampiran 32 Hasil Kadar Garam Pasir Pantai Pemalang  
Lampiran 33 Hasil Kadar Garam Pasir Pantai Batang  
Lampiran 34 Hasil Kadar Garam Pasir Pantai Jepara  
Lampiran 35 Hasil Kadar Garam Pasir Pantai Rembang  
Lampiran 36 Hasil Kadar Lumpur Pasir Pantai Tegal  
Lampiran 37 Hasil Kadar Lumpur Pasir Pantai Pemalang  
Lampiran 38 Hasil Kadar Lumpur Pasir Pantai Batang  
Lampiran 39 Hasil Kadar Lumpur Pasir Pantai Jepara  
Lampiran 40 Hasil Kadar Lumpur Pasir Pantai Rembang  
Lampiran 41 Hasil Kadar Lumpur Pasir Lokal Kaligung  
Lampiran 42 Hasil Kadar Lumpur Pasir Lokal Kaliboyo  
Lampiran 43 Hasil Kadar Lumpur Pasir Lokal Muntilan  
Lampiran 44 Hasil Kadar Lumpur Pasir Lokal Cepu  
Lampiran 45 Hasil Kadar Lumpur Kerikil Puduk Payung  
Lampiran 46 Hasil Porositas Pasir Pantai Tegal  
Lampiran 47 Hasil Porositas Pasir Pantai Pemalang  
Lampiran 48 Hasil Porositas Pasir Pantai Batang  
Lampiran 49 Hasil Porositas Pasir Pantai Jepara  
Lampiran 50 Hasil Porositas Pasir Pantai Rembang  
Lampiran 51 Hasil Porositas Pasir Lokal Kaligung  
Lampiran 52 Hasil Porositas Pasir Lokal Kaliboyo  
Lampiran 53 Hasil Porositas Pasir Lokal Muntilan  
Lampiran 54 Hasil Porositas Pasir Lokal Cepu  
Lampiran 55 Hasil Porositas Kerikil Puduk Payung  
Lampiran 56 Hasil Analisa Gradasi Pasir Pantai Tegal  
Lampiran 57 Hasil Analisa Gradasi Pasir Pantai Pemalang  
Lampiran 58 Hasil Analisa Gradasi Pasir Pantai Batang  
Lampiran 59 Hasil Analisa Gradasi Pasir Pantai Jepara

- Lampiran 60 Hasil Analisa Gradasi Pasir Pantai Rembang
- Lampiran 61 Hasil Analisa Gradasi Pasir Lokal Kaligung
- Lampiran 62 Hasil Analisa Gradasi Pasir Lokal Kaliboyo
- Lampiran 63 Hasil Analisa Gradasi Pasir Lokal Muntilan
- Lampiran 64 Hasil Analisa Gradasi Pasir Lokal Cepu
- Lampiran 65 Hasil Porositas Kerikil Puduk Payung
- Lampiran 66 Tabel dan Gambar Gradasi Pasir Pantai Untuk Beton Normal
- Lampiran 67 Tabel dan Gambar Gradasi Pasir Pantai Untuk Beton Kedap Air
- Lampiran 68 Tabel dan Gambar Gradasi Pasir Lokal Untuk Beton Normal
- Lampiran 69 Tabel dan Gambar Gradasi Pasir Lokal Untuk Beton Kedap Air
- Lampiran 70 Tabel dan Gambar Gradasi Kerikil Untuk Beton Kedap Air
- Lampiran 71 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Tegal Dan Kaligung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 72 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Pemalang Dan Kaligung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 73 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Batang Dan Kaliboyo Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 74 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Jepara Dan Muntilan Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 75 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Rembang Dan Cepu Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 76 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Tegal Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 77 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Pemalang Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 78 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Batang Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 79 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Jepara Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 80 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Rembang Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba

- Lampiran 81 Hasil Perbandingan Pasir Kaligung Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 82 Hasil Perbandingan Pasir Kaliboyo Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 83 Hasil Perbandingan Pasir Muntilan Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 84 Hasil Perbandingan Pasir Cepu Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 85 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Tegal, Pasir Kaligung Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 86 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Pemalang, Pasir Kaligung Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 87 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Batang, Pasir Kaliboyo Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 88 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Jepara, Pasir Muntilan Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 89 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Rembang, Pasir Cepu Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 90 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Tegal Dan Pasir Kaligung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 91 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Pemalang Dan Pasir Kaligung Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 92 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Batang Dan Pasir Kaliboyo Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 93 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Jepara Dan Pasir Muntilan Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 94 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Rembang Dan Pasir Cepu Menggunakan Metode coba-coba
- Lampiran 95 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Tegal Dan Pasir Kaligung Menggunakan Metode Grafis

- Lampiran 96 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Pemalang Dan Pasir Kaligung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 97 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Batang Dan Pasir Kaliboyo Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 98 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Jepara Dan Pasir Muntilan Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 99 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Rembang Dan Pasir Cepu Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 100 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Tegal Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 101 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Pemalang Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 102 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Batang Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 103 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Jepara Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 104 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Rembang Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 105 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Kaligung Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 106 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Kaliboyo Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 107 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Muntilan Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 108 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Cepu Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 109 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Tegal, Pasir Kaligung Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 110 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Pemalang, Pasir Kaligung Dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode Grafis

- Lampiran 111 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Batang, Pasir kaliboyo Dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 112 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Jepara, Pasir Muntilan Dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 113 Hasil Perbandingan Pasir Pantai Rembang, Pasir Cepu Dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Grafis
- Lampiran 114 Hasil Perhitungan Beton Kedap Air Pasir Pantai Tegal, Pasir Kaligung Dan Kerikil Pudak Payung
- Lampiran 115 Hasil Perhitungan Beton Kedap Air Pasir Pantai Pemalang, Pasir Kaligung Dan Kerikil Pudak Payung
- Lampiran 116 Hasil Perhitungan Beton Kedap Air Pasir Pantai Batang, Pasir Kaliboyo Dan Kerikil Pudak Payung
- Lampiran 117 Hasil Perhitungan Beton Kedap Air Pasir Pantai Jepara, Pasir Muntilan Dan Kerikil Pudak Payung
- Lampiran 118 Hasil Perhitungan Beton Kedap Air Pasir Pantai Rembang, Pasir Cepu Dan Kerikil Pudak Payung
- Lampiran 119 Hasil Perhitungan Kadar Garam Pasir Pantai
- Lampiran 120 Hasil Perhitungan Agregat campuran Menggunakan Metode Grafis



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Kemajuan teknologi dibidang konstruksi sekarang ini menuntut tersedianya bahan-bahan konstruksi yang dapat sejalan dengan kemajuan teknologi. Bahan utama yang sering dipakai sebagai bahan konstruksi teknik adalah beton. Beton merupakan bahan bangunan yang dihasilkan dari campuran bahan-bahan dasar seperti air, semen, dan agregat dengan perbandingan tertentu.

Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir). Agregat kasar (kerikil) dapat diperoleh secara alami atau buatan sebagai hasil dari pemecah batu. Agregat halus (pasir) dapat diperoleh dari dalam tanah yaitu pasir galian, pasir sungai, dan pasir pantai. Agregat hasil pencampuran agregat halus dan agregat kasar disebut agregat campuran.

Pasir pantai ialah pasir yang diambil dari pantai. Pasir pantai berasal dari pasir sungai yang mengendap di muara sungai (di pantai) atau hasil gerusan air di dasar laut yang terbawa arus air laut dan mengendap di pantai. Pasir pantai biasanya berbutir halus. Bila merupakan pasir dari dasar laut maka pasirnya banyak mengandung garam. Oleh karena itu maka sebaiknya pasir pantai diperiksa dulu sebelum dipakai. Jika mengandung garam maka sebaiknya dicuci dulu dengan air tawar sebelum dipakai.

Agregat halus yang biasa digunakan sebagai agregat campuran dalam pembuatan beton biasanya menggunakan pasir galian dan pasir sungai. Pemanfaatan pasir pantai sebagai bahan campuran dalam beton belum banyak dilakukan karena masyarakat menduga bahwa pasir pantai butirannya terlalu halus dan juga pasir pantai banyak mengandung garam. Padahal kandungan butiran halus pasir pantai pada proporsi tertentu sebenarnya sangat menguntungkan apabila dipakai sebagai bahan pengisi beton karena beton yang dihasilkan lebih mampat dan lebih kedap air.

Ada kelebihan dan kekurangan dalam penggunaan pasir pantai sebagai bahan beton itu sendiri. Kelebihannya adalah masih banyaknya kuantitas atau jumlah pasir pantai di Indonesia, dengan begitu akan semakin mudah pula mendapatkan bahan yang digunakan sebagai agregat halus dalam campuran beton. Kekurangannya antara lain pasir pantai butirannya terlalu halus dan diduga mengandung garam, sehingga dalam penggunaannya perlu pengujian terlebih dahulu.

Untuk mengetahui karakteristik pasir pantai dilakukan pengujian gradasi dengan menggunakan ayakan kemudian dianalisa jenis agregatnya. Setelah dilakukan analisa gradasi lalu dibuat perbandingan campuran agregat dengan menggunakan pasir pantai sehingga dihasilkan beton sesuai yang diinginkan.

Gradasi diukur dari nilai persentase dari berat butiran yang tertinggal atau dilewat di dalam suatu susunan ayakan. Susunan itu ayakan dengan lubang : 76 mm, 38 mm, 19 mm, 9,6 mm, 4,8 mm, 2,40 mm, 1,12 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, dan 0,15 mm. Dalam buku Perencanaan Campuran dan Pengendalian

Mutu Beton (1994) bahwa agregat halus (pasir) dapat dibagi menjadi empat jenis menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar (SK-SNI-T-15-1990-03).

Untuk pemanfaatan pasir pantai sebagai bahan campuran agregat dalam membuat beton, selain diuji gradasinya juga harus dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui sifat dan karakteristik agregat campuran beton dengan menggunakan pasir pantai. Pengujian tersebut antara lain uji berat jenis, berat satuan, porositas, serapan air, kadar air, kadar garam, dan modulus halus.

Penggunaan pasir pantai dalam pembuatan beton tidak mudah dikarenakan butirannya sangat halus dan diduga mengandung garam. Untuk itu dalam pemakaiannya pasir pantai harus dicampur dengan agregat halus lain agar didapatkan gradasi agregat yang lebih baik. Pada penelitian kali ini peneliti menggunakan agregat halus lokal sebagai bahan campuran lain selain pasir pantai. Maksud penggunaan pasir lokal adalah sebagai saran kepada masyarakat dalam pemanfaatan bahan lokal sebagai agregat halus dalam campuran beton.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti akan melakukan penelitian dengan judul “ANALISA GRADASI AGREGAT CAMPURAN PASIR PANTAI DAN PASIR LOKAL SEBAGAI BAHAN BETON KEDAP AIR DAN BETON NORMAL.”

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- a. Bagaimanakah sifat-sifat material dan karakteristik gradasi agregat pasir pantai, pasir lokal, dan kerikil sebagai bahan beton kedap air dan beton normal?
- b. Bagaimanakah karakteristik gradasi agregat campuran pasir pantai dan pasir lokal sebagai bahan beton kedap air dan beton normal?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui sifat-sifat material dan karakteristik gradasi agregat pasir pantai, pasir lokal, dan kerikil sebagai bahan beton kedap air dan beton normal.
- b. Mengetahui karakteristik gradasi agregat campuran pasir pantai dan pasir lokal sebagai bahan beton kedap air dan beton normal.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut

- a. Salah satu sumbangan ilmu pengetahuan tentang gradasi agregat campuran dengan menggunakan pasir pantai dan pasir lokal sebagai bahan beton kedap air dan beton normal.

- b. Bahan masukan kepada masyarakat tentang pemanfaatan bahan lokal khususnya pasir pantai dan pasir lokal sebagai bahan agregat campuran pada beton kedap air dan beton normal.

### 1.5 Pembatasan Masalah

Mengingat luasnya lingkup permasalahan dan keterbatasan waktu maupun kemampuan peneliti, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

- a. Pengujian terhadap sifat agregat halus meliputi uji gradasi, berat jenis, berat satuan, porositas, serapan air, kadar air, kadar garam (pasir pantai) dan modulus halus.
- b. Pengujian terhadap sifat agregat kasar meliputi uji gradasi, berat jenis, berat satuan, porositas, serapan air, kadar air, dan modulus halus.
- c. Pasir pantai yang digunakan diambil dari sepanjang Pantura yaitu Pantai Alam Indah (Tegal), Pantai Widuri (Pemalang), Pantai Ujung Negro (Batang), Pantai Bandengan (Jepara), dan Pantai Kartini (Rembang).
- d. Pasir lokal yang digunakan diambil dari berbagai macam wilayah, antara lain dari Tegal dan Pemalang menggunakan pasir Kaligung, Batang menggunakan pasir sungai Kaliboyo, Jepara menggunakan pasir Muntilan, dan Rembang menggunakan pasir Cepu.
- e. Kerikil yang digunakan adalah kerikil yang diambil dari Puduk Payung.

- f. Beton yang diteliti dalam penelitian ini adalah beton kedap air dan beton normal.

## **1.6 Penegasan Istilah**

Agar tidak terjadi salah penafsiran dan perbedaan maksud dari judul penelitian maka penulis memberikan penegasan istilah sebagai berikut :

### **1.6.1 Analisa**

Analisa adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (KBBI 1988). Analisis dalam penelitian ini adalah penyelidikan terhadap gradasi agregat campuran pasir pantai sebagai bahan beton.

### **1.6.2 Gradasi Agregat Campuran**

Gradasi agregat campuran adalah distribusi ukuran butiran dari agregat halus dan agregat kasar. Dalam penelitian ini agregat campurannya yaitu agregat halus menggunakan pasir pantai Pantura dan agregat kasarnya menggunakan kerikil lokal.

### **1.6.3 Pasir**

Pasir adalah agregat yang mempunyai ukuran butiran antara 0,15 mm dan 5 mm. Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir pantai Pantura dan pasir lokal yang digunakan adalah pasir lokal yang diambil dari daerah masing-masing.

#### 1.6.4 Beton

Beton merupakan bahan yang tersusun dari air, semen, dan agregat. Beton dalam penelitian ini adalah penyelidikan mengenai beton kedap air dan beton normal.

#### 1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pengkajian, berikut disajikan sistematika skripsi yang terbagi secara garis besar terdiri dari tiga bagian, yaitu:

- a. Bagian awal skripsi, berisi tentang halaman judul, halaman pengesahan, pernyataan, motto dan persembahan, kata pengantar, sari, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.
- b. Bagian ini skripsi yang berisi lima bab, terdiri atas :

**BAB I : Pendahuluan**

Pendahuluan berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penegasan istilah dan sistematika skripsi.

**BAB II : Landasan Teori**

Teori yang dikemukakan berisi tentang pasir, beton, agregat, gradasi agregat, penelitian terdahulu, dan kerangka berfikir.

**BAB III : Metodologi Penelitian**

Menjelaskan tentang metodologi penelitian, variabel penelitian, metode pengambilan data yang meliputi

instrumen penelitian, langkah-langkah penelitian dan metode analisis data.

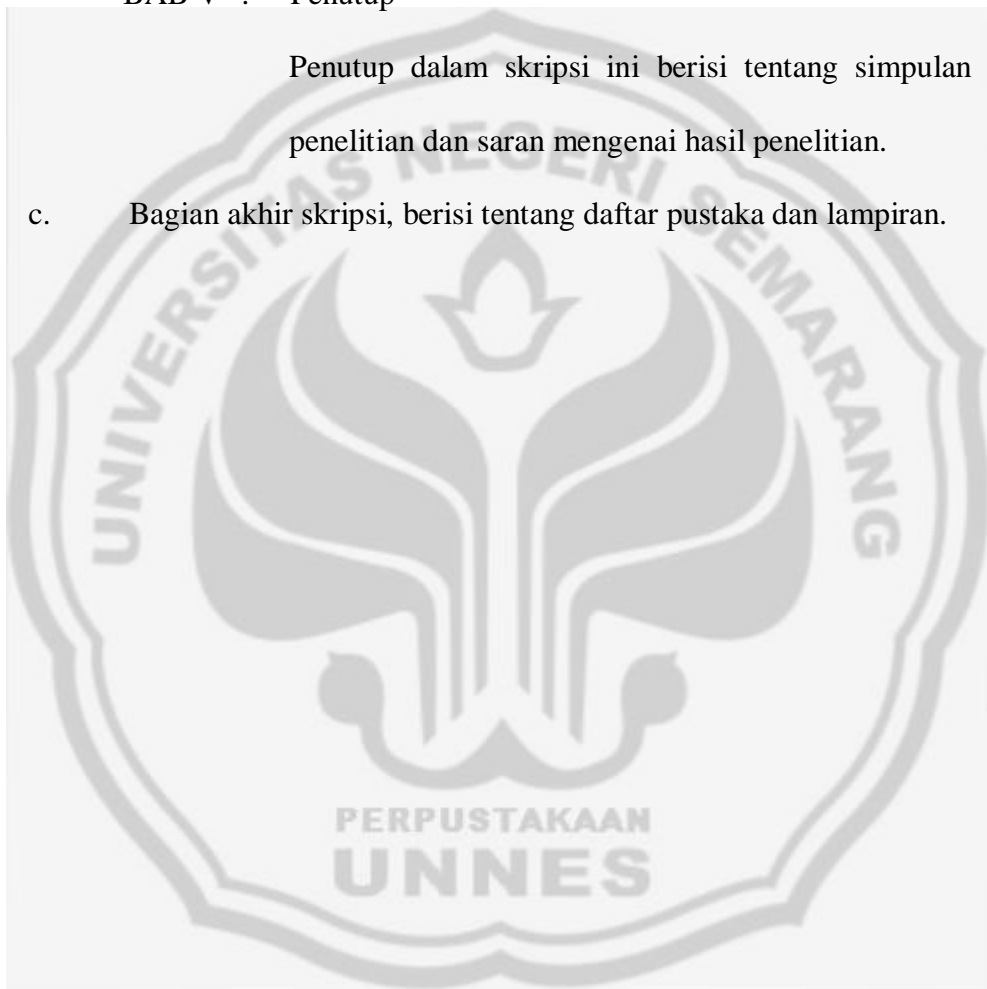
**BAB IV : Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Menguraikan tentang hasil penelitian dan pembahasan.

**BAB V : Penutup**

Penutup dalam skripsi ini berisi tentang simpulan hasil penelitian dan saran mengenai hasil penelitian.

- c. Bagian akhir skripsi, berisi tentang daftar pustaka dan lampiran.





## BAB II

### LANDASAN TEORI

Di dalam landasan teori akan diuraikan tentang pasir alam yang digolongkan menjadi 3 macam yaitu pasir galian, pasir sungai dan pasir pantai, beton yang terdiri dari beton normal dan beton kedap air, agregat, gradasi agregat, penelitian terdahulu dan kerangka berfikir.

#### 2.1 Pasir

Pasir adalah bahan batuan halus yang terdiri dari butiran sebesar 0,15 mm - 5 mm yang didapat dari hasil disintegrasi batuan alam (*natural sand*) atau dapat juga dengan memecahnya (*artificial sand*). Pasir alam terbentuk dari pecahan batu karena beberapa sebab. Pasir alam dapat diperoleh dari dalam tanah, pada dasar sungai, atau dari tepi laut. Oleh karena itu pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 macam :

- a. Pasir galian. Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam.
- b. Pasir sungai. Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus dan bulat-bulat akibat proses gesekan. Pada sungai tertentu yang dekat dengan hutan kadang-kadang banyak mengandung humus.
- c. Pasir pantai ialah pasir yang diambil dari pantai. Butirnya halus dan bulat karena gesekan (Tjokrodimuljo, 2007:15). Pasir pantai berasal

dari pasir sungai yang mengendap di muara sungai (di pantai) atau hasil gerusan air di dasar laut yang terbawa arus air laut dan mengendap di pantai. Pasir pantai biasanya berbutir halus. Bila merupakan pasir dari dasar laut maka pasirnya banyak mengandung garam. Pasir pantai mengandung garam yang dapat menyebabkan kerusakan pada tulangan dalam beton nantinya, oleh karena itu maka sebaiknya pasir pantai diperiksa dulu sebelum dipakai. Jika mengandung garam maka sebaiknya dicuci dulu dengan air tawar sebelum dipakai.

Penggunaan pasir pantai dalam pembuatan beton pada batasan yang dikemukakan oleh Council (dalam Murdock, 1991:32) seperti terlihat dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1. Spesifikasi dari batasan agregat yang dikeruk dari dasar laut (Council, 1986(dalam Murdock, 1991:32)).

Ukuran Nominal Agregat	Presentase berat yang diijinkan kalsium karbonat dalam bentuk kulit kerang pada agregat kering
40	2
20	5
10	15

*Keterangan Kandungan Garam*

Kadar sodium khlorida agregat halus dan kasar masing-masing tidak boleh melebihi 0,01% dan 0,03% dari berat agregat kering.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mencegah korosi tulangan dalam beton dan pelepasan beton yang diakibatkan oleh garam adalah dengan menggunakan beton kedap air.

## 2.2 Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain-lain. Beton merupakan salah satu kesatuan homogen. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen portland atau semen hidrolik yang lain, kadang-kadang dengan bahan tambahan (*additif*) yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Peristiwa terjadi karena peristiwa kimia antara semen dan air.

Beton yang keras dapat juga dikatakan sebagai batuan tiruan, dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah), dan diisi oleh batuan kecil (agregat halus atau pasir), dan pori-pori antara agregat halus diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen itu mengisi ruang-ruang yang kosong antara partikel-partikel agregat dan juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terekat dengan kuat lalu terbentuklah suatu kesatuan yang padat dan tahan lama.

Beton yang baik ialah beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi, kuat tarik yang tinggi, kuat lekat yang tinggi, rapat air, tahan ausan, tahan cuaca (panas-dingin, sinar matahari, hujan), tahan terhadap zat-zat kimia (terutama sulfat), susutan pengerasannya kecil, modulus elastisitas tinggi.

Beton memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain sebagai berikut  
(Tjokrodimulyo, 2007:2)

Kelebihan beton:

- a. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- b. Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan
- c. Beton segar dapat pula disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.
- d. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan dapat dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
- e. Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih mudah.

Kekurangan beton:

- a. Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan.
- b. Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi (expansion joint) untuk mencegah terjadinya retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
- c. Untuk mendapatkan beton kedap air dengan sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.
- d. Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

### 2.2.1 Beton Normal

Beton normal merupakan bahan yang relative cukup berat, dengan berat jenis 2,4 atau berat 2400 kg/m<sup>3</sup>. Pada beton normal tidak memiliki perlakuan khusus seperti beton-beton yang lainnya.

Penggunaan bahan agregat dalam adukan beton mencapai kurang lebih 70%-75% dari seluruh volume massa padat beton. Untuk membentuk massa padat diperlukan susunan gradasi butiran agregat yang baik. Untuk bahan beton sebaiknya dipilih agregat yang memenuhi persyaratan sebagai berikut (Tjokrodimuljo, 2007:48) :

- a. Butirnya tajam, kuat dan bersudut. Ukuran kekuatan agregat dapat dilakukan dengan pengujian ketahanan aus dengan mesin Los Angeles atau dengan bejana Rudeloff.
- b. Tidak mengandung tanah atau kotoran lain yang lewat ayakan 0,075 mm. Pada agregat halus jumlah kandungan kotoran ini harus tidak lebih dari 5 % untuk beton sampai 10 MPa, dan 2,5 % untuk beton mutu yang lebih tinggi. Pada agregat kasar kandungan kotoran ini dibatasi sampai maksimum 1 %. Jika agregat mengandung kotoran yang lebih dari batas-batas tersebut maka harus dicuci dengan air bersih.
- c. Harus tidak mengandung garam yang menghisap air dari udara.
- d. Tidak mengandung zat organik. Bila direndam dalam larutan 3 % NaOH, cairan diatas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna pembanding. Agregat yang tidak diperiksa dengan percobaan warna dapat dipakai jika kuat tekan adukan dengan agregat tersebut pada umur

7 dan 28 hari tidak kurang dari 95 % daripada kuat tekan adukan dengan agregat yang sama tetapi telah dicuci dalam larutan 3 % NaOH dan kemudian dicuci dengan air bersih, pada umur yang sama.

e. Harus bergradasi baik sehingga rongganya sedikit (untuk pasir modulus halus butirnya antara 2,5 - 3,8).

f. Bersifat kekal, tidak hancur atau berubah karena cuaca. Uji tersebut dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut :

1) jika dipakai natrium sulfat, bagian yang hancur maksimum 12 % untuk kerikil dan 10 % untuk pasir.

2) jika dipakai magnesium sulfat, bagian yang hancur maksimum 18 % untuk kerikil dan 15 % untuk pasir.

g. Untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat harus mempunyai tingkat reaktif yang negatif terhadap alkali.

h. Untuk agregat kasar, tidak boleh mengandung butiran-butiran yang pipih dan panjang lebih dari 20 % dari berat keseluruhan.

Pasir dari pantai atau muara, bisa digunakan setelah dicuci atau direndam dengan air segar. Penggunaan agregat yang dikeruk dari dasar laut untuk beton, harus memperhatikan pengaruh kulit kerang dan kadar garam.

### 2.2.2 Beton Kedap Air

Menurut Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air (SK SNI S-36-1990-03) beton kedap air ialah beton yang tidak dapat ditembus oleh air dengan

ketentuan sebagai berikut :

1. Beton kedap air normal, bila diuji dengan cara perendaman dalam air :
  - a. Selama  $10 \pm 0,5$  menit, resapan (absorpsi) maksimum 2,5% terhadap berat beton kering.
  - b. Selama 24 jam, resapan maksimum 6,5% terhadap berat beton kering.
2. Beton kedap air agresif, bila diuji dengan cara tekanan air maka tembusannya air kedalam beton tidak melampaui batas untuk agregat sedang 50 mm, dan untuk agregat kuat 30mm.
3. Proporsi campuran beton, harus memenuhi ketentuan pada (SK SNI S-36-1990-03).

Tabel 2.2 Kandungan butir halus lolos 0,3 mm dalam  $1 \text{ m}^3$  beton.

Ukuran nominal maksimum butir agregat	Minimum kandungan butir halus dalam $1 \text{ m}^3$ beton, $\text{kg/m}^3$
10	520
20	450
40	400

Sumber SK SNI S-36-1990-30

Kandungan butir halus adalah fraksi-fraksi dari campuran beton yang lolos ayakan 0,03mm, terdiri dari semen, butir agregat dan bahan pengisi.

Selain hal-hal tersebut di atas, sifat kedap air dipengaruhi juga bebrapa faktor antara lain :

1. Mutu dan porositas agregat
2. Umur beton
3. Gradasi

Gradasi harus dipilih sedemikian rupa agar beton dapat mudah dikerjakan dan dengan jumlah air yang minimal.

4. Perawatan untuk menjaga agar proses hidrasi semen berlangsung dengan wajar maka kelembapan beton harus dijaga, karena kelembapan permukaan beton dapat menambah ketahanan terhadap pengaruh cuaca dan menambah kedap air.

Disamping hal-hal tersebut diatas, untuk menghasilkan beton yang kedap air diusahakan dengan cara (Tjokrodimulyo, 1998) :

1. Menambah butiran pasir halus (pasir yang lebih kecil dari 0,30 mm) sampai sekitar 400-520 kg/m<sup>3</sup> beton.
2. Menambah jumlah semen sampai sekitar 280-380 kg/m<sup>3</sup> beton. Penambahan butiran kecil pasir dan semen tersebut dimaksudkan untuk mengisi rongga-rongga dalam beton.

Beton ini biasanya digunakan untuk bagian bangunan beton yang berada di daerah air (selalu terkena air) atau digunakan untuk menahan air, fondasi jembatan sungai, dinding basement, dinding kolam renang, atap beton, dan sebagainya.

Agar beton tidak dapat dilalui air maka harus rapat (tidak ada pori-pori yang dapat dilalui air), sehingga beberapa syarat harus dipenuhi, misalnya agregat harus tidak berpori, pasta semen tidak berpori, rekatan antara pasta semen dan permukaan agregat harus rapat dan kuat.

Biasanya dalam pembuatan beton kedap air pertama-tama yang dilakukan ialah menggunakan agregat yang tidak berpori. Agregat yang tidak berpori ditandai dengan daya serap airnya kecil.



Dalam SNI-03-2914-1992 dicantumkan bahwa untuk membuat beton kedap air sebaiknya digunakan gradasi agregat halus seperti pada Tabel 2.3 dan agregat kasar seperti pada Tabel 2.4.

Tabel 2.3 Gradasi agregat halus (SNI-03-2914-1992)

Lubang ayakan (mm)	Batas-batas berat butir yang lolos (%)			
	Umum	Khusus		
		Kasar	Sedang	halus
10	100			
5	89-100			
2,4	60-100	60-100	65-100	80-100
1,2	30-100	30-90	45-100	70-100
0,6	15-100	15-54	25-80	55-100
0,3	5-70	5-40	5-48	5-70
0,15	0-15			

Tabel 2.4. Gradasi agregat kasar (SNI-03-2914-1992)

Lubang ayakan (mm)	Batas-batas berat butir yang lolos (%)		
	Besarnya maksimum (mm)		
	40	20	10
50	100	-	-
37,5	95-100	100	100
20	35-70	85-100	90-100
10	10-40	0-25	50-85
5	0-5	0-5	0-10

## 2.3 Agregat

### 2.3.1 Umum

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70 % volume mortar atau beton. Walaupun namanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton atau mortarnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton.

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan ialah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus.

Sebagai batas antara ukuran butir antara yang kasar dan yang halus nampaknya belum ada nilai yang pasti, masih berbeda antara satu disiplin ilmu dengan disiplin ilmu yang lain, dan mungkin juga dari satu daerah dengan daerah yang lain. Dalam bidang teknologi beton nilai batas tersebut umumnya ialah 4,75 mm atau 4,80 mm. Agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar, dan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus.

Secara umum, agregat kasar sering disebut sebagai kerikil, kricak, batu pecah, atau split adapun agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,20 mm kadang-kadang disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut silt dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut clay (Tjokrodimuljo, 2007).

Agregat pada umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu (Tjokrodimuljo, 2007:17) :

- a. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
- b. Kerikil, untuk butiran antara 5 mm dan 40 mm.
- c. Pasir, untuk butiran antara 0,15 mm dan 5 mm.

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik. Agregat harus pula mempunyai kestabilan kimiawi, dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus, dan tahan cuaca.

Jenis agregat yang digunakan sebagai bahan susun beton adalah agregat halus dan agregat kasar.

a. Agregat halus

Agregat halus adalah semua butiran lolos saringan 4,75mm. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami, hasil pecahan dari batuan secara alami, atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu yang biasa disebut abu batu. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, serta tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton. Kegunaannya adalah untuk mengisi ruangan antara butir agregat kasar dan memberikan kelecakan.

b. Agregat kasar

Agregat kasar ialah agregat dengan besar butiran lebih dari 5mm atau agregat yang semua butirannya dapat tertahan di ayakan 4,75mm. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa batu pecahan yang diperoleh dari pemecahan manual atau mesin. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butiran yang keras, permukaan yang kasar, dan kekal. Agregat harus memenuhi syarat kebersihan yaitu, tidak mengandung lumpur lebih dari 1%, dan tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton.

### 2.3.2 Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat adalah rasio antara massa padat agregat dan massa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Berdasarkan hal ini maka agregat dibedakan menjadi (Tjokrodinuljo, 2007:21) :

- a. Agregat normal ialah agregat yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7. Agregat ini biasanya berasal dari agregat granit, basalt, kuarsa, dan sebagainya. Beton yang dihasilkan berberat jenis sekitar 2,3. Betonnya pun disebut beton normal.
- b. Agregat berat berberat jenis lebih dari 2,8 misalnya magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), barites ( $\text{BaSO}_4$ ), atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan juga berat jenisnya tinggi (sampai 5), yang efektif sebagai dinding pelindung/perisai radiasi sinar X.
- c. Agregat ringan mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 yang biasanya dibuat untuk beton ringan. Berat beton ringan kurang dari  $1800 \text{ kg/m}^3$ . Beton ringan biasanya dipakai untuk elemen-non-struktural, akan tetapi mungkin pula untuk elemen struktural-ringan. Kebaikannya ialah berat sendiri yang rendah sehingga struktur pendukungnya dan fondasinya lebih kecil. Agregat ringan dapat diperoleh secara alami maupun buatan, misalnya :

- 1) Agregat ringan alami misalnya : diatomite, purnice, volcanic cinder.

- 2) Agregat ringan buatan misalnya : tanah bakar (bloated clay), abu terbang (sintered fly-ash), busa terak tanur tinggi (foamed blast furnace slag).

Karena butiran agregat umumnya mengandung pori-pori yang ada dalam butiran dan tertutup/tidak saling berhubungan, maka berat jenis agregat dibedakan menjadi dua istilah, yaitu (Tjokrodimuljo, 2007:20) :

- a. Berat jenis mutlak, jika volume benda padatnya tanpa pori.
- b. Berat jenis semu (berat jenis tampak) jika volume benda padatnya termasuk pori tertutupnya.

Catatan : Untuk agregat tertentu yang pori tertutupnya kecil, sering kedua istilah di atas dianggap sama, dan disebut berat jenis saja.

Dengan demikian maka secara matematika dapat ditulis (Tjokrodimuljo, 2007:21).

$$B_j = \frac{W_b}{W_a}$$

Dengan :  $W_b$  = berat butir agregat

$W_a$  = berat air dengan volume air sama dengan volume butir agregat

### 2.3.3 Berat Satuan Kepadatan

Berat satuan agregat adalah berat agregat dalam satu satuan volume yang dinyatakan dalam kg/liter atau  $\text{ton/m}^3$ . Berat satuan dihitung berdasar berat agregat dalam suatu tempat tertentu, volume yang dihitung adalah volume padat (meliputi pori tertutup) dan volume pori terbuka (Tjokrodimuljo, 2007:22).

Secara matematika dapat ditulis :

$$B_{\text{sat}} = \frac{W_b}{V_t}$$

Dengan :  $W_b$  = berat butir-butir agregat dalam bejana

$$V_t = V_b + V_p$$

$V_t$  = volume total bejana,

$V_b$  = volume butiran agregat dalam bejana,

$V_p$  = volume pori terbuka antar butir-butir agregat dalam bejana.

Beberapa istilah yang perlu diketahui akibat hal itu antara lain

(Tjokrodinuljo, 2007:22) :

Porositas :  $P = \frac{V_p}{V_t} \cdot 100\%$

Kemampatan (kepadatan) :  $K = \frac{W_b}{V_t} \cdot 100\%$

Dari rumus-rumus tersebut maka didapat hubungan antara nilai kepadatan dan porositas, yaitu :

$$K = 100 - P$$

Dalam praktek umumnya nilai-nilai tersebut untuk agregat normal adalah :

- a. Porositas = 35 – 40 %
- b. Kemampatan = 60 – 65 %
- c. Berat jenis = 2,50 – 2,70
- d. Berat satuan = 1,50 – 1,80

#### 2.3.4 Ukuran Butir Agregat

Jika butiran agregat bulat sempurna maka jari-jari atau diameter merupakan ukuran yang sempurna. Untuk bentuk butir yang lainnya yang

disebut dengan ukuran tidak dapat dikatakan dengan tepat dalam satu angka tanpa mendua. Misalnya, jika butiran berbentuk kubus, secara logika ukurannya dapat dinyatakan dalam panjang sisi atau panjang diagonal permukaan kubusnya atau diagonal badannya. Keadaan yang demikian akan lebih tidak jelas lagi jika bentuk butiran adalah tidak teratur, bersudut tajam, sebagaimana dimiliki oleh hampir setiap butir agregat. Sebagai konsekuensinya maka ukuran butir agregat sebaiknya tidak disebut dengan diameter.

Pengukuran ukuran butir agregat didasarkan atas suatu pemeriksaan yang dilakukan dengan alat berupa ayakan dengan ukuran lubang-lubang tertentu. Ukuran butiran agregat, tanpa memperhatikan bentuknya, didefinisikan sebagai  $d_{i-1}$ - $d_i$  jika butiran itu lolos pada ayakan dengan lubang  $d_i$  dan tertahan pada lubang  $d_{i-1}$ .

Tabel 2.5 Presentase berat fraksi (Tjokrodinuljo, 2007:24) :

(1)	(2)	(3)	(4)
Lubang ayakan (mm)	Berat butir tertinggal (gram)	Berat butir tertinggal (persen)	Berat butir lewat ayakan (persen)
80	0	0	100
40	450	22,5	77,5
20	400	20	57,5
10	300	15	42,5
4,8	250	12,5	30
2,4	250	12,5	17,5
1,2	150	7,5	10
0,6	100	5	5
0,3	50	2,5	2,5
0,15	30	1,5	1
Alas	20	1	0
Total	2000	100	

### 2.3.5 Ukuran Lubang Ayakan

Alat pengukur besar ukuran butir-butir agregat dinamakan ayakan, ialah suatu plat baja atau lembaran baja atau kawat anyaman yang mempunyai lubang-lubang sama besar dan diperkuat dengan rangka atau gelang kuat untuk menopang. Ayakan digunakan untuk memisahkan butiran-butiran sesuai dengan ukuran besarnya.

Bentuk lubang ayakan dapat berupa lingkaran ulat dan dapat pula berupa bujursangkar. Jika berbentuk lingkaran bulat disebut screen, sedangkan jika berbentuk bujur sangkar disebut sieve. Di Indonesia, sampai saat ini kedua istilah tersebut belum dibedakan, keduanya disebut ayakan.

Hasil pengayakan dengan ayakan berlubang bujur sangkar dan dengan lubang bulat tidak sama, hal ini karena pengaruh bentuk butiran agregat yang tidak bulat sempurna. Untuk pemakaian dalam agregat pada umumnya dipakai ayakan dengan lubang bulat, tetapi kadang-kadang dipakai juga yang bujur sangkar karena pembuatan ayakannya lebih mudah.

Pada saat ini ukuran lubang ayakan telah diseragamkan, dengan ukuran yang dikeluarkan oleh ISO (Internasional Standards Organization, Geneva, Switzerland), yaitu : 37,5 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, 0,15 mm, 0,075 mm. Untuk menambah ukuran yang mungkin sering dipakai maka ditambahkan pula ukuran 50 mm, 25 mm, dan 12,5 mm.



### 2.3.6 Modulus Halus Butir

Modulus halus butir (MHB) / (*fineness modulus*) ialah suatu indek yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Makin besar nilai modulus halus menunjukkan makin besar ukuran butir-butir agregatnya. Pada umumnya agregat halus mempunyai modulus halus butir antara 1,5 sampai 3,8, adapun agregat kasar biasanya diantara 6 dan 8.

Modulus halus butir ini didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal di atas suatu set ayakan dan kemudian dibagi seratus. Susunan lubang ayakan itu adalah sbb: 40 mm, 20 mm, 10 mm, 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, dan 0,15 mm

### 2.3.7 Agregat Campuran

Dalam pembuatan agregat campuran selain gradasi pasir dan gradasi kerikil perlu diperhatikan pula tentang gradasi agregat campurannya. Agregat campuran ialah agregat pencampuran agregat halus dan agregat kasar. Pencampuran agregat halus dan agregat kasar harus dihitung. Cara menghitung perbandingan berat dapat dilakukan dengan cara :

Rumus mhb, yaitu :

$$W_h : W_k = (m_k - m_c) : (m_c - m_h)$$

Dimana :  $W_h$  : berat butir halus

$W_k$  : berat agregat kasar

$m_k$  : modulus halus butir agregat kasar

$m_c$  : modulus halus butir agregat campuran

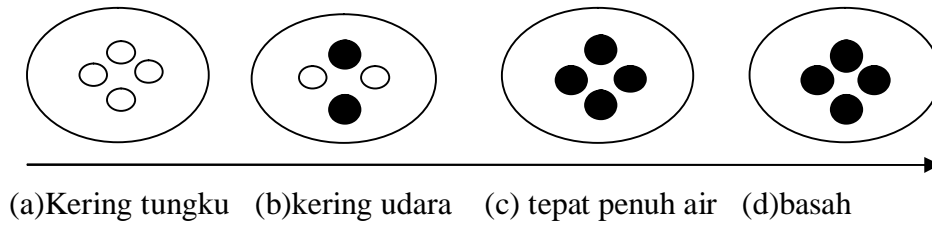
$m_h$  : modulus halus butir agregat halus

### 2.3.8 Kandungan Air Dalam Agregat

Karena adanya udara yang terjebak dalam suatu butiran agregat ketika pembentukannya atau karena dekomposisi mineral pembentuk tertentu oleh perubahan cuaca, maka terbentuklah rongga kecil atau pori di dalam butiran agregat. Pori dalam butiran agregat tersebut mempunyai ukuran yang bervariasi, dari yang besar sehingga mampu dilihat oleh mata telanjang, sampai yang hanya dilihat oleh mikroskop. Pori-pori tersebar di seluruh tubuh butiran, beberapa merupakan pori-pori yang tertutup dalam butiran. Beberapa jenis agregat yang sering dipakai untuk bahan bangunan mempunyai volume pori tertutup sekitar 0 sampai 20 persen dari volume butirnya. Karena agregat menempati sampai 75 persen dari volume betonnya maka porositas agregat memberikan iuran/kontribusi cukup berarti pada porositas beton secara keseluruhan.

Pori-pori dalam butir agregat mungkin terisi air. Berdasarkan banyaknya kandungan air di dalam agregat, maka kondisi agregat dibedakan menjadi beberapa tingkat kandungan airnya, yaitu (lihat gb.1.1) :

- a. Kering tungku; butiran agregat benar-benar tidak berisi air.
- b. Kering udara; butir-butir agregat mengandung sedikit air (tidak penuh) di dalam porinya dan permukaan butirnya kering.
- c. Jenuh-kering; butir-butir agregat mengandung air sebanyak (tepat terisi penuh air), namun permukaan butirnya kering.
- d. Basah; pori-pori agregat terisi penuh air dan permukaan butiran basah.



Gb.2.1 Beberapa tingkat kandungan air pada agregat

Kandungan air (kadar air) dalam agregat dihitung dengan rumus (Tjokrodimuljo, 2007:40) :

$$\text{Kadar air} = \frac{W_s - W_o}{W_o} \cdot 100\%$$

Dengan :  $W_s$  = berat agregat semula

$W_o$  = berat agregat tersebut setelah kering tungku

Agregat yang jenuh kering-muka mengandung air sebanyak sama (tepat) dengan volume porinya, sehingga biasa dipakai untuk ukuran agregat dalam hal kemampuan menyerap air, atau daya serap air, sehingga rumusnya ialah (Tjokrodimuljo, 2007:40) :

$$\text{Daya serap air} = \frac{W_{jkm} - W_o}{W_o} \cdot 100\%$$

Dengan :  $W_{jkm}$  = berat agregat dalam kondisi jenuh-kering-muka

$W_o$  = berat agregat tersebut setelah kering tungku

### 2.3.9 Persyaratan Agregat

Menurut Standar SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan A), agregat untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi persyaratan sebagai berikut (kecuali agregat khusus, misalnya : agregat ringan, dan sebagainya):

a. Agregat halus

- 1) Butir-butirnya tajam, keras, dan indeks kekerasan  $\leq 2,2$
- 2) Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Jika di uji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 persen, jika dengan garam magnesium Sulfat maksimum 18 persen.
- 3) Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5 persen.
- 4) Tidak mengandung zat organis terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan 3 % NaOH, yaitu warna cairan di atas endapan agregat halus tidak boleh lebih gelap daripada warna standar/pembanding.
- 5) Modulus halus butir antara 1,50 - 3,80 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
- 6) Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat halus harus tidak reaktif terhadap alkali.
- 7) Agregat halus dari laut / pantai, boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

b. Agregat Kasar

- 1) Butir-butirnya keras dan tidak berpori. Indeks kekerasan =  $< 5$  persen (diuji dengan goresan batang tembaga). Bila diuji dengan bejana rudeloff atau Los Angeles seperti tabel 2.7.

- 2) Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Jika di uji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 persen, jika dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 persen.
- 3) Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 1 persen.
- 4) Tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- 5) Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20 persen.
- 6) Modulus halus butir antara 6 – 7,10 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
- 7) Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari :  $\frac{1}{5}$  jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan,  $\frac{1}{3}$  tebal plat beton,  $\frac{3}{4}$  jarak bersih antara tulangan atau berkas tulangan.

Tabel 2.6. Persyaratan kekerasan/kekuatan agregat kasar untuk beton normal (Tjokrodimuljo, 1996)

Kelas dan mutu beton	Bejana Rudeloff Maksimum bagian yang hancur,menembus ayakan 2mm (persen)		Mesin Los Angeles Maksimum bagian yang hancur, menembus ayakan 1,7 mm (persen)
	Ukuran butir 19-30 (mm)	Ukuran butir 9,5-19 (mm)	
Kelas I mutu B0 dan B1	30	32	50
Kelas mutu K_125 (fc'=10MPa)sampai K-225(fc'=20MPa)	22	24	40
Kelas III mutu di atas k-225 (fc'=20MPa)	14	16	27

#### 2.4 Gradasi Agregat

Gradasi Agregat ialah distribusi ukuran butiran dari agregat. Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai presentase dari berat butiran yang tertinggal

atau lewat di dalam suatu susunan ayakan. Susunan ayakan itu ialah ayakan dengan lubang : 76 mm, 38 mm, 19 mm, 9,6 mm, 4,80mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, dan 0,15 mm.

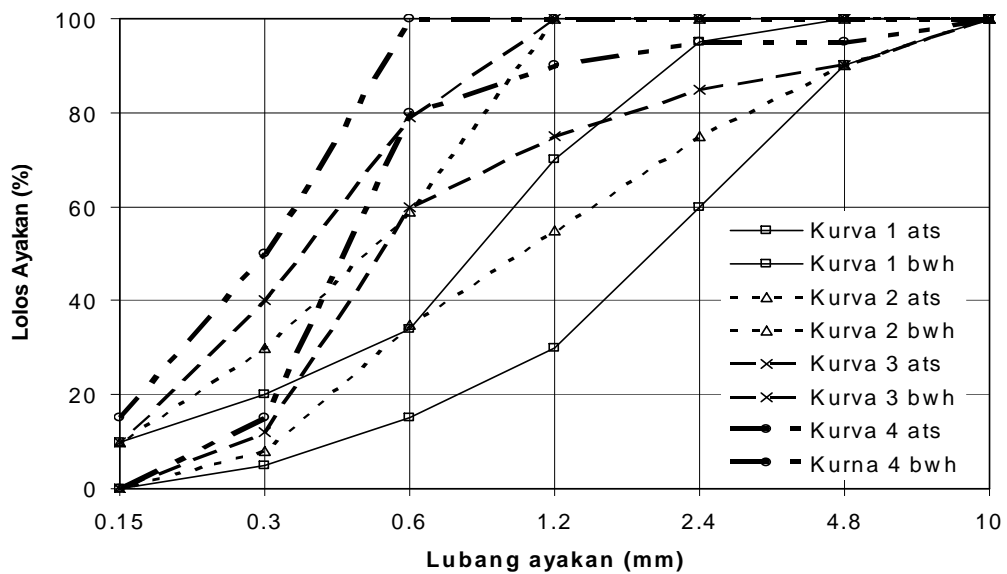
#### 2.4.1. Gradasi Agregat Halus (Pasir)

Dalam buku Perencanaan Campuran dan Pengendalian Mutu Beton (1994) agregat halus (pasir) dapat dibagi menjadi empat jenis menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar, sebagaimana tampak pada Tabel 1.6.

Gradasi pasir menurut SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dapat dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya seperti pada Tabel 2.7 dan gb.2.2

Tabel 2.7 Batas-batas gradasi gradasi pasir (SK-SNI-T-15-1990-03)

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Jenis agregat halus			
	Kasar	Agak kasar	Agak halus	Halus
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15



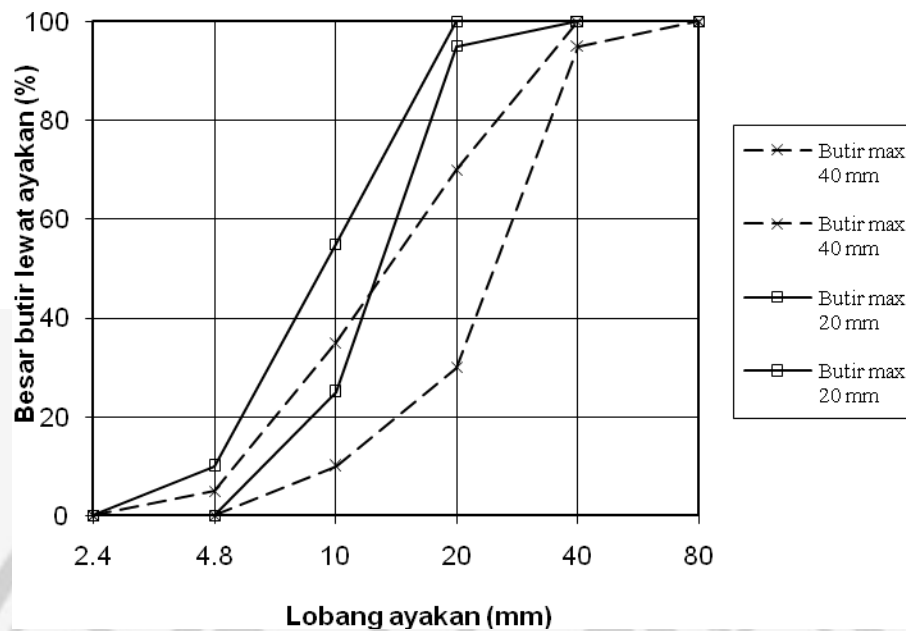
Gambar 2.2 Gradasi pasir untuk beton normal (SK-SNI-T-15-1990-03)

#### 2.4.2. Gradasi Agregat Kasar (Kerikil)

Gradasi kerikil yang baik sebaiknya masuk didalam batas-batas gradasi kerikil pada Tabel 2.8 dan Gambar 2.3

Tabel 2.8. Batas-batas gradasi gradasi kerikil (SK-SNI-T-15-1990-03)

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan	
	Besarnya butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10



G

ambar 2.3 Gradasi kerikil (SK-SNI-T-15-1990-03)

#### 2.4.3. Gradasi Campuran

Dalam praktek diperlukan suatu campuran pasir dan kerikil dengan perbandingan tertentu agar gradasi campuran dapat masuk dalam kurva standar. Untuk mendapatkan nilai perbandingan antara berat pasir dan kerikil yang tepat dapat dilakukan dengan cara coba-coba.

Oleh peraturan Campuran beton dengan diameter maksimum agregat sebesar 40 mm & 20 mm, gradasi agregatnya (campuran pasir dan kerikil)

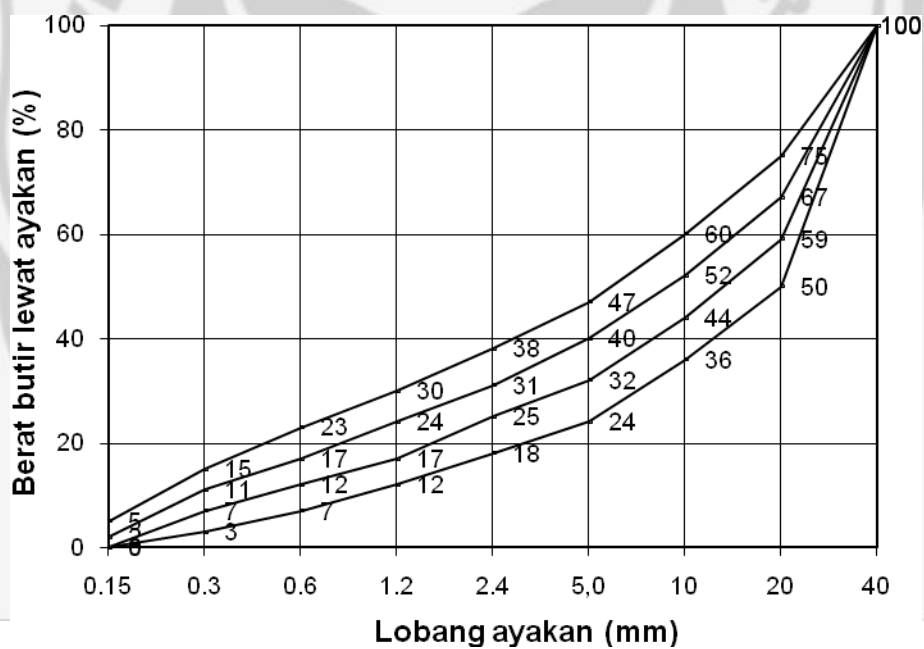
harus berada di dalam batas-batas yang tertera dalam tabel 1.8 & 1.8 dibawah. Pada tabel 1.8 & 1.9 ataupun gambar 1.4 & 1.5 dibawah, apabila agregat campuran masuk dalam kurva 1 & 2 akan diperoleh adukan yang kasar, cocok untuk faktor air semen rendah, mudah dikerjakan namun mudah terjadi pemisahan kerikil. Bila gradasi campuran masuk dalam kurva 3 & 4 akan diperoleh adukan yang halus, tampak lebih kohesif, lebih sulit



dikerjakan sehingga perlu factor air semen agak tinggi. Gradasi campuran yang terbaik atau ideal ialah yang masuk dalam kurva 2 & 3.

Tabel 2.9. Persen butiran lewat ayakan (%) agregat dengan butir maksimum 40 mm(SK-SNI-T-15-1990-03)

Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
38	100	100	100	100
19	50	59	67	75
9,6	36	44	52	60
4,8	24	32	40	47
2,4	18	25	31	38
1,2	12	17	24	30
0,6	7	12	17	23
0,3	3	7	11	15
0,15	0	0	2	5

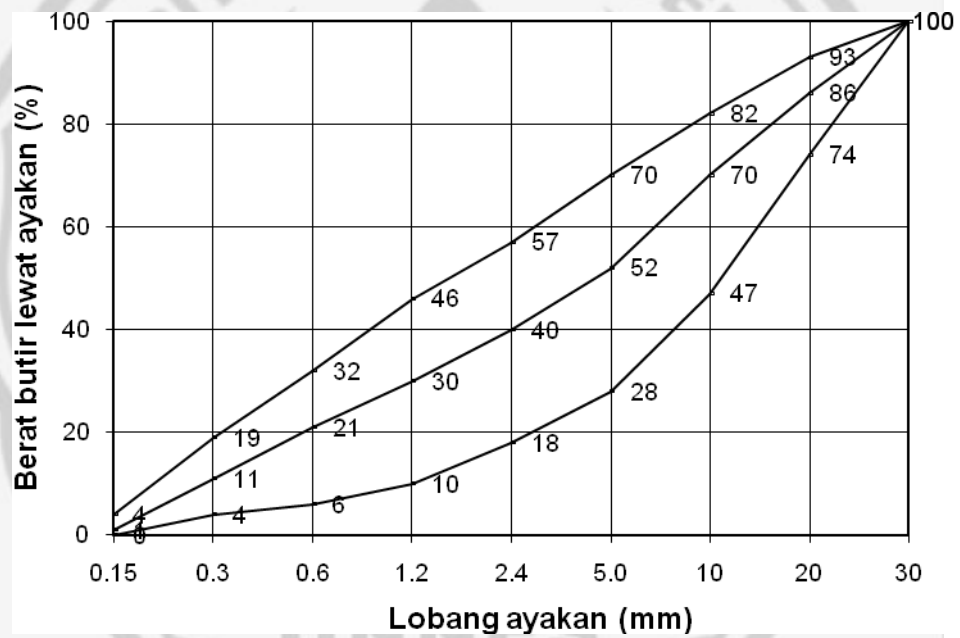


Gambar 2.4. Gradasi standar agregat dengan butir maksimum 40 mm

(SK-SNI-T-15-1990-03)

Tabel 2.10. Persen butiran lewat ayakan (%) agregat dengan butir maksimum 30 mm(SK-SNI-T-15-1990-03)

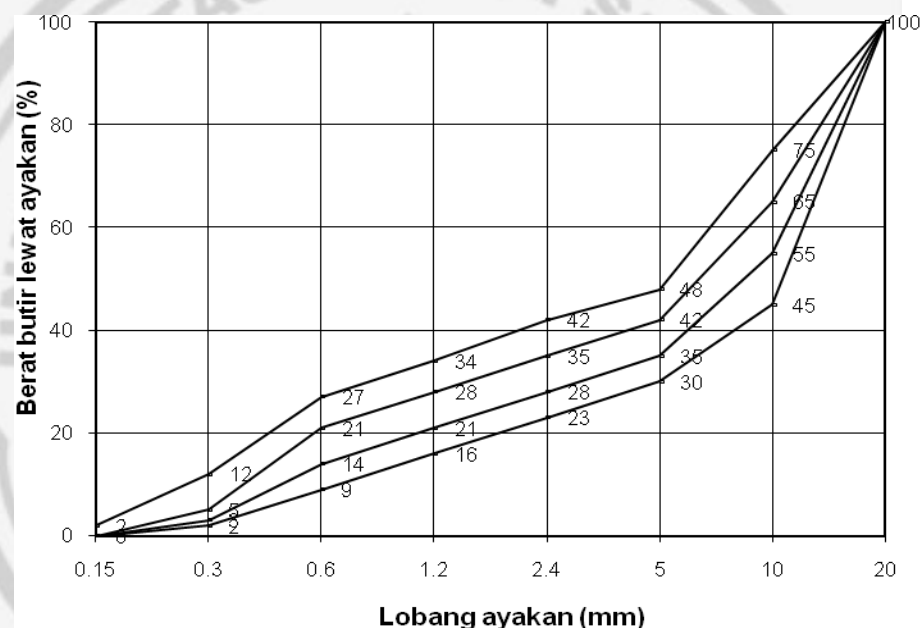
Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3
38	100	100	100
19	74	86	93
9,8	47	70	82
4,8	28	52	70
2,4	18	40	57
1,2	10	30	46
0,6	6	21	32
0,3	4	11	19
0,15	0	1	4



Gambar 2.5 Gradasi standar agregat dengan butir maksimum 30 mm (SK-SNI-T-15-1990-03)

Tabel 2.11. Persen butiran lewat ayakan (%) agregat dengan butir maksimum 20 mm(SK-SNI-T-15-1990-03)

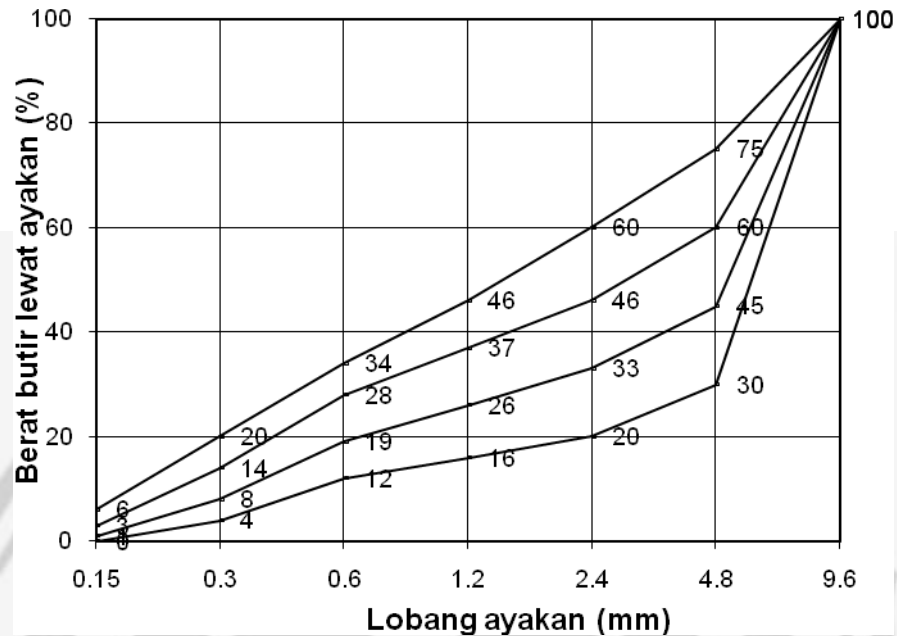
Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
19	100	100	100	100
9,6	45	55	65	75
4,8	30	35	42	48
2,4	23	28	35	42
1,2	16	21	28	34
0,6	9	14	21	27
0,3	2	3	5	12
0,15	0	0	0	2



Gambar 2.6. Gradasi standar agregat dengan butir maksimum 20 mm (SK-SNI-T-15-1990-03)

Tabel 2.12 Persen butiran lewat ayakan (%) agregat dengan butir maksimum 10 mm(SK-SNI-T-15-1990-03)

Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
9,6	100	100	100	100
4,8	30	45	60	75
2,4	20	33	46	60
1,2	16	26	37	46
0,6	12	19	28	34
0,3	4	8	14	20
0,15	0	1	3	6



Gambar 2.7 Gradasi standar agregat dengan butir maksimum 10 mm (SK-SNI-T-15-1990-03)

## 2.5 Penelitian Terdahulu

### 2.5.1 Penelitian gradasi agregat halus

Gradasi agregat halus yang masuk dalam kurva 1 maka pasir tersebut masuk kedalam kategori agregat kasar, apabila masuk ke dalam kurva 2 maka pasir termasuk kategori pasir agak kasar, apabila masuk ke dalam kurva 3 maka pasir termasuk kategori pasir agak halus, dan apabila masuk ke dalam kurva 4 maka pasir termasuk kategori pasir halus.

Menurut S.Purwanto (2002) hasil penelitiannya yang dilakukan di Pantai Parangtritis yang kemudian dibandingkan dengan standar, tampak bahwa pasir Parangtritis lebih halus daripada pasir halus, sehingga terlalu halus jika dipakai untuk bahan bangunan.

Tabel 2.13. Hasil pemeriksaan pasir Parangtritis

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Jenis agregat halus				
	Parang tritis	Kasar	Agak kasar	Agak halus	Halus
10	100	100	100	100	100
4,8	100	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	100	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	100	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	100	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	100	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	100	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber data : Ir.Kardiyono Tjokrodikuljo, M. E. , (2007:27)

Menurut Hery Suroso (2001) hasil penelitiannya yang dilakukan di Pantai Alam Indah, Tegal, kemudian dibandingkan dengan standar, tampak bahwa pasir Pantai Alam Indah lebih halus daripada pasir halus, sehingga terlalu halus jika dipakai untuk bahan bangunan.

Tabel 2.14. Hasil pemeriksaan pasir Pantai Alam Indah

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Jenis agregat halus				
	Pantai Alam Indah	Kasar	Agak kasar	Agak halus	Halus
10	100	100	100	100	100
4,8	100	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	100	69-95	75-100	85-100	95-100
1,2	100	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	95	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	78	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	4	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber data : Ir.Kardiyono Tjokrodikuljo, M. E. , (2007:27)

Menurut W. W. Kusumo (1990) hasil penelitiannya yang dilakukan di Sungai Krasak, kemudian dibandingkan dengan standar, tampak bahwa pasir Sungai Krasak termasuk pasir agak kasar, sehingga boleh dipakai untuk bahan bangunan.

Tabel 2.15. Hasil pemeriksaan pasir Sungai Krasak

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Jenis agregat halus				
	Sungai Krasak	Kasar	Agak kasar	Agak halus	Halus
10	100	100	100	100	100
4,8	90	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	77	69-95	75-100	85-100	95-100
1,2	58	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	35	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	20	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	6	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber data : Ir.Kardiyono Tjokrodinuljo, M. E. , (2007:27)

Menurut Sigit Bangun Triono (2005) hasil penelitiannya yang dilakukan di Sungai Brosot, kabupaten Bantul, kemudian dibandingkan dengan standar, tampak bahwa pasir Sungai Brosot masuk ke dalam kategori daerah II yaitu pasir agak kasar, sehingga boleh di pakai untuk bahan bangunan.

Tabel 2.16. Hasil pengujian gradasi pasir Brosot

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Jenis agregat halus				
	Sungai Brosot	Kasar	Agak kasar	Agak halus	Halus
10	100	100	100	100	100
4,8	90,41	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	83,36	69-95	75-100	85-100	95-100
1,2	68,24	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	36,37	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	18,89	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	1,69	0-10	0-10	0-10	0-15

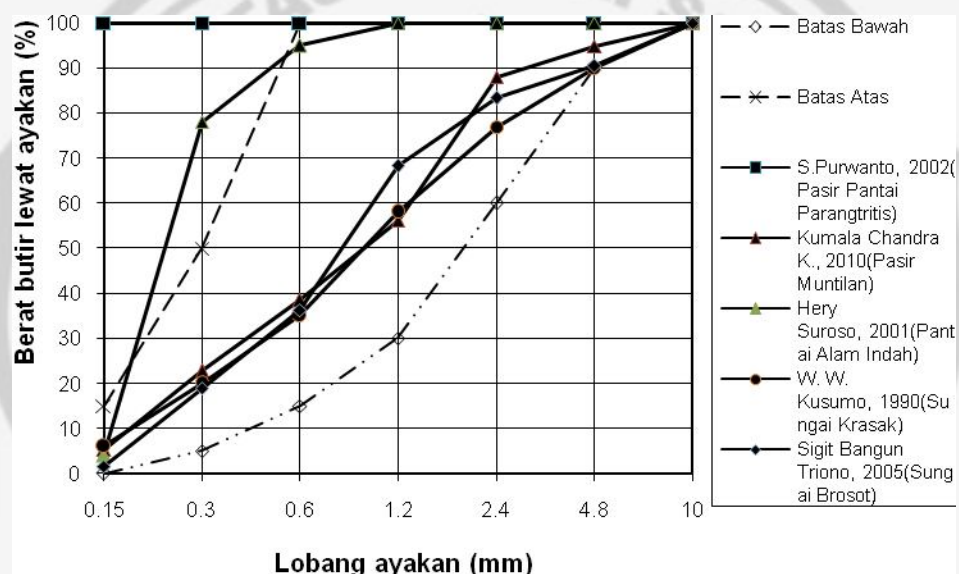
Sumber data : Sigit Bangun Triono, ST , (2005:62)

Menurut Kumala Chandra K. (2010) hasil penelitiannya yang dilakukan dengan bahan uji menggunakan pasir Muntilan, kemudian dibandingkan dengan standar, tampak bahwa pasir Muntilan masuk ke dalam kategori zona II yaitu pasir agak kasar, sehingga boleh di pakai untuk bahan bangunan.

Tabel 2.17. Hasil pengujian gradasi pasir Muntilan

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Jenis agregat halus				
	Pasir Muntilan	Kasar	Agak kasar	Agak halus	Halus
10	100,00	100	100	100	100
4,8	94,83	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	87,96	69-95	75-100	85-100	95-100
1,2	56,25	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	38,37	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	22,77	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	5,24	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber data : Kumala Chandra K, S. Pd , (2010:60)



Gambar 2.8 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus

Sumber data : Ir.Kardiyono Tjokrodinuljo, M. E. , (2007:27)

Sumber data : Sigit Bangun Triono, ST , (2005:62)

Sumber data : Kumala Chandra K, S. Pd , (2010:60)

### 2.5.2 Penelitian gradasi agregat kasar

Gradasi agregat kasar harus masuk diantara batas atas dan batas bawah yang telah ditentukan berdasarkan ukuran besar butir maksimumnya. Besar butir maksimum terdiri dari 40mm dan 20mm.

Menurut W.W. Kusumo (1990) hasil penelitiannya yang menggunakan agregat kasar asal Ngalang, Gunungkidul, kemudian dibandingkan dengan standar, tampak bahwa batu pecah tersebut termasuk agregat kasar dengan butir maksimum 40 mm, sehingga boleh dipakai untuk bahan bangunan.

Tabel 2.18. Hasil pemeriksaan agregat kasar asal Ngalang, Gunungkidul.

Lubang (mm)	Persen lubang butir yang lewat ayakan Besar butir maksimum		
	Ngalang	40mm	20mm
40	100	95-100	100
20	62	30-70	95-100
10	15	10-35	25-55
5	5	0-5	0-10

Sumber data : Ir.Kardiyono Tjokrodinuljo, M. E. , (2007:29)

Menurut Budi Haryanto (2005) hasil penelitiannya yang menggunakan agregat kasar Sungai Berem, kemudian dibandingkan dengan standar, tampak bahwa batu pecah tersebut termasuk agregat kasar dengan butir maksimum 40 mm, sehingga boleh dipakai untuk bahan bangunan.

Tabel 2.19. Hasil pemeriksaan agregat kasar Sungai Berem.

Lubang (mm)	Persen lubang butir yang lewat ayakan Besar butir maksimum		
	Sungai Berem	40mm	20mm
40	100	95-100	100
20	58	30-70	95-100
10	10	10-35	25-55
5	5	0-5	0-10

Sumber data : Budi Haryanto, ST , (2005:37)

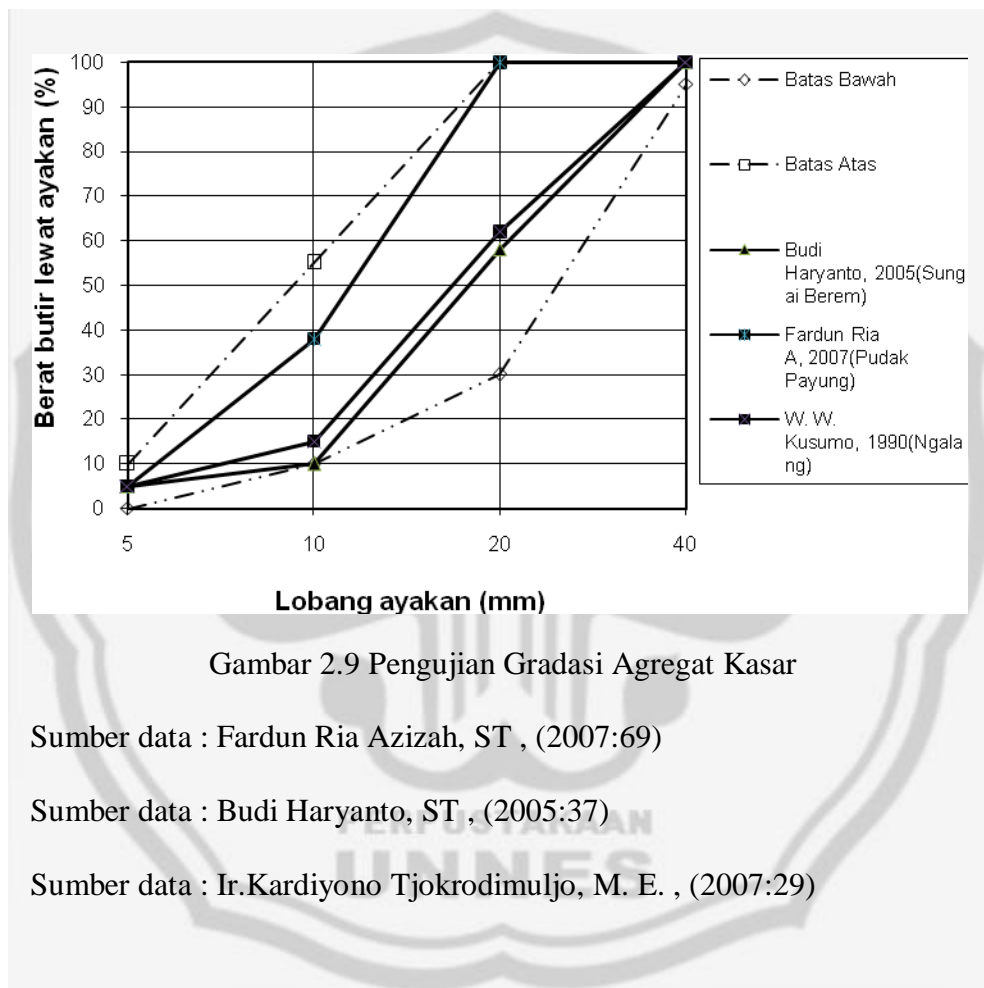
Menurut Fardun Ria Azizah (2007) hasil penelitiannya yang menggunakan agregat kasar Puduk Payung, kemudian dibandingkan dengan standar, tampak bahwa batu pecah tersebut termasuk agregat kasar dengan butir maksimum 20 mm, sehingga boleh dipakai untuk bahan bangunan.

Tabel 2.20. Hasil pemeriksaan agregat kasar Puduk Payung.



Lubang (mm)	Persen lubang butir yang lewat ayakan Besar butir maksimum		
	Pudak Payung	40mm	20mm
40	100	95-100	100
20	100	30-70	95-100
10	38	10-35	25-55
5	5	0-5	0-10

Sumber data : Fardun Ria Azizah, ST , (2007:69)



Gambar 2.9 Pengujian Gradasi Agregat Kasar

Sumber data : Fardun Ria Azizah, ST , (2007:69)

Sumber data : Budi Haryanto, ST , (2005:37)

Sumber data : Ir.Kardiyono Tjokrodijuljo, M. E. , (2007:29)

#### 2.3.4 Penelitian gradasi agregat campuran

Menurut Tjokrodijuljo (1996:2) gradasi campuran yang ideal adalah yang masuk dalam kurva 1 dan kurva 2 akan diperoleh adukan beton yang kasar, bila gradasi campuran masuk dalam kurva 3 dan kurva 4 akan diperoleh adukan beton yang halus. Untuk mendapatkan gradasi agregat campuran yang

ideal tersebut dapat dilakukan dengan cara coba-coba, yaitu dengan membuat campuran antara agregat kasar dan agregat halus dengan berbagai macam perbandingan. Gradasi campuran tersebut kemudian dimasukkan kedalam grafik. Hal tersebut diulang-ulang sampai gradasi campuran tersebut dapat masuk kedalam kurva 2 dan kurva 3.

Menurut Fardun Ria Azizah (2007) hasil penelitiannya yang menggunakan pasir Muntilan dan agregat kasar asal Pudak Payung dengan perbandingan 40%:60%, kemudian dibandingkan dengan standar, tampak bahwa gradasi campuran masuk ke dalam kurva 2 dan 3, sehingga agregat campuran telah memenuhi syarat.

Tabel 2.21. Gradasi campuran untuk agregat dengan butir maksimum 20mm

Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4	Pasir	Kerikil	Campuran 0,40:0,60
20	100	100	100	100	100	100	100
10	45	55	65	75	100	36,11	61,67
4,8	30	35	42	48	96,96	1,94	39,95
2,4	23	28	35	42	85,54	0,00	34,42
1,2	16	21	28	34	66,85	0,00	26,74
0,6	9	14	21	27	43,63	0,00	17,46
0,3	2	3	5	12	12,50	0,00	5,00
0,15	0	0	0	2	1,4	0,00	0,56

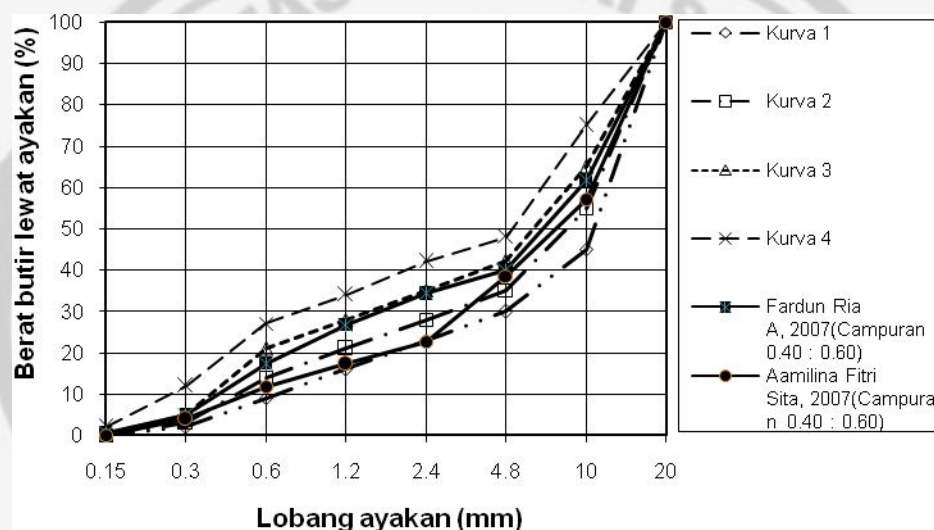
Sumber data : Fardun Ria Azizah, S. Pd , (2007:71)

Menurut Aamilina Fitri Sita (2007) hasil penelitiannya yang menggunakan Pasir Muntilan dan agregat kasar asal Pudak Payung dengan perbandingan 40%:60%, kemudian dibandingkan dengan standar, tampak bahwa gradasi campuran masuk ke dalam kurva 2 dan 4, sehingga agregat campuran telah memenuhi syarat.

Tabel 2.22 Gradasi campuran untuk agregat dengan butir maksimum 20mm

Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4	Pasir	Kerikil	Campuran 0,40: 0,60
20	100	100	100	100	100	100	100
10	45	55	65	75	100	28,42	57,05
4,8	30	35	42	48	96,86	1,64	38,53
2,4	23	28	35	42	56,46	0,00	22,58
1,2	16	21	28	34	43,21	0,00	17,28
0,6	9	14	21	27	29,56	0,00	11,82
0,3	2	3	5	12	9,60	0,00	3,84
0,15	0	0	0	2	0,00	0,00	0

Sumber data : Aamilina Fitri Sita, S. Pd , (Lamp,1.3:2007)



Gambar 2.10 Pengujian Gradasi Agregat Campuran

Sumber data : Aamilina Fitri Sita, S. Pd , (Lamp,1.3:2007)

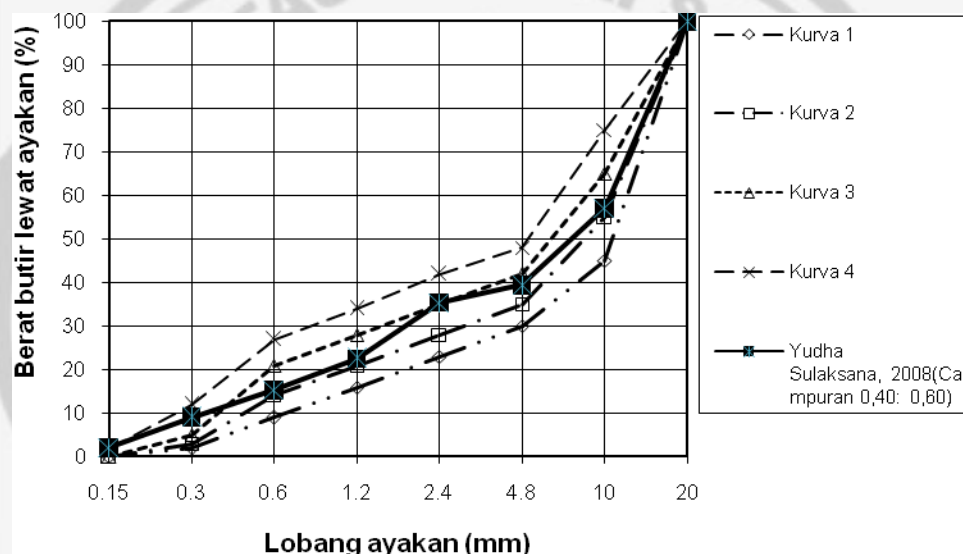
Sumber data : Fardun Ria Azizah, S. Pd , (2007:71)

Menurut Yudha Sulaksana (2008) hasil penelitiannya yang menggunakan pasir Muntilan dan agregat kasar asal Pudak Payung dengan perbandingan 40%:60%, kemudian dibandingkan dengan standar, tampak bahwa gradasi campuran masuk ke dalam kurva 2 dan 3, sehingga agregat campuran telah memenuhi syarat.

Tabel 2.23. Gradasi campuran untuk agregat dengan butir maksimum 20mm.

Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4	Pasir	Kerikil	Campuran 0,40: 0,60
20	100	100	100	100	100	100	100
10	45	55	65	75	100	28,48	57,09
4,8	30	35	42	48	94,83	2,56	39,47
2,4	23	28	35	42	87,96	0,36	35,40
1,2	16	21	28	34	56,25	0,00	22,50
0,6	9	14	21	27	38,37	0,00	15,35
0,3	2	3	5	12	22,77	0,00	9,11
0,15	0	0	0	2	5,24	0,00	2,10

Sumber data : Yudha Sulaksana, S. Pd , (2008:69)



Gambar 2.11 Pengujian Gradasi Agregat Campuran

Sumber data : Yudha Sulaksana, S. Pd , (2007:69)

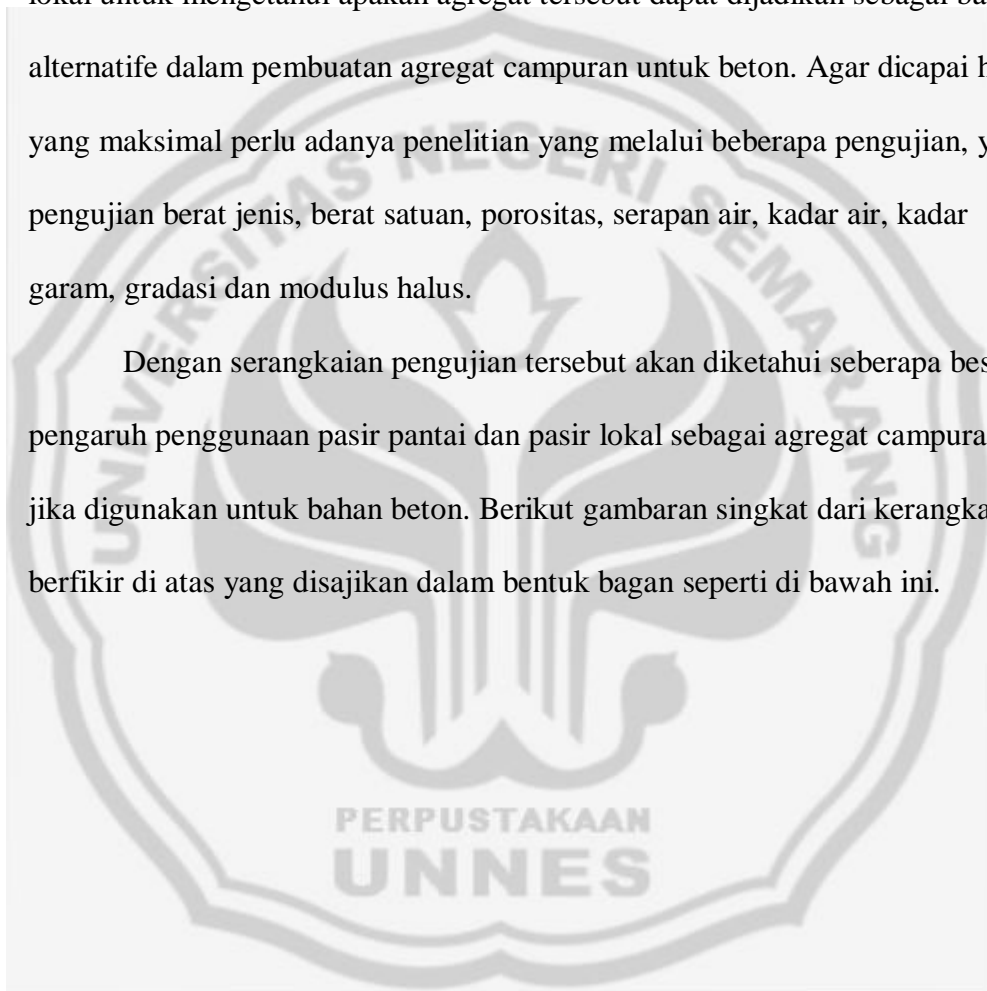
## 2.6 Kerangka Berpikir

Sejalan dengan meningkatnya kegiatan pembangunan dan banyaknya penggunaan pasir sebagai bahan dalam pembuatan beton, perlu dilakukan upaya untuk mendapatkan bahan pengisi yang dapat digunakan sebagai agregat dalam pembuatan beton. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan atau

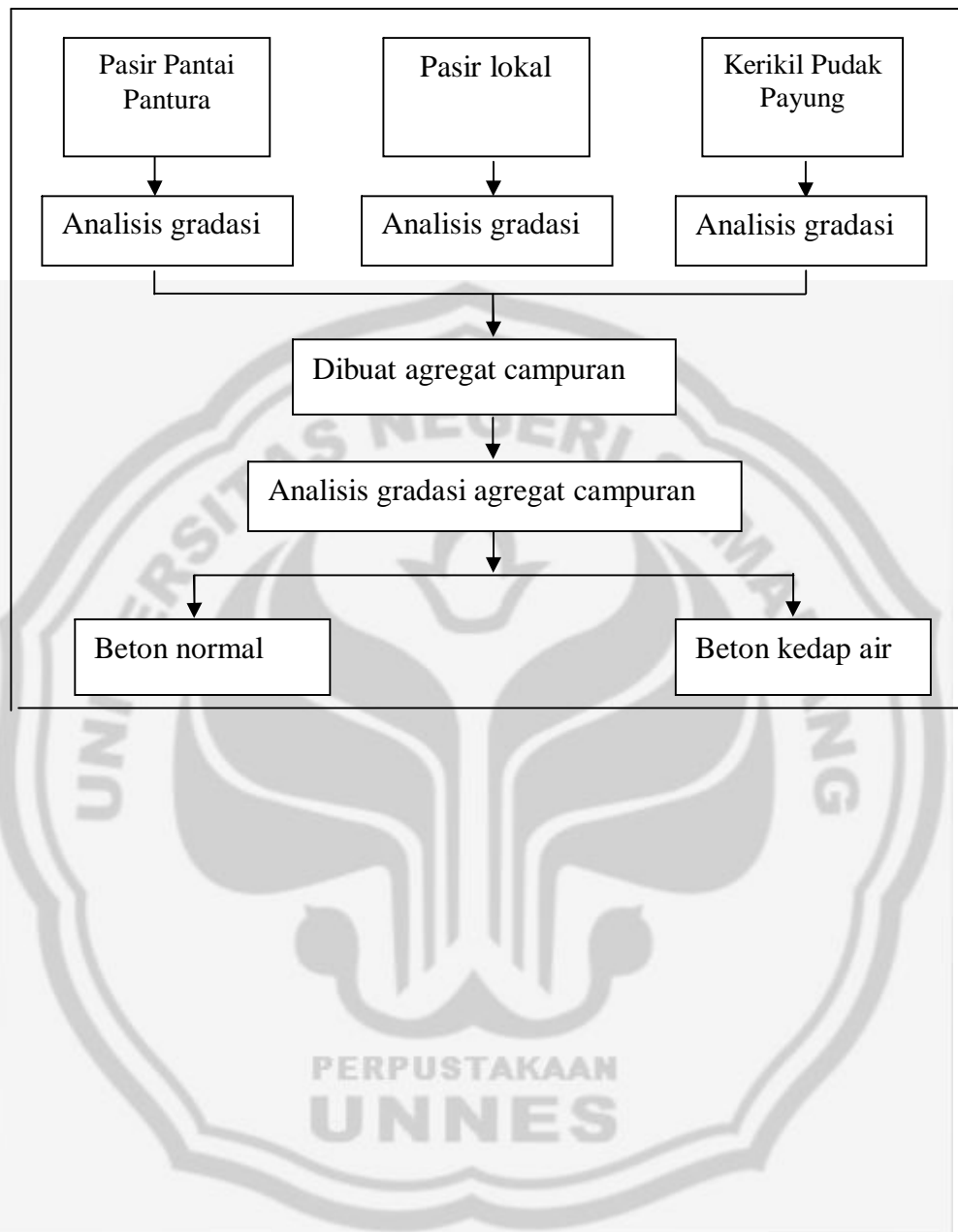
dimanfaatkan adalah dengan menggunakan agregat campuran antara pasir pantai dan pasir lokal yang diambil dari salah satu daerah, dalam penelitian kali ini agregat diambil dari daerah Pantura.

Perlu adanya penelitian tentang gradasi agregat pasir pantai dan pasir lokal untuk mengetahui apakah agregat tersebut dapat dijadikan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan agregat campuran untuk beton. Agar dicapai hasil yang maksimal perlu adanya penelitian yang melalui beberapa pengujian, yaitu pengujian berat jenis, berat satuan, porositas, serapan air, kadar air, kadar garam, gradasi dan modulus halus.

Dengan serangkaian pengujian tersebut akan diketahui seberapa besar pengaruh penggunaan pasir pantai dan pasir lokal sebagai agregat campuran jika digunakan untuk bahan beton. Berikut gambaran singkat dari kerangka berfikir di atas yang disajikan dalam bentuk bagan seperti di bawah ini.



Gambar 2.12 Pelaksanaan Penelitian Gradasi Agregat Campuran



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen, dimana dilakukan kegiatan percobaan dan penelitian di Laboratorium Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES), untuk mendapatkan suatu hasil yang akan menjelaskan hubungan antara variabel-variabel yang diselidiki. Dalam penelitian setiap pengumpulan data harus ditentukan dahulu obyek yang akan diteliti, obyek yang akan diteliti pada penelitian ini adalah agregat campuran pasir pantai.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

Menurut Sugiyono (2006:38), variabel adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya. Variabel dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan pasir pantai, pasir local dan kerikil dengan komposisi campuran yang beragam, yang diperoleh dengan menggunakan metode coba-coba dan metode grafis.

### 3.2.1 Variabel Penelitian

Tabel 3.1. Analisis Gradasi Agregat Campuran Pasir Pantai Tegal, Pasir Lokal dan Kerikil

Lubang Ayakan	Kerikil Tegal	Pasir Tegal	Pasir Lokal Tegal	Agregat campuran 10%+30%+60%	Agregat campuran 15%+25%+60%
40					
20					
10					
4.8					
2.4					
1.2					
0.6					
0.3					
0.15					

Dari hasil analisa gradasi akan dibuat grafik hasil pengujian dibandingkan dengan grafik standar SNI

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengukuran atau tes pada rancangan eksperimen. Adapun rancangan eksperimen yang dimaksud adalah eksperimen yang dengan sengaja dan secara sistematis mengadakan perlakuan atau tindakan pengamatan yang dilakukan peneliti untuk melihat efek yang terjadi dari tindakan tersebut.

Rancangan eksperimen yang dilakukan adalah dengan melakukan penelitian di Laboratorium Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES) untuk mengukur nilai tiap variable yang



sesuai standar pengujian bahan bangunan yaitu uji berat jenis, berat satuan, porositas, serapan air, kadar air, kadar garam, gradasi dan modulus halus.

### 3.3.1 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur fenomena alam maupun sosial (variabel) yang diamati dalam sebuah penelitian (Sugiyono, 2006:118). Keberhasilan penelitian biasanya ditentukan oleh instrumen yang digunakan, sebab data yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan penelitian dan menguji data diperoleh melalui instrumen. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini antara lain meliputi:

1. Alat dan Bahan

a. Bahan penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat pasir pantai dan pasir lokal yang diambil dari berbagai lokasi di Pantura dan agregat kasarnya menggunakan agregat kasar dari Pudak Payung.

b. Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Ayakan

a) Ayakan dengan lubang berturut-turut 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,015 mm yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar, digunakan untuk mengetahui gradasi pasir.

b) Ayakan dengan lubang berturut-turut 40 mm, 20 mm, 10 mm, dan 5 mm, yang dilengkapi dengan tutup pan, digunakan untuk mengetahui gradasi kerikil.

## 2) Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan dengan merk “Radjin”.

Timbangan digunakan untuk mengukur berat agregat.

## 3) Mesin pengayak

Mesin pengayak digunakan untuk menjalankan ayakan pasir dan kerikil.

## 4) Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan pasir dan kerikil dengan merk “Gallen Kamp Sizo Two Oven”. Oven dengan kemampuan sampai 240°C untuk mengeringkan agregat.

## 5) Piknometer

Piknometer dengan kapasitas 500 gram digunakan untuk mencari berat jenis pasir.

## 6) Desikator

Desikator digunakan untuk mendinginkan bahan benda uji setelah dikeluarkan dari oven.

## 7) Loyang alumunium

Loyang alumunium untuk tempat agregat di dalam oven.

## 2. Prosedur Penelitian

Data dalam penelitian ini merupakan hasil uji berat jenis, berat satuan, porositas, serapan air, kadar air, gradasi dan modulus halus.

a. Tahap persiapan

Tahap persiapan yaitu menyiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan. Bahan dan peralatan yang digunakan adalah :

1) Bahan

a) Pasir

b) Kerikil

2) Alat

a) Ayakan

b) Timbangan

c) Piknometer

d) Oven

b. Tahap pengujian bahan

Untuk mengetahui karakteristik dari agregat campuran perlu diteliti bahannya terlebih dahulu, dalam hal ini yang diteliti adalah pasir dan kerikil. Pengujian bahannya adalah sebagai berikut :

1) Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Langkah-langkah pemeriksaan berat jenis pasir adalah sebagai berikut :

a) Pasir dikeringkan dalam oven dengan suhu  $105^{\circ}$  sampai beratnya tetap.

b) Pasir didinginkan pada suhu ruang.

c) Pasir direndam di dalam air selama 24 jam.

d) Air bekas rendaman dibuang dengan hati-hati agar butiran pasir tidak ikut terbang, pasir dibiarkan di atas nampan. Pemeriksaan

kondisi jenuh kering muka dilakukan dengan memasukkan pasir ke dalam kerucut dan dipadatkan dengan menumbuk sebanyak 25x, apabila kerucut diangkat pasir akan runtuh tetapi pasir masih berbentuk kerucut.

- e) Masukkan pasir tersebut dalam piknometer sebanyak 500 gram ( $B_0$ ), kemudian masukkan air ke piknometer hingga mencapai 90 % penuh. Untuk mengeluarkan udara yang terjebak dalam butir-butir pasir, piknometer diputar dan diguling-gulingkan sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya.
- f) Air ditambahkan hingga piknometer penuh, sampai tanda batas kemudian ditimbang ( $B_1$ ).
- g) Pasir dikeluarkan dari piknometer kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 2 x 24 jam sampai beratnya tetap kemudian didinginkan, lalu ditimbang ( $B_2$ ).
- h) Piknometer dibersihkan dan diisi air sampai penuh, kemudian ditimbang ( $B_3$ ).
- i) Berat jenis pasir

$$B_{jp} = \frac{B_2}{B_3 + B_0 - B_1}$$

Dimana  $B_0$  = berat pasir pada kondisi jenuh kering muka

$B_1$  = berat piknometer berisi pasir dan air

$B_2$  = berat pasir setelah kering tungku

$B_3$  = berat piknometer berisi air

## 2) Pemeriksaan berat satuan pasir

Langkah-langkah pemeriksaan berat satuan pasir adalah :

- a) Bejana yang akan digunakan ditimbang lebih dahulu.
- b) Pasir dalam keadaan jenuh kering muka dimasukkan ke dalam bejana.

c) Permukaan pasir diratakan dengan mistar perata, kemudian ditimbang berat bejana yang berisi pasir tersebut.

d) Untuk berat satuan padat, pasir yang dimasukkan kedalam bejana terdiri atas tiga lapis sama tebal. Tiap lapis ditusuk-tusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali secara merata, kemudian diratakan dan ditimbang.

e) Berat satuan agregat

$$\text{Berat Satuan} = (B_2 - B_1) / (B_3 - B_1)$$

Dimana  $B_1$  = berat bejana kosong

$B_2$  = berat bejana berisi agregat

$B_3$  = berat bejana berisi air

## 3) Pemeriksaan gradasi pasir

Langkah-langkah pemeriksaan gradasi agregat halus (pasir) dilakukan sebagai berikut :

- a) Pasir yang akan diperiksa dikeringkan dalam oven dengan suhu  $105^\circ$  sampai beratnya tetap.
- b) Ayakan disusun sesuai dengan urutannya, ukuran terbesar diletakkan pada bagian paling atas, yaitu : 4,8 mm, diikuti dengan

ukuran ayakan yang lebih kecil yaitu berturut-turut 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm.

- c) Pasir dimasukkan kedalam ayakan yang paling atas, dan diayak dengan cara digetarkan selama  $\pm 10$  menit.
- d) Pasir yang tertinggal pada masing-masing ayakan dipindahkan pada masing-masing wadah dan ditimbang.
- e) Gradasi pasir diperoleh dengan menghitung jumlah kumulatif prosentase butir-butir yang lolos pada masing-masing ayakan. Nilai modulus halus butir dihitung dengan menjumlahkan prosentase kumulatif butir tertinggal, kemudian dibagi seratus.

#### 4) Pemeriksaan kadar air pasir

Langkah-langkah pemeriksaan kadar air adalah sebagai berikut :

- a) Timbang cawan yang sudah dibersihkan sebanyak empat buah, kemudian dicatat beratnya ( $W_1$ ).
- b) Benda uji yaitu pasir dalam cawan ditimbang, kemudian dicatat beratnya ( $W_2$ ).
- c) Dalam keadaan terbuka yaitu yang berisi benda uji dimasukkan dalam oven dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$ - $100^{\circ}\text{C}$  selama kurang lebih 24 jam.
- d) Cawan yang berisi benda uji kering dikeluarkan dari oven dan masukkan dalam desikator selama kurang lebih 2 jam.
- e) Cawan yang berisi benda uji kering dikeluarkan dari desikator dan ditimbang beserta cawan, kemudian catat beratnya ( $W_3$ ).

$$f) \quad \text{Kadar air} = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$$

$$\text{Berat air} = W_2 - W_3$$

$$\text{Berat tanah kering} = W_3 - W_1$$

5) Pemeriksaan kadar garam pasir pantai

Langkah-langkah pemeriksaan kadar garam adalah sebagai berikut :

- a) Sampel pasir pantai dilarutkan dalam 150ml air.
  - b) Larutkan dalam point a diaduk-aduk kemudian didiamkan sesuai dengan waktu yang diperlukan (0 menit, 10 menit, dan 15 menit).
  - c) Mengambil larutan (filtrat) sebanyak 10 ml, encerkan 10 ml kali sehingga menjadi 100ml.
  - d) Mengambil 10ml larutan tambah dengan indikator  $K_2CrO_4$  dan ditritasi dengan  $AgNO_3$  0,1 N.
- 6) Pemeriksaan berat jenis batu pecah

Langkah-langkah pemeriksaan berat jenis batu pecah adalah sebagai berikut :

- a) Mencuci batu pecah untuk menghilangkan kotoran yang ada pada butir-butirnya.
- b) Batu pecah dikeringkan dalam oven selama 2 x 24 jam sehingga menjadi kering mutlak dan ditimbang beratnya (B1).
- c) Batu pecah kemudian direndam di dalam air selama 24 jam selanjutnya dikeluarkan dan dikeringkan dengan kain sampai kondisinya jenuh kering muka dan ditimbang beratnya (B2).

- d) Batu pecah kemudian dimasukkan ke dalam keranjang kawat dan kemudian ditimbang beratnya di dalam air ( $B_3$ ).
- e) Berat jenis kerikil

$$\text{Berat jenis kerikil} = \frac{B_1}{B_2 - B_3}$$

Dimana  $B_1$  = berat kerikil kering

$B_2$  = berat kerikil pada keadaan jenuh

$B_3$  = berat kerikil dalam keadaan jenuh

7) Pemeriksaan gradasi batu pecah

Langkah-langkah pemeriksaan gradasi batu pecah adalah sebagai berikut :

- a) Batu pecah yang akan diperiksa dikeringkan dalam oven dengan suhu  $105^\circ$  sampai beratnya tetap.
- b) Ayakan disusun sesuai dengan urutannya, ukuran terbesar diletakkan pada bagian paling atas, yaitu : 40mm, diikuti dengan ukuran ayakan yang lebih kecil yaitu berturut-turut 20 mm, 10 mm, 5 mm.
- c) Batu pecah dimasukkan ke dalam ayakan yang paling atas dan diayak dengan cara digetarkan selama  $\pm 10$  menit.
- d) Batu pecah yang tertinggal pada masing-masing ayakan dipindahkan pada masing-masing wadah dan ditimbang.
- e) Gradasi batu pecah diperoleh dengan menghitung jumlah komulatif prosentase butir-butir yang lolos pada masing-masing ayakan. Nilai



modulus dihitung dengan menjumlahkan persentase kumulatif butir tertinggal, kemudian dibagi seratus.

### 3.3.2 Metode Analisis Data

Metode analisis yang dimaksud adalah cara untuk mengolah data yang diperoleh untuk kemudian diinterpretasikan dalam angka dan menguji hipotesis untuk menarik kesimpulan. Analisa data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara pengolahan data hasil pengujian, selanjutnya dituangkan dalam bentuk tabel.

#### 3.3.2.1 Analisis Data

1. Berat satuan agregat

$$\text{Berat Satuan} = (B_2 - B_1) / (B_3 - B_1)$$

Dimana  $B_1$  = berat bejana kosong

$B_2$  = berat bejana berisi agregat

$B_3$  = berat bejana berisi air

2. Berat jenis pasir

$$B_{jp} = \frac{B_2}{B_3 - B_0 - B_1}$$

Dimana  $B_0$  = berat pasir pada kondisi jenuh kering muka

$B_1$  = berat piknometer berisi pasir dan air

$B_2$  = berat pasir setelah kering tungku

$B_3$  = berat piknometer berisi air

3. Berat jenis kerikil

$$\text{Berat jenis kerikil} = \frac{B_1}{B_2 - B_3}$$

Dimana  $B_1$  = berat kerikil kering

$B_2$  = berat kerikil pada keadaan jenuh

$B_3$  = berat kerikil dalam keadaan jenuh

#### 4. Gradasi agregat

Gradasi agregat (campuran pasir dan kerikil) harus berada di dalam batas-batas yang tertera dalam tabel berdasarkan peraturan (SK-SNI-T-15-1990-03)

#### 5. Modulus Halus Butir

$$MHB = \frac{\text{berat tertahan kumulatif}}{\text{berat tertahan}}$$

#### 6. Agregat Campuran Rumus mhb, yaitu :

$$W_h : W_k = (m_k - m_c) : (m_c - m_h)$$

Dimana  $W_h$  = berat butir halus

$W_k$  = berat agregat kasar

$m_k$  = modulus halus butir agregat kasar

$m_c$  = modulus halus butir agregat campuran

$m_h$  = modulus halus butir agregat halus

#### 7. Kadar air

$$\text{Kadar air} = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$$

$$\text{Berat air} = W_2 - W_3$$

$$\text{Berat tanah kering} = W_3 - W_1$$

## 8. Perbandingan Pasir dan Kerikil

Agregat campuran perlu dihitung perbandingan berat antara pasir dan kerikil agar gradasi campuran dapat masuk dalam kurva standar pada Gambar 1.4 atau Gambar 1.5 atau Gambar 1.6 atau Gambar 1.7. bila gradasi campuran masuk dalam kurva 1 dan kurva 2 akan diperoleh adukan beton yang kasar. Bila gradasi campuran masuk dalam gradasi campuran masuk dalam kurva 3 dan kurva 4 akan diperoleh adukan beton yang halus. Gradasi campuran yang ideal adalah yang masuk dalam kurva 2 dan kurva 3 (Tjokrodimulyo, 2007).

Bila gradasi yang diperoleh tidak masuk dalam kurva standar, maka nilai banding antara pasir dan kerikil diulangi, dengan nilai perbandingan yang lebih baik. Demikian berulang-ulang sehingga diperoleh diagram gradasi yang memenuhi syarat (masuk dalam kurva gradasi).

## 9. Penggabungan Agregat

- Metode / cara penggabungan agregat

Sebagai pedoman untuk mendapatkan prosentase masing-masing agregat yang diperlukan dalam gabungan agregat, pertama perlu diketahui bahwa % agregat kasar harus lebih besar daripada % agregat halus umumnya % agregat kasar lebih besar dari 50 %.

Penelitian ini dalam penggabungan agregat menggunakan metode / cara :

a. Trial & Error (Cara coba-coba)

- 1) Dengan cara memperkirakan prosentasi dari masing-masing agregat yang akan digabungkan.
- 2) Hasil prosentase masing-masing agregat dijumlahkan untuk ukuran saringan yang sama.
- 3) Kemudian kontrol apakah penggabungan agregat sudah memenuhi syarat agregat gabungan yang direncanakan.
- 4) Bila belum ulangi perkiraan prosentase masing-masing agregat sampai memenuhi syarat.

b. Cara Grafis

- 1) Buat kotak 4 persegi panjang/bujur sangkar dengan skala tertentu.
- 2) Untuk agregat 1, % lewat saringan digambarkan pada sumbu sebelah kiri.
- 3) Untuk agregat 2, % lewat saringan digambarkan pada sumbu sebelah kiri.
- 4) Tarik garis yang menghubungkan dengan titik-titik yang mempunyai ukuran saringan yang sama pada agregat 1 & 2.
- 5) Pada garis-garis penghubung tersebut tentukan batas-batas spesifikasinya.
- 6) Tentukan batas maksimum dan minimum yang paling dekat terhadap garis agregat 1 & 2.

- 7) Dari batas maksimum dan minimum tersebut tarik garis vertical, sehingga dapat ditentukan prosentasi agregat 1 & 2.



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Hasil Penelitian Agregat**

Pada bab ini akan diuraikan tentang hasil penelitian agregat halus (pasir pantai dan pasir lokal), agregat kasar (kerikil), agregat campuran pasir pantai dan kerikil, agregat campuran pasir lokal dan kerikil, agregat campuran pasir pantai dan pasir lokal, agregat campuran (pasir pantai, pasir lokal dan kerikil), dan hasil uji untuk mengetahui jenis agregat antara lain uji berat jenis, berat satuan, kedap air, kadar garam (pasir pantai), porositas dan serapan air.

##### **4.1.1. Hasil Pemeriksaan Agregat**

###### **A. Pasir Pantai**

Pemeriksaan pasir pantai yang diambil dari berbagai lokasi di Pantura yaitu pasir pantai Alam Indah dari Tegal, pasir pantai Widuri dari Pemalang, pasir pantai Ujung Negro dari Batang, pasir pantai Bandengan dari Jepara dan pasir pantai Kartini dari Rembang. Pemeriksaan pasir pantai ini meliputi uji berat jenis, berat satuan, kadar air, kadar garam (pasir pantai), porositas dan serapan air.

###### **1. Berat Jenis**

Penelitian berat jenis terhadap pasir yang dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu besarnya berat jenis pasir pantai dari Tegal adalah 2,31 (Lampiran 1), berat jenis pasir pantai dari Pemalang adalah 2,49 (Lampiran 2), berat jenis pasir pantai dari Batang adalah 2,18 (Lampiran 3), berat jenis pasir pantai dari

Jepara adalah 2,47 (Lampiran 4), dan berat jenis pasir pantai dari Rembang adalah 2,16 (Lampiran 5).

Berdasarkan berat jenis pasir pantai dari Pemalang, dan Jepara termasuk kedalam agregat normal karena memiliki berat jenis antara 2,5 sampai 2,7, sedangkan pasir pantai dari Tegal, Batang dan Rembang tidak termasuk dalam agregat normal karena berat jenisnya kurang dari 2,5 (Tjokrodinuljo, 2007:21).

Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Hery Suroso (2001), pengujian berat jenis pasir Pantai Alam Indah sebesar 2,26 dan pasir sungai Kaligung sebesar 2,55. Begitupula penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi (2001), pengujian berat jenis pasir sungai Sapi sebesar 2,61.

## 2. Berat Satuan

Penelitian berat satuan terhadap pasir yang dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu berat satuan pasir pantai dari Tegal adalah  $1,42 \text{ gram/cm}^3$  (Lampiran 11), berat satuan pasir pantai dari Pemalang adalah  $1,47 \text{ gram/cm}^3$  (Lampiran 12), berat satuan pasir pantai dari Batang adalah  $1,36 \text{ gram/cm}^3$  (Lampiran 13), berat satuan pasir pantai dari Jepara adalah  $1,53 \text{ gram/cm}^3$  (Lampiran 14), dan berat satuan pasir pantai dari Rembang adalah  $1,14 \text{ gram/cm}^3$  (Lampiran 15).

Berat satuan pasir pantai dari Pemalang dan Jepara termasuk kedalam agregat normal, karena memiliki berat satuan antara 1,5 sampai 1,8,

sedangkan pasir pantai dari Tegal, Batang dan Rembang tidak termasuk kedalam agregat normal karena memiliki berat satuan kurang dari 1,5 (Tjokrodinuljo, 2007:22).

Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Hery Suroso (2001), pengujian berat satuan pasir Pantai Alam Indah sebesar  $1,48 \text{ gram/cm}^3$  dan pasir sungai Kaligung sebesar  $1,58 \text{ gram/cm}^3$ . Begitupula penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi (2001), pengujian berat satuan pasir sungai Sapi sebesar  $1,37 \text{ gram/cm}^3$ .

### 3. Kadar Air

Penelitian kadar air agregat terhadap pasir yang dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu kadar air pasir pantai dari Tegal adalah 18,68% (Lampiran 21), kadar air pasir pantai dari Pemalang adalah 17,59% (Lampiran 22), kadar air pasir pantai dari Batang adalah 19,75% (Lampiran 23), kadar air pasir pantai dari Jepara adalah 15,89% (Lampiran 24), dan kadar air pasir pantai dari Rembang adalah 22,33% (Lampiran 25).

Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Rudiyanto (2003), pengujian kadar air pasir Muntinan sebesar 18,78%.



#### 4. Kadar garam

Penelitian kadar garam agregat terhadap pasir pantai dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang, setelah dilakukan pencucian dan perendaman selama 4 x 5 menit diperoleh hasil kadar garam pasir pantai dari Tegal adalah 1,21% (Lampiran 31), kadar garam pasir pantai dari Pemalang adalah 1,32% (Lampiran 32), kadar garam pasir pantai dari Batang adalah 1,19% (Lampiran 33), kadar garam pasir pantai dari Jepara adalah 1,67% (Lampiran 34), kadar garam pasir pantai dari Rembang adalah 1,98% (Lampiran 35).

Kadar garam semua pasir pantai menunjukkan bahwa nilai tersebut melebihi batas kandungan kadar garam maksimal yang disyaratkan dalam standar (A.M.Neville, hal.135) bahwa Kadar garam CaCl (Calcium Chloride) dalam pasir laut tidak boleh melampaui 1 persen dari berat semen yang dipakai, ini berarti semua pasir pantai tidak aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan beberapa cara antara lain dilakukan perendaman pasir pantai lebih lama dan juga volume dari  $\text{AgNO}_3$  dikurangi sehingga didapatkan prosentase kadar garam yang tidak melebihi batas ketentuan yang telah ditentukan.

Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Hery Suroso (2001), menyatakan bahwa hasil pengujian kadar garam Pantai Alam Indah tanpa pencucian sebesar 0,02%.

## 5. Kadar Lumpur

Penelitian kadar lumpur agregat terhadap pasir dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu kadar lumpur pasir pantai dari Tegal adalah 2,32% (Lampiran 36), kadar lumpur pasir pantai dari Pemalang adalah 3,11% (Lampiran 37), kadar lumpur pasir pantai dari Batang adalah 2,75% (Lampiran 38), kadar lumpur pasir pantai dari Jepara adalah 1,85% (Lampiran 39), dan kadar lumpur pasir pantai dari Rembang adalah 3,54% (Lampiran 40).

Kadar lumpur pasir pantai dari Tegal, Pemalang, Batang, Jepara dan Rembang menunjukkan bahwa nilai tersebut masih di bawah batas kandungan lumpur maksimal yang disyaratkan dalam standar SK SNI S-04-1989-F yaitu sebesar 5%, ini menunjukkan bahwa semua pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.

Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Hery Suroso (2001), hasil pengujian kadar lumpur pasir Pantai Alam Indah sebesar 1,08% dan pasir sungai Kaligung sebesar 3,40%. Begitupula penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi (2001), hasil pengujian kadar lumpur pasir sungai Sapi sebesar 2,65% dan pasir sungai krasak sebesar 3,86%.

## 6. Serapan Air Agregat

Penelitian serapan air agregat terhadap pasir yang dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang

diperoleh hasil yaitu serapan air agregat pasir pantai dari Tegal adalah 16,84% (Lampiran 1), serapan air agregat pasir pantai dari Pemalang adalah 9,46% (Lampiran 2), serapan air agregat pasir pantai dari Batang adalah 16,23% (Lampiran 3), serapan air agregat pasir pantai dari Jepara adalah 13,71% (Lampiran 4), dan serapan air agregat pasir pantai dari Rembang adalah 13,08% (Lampiran 5).

Serapan air agregat pasir pantai dari Tegal, Pemalang, Batang, Jepara dan Rembang menunjukkan bahwa nilai tersebut masuk kedalam batas yang disyaratkan yaitu sebesar 5 sampai 20% (Somayaji:27).

Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Novan Wibowo (2008), hasil pengujian serapan air pasir Muntilan sebesar 8,66% dan penelitian yang dilakukan oleh Agus Suhandoko (2007), hasil pengujian serapan air pasir Muntilan sebesar 16,64%.

#### 7. Porositas

Penelitian porositas agregat terhadap pasir dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu porositas air agregat pasir pantai dari Tegal adalah 37,11% (Lampiran 46), porositas air agregat pasir pantai dari Pemalang adalah 38% (Lampiran 47), porositas air agregat pasir pantai dari Batang adalah 37% (Lampiran 48), porositas air agregat pasir pantai dari Jepara adalah 38,8% (Lampiran 49), dan porositas air agregat pasir pantai dari Rembang adalah 36,9% (Lampiran 50).

Nilai tersebut menunjukkan bahwa pasir pantai dari Tegal, Pemalang, Batang, Jepara dan Rembang masih berada dalam batas yang disyaratkan, yaitu antara 35 sampai 40% (Tjokrodimuljo, 2007). Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Rudiyanto (2003), bahwa hasil pengujian porositas pasir Muntilan sebesar 29,8%.

## **B. Pasir Lokal**

Pemeriksaan pasir pokal yang diambil dari berbagai lokasi di Pantura yaitu pasir Kali Gung, pasir Kaliboyo, pasir Muntilan dan pasir Cepu meliputi uji gradasi, berat jenis, berat satuan, kedap air, porositas dan serapan air.

### **1. Berat Jenis**

Penelitian berat jenis terhadap pasir yang dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu besarnya berat jenis pasir Kaligung adalah 2,47 (Lampiran 6), berat jenis pasir Kaliboyo adalah 2,2 (Lampiran 7), berat jenis pasir Muntilan adalah 2,56 (Lampiran 8), dan berat jenis pasir Cepu adalah 2,38 (Lampiran 9).

Berdasarkan berat jenis pasir dari Kali Gung, dan Muntilan termasuk kedalam agregat normal karena memiliki berat jenis antara 2,5 sampai 2,7(Tjokrodimuljo, 2007:21). Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Hery Suroso (2001), pengujian berat jenis pasir Pantai Alam Indah sebesar 2,56 dan pasir sungai

Kaligung sebesar 2,55. Begitupula penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi (2001), pengujian berat jenis pasir sungai Sapi sebesar 2,61.

## 2. Berat Satuan

Penelitian berat satuan terhadap pasir yang dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu berat satuan pasir Kali Gung adalah 1,57 gram/cm<sup>3</sup> (Lampiran 16), berat satuan lepas pasir Kaliboyo adalah 1,61 gram/cm<sup>3</sup> (Lampiran 17), berat satuan pasir Muntilan adalah 1,67 gram/cm<sup>3</sup> (Lampiran 18), dan berat satuan pasir Cepu adalah 1,53 gram/cm<sup>3</sup> (Lampiran 19).

Berat satuan pasir Kali Gung, Kaliboyo, Muntilan dan Cepu termasuk kedalam agregat normal, karena memiliki berat satuan antara 1,5 sampai 1,8 (Tjokrodimuljo, 2007:22). Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Hery Suroso (2001), pengujian berat satuan pasir Pantai Alam Indah sebesar 1,48 gram/cm<sup>3</sup> dan pasir sungai Kaligung sebesar 1,58 gram/cm<sup>3</sup>. Begitupula penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi (2001), pengujian berat satuan pasir sungai Sapi sebesar 1,37gram/cm<sup>3</sup>.

## 3. Kadar Air

Penelitian kadar air agregat terhadap pasir yang dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu kadar air pasir Kali Gung adalah 17,04% (Lampiran 26), kadar air pasir Kaliboyo adalah 19,63% (Lampiran 27), kadar air pasir

Muntilan adalah 18,92% (Lampiran 28), dan kadar air pasir Cepu adalah 16,45% (Lampiran 29).

Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Rudiyanto (2003), pengujian kadar air pasir Muntilan sebesar 18,78%.

#### 4. Kadar Lumpur

Penelitian kadar lumpur agregat terhadap pasir dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu kadar lumpur pasir Kaligung adalah 3,25% (Lampiran 41), kadar lumpur pasir Kaliboyo adalah 2,86% (Lampiran 42), kadar lumpur pasir Muntilan adalah 2,45% (Lampiran 43), dan kadar lumpur pasir Cepu adalah 3,2% (Lampiran 44).

Kadar lumpur pasir Kaligung, Kaliboyo, Muntilan dan Cepu menunjukkan bahwa nilai tersebut masih di bawah batas kandungan lumpur maksimal yang disyaratkan dalam standar SK SNI S-04-1989-F yaitu sebesar 5%, ini menunjukkan bahwa semua pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.

Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Hery Suroso (2001), hasil pengujian kadar lumpur pasir Pantai Alam Indah sebesar 1,08% dan pasir sungai Kaligung sebesar 3,40%. Begitupula penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi (2001), hasil pengujian kadar lumpur pasir sungai Sapi sebesar 2,65% dan pasir sungai Krasak sebesar 3,86%.

## 5. Serapan Air Agregat

Penelitian serapan air agregat terhadap pasir yang dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu serapan air agregat pasir Kaligung adalah 8,57% (Lampiran 6), serapan air agregat pasir Kaliboyo adalah 8,54% (Lampiran 7), serapan air agregat pasir Muntilan adalah 6,65% (Lampiran 8), dan serapan air agregat pasir Cepu adalah 7,73% (Lampiran 9).

Serapan air agregat pasir Kaligung, Kaliboyo, Muntilan dan Cepu menunjukkan bahwa nilai tersebut masih di bawah batas serapan air agregat pasir maksimal yang disyaratkan yaitu sebesar 5 sampai 20% (Somayaji:27).

Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Novan Wibowo (2008), hasil pengujian serapan air pasir Muntilan sebesar 8,66% dan penelitian yang dilakukan oleh Agus Suhandoko (2007), hasil pengujian serapan air pasir Muntilan sebesar 16,64%.

## 6. Porositas

Penelitian porositas agregat terhadap pasir dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu porositas air agregat pasir Kaligung adalah 38,94% (Lampiran 51), porositas air agregat pasir Kaliboyo adalah 36,19% (Lampiran 52), porositas

air agregat pasir Muntilan adalah 35,21% (Lampiran 53), porositas air agregat pasir Cepu adalah 35,06% (Lampiran 54).

Nilai tersebut menunjukkan bahwa pasir pantai dari Tegal, Pemalang, Batang, Jepara dan Rembang masih berada dalam batas yang disyaratkan, yaitu antara 35 sampai 40%. Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Rudiyanto (2003), bahwa hasil pengujian porositas pasir Muntilan sebesar 29,8%.

### **C. Kerikil**

Pemeriksaan kerikil yang diambil dari Pudak Payung meliputi uji gradasi, berat jenis, berat satuan, kedap air, porositas dan serapan air.

#### **1. Berat Jenis**

Penelitian berat jenis terhadap kerikil yang dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh berat jenis kerikil adalah 2,59 (Lampiran 10), angka tersebut menunjukkan bahwa kerikil dari Muntilan termasuk kedalam agregat normal karena memiliki berat jenis antara 2,5 sampai 2,7 (Tjokrodinuljo, 2007:21).

Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Rudiyanto (2003), bahwa hasil pengujian berat jenis pasir Muntilan sebesar 2,98.



## 2. Berat Satuan

Penelitian berat satuan terhadap kerikil yang dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu berat satuan kerikil adalah  $1,57 \text{ gram/cm}^3$  (Lampiran 20), ini menunjukkan bahwa kerikil Muntilan termasuk dalam agregat normal, karena memiliki berat satuan antara 1,5 sampai 1,8 (Tjokrodinuljo, 2007:22).

## 3. Kadar Air

Penelitian kadar air agregat terhadap kerikil dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu kadar air kerikil adalah 7,3% (Lampiran 30).

## 4. Kadar Lumpur

Penelitian kadar lumpur agregat terhadap kerikil dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu kadar lumpur kerikil adalah 0,8% (Lampiran 45), nilai tersebut masih di bawah batas kandungan lumpur maksimal yang disyaratkan dalam standar SK SNI S-04-1989-F yaitu sebesar 1%.

## 5. Serapan Air Agregat

Penelitian serapan air agregat terhadap kerikil dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu serapan air agregat kerikil Pudak Payung adalah 3,41% (Lampiran 10).

Serapan air kerikil Pudak Payung menunjukkan bahwa nilai tersebut masih di bawah batas maksimal yang disyaratkan yaitu sebesar 3 sampai 30% (Somayaji:27).

Hasil ini tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Agus Suhandoko (2007), hasil pengujian serapan air kerikil Pudak Payung sebesar 7,33% dan penelitian yang dilakukan oleh Eko Wahyudianto (2006), hasil pengujian serapan air kerikil Pudak Payung sebesar 6,03%.

#### 6. Porositas

Penelitian porositas agregat terhadap kerikil dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu porositas air kerikil Pudak Payung adalah 36,45% (Lampiran 55), nilai tersebut menunjukkan bahwa kerikil Pudak Payung masih berada dalam batas yang disyaratkan, yaitu antara 35 sampai 40% (Tjokrodinuljo, 2007:22).

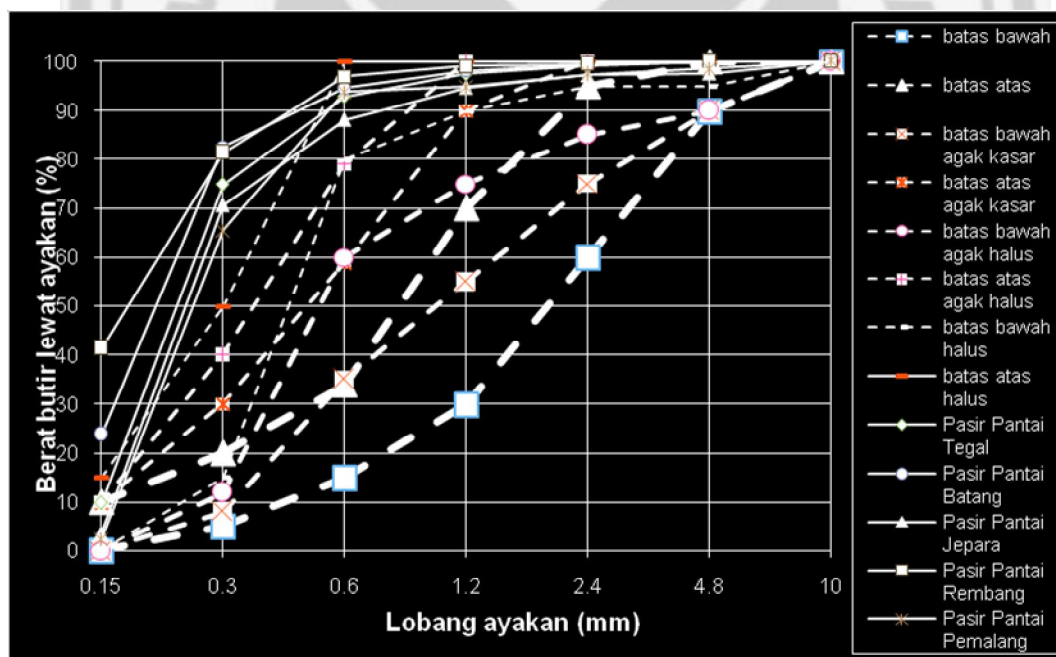
#### 4.1.2. Hasil Analisa Gradasi Agregat

##### A. Analisa Gradasi Agregat Pasir Pantai

Hasil pengujian analisa gradasi pasir pantai yang diambil dari berbagai lokasi di Pantura diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) yang beragam, antara lain : MHB pasir pantai dari Tegal adalah 1,26 (Lampiran 56), MHB pasir pantai dari Pemalang adalah 1,48 (Lampiran 57), MHB pasir pantai dari Batang adalah 1,01 (Lampiran 58), MHB pasir pantai dari Jepara adalah 1,48 (Lampiran 59), dan MHB pasir pantai dari Rembang adalah 0,82 (Lampiran 60).

Jika dilihat dari nilai MHB, pasir pantai dari Pemalang dan Jepara memenuhi syarat sebagai agregat normal seperti yang ditetapkan dalam SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan A) yakni dengan modulus halus 1,5 sampai 3,8, sedangkan pasir pantai dari Tegal, Batang dan Rembang tidak masuk dalam persyaratan sebagai agregat normal.

Hasil pemeriksaan gradasi pasir pantai dari Tegal, Pemalang, Batang, Jepara, dan Rembang dapat dilihat pada lampiran 66. Untuk membandingkan dengan gradasi standar yang disyaratkan dalam SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal dan SNI-03-2914-1992 untuk beton kedap air, maka gradasi agregat halus tersebut digambarkan seperti terlihat pada Gambar 4.1. dan Gambar 4.2. di bawah ini.

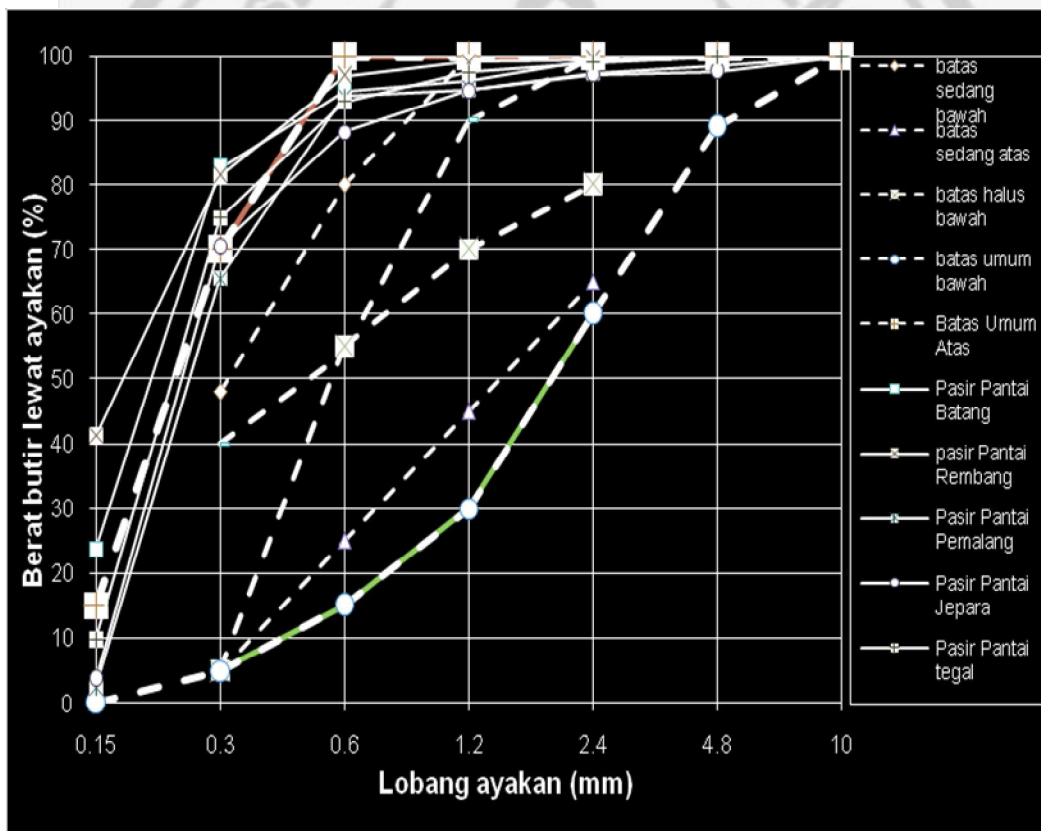


Gambar 4.1. Hasil pemeriksaan gradasi pasir pantai untuk beton normal.  
(SK-SNI-T-15-1990-03)

Dari Gambar 4.1 dan Lampiran 66 terlihat bahwa hasil gradasi pasir dari berbagai lokasi di Pantura (Tegal, Pemalang, Batang, Jepara dan Rembang) tidak

semuanya masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6). Gradasi pasir pantai (pasir pantai dari Tegal, Pemalang, dan Jepara) pada lubang 0,3 mm dan (pasir pantai dari Batang dan Rembang) pada lubang 0,3 mm dan 0,15 mm keluar dari batas gradasi standar. Ini menunjukkan bahwa pasir pantai dari Tegal, Pemalang, Batang, Jepara dan Rembang butirannya sangat halus.

Pemakaian pasir dengan diagram gradasi seperti pada Gambar 4.1. tersebut tidak dianjurkan dalam pembuatan beton kecuali dilakukan perbaikan daerah gradasi terlebih dahulu.



Gambar 4.2. Hasil pemeriksaan gradasi pasir pantai untuk beton kedap air. (SNI-03-2914-1992)

Dari Gambar 4.2 dan Lampiran 67 terlihat bahwa hanya satu dari sekian pasir pantai yang masuk kedalam batas standar gradasi pasir untuk beton kedap air yaitu pasir pantai dari Pemalang, sedangkan yang lainnya (pasir pantai dari Tegal, Batang,

Jepara dan Rembang) tidak semuanya masuk dalam kurva standar untuk beton kedap air SNI-03-2914-1992 (Tabel 2.3). Tampak pada lubang 0,3 mm dan lubang 0,15 mm gradasi pasir pantai (pasir pantai dari Tegal, Batang, Jepara dan Rembang) keluar dari batas gradasi standar. Ini menunjukkan bahwa pasir pantai dari Tegal, Batang, Jepara dan Rembang butirannya sangat halus.

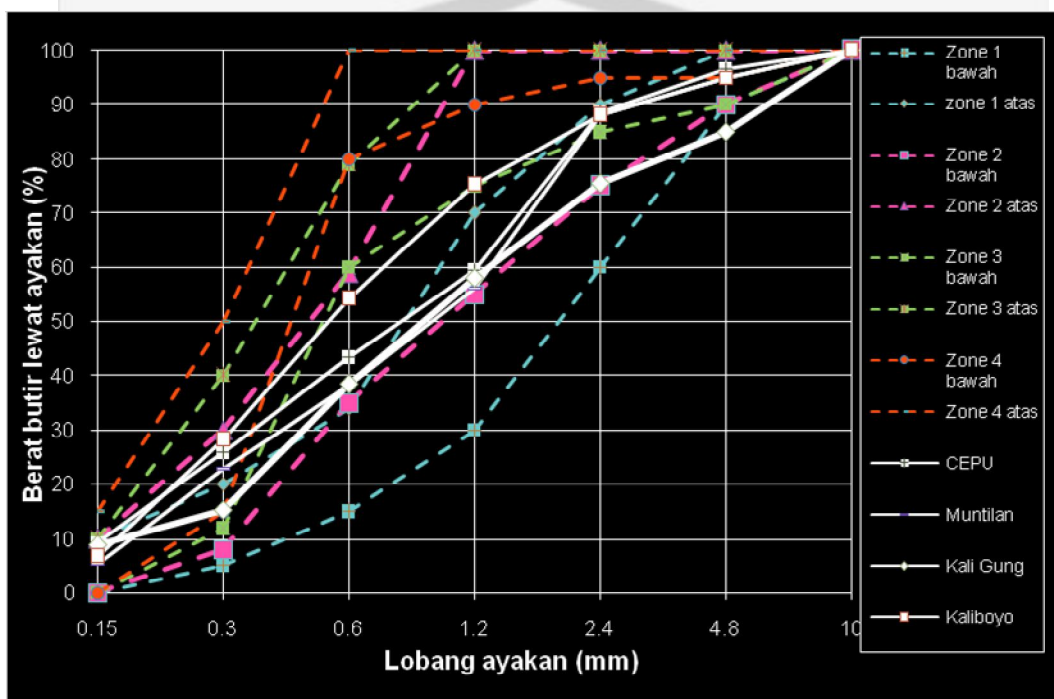
Pemakaian pasir dengan diagram gradasi seperti pada Gambar 4.2. tersebut tidak dianjurkan dalam pembuatan beton kecuali dilakukan perbaikan daerah gradasi terlebih dahulu.

Pasir pantai terlalu halus jika digunakan sebagai campuran agregat untuk beton normal dan kedap air, untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan menggabungkan agregat pasir pantai dengan agregat lain yang memiliki gradasi yang lebih baik. Dalam penelitian kali ini peneliti menggabungkan agregat pasir pantai dengan agregat halus lokal supaya agregat pasir pantai dapat digunakan sebagai agregat campuran untuk bahan beton normal dan beton kedap air.

#### B. Analisa Gradasi Agregat Pasir Lokal

Hasil pengujian analisa gradasi pasir lokal dari berbagai lokasi didapatkan nilai modulus halus butir (MHB) yang beragam, antara lain : MHB pasir Kaligung adalah 3,18 (Lampiran 61), MHB pasir Kaliboyo adalah 2,53 (Lampiran 72), MHB pasir Muntilan adalah 2,94 (Lampiran 63), dan MHB pasir Cepu adalah 2,77 (Lampiran 64). Jika dilihat dari nilai MHB, semua pasir lokal memenuhi syarat sebagai agregat normal seperti yang ditetapkan dalam SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan A) yakni dengan modulus halus 1,5 sampai 3,8.

Hasil pemeriksaan gradasi pasir lokal dari Kaligung, Kaliboyo, Muntilan dan Cepu dapat dilihat pada lampiran 68. Untuk membandingkan dengan gradasi standar yang disyaratkan dalam SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal dan SNI-03-2914-1992 untuk beton kedap air, maka gradasi agregat halus tersebut digambarkan seperti terlihat pada Gambar 4.3. dan Gambar 4.4. di bawah ini.

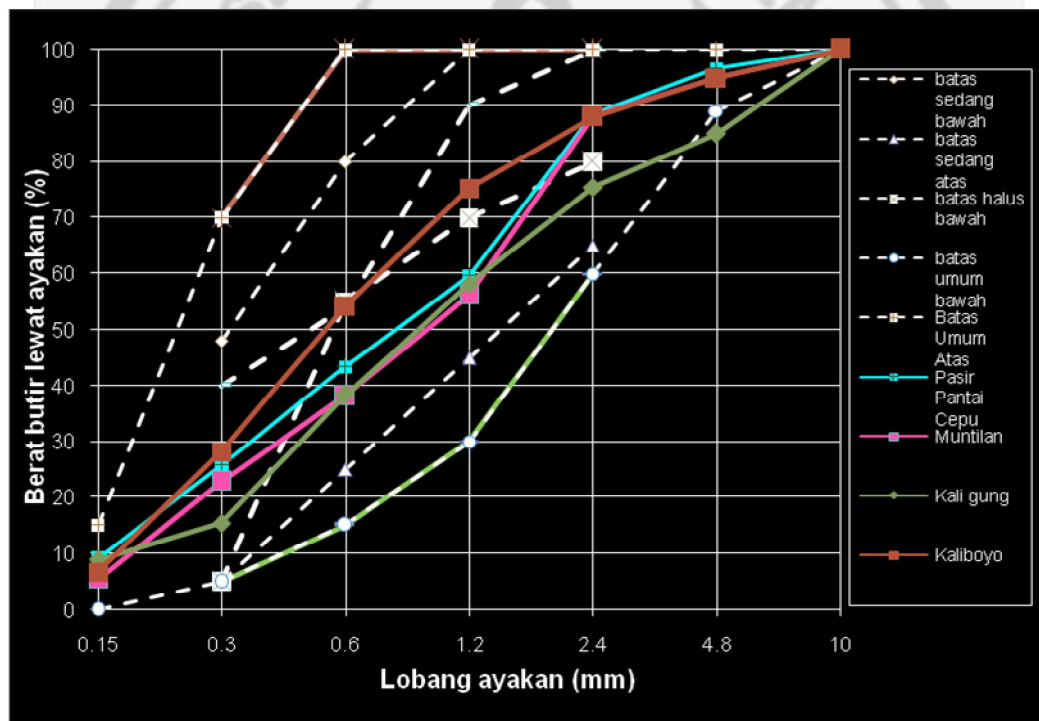


Gambar 4.3. Hasil pemeriksaan gradasi pasir lokal untuk beton normal. (SK-SNI-T-15-1990-03)

Dari Gambar 4.3 dan Lampiran 68 terlihat bahwa hasil gradasi pasir (Kaliboyo, Muntilan dan Cepu) semuanya masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 zone 2 untuk beton normal (Gambar 2.6), ini berarti pasir lokal termasuk kategori agak kasar sehingga dapat digunakan sebagai bahan agregat campuran beton normal. Namun gradasi pasir Kaligung pada lubang 4,8 mm keluar dari batas bawah zone 2, ini berarti pasir Kaligung terlalu kasar.

Hal ini menunjukkan bahwa pasir Kaligung agak kasar bila dipakai dalam syarat beton normal.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan penggabungan agregat dengan agregat lain yang memiliki gradasi yang lebih baik. Dalam penelitian kali ini peneliti menggabungkan agregat halus lokal dengan pasir pantai yang memiliki butiran terlalu halus, sehingga apabila digabungkan akan memperoleh gradasi agregat yang lebih baik dan sesuai standar yang telah ditetapkan untuk bahan beton normal.



Gambar 4.4. Hasil pemeriksaan gradasi pasir lokal untuk beton kedap air. (SNI-03-2914-1992)

Dari Gambar 4.4 dan Lampiran 69 terlihat bahwa hasil gradasi pasir (pasir Kaliboyo, Muntilan dan Cepu) semuanya masuk dalam kurva standar untuk beton kedap air SNI-03-2914-1992 (Tabel 2.3), ini berarti pasir lokal tersebut dapat langsung digunakan sebagai bahan agregat campuran beton kedap air. Seperti pada

gradasi agregat beton normal ternyata gradasi pasir Kaligung pada lubang 4,8 mm keluar dari batas bawah, ini menunjukkan bahwa pasir Kaligung agak kasar bila dipakai dalam syarat beton kedap air.

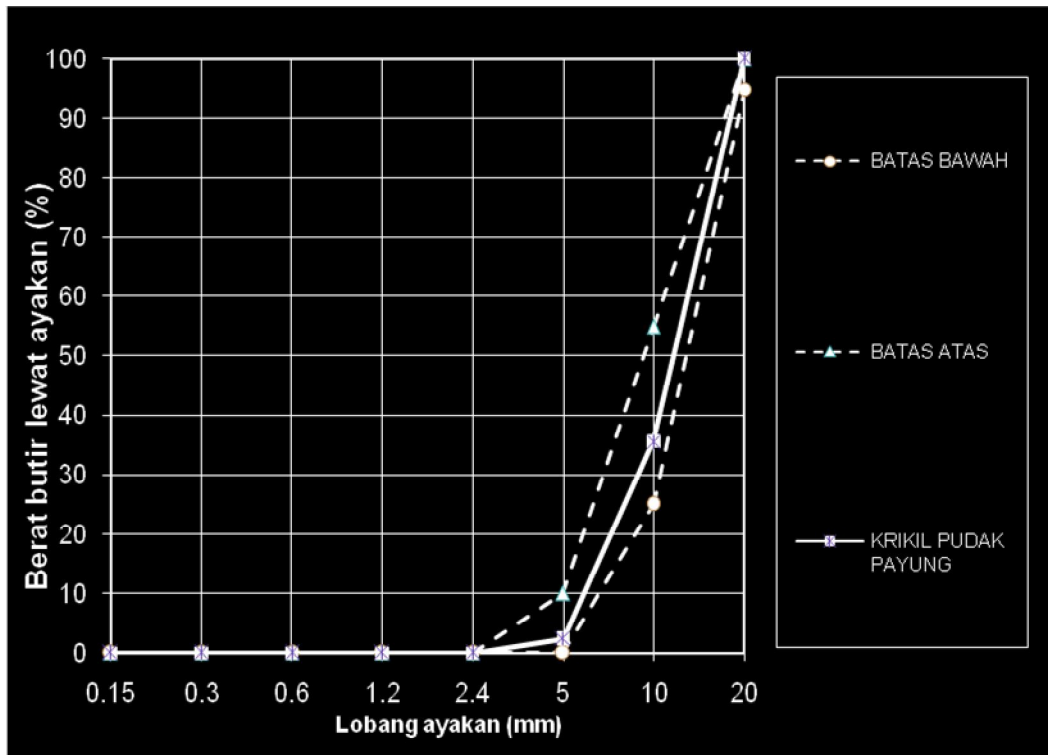
Permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan penggabungan agregat dengan agregat lain yang memiliki gradasi yang lebih baik. Dalam penelitian kali ini peneliti menggabungkan agregat halus lokal dengan pasir pantai yang memiliki butiran terlalu halus, sehingga apabila digabungkan akan memperoleh gradasi agregat yang lebih baik dan sesuai standar yang telah ditetapkan untuk bahan beton kedap air.

#### C. Analisis Gradasi Agregat Kerikil

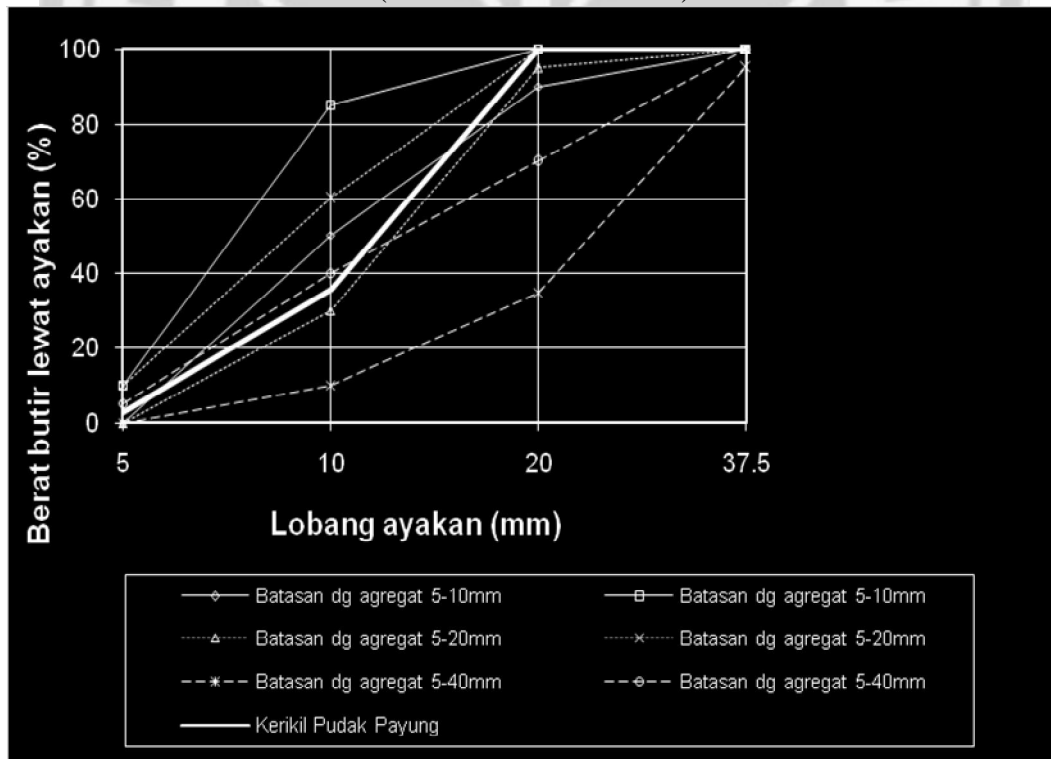
Hasil pemeriksaan kerikil Pudak Payung didapatkan nilai modulus halus butir sebesar 6,62 (Lampiran 65), nilai tersebut menunjukkan bahwa kerikil dari Pudak Payung masih dalam batas yang telah disyaratkan SK SNI S-04-1989-F yaitu antara 6 sampai 8.

Hasil pemeriksaan gradasi kerikil Pudak Payung masuk kedalam kategori sebagai agregat kasar dengan butir maksimal 20mm (Lampiran 65). Untuk membandingkan dengan gradasi standar yang disyaratkan dalam SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal dan SNI-03-2914-1992 untuk beton kedap air, maka gradasi kerikil Pudak Payung tersebut digambarkan seperti terlihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 dibawah ini.





Gambar 4.5 Hasil pemeriksaan gradasi kerikil Pudak Payung untuk beton normal. (SK-SNI-T-15-1990-03)



Gambar 4.6 Hasil pemeriksaan gradasi kerikil Pudak Payung untuk beton kedap air. (SNI-03-2914-1992).

Dari Gambar 4.5 (Lampiran 65) dan Gambar 4.6 (Lampiran 70) tersebut tampak bahwa hasil gradasi kerikil dari pudak payung masuk dalam kurva standar untuk beton normal (SK-SNI-T-15-1990-03) dan beton kedap air (SNI-03-2914-1992), sehingga kerikil Pudak Payung tersebut dapat digunakan untuk campuran agregat beton normal dan kedap air.

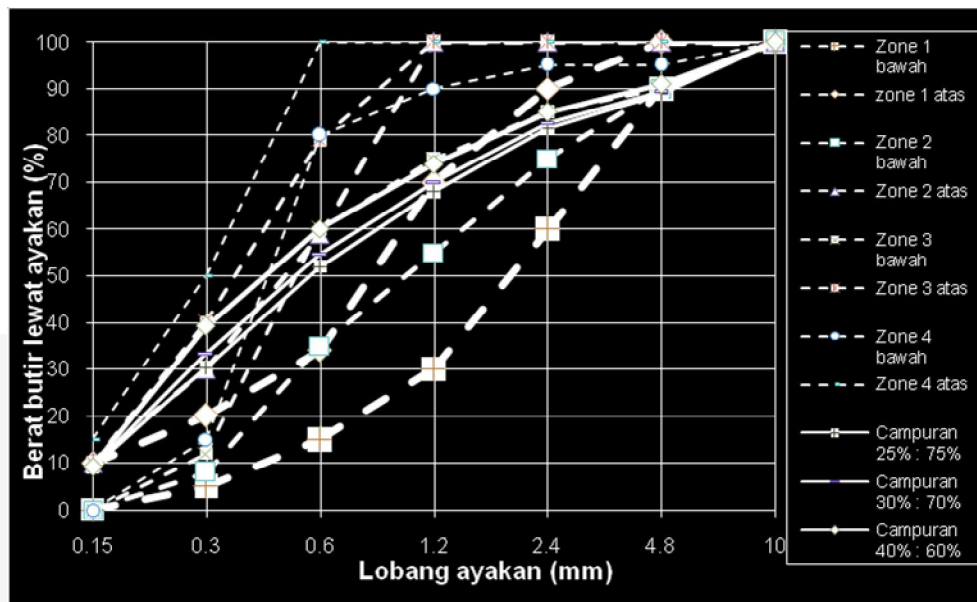
#### **4.1.3. Hasil Gradasi Campuran Agregat**

Hasil gradasi campuran agregat dengan menggunakan metode coba-coba dan metode grafis antara lain meliputi hasil penggabungan antara pasir pantai dan pasir lokal berdasarkan gradasi agar diperoleh gradasi yang baik, antara pasir pantai dengan kerikil, antara pasir lokal dengan kerikil, pasir pantai dan pasir lokal, antara pasir pantai, pasir lokal dan kerikil. Penggabungan agregat dilakukan agar mendapatkan gradasi agregat yang lebih baik dan masuk ke dalam kurva standar yang telah ditetapkan sebagai campuran agregat normal maupun kedap air.

##### **A. Hasil Gradasi Campuran Agregat Pasir Pantai dan Pasir Lokal**

###### **1. Pasir Pantai Tegal dan Pasir Kaligung**

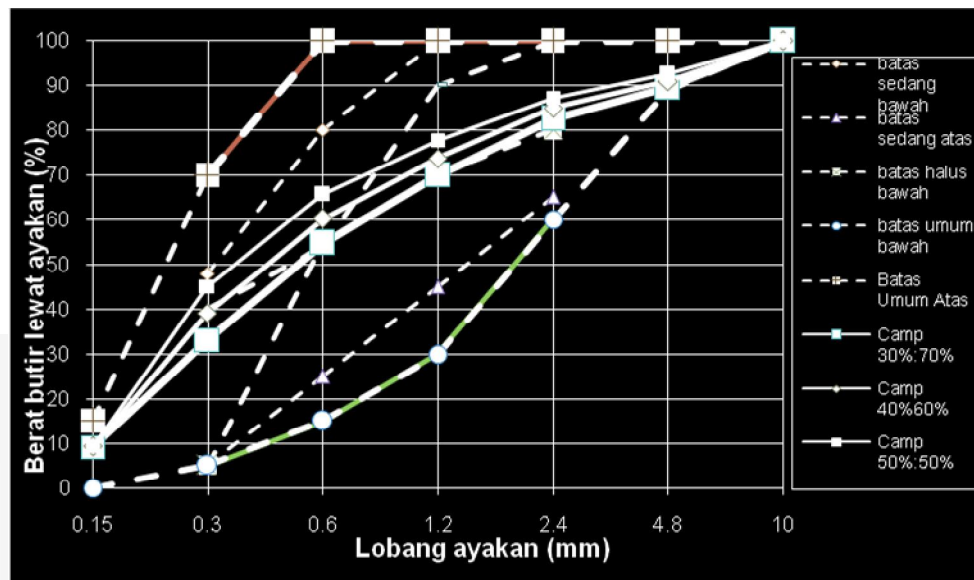
Hasil penggabungan agregat antara pasir pantai Tegal dan pasir Kaligung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 25%:75%, 30%:70%, dan 40%:60% untuk beton normal dan untuk beton kedap air menggunakan perbandingan 30%:70%, 40%:60% dan 50%:50%. Menggunakan metode grafis didapat perbandingan 29% pasir pantai Tegal : 71% pasir Kaligung. Hasil analisa gradasi tersebut dapat dilihat dalam Gambar 4.7, Gambar 4.8. dan Gambar 4.9. dibawah ini.



Gambar 4.7. Hasil penggabungan pasir pantai Tegal dan pasir Kaligung untuk beton normal (SK-SNI-T-15-1990-03).

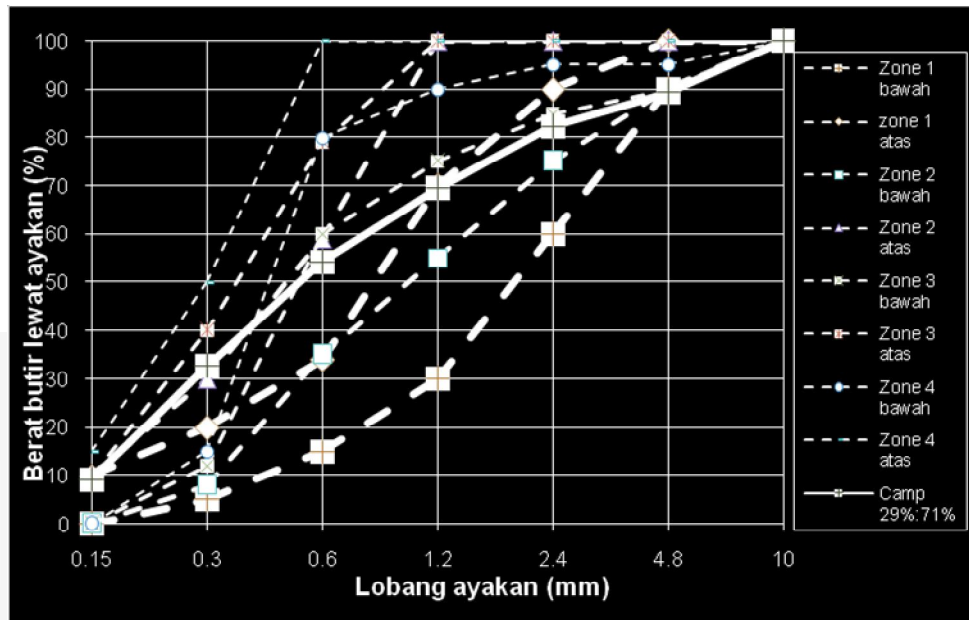
Dari Gambar 4.7 dan Lampiran 71 terlihat bahwa agregat campuran dengan perbandingan pasir pantai Tegal dan pasir Kaligung 30%:70% dan 40%:60% pada lubang 0,3 mm keluar batas gradasi zone 2 atas, ini menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan 30%:70% dan 40%:60% masih terlalu halus apabila digunakan sebagai agregat campuran. Namun berbeda dengan agregat campuran pasir pantai Tegal dan pasir Kaligung dengan perbandingan 25%:75%, pada lubang 4,8 mm keluar pada batas gradasi zone 2 bawah. Hal ini menunjukkan bahwa campuran pasir pantai Tegal dengan pasir Kaligung terlalu kasar apabila dipakai dalam syarat SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal.

Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara melakukan perbaikan analisis gradasi dengan cara uji coba berulang-ulang dengan nilai banding yang lebih baik sehingga memenuhi syarat.



Gambar 4.8. Hasil penggabungan pasir pantai Tegal dan pasir Kaligung untuk beton kedap air (SNI-03-2914-1992).

Dari Gambar 4.8 dan Lampiran 90 terlihat bahwa agregat campuran pasir pantai Tegal dan pasir Kaligung dengan perbandingan 30%:70%, 40%:60% dan 50%:50% masuk ke dalam batas-batas umum syarat gradasi yang telah ditetapkan SNI-03-2914-1992 untuk beton kedap air, ini menunjukkan campuran dengan perbandingan tersebut dapat digunakan sebagai agregat campuran untuk beton kedap air.



Gambar 4.9. Hasil penggabungan pasir pantai Tegal dan pasir Kaligung untuk beton kedap air dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

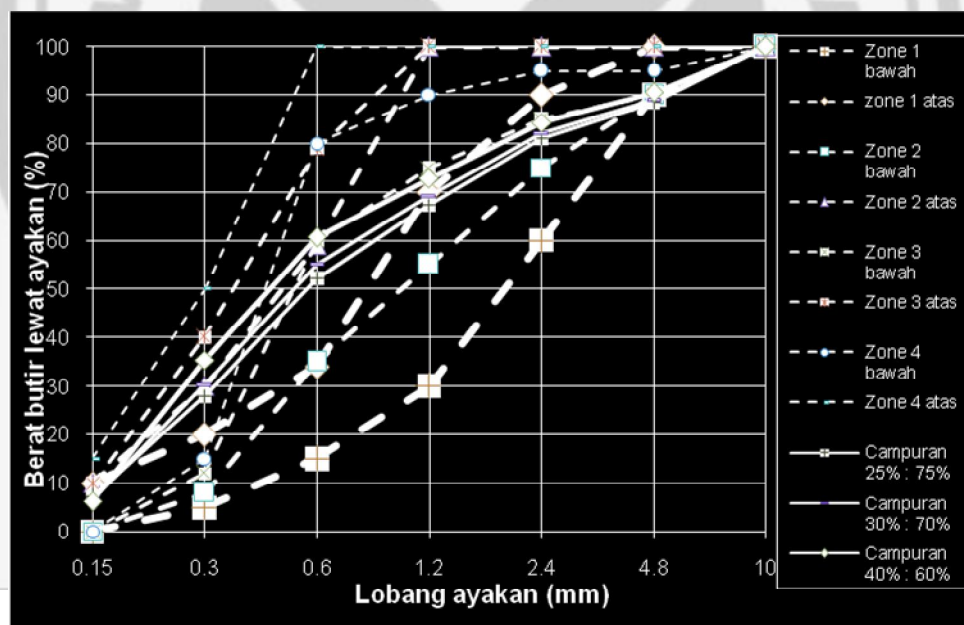
Dari Gambar 4.9 dan Lampiran 95 terlihat bahwa agregat campuran dengan perbandingan pasir pantai Tegal dan pasir Kaligung 29%:71% pada lubang 0,3 mm keluar batas gradasi zone 2 atas, ini menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan 29%:71% masih terlalu kasar apabila digunakan sebagai agregat campuran beton normal menurut syarat yang ditetapkan dalam SK-SNI-T-15-1990-03. Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara melakukan perbaikan analisis gradasi dengan cara uji coba berulang-ulang dengan nilai banding yang lebih baik sehingga memenuhi syarat.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan

menggunakan metode coba-coba karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

## 2. Pasir Pantai Pemalang dan Pasir Kaligung

Hasil penggabungan agregat antara pasir pantai Pemalang dan pasir Kaligung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 25%:75%, 30%:70%, dan 50%:50% untuk beton normal dan untuk beton kedap air perbandingan 30%:70% dan 40%:60%. Menggunakan metode grafis didapat perbandingan 32,5% pasir pantai Pemalang : 67,5% pasir Kaligung. Hasil analisa gradasi tersebut dapat dilihat dalam Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12. dibawah ini.

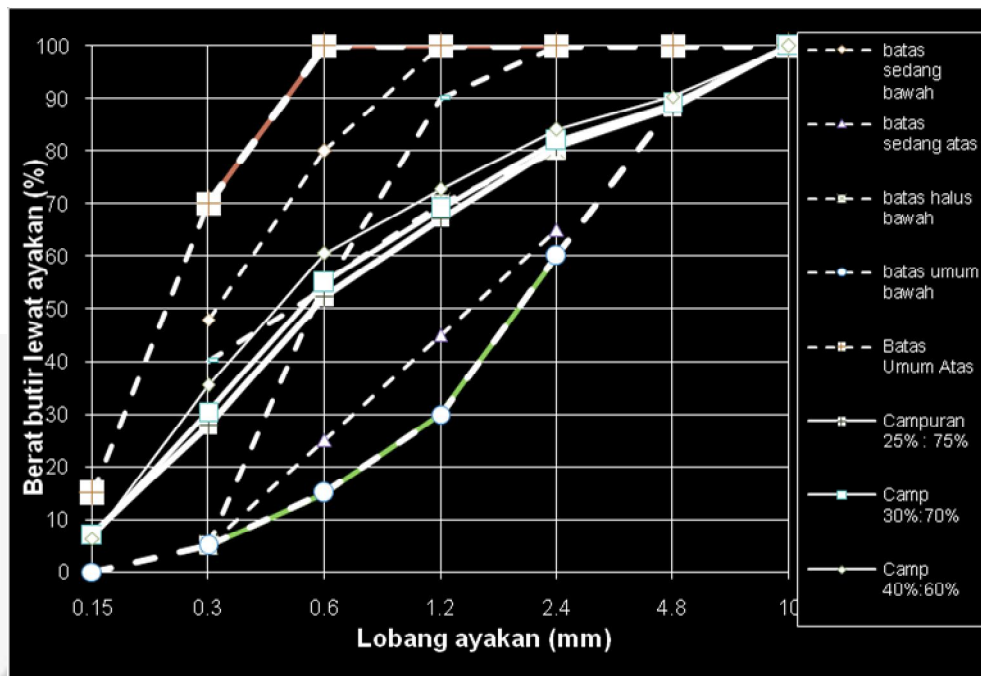


Gambar 4.10. Hasil penggabungan pasir pantai Pemalang dan pasir Kaligung untuk beton normal (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.10. dan Lampiran 72 terlihat bahwa agregat campuran dengan perbandingan 25% pasir pantai Pemalang dan 75% pasir Kaligung pada lubang 4,8 mm keluar batas gradasi zone 2 bawah dari syarat yang ditetapkan

dalam SK-SNI-T-15-1990-03, ini menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan tersebut terlalu kasar apabila digunakan sebagai agregat campuran beton normal. Berbeda dengan agregat campuran pasir pantai Pemalang dan pasir Kaligung dengan perbandingan 30%:70% pada lubang 0,3 mm keluar batas gradasi zone 2 atas dari syarat yang ditetapkan dalam SK-SNI-T-15-1990-03, ini menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan tersebut agak halus apabila digunakan sebagai agregat campuran. Begitu juga dengan campuran 50%:50%, masuk ke dalam zone 3 tetapi pada lubang 0,3 mm keluar batas gradasi zone 3 atas dari syarat yang ditetapkan dalam SK-SNI-T-15-1990-03, ini menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan tersebut agak halus apabila digunakan sebagai agregat campuran beton normal.

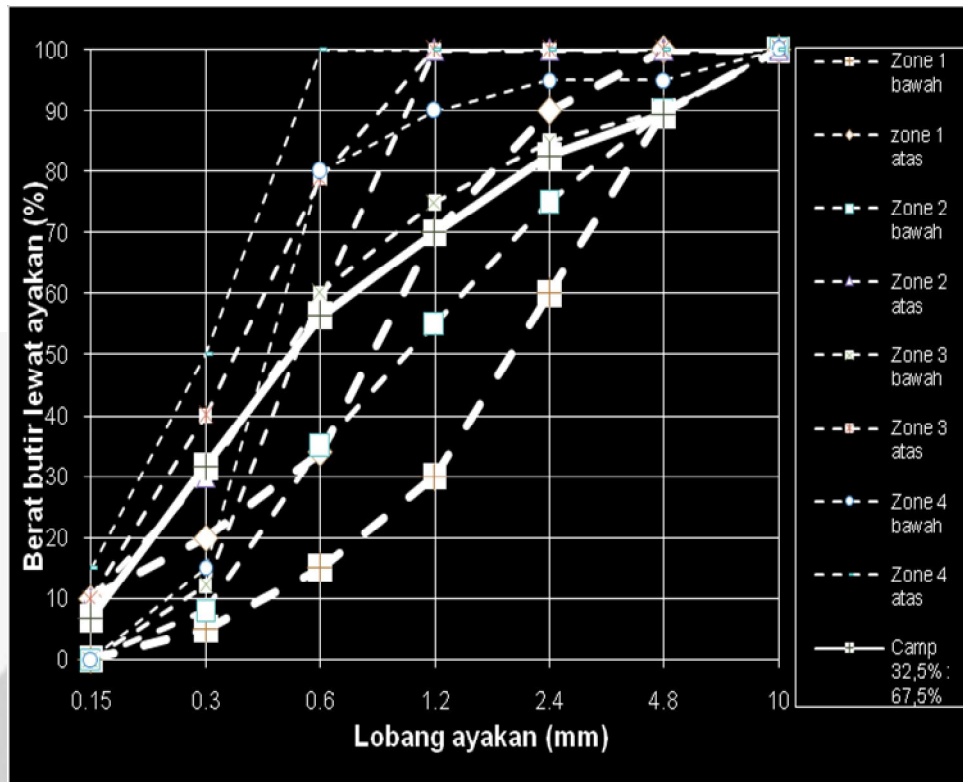
Pemakaian pasir dengan diagram gradasi seperti pada Gambar 4.10. tidak dianjurkan dalam pembuatan beton. Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara melakukan perbaikan analisa gradasi dengan cara uji coba berulang-ulang dengan nilai banding yang lebih baik sehingga memenuhi syarat.



Gambar 4.11. Hasil penggabungan pasir pantai Pemalang dan pasir Kaligung untuk beton kedap air (SNI-03-2914-1992).

Dari Gambar 4.11. dan Lampiran 91 terlihat bahwa agregat campuran pasir pantai Tegal dan pasir Kaligung dengan perbandingan 30%:70% dan 40%:60% masuk ke dalam syarat gradasi yang telah ditetapkan SNI-03-2914-1992 untuk beton kedap air, ini menunjukkan campuran dengan perbandingan tersebut dapat digunakan sebagai agregat campuran untuk beton kedap air. Namun pada perbandingan 25%:75% tidak masuk ke dalam syarat gradasi yang telah ditetapkan SNI-03-2914-1992. Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara melakukan perbaikan analisis gradasi dengan cara uji coba berulang-ulang dengan nilai banding yang lebih baik sehingga memenuhi syarat.





Gambar 4.12. Hasil penggabungan pasir pantai Pemalang dan pasir Kaligung untuk beton normal menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

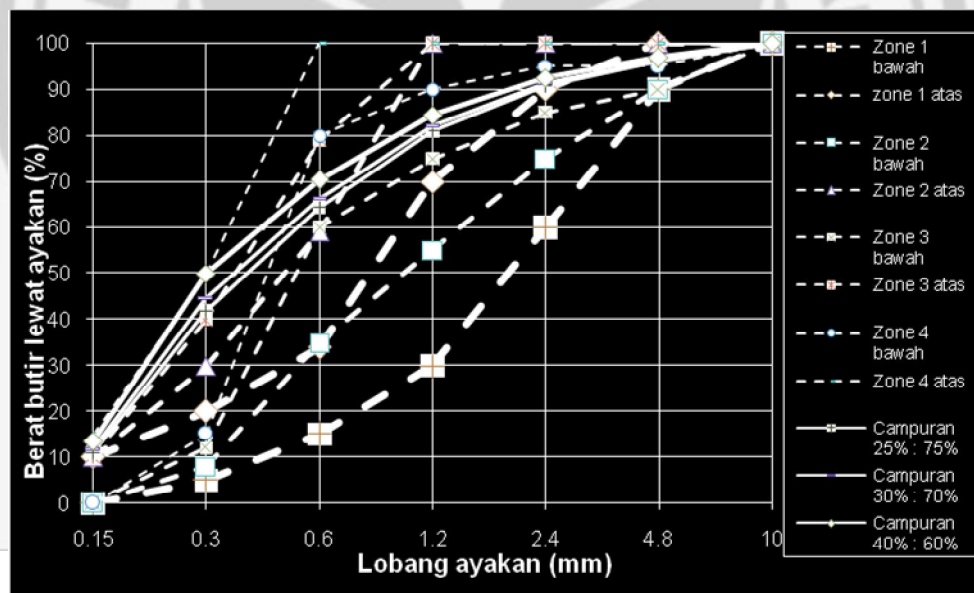
Dari gambar 4.12. dan Lampiran 96 terlihat bahwa agregat campuran dengan perbandingan 32,5% pasir pantai Pemalang dan 67,5% pasir Kaligung pada lubang 4,8 mm keluar batas gradasi zone 2 bawah dari syarat yang ditetapkan dalam SK-SNI-T-15-1990-03, ini menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan tersebut agak kasar apabila digunakan sebagai agregat campuran dan pada lubang 0,3 mm keluar batas gradasi zone 2 atas, ini menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan tersebut agak halus apabila digunakan sebagai agregat campuran.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan

menggunakan metode coba-coba karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

### 3. Pasir Pantai Batang dan Pasir Kaliboyo

Hasil penggabungan agregat antara pasir pantai Batang dan pasir Kaliboyo dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 25%:75%, 30%:70%, dan 40%:60% untuk beton normal dan untuk beton kedap air perbandingan 25%:75%, 30%:70% dan 40%:60%. Menggunakan metode grafis untuk beton normal didapat perbandingan 2,25% pasir pantai Batang dan 97,75% pasir Kaliboyo. Hasil analisa gradasi tersebut dapat dilihat dalam Gambar 4.13, Gambar 4.14. dan Gambar 4.15. dibawah ini.

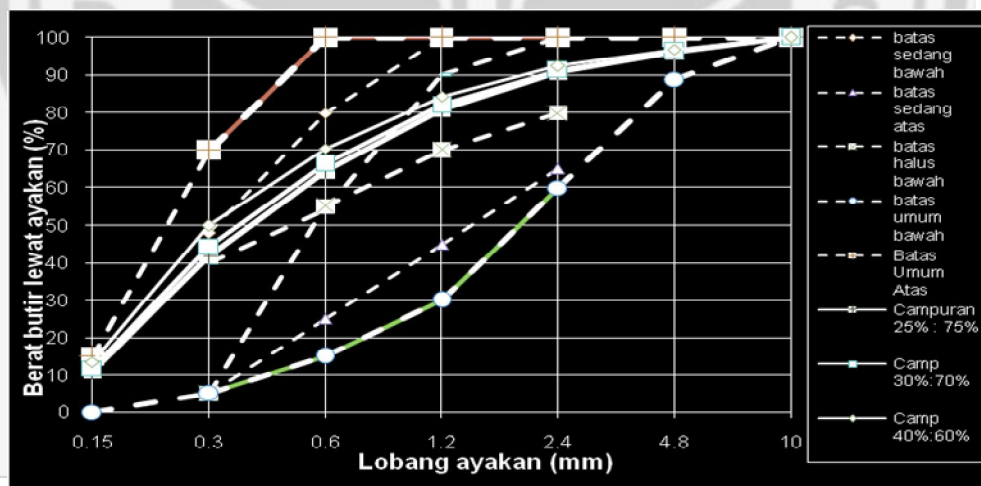


Gambar 4.13. Hasil penggabungan pasir pantai Batang dan pasir Kaliboyo untuk beton normal (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari gambar 4.13. dan Lampiran 73 terlihat bahwa agregat campuran dengan perbandingan 25%:75%, 30%:70%, dan 40%:60% tidak semuanya masuk ke dalam zone 3 dari standar yang disyaratkan dalam SK-SNI-T-15-

1990-03 untuk beton normal. Pada campuran pasir pantai Batang dan pasir Kaliboyo tersebut didapatkan campuran yang terlalu halus, tampak pada lubang 0,15 mm dan 0,3 mm keluar batas gradasi zone 3 atas, ini menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan tersebut agak halus apabila digunakan sebagai agregat campuran.

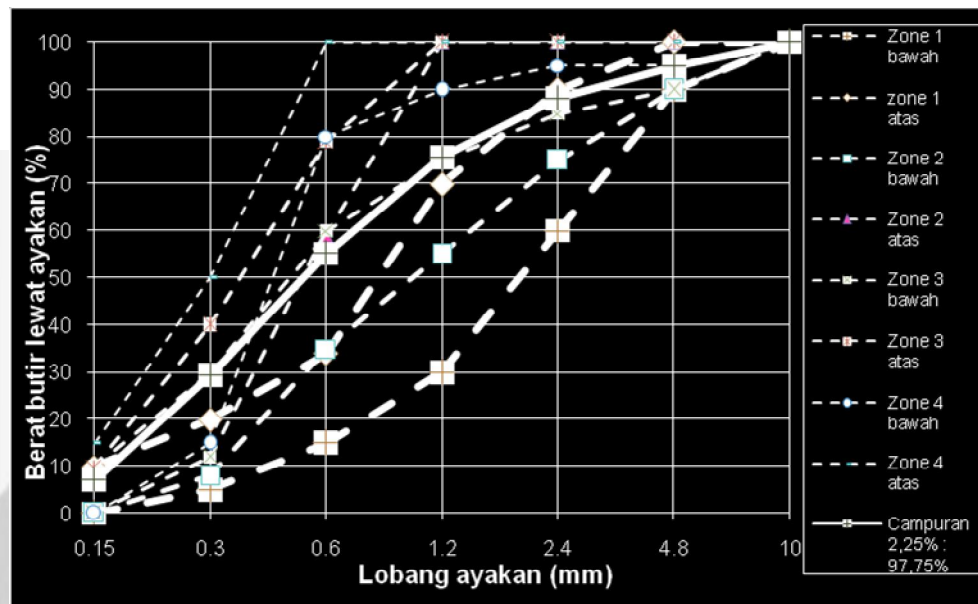
Pemakaian pasir dengan diagram gradasi seperti pada Gambar 4.13. tidak dianjurkan dalam pembuatan beton. Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara melakukan perbaikan analisis gradasi dengan cara uji coba berulang-ulang dengan nilai banding yang lebih baik sehingga memenuhi syarat.



Gambar 4.14. Hasil penggabungan pasir pantai Batang dan pasir Kaliboyo untuk beton beton kedap air (SNI-03-2914-1992).

Dari gambar 4.14 dan Lampiran 92 terlihat bahwa agregat campuran pasir pantai Batang dan pasir Kaliboyo dengan perbandingan 25%:75%, 30%:70% dan 40%:60% masuk ke dalam syarat gradasi yang telah ditetapkan SNI-03-2914-1992 untuk beton kedap air, ini menunjukkan campuran dengan

perbandingan tersebut dapat digunakan sebagai agregat campuran untuk beton kedap air.



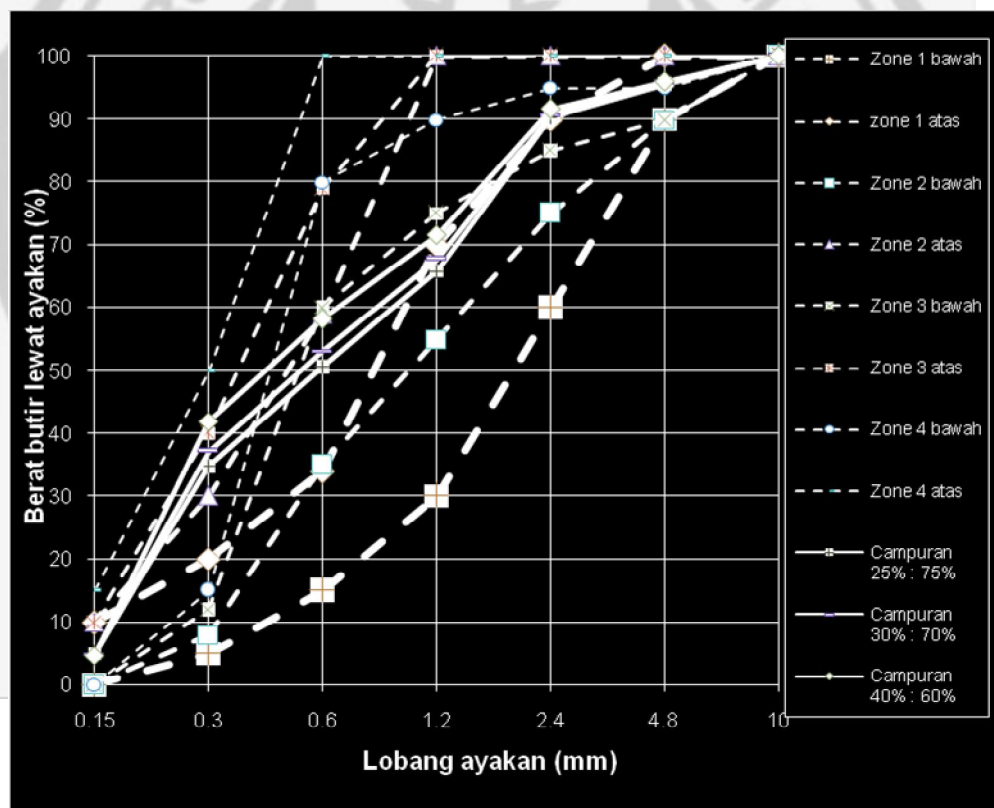
Gambar 4.15. Hasil penggabungan pasir pantai Batang dan pasir Kaliboyo untuk beton normal dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.15. dan Lampiran 97 terlihat bahwa agregat campuran dengan perbandingan 2,25% : 97,75% tidak semuanya masuk ke dalam zone 2 dari standar yang disyaratkan dalam SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal. Campuran pasir pantai Batang dan pasir Kaliboyo pada lubang 0,3 mm keluar batas gradasi zone 2 atas, ini menunjukkan bahwa campuran terlalu halus.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode grafis karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

#### 4. Pasir Pantai Jepara dan Pasir Muntilan

Hasil penggabungan agregat antara pasir pantai Jepara dan pasir Muntilan dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 25%:75%, 30%:70%, dan 40%:60% untuk beton normal dan untuk beton kedap air perbandingan 25%:75%, 30%:70% dan 40%:60%. Menggunakan metode grafis untuk beton normal didapat perbandingan 21,5% pasir pantai Jepara dan 78,5% pasir Muntilan. Hasil analisa gradasi tersebut dapat dilihat dalam Gambar 4.16, Gambar 4.17. dan Gambar 4.18. dibawah ini.

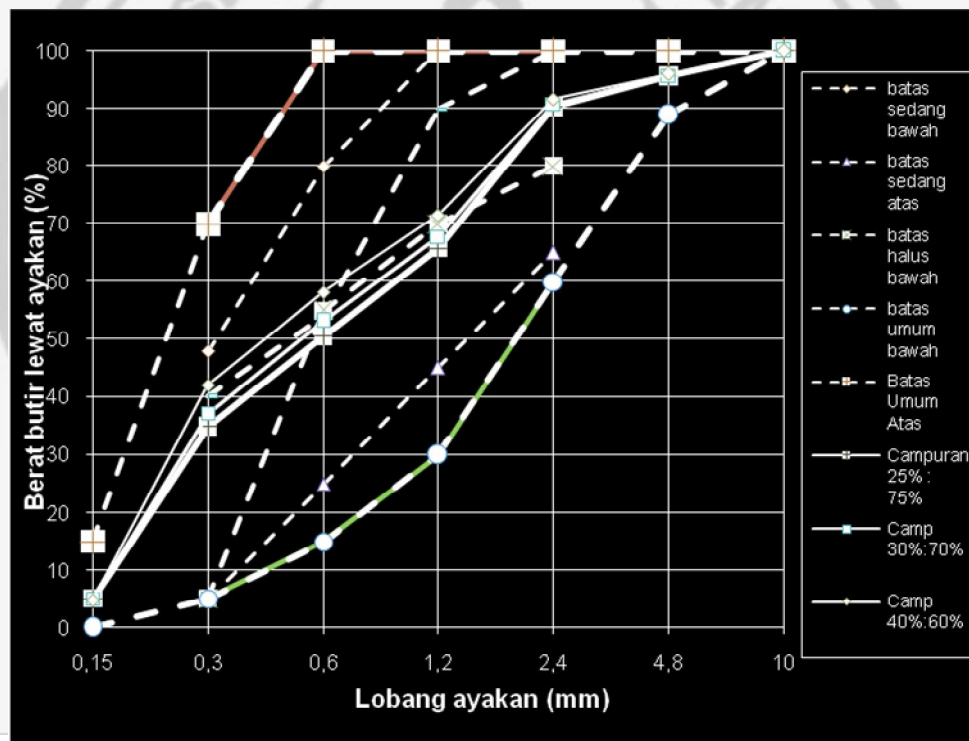


Gambar 4.16. Hasil penggabungan pasir pantai Jepara dan pasir Muntilan untuk beton normal (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.16 dan Lampiran 74 terlihat bahwa agregat campuran pasir pantai Jepara dan pasir Muntilan dengan perbandingan 25%:75%, 30%:70%, dan 40%:60%, tidak semuanya masuk ke dalam zone 2 maupun

zone 3 standar yang disyaratkan dalam SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal, terlihat pada lubang 0,3 mm keluar batas gradasi zone 2 atas, ini menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan tersebut agak halus apabila digunakan sebagai agregat campuran.

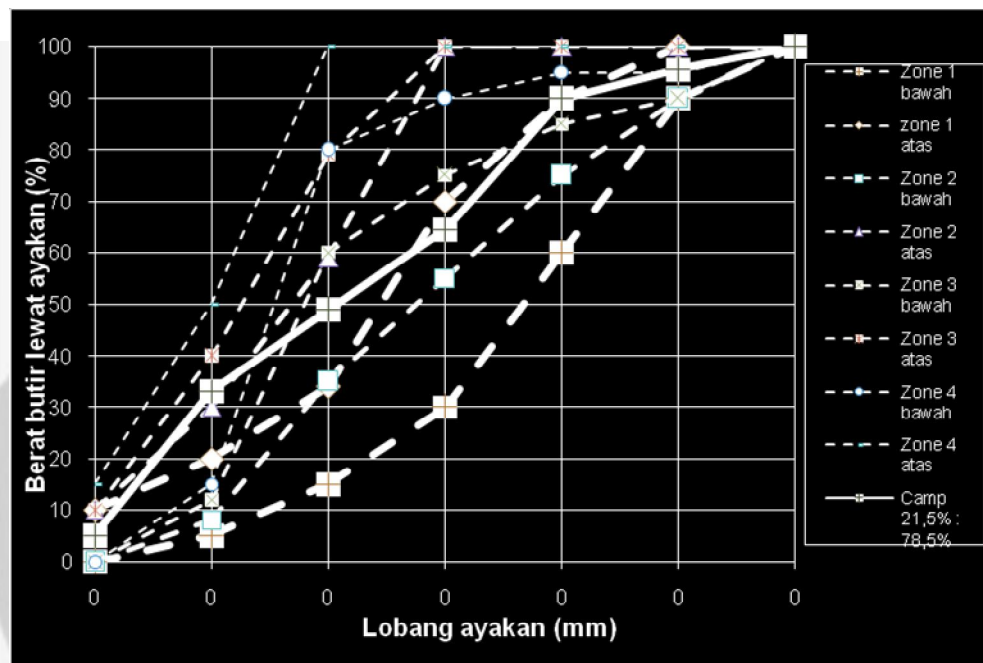
Pemakaian pasir dengan diagram gradasi seperti pada gambar 4.16. Tidak dianjurkan dalam pembuatan beton. Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara melakukan perbaikan analisis gradasi dengan cara uji coba berulang-ulang dengan nilai banding yang lebih baik sehingga memenuhi syarat.



Gambar 4.17. Hasil penggabungan pasir pantai Jepara dan pasir Muntilan untuk beton beton kedap air (SNI-03-2914-1992).

Dari Gambar 4.17. dan Lampiran 93 terlihat bahwa agregat campuran pasir pantai Jepara dan pasir Muntilan dengan perbandingan 25%:75%,

30%:70% dan 40%:60% masuk ke dalam syarat gradasi yang telah ditetapkan SNI-03-2914-1992 untuk beton kedap air, ini menunjukkan campuran dengan perbandingan tersebut dapat digunakan sebagai agregat campuran untuk beton kedap air.



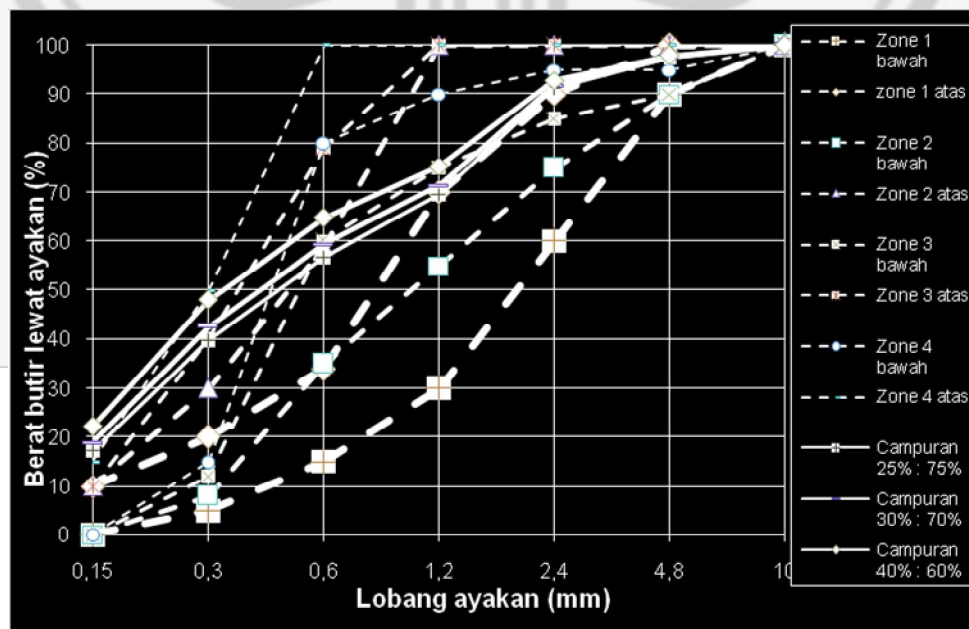
Gambar 4.18. Hasil penggabungan pasir pantai Jepara dan pasir Muntiran untuk beton normal dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.18 dan Lampiran 98 terlihat bahwa agregat campuran pasir pantai Jepara dan pasir Muntiran dengan perbandingan 21,5%:78,5%, tidak semuanya masuk ke dalam zone 2 standar yang disyaratkan dalam SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal, terlihat pada lubang 0,3 mm keluar batas gradasi zone 2 atas, ini menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan tersebut agak halus apabila digunakan sebagai agregat campuran.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode grafis karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

#### 5. Pasir Pantai Rembang dan Pasir Cepu

Hasil penggabungan agregat antara pasir pantai Rembang dan pasir Cepu dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 25%:75%, 30%:70%, dan 40%:60% untuk beton normal dan untuk beton kedap air perbandingan 25%:75%, 30%:70% dan 40%:60%. Menggunakan metode grafis untuk beton normal didapat perbandingan 2,5% pasir pantai Rembang dan 97,5% pasir Cepu. Hasil analisa gradasi tersebut dapat dilihat dalam Gambar 4.19, Gambar 4.20. dan Gambar 4.21. dibawah ini.

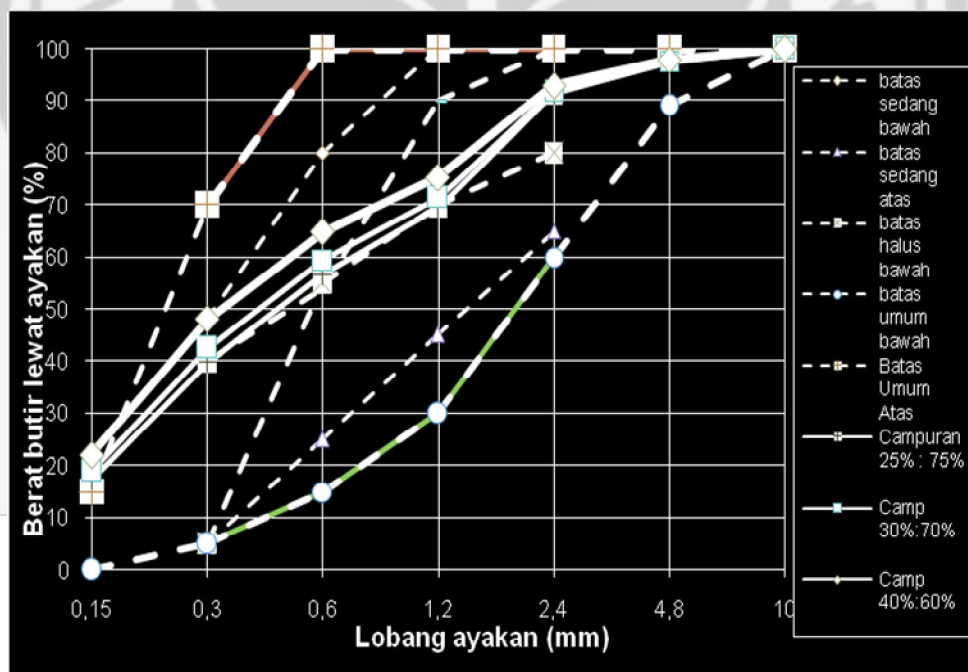


Gambar 4.19. Hasil penggabungan pasir pantai Rembang dan pasir Cepu untuk beton normal (SK-SNI-T-15-1990-03).



Dari Gambar 4.19 dan Lampiran 75 terlihat bahwa agregat campuran pasir pantai Pantai Rembang dan pasir Cepu dengan perbandingan 25%:75%, 30%:70%, dan 40%:60%, tidak semuanya masuk ke dalam standar zone 2 maupun zone 3 yang disyaratkan dalam SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal, terlihat pada lubang 0,3 mm keluar batas gradasi zone 2 atas, ini menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan tersebut agak halus apabila digunakan sebagai agregat campuran.

Pemakaian pasir dengan diagram gradasi seperti pada Gambar 4.19. tidak dianjurkan dalam pembuatan beton. Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara melakukan perbaikan analisa gradasi dengan cara uji coba berulang-ulang dengan nilai banding yang lebih baik sehingga memenuhi syarat.

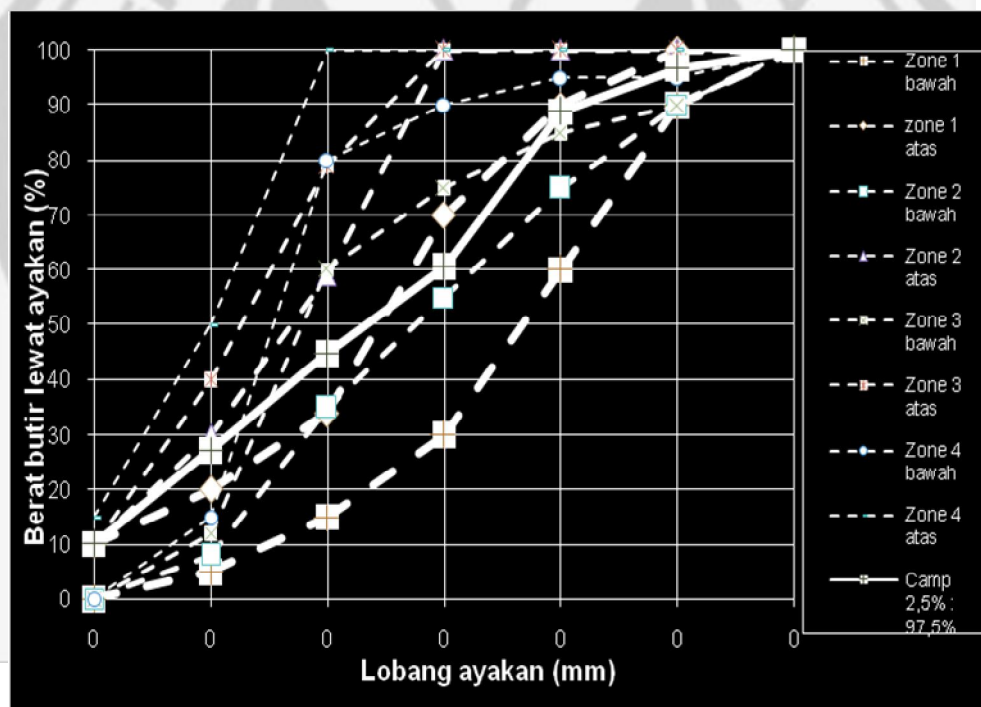


Gambar 4.20. Hasil penggabungan pasir pantai Rembang dan pasir Cepu untuk beton kedap air (SNI-03-2914-1992).

Dari Gambar 4.20. dan Lampiran 94 terlihat bahwa agregat campuran pasir pantai Rembang dan pasir Cepu dengan perbandingan 25%:75%,

30%:70% dan 40%:60% tidak masuk ke dalam syarat gradasi yang telah ditetapkan SNI-03-2914-1992 untuk beton kedap air, tampak pada lubang 0,15 mm keluar gradasi batas umum atas, ini menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan tersebut terlalu halus apabila digunakan sebagai agregat campuran untuk beton kedap air.

Pemakaian pasir dengan diagram gradasi seperti pada Gambar 4.20. tidak dianjurkan dalam pembuatan beton. Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara melakukan perbaikan analisa gradasi dengan cara uji coba berulang-ulang dengan nilai banding yang lebih baik sehingga memenuhi syarat.



Gambar 4.21. Hasil penggabungan pasir pantai Rembang dan pasir Cepu untuk beton normal dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.21 dan Lampiran 99 terlihat bahwa agregat campuran pasir pantai Pantai Rembang dan pasir Cepu dengan perbandingan 2,5%:97,5%, tidak semuanya masuk ke dalam standar zone 2 yang disyaratkan

dalam SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal, terlihat pada lubang 0,3 mm keluar batas gradasi zone 2 atas, ini menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan tersebut agak halus apabila digunakan sebagai agregat campuran.

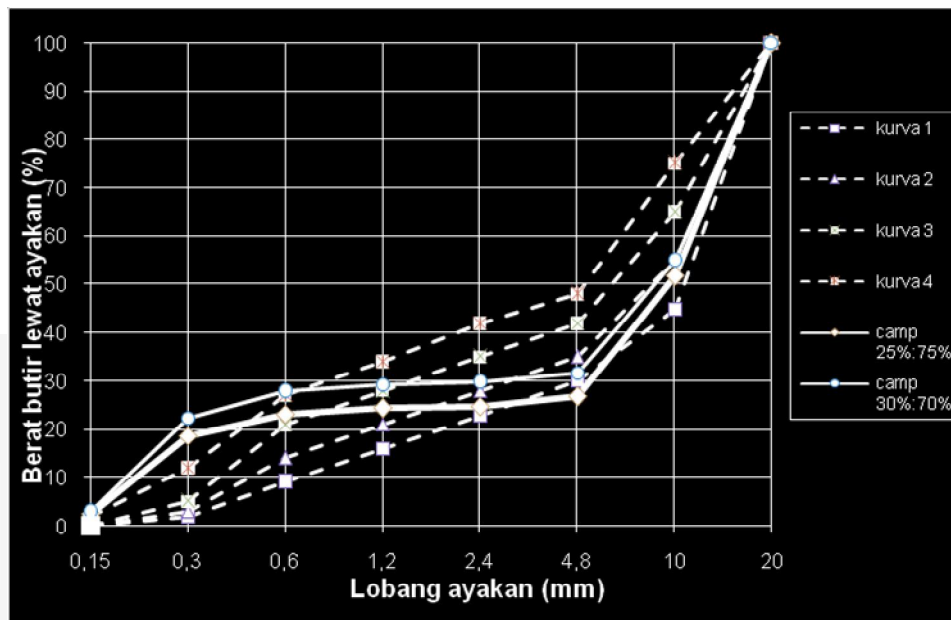
Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode grafis karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

#### **B. Hasil Gradasi Campuran Agregat Pasir Pantai dan Kerikil Puduk Payung**

Hasil pemeriksaan gradasi agregat campuran antara agregat halus (pasir pantai dari Tegal, Pemalang, Batang, Jepara, dan Rembang) dan agregat kasar (kerikil dari Puduk Payung) dengan menggunakan metode coba-coba dan metode grafis dapat dilihat dari grafik yang berada dibawah ini.

##### **1. Pasir Pantai Tegal dan Kerikil Puduk Payung**

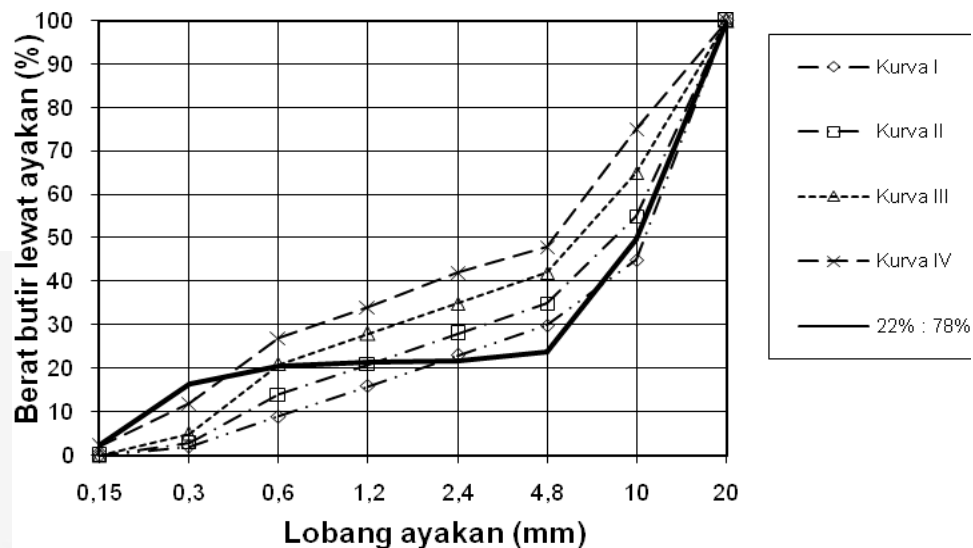
Hasil penggabungan agregat antara pasir pantai Tegal dan kerikil Puduk Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 25%:75% dan 30%:70% dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 22%:78%. Hasil penggabungan agregat pasir pantai Tegal dan kerikil Puduk Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.22 dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.22. Analisis gradasi campuran untuk pasir dari pantai Tegal dan kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.22 dan Lampiran 76 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Tegal dan kerikil dari Pudak Payung 25% : 75% dan 30% : 70% tidak semuanya masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6). Pada campuran 25% : 75% tampak pada lubang 0,3 mm butiran yang lewat adalah 23,7%, dan campuran 30% : 70% butiran yang lewat adalah 27,92%. Hal ini disebabkan karena pemakaian pasir pantai yang sangat halus.

Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara sebelum pasir pantai Tegal dan kerikil Pudak Payung tersebut digunakan, harus digabung dengan pasir lokal yang memiliki gradasi yang agak kasar, sehingga akan didapatkan gradasi yang memenuhi syarat.



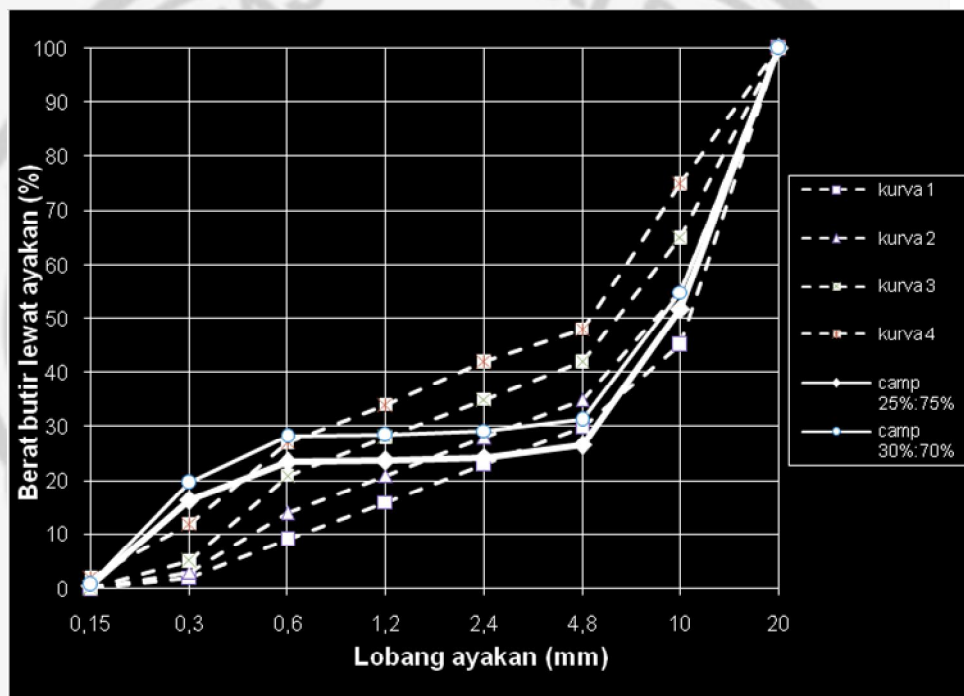
Gambar 4.23. Analisis gradasi campuran untuk pasir dari pantai Tegal dan kerikil dari Pudak Payung dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.23 dan Lampiran 100 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Tegal dan kerikil dari Pudak Payung 22% : 78% tidak semuanya masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6). Pada campuran 22% : 78% tampak pada lubang 0,3 mm butiran yang lewat adalah 16,47%, dan pada lubang 4,8 mm butiran yang lewat adalah 23,93%. Hal ini disebabkan karena pemakaian pasir pantai yang sangat halus.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode grafis karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

## 2. Pasir Pantai Pemalang dan Kerikil Pudak Payung

Hasil penggabungan agregat antara pasir pantai Pemalang dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 25%:75% dan 30%:70% dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 23,5%:76,5% Hasil penggabungan agregat pasir pantai Pemalang dan kerikil Pudak Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.24 dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.25.

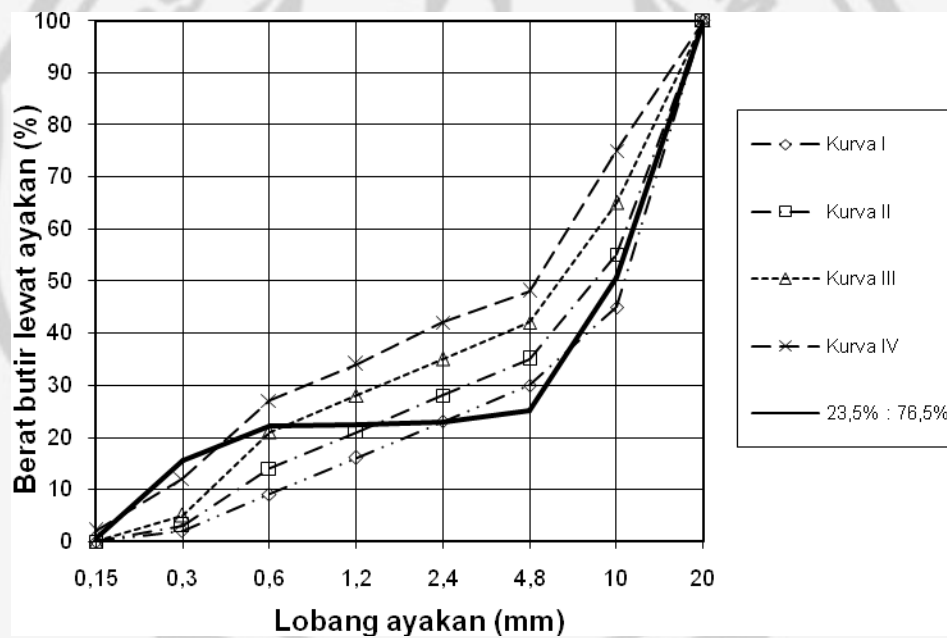


Gambar 4.24. Analisis gradasi campuran untuk pasir dari pantai Pemalang dan kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.24. dan Lampiran 77 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Pemalang dan kerikil Pudak Payung 25% : 75% dan 30% : 70% tidak semuanya masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-

1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6), tampak pada lubang 0,3 mm pada campuran 25% : 75% butiran yang lewat adalah 24,06% dan campuran 30% : 70% butiran yang lewat adalah 28,88%. Hal ini disebabkan karena pemakaian pasir pantai yang sangat halus.

Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara sebelum pasir pantai Tegal dan kerikil Pudak Payung tersebut digunakan harus digabung dengan pasir lokal yang memiliki gradasi yang agak kasar, sehingga akan didapatkan gradasi yang memenuhi syarat.



Gambar 4.25. Analisis gradasi campuran untuk pasir dari pantai Pemalang dan kerikil dari Pudak Payung dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.25. dan Lampiran 101 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Pemalang dan kerikil Pudak Payung dengan perbandingan 23,5% : 76,5% tidak semuanya masuk dalam kurva standar SK-

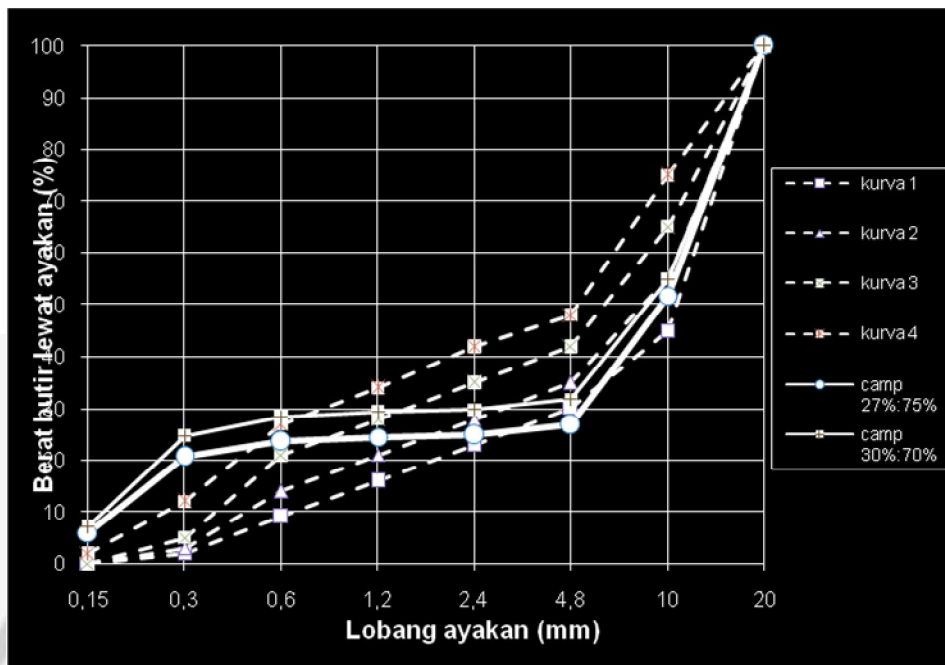
SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6), tampak pada lubang 0,3 mm butiran yang lewat adalah 15,39% dan campuran pada lubang 4,8 mm butiran yang lewat adalah 25,05%. Hal ini disebabkan karena pemakaian pasir pantai yang sangat halus.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode grafis karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

### 3. Pasir Pantai Batang dan Kerikil Puduk Payung

Hasil penggabungan agregat antara pasir pantai Batang dan kerikil Puduk Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 25%:75% dan 30%:70% dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 18% : 82%. Hasil penggabungan agregat pasir pantai Batang dan kerikil Puduk Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.26. dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.27.

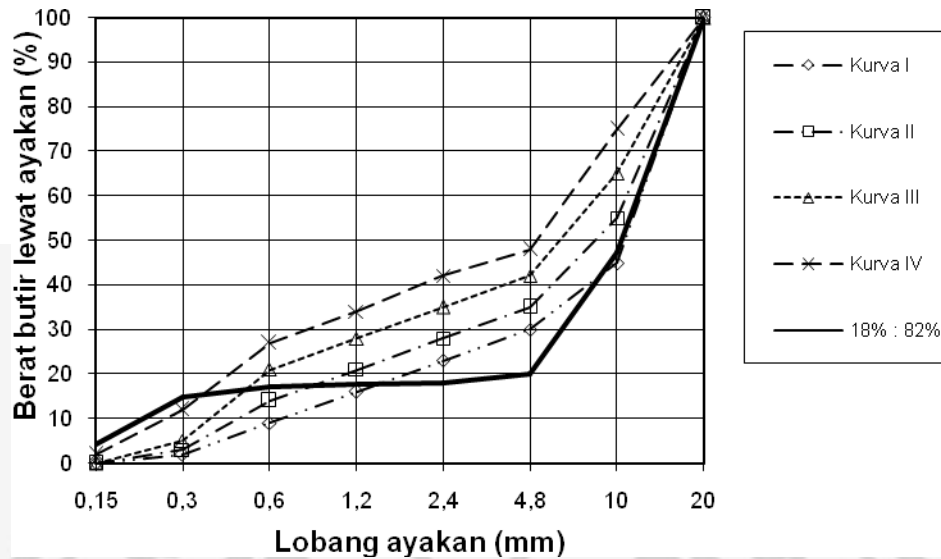




Gambar 4.26. Analisis gradasi campuran untuk pasir dari pantai Batang dan kerikil dari Puduk Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.26. dan Lampiran 78 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir dan kerikil dengan perbandingan 25% : 75% dan 30% : 70% tidak semuanya masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6), tampak pada lubang 0,3 mm pada campuran 25% : 75% butiran yang lewat adalah 20,58% dan campuran 30% : 70% butiran yang lewat adalah 24,7%. Hal ini disebabkan karena pemakaian pasir pantai yang sangat halus.

Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara sebelum pasir pantai Tegal dan kerikil Puduk Payung tersebut digunakan harus digabung dengan pasir lokal yang memiliki gradasi yang agak kasar, sehingga akan didapatkan gradasi yang memenuhi syarat.



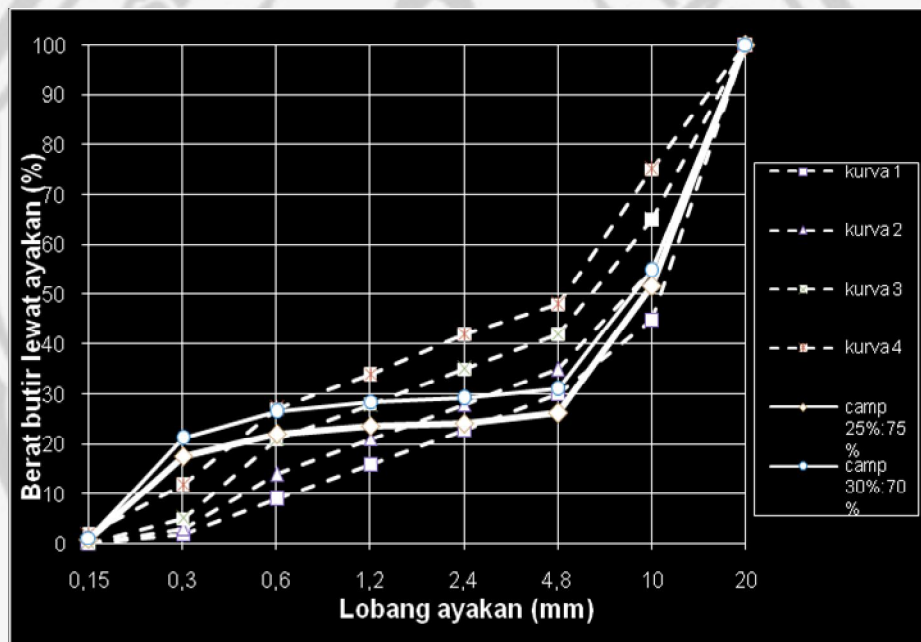
Gambar 4.27. Analisis gradasi campuran untuk pasir dari pantai Batang dan kerikil dari Pudak Payung dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.27. dan Lampiran 102 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir dan kerikil 18% : 82% tidak semuanya masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6), tampak pada lubang 0,3 mm butiran yang lewat adalah 14,86% dan pada lubang 4,8 mm butiran yang lewat adalah 20,03%. Hal ini disebabkan karena pemakaian pasir pantai yang sangat halus.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode grafis karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

#### 4. Pasir Pantai Jepara dan Kerikil Pudak Payung

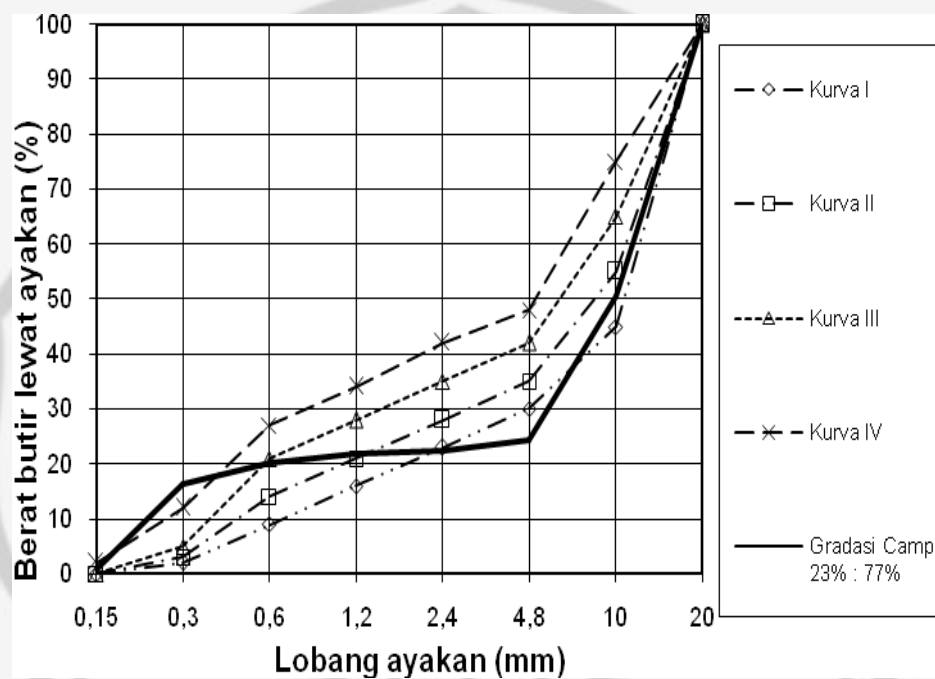
Hasil penggabungan agregat antara pasir pantai Jepara dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 25%:75% dan 30%:70% (Lampiran 79) dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 23% : 77% (Lampiran 103). Hasil penggabungan agregat pasir pantai Jepara dan kerikil Pudak Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.28. dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.29.



Gambar 4.28. Analisis gradasi campuran untuk pasir dari pantai Jepara dan kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.28. dan Lampiran 79 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir dan kerikil dengan perbandingan 25% : 75% dan 30% : 70% tidak semuanya masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6) lubang 0,3 mm pada campuran 25% : 75% butiran yang lewat adalah 20,46% dan campuran 30% : 70% butiran yang lewat adalah 24,55%. Hal ini disebabkan karena pemakaian pasir pantai yang sangat halus.

Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara sebelum pasir pantai Tegal dan kerikil Pudak Payung tersebut digunakan harus digabung dengan pasir lokal yang memiliki gradasi yang agak kasar, sehingga akan didapatkan gradasi yang memenuhi syarat.



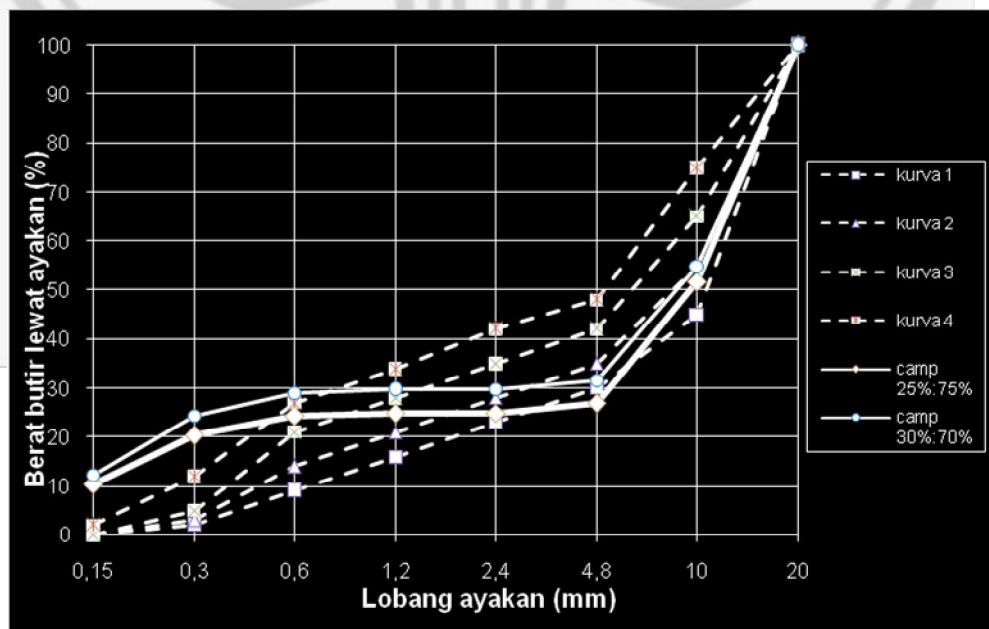
Gambar 4.29. Analisa gradasi campuran untuk pasir dari pantai Jepara dan kerikil dari Pudak Payung dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.29. dan Lampiran 103 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir dan kerikil dengan perbandingan 23% : 77% tidak semuanya masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6), tampak pada lubang 0,3 mm pada butiran yang lewat adalah 16,25% dan pada lubang 4,8 mm butiran yang lewat adalah 24,37%. Hal ini disebabkan karena pemakaian pasir pantai yang sangat halus.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode grafis karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

##### 5. Pasir Pantai Rembang dan Kerikil Pudak Payung

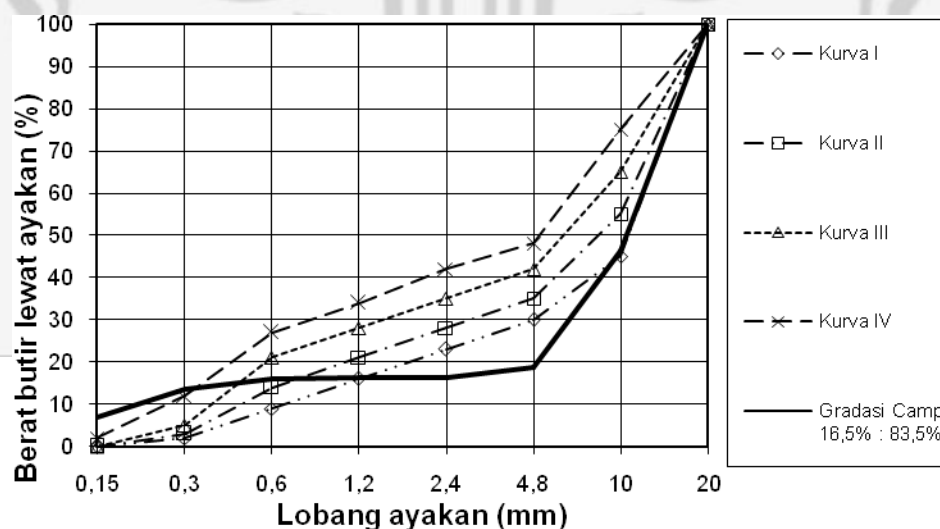
Hasil penggabungan agregat antara pasir pantai Rembang dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 25%:75% dan 30%:70% (Lampiran 80) dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 16,5%:83,5%. Hasil penggabungan agregat pasir pantai Rembang dan kerikil Pudak Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.30. dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.31.



Gambar 4.30. Analisa gradasi campuran untuk pasir dari pantai Rembang dan kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.30. dan Lampiran 80 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Rembang dan kerikil Pudak Payung 25% : 75% dan 30% : 70% tidak semuanya masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6). Campuran 25% : 75% tampak pada lubang 0,3 mm butiran yang lewat adalah 21,23%, selain itu juga pada lubang 0,15 mm butiran yang lewat adalah 15,62 dan campuran 30% : 70% butiran yang lewat adalah 25,48%, juga pada lubang 0,15 mm butiran yang lewat adalah 18,74%. Hal ini disebabkan karena pemakaian pasir pantai yang sangat halus.

Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara sebelum pasir pantai Tegal dan kerikil Pudak Payung tersebut digunakan harus digabung dengan pasir lokal yang memiliki gradasi yang agak kasar, sehingga akan didapatkan gradasi yang memenuhi syarat..



Gambar 4.31. Analisis gradasi campuran untuk pasir dari pantai Jepara dan kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.31. dan Lampiran 104 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Rembang dan kerikil Pudak Payung 16,5% : 83,5% tidak semuanya masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6). Tampak pada lubang 4.8 mm butiran yang lewat adalah 18,57%, pada lubang 0,3 mm butiran yang lewat adalah 13,42%, dan pada lubang 0,15 mm butiran yang lewat adalah 6,82%. Hal ini disebabkan karena pemakaian pasir pantai yang sangat halus.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode grafis karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

Hasil pemeriksaan gradasi pasir pantai dari beberapa lokasi di Pantura (Tegal, Pemalang, Batang, Jepara, dan Rembang) dengan menggunakan metode coba-coba maupun grafis ternyata tidak masuk ke dalam kategori yang disyaratkan dalam SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal, ini berarti campuran pasir pantai dan kerikil Pudak Payung tersebut masih terlalu halus apabila digunakan sebagai bahan agregat campuran untuk beton normal.

Untuk menyelesaikan masalah ini bisa diatasi dengan menggabungkan pasir pantai dan kerikil Pudak Payung tersebut dengan agregat halus lain agar didapatkan campuran agregat yang sesuai dengan standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk campuran beton normal. Pada penelitian kali ini peneliti

menggunakan agregat halus lain yaitu pasir lokal yang diambil dari berbagai macam daerah yang dianggap terdekat dengan lokasi pengambilan pasir pantai.

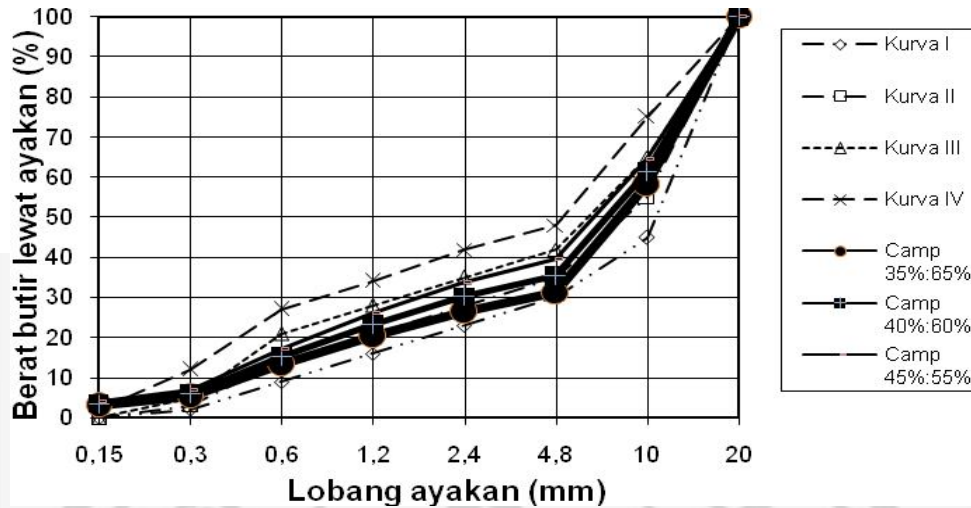
### **C. Hasil Gradasi Campuran Agregat Pasir Lokal dan Kerikil Pudak Payung**

Hasil pemeriksaan gradasi agregat campuran antara pasir lokal (pasir Kaligung, pasir Kaliboyo, pasir Muntilan dan pasir Cepu) dan agregat kasar (kerikil Pudak Payung) dengan menggunakan metode coba-coba dan metode grafis dapat dilihat dari grafik yang berada dibawah ini.

#### **1. Pasir Kaligung dan Kerikil Pudak Payung**

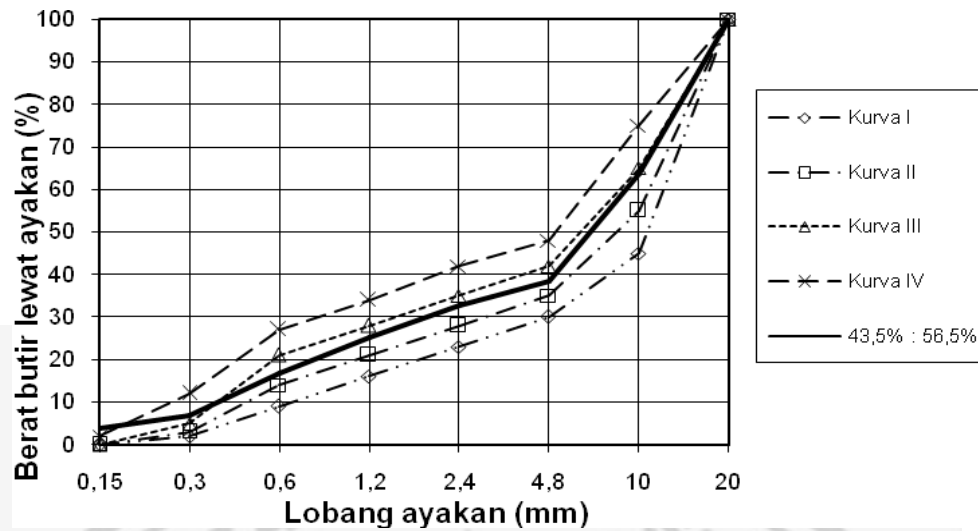
Hasil penggabungan agregat antara pasir Kaligung dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 40%:60% dan 55%:55% dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 43,5%:56,5%. Hasil penggabungan agregat pasir Kaligung dan kerikil Pudak Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.31. dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.32.





Gambar 4.32. Analisis gradasi campuran untuk pasir dari Kaligung dan kerikil dari Puduk Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari gambar 4.32. dan Lampiran 81 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir Kaligung dan Kerikil dari Puduk Payung yang masuk dalam kurva II dan III dari standar yang ditetapkan untuk SK-SNI-T-15-1990-03 beton normal (Gambar 2.6) adalah campuran 40% : 60%. Campuran tersebut masuk ke dalam kurva II, namun pada lubang 0,15 mm kurva berada di luar batas sehingga campuran dengan perbandingan tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran beton normal. Permasalahan ini bisa diatasi dengan memakai campuran tersebut sebagai campuran untuk beton kedap air, karena pada lubang 0,3 mm butiran yang lewat masih dibawah syarat maksimum yaitu 15%.



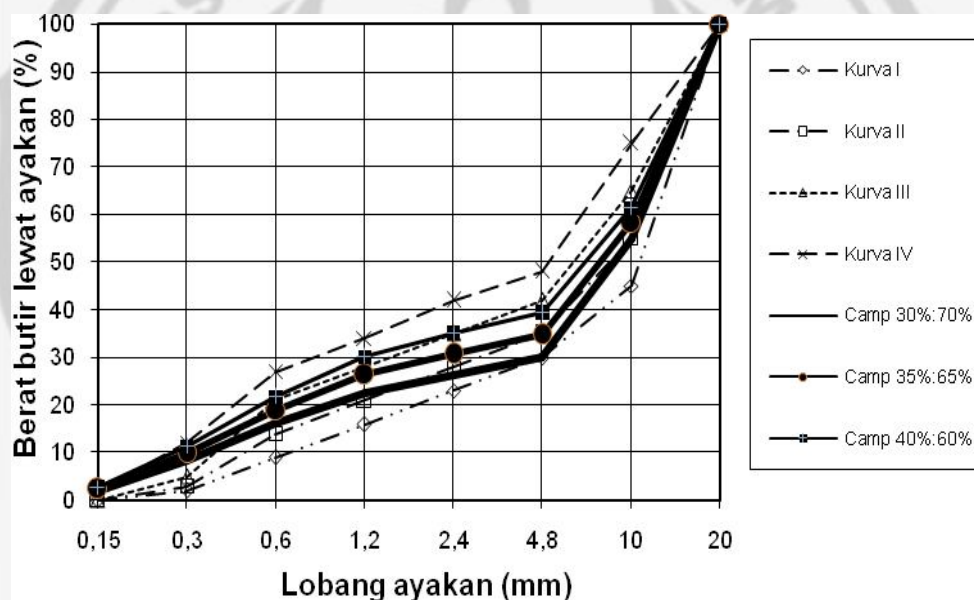
Gambar 4.33. Analisis gradasi campuran untuk pasir dari Kaligung dan kerikil dari Pudak Payung dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari gambar 4.33. dan Lampiran 105 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir Kaligung dan kerikil dari Pudak Payung dengan perbandingan 43,5%:56,5% masuk dalam kurva II dan III dari standar yang ditetapkan SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6), namun pada lubang 0,15 mm kurva berada di luar batas sehingga campuran dengan perbandingan tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran beton normal.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode grafis karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

## 2. Pasir Kaliboyo dan Kerikil Pudak Payung

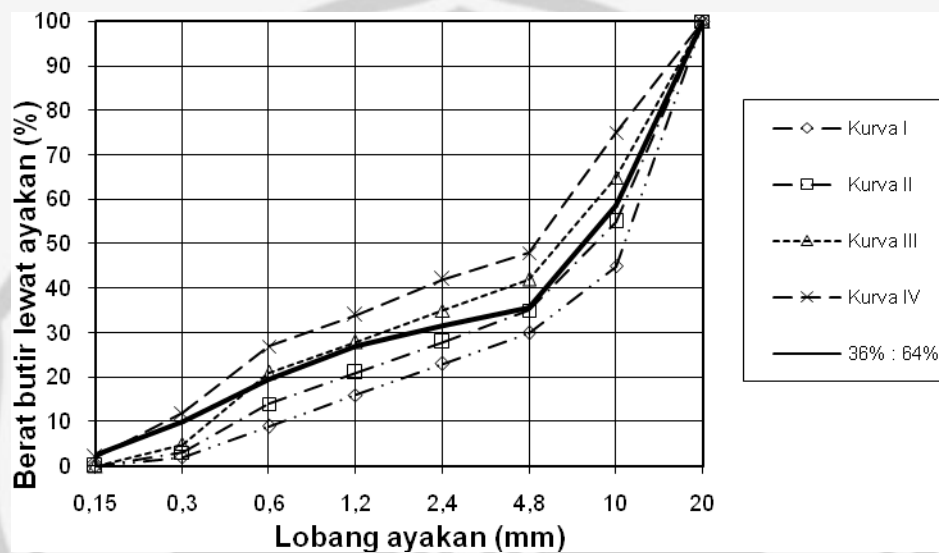
Hasil penggabungan agregat antara pasir Kaliboyo dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 30%:70%, 35%:65% dan 40%:60% dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 36% : 64%,. Hasil penggabungan agregat pasir Kaliboyo dan kerikil Pudak Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.34. dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.35.



Gambar 4.34. Analisa gradasi campuran untuk pasir dari Kaliboyo dan kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.34. dan Lampiran 82 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir Kaliboyo dan kerikil dari Pudak Payung yang masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6) adalah campuran 35% : 65%, campuran tersebut masuk ke dalam kurva II dan

III, namun pada lubang 0,3 mm kurva berada di luar batas sehingga campuran dengan perbandingan tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran beton normal. Permasalahan ini bisa diatasi dengan memakai campuran tersebut sebagai campuran untuk beton kedap air, karena pada lubang 0,3 mm butiran yang lewat masih dibawah syarat maksimum yaitu 15%.



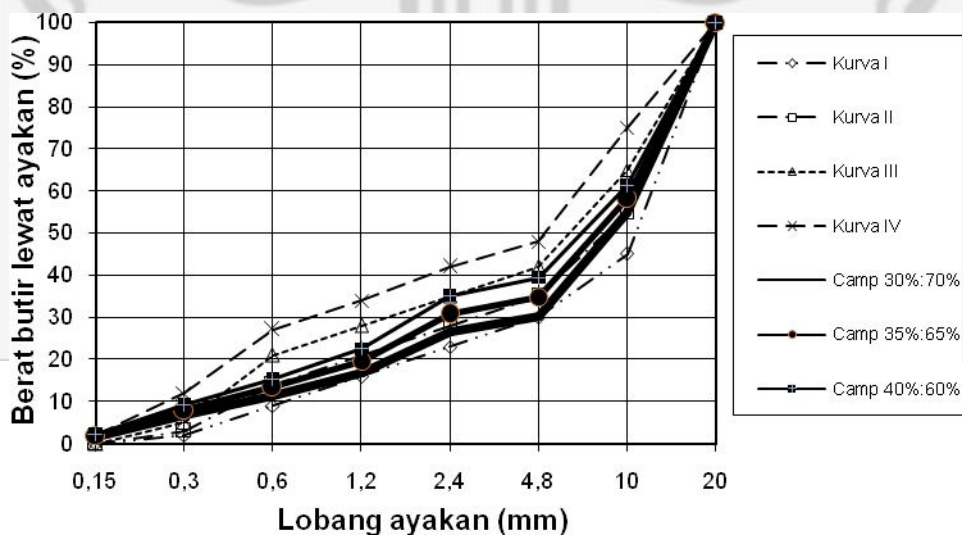
Gambar 4.35. Analisa gradasi campuran untuk pasir dari Kaliboyo dan kerikil dari Pudak Payung dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.35. dan Lampiran 106 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir Kaliboyo dan kerikil dari Pudak Payung yang masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6) adalah campuran 36% : 64%, campuran tersebut masuk ke dalam kurva 2 dan 3, namun pada lubang 0,3 mm kurva berada di luar batas sehingga campuran dengan perbandingan tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran beton normal.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode grafis karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

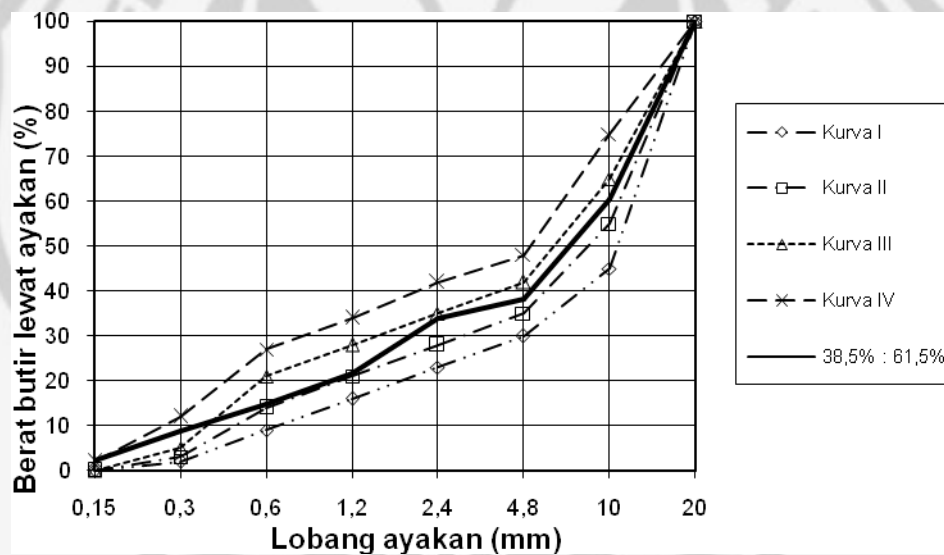
### 3. Pasir Muntilan dan Kerikil Pudak Payung

Hasil penggabungan agregat antara pasir Muntilan dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 30%:70%, 35%:65% dan 40%:60% dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 36% : 64%. Hasil penggabungan agregat pasir Muntilan dan kerikil Pudak Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.36. dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.37.



Gambar 4.36. Analisa gradasi campuran untuk pasir dari Muntilan dan kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.36. dan Lampiran 83 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir Muntilan dan kerikil dari Pudak Payung yang masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6) adalah campuran 35% : 65%, campuran tersebut masuk ke dalam kurva II dan III, namun pada lubang 0,3 mm kurva berada di luar batas sehingga campuran dengan perbandingan tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran beton normal. Permasalahan ini bisa diatasi dengan memakai campuran tersebut sebagai campuran untuk beton kedap air, karena pada lubang 0,3 mm butiran yang lewat masih dibawah syarat maksimum yaitu 15%.



Gambar 4.37. Analisa gradasi campuran untuk pasir dari Muntilan dan kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

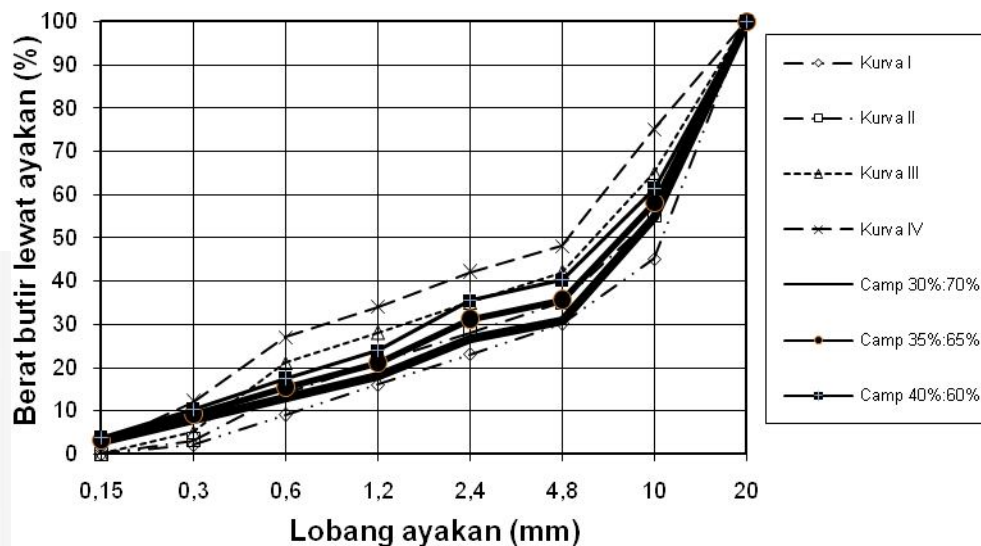
Dari Gambar 4.37. dan Lampiran 107 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir Muntilan dan kerikil dari Pudak Payung yang masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6)

adalah campuran 38,5% : 61,5%, campuran tersebut masuk ke dalam kurva II dan III, namun pada lubang 0,30 mm kurva berada di luar batas sehingga campuran dengan perbandingan tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran beton normal.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode grafis karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

#### 4. Pasir Cepu dan Kerikil Puduk Payung

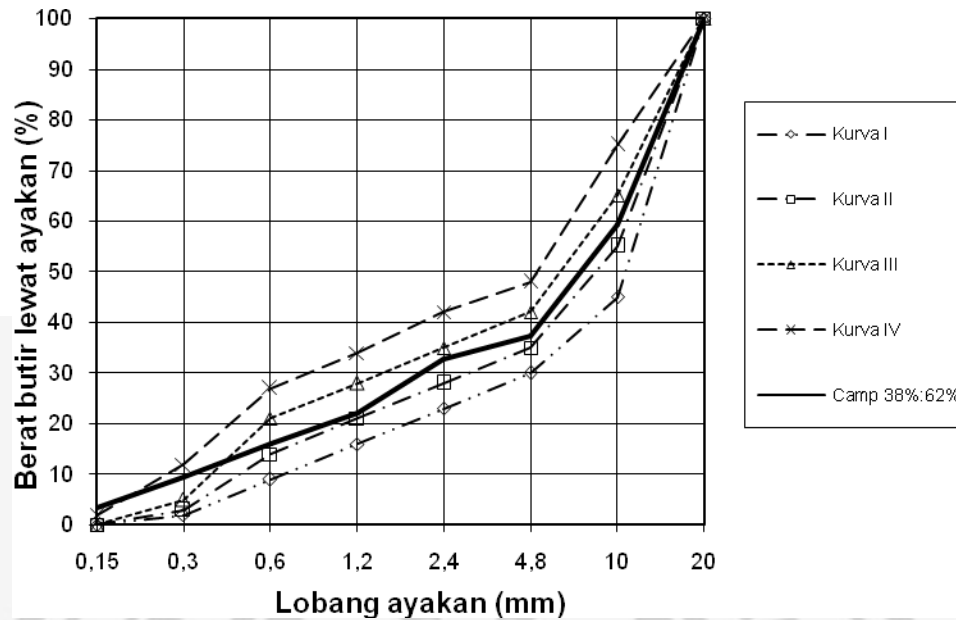
Hasil penggabungan agregat antara pasir Cepu dan kerikil Puduk Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 30%:70%, 35%:65% dan 40%:60% dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 37%:63%. Hasil penggabungan agregat pasir Cepu dan kerikil Puduk Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.38. dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.39.



Gambar 4.38. Analisa gradasi campuran untuk pasir dari Cepu dan kerikil dari Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.38. dan Lampiran 84 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir Cepu dan kerikil dari Pudak Payung yang masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6) adalah campuran 35% : 65%, campuran tersebut masuk ke dalam kurva II dan III, namun pada lubang 0,3 mm kurva berada di luar batas sehingga campuran dengan perbandingan tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran beton normal. Permasalahan ini bisa diatasi dengan memakai campuran tersebut sebagai campuran untuk beton kedap air, karena pada lubang 0,3 mm butiran yang lewat masih dibawah syarat maksimum yaitu 15%.





Gambar 4.39. Analisa gradasi campuran untuk pasir dari Cepu dan kerikil dari Pudak Payung dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.39. dan Lampiran 108 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir Cepu dan kerikil dari Pudak Payung yang masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6) adalah campuran 37% : 63%, campuran tersebut masuk ke dalam kurva II dan III, namun pada lubang 0,3 mm kurva berada di luar batas sehingga campuran dengan perbandingan tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran beton normal.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan

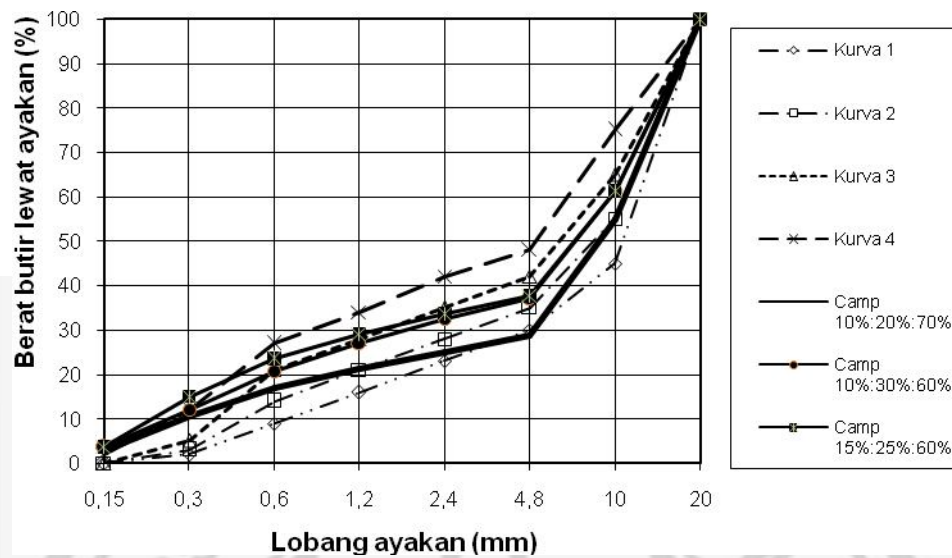
menggunakan metode grafis karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati.

#### **D. Hasil Gradasi Campuran Agregat Pasir Pantai, Pasir Lokal dan Kerikil Pudak Payung**

Hasil gradasi campuran agregat dengan menggunakan metode coba-coba dan metode grafis antara lain meliputi hasil penggabungan antara pasir pantai, pasir lokal dan kerikil Pudak Payung. Pasir yang diambil dari beberapa lokasi di Pantura, sedangkan pasir lokal di ambil dari lokasi yang terdekat dengan pengambilan pasir pantai dan kerikil di ambil dari Pudak Payung. Penggabungan agregat dilakukan agar mendapatkan gradasi agregat yang lebih baik dan masuk ke dalam kurva standar yang telah ditetapkan sebagai campuran agregat normal maupun kedap air.

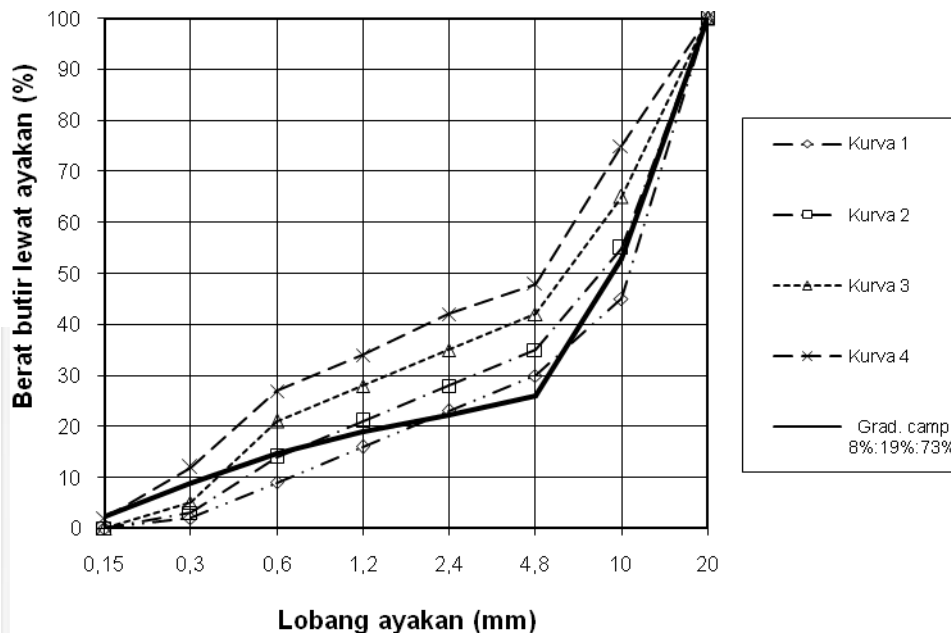
##### **1. Hasil Campuran Agregat Pasir Pantai Tegal, Pasir Lokal Kaligung dan Kerikil Pudak Payung.**

Hasil penggabungan agregat antara agregat pasir pantai Tegal, pasir lokal Kaligung dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 10%:20%:70%, 15%:25%:60%, dan 10%:30%:60% dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 8%:19%:73%. Hasil penggabungan agregat pasir pantai Tegal, pasir lokal Kaligung dan kerikil Pudak Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.40. dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.41.



Gambar 4.40. Analisa gradasi campuran untuk pasir pantai Tegal, pasir lokal Kaligung dan kerikil Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.40. dan Lampiran 85 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Tegal, pasir lokal Kaligung dan kerikil Pudak Payung yang masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6) adalah campuran 10%:30%:60%. Campuran tersebut masuk ke dalam kurva 2 dan 3, namun pada lubang 0,3 mm kurva berada di luar batas sehingga campuran dengan perbandingan tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran beton normal. Permasalahan ini bisa diatasi dengan memakai campuran tersebut sebagai campuran untuk beton kedap air.



Gambar 4.41. Analisa gradasi campuran untuk pasir pantai Tegal, pasir lokal Kaligung dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.41. dan Lampiran 109 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Tegal, pasir lokal Kaligung dan kerikil Pudak Payung pada perbandingan 8%:19%:73%, tidak semuanya masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6). Campuran tersebut masuk ke dalam kurva 1 dan 4, namun pada lubang 4,8 mm kurva berada di luar batas sehingga campuran dengan perbandingan tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran beton normal.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode coba-coba karena didapatkan perbandingan agregat yang

lebih mendekati. Jadi pada perhitungan untuk beton kedap air digunakan perbandingan agregat campuran hasil dari metode coba-coba.

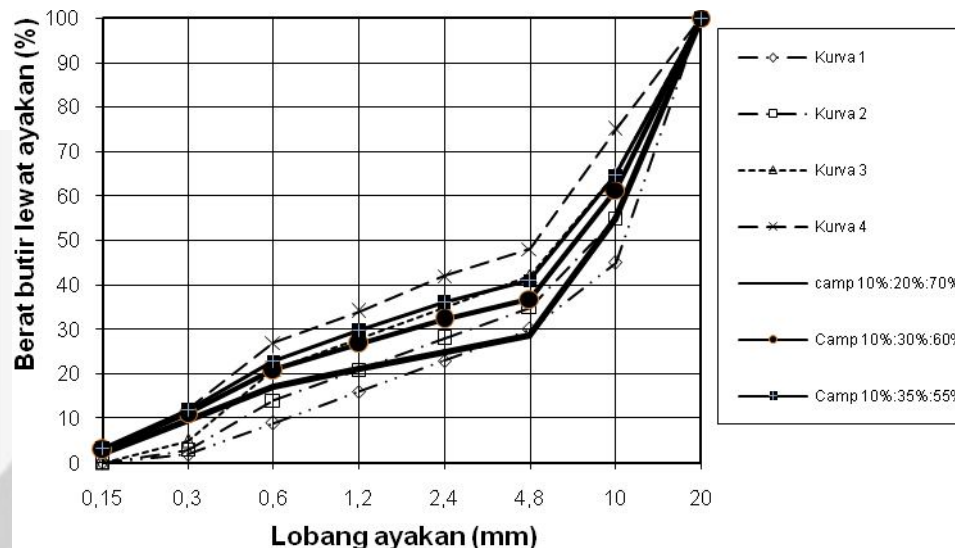
Menurut spesifikasi SK SNI S-36-1991-03 untuk beton kedap air dicantumkan bahwa untuk membuat beton kedap air diusahakan dengan cara menambah butiran pasir halus (pasir yang lebih kecil dari 0,30 mm) sampai sekitar 400-520 kg/m<sup>3</sup> beton dan menambah jumlah semen sampai sekitar 280-380 kg/m<sup>3</sup> beton.

Gradasi agregat campuran agregat kasar dan agregat halus yang diperlihatkan pada Gambar 4.41 menunjukkan bahwa dengan perbandingan berat antara 10% pasir pantai Tegal : 30% pasir Kaligung : 60% kerikil Pudak Payung untuk mencapai beton kedap air menurut SK SNI-03-2914-1992 dengan ukuran butir maksimal agregat kasar 20 mm dibutuhkan berat butir halus minimal 450 kg. Jika menggunakan fas 0,4, maka diperlukan berat semen minimal 206,72 kg dengan asumsi berat beton sebesar 2300 kg (Lampiran 114).

2. Hasil Campuran Agregat Pasir Pantai Pemalang, Pasir Lokal Kaligung dan Kerikil Pudak Payung.

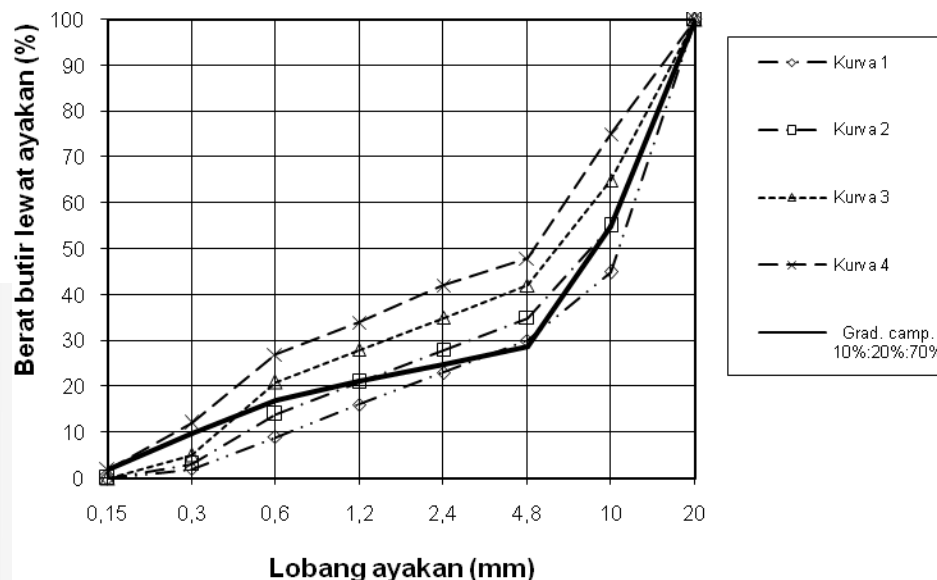
Hasil penggabungan agregat antara agregat pasir pantai Pemalang, pasir lokal Kaligung dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 10%:20%:70%, 10%:30%:60%, dan 10%:35%:55%, dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 10%:20%:70%. Hasil penggabungan agregat pasir pantai Pemalang, pasir lokal Kaligung dan kerikil

Pudak Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.42. dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.43.



Gambar 4.42. Analisis gradasi campuran untuk pasir pantai Pemalang, pasir lokal Kaligung dan kerikil Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.42. dan Lampiran 86 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Pemalang, pasir lokal Kaligung dan kerikil Pudak Payung yang masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6) adalah campuran 10%:30%:60%. Campuran tersebut masuk ke dalam kurva 2 dan 3, namun pada lubang 0,3 mm kurva berada di luar batas sehingga campuran dengan perbandingan tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran beton normal. Permasalahan ini bisa diatasi dengan memakai campuran tersebut sebagai campuran untuk beton kedap air.



Gambar 4.43. Analisa gradasi campuran untuk pasir pantai Pemalang, pasir lokal Kaligung dan kerikil Puduk Payung dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.43. dan Lampiran 110 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Pemalang, pasir lokal Kaligung dan kerikil Puduk Payung pada perbandingan 10%:20%:70%, tidak semuanya masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6). Campuran tersebut masuk ke dalam kurva 1 dan 4, namun pada lubang 4,8 mm, kurva berada di luar batas sehingga campuran dengan perbandingan tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran beton normal.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode coba-coba karena didapatkan perbandingan agregat yang

lebih mendekati. Jadi pada perhitungan untuk beton kedap air digunakan perbandingan agregat campuran hasil dari metode coba-coba.

Menurut spesifikasi SK SNI S-36-1991-03 untuk beton kedap air dicantumkan bahwa untuk membuat beton kedap air diusahakan dengan cara menambah butiran pasir halus (pasir yang lebih kecil dari 0,30 mm) sampai sekitar 400-520 kg/m<sup>3</sup> beton dan menambah jumlah semen sampai sekitar 280-380 kg/m<sup>3</sup> beton.

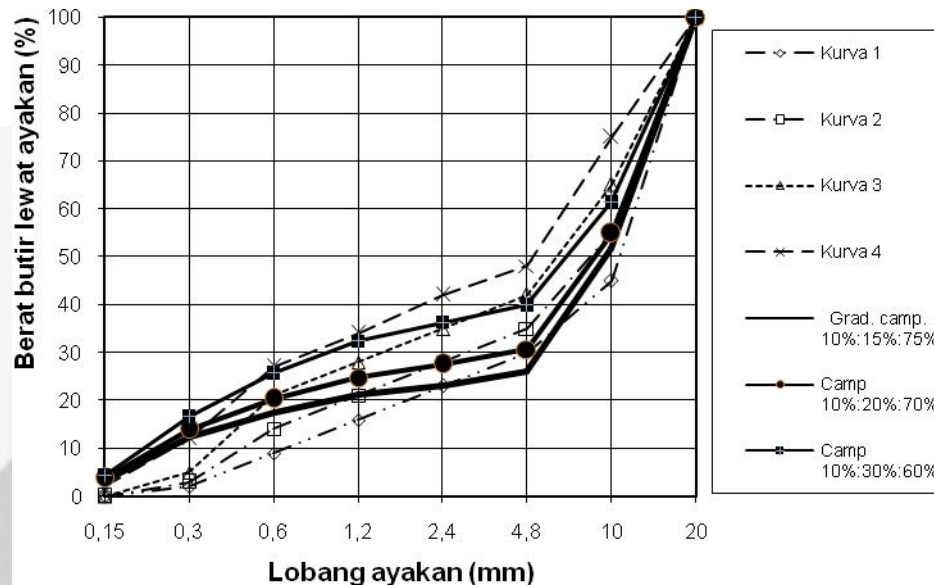
Gradasi agregat campuran agregat kasar dan agregat halus yang diperlihatkan pada Gambar 4.42 menunjukkan bahwa dengan perbandingan berat antara 10% pasir pantai Pemalang : 30% pasir Kaligung : 60% kerikil Puduk Payung untuk mencapai beton kedap air menurut SK SNI-03-2914-1992 dengan ukuran butir maksimal agregat kasar 20 mm dibutuhkan berat butir halus minimal 450 kg. Jika menggunakan fas 0,4, maka diperlukan berat semen minimal 219,67 kg dengan asumsi berat beton sebesar 2300 kg (Lampiran 115).

3. Hasil Campuran Agregat Pasir Pantai Batang, Pasir Lokal Kaliboyo dan Kerikil Puduk Payung.

Hasil penggabungan agregat antara agregat pasir pantai Batang, pasir lokal Kaliboyo dan kerikil Puduk Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 10%:15%:75%, 10%:20%:70%, dan 10%:30%:60% dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 1%:30%:69%. Hasil penggabungan agregat pasir pantai Batang, pasir lokal Kaliboyo dan kerikil

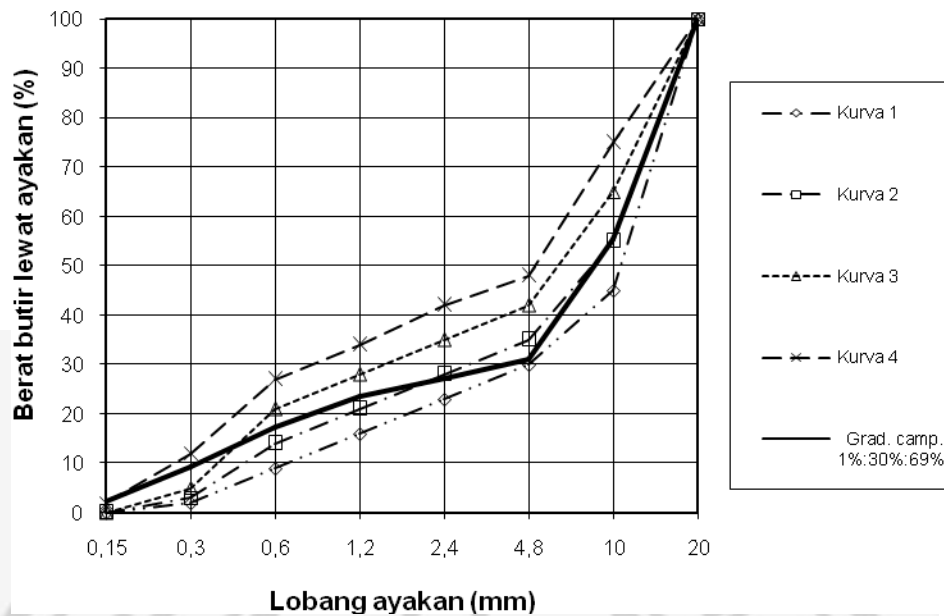


Pudak Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.44. dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.45.



Gambar 4.44. Analisis gradasi campuran untuk pasir pantai Batang, pasir lokal Kaliboyo dan kerikil Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.44. dan Lampiran 87 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Batang, pasir lokal Kaliboyo dan kerikil Pudak Payung yang masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6) adalah campuran 10%:20%:70%. Campuran tersebut masuk ke dalam kurva 1 dan 4, namun pada lubang 0,3 mm kurva berada di luar batas sehingga campuran dengan perbandingan tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran beton normal. Permasalahan ini bisa diatasi dengan memakai campuran tersebut sebagai campuran untuk beton kedap air.



Gambar 4.45. Analisa gradasi campuran untuk pasir pantai Batang, pasir lokal Kaliboyo dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.45. dan Lampiran 111 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Batang, pasir lokal Kaliboyo dan kerikil Pudak Payung pada perbandingan 1%:30%:69%, masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6), campuran tersebut masuk ke dalam kurva 1 dan 4.

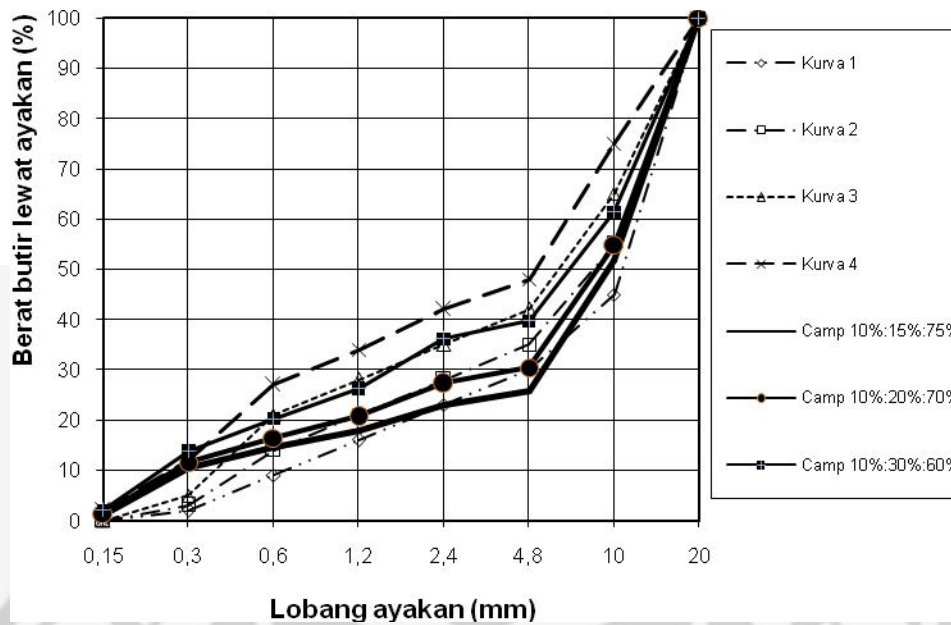
Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode coba-coba, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode coba-coba karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati. Jadi pada perhitungan untuk beton kedap air digunakan perbandingan agregat campuran hasil dari metode coba-coba.

Menurut spesifikasi SK SNI S-36-1991-03 untuk beton kedap air dicantumkan bahwa untuk membuat beton kedap air diusahakan dengan cara menambah butiran pasir halus (pasir yang lebih kecil dari 0,30 mm) sampai sekitar  $400-520 \text{ kg/m}^3$  beton dan menambah jumlah semen sampai sekitar  $280-380 \text{ kg/m}^3$  beton.

Gradasi agregat campuran agregat kasar dan agregat halus yang diperlihatkan pada Gambar 4.43 menunjukkan bahwa dengan perbandingan berat antara 10% pasir pantai Batang : 15% pasir Kaliboyo : 75% kerikil Pudak Payung untuk mencapai beton kedap air menurut SK SNI-03-2914-1992 dengan ukuran butir maksimal agregat kasar 20 mm dibutuhkan berat butir halus minimal 450 kg. Jika menggunakan fas 0,4, maka diperlukan berat semen minimal 202,14 kg dengan asumsi berat beton sebesar 2300 kg. (Lampiran 116).

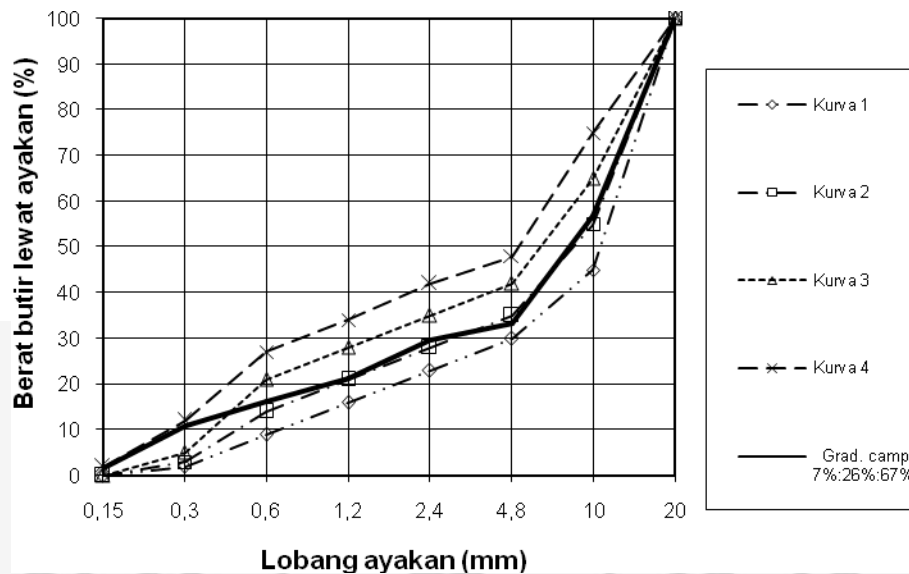
#### 4. Hasil Campuran Agregat Pasir Pantai Jepara, Pasir Lokal Muntilan dan Kerikil Pudak Payung.

Hasil penggabungan agregat antara agregat pasir pantai Jepara, pasir lokal Muntilan dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 10%:15%:75%, 10%:20%:70%, dan 10%:30%:60% dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 7%:26%:67%. Hasil penggabungan agregat pasir pantai Jepara, pasir lokal Muntilan dan kerikil Pudak Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.46. dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.47.



Gambar 4.46. Analisa gradasi campuran untuk pasir pantai Jepara, pasir lokal Muntilan dan kerikil Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.46. dan Lampiran 88 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Jepara, pasir lokal Muntilan dan kerikil Pudak Payung yang masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6) adalah campuran 10%:20%:70%, campuran tersebut masuk ke dalam kurva 1 dan 4, ini menunjukkan bahwa dengan perbandingan tersebut dapat di buat agregat untuk beton normal.



Gambar 4.47. Analisis gradasi campuran untuk pasir pantai Jepara, pasir lokal Muntilan dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari gambar 4.47. dan Lampiran 112 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Jepara, pasir lokal Muntilan dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 7%:26%:67%, masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6), campuran tersebut masuk ke dalam kurva 1 dan 4.

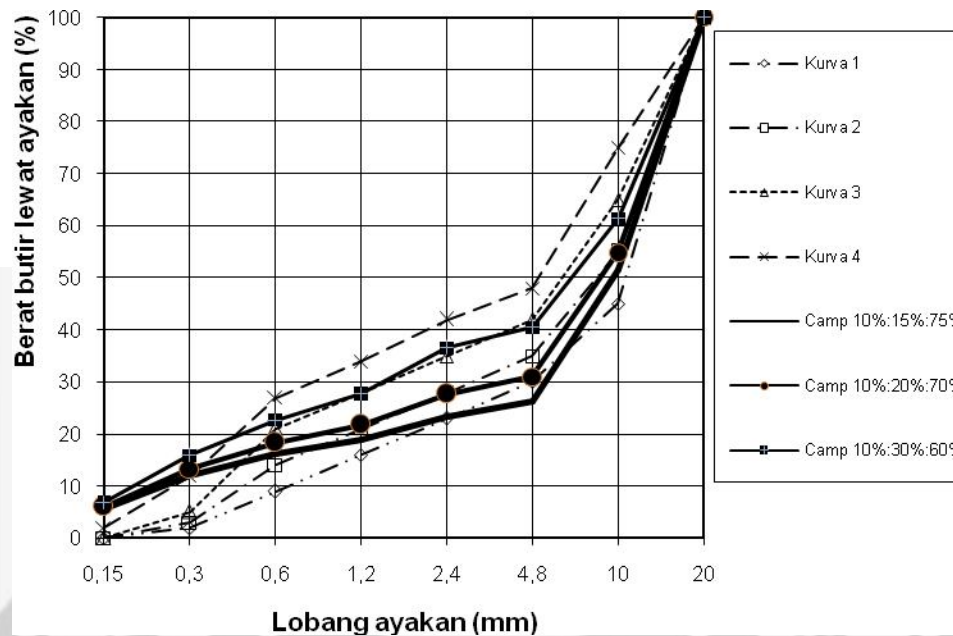
Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode grafis karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati. Jadi pada perhitungan untuk beton kedap air digunakan perbandingan agregat campuran hasil dari metode grafis.

Menurut spesifikasi SK SNI S-36-1991-03 untuk beton kedap air dicantumkan bahwa untuk membuat beton kedap air diusahakan dengan cara menambah butiran pasir halus (pasir yang lebih kecil dari 0,30 mm) sampai sekitar 400-520 kg/m<sup>3</sup> beton dan menambah jumlah semen sampai sekitar 280-380 kg/m<sup>3</sup> beton.

Gradasi agregat campuran agregat kasar dan agregat halus yang diperlihatkan pada Gambar 4.44 menunjukkan bahwa dengan perbandingan berat antara 7% pasir pantai Jepara : 26% pasir Muntilan : 67% kerikil Pudak Payung untuk mencapai beton kedap air menurut SK SNI-03-2914-1992 dengan ukuran butir maksimal agregat kasar 20 mm dibutuhkan berat butir halus minimal 450 kg. Jika menggunakan fas 0,4, maka diperlukan berat semen minimal 235,38 kg dengan asumsi berat beton sebesar 2300 kg (Lampiran 117).

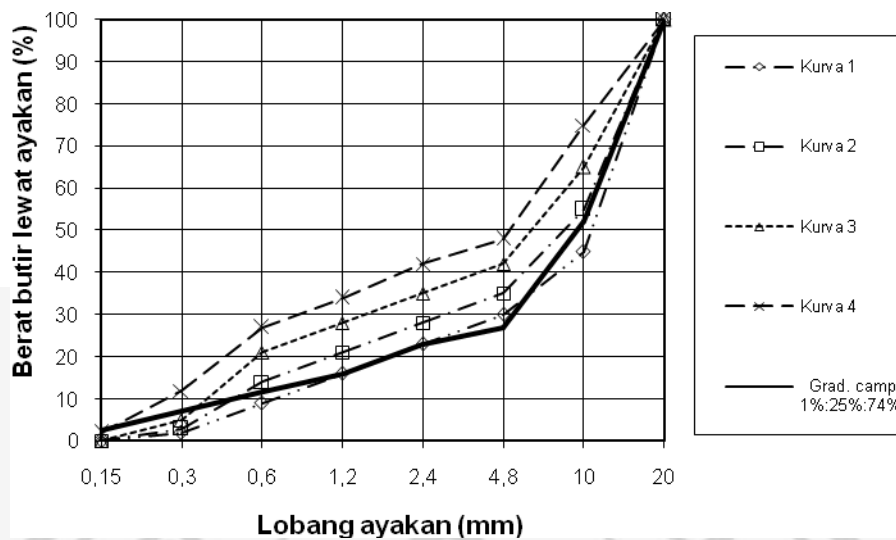
5. Hasil Campuran Agregat Pasir Pantai Rembang, Pasir Cepu dan Kerikil Pudak Payung.

Hasil penggabungan agregat antara agregat pasir pantai Rembang, pasir Cepu dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode coba-coba yaitu 10%:15%:75%, 10%:20%:70%, dan 10%:30%:60% dan dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 1%:25%:74%. Hasil penggabungan agregat pasir pantai Rembang, pasir Cepu dan kerikil Pudak Payung menggunakan metode coba-coba dapat dilihat pada Gambar 4.48. dan menggunakan metode grafis dapat dilihat pada Gambar 4.49.



Gambar 4.48. Analisis gradasi campuran untuk pasir pantai Rembang, pasir Cepu dan kerikil Pudak Payung (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.48. dan Lampiran 89 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Rembang, pasir Cepu dan kerikil Pudak Payung dengan perbandingan tersebut tidak ada yang masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6). Pemakaian pasir dengan diagram gradasi seperti pada Gambar 4.30. Tidak dianjurkan dalam pembuatan beton. Permasalahan ini bisa diatasi dengan cara melakukan perbaikan analisis gradasi dengan cara uji coba berulang-ulang dengan nilai banding yang lebih baik sehingga memenuhi syarat.



Gambar 4.49. Analisa gradasi campuran untuk pasir pantai Rembang, pasir lokal Cepu dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode grafis (SK-SNI-T-15-1990-03).

Dari Gambar 4.49. dan Lampiran 113 tersebut tampak bahwa hasil gradasi campuran pasir pantai Rembang, pasir lokal Cepu dan kerikil Pudak Payung dengan menggunakan metode grafis didapat perbandingan 1%:25%:74%, masuk dalam kurva standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal (Gambar 2.6), campuran tersebut masuk ke dalam kurva 1 dan 4, namun pada lubang 4.8 mm kurva berada diluar batas standar.

Dengan menggunakan 2 metode yaitu metode coba-coba dan metode grafis, hasil perbandingan yang didapat apabila digunakan sebagai pedoman untuk agregat campuran sesuai dengan syarat yang ditentukan adalah dengan menggunakan metode coba-coba karena didapatkan perbandingan agregat yang lebih mendekati. Jadi pada perhitungan untuk beton kedap air digunakan perbandingan agregat campuran hasil dari metode coba-coba.



Menurut spesifikasi SK SNI S-36-1991-03 untuk beton kedap air dicantumkan bahwa untuk membuat beton kedap air diusahakan dengan cara menambah butiran pasir halus (pasir yang lebih kecil dari 0,30 mm) sampai sekitar 400-520 kg/m<sup>3</sup> beton dan menambah jumlah semen sampai sekitar 280-380 kg/m<sup>3</sup> beton.

Gradasi agregat campuran agregat kasar dan agregat halus yang diperlihatkan pada Gambar 4.45 menunjukkan bahwa dengan perbandingan berat antara 10% pasir pantai Rembang : 20% pasir Cepu : 70% kerikil Pudak Payung untuk mencapai beton kedap air menurut SK SNI-03-2914-1992 dengan ukuran butir maksimal agregat kasar 20 mm dibutuhkan berat butir halus minimal 450 kg. Jika menggunakan fas 0,4, maka diperlukan berat semen minimal 176,83 kg dengan asumsi berat beton sebesar 2300 kg (Lampiran 118).

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan dapat peneliti simpulkan sebagai berikut:

##### A. Sifat material bahan.

##### 1. Agregat Halus Pasir Pantai

- a. Jika dilihat dari modulus halus butir, berat jenis dan berat satuan, pasir yang masuk kedalam agregat normal adalah pasir pantai dari Pemalang dan Jepara.
- b. Jika dilihat dari kadar garam, kadar air, kadar lumpur, serapan air dan porositas, semua pasir pantai yang diambil dari Pantura masih dibawah batas maksimal yang diisyaratkan, sehingga aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.

##### 2. Agregat Halus Pasir Lokal

- a. Jika dilihat dari modulus halus butir, semua pasir lokal masuk kedalam agregat normal.
- b. Jika dilihat dari berat jenis dan berat satuan, pasir yang masuk kedalam agregat normal adalah pasir dari Kaligung dan Muntilan.
- c. Jika dilihat dari kadar air, kadar lumpur, serapan air dan porositas, semua pasir lokal masih dibawah batas maksimal yang diisyaratkan,

sehingga aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.

### 3. Agregat Kasar Kerikil Pudak Payung

- a. Jika dilihat dari modulus halus butir, berat jenis, berat satuan, kadar air, kadar lumpur, serapan air dan porositas, semua pasir lokal masih dibawah batas maksimal yang diisyaratkan, sehingga aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.

## B. Karakteristik Bahan

### 1. Gradasi Agregat Halus Pasir Pantai

Karakteristik semua pasir pantai dilihat dari analisa butiran agregat, berdasarkan pemeriksaan gradasi kurva berada diluar batas umum yang ditetapkan dalam SK SN1-T-15-1990-03, ini menunjukkan bahwa butiran terlalu halus jika digunakan sebagai bahan untuk beton normal dan apabila dipakai sebagai bahan beton kedap air hanya pasir pantai dari Pemalang yang masuk kedalam syarat standar yang ditetapkan dalam SK SNI-03-2914-1992.

### 2. Gradasi Agregat Halus Pasir Lokal

Karakteristik pasir lokal dilihat dari analisa butiran agregat, berdasarkan pemeriksaan gradasi semua pasir lokal kecuali pasir Kaligung masuk kedalam zone 2 dari standar yang ditetapkan dalam SK SN1-T-15-1990-03 untuk beton normal, ini berarti Pasir lokal tersebut termasuk agregat agak kasar dan apabila dipakai sebagai bahan beton kedap air semua pasir lokal masuk

kedalam syarat standar yang ditetapkan dalam SK SNI-03-2914-1992, sehingga semua pasir dapat digunakan sebagai bahan beton kedap air.

### 3. Gradasi Agregat Kasar Kerikil Pudak Payung

Karakteristik kerikil Pudak Payung dilihat dari analisis butiran agregat, berdasarkan pemeriksaan gradasi Kerikil Pudak Payung masuk kedalam kategori sebagai agregat kasar dengan butir maksimal 20 mm dan dapat digunakan sebagai bahan beton normal menurut SK SN1-T-15-1990-03 dan kedap air menurut SK SNI-03-2914-1992.

### 4. Gradasi Campuran

Setelah dilakukan analisis agregat dan dilakukan olah data sehingga didapatkan proporsi perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar.

#### a. Gradasi campuran antara pasir pantai dan pasir lokal

Setelah dilakukan analisa agregat dengan menggunakan metode coba-coba dan metode grafis, tidak didapatkan perbandingan agregat campuran pasir pantai dan pasir lokal yang benar-benar masuk ke dalam syarat SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal, karena butiran terlalu halus sehingga kurva berada diluar batas umum, khususnya pada lubang 0,3mm dan 0,15mm.

Untuk beton kedap air semua campuran agregat pasir pantai dan pasir lokal kecuali campuran agregat pasir pantai Rembang dan pasir Cepu dengan menggunakan metode coba-coba didapatkan perbandingan yang masuk kedalam zone 2 (agak kasar) SNI-03-2914-1992. Untuk campuran agregat pasir pantai Tegal dan Kaligung diperoleh

perbandingan 30%:70%, 40%:60% dan 50%:50%, pasir pantai Pemalang dan pasir Kaligung diperoleh perbandingan 30%:70% dan 40%:60%, pasir pantai Batang dan kaliboyo diperoleh perbandingan 25%:75%, 30%:70% dan 40%:60% dan pasir pantai Jepara dan pasir Muntilan diperoleh perbandingan 25%:75%, 30%:70% dan 40%:60%.

b. Gradasi campuran antara Pasir Pantai dan Kerikil Puduk Payung.

Setelah dilakukan analisa agregat dengan menggunakan metode coba-coba dan metode grafis, tidak didapatkan perbandingan agregat campuran pasir pantai dan Kerikil Puduk Payung yang masuk ke dalam empat daerah sesuai syarat SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal, karena butiran terlalu halus. Mengatasi permasalahan tersebut maka pasir lokal dan kerikil Puduk Payung harus ditambah agregat halus lain yaitu Pasir Lokal, agar didapat gradasi yang lebih baik dan dapat masuk diantara kurva 1 dan kurva 4 sesuai dengan standar SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal.

c. Gradasi campuran antara Pasir Lokal dan Kerikil Puduk Payung.

Setelah dilakukan analisa agregat dengan menggunakan metode coba-coba dan metode grafis, ternyata menggunakan metode grafis didapat perbandingan agregat yang lebih mendekati syarat SK-SNI-T-15-1990-03 untuk beton normal. Agregat campuran pasir Kaligung dan kerikil Puduk Payung diperoleh perbandingan 43,5%:56,5%, untuk pasir Kaliboyo dan kerikil Puduk Payung diperoleh perbandingan 36% : 64%,

untuk pasir Muntilan dan kerikil Pudak Payung diperoleh perbandingan 38,5% : 61,5% dan untuk pasir Cepu dan kerikil Pudak Payung diperoleh perbandingan 37% : 63%. Dengan perbandingan tersebut masuk dalam kurva 2 dan kurva 3 dari standar yang ditetapkan SK-SNI-T-15-1990-03, ini menunjukkan bahwa agregat campuran pasir lokal dan kerikil Pudak Payung tersebut termasuk agak kasar.

- d. Gradasi campuran antara Pasir Pantai, Pasir Lokal dan Kerikil Pudak Payung.

Setelah dilakukan analisa agregat dengan menggunakan metode coba-coba dan metode grafis, perbandingan agregat yang lebih mendekati syarat SK-SNI-T-15-1990-03 dengan menggunakan metode coba-coba antara lain campuran agregat pasir pantai Tegal, pasir Kaligung, dan kerikil Pudak Payung yaitu 10%:30%:60% dan pasir pantai Pemalang, pasir Kaligung dan kerikil Pudak Payung yaitu 10%:30%:60%.

Perbandingan agregat yang lebih mendekati syarat SK-SNI-T-15-1990-03 dengan menggunakan metode grafis antara lain campuran agregat pasir pantai Batang, Pasir Kaliboyo, dan kerikil Pudak Payung yaitu 10%:15%:75% dan pasir pantai Jepara, pasir Muntilan dan kerikil Pudak Payung yaitu 7%:26%:67%.

Dengan perbandingan tersebut masuk dalam kurva 2 dan kurva 3 dari standar yang ditetapkan SK-SNI-T-15-1990-03, ini menunjukkan

bahwa agregat campuran pasir pantai, pasir lokal dan kerikil Pudak Payung tersebut termasuk agak kasar. Sedangkan untuk agregat campuran pasir pantai Rembang, pasir Cepu dan kerikil Pudak Payung tidak diperoleh perbandingan agregat campuran yang memenuhi syarat, karena butiran terlalu halus.

#### 5. Gradasi beton kedap air.

Setelah dilakukan analisa agregat campuran untuk beton normal dengan perbandingan yang sudah diperhitungkan dan kurva masih di luar batas umum SK-SNI-T-15-1990-03 khususnya pada lubang 0,3 mm, maka perbandingan tersebut tetap digunakan untuk pembuatan agregat campuran beton kedap air. Untuk menghasilkan beton yang kedap air diusahakan dengan cara (Tjokrodimulyo, 1998 : 59) :

- 1) Menambah butiran pasir halus (pasir yang lebih kecil dari 0,30 mm) sampai sekitar  $400-520 \text{ kg/m}^3$  beton.
- 2) Menambah jumlah semen sampai sekitar  $280-380 \text{ kg/m}^3$  beton. Penambahan butiran kecil pasir dan semen tersebut dimaksudkan untuk mengisi rongga-rongga dalam beton.

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan perhitungan yang akhirnya semua agregat campuran dapat digunakan sebagai beton kedap air dengan cara penambahan butir kecil pasir dan semen. Untuk penambahan butiran kecil pasir dan semen yang diperlukan untuk masing-masing campuran agregat hasilnya beragam tergantung kepada gradasi butiran yang lolos pada lubang 0,3mm. Sehingga untuk mencapai beton kedap air menurut

SK SNI-03-2914-1992 dengan asumsi berat beton sebesar 2300 kg pada campuran beton dengan perbandingan 10% pasir pantai Tegal : 30% pasir Kaligung : 60% kerikil Puduk Payung untuk fas 0,4 maka diperlukan berat semen minimal 206,72 kg. Pada campuran beton dengan perbandingan 10% pasir pantai Pemalang : 30% pasir Kaligung : 60% kerikil Puduk Payung untuk fas 0,4 maka diperlukan berat semen minimal 219,67 kg. Pada campuran beton dengan perbandingan 10% pasir pantai Batang : 15% pasir Kaliboyo : 75% kerikil Puduk Payung untuk fas 0,4 maka diperlukan berat semen minimal 202,14 kg. Pada campuran beton dengan perbandingan 10% pasir pantai Jepara : 20% pasir Muntilan : 70% kerikil Puduk Payung untuk fas 0,4 maka diperlukan berat semen minimal 235,38 kg. Pada campuran beton dengan perbandingan 10% pasir pantai Rembang : 20% pasir Cepu : 70% kerikil Puduk Payung untuk fas 0,4 maka diperlukan berat semen minimal 176,81 kg. Dengan dilakukannya penambahan butiran tersebut maka agregat campuran dengan menggunakan pasir pantai dapat digunakan sebagai bahan beton kedap air.

#### 6. Kadar Garam Pasir Pantai

Berdasarkan penelitian menggunakan metode argentometri, setelah dilakukan pencucian dan perendaman selama 4 x 5 menit diperoleh hasil kadar garam pasir pantai dari Tegal adalah 1,21%, kadar garam pasir pantai dari Pemalang adalah 1,32%, kadar garam pasir pantai dari Batang



adalah 1,19%, kadar garam pasir pantai dari Jepara adalah 1,67%, kadar garam pasir pantai dari Rembang adalah 1,98%.

Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semua pasir pantai tidak aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan beberapa cara antara lain dilakukan perendaman pasir pantai lebih lama dan juga volume dari  $\text{AgNO}_3$  dikurangi sehingga didapatkan prosentase kadar garam yang tidak melebihi batas ketentuan yang telah ditentukan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan maka penulis mengajukan saran sebagai berikut:

- (1) Untuk sifat dan karakteristik agregat, harus dilakukan pengujian yang lebih teliti dan berdasarkan prosedur yang sudah ditetapkan agar diperoleh hasil yang maksimal.
- (2) Untuk gradasi agregat campuran sebaiknya dilakukan perbaikan analisa gradasi dengan cara uji coba berulang-ulang dengan nilai banding yang lebih baik sehingga memenuhi syarat yang ditetapkan SK-SNI-T-15-1990-03 untuk agregat normal dan SNI-03-2914-1992 untuk beton kedap air.
- (3) Dari hasil penelitian ini, memungkinkan diadakannya penelitian lebih lanjut terhadap gradasi agregat campuran, khususnya gradasi Pasir Pantai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Haryanto, Budi. 2005. *Pemanfaatan Agregat Kasar Sungai Berem sebagai Campuran Beton*. UNNES SEMARANG.
- Anonim. 1990. *Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air (SK SNI S-36-1990-03)*. Bandung: Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 1992. *Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air (SK SNI 03-2914-1992)*. Bandung: Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 1989. *Perancangan Campuran Beton Normal. (SK SNI T-15-1990-03)*. Bandung: Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (SK SNI S-04-1989-F)*. Bandung: Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan. Departemen Pekerjaan Umum.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: KMTS FT UGM.
- Suroso, Hery. 2001. *Pemanfaatan Pasir Pantai sebagai Bahan Agregat Halus pada Beton*. Tesis. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Neville, A.M and Brooks, J.J. 1987. *Concrete Technology*. New York. Longman Scientific & Technical Copublished in The US with John Wiley & Sons. Inc.
- Anonim. 1992. *Pelatihan Assisten Teknisi Laboratorium Pengujian Beton*. Padalarang.

Lampiran 1



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Tegal

No	Uraian	Hasil	
		I	II
1	No cawan		
2	Berat sampel jenuh permukaan (SSD) ( A ) gram	500	500
3	Berat sampel kering ( B ) gram	425.8	430.1
4	Berat labu ukur + air ( C ) gram	1620	1620
5	Berat labu ukur + berat (SSD) + Air ( D ) gram	1927.5	1941.4
6	Berat jenis ( bulk) ( B / (C + A) - D)	2.21	2.41
7	Berat jenis (SSD) ( A / (C + A) - D)	2.60	2.80
8	Berat jenis semu ( B/ (C + B - D)	3.60	3.96
9	Penyerapan ( ( A - B)/ B ) x 100%	17.43	16.25
<b>Berat jenis rata-rata</b>		<b>2.31</b>	

Bj Pasir Pantai Tegal tidak termasuk dalam agregat normal (berat jenis normal antara 2,5-2,7), sehingga tidak dapat dipakai dalam beton normal maupun beton kedap air (15-40 Mpa).

Lampiran 2



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Pemalang

No	Uraian	Hasil	
		I	II
1	No cawan		
2	Berat sampel jenuh permukaan (SSD) ( A ) gram	500	500
3	Berat sampel kering ( B ) gram	451.7	462
4	Berat labu ukur + air ( C ) gram	1620	1620
5	Berat labu ukur + berat (SSD) + Air ( D ) gram	1920.1	1949.6
6	Berat jenis ( bulk) ( B / (C + A) - D)	2.26	2.71
7	Berat jenis (SSD) ( A / (C + A) - D)	2.50	2.93
8	Berat jenis semu ( B/ (C + B - D)	2.98	3.49
9	Penyerapan ( ( A - B) / B ) x 100%	10.69	8.23
<b>Berat jenis rata-rata</b>		<b>2.49</b>	

Bj Pasir Pantai Pemalang tidak termasuk dalam agregat normal (berat jenis normal antara 2,5-2,7), sehingga dapat dipakai dalam beton normal maupun beton kedap air (15-40 Mpa).

Lampiran 3



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Batang

No	Uraian	Hasil	
		I	II
1	No cawan		
2	Berat sampel jenuh permukaan (SSD) ( A ) gram	500	500
3	Berat sampel kering ( B ) gram	440.2	420.6
4	Berat labu ukur + air ( C ) gram	1620	1620
5	Berat labu ukur + berat (SSD) + Air ( D ) gram	1955.6	1870.5
6	Berat jenis ( bulk) ( B / (C + A) - D)	2.68	1.69
7	Berat jenis (SSD) ( A / (C + A) - D)	3.04	2.00
8	Berat jenis semu ( B/ (C + B - D)	4.21	2.47
9	Penyerapan ( ( A - B)/ B ) x 100%	13.58	18.88
<b>Berat jenis rata-rata</b>		<b>2.18</b>	

Bj Pasir Pantai Batang tidak termasuk dalam agregat normal (berat jenis normal antara 2,5-2,7), sehingga tidak dapat dipakai dalam beton normal maupun beton kedap air (15-40 Mpa)

Lampiran 4



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Jepara

No	Uraian	Hasil	
		I	II
1	No cawan		
2	Berat sampel jenuh permukaan (SSD) ( A ) gram	500	500
3	Berat sampel kering ( B ) gram	431.2	448.6
4	Berat labu ukur + air ( C ) gram	1620	1620
5	Berat labu ukur + berat (SSD) + Air ( D ) gram	1930.5	1951.4
6	Berat jenis ( bulk) ( B / (C + A) - D)	2.28	2.66
7	Berat jenis (SSD) ( A / (C + A) - D)	2.64	2.97
8	Berat jenis semu ( B/ (C + B - D)	3.57	3.83
9	Penyerapan ( ( A - B)/ B ) x 100%	15.96	11.46
<b>Berat jenis rata-rata</b>		<b>2.47</b>	

Bj Pasir Pantai Jepara termasuk dalam agregat normal (berat jenis normal antara 2,5-2,7), sehingga dapat dipakai dalam beton normal maupun beton kedap air (15-40 Mpa)

Lampiran 5



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Rembang

No	Uraian	Hasil	
		I	II
1	No cawan		
2	Berat sampel jenuh permukaan (SSD) ( A ) gram	500	500
3	Berat sampel kering ( B ) gram	455	430
4	Berat labu ukur + air ( C ) gram	1620	1620
5	Berat labu ukur + berat (SSD) + Air ( D ) gram	1930	1896
6	Berat jenis ( bulk) ( B / (C + A) - D)	2.39	1.92
7	Berat jenis (SSD) ( A / (C + A) - D)	2.63	2.23
8	Berat jenis semu ( B/ (C + B - D)	3.14	2.79
9	Penyerapan ( ( A - B)/ B ) x 100%	9.89	16.28
<b>Berat jenis rata-rata</b>		<b>2.16</b>	

Bj Pasir Pantai Rembang tidak termasuk dalam agregat normal (berat jenis normal antara 2,5-2,7), sehingga tidak dapat dipakai dalam beton normal maupun beton kedap air (15-40 Mpa).

Lampiran 6



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Kali Gung

No	Uraian	Hasil	
		I	II
1	No cawan		
2	Berat sampel jenuh permukaan (SSD) ( A ) gram	500	500
3	Berat sampel kering ( B ) gram	471	450.5
4	Berat labu ukur + air ( C ) gram	1617	1617
5	Berat labu ukur + berat (SSD) + Air ( D ) gram	1938	1917.5
6	Berat jenis ( bulk ) ( B / ( C + A ) - D )	2.66	2.28
7	Berat jenis (SSD) ( A / ( C + A ) - D )	2.82	2.53
8	Berat jenis semu ( B / ( C + B - D )	3.18	3.04
9	Penyerapan ( ( A - B ) / B ) x 100%	6.16	10.99
<b>Berat jenis rata-rata</b>		<b>2.47</b>	

Bj Pasir Kali Gung termasuk dalam agregat normal (berat jenis normal antara 2,5-2,7), sehingga dapat dipakai dalam beton normal maupun beton kedap air (15-40 Mpa).



Lampiran 7



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Kaliboyo

No	Uraian	Hasil	
		I	II
1	No cawan		
2	Berat sampel jenuh permukaan (SSD) ( A ) gram	500	500
3	Berat sampel kering ( B ) gram	459.5	461.8
4	Berat labu ukur + air ( C ) gram	1617	1617
5	Berat labu ukur + berat (SSD) + Air ( D ) gram	1896.6	1923
6	Berat jenis ( bulk ) ( B / ( C + A ) - D )	2.06	2.34
7	Berat jenis (SSD) ( A / ( C + A ) - D )	2.24	2.54
8	Berat jenis semu ( B / ( C + B - D )	2.51	2.91
9	Penyerapan ( ( A - B ) / B ) x 100%	8.81	8.27
<b>Berat jenis rata-rata</b>		<b>2.20</b>	

Bj Pasir Kaliboyo tidak termasuk dalam agregat normal (berat jenis normal antara 2,5-2,7), sehingga tidak dapat dipakai dalam beton normal maupun beton kedap air (15-40 Mpa).

Lampiran 8



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Muntilan

No	Uraian	Hasil	
		I	II
1	No cawan		
2	Berat sampel jenuh permukaan (SSD) ( A ) gram	500	500
3	Berat sampel kering ( B ) gram	483.5	455
4	Berat labu ukur + air ( C ) gram	1617	1617
5	Berat labu ukur + berat (SSD) + Air ( D ) gram	1938	1925
6	Berat jenis ( bulk ) ( B / ( C + A ) - D )	2.73	2.39
7	Berat jenis (SSD) ( A / ( C + A ) - D )	2.82	2.63
8	Berat jenis semu ( B / ( C + B - D )	3.01	3.14
9	Penyerapan ( ( A - B ) / B ) x 100%	3.41	9.89
<b>Berat jenis rata-rata</b>		<b>2.56</b>	

Bj Pasir Muntilan termasuk dalam agregat normal (berat jenis normal antara 2,5-2,7), sehingga dapat dipakai dalam beton normal maupun beton kedap air (15-40 Mpa).

Lampiran 9



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Cepu

No	Uraian	Hasil	
		I	II
1	No cawan		
2	Berat sampel jenuh permukaan (SSD) ( A ) gram	500	500
3	Berat sampel kering ( B ) gram	474	459
4	Berat labu ukur + air ( C ) gram	1617	1617
5	Berat labu ukur + berat (SSD) + Air ( D ) gram	1958	1870
6	Berat jenis ( bulk) ( B / (C + A) - D)	2.93	1.84
7	Berat jenis (SSD) ( A / (C + A) - D)	3.09	2.00
8	Berat jenis semu ( B/ (C + B - D)	3.49	2.20
9	Penyerapan ( ( A - B)/ B ) x 100%	5.49	8.93
<b>Berat jenis rata-rata</b>		<b>2.38</b>	

Bj Pasir Cepu tidak termasuk dalam agregat normal (berat jenis normal antara 2,5-2,7), sehingga tidak dapat dipakai dalam beton normal maupun beton kedap air (15-40 Mpa).



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Kerikil  
Asal : Puduk Payung

No	Uraian	Hasil
1	Berat sampel jenuh kering permukaan (SSD) (A) gram	2000
2	Berat sampel dalam air ( B ) gram	1254
3	Berat sampel kering ( C ) gram	1934
4	Berat spesifik grafiti ( C / (A -B)) gram	2,59
5	Berat spesifik grafiti (SSD) ( A / (A -B))	2,68
6	Apparent spesifik grafiti (C/(C-B))	2,84
7	Absorbtion ( ( A - C)/ C ) x 100%	3,41

Bj Kerikil Puduk Payung termasuk dalam agregat normal (berat jenis normal antara 2,5-2,7), sehingga dapat dipakai dalam beton normal maupun beton kedap air (15-40 Mpa).

Lampiran 11



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Tegal

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	740	700	720
2	Berat container + agregat (B) gram	1300	1280	1290
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	560	580	570
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.12	1.16	1.14
6	Berat isi rata-rata agregat	1.14		

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	740	700	720
2	Berat container + agregat (B) gram	1440	1420	1430
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	700	720	710
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.4	1.44	1.42
6	Berat isi rata-rata agregat	1.42		

Berat satuan Pasir Pantai dari Tegal tidak termasuk kedalam agregat normal, berat satuan agregat normal antara 1,5 sampai 1,8 (Tjokrodimuljo, 2007:22).

Lampiran 12



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Pemalang

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	740	720	730
2	Berat container + agregat (B) gram	1290	1265	1277.5
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	550	545	547.5
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.1	1.09	1.095
6	Berat isi rata-rata agregat	1.095		

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	740	720	730
2	Berat container + agregat (B) gram	1480	1445	1462.5
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	740	725	732.5
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.48	1.45	1.465
6	Berat isi rata-rata agregat	1.465		

Berat satuan Pasir Pantai dari Pemalang termasuk kedalam agregat normal, berat satuan agregat normal antara 1,5 sampai 1,8 (Tjokrodinuljo, 2007:22).

Lampiran 13



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Batang

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	740	700	720
2	Berat container + agregat (B) gram	1210	1300	1255
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	470	600	535
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	0.94	1.2	1.07
6	Berat isi rata-rata agregat	0.935		

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	740	700	720
2	Berat container + agregat (B) gram	1365	1435	1400
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	625	735	680
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.25	1.47	1.36
6	Berat isi rata-rata agregat	1.36		

Berat satuan Pasir Pantai dari Batang tidak termasuk kedalam agregat normal, berat satuan agregat normal antara 1,5 sampai 1,8 (Tjokrodinuljo, 2007:22).

Lampiran 14



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Jepara

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	700	490	595
2	Berat container + agregat (B) gram	1320	1115	1217.5
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	620	625	622.5
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.24	1.25	1.245
6	Berat isi rata-rata agregat	1.245		

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	700	490	595
2	Berat container + agregat (B) gram	1455	1260	1357.5
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	755	770	762.5
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.51	1.54	1.525
6	Berat isi rata-rata agregat	1.525		

Berat satuan Pasir Pantai dari Jepara termasuk kedalam agregat normal, berat satuan agregat normal antara 1,5 sampai 1,8 (Tjokrodimuljo, 2007:22).



Lampiran 15



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Rembang

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	740	700	720
2	Berat container + agregat (B) gram	1130	1350	1240
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	390	650	520
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	0.78	1.3	1.04
6	Berat isi rata-rata agregat	1.04		

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	740	700	720
2	Berat container + agregat (B) gram	1275	1300	1287.5
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	535	600	567.5
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.07	1.2	1.135
6	Berat isi rata-rata agregat	1.135		

Berat satuan Pasir Pantai dari Rembang tidak termasuk kedalam agregat normal, berat satuan agregat normal antara 1,5 sampai 1,8 (Tjokrodinuljo, 2007:22).

Lampiran 16



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Kali Gung

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	700	700	700
2	Berat container + agregat (B) gram	1172	1367	1240
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	472	667	569.5
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	0.944	1.334	1.139
6	Berat isi rata-rata agregat	1.139		

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	700	700	700
2	Berat container + agregat (B) gram	1459	1510	1484.5
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	759	810	784.5
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.518	1.62	1.569
6	Berat isi rata-rata agregat	1.569		

Berat satuan Pasir dari Kali Gung termasuk kedalam agregat normal, karena memiliki berat satuan antara 1,5 sampai 1,8 (Tjokrodinuljo, 2007:22).



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Kaliboyo

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	400.00	400.00	400.00
2	Berat container + agregat (B) gram	1021.00	1083.80	1052.40
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	621.00	683.80	652.40
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500.00	500.00	500.00
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.24	1.37	1.30
6	Berat isi rata-rata agregat	1.30		

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	400.00	400.00	400.00
2	Berat container + agregat (B) gram	1220.50	1189.60	1205.05
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	820.50	789.60	805.05
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500.00	500.00	500.00
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.64	1.58	1.61
6	Berat isi rata-rata agregat	1.61		

Berat satuan Pasir dari Kaliboyo termasuk kedalam agregat normal, karena memiliki berat satuan antara 1,5 sampai 1,8 (Tjokrodinuljo, 2007:22).

Lampiran 18



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Muntilan

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	400	400	400
2	Berat container + agregat (B) gram	999.7	1003	1001.35
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	599.7	603	601.35
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.1994	1.206	1.2027
6	Berat isi rata-rata agregat	1.2027		

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	400	400	400
2	Berat container + agregat (B) gram	1221.3	1245.9	1233.6
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	821.3	845.9	833.6
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.6426	1.6918	1.6672
6	Berat isi rata-rata agregat	1.6672		

Berat satuan Pasir dari Muntilan termasuk kedalam agregat normal, karena memiliki berat satuan antara 1,5 sampai 1,8 (Tjokrodinuljo, 2007:22).



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Cepu

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	400	400	400
2	Berat container + agregat (B) gram	960.5	988.2	974.35
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	470	661.2	565.6
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	0.94	1.3224	1.1312
6	Berat isi rata-rata agregat	1.1312		

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat container (A) gram	400	400	400
2	Berat container + agregat (B) gram	1116.4	1216.6	1166.5
3	Berat agregat (C)=(B)(A)gram	716.4	816.6	766.5
4	Volume container (D) cm <sup>2</sup>	500	500	500
5	Berat isi agregat (C)/(D)gram/cm <sup>2</sup>	1.4328	1.6332	1.533
6	Berat isi rata-rata agregat	1.533		

Berat satuan Pasir dari Cepu termasuk kedalam agregat normal, karena memiliki berat satuan antara 1,5 sampai 1,8 (Tjokrodimuljo, 2007:22).



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Kerikil  
Asal : Puduk Payung

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	Hasil
1	Berat container (A) gram	610
2	Berat container + agregat (B) gram	1375
3	Berat agregat (C)=(B)-(A) gram	765
4	Volume container (D) cm <sup>3</sup>	500
5	Berat isi agregat (C)/(D) gram/cm <sup>3</sup>	1.53

**Berat Isi Lepas**

No	Pemeriksaan	Hasil
1	Berat container (A) gram	610
2	Berat container + agregat (B) gram	1395
3	Berat agregat (C)=(B)-(A) gram	785
4	Volume container (D) cm <sup>3</sup>	500
5	Berat isi agregat (C)/(D) gram/cm <sup>3</sup>	1.57

Berat satuan Kerikil puduk Payung termasuk kedalam agregat normal, karena memiliki berat satuan antara 1,5 sampai 1,8 (Tjokrodinuljo, 2007:22).

Lampiran 21



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Tegal

No	Pemeriksaan	I		II		Rata-rata	
		1	2	1	2	1	2
1	Nomor cawan						
2	Berat cawan (A)gr	13	13.8	13.2	12.5	13.1	13.15
3	Berat cawan dan contoh basah (B)gr	113	129	120	129	116.5	129
4	Berat cawan+contoh kering (C)gr	96	108.7	100.5	105.5	98.25	107.1
5	Berat air $D = B - C$ (D)gr	15.5	17.5	15	19	15.25	18.25
6	Berat contoh kering $E = C - A$ (E)gr	83	94.9	87.3	93	85.15	93.95
7	Kadar air $(W) = D / E \times 100\%$ (%)	18.67	18.44	17.18	20.43	17.93	19.44
8	Rata-rata kadar air			18.68			



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Pemasang

No	Pemeriksaan	I		II		Rata-rata	
		1	2	1	2	1	2
1	Nomor cawan	1	2	1	2	1	2
2	Berat cawan (A)gr	12.6	13.1	13.2	13	12.9	13.05
3	Berat cawan dan contoh basah (B)gr	102	118	110	104	106	111
4	Berat cawan+contoh kering (C)gr	87	101	93	91	88	96
5	Berat air $D = B - C$ (D)gr	14	15	14.2	13	14.1	14
6	Berat contoh kering $E = C - A$ (E)gr	74.4	87.9	79.8	78	77.1	82.95
7	Kadar air $(W) = D / E \times 100\%$ (%)	18.82	17.06	17.79	16.67	18.31	16.87
8	Rata-rata kadar air	17.59					





**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Batang

No	Pemeriksaan	I		II		Rata-rata		
		1	2	1	2	1	2	
1	Nomor cawan							
2	Berat cawan (A) gr	13.2	12.6	12.5	13.1	12.85	12.85	
3	Berat cawan dan contoh basah (B) gr	128.5	120.7	118	119.5	123.3	120.1	
4	Berat cawan+contoh kering (C) gr	111.5	97	95	97	103.3	97	
5	Berat air $D = B - C$ (D) gr	16	17.7	20.2	14.5	18.1	16.1	
6	Berat contoh kering $E = C - A$ (E) gr	98.3	84.4	82.5	83.9	90.4	84.15	
7	Kadar air $(W) = D / E \times 100\%$ (%)	16.28	20.97	24.48	17.28	20.38	19.13	
8	Rata-rata kadar air	19.75						



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Jepara

No	Pemeriksaan	I		II		Rata-rata		
		1	2	1	2	1	2	
1	Nomor cawan							
2	Berat cawan (A)gr	13.5	14	13	13.2	13.25	13.6	
3	Berat cawan dan contoh basah (B)gr	114	128	100	109	107	118.5	
4	Berat cawan+contoh kering (C)gr	99	108	90	101	94.5	104.5	
5	Berat air $D = B - C$ (D)gr	13.1	17.4	11.5	13	12.3	15.2	
6	Berat contoh kering $E = C - A$ (E)gr	85.5	94	77	87.8	81.25	90.9	
7	Kadar air $(W) = D / E \times 100\%$ (%)	15.32	18.51	14.93	14.81	15.13	16.66	
8	Rata-rata kadar air	15.89						

Lampiran 25



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Rembang

No	Pemeriksaan	I		II		Rata-rata	
		1	2	1	2	1	2
1	Nomor cawan						
2	Berat cawan (A)gr	13	12.7	12.7	13	12.85	12.85
3	Berat cawan dan contoh basah (B)gr	128.5	127.7	129	122	128.8	124.9
4	Berat cawan+contoh kering (C)gr	103.5	102.5	101.5	99	102.5	100.8
5	Berat air $D = B - C$ (D)gr	18.6	21.2	21	18.5	19.8	19.85
6	Berat contoh kering $E = C - A$ (E)gr	90.5	89.8	88.8	86	89.65	87.9
7	Kadar air $(W) = D / E \times 100\%$ (%)	20.55	23.61	23.65	21.51	22.10	22.56
8	Rata-rata kadar air				22.33		



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Kali Gung

No	Pemeriksaan	I		II		Rata-rata		
		1	2	1	2	1	2	
1	Nomor cawan	1	2	1	2	1	2	
2	Berat cawan (A)gr	13.5	13	13.2	13.8	13.25	13.5	
3	Berat cawan dan contoh basah (B)gr	127.4	119	120.4	128.5	123.2	124.5	
4	Berat cawan+contoh kering (C)gr	104	107.2	108.1	112	105.6	110.1	
5	Berat air $D = B - C$ (D)gr	23.4	11.8	12.3	16.5	17.6	14.4	
6	Berat contoh kering $E = C - A$ (E)gr	90.5	94.2	94.9	98.2	92.35	96.55	
7	Kadar air $(W) = D / E \times 100\%$ (%)	25.86	12.53	12.96	16.80	19.19	14.88	
8	Rata-rata kadar air	17.04						



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Kaliboyo

No	Pemeriksaan	I		II		Rata-rata		
		1	2	1	2	1	2	
1	Nomor cawan							
2	Berat cawan (A)gr	13	12.1	12.8	13	12.55	12.9	
3	Berat cawan dan contoh basah (B)gr	127.6	123.6	125.7	130.9	125.6	128.3	
4	Berat cawan+contoh kering (C)gr	111	100.7	103.4	119.1	105.9	111.3	
5	Berat air $D = B - C$ (D)gr	16.6	22.9	22.3	11.8	19.75	17.05	
6	Berat contoh kering $E = C - A$ (E)gr	98	88.6	90.6	106.1	93.3	98.35	
7	Kadar air $(W) = D / E \times 100\%$ (%)	16.94	25.85	24.61	11.12	21.39	17.87	
8	Rata-rata kadar air	19.63						



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Muntilan

No	Pemeriksaan	I		II		Rata-rata		
		1	2	1	2	1	2	
1	Nomor cawan							
2	Berat cawan (A)gr	12.7	13.1	12.8	13	12.9	12.9	
3	Berat cawan dan contoh basah (B)gr	123.5	128	126.4	128	125.8	127.2	
4	Berat cawan+contoh kering (C)gr	102.1	119.2	106.2	107.4	110.7	106.8	
5	Berat air $D = B - C$ (D)gr	21.4	8.8	20.2	20.6	15.1	20.4	
6	Berat contoh kering $E = C - A$ (E)gr	89.4	106.1	93.4	94.4	97.75	93.9	
7	Kadar air $(W) = D / E \times 100\%$ (%)	23.94	8.29	21.63	21.82	16.12	21.72	
8	Rata-rata kadar air	18.92						



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Cepu

No	Pemeriksaan	I		II		Rata-rata		
		1	2	1	2	1	2	
1	Nomor cawan							
2	Berat cawan (A)gr	13.2	13.8	13	12.9	13.5	12.9	
3	Berat cawan dan contoh basah (B) gr	125.2	127.8	113.5	112.5	126.5	112.9	
4	Berat cawan+contoh kering (C)gr	105.6	107	103.7	102.2	106.3	102.9	
5	Berat air $D = B - C$ (D)gr	19.6	20.8	9.8	10.25	20.2	10.0	
6	Berat contoh kering $E = C - A$ (E)gr	92.4	93.2	90.7	89.3	92.8	90	
7	Kadar air $(W) = D / E \times 100\%$ (%)	21.21	22.32	10.80	11.48	21.7	11.2	
8	Rata-rata kadar air	16.45						



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Kerikil  
Asal : Puduk Payung

No	Pemeriksaan	Hasil
1	Nomor cawan	1
2	Berat cawan (A) gr	13
3	Berat cawan dan contoh basah (B) gr	130
4	Berat cawan+contoh kering (C) gr	122
5	Berat air $D = B - C$ (D) gr	8
6	Berat contoh kering $E = C - A$ (E) gr	109
7	Kadar air $(W) = D / E \times 100\%$ (%)	7.34
8	Rata-rata kadar air	18.68





**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Tegal

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat agregat kering (semula) + cawan gram	527	536	531.5
2	Berat agregat kering (akhir) + cawan gram	515	525	520
3	Berat cawan gram	38.5	30	34.25
4	Berat agregat kering (semula) (A) gram	488.5	506	497.25
5	Berat agregat kering (akhir) (B) gram	476.5	495	485.75
6	Kadar lumpur $\{(AB)/A\} \times 100\%$	2.46	2.17	2.32
7	Kadar lumpur rata-rata	2.32		

Kadar lumpur Pasir Pantai dari Tegal masih di bawah batas kandungan lumpur maksimal yang disyaratkan dalam standar SK SNI S-04-1989-F yaitu sebesar 5%, ini menunjukkan bahwa semua pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Pemalang

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat agregat kering (semula) + cawan gram	521.6	518	519.8
2	Berat agregat kering (akhir) + cawan gram	503	506	504.5
3	Berat cawan gram	30	27	28.5
4	Berat agregat kering (semula) (A) gram	491.6	491	491.3
5	Berat agregat kering (akhir) (B) gram	473	479	476
6	Kadar lumpur $\{(AB)/A\} \times 100\%$	3.78	2.44	3.11
7	Kadar lumpur rata-rata	3.11		

Kadar lumpur Pasir Pantai dari Pemalang masih di bawah batas kandungan lumpur maksimal yang disyaratkan dalam standar SK SNI S-04-1989-F yaitu sebesar 5%, ini menunjukkan bahwa semua pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Batang

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat agregat kering (semula) + cawan gram	503	499	501
2	Berat agregat kering (akhir) + cawan gram	492	484	488
3	Berat cawan gram	27	30	28.5
4	Berat agregat kering (semula) (A) gram	476	469	472.5
5	Berat agregat kering (akhir) (B) gram	465	454	459.5
6	Kadar lumpur $\{(AB)/A\} \times 100\%$	2.31	3.20	2.75
7	Kadar lumpur rata-rata	2.75		

Kadar lumpur Pasir Pantai dari Batang masih di bawah batas kandungan lumpur maksimal yang disyaratkan dalam standar SK SNI S-04-1989-F yaitu sebesar 5%, ini menunjukkan bahwa semua pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Jepara

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat agregat kering (semula) + cawan gram	388	380	384
2	Berat agregat kering (akhir) + cawan gram	382	373	377.5
3	Berat cawan gram	37	30	33.5
4	Berat agregat kering (semula) (A) gram	351	350	350.5
5	Berat agregat kering (akhir) (B) gram	345	343	344
6	Kadar lumpur $\{(AB)/A\} \times 100\%$	1.71	2.00	1.85
7	Kadar lumpur rata-rata	1.85		

Kadar lumpur Pasir Pantai dari Jepara masih di bawah batas kandungan lumpur maksimal yang disyaratkan dalam standar SK SNI S-04-1989-F yaitu sebesar 5%, ini menunjukkan bahwa semua pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Rembang

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat agregat kering (semula) + cawan gram	166.5	173.3	169.9
2	Berat agregat kering (akhir) + cawan gram	159	171	165
3	Berat cawan gram	27	38.5	32.75
4	Berat agregat kering (semula) (A) gram	139.5	134.8	137.15
5	Berat agregat kering (akhir) (B) gram	132	132.5	132.25
6	Kadar lumpur $\{(AB)/A\} \times 100\%$	5.38	1.71	3.54
7	Kadar lumpur rata-rata	3.54		

Kadar lumpur Pasir Pantai dari Rembang masih di bawah batas kandungan lumpur maksimal yang disyaratkan dalam standar SK SNI S-04-1989-F yaitu sebesar 5%, ini menunjukkan bahwa semua pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Kali Gung

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat agregat kering (semula) + cawan gram	527	536	531.5
2	Berat agregat kering (akhir) + cawan gram	515	525	520
3	Berat cawan gram	38.5	30	34.25
4	Berat agregat kering (semula) (A) gram	503	497	500
5	Berat agregat kering (akhir) (B) gram	488	479.5	483.75
6	Kadar lumpur $\{(AB)/A\} \times 100\%$	2.98	3.52	3.25
7	Kadar lumpur rata-rata	3.25		

Kadar lumpur Pasir dari Kali Gung masih di bawah batas kandungan lumpur maksimal yang disyaratkan dalam standar SK SNI S-04-1989-F yaitu sebesar 5%, ini menunjukkan bahwa semua pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Kaliboyo

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat agregat kering (semula) + cawan gram	510	509.5	509.75
2	Berat agregat kering (akhir) + cawan gram	485.2	499	492.1
3	Berat cawan gram	39	37.4	38.2
4	Berat agregat kering (semula) (A) gram	504.3	501.6	502.95
5	Berat agregat kering (akhir) (B) gram	489.9	487.2	488.55
6	Kadar lumpur $\{(AB)/A\} \times 100\%$	2.86	2.87	2.86
7	Kadar lumpur rata-rata	2.86		

Kadar lumpur Pasir dari Kaliboyo masih di bawah batas kandungan lumpur maksimal yang disyaratkan dalam standar SK SNI S-04-1989-F yaitu sebesar 5%, ini menunjukkan bahwa semua pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Muntilan

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat agregat kering (semula) + cawan zgram	528	517	522.5
2	Berat agregat kering (akhir) + cawan gram	515	502	508.5
3	Berat cawan gram	39	31.5	35.25
4	Berat agregat kering (semula) (A) gram	501	498	499.5
5	Berat agregat kering (akhir) (B) gram	490.5	484	487.25
6	Kadar lumpur $\{(AB)/A\} \times 100\%$	2.10	2.81	2.45
7	Kadar lumpur rata-rata	2.45		

Kadar lumpur Pasir dari muntilan masih di bawah batas kandungan lumpur maksimal yang disyaratkan dalam standar SK SNI S-04-1989-F yaitu sebesar 5%, ini menunjukkan bahwa semua pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



Lampiran 44



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Cepu

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat agregat kering (semula) + cawan gram	517	525	521
2	Berat agregat kering (akhir) + cawan gram	511	522.2	516.6
3	Berat cawan gram	35.2	29.8	32.5
4	Berat agregat kering (semula) (A) gram	482	510.8	496.4
5	Berat agregat kering (akhir) (B) gram	470	490.8	480.4
6	Kadar lumpur $\{(AB)/A\} \times 100\%$	2.49	3.92	3.20
7	Kadar lumpur rata-rata	3.20		

Kadar lumpur Pasir dari Cepu masih di bawah batas kandungan lumpur maksimal yang disyaratkan dalam standar SK SNI S-04-1989-F yaitu sebesar 5%, ini menunjukkan bahwa semua pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.

PERPUSTAKAAN  
UNNES



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Kerikil  
Asal : Puduk Payung

No	Pemeriksaan	Hasil
1	Berat cawan gram	27.23
2	Berat agregat kering (semula) + cawan gram	500
3	Berat agregat kering (akhir) + cawan gram	496
4	Kadar lumpur $\{(A-B)/A\} \times 100\%$	0.80

Kadar lumpur kerikil dari Puduk Payung masih di bawah batas kandungan lumpur maksimal yang disyaratkan dalam standar SK SNI S-04-1989-F yaitu sebesar 5%, ini menunjukkan bahwa semua pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Tegal

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD) (A)	500	500	500
2	Berat contoh kering (B)	308.8	319.9	314.35
3	Porositas $((A-B)/A) \times 100\%$	38.24	36.02	37.13

Porositas Pasir Pantai dari Tegal berada dalam batas yang disyaratkan, yaitu antara 35 sampai 40% (Tjokrodimuljo, 2007), ini menunjukkan bahwa pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.

Lampiran 47



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Pemasang

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD) (A)	500	500	500
2	Berat contoh kering (B)	309	311	310
3	Porositas $((A-B)/A) \times 100\%$	38.2	37.8	38

Porositas Pasir Pantai dari Pemasang berada dalam batas yang disyaratkan, yaitu antara 35 sampai 40% (Tjokrodinuljo, 2007), ini menunjukkan bahwa pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.

Lampiran 48



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Batang

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD) (A)	500	500	500
2	Berat contoh kering (B)	312	318	315
3	Porositas $((A-B)/A) \times 100\%$	37.6	36.4	37

Porositas Pasir Pantai dari Batang berada dalam batas yang disyaratkan, yaitu antara 35 sampai 40% (Tjokrodinuljo, 2007), ini menunjukkan bahwa pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

---

---

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Jepara

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD) (A)	500	500	500
2	Berat contoh kering (B)	302	310	306
3	Porositas $((A-B)/A) \times 100\%$	39.6	38	38.8

Porositas Pasir Pantai dari Jepara berada dalam batas yang disyaratkan, yaitu antara 35 sampai 40% (Tjokrodinuljo, 2007), ini menunjukkan bahwa pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Rembang

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD) (A)	500	500	500
2	Berat contoh kering (B)	318	313	315.5
3	Porositas $((A-B)/A) \times 100\%$	36.4	37.4	36.9

Porositas Pasir Pantai dari Rembang berada dalam batas yang disyaratkan, yaitu antara 35 sampai 40% (Tjokrodinuljo, 2007), ini menunjukkan bahwa pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Kali Gung

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD) (A)	500	500	500
2	Berat contoh kering (B)	310.5	300.1	305.3
3	Porositas $((A-B)/A) \times 100\%$	37.9	39.98	38.94

Porositas Pasir dari Kali Gung berada dalam batas yang disyaratkan, yaitu antara 35 sampai 40% (Tjokrodimuljo, 2007), ini menunjukkan bahwa pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.





**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

---

---

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Kaliboyo

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD) (A)	500	500	500
2	Berat contoh kering (B)	321.7	316.4	319.05
3	Porositas $((A-B)/A) \times 100\%$	35.66	36.72	36.19

Porositas Pasir dari Kaliboyo berada dalam batas yang disyaratkan, yaitu antara 35 sampai 40% (Tjokrodimuljo, 2007), ini menunjukkan bahwa pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Muntilan

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD) (A)	500	500	500
2	Berat contoh kering (B)	328.7	319.2	323.95
3	Porositas $((A-B)/A) \times 100\%$	34.26	36.16	35.21

Porositas Pasir dari Muntilan berada dalam batas yang disyaratkan, yaitu antara 35 sampai 40% (Tjokrodimuljo, 2007), ini menunjukkan bahwa pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Cepu

No	Pemeriksaan	I	II	Rata-rata
1	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD) (A)	500	500	500
2	Berat contoh kering (B)	318.1	331.3	324.7
3	Porositas $((A-B)/A) \times 100\%$	36.38	33.74	35.06

Porositas Pasir dari Cepu berada dalam batas yang disyaratkan, yaitu antara 35 sampai 40% (Tjokrodimuljo, 2007), ini menunjukkan bahwa pasir aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Kerikil  
Asal : Puduk Payung

No	Pemeriksaan	Hasil
1	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD) (A)	2000
2	Berat contoh kering (B)	1271
3	Porositas $((A-B)/A) \times 100\%$	36.45

Porositas Kerikil Puduk Payung berada dalam batas yang disyaratkan, yaitu antara 35 sampai 40% (Tjokrodimuljo, 2007), ini menunjukkan bahwa kerikil aman apabila dipakai sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Tegal

**Pemeriksaan Gradasi Pasir Pantai Tegal Untuk Beton Normal**

Lubang ayakan	Berat tertahan (gram)			Rata-rata
	Sampel			
	1	2	3	
10	0.00	0.00	0.00	0.00
4.8	0.00	0.00	0.00	0.00
2.4	7.00	13.50	8.90	9.80
1.2	11.80	13.90	20.80	15.50
0.6	30.70	55.20	50.00	45.30
0.3	165.20	170.10	207.40	180.90
0.15	611.50	651.30	688.70	650.50
sisa	173.80	96.00	24.20	98.00
jumlah	1000	1000	1000	1000.00

**Analisa Gradasi Pasir Pantai Tegal**

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat tertahan (%)	Berat Komulatif Tertahan (%)	Berat Komulatif Lolos (%)
10	0.00	0.00	0.00	100.00
4.8	0.00	0.00	0.00	100.00
2.4	9.80	0.98	0.98	99.02
1.2	15.50	1.55	2.53	97.47
0.6	45.30	4.53	7.06	92.94
0.3	180.90	18.09	25.15	74.85
0.15	650.50	65.05	90.20	9.80
sisa	98.00	9.80		
Jumlah	1000	100	125.92	

Modulus Halus Butir =  $125,92/100=1,26$

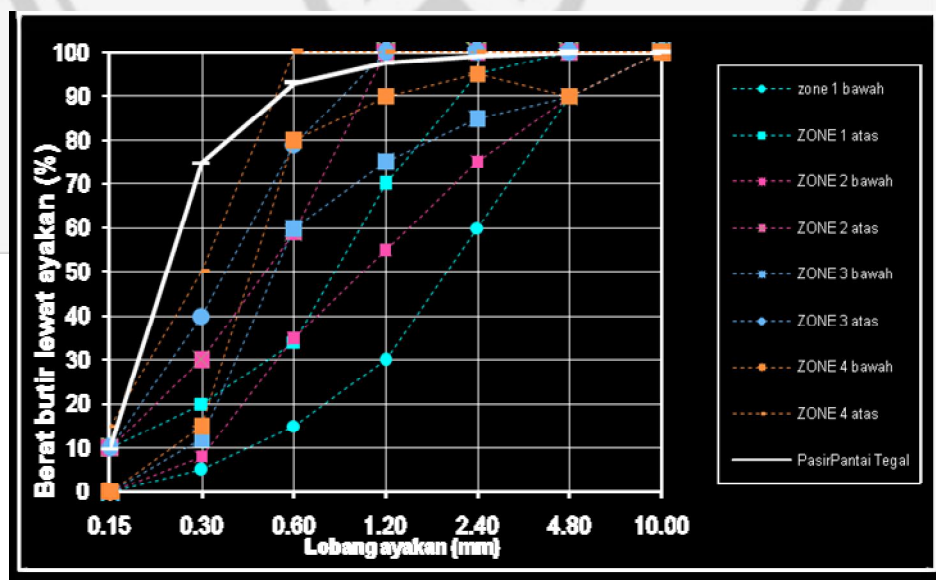


Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Tegal

### Syarat Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tembus Komulatif (%)								Pasir Pantai Tegal
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00
4.8	90	100	90	100	90	100	95	100	100.00
2.4	60	95	75	100	85	100	95	100	99.02
1.2	30	70	55	100	75	100	90	100	97.47
0.6	15	34	35	59	60	79	80	100	92.94
0.3	5	20	8	30	12	40	15	50	74.85
0.15	0	10	0	10	0	10	0	15	9.80

Dari analisis Pasir Pantai Tegal tidak masuk kedalam empat zone yang ditetapkan dalam SK SNI-T-15-1990-03.



Gambar Gradasi Pasir Pantai Tegal



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Pemalang

**Pemeriksaan Gradasi Pasir Pantai Pemalang Untuk Beton Normal**

Lubang ayakan	Berat tertahan (gram)			Rata-rata
	Sampel			
	1	2	3	
10	0.00	0.00	0.00	0.00
4.8	13.00	13.10	18.00	14.70
2.4	11.90	13.00	10.20	11.70
1.2	20.50	26.70	29.30	25.50
0.6	8.40	12.50	9.10	10.00
0.3	314.60	300.70	234.30	283.20
0.15	612.80	595.00	686.70	631.50
sisa	18.80	39.00	12.40	23.40
jumlah	1000	1000	1000	1000.00

**Analisa Gradasi Pasir Pantai Pemalang**

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat tertahan (%)	Berat Komulatif Tertahan (%)	Berat Komulatif Lolos (%)
10	0.00	0.00	0.00	100.00
4.8	14.70	1.47	1.47	98.53
2.4	11.70	1.17	2.64	97.36
1.2	25.50	2.55	5.19	94.81
0.6	10.00	1.00	6.19	93.81
0.3	283.20	28.32	34.51	65.49
0.15	631.50	63.15	97.66	2.34
sisa	23.40	2.34		
Jumlah	1000	100	147.66	

Modulus Halus Butir =  $147,66/100=1,48$

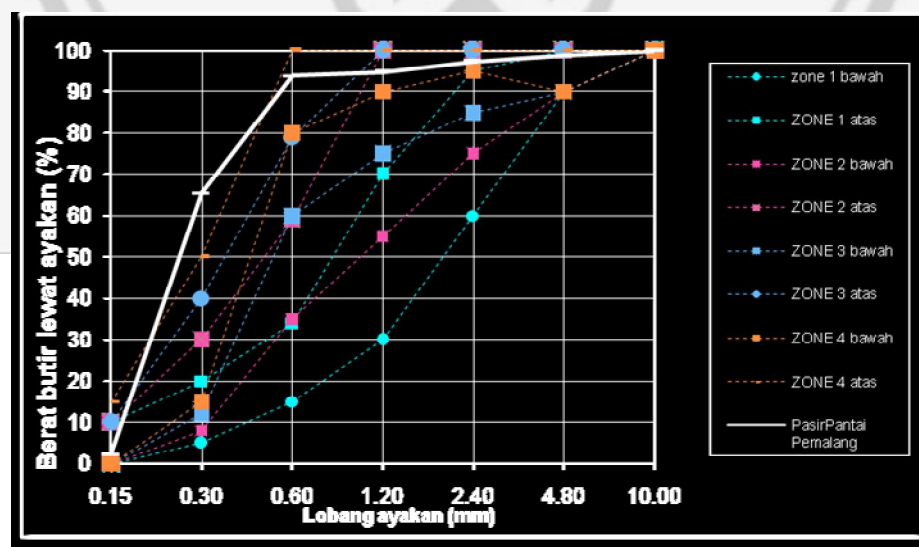


Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Pemalang

**Syarat Batas Gradasi Agregat Halus**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tembus Kumulatif (%)								Pasir Pantai Pemalang
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00
4.8	90	100	90	100	90	100	95	100	98.53
2.4	60	95	75	100	85	100	95	100	97.36
1.2	30	70	55	100	75	100	90	100	94.81
0.6	15	34	35	59	60	79	80	100	93.81
0.3	5	20	8	30	12	40	15	50	65.49
0.15	0	10	0	10	0	10	0	15	2.34

Dari analisis Pasir Pantai Pemalang tidak masuk kedalam empat zone yang ditetapkan dalam SK SNI-T-15-1990-03.



Gambar Gradasi Pasir Pantai Pemalang





**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Batang

**Pemeriksaan Gradasi Pasir Pantai Batang Untuk Beton Normal**

Lubang ayakan	Berat tertahan (gram)			Rata-rata
	Sampel			
	1	2	3	
10	0.00	0.00	0.00	0.00
4.8	0.00	0.00	0.00	0.00
2.4	11.00	3.00	5.50	6.50
1.2	15.20	9.40	9.90	11.50
0.6	30.00	45.40	31.70	35.70
0.3	65.50	111.70	98.50	91.90
0.15	610.00	555.20	567.30	577.50
sisa	268.30	275.30	287.10	276.90
jumlah	1000	1000	1000	1000.00

**Analisa Gradasi Pasir Pantai Batang**

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat tertahan (%)	Berat Komulatif Tertahan (%)	Berat Komulatif Lolos (%)
10	0.00	0.00	0.00	100.00
4.8	0.00	0.00	0.00	100.00
2.4	6.50	0.65	0.65	99.35
1.2	11.50	1.15	1.80	98.20
0.6	35.70	3.57	5.37	94.63
0.3	120.90	12.09	17.46	82.54
0.15	587.50	58.75	76.21	23.79
sisa	237.90	23.79		
Jumlah	1000	100	101.49	

Modulus Halus Butir =  $101,49/100=1,01$

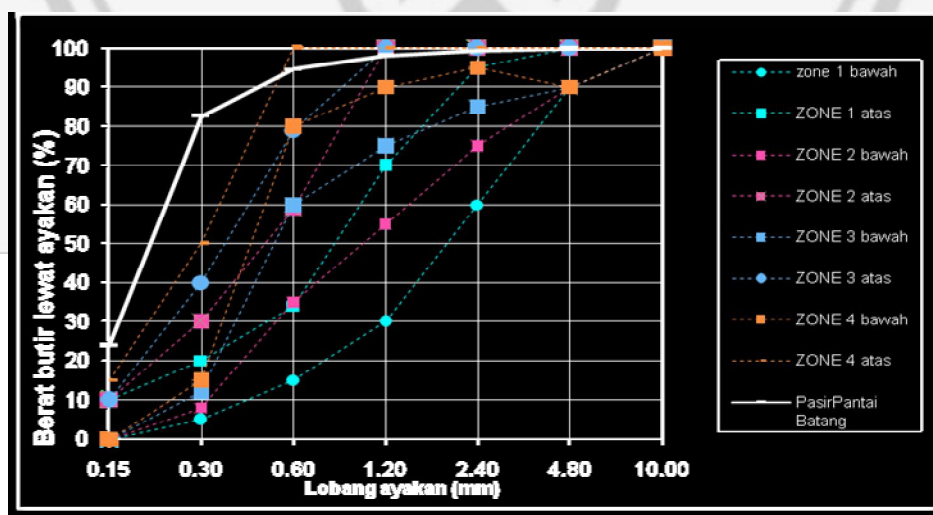


Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Batang

**Syarat Batas Gradasi Agregat Halus**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tembus Kumulatif (%)								Pasir Pantai Batang
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00
4.8	90	100	90	100	90	100	95	100	100.00
2.4	60	95	75	100	85	100	95	100	99.35
1.2	30	70	55	100	75	100	90	100	98.20
0.6	15	34	35	59	60	79	80	100	94.63
0.3	5	20	8	30	12	40	15	50	82.54
0.15	0	10	0	10	0	10	0	15	23.79

Dari analisis Pasir Pantai Batang tidak masuk kedalam empat zone yang ditetapkan dalam SK SNI-T-15-1990-03.



Gambar Gradasi Pasir Pantai Batang



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Jepara

**Pemeriksaan Gradasi Pasir Pantai Jepara Untuk Beton Normal**

Lubang ayakan	Berat tertahan (gram)			Rata-rata
	Sampel			
	1	2	3	
10	0.00	0.00	0.00	0.00
4.8	15.00	22.00	33.80	23.60
2.4	3.90	6.00	3.00	4.30
1.2	24.20	20.70	28.90	24.60
0.6	67.50	60.80	68.80	65.70
0.3	151.50	158.00	216.40	175.30
0.15	650.50	711.10	646.60	669.40
sisa	87.40	21.40	2.50	37.10
jumlah	1000	1000	1000	1000.00

**Analisa Gradasi Pasir Pantai Jepara**

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat tertahan (%)	Berat Komulatif Tertahan (%)	Berat Komulatif Lolos (%)
10	0.00	0.00	0.00	100.00
4.8	23.60	2.36	2.36	97.64
2.4	4.30	0.43	2.79	97.21
1.2	24.60	2.46	5.25	94.75
0.6	65.70	6.57	11.82	88.18
0.3	175.30	17.53	29.35	70.65
0.15	669.40	66.94	96.29	3.71
sisa	37.10	3.71		
Jumlah	1000	100	147.86	

Modulus Halus Butir =  $147,86/100=1,48$

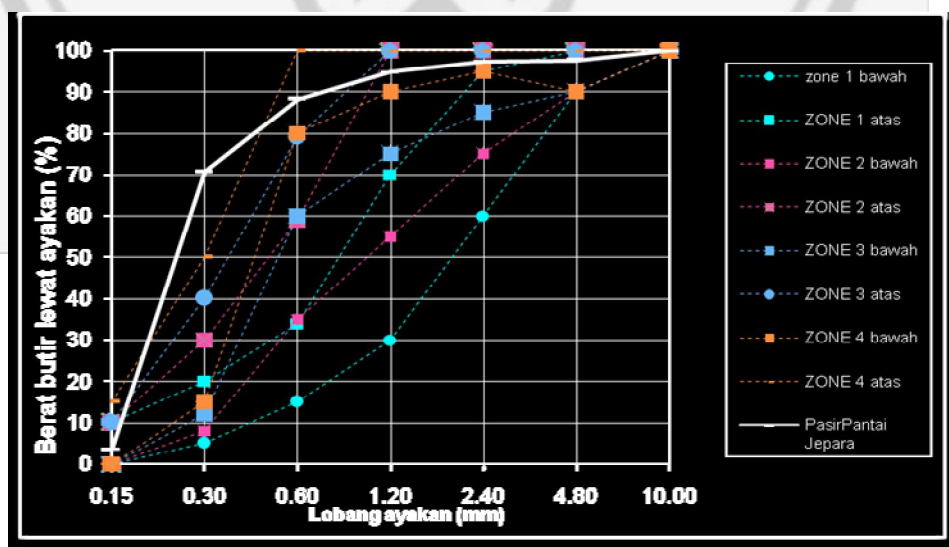


Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Jepara

**Syarat Batas Gradasi Agregat Halus**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tembus Kumulatif (%)								Pasir Pantai Jepara
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00
4.8	90	100	90	100	90	100	95	100	97.64
2.4	60	95	75	100	85	100	95	100	97.21
1.2	30	70	55	100	75	100	90	100	94.75
0.6	15	34	35	59	60	79	80	100	88.18
0.3	5	20	8	30	12	40	15	50	70.65
0.15	0	10	0	10	0	10	0	15	3.71

Dari analisis Pasir Pantai Jepara tidak masuk kedalam empat zone yang ditetapkan dalam SK SNI-T-15-1990-03.



Gambar Gradasi Pasir Pantai Jepara



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Rembang

**Pemeriksaan Gradasi Pasir Pantai Rembang Untuk Beton Normal**

Lubang ayakan	Berat tertahan (gram)			Rata-rata
	Sampel			
	1	2	3	
10	0.00	0.00	0.00	0.00
4.8	0.00	0.00	0.00	0.00
2.4	6.00	4.50	5.10	5.20
1.2	2.00	2.50	7.50	4.00
0.6	19.50	25.00	20.00	21.50
0.3	160.30	162.80	144.00	155.70
0.15	420.60	400.10	380.80	400.50
sisa	391.60	405.10	442.60	413.10
jumlah	1000	1000	1000	1000.00

**Analisa Gradasi Pasir Pantai Rembang**

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat tertahan (%)	Berat Komulatif Tertahan (%)	Berat Komulatif Lolos (%)
10	0.00	0.00	0.00	100.00
4.8	0.00	0.00	0.00	100.00
2.4	5.20	0.52	0.52	99.48
1.2	4.00	0.40	0.92	99.08
0.6	21.50	2.15	3.07	96.93
0.3	155.70	15.57	18.64	81.36
0.15	400.50	40.05	58.69	41.31
sisa	413.10	41.31		
Jumlah	1000	100	81.84	

Modulus Halus Butir =  $81,84/100=0,82$



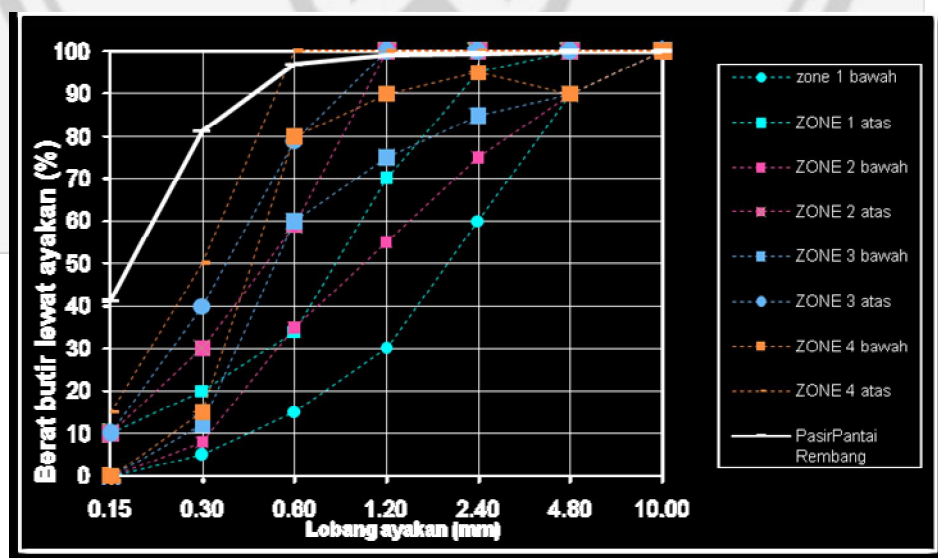
**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Pantai  
Asal : Rembang

**Syarat Batas Gradasi Agregat Halus**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tembus Kumulatif (%)								Pasir Pantai Rembang
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00
4.8	90	100	90	100	90	100	95	100	100.00
2.4	60	95	75	100	85	100	95	100	99.48
1.2	30	70	55	100	75	100	90	100	99.08
0.6	15	34	35	59	60	79	80	100	96.93
0.3	5	20	8	30	12	40	15	50	81.36
0.15	0	10	0	10	0	10	0	15	41.31

Dari analisis Pasir Pantai Rembang tidak masuk kedalam empat zone yang ditetapkan dalam SK SNI-T-15-1990-03.



Gambar Gradasi Pasir Pantai Rembang



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Kali Gung

**Pemeriksaan Gradasi Pasir Kali Gung Untuk Beton Normal**

Lubang ayakan	Berat tertahan (gram)			Rata-rata
	Sampel			
	1	2	3	
10	0.00	0.00	0.00	0.00
4.8	161.20	152.30	136.50	150.00
2.4	100.70	99.50	86.00	95.40
1.2	180.60	175.20	165.30	173.70
0.6	180.40	200.70	210.50	197.20
0.3	239.00	231.50	219.50	230.00
0.15	78.30	61.00	55.70	65.00
sisia	59.80	79.80	126.50	88.70
jumlah	1000	1000	1000	1000.00

**Analisa Gradasi Pasir Kaligung**

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat tertahan (%)	Berat Komulatif Tertahan (%)	Berat Komulatif Lolos (%)
10	0.00	0.00	0.00	100.00
4.8	150.00	15.00	15.00	85.00
2.4	95.40	9.54	24.54	75.46
1.2	173.70	17.37	41.91	58.09
0.6	197.20	19.72	61.63	38.37
0.3	230.00	23.00	84.63	15.37
0.15	65.00	6.50	91.13	8.87
sisia	88.70	8.87		
Jumlah	1000	100	318.84	

Modulus Halus Butir =  $318,84/100=3,18$

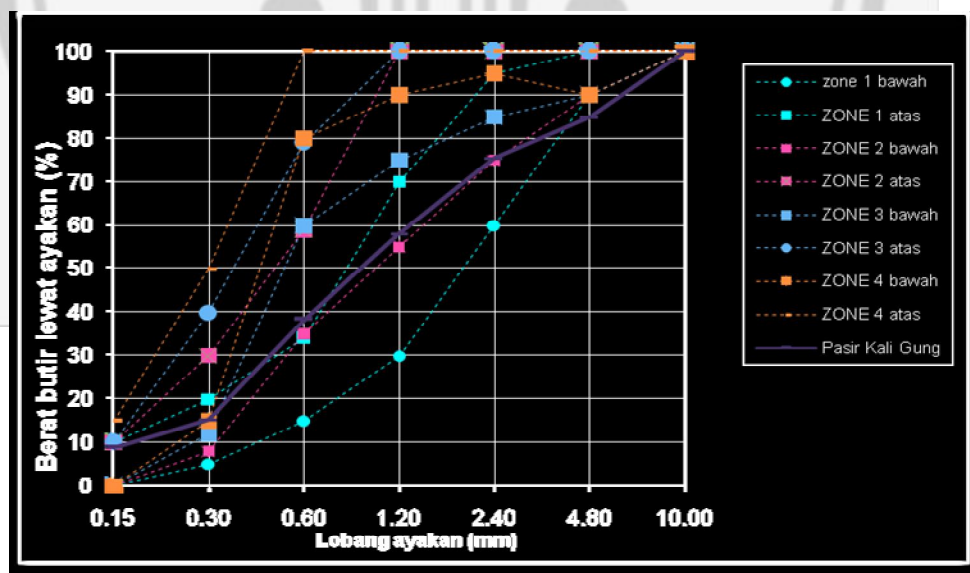


Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Kali Gung

**Syarat Batas Gradasi Agregat Halus**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tembus Komulatif (%)								Pasir Kali Gung
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 3		
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00
4.8	90	100	90	100	90	100	95	100	85.00
2.4	60	95	75	100	85	100	95	100	75.46
1.2	30	70	55	100	75	100	90	100	58.09
0.6	15	34	35	59	60	79	80	100	38.37
0.3	5	20	8	30	12	40	15	50	15.37
0.15	0	10	0	10	0	10	0	15	8.87

Dari analisis Pasir Kali Gung masuk di Zone 2 (agak kasar).



Gambar Gradasi Pasir Kali Gung





**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Kaliboyo

**Pemeriksaan Gradasi Pasir Kaliboyo Untuk Beton Normal**

Lubang ayakan	Berat tertahan (gram)			Rata-rata
	Sampel			
	1	2	3	
10	0.00	0.00	0.00	0.00
4.8	50.00	40.20	65.20	51.80
2.4	70.50	68.50	67.40	68.80
1.2	110.30	154.50	116.50	127.10
0.6	214.70	216.80	198.50	210.00
0.3	287.40	292.50	200.10	260.00
0.15	236.50	200.20	208.00	214.90
sisia	30.60	27.30	144.30	67.40
jumlah	1000	1000	1000	1000.00

**Analisa Gradasi Pasir Kaliboyo**

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat tertahan (%)	Berat Komulatif Tertahan (%)	Berat Komulatif Lolos (%)
10	0.00	0.00	0.00	100.00
4.8	51.80	5.18	5.18	94.82
2.4	68.80	6.88	12.06	87.94
1.2	127.10	12.71	24.77	75.23
0.6	210.00	21.00	45.77	54.23
0.3	260.00	26.00	71.77	28.23
0.15	214.90	21.49	93.26	6.74
sisia	67.40	6.74		
Jumlah	1000	100	252.81	

Modulus Halus Butir =  $252,81/100=2,53$



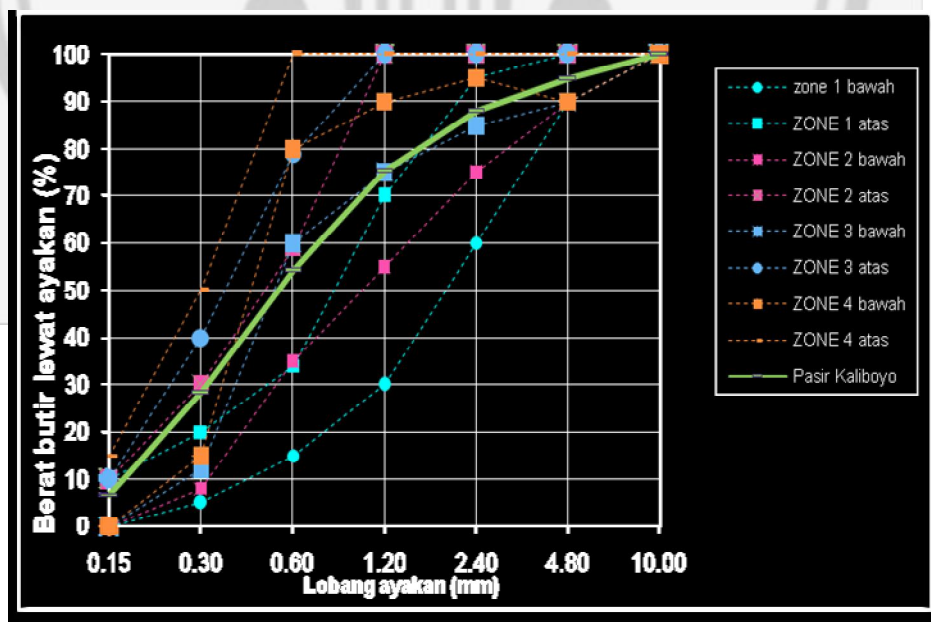
**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
 Bahan : Pasir Lokal  
 Asal : Kaliboyo

**Syarat Batas Gradasi Agregat Halus**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tembus Komulatif (%)								Pasir Sungai Kaliboyo
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 3		
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00
4.8	90	100	90	100	90	100	95	100	94.82
2.4	60	95	75	100	85	100	95	100	87.94
1.2	30	70	55	100	75	100	90	100	75.23
0.6	15	34	35	59	60	79	80	100	54.23
0.3	5	20	8	30	12	40	15	50	28.23
0.15	0	10	0	10	0	10	0	15	6.74

Dari analisis Pasir Kaliboyo masuk di Zone 2 (agak kasar).



Gambar Gradasi Pasir Kaliboyo



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Muntilan

**Pemeriksaan Gradasi Pasir Muntilan Untuk Beton Normal**

Lubang ayakan	Berat tertahan (gram)			Rata-rata
	Sampel			
	1	2	3	
10	0.00	0.00	0.00	0.00
4.8	58.40	51.00	42.80	50.73
2.4	70.50	68.70	67.40	68.87
1.2	304.20	330.50	322.00	318.90
0.6	174.00	181.20	183.50	179.57
0.3	151.50	158.00	150.00	153.17
0.15	178.00	169.60	175.20	174.27
sisa	63.40	41.00	59.10	54.50
jumlah	1000	1000	1000	1000.00

**Analisa Gradasi Pasir Muntilan**

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat tertahan (%)	Berat Komulatif Tertahan (%)	Berat Komulatif Lolos (%)
10	0.00	0.00	0.00	100.00
4.8	50.73	5.07	5.07	94.93
2.4	68.86	6.89	11.96	88.04
1.2	318.90	31.89	43.85	56.15
0.6	179.57	17.96	61.80	38.20
0.3	153.17	15.32	77.12	22.88
0.15	174.27	17.43	94.55	5.45
sisa	54.50	5.45		
Jumlah	1000	100	294.34	

Modulus Halus Butir =  $294,34/100=2,94$

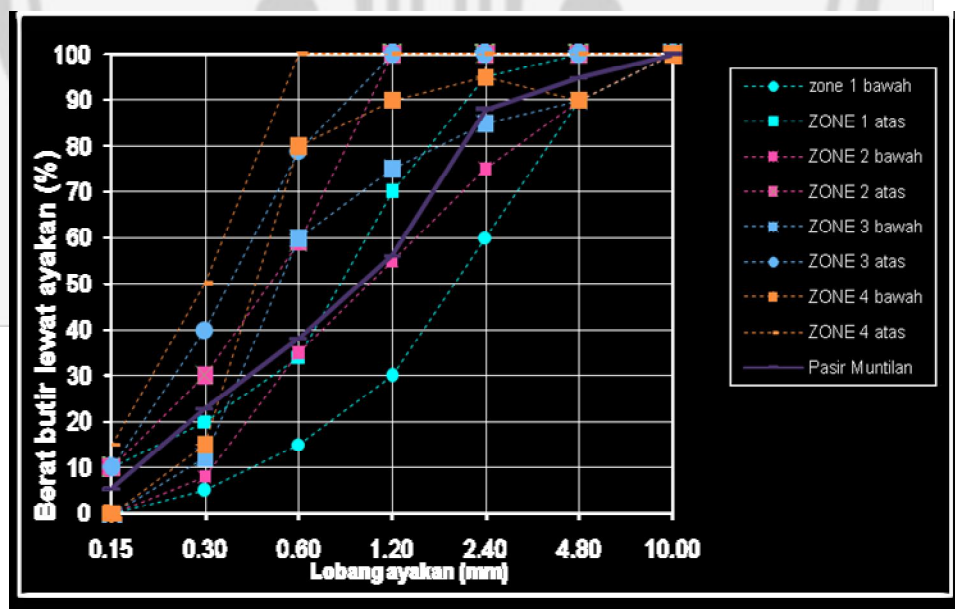


Proyek : Skripsi  
 Bahan : Pasir Lokal  
 Asal : Muntilan

**Syarat Batas Gradasi Agregat Halus**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tembus Komulatif (%)								Pasir Muntilan
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 3		
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00
4.8	90	100	90	100	90	100	95	100	94.93
2.4	60	95	75	100	85	100	95	100	88.04
1.2	30	70	55	100	75	100	90	100	56.15
0.6	15	34	35	59	60	79	80	100	38.20
0.3	5	20	8	30	12	40	15	50	22.88
0.15	0	10	0	10	0	10	0	15	5.45

Dari analisis Pasir Muntilan masuk di Zone 2 (agak kasar).



Gambar Gradasi Pasir Muntilan

Lampiran 64



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir Lokal  
Asal : Cepu

**Pemeriksaan Gradasi Pasir Cepu Untuk Beton Normal**

Lubang ayakan	Berat tertahan (gram)			Rata-rata
	Sampel			
	1	2	3	
10	0.00	0.00	0.00	0.00
4.8	30.50	41.30	31.10	34.30
2.4	55.20	96.60	90.30	80.70
1.2	297.90	315.60	254.70	289.40
0.6	150.30	174.80	160.60	161.90
0.3	129.60	119.20	276.50	175.10
0.15	178.60	203.70	116.00	166.10
sisia	157.90	48.80	70.80	92.50
jumlah	1000	1000	1000	1000.00

**Analisa Gradasi Pasir Cepu**

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat tertahan (%)	Berat Komulatif Tertahan (%)	Berat Komulatif Lolos (%)
10	0.00	0.00	0.00	100.00
4.8	34.30	3.43	3.43	96.57
2.4	80.70	8.07	11.50	88.50
1.2	289.40	28.94	40.44	59.56
0.6	161.90	16.19	56.63	43.37
0.3	175.10	17.51	74.14	25.86
0.15	166.10	16.61	90.75	9.25
sisia	92.50	9.25		
Jumlah	1000	100	276.89	

Modulus Halus Butir =  $276,89/100 = 2,77$

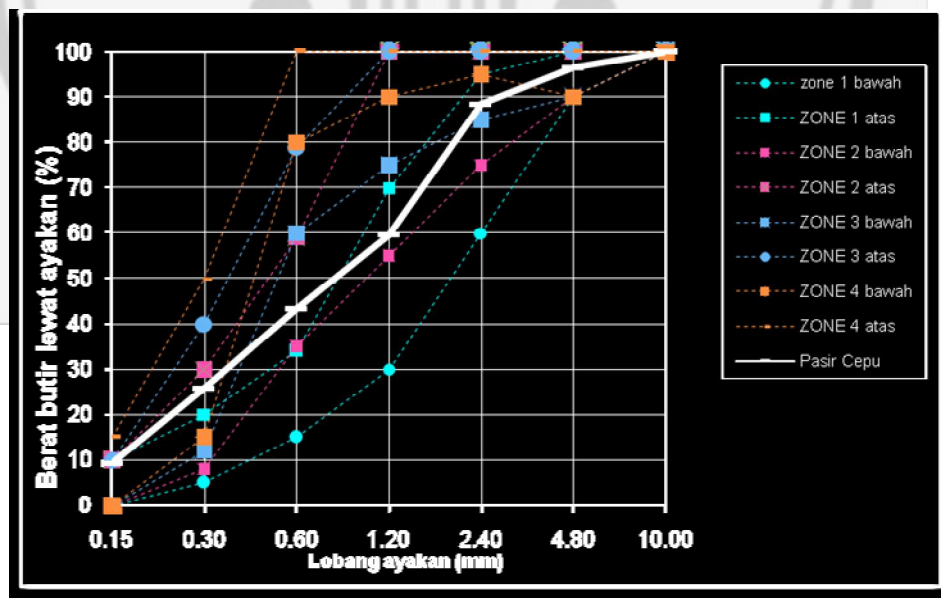


Proyek : Skripsi  
 Bahan : Pasir Lokal  
 Asal : Cepu

**Syarat Batas Gradasi Agregat Halus**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tembus Komulatif (%)								Pasir Cepu
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 3		
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00
4.8	90	100	90	100	90	100	95	100	96.57
2.4	60	95	75	100	85	100	95	100	88.50
1.2	30	70	55	100	75	100	90	100	59.56
0.6	15	34	35	59	60	79	80	100	43.37
0.3	5	20	8	30	12	40	15	50	25.86
0.15	0	10	0	10	0	10	0	15	9.25

Dari analisis Pasir Cepu masuk di Zone 2 (agak kasar).



Gambar Gradasi Pasir Cepu



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Kerikil  
Asal : Puduk Payung

**Pemeriksaan Gradasi Kerikil Untuk Beton Normal**

Lubang ayakan	Berat tertahan (gram)		Rata-rata
	Sampel		
	1	2	
0.15	0	0	0
0.3	0	0	0
0.6	0	0	0
1.2	0	0	0
2.4	23.60	25.15	24.38
5.0	321.05	341.75	331.40
10	655.35	633.10	644.23
20	0	0	0
jumlah	1000	1000	1000

**Analisa Gradasi Kerikil Puduk Payung**

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat tertahan (%)	Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif Lolos (%)
20	0	0	0	100
10	644.23	64.42	64.42	35.58
5	331.40	33.14	97.52	2.48
2.4	24.38	2.44	100	0
1.2	0	0	100	0
0.6	0	0	100	0
0.3	0	0	100	0
0.15	0	0	100	0
Jumlah	1000	100	661.94	

Modulus Halus Butir =  $661,94/100 = 6,62$



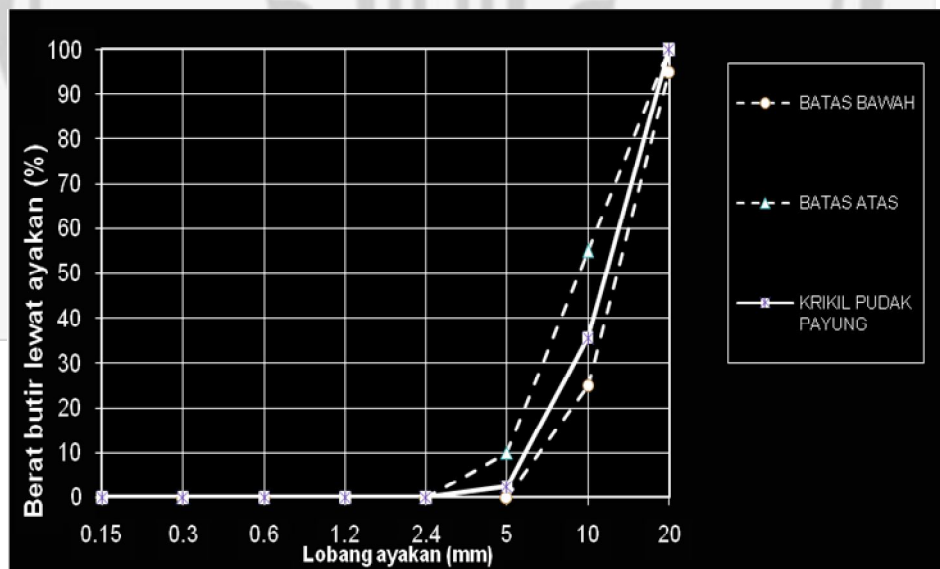
**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Kerikil  
Asal : Pudak Payung

**Syarat Batas Gradasi Kerikil dengan Besar Butir Maksimum 20 mm.**

Lubang ayakan (mm)	Batas bawah	Batas Atas	Kerikil Pudak Payung
0.15	0	0	0
0.3	0	0	0
0.6	0	0	0
1.2	0	0	0
2.4	0	0	0
5	0	10	2.48
10	25	55	35.58
20	95	100	100

Dari analisis kerikil Pudak Payung telah memenuhi syarat.

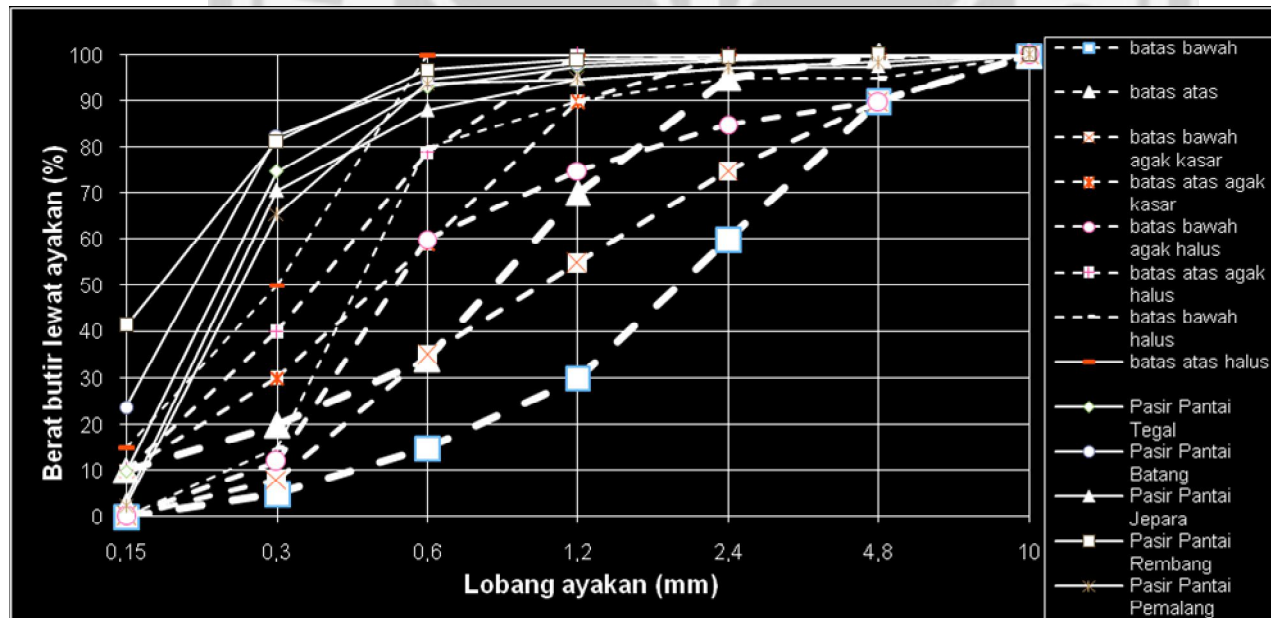


Gambar Gradasi kerikil Pudak Payung



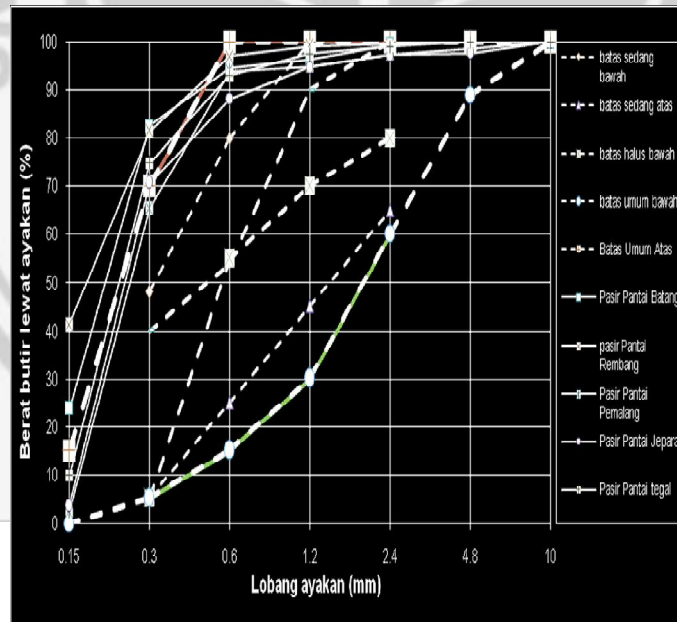
Tabel Gradasi Agregat Halus Pasir Pantai untuk Beton Normal

no	lubang ayakan (mm)	kasar		agak kasar		agak halus		halus		Tegal	Pemalang	Batang	Jejara	Rembang
		batas bawah	batas atas	batas bawah	batas atas	batas bawah	batas atas	batas bawah	batas atas					
1	0,15	0	10	0	10	0	10	0	15	9,8	2,34	23,79	3,71	41,31
2	0,3	5	20	8	30	12	40	15	50	74,85	65,49	82,54	70,65	81,36
3	0,6	15	34	35	59	60	79	80	100	92,94	93,81	94,63	88,18	96,93
4	1,2	30	70	55	90	75	100	90	100	97,47	94,81	98,2	94,75	99,08
5	2,4	60	95	75	100	85	100	95	100	99,02	97,36	99,35	97,21	99,48
6	4,8	90	100	90	100	90	100	95	100	100	98,53	100	97,64	100
7	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



Tabel Ciri Aregt Halus Pasir Pantai untuk Beton Korp Ar

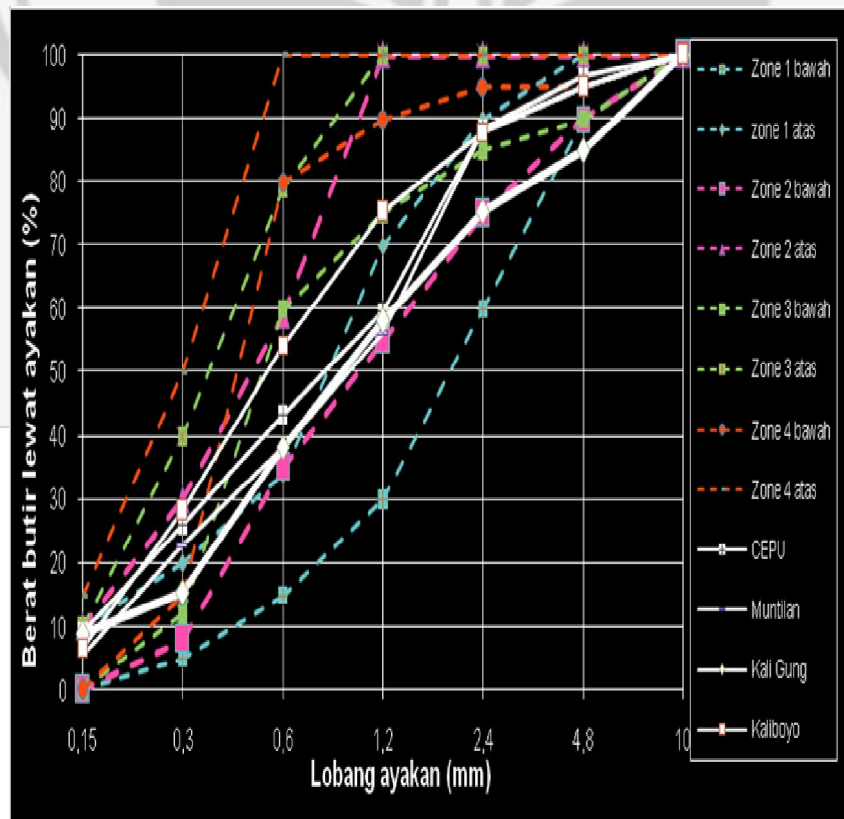
no	lbng adan (mm)	Btas umm bwh	Btas umm As	Btas karr atas	Btas karr bwh	Btas sdhg atas	Btas sdhg bwh	Btas hlus bwh	Btas hlus atas	TGAL	HEMANG	BAJANG	JEPARA	REMBANG
1	0.15	0	15							98	234	2379	371	4131
2	0.3	5	70	5	40	5	48	5	70	748	649	8254	706	8136
3	0.6	15	100	15	54	25	80	55	100	9294	9881	9463	8818	9693
4	1.2	30	100	30	90	45	100	70	100	9747	9481	962	9475	9908
5	2.4	60	100	60	100	65	100	80	100	9902	9736	9935	9721	9948
6	4.8	89	100							100	9853	100	9764	100
7	10	100	100							100	100	100	100	100



Gambar Ciri Aregt Halus Pasir Pantai untuk Beton Korp Ar

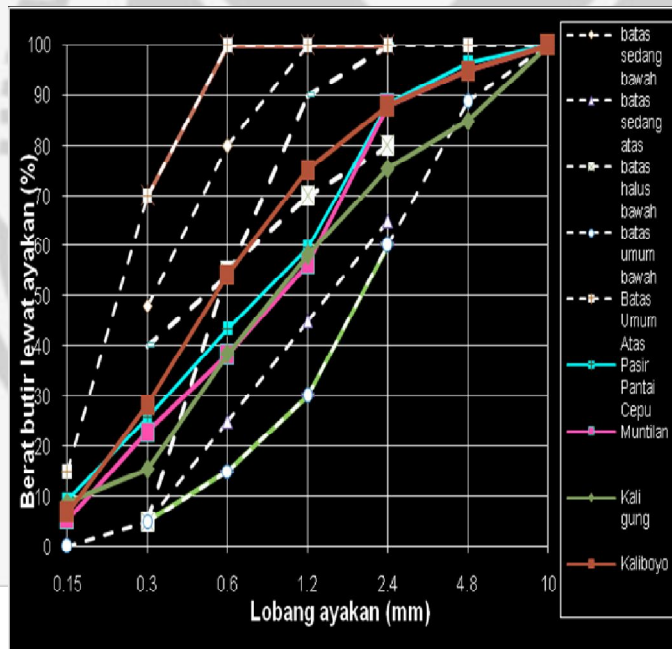
Lampiran 8

no	Ukuran ayakan (mm)	Berat Terbuks (Gradasi) (%)								MUNILAN	KALI GUNG	KALBOYO	CEPU
		Zone1		Zone2		Zone3		Zone4					
		bawah	Atas	bawah	Atas	bawah	Atas	bawah	Atas				
1	0,15	0	10	0	10	0	10	0	15	54	88	67	92
2	0,3	5	20	8	30	12	40	15	50	228	153	223	286
3	0,6	15	34	35	59	60	79	80	100	319	337	543	437
4	1,2	30	70	55	100	75	100	90	100	515	589	723	576
5	2,4	60	90	75	100	85	100	95	100	804	746	874	885
6	4,8	90	100	90	100	90	100	95	100	943	850	943	967
7	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000	100	100



Gambar 9.1. Grafik Hasil Pasir Lokal untuk Beton Korp Air

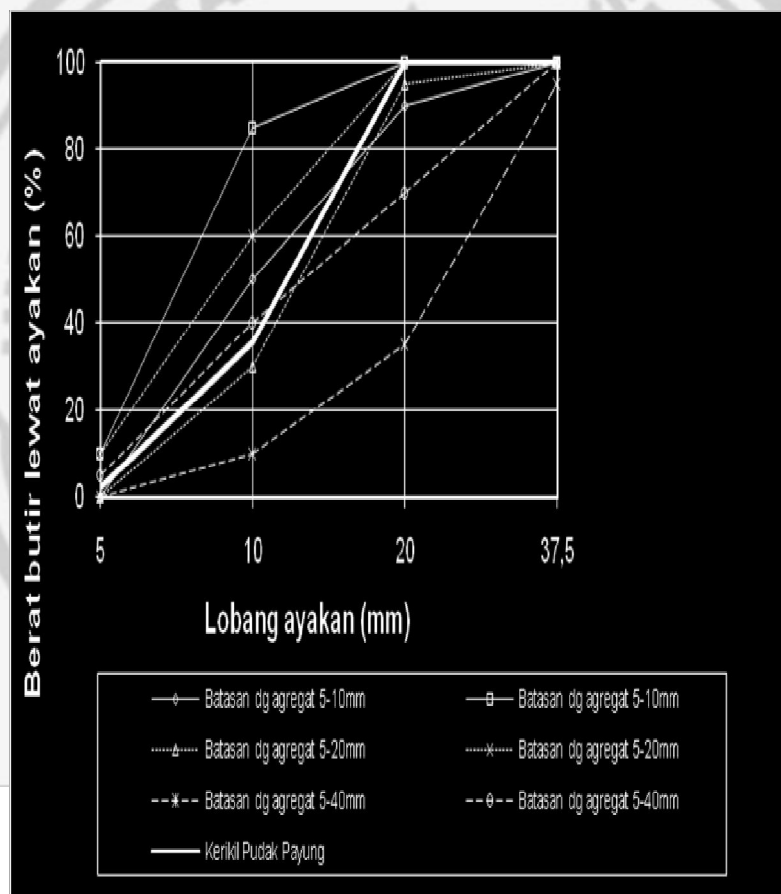
No	Ukuran (mm)	Batas umum bawah	Batas umum Atas	Batas kasar atas	Batas kasar bawah	Batas sedang atas	Batas sedang bawah	Batas halus bawah	Batas halus atas	MN/ILN	KALIUNG	KALIBOYO	CEPU
1	0,075	0	5							54	88	67	92
2	0,15	5	12	5	4	5	4	5	12	22	153	282	258
3	0,3	12	25	12	15	22	18	25	25	33	333	542	433
4	0,6	25	50	30	40	45	40	50	50	56	580	752	595
5	1,2	50	80	60	70	65	70	80	80	80	754	879	88
6	2,5	80	100							94	800	94	95
7	5,0	100	100							100	100	100	100



Gambar 9.1. Grafik Hasil Pasir Lokal untuk Beton Korp Air

Lampiran 7

Lubang ayakan (mm)	Batasandg agregat 5-10mm	Batasandg agregat 5-10mm	Batasandg agregat 5-20mm	Batasandg agregat 5-20mm	Batasandg agregat 5-40mm	Batasandg agregat 5-40mm	Keril Putak Payung
5	0	10	0	10	0	5	24
10	50	85	30	60	10	40	35
20	90	100	95	100	35	70	100
37,5	100	100	100	100	95	100	100



Lampiran 71

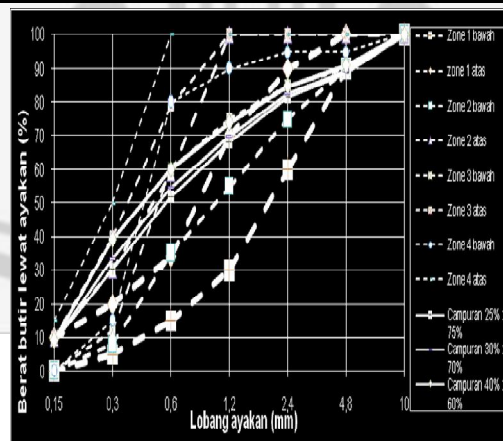
**Tela Pembacaan Pasir Patil Tegak dan Pasir Kili Grog/Menggunakan Metode Ganda**

MB Pasir Patil Tegak = 1,26

MB Pasir Kili Grog = 3,18

**Batas Ganda Pasir untuk Beton Normal**

no	Ukuran ayakan (mm)	Batas Tertus (Kandif) (%)								Campuran 25/75%	Campuran 30/70%	Campuran 40/60%
		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4				
		bawah	Atas	bawah	Atas	bawah	Atas	bawah	Atas			
1	0,15	0	10	0	10	0	10	0	15	910	915	924
2	0,3	5	20	8	30	12	40	15	50	304	321	316
3	0,6	15	34	35	59	60	79	80	100	520	544	600
4	1,2	30	70	55	100	75	100	90	100	674	690	734
5	2,4	60	90	75	100	85	100	95	100	815	823	848
6	4,8	90	100	90	100	90	100	95	100	885	890	910
7	10	100	100	100	100	100	100	100	100	1000	1000	1000



Lampiran 72

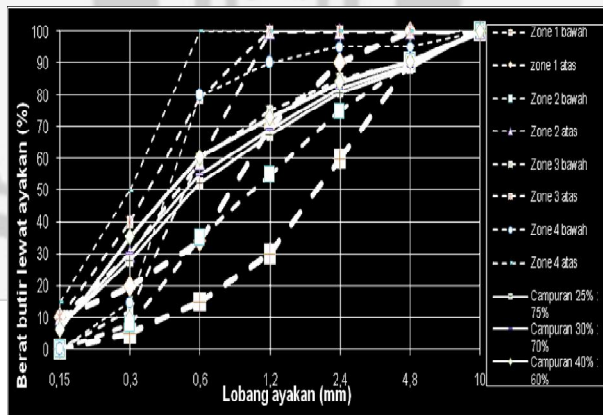
**Hal Perbandingan Pasir Patir Rendah dan Pasir Kali Gung Menggunakan Mod Cda Cda**

MB Pasir Patir Rendah = 1,48

MB Pasir Kali Gung = 3,19

**Batas Gadaai Pasir untuk Beton Normal**

no	Ukuran ayakan (mm)	Batas Terluas Kuantitatif (%)								Campuran 25% 75%	Campuran 30% 70%	Campuran 40% 60%
		Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4				
		bawah	Atas	bawah	Atas	bawah	Atas	bawah	Atas			
1	0,15	0	10	0	10	0	10	0	15	74	69	66
2	0,3	5	20	8	30	12	40	15	50	27,90	30,41	35,42
3	0,6	15	34	35	59	60	79	80	100	52,23	55,00	60,55
4	1,2	30	70	55	100	75	100	90	100	67,27	69,11	72,78
5	2,4	60	90	75	100	85	100	95	100	80,94	82,03	84,22
6	4,8	90	100	90	100	90	100	95	100	88,38	89,06	90,41
7	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00	100,00	100,00



Lampiran 7

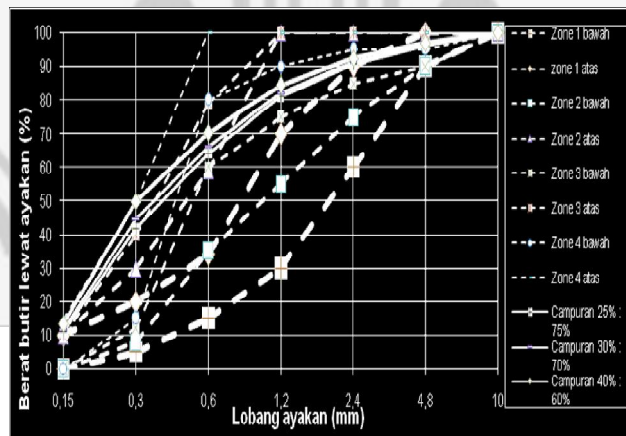
**Hal Retensi dan Pasir Patu Batang dan Pasir Kilo, Mengukur Mutu Cuka Cuka**

MB Pasir Patu Batang = 1,01

MB Pasir Kilo = 2,53

**Dasar Data Pasir untuk Beton Normal**

no	Ukuran ayakan (mm)	Batu Terlewat Kuaris (%)								Campuran 25% 75%	Campuran 30% 70%	Campuran 40% 60%
		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4				
		bawah	Atas	bawah	Atas	bawah	Atas	bawah	Atas			
1	0,15	0	10	0	10	0	10	0	15	11,00	11,86	13,56
2	0,3	5	20	8	30	12	40	15	50	41,81	44,52	49,95
3	0,6	15	34	35	59	60	79	80	100	64,33	66,35	70,39
4	1,2	30	70	55	100	75	100	90	100	80,97	82,12	84,42
5	2,4	60	90	75	100	85	100	95	100	90,79	91,36	92,50
6	4,8	90	100	90	100	90	100	95	100	96,12	96,37	96,89
7	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00	100,00	100,00





Lampiran 7

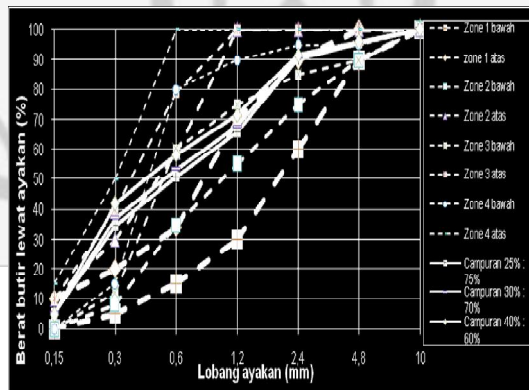
**Tabel Perbandingan Pasir Patai, Pasir Mritan Menggunakan Metode G3**

MB Pasir Patai Jpra = 1,48

MB Pasir Mritan = 2,94

**Batas G3 Pasir untuk Beton Normal**

no	Ukuran ayakan (mm)	Batas Tertus Korkatif (%)								Campuran 25% / 75%	Campuran 30% / 70%	Campuran 40% / 60%
		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4				
		bawah	Atas	bawah	Atas	bawah	Atas	bawah	Atas			
1	0,15	0	10	0	10	0	10	0	15	502	498	475
2	0,3	5	20	8	30	12	40	15	50	348	372	419
3	0,6	15	34	35	59	60	79	80	100	509	539	589
4	1,2	30	70	55	100	75	100	90	100	658	673	719
5	2,4	60	90	75	100	85	100	95	100	903	909	917
6	4,8	90	100	90	100	90	100	95	100	956	974	961
7	10	100	100	100	100	100	100	100	100	1000	1000	1000



Lampiran 7

**Uji Perbandingan Pasir Patok Rongga Pasir Cuci Mengkilan Mod Cba Cda**

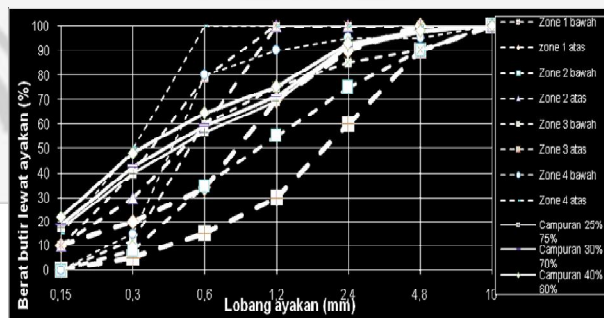
Diketahui=

MB Pasir Patok Rongga = 0,82

MB Pasir Cuci = 2,77

**Batas Gubal Pasir untuk Beton Normal**

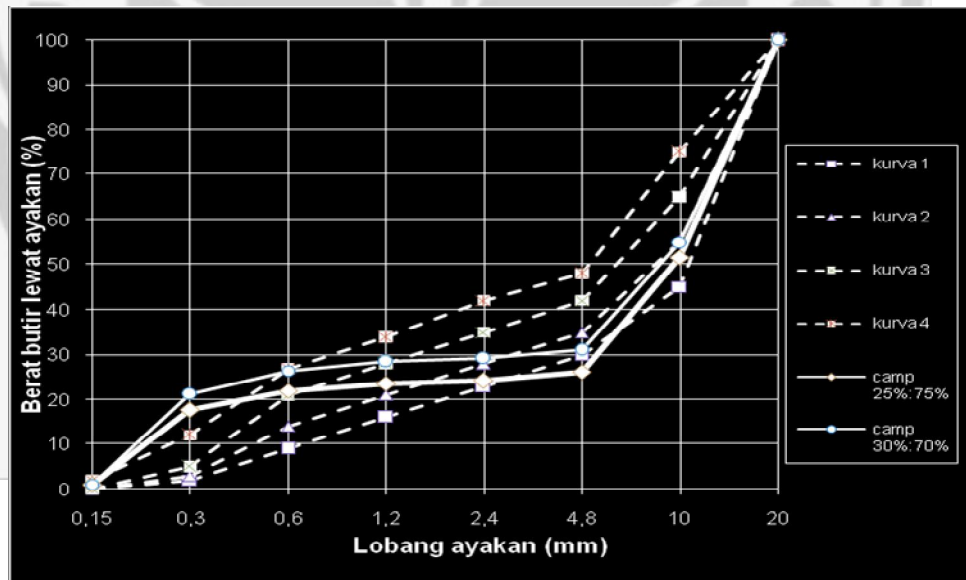
No	Ukuran ayakan (mm)	Batas Tertus Kudaif (%)								Campuran 25% 75%	Campuran 30% 70%	Campuran 40% 60%
		Zone1		Zone2		Zone3		Zone4				
		bawah	Atas	bawah	Atas	bawah	Atas	bawah	Atas			
1	0,15	0	10	0	10	0	10	0	15	17,27	18,87	22,07
2	0,3	5	20	8	30	12	40	15	50	39,74	42,51	48,06
3	0,6	15	34	35	59	60	79	80	100	55,76	59,44	64,79
4	1,2	30	70	55	100	75	100	90	100	69,44	71,42	75,37
5	2,4	60	90	75	100	85	100	95	100	91,25	91,79	92,89
6	4,8	90	100	90	100	90	100	95	100	97,43	97,60	97,94
7	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00	100,00	100,00



**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Jepara dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

no	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	0,928	1,11
2	0,3	2	3	5	12	17,66	21,2
3	0,6	9	14	21	27	22,05	26,45
4	1,2	16	21	28	34	23,69	28,43
5	2,4	23	28	35	42	24,3	29,16
6	4,8	30	35	42	48	26,27	31,03
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100

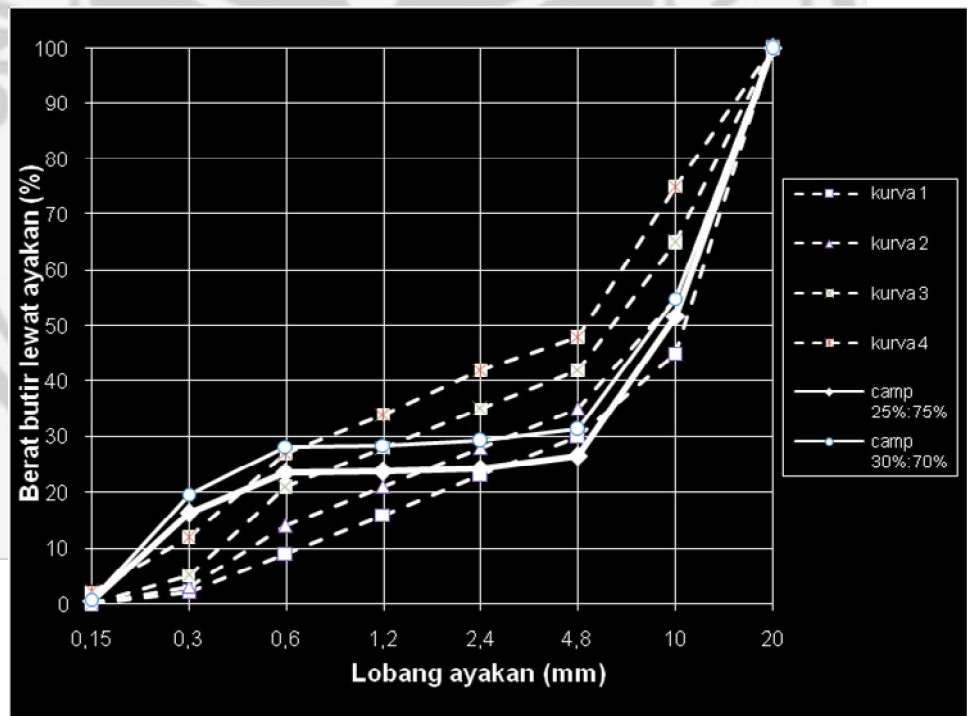


Gambar Gradasi Pasir Pantai Jepara dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Pemalang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

No	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	0,59	0,70
2	0,3	2	3	5	12	16,37	19,65
3	0,6	9	14	21	27	23,45	28,14
4	1,2	16	21	28	34	23,7	28,44
5	2,4	23	28	35	42	24,34	29,21
6	4,8	30	35	42	48	26,49	31,3
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100

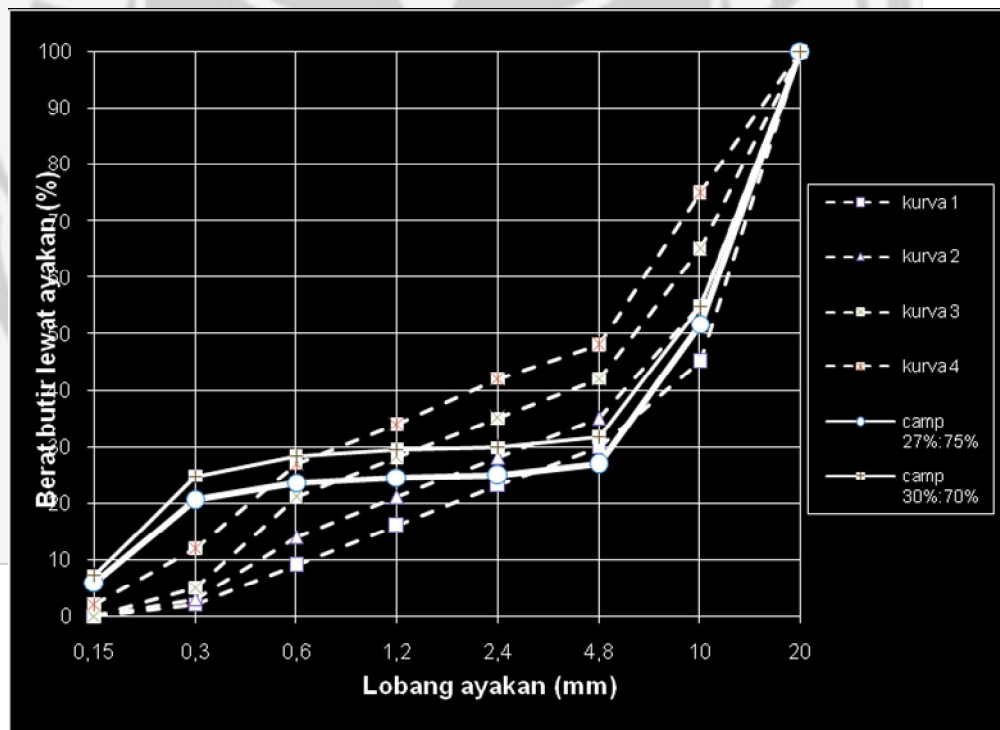


Gambar Gradasi Pasir Pantai Pemalang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Batang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

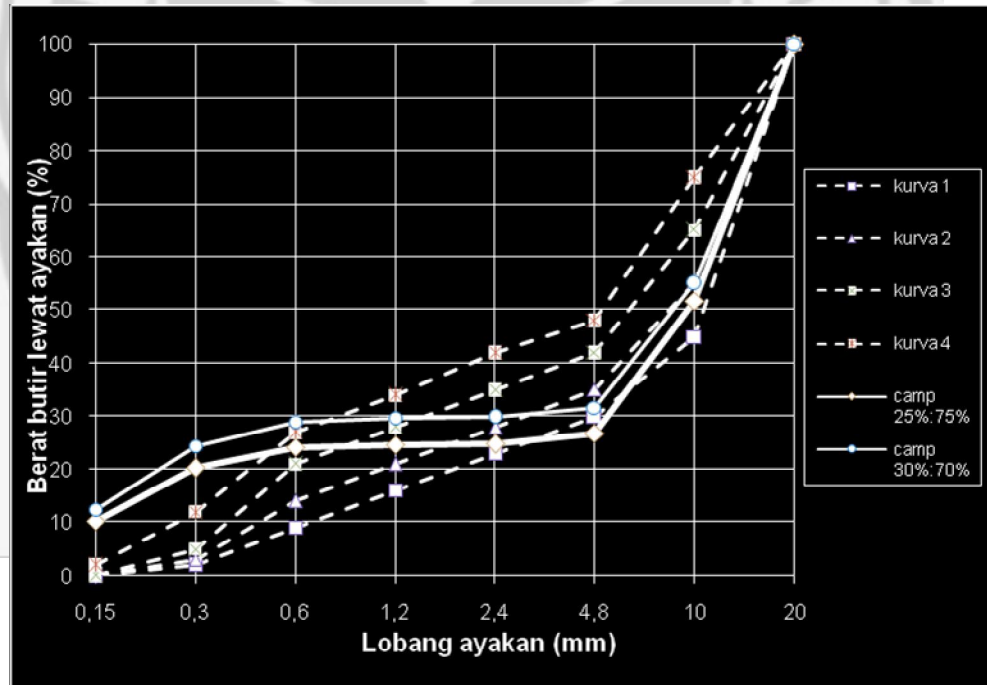
no	lubang ayakan(mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	5,948	7,137
2	0,3	2	3	5	12	20,64	24,76
3	0,6	9	14	21	27	23,66	28,39
4	1,2	16	21	28	34	24,55	29,46
5	2,4	23	28	35	42	24,84	29,81
6	4,8	30	35	42	48	26,86	31,74
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100



Gambar Gradasi Pasir Pantai Batang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Rembang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal							
no	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	10,33	12,39
2	0,3	2	3	5	12	20,34	24,41
3	0,6	9	14	21	27	24,23	29,08
4	1,2	16	21	28	34	24,77	29,72
5	2,4	23	28	35	42	24,87	29,84
6	4,8	30	35	42	48	26,86	31,74
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100

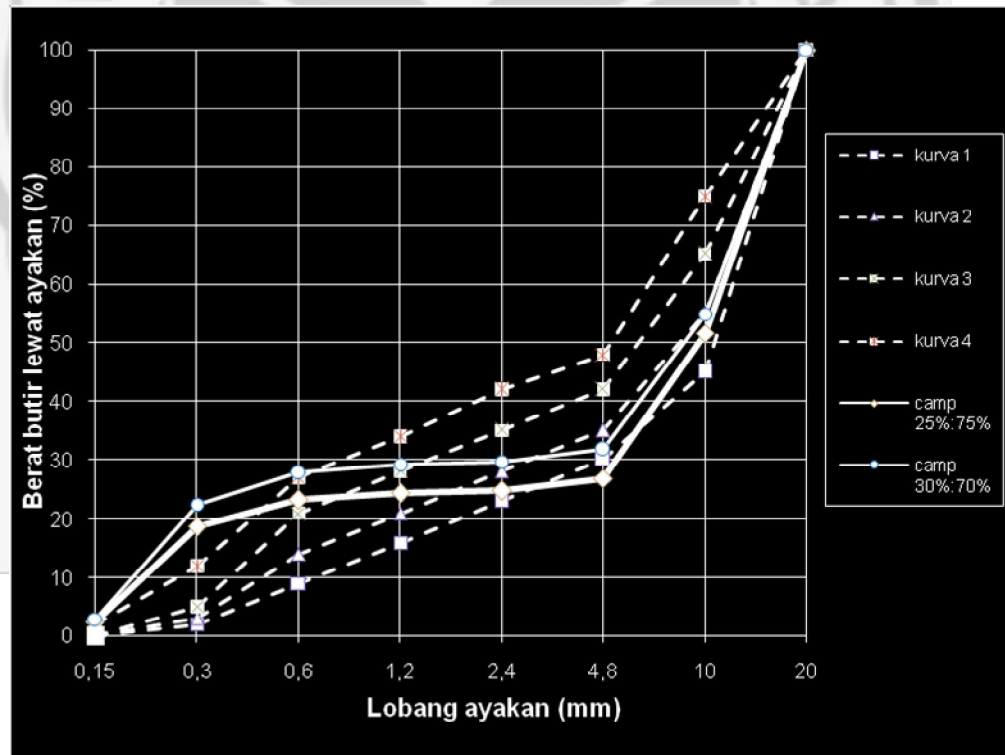


Gambar Gradasi Pasir Pantai Rembang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Tegal dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

No	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	2,45	2,94
2	0,3	2	3	5	12	18,71	22,46
3	0,6	9	14	21	27	23,24	27,88
4	1,2	16	21	28	34	24,37	29,24
5	2,4	23	28	35	42	24,76	29,71
6	4,8	30	35	42	48	26,86	31,74
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100

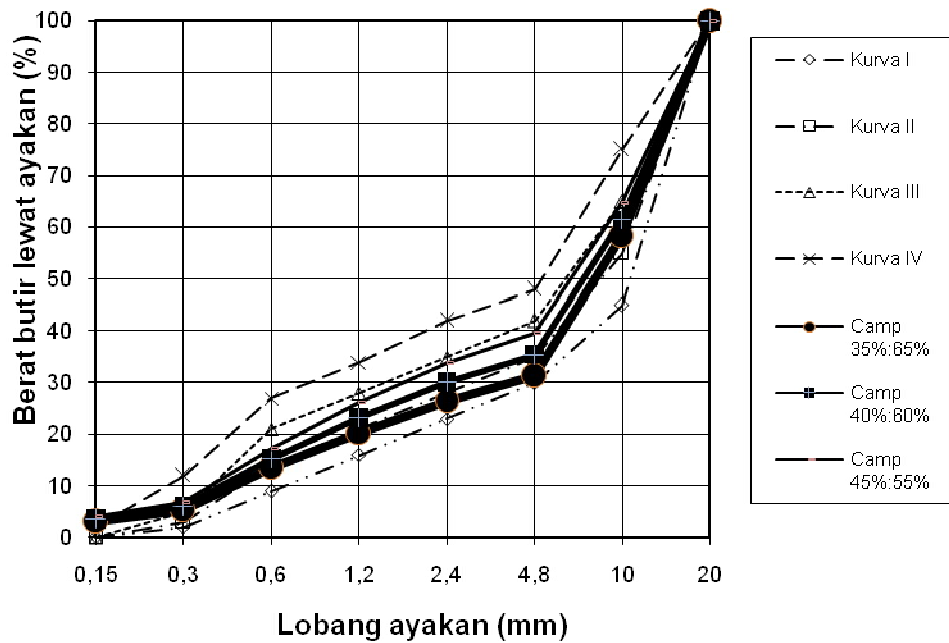


Gambar Gradasi Pasir Pantai Tegal dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Kaligung dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Camp. 35% : 65%	Camp. 40% : 60%	Camp. 45% : 55%
0,15	0	0	0	2	3,10	3,55	3,99
0,3	2	3	5	12	5,38	6,15	6,92
0,6	9	14	21	27	13,43	15,35	17,27
1,2	16	21	28	34	20,33	23,24	26,14
2,4	23	28	35	42	26,41	30,18	33,96
4,8	30	35	42	48	31,36	35,49	39,61
10	45	55	65	75	58,13	61,35	64,57
20	100	100	100	100	100,00	100,00	100,00

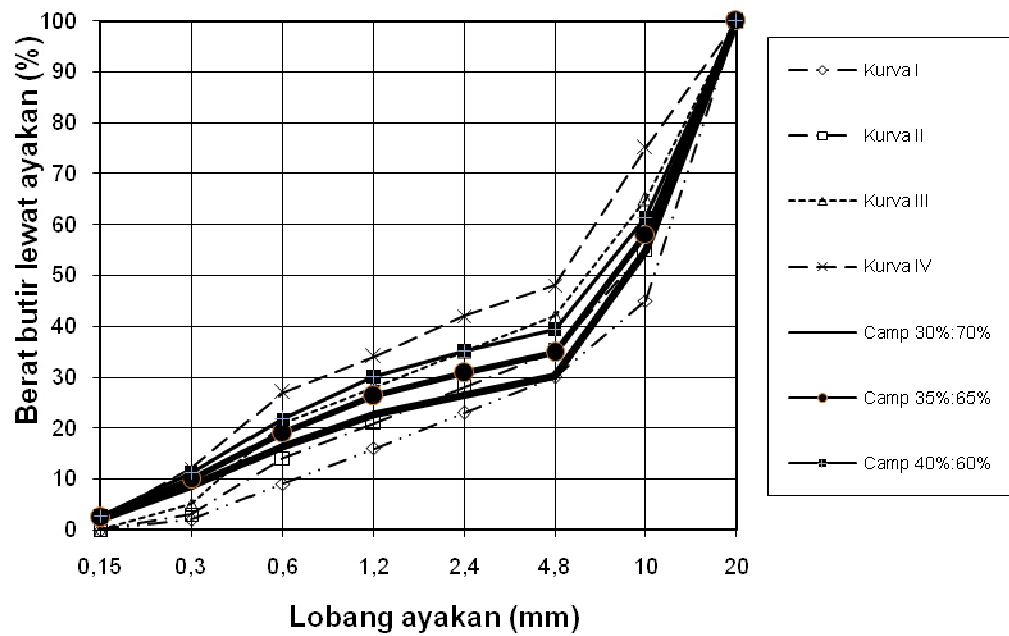


Gambar Gradasi Pasir Kali Gung dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba



**Tabel Perbandingan Pasir Kaliboyo dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal							
Lubang Ayakan (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Camp. 30% : 70%	Camp. 35% : 65%	Camp. 40% : 60%
0,15	0	0	0	2	2,02	2,36	2,70
0,3	2	3	5	12	8,47	9,88	11,29
0,6	9	14	21	27	16,27	18,98	21,69
1,2	16	21	28	34	22,57	26,33	30,09
2,4	23	28	35	42	26,38	30,78	35,18
4,8	30	35	42	48	30,18	34,80	39,42
10	45	55	65	75	54,91	58,13	61,35
20	100	100	100	100	100,00	100,00	100,00

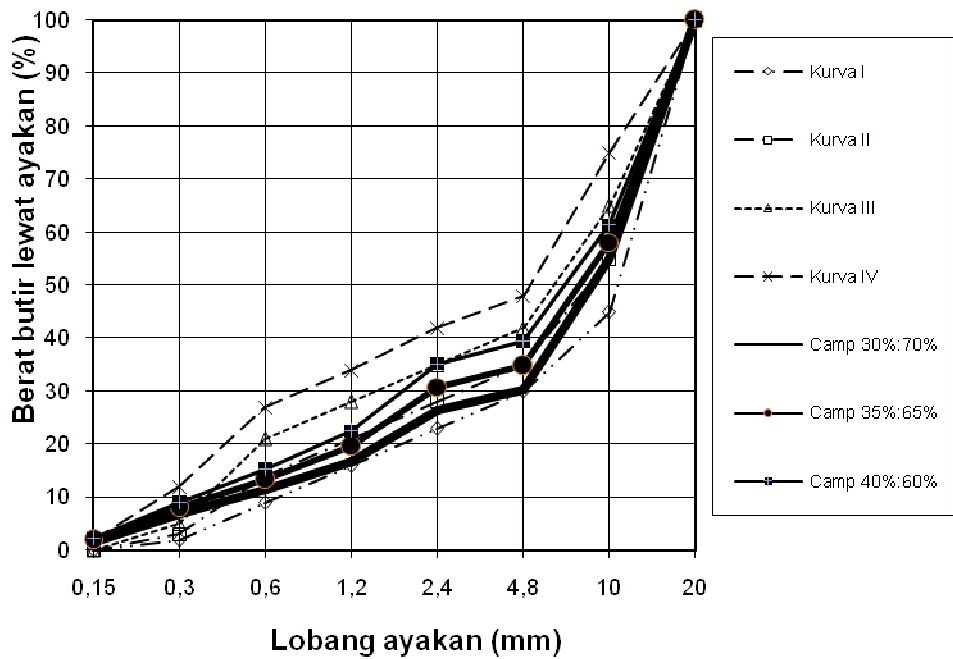


Gambar Gradasi Pasir kaliboyo dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Muntilan dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Camp. 30% : 70%	Camp.	Camp.
						35% : 65%	40% : 60%
0,15	0	0	0	2	1,64	1,91	2,18
0,3	2	3	5	12	6,86	8,01	9,15
0,6	9	14	21	27	11,46	13,37	15,28
1,2	16	21	28	34	16,85	19,65	22,46
2,4	23	28	35	42	26,41	30,81	35,22
4,8	30	35	42	48	30,22	34,84	39,46
10	45	55	65	75	54,91	58,13	61,35
20	100	100	100	100	100,00	100,00	100,00

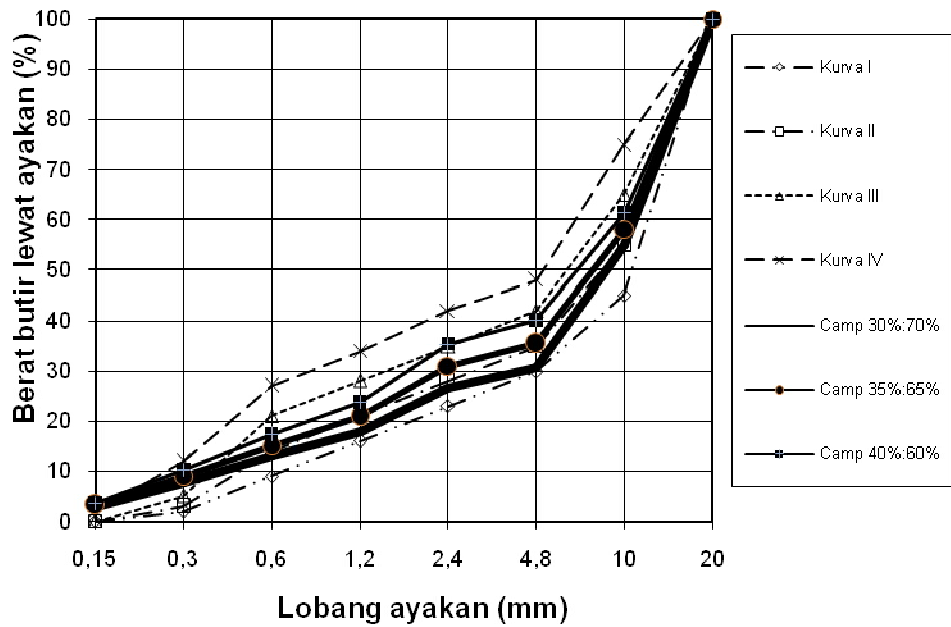


Gambar Gradasi Pasir Muntilan dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Cepu dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Camp. 30% : 70%	Camp. 35% : 65%	Camp. 40% : 60%
0,15	0	0	0	2	2,78	3,24	3,70
0,3	2	3	5	12	7,76	9,05	10,34
0,6	9	14	21	27	13,01	15,18	17,35
1,2	16	21	28	34	17,87	20,85	23,82
2,4	23	28	35	42	26,55	30,98	35,40
4,8	30	35	42	48	30,71	35,41	40,12
10	45	55	65	75	54,91	58,13	61,35
20	100	100	100	100	100,00	100,00	100,00

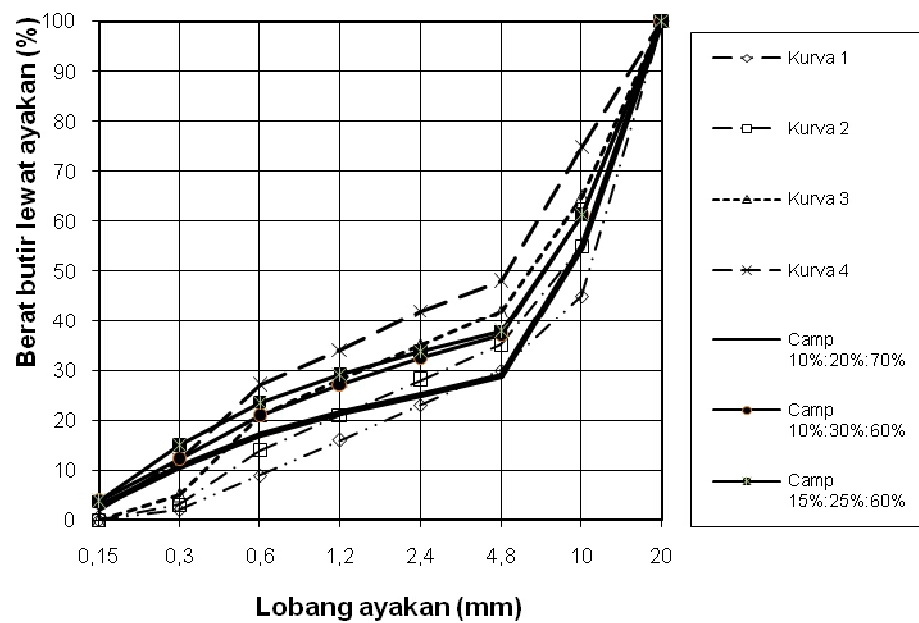


Gambar Gradasi Pasir Cepu dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Tegal, Pasir Kaligung dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Coba-Coba**

Perbandingan Pasir Pantai Tegal (P1) : Pasir Kali Gung (P2) : Kerikil Pudak Payung (K)  
 Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4	Grad. camp. 10%:20%:70%	Grad. camp. 10%:30%:60%	Grad. camp. 15%:25%:60%
0,15	0	0	0	2	2,75	3,64	3,69
0,3	2	3	5	12	10,56	12,1	15,07
0,6	9	14	21	27	16,97	20,81	23,53
1,2	16	21	28	34	21,37	27,17	29,14
2,4	23	28	35	42	24,99	32,54	33,72
4,8	30	35	42	48	28,74	36,99	37,74
10	45	55	65	75	54,91	61,35	61,35
20	100	100	100	100	100	100	100

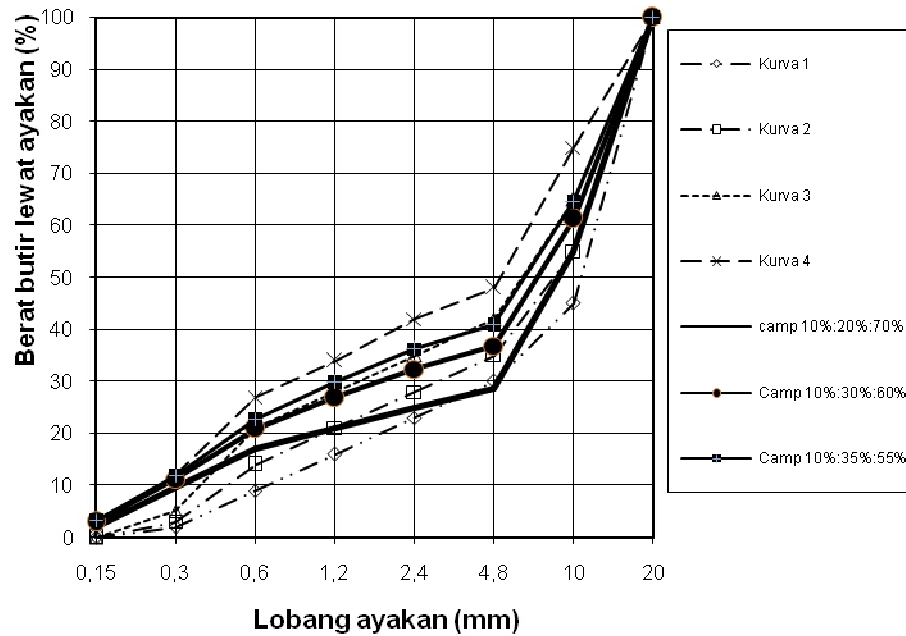


Gambar Gradasi Pasir Pantai Tegal, Pasir Kali Gung dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Pemalang, Pasir Kaligung dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Perbandingan Pasir Pantai Pemalang(P1) : Pasir Kali Gung (P2) : Kerikil Pudak Payung (K)  
Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4	Grad. camp.	Grad. camp.	Grad. camp.
					10%:20%:70%	10%:30%:60%	10%:35%:55%
0,15	0	0	0	2	2,01	2,9	3,34
0,3	2	3	5	12	9,62	11,16	11,93
0,6	9	14	21	27	17,06	20,89	22,81
1,2	16	21	28	34	21,1	26,91	29,81
2,4	23	28	35	42	24,83	32,37	36,15
4,8	30	35	42	48	28,59	36,84	40,97
10	45	55	65	75	54,91	61,35	64,57
20	100	100	100	100	100	100	100

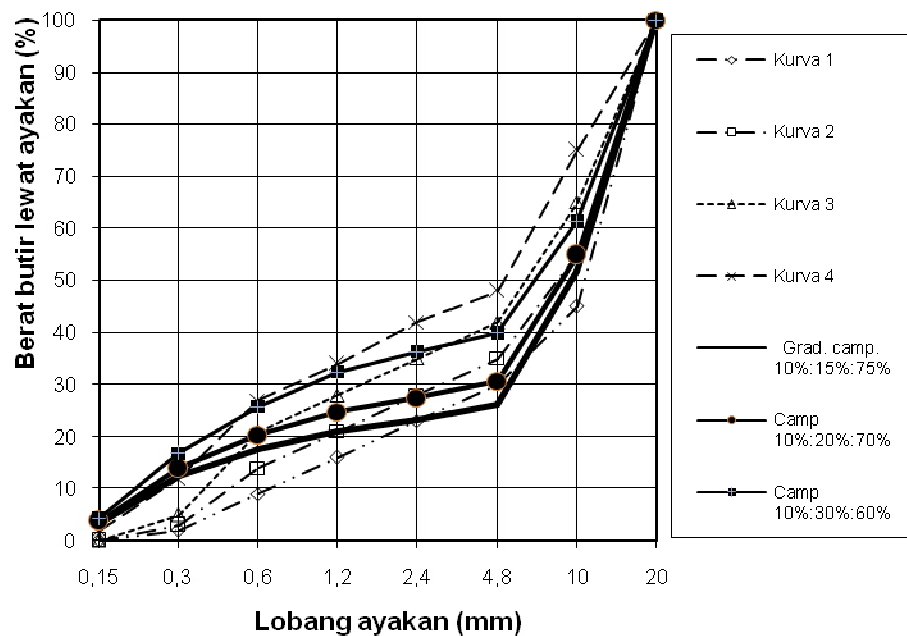


Gambar Gradasi Pasir Pantai Pemalang, Pasir Kali Gung dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Batang, Pasir Kaliboyo dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Coba-Coba**

Perbandingan Pasir Pantai Batang(P1) : Pasir Kaliboyo (P2) : Kerikil Pudak Payung (K)  
 Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4	Grad. camp. 10%:15%:75%	Grad. camp. 10%:20%:70%	Grad. camp. 10%:30%:60%
0,15	0	0	0	2	3,39	3,73	4,4
0,3	2	3	5	12	12,29	13,9	16,72
0,6	9	14	21	27	17,6	20,31	25,73
1,2	16	21	28	34	21,1	24,81	32,39
2,4	23	28	35	42	23,13	27,52	36,32
4,8	30	35	42	48	26,08	30,7	39,93
10	45	55	65	75	51,69	54,91	61,35
20	100	100	100	100	100	100	100

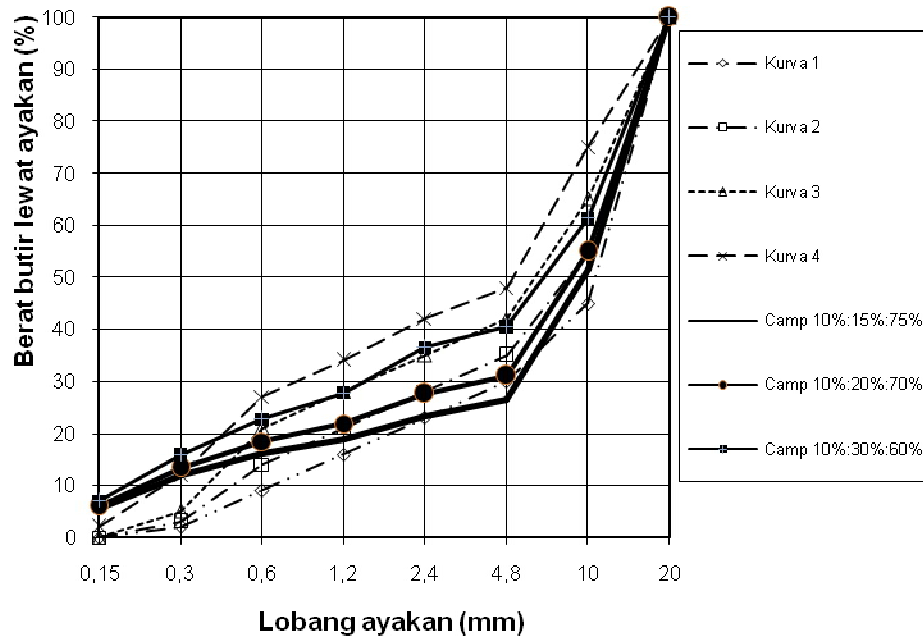


Gambar Gradasi Pasir Pantai Batang, Pasir Kaliboyo dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Rembang, Pasir Cepu dan Kerikil Pudak Payung**  
**Menggunakan Metode Coba-Coba**

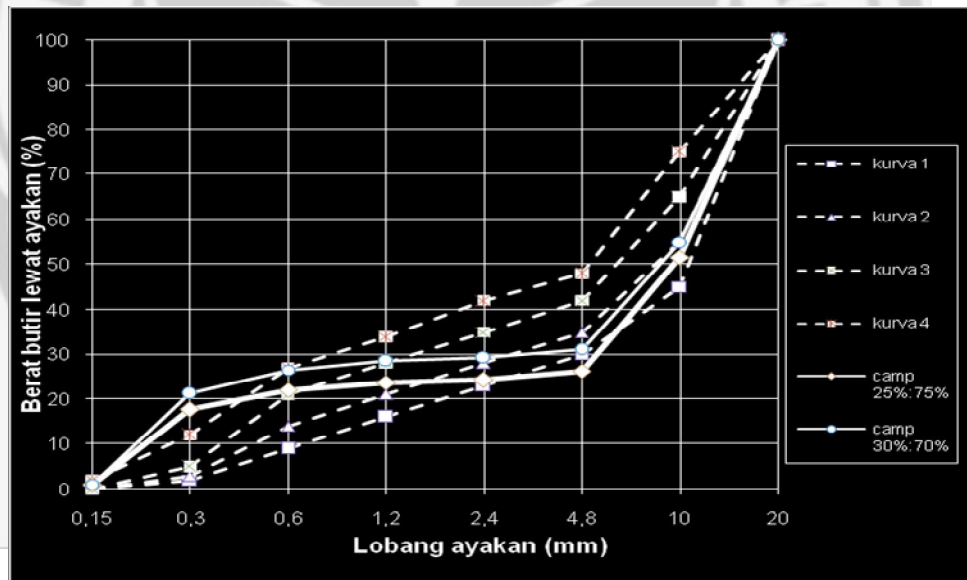
Perbandingan Pasir Pantai Rembang(P1) : Pasir Cepu(P2) : Kerikil Pudak Payung (K)  
 Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Grad. camp.	Grad. camp.	Grad. camp.
					10%:15%:75%	10%:20%:70%	10%:30%:60%
0,15	0	0	0	2	5,52	5,98	6,91
0,3	2	3	5	12	12,02	13,31	15,89
0,6	9	14	21	27	16,2	18,37	22,7
1,2	16	21	28	34	18,84	21,82	27,78
2,4	23	28	35	42	23,22	27,65	36,5
4,8	30	35	42	48	26,35	31,05	40,46
10	45	55	65	75	51,69	54,91	61,35
20	100	100	100	100	100	100	100



Gambar Gradasi Pasir Pantai Rembang, Pasir Cepu dan Kerikil Pudak Payung  
 Menggunakan Metode Coba-Coba

Tabel Perbandingan Pasir Pantai Jepara dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Coba-Coba							
Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal							
no	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	0,928	1,11
2	0,3	2	3	5	12	17,66	21,2
3	0,6	9	14	21	27	22,05	26,45
4	1,2	16	21	28	34	23,69	28,43
5	2,4	23	28	35	42	24,3	29,16
6	4,8	30	35	42	48	26,27	31,03
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100



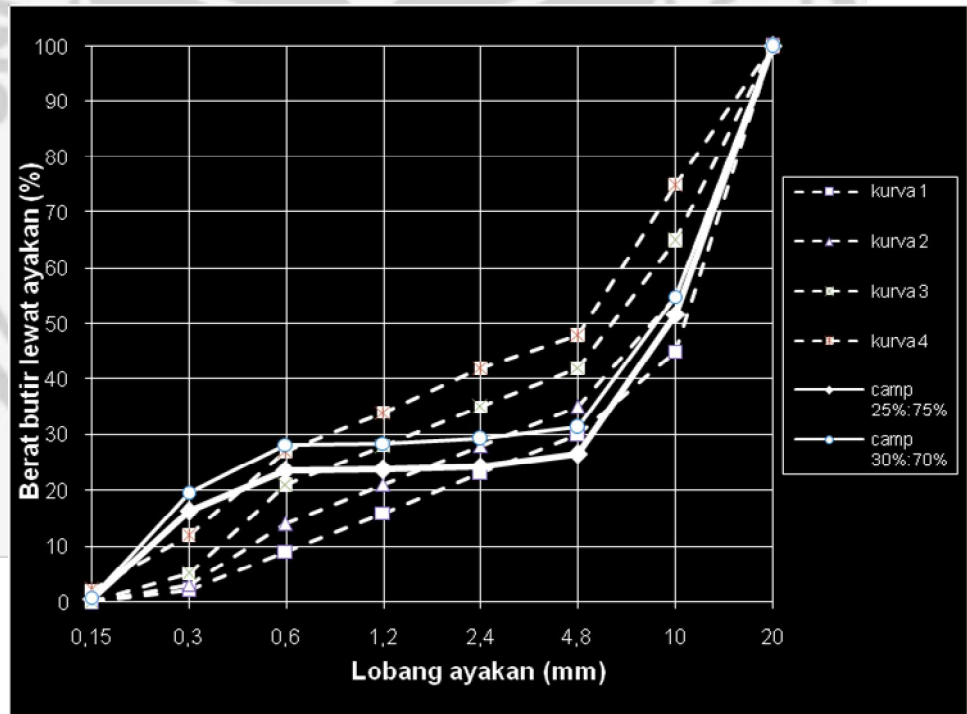
Gambar Gradasi Pasir Pantai Jepara dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Coba-Coba



**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Pemalang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

No	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	0,59	0,70
2	0,3	2	3	5	12	16,37	19,65
3	0,6	9	14	21	27	23,45	28,14
4	1,2	16	21	28	34	23,7	28,44
5	2,4	23	28	35	42	24,34	29,21
6	4,8	30	35	42	48	26,49	31,3
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100

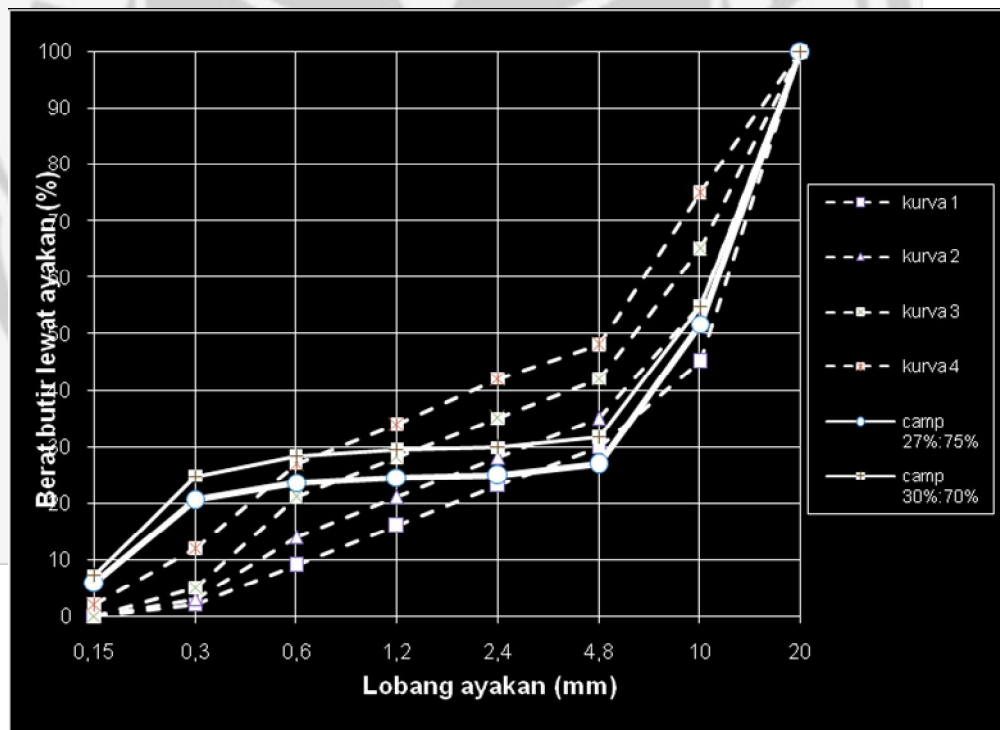


Gambar Gradasi Pasir Pantai Pemalang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Batang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

no	lubang ayakan(mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	5,948	7,137
2	0,3	2	3	5	12	20,64	24,76
3	0,6	9	14	21	27	23,66	28,39
4	1,2	16	21	28	34	24,55	29,46
5	2,4	23	28	35	42	24,84	29,81
6	4,8	30	35	42	48	26,86	31,74
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100

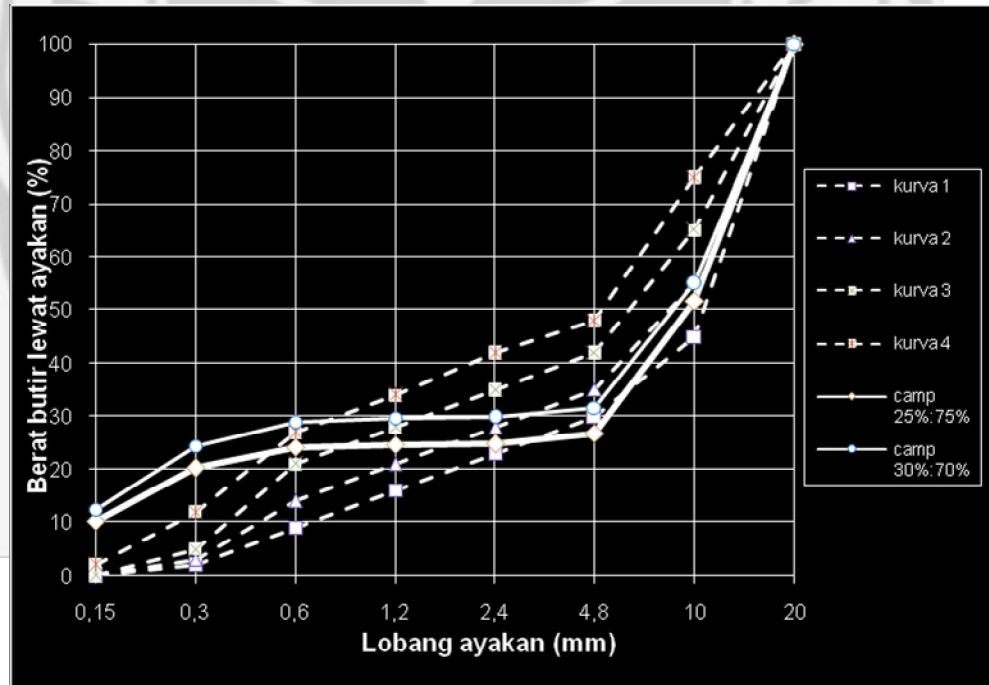


Gambar Gradasi Pasir Pantai Batang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Rembang dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

no	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	10,33	12,39
2	0,3	2	3	5	12	20,34	24,41
3	0,6	9	14	21	27	24,23	29,08
4	1,2	16	21	28	34	24,77	29,72
5	2,4	23	28	35	42	24,87	29,84
6	4,8	30	35	42	48	26,86	31,74
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100

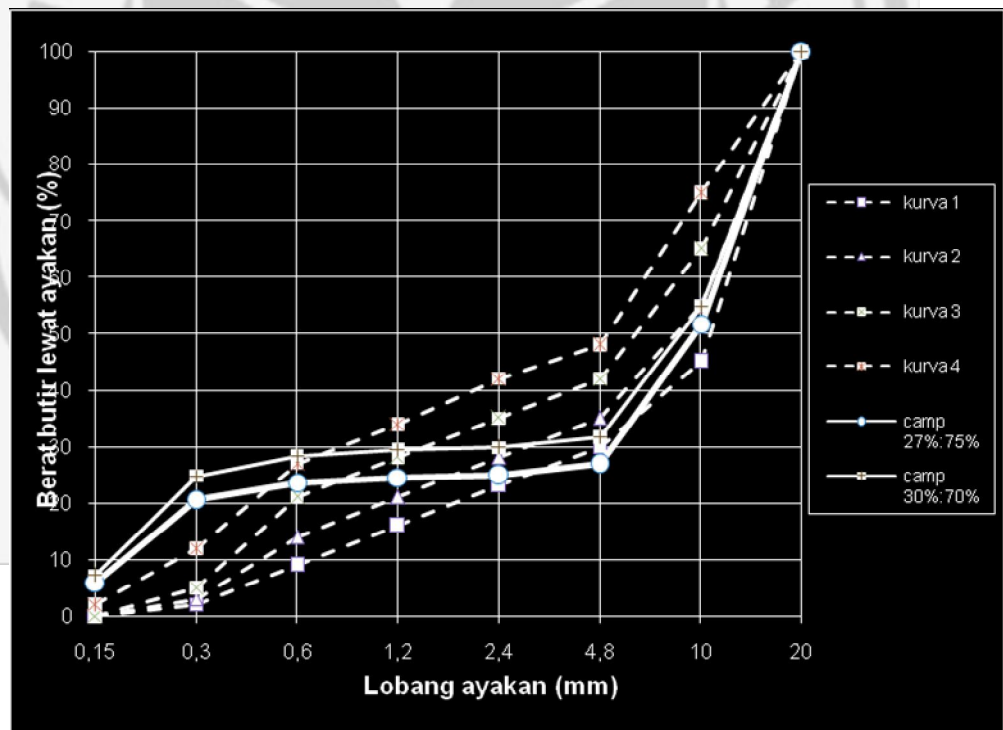


Gambar Gradasi Pasir Pantai Rembang dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Batang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

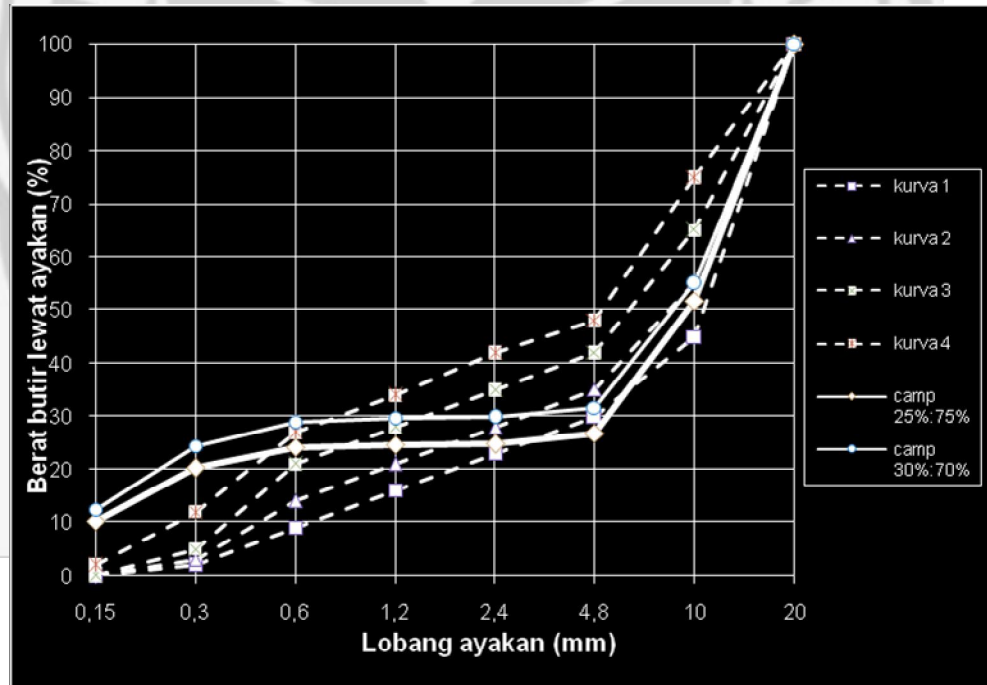
no	lubang ayakan(mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	5,948	7,137
2	0,3	2	3	5	12	20,64	24,76
3	0,6	9	14	21	27	23,66	28,39
4	1,2	16	21	28	34	24,55	29,46
5	2,4	23	28	35	42	24,84	29,81
6	4,8	30	35	42	48	26,86	31,74
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100



Gambar Gradasi Pasir Pantai Batang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Rembang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal							
no	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	10,33	12,39
2	0,3	2	3	5	12	20,34	24,41
3	0,6	9	14	21	27	24,23	29,08
4	1,2	16	21	28	34	24,77	29,72
5	2,4	23	28	35	42	24,87	29,84
6	4,8	30	35	42	48	26,86	31,74
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100

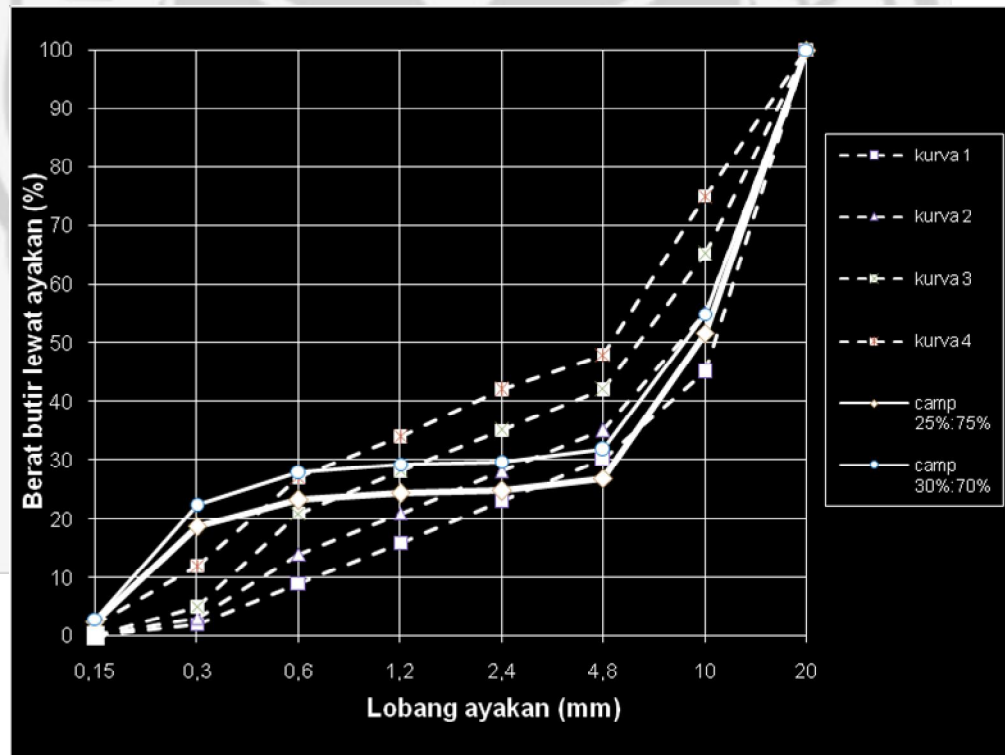


Gambar Gradasi Pasir Pantai Rembang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Tegal dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

No	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	2,45	2,94
2	0,3	2	3	5	12	18,71	22,46
3	0,6	9	14	21	27	23,24	27,88
4	1,2	16	21	28	34	24,37	29,24
5	2,4	23	28	35	42	24,76	29,71
6	4,8	30	35	42	48	26,86	31,74
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100

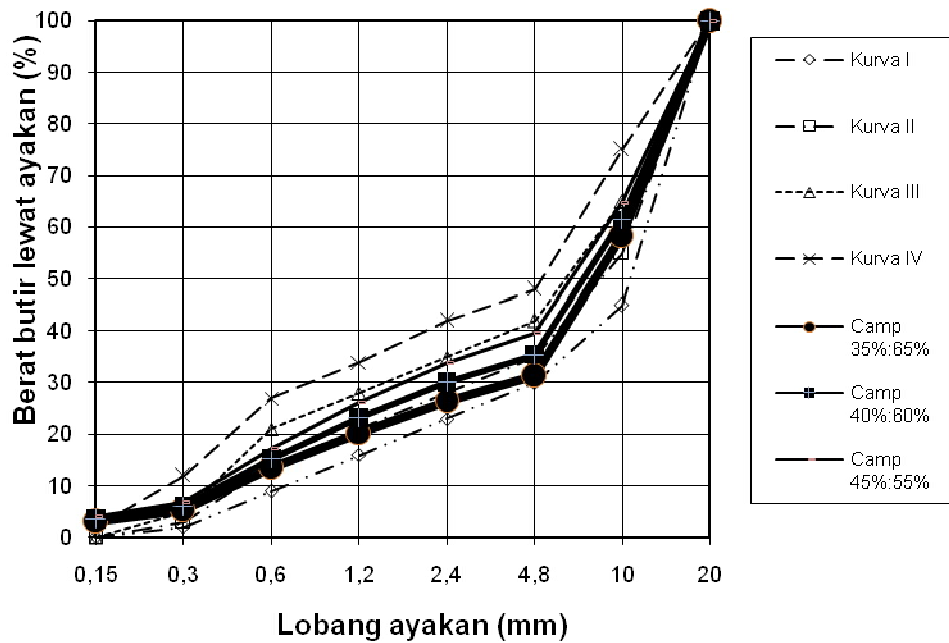


Gambar Gradasi Pasir Pantai Tegal dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Kaligung dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Camp. 35% : 65%	Camp. 40% : 60%	Camp. 45% : 55%
0,15	0	0	0	2	3,10	3,55	3,99
0,3	2	3	5	12	5,38	6,15	6,92
0,6	9	14	21	27	13,43	15,35	17,27
1,2	16	21	28	34	20,33	23,24	26,14
2,4	23	28	35	42	26,41	30,18	33,96
4,8	30	35	42	48	31,36	35,49	39,61
10	45	55	65	75	58,13	61,35	64,57
20	100	100	100	100	100,00	100,00	100,00

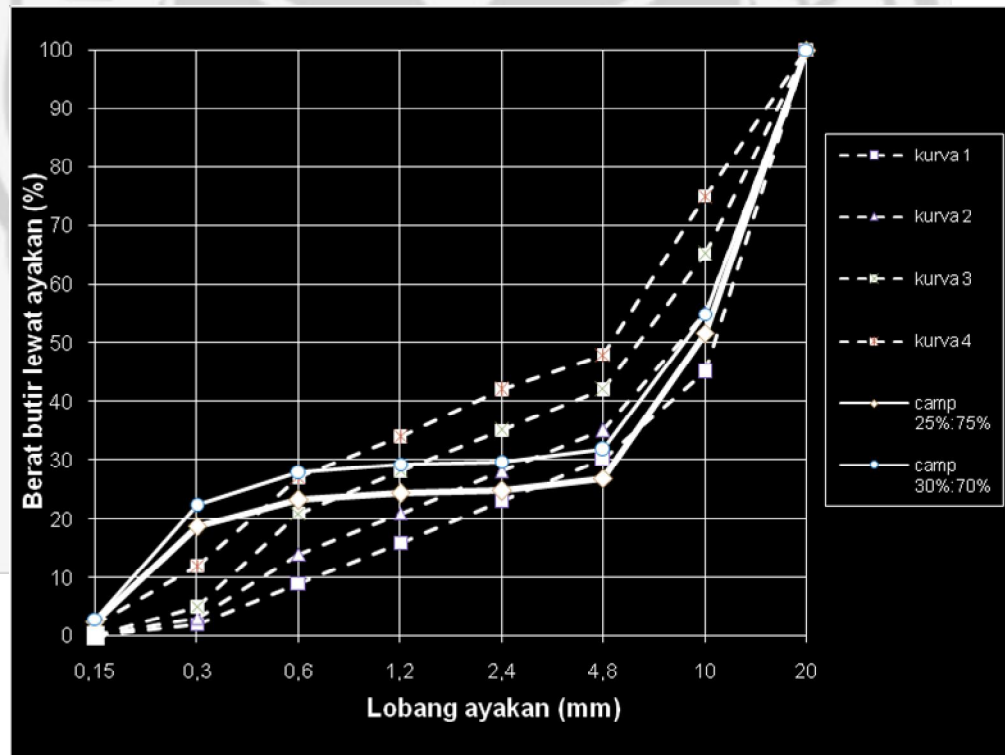


Gambar Gradasi Pasir Kali Gung dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Tegal dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

No	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	2,45	2,94
2	0,3	2	3	5	12	18,71	22,46
3	0,6	9	14	21	27	23,24	27,88
4	1,2	16	21	28	34	24,37	29,24
5	2,4	23	28	35	42	24,76	29,71
6	4,8	30	35	42	48	26,86	31,74
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100



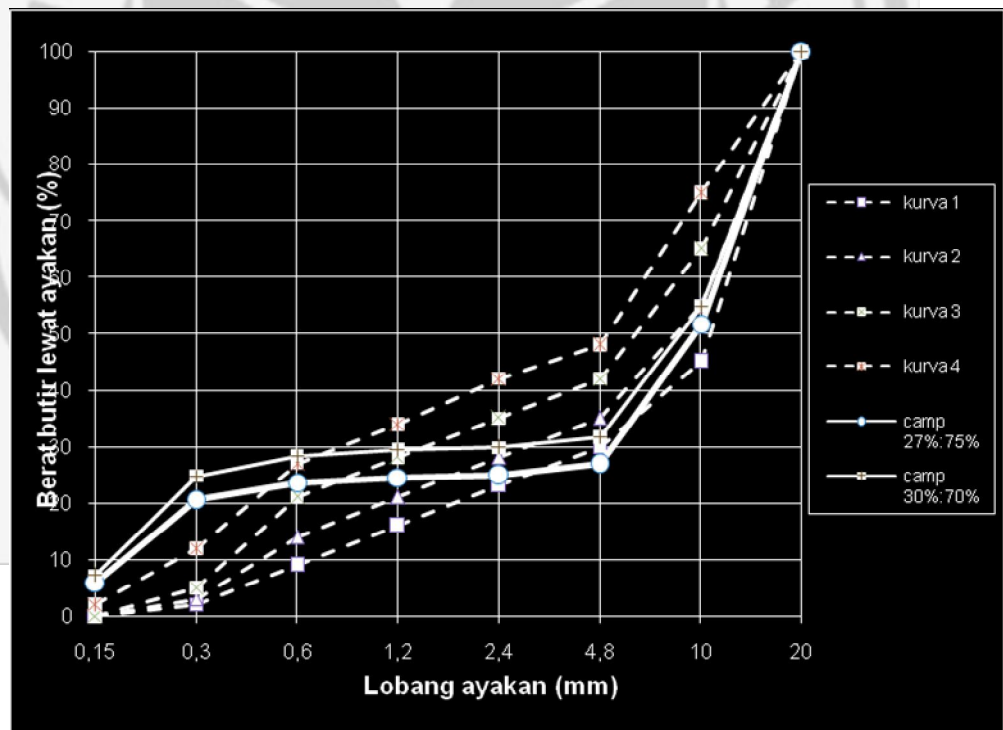
Gambar Gradasi Pasir Pantai Tegal dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba



**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Batang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

no	lubang ayakan(mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	5,948	7,137
2	0,3	2	3	5	12	20,64	24,76
3	0,6	9	14	21	27	23,66	28,39
4	1,2	16	21	28	34	24,55	29,46
5	2,4	23	28	35	42	24,84	29,81
6	4,8	30	35	42	48	26,86	31,74
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100

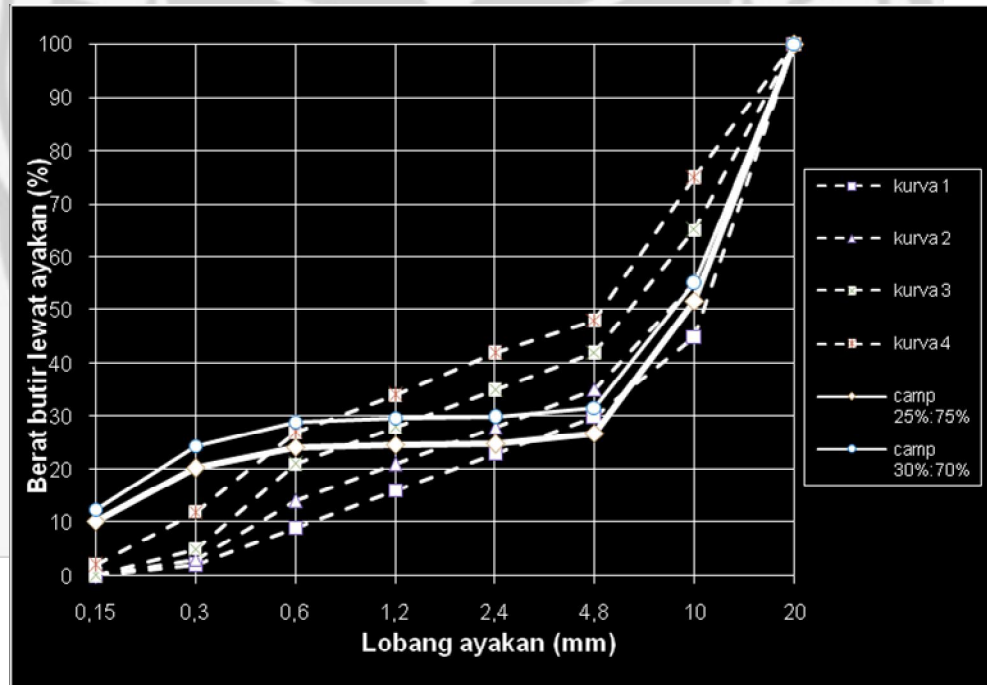


Gambar Gradasi Pasir Pantai Batang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Rembang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

no	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	10,33	12,39
2	0,3	2	3	5	12	20,34	24,41
3	0,6	9	14	21	27	24,23	29,08
4	1,2	16	21	28	34	24,77	29,72
5	2,4	23	28	35	42	24,87	29,84
6	4,8	30	35	42	48	26,86	31,74
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100

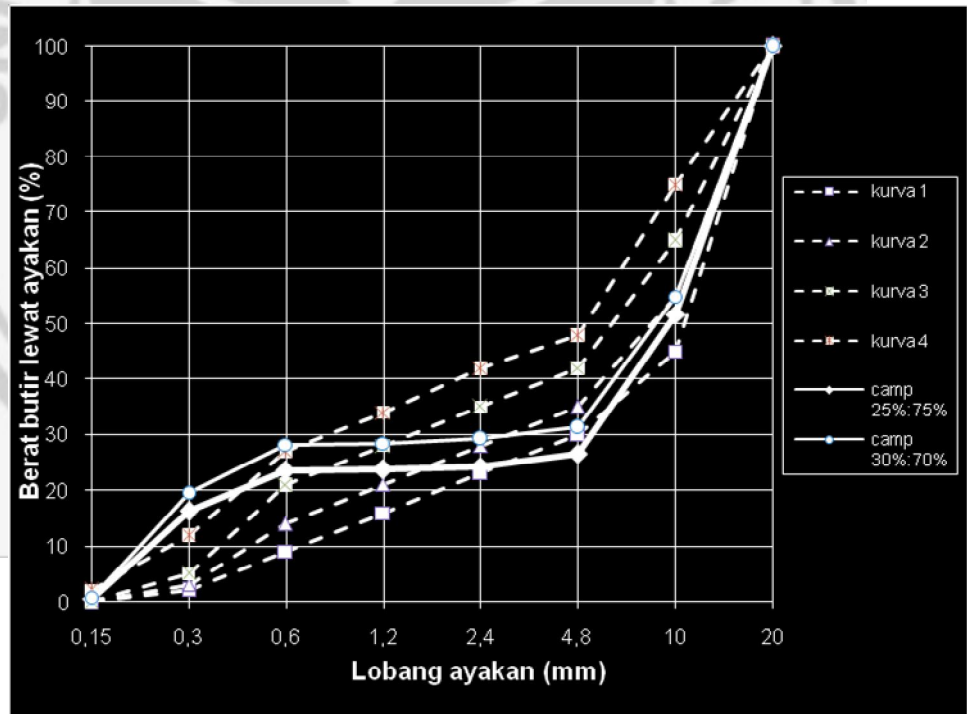


Gambar Gradasi Pasir Pantai Rembang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Pemalang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

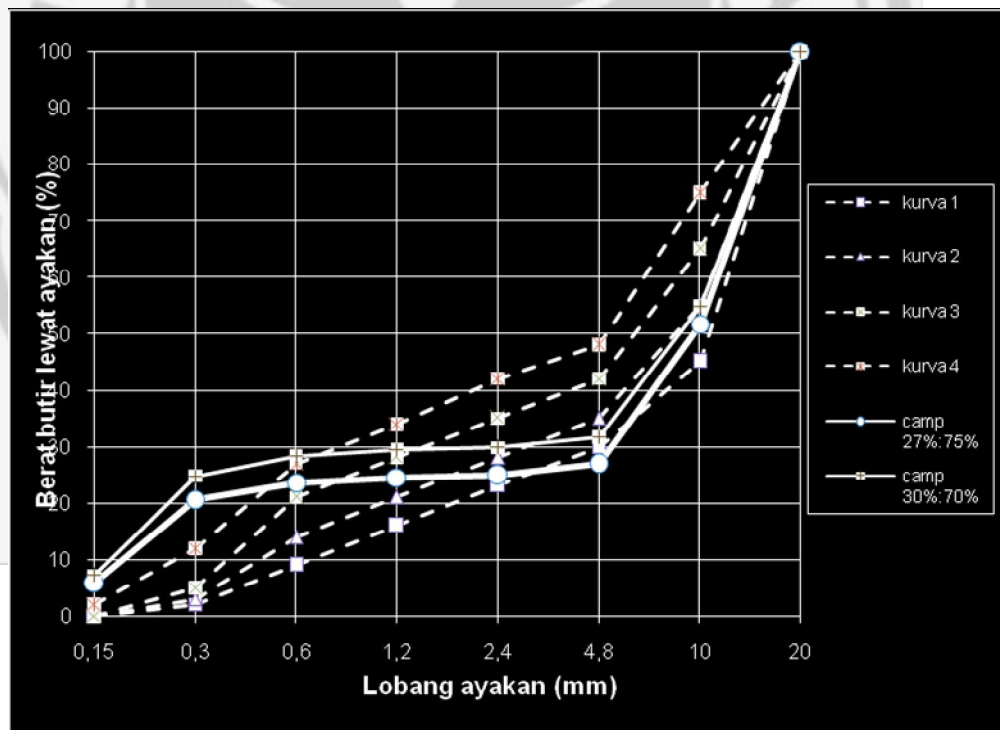
No	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	0,59	0,70
2	0,3	2	3	5	12	16,37	19,65
3	0,6	9	14	21	27	23,45	28,14
4	1,2	16	21	28	34	23,7	28,44
5	2,4	23	28	35	42	24,34	29,21
6	4,8	30	35	42	48	26,49	31,3
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100



Gambar Gradasi Pasir Pantai Pemalang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Batang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal							
no	lubang ayakan(mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	5,948	7,137
2	0,3	2	3	5	12	20,64	24,76
3	0,6	9	14	21	27	23,66	28,39
4	1,2	16	21	28	34	24,55	29,46
5	2,4	23	28	35	42	24,84	29,81
6	4,8	30	35	42	48	26,86	31,74
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100

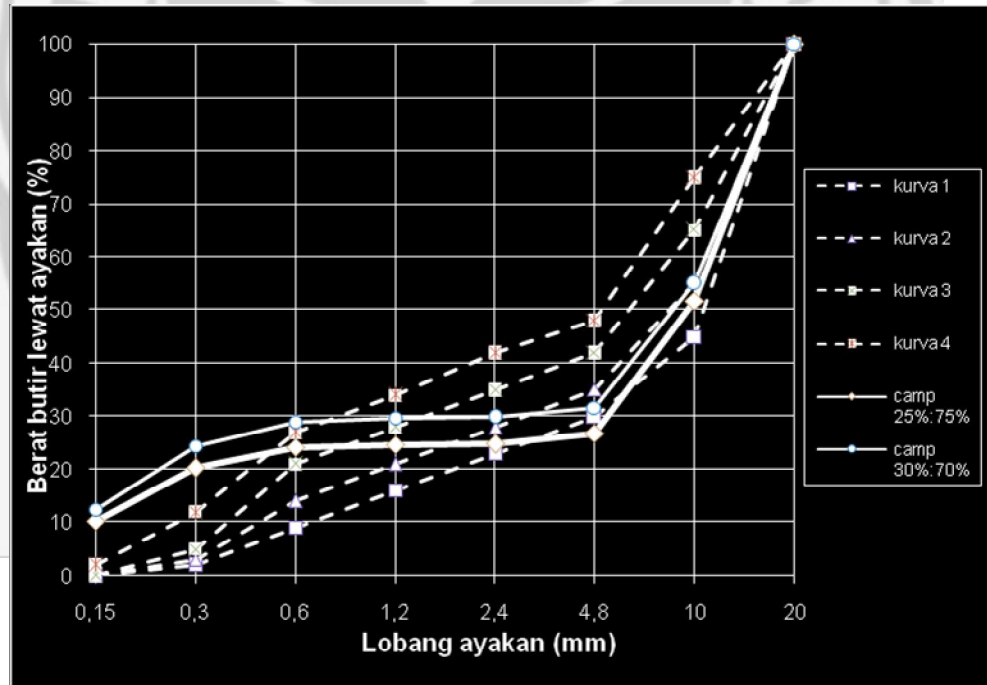


Gambar Gradasi Pasir Pantai Batang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Rembang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

no	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	camp 25%:75%	camp 30%:70%
1	0,15	0	0	0	2	10,33	12,39
2	0,3	2	3	5	12	20,34	24,41
3	0,6	9	14	21	27	24,23	29,08
4	1,2	16	21	28	34	24,77	29,72
5	2,4	23	28	35	42	24,87	29,84
6	4,8	30	35	42	48	26,86	31,74
7	10	45	55	65	75	51,69	54,91
8	20	100	100	100	100	100	100



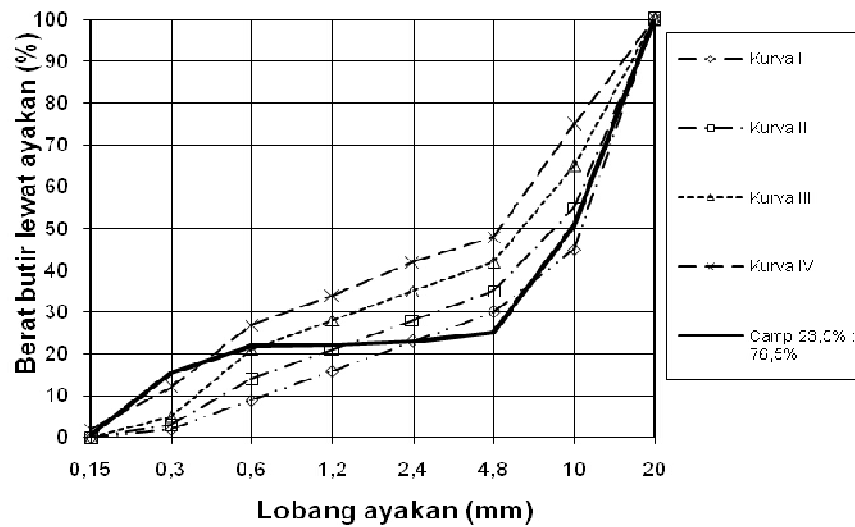
Gambar Gradasi Pasir Pantai Rembang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Pemalang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis**

(Perbandingan pasir Pantai Pemalang : Kerikil Pudak Payung= 23,5% : 76,5%)

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

No	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	Camp 23,5% : 76,5%
1	0,15	0	0	0	2	0,55
2	0,3	2	3	5	12	15,39
3	0,6	9	14	21	27	22,05
4	1,2	16	21	28	34	22,28
5	2,4	23	28	35	42	22,88
6	4,8	30	35	42	48	25,05
7	10	45	55	65	75	50,72
8	20	100	100	100	100	100,00



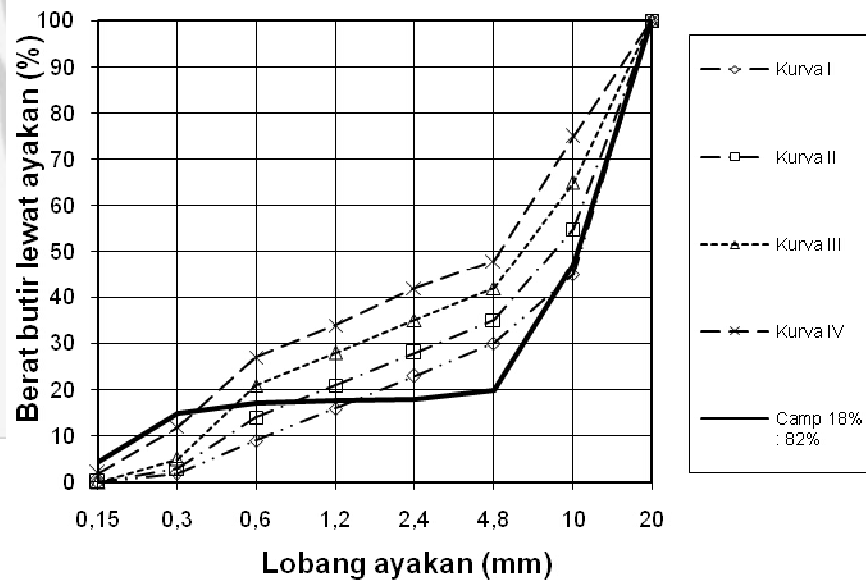
Gambar Gradasi Pasir Pantai Pemalang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Batang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis**

(Perbandingan pasir Pantai Batang : Kerikil Pudak Payung= 18% : 82%)

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

no	lubang ayakan(mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	Camp 18% : 82%
1	0,15	0	0	0	2	4,28
2	0,3	2	3	5	12	14,86
3	0,6	9	14	21	27	17,03
4	1,2	16	21	28	34	17,68
5	2,4	23	28	35	42	17,88
6	4,8	30	35	42	48	20,03
7	10	45	55	65	75	47,18
8	20	100	100	100	100	100,00



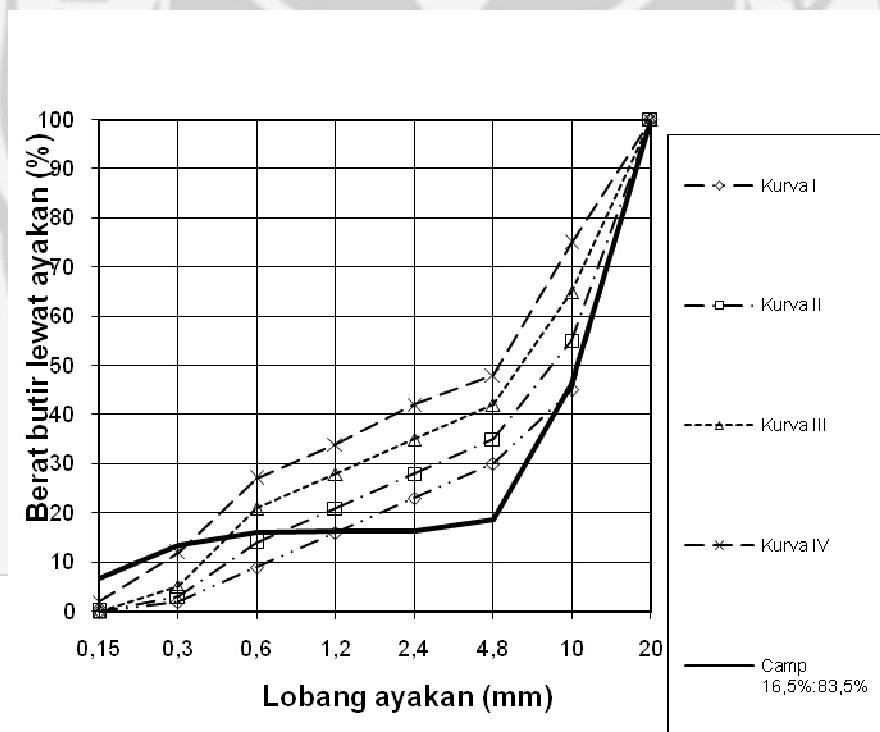
Gambar Gradasi Pasir Pantai Batang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Rembang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Coba-Coba**

(Perbandingan pasir Pantai Rembang : Kerikil Pudak Payung= 16,5% : 83,5%)

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

no	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	Camp 16,5%:83,5%
1	0,15	0	0	0	2	6,82
2	0,3	2	3	5	12	13,42
3	0,6	9	14	21	27	15,99
4	1,2	16	21	28	34	16,35
5	2,4	23	28	35	42	16,41
6	4,8	30	35	42	48	18,57
7	10	45	55	65	75	46,21
8	20	100	100	100	100	100,00



Gambar Gradasi Pasir Pantai Rembang dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis

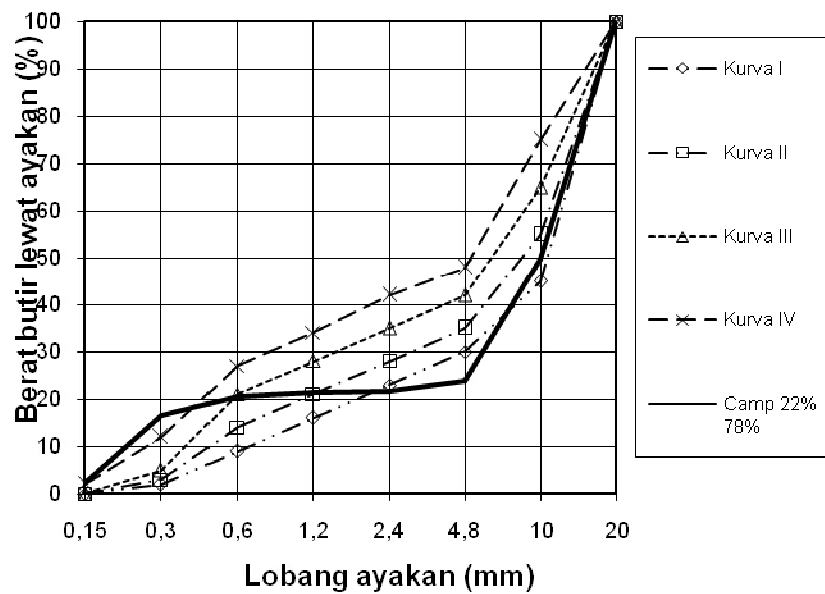


**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Tegal dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis**

(Perbandingan pasir Pantai Tegal : Kerikil Pudak Payung= 22% : 78%)

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

No	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	Camp 22% : 78%
1	0,15	0	0	0	2	2,16
2	0,3	2	3	5	12	16,47
3	0,6	9	14	21	27	20,45
4	1,2	16	21	28	34	21,44
5	2,4	23	28	35	42	21,78
6	4,8	30	35	42	48	23,93
7	10	45	55	65	75	49,75
8	20	100	100	100	100	100,00



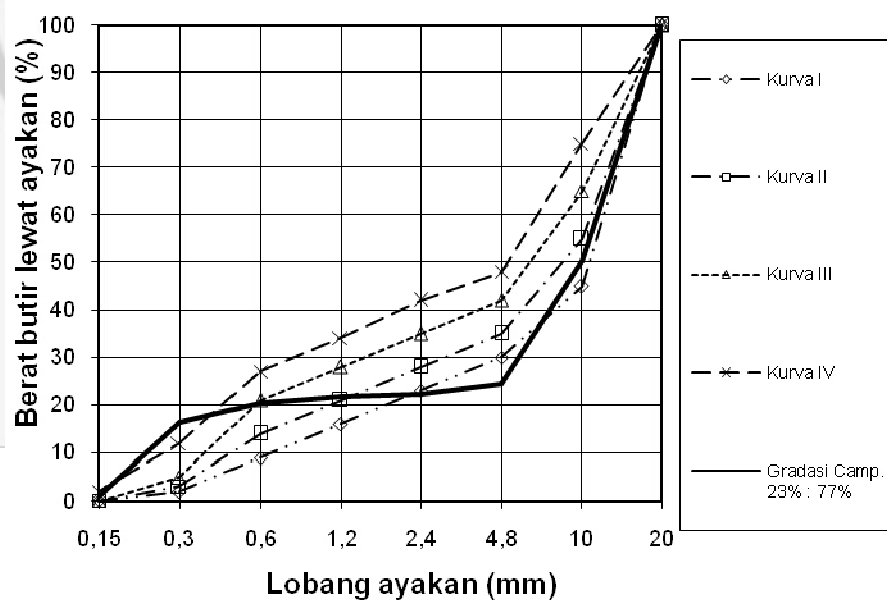
Gambar Gradasi Pasir Pantai Tegal dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis

**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Jepara dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis**

(Perbandingan pasir Pantai Jepara : Kerikil Pudak Payung= 23% : 77%)

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

no	lubang ayakan (mm)	kurva 1	kurva 2	kurva 3	kurva 4	Camp 23% : 77%
1	0,15	0	0	0	2	0,85
2	0,3	2	3	5	12	16,25
3	0,6	9	14	21	27	20,28
4	1,2	16	21	28	34	21,79
5	2,4	23	28	35	42	22,36
6	4,8	30	35	42	48	24,37
7	10	45	55	65	75	50,40
8	20	100	100	100	100	100,00



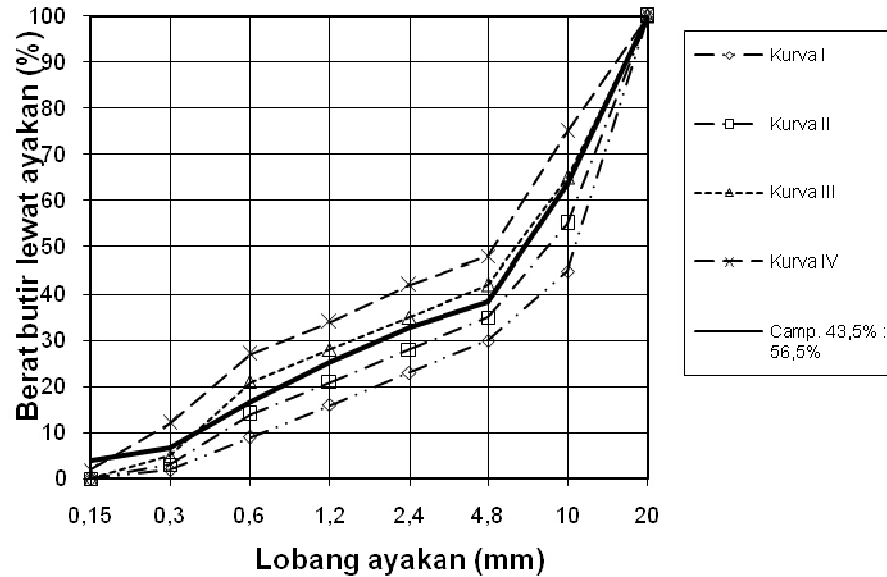
Gambar Gradasi Pasir Pantai Jepara dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis

**Tabel Perbandingan Pasir Kali Gung dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis**

(Perbandingan pasir Kali Gung : Kerikil Pudak Payung= 43,5% : 56,5%)

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Camp. 43,5% : 56,5%
0,15	0	0	0	2	3,86
0,3	2	3	5	12	6,69
0,6	9	14	21	27	16,69
1,2	16	21	28	34	25,27
2,4	23	28	35	42	32,83
4,8	30	35	42	48	38,38
10	45	55	65	75	63,60
20	100	100	100	100	100,00



Gambar Gradasi Pasir Kali Gung dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis

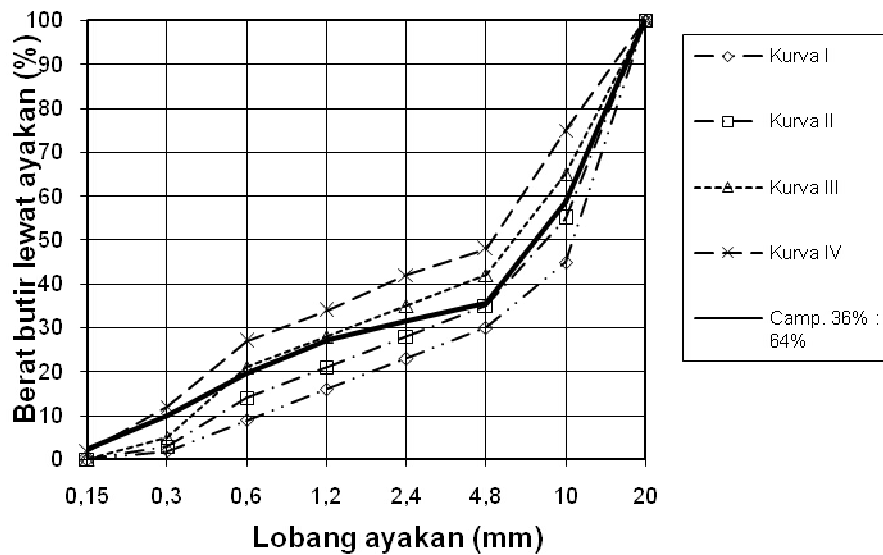
**Tabel Perbandingan Pasir Kaliboyo dan Kerikil Puduk Payung**

**Menggunakan Metode Grafis**

(Perbandingan pasir Kaliboyo : Kerikil Puduk Payung= 36% : 64%)

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Camp. 36% : 64%
0,15	0	0	0	2	2,43
0,3	2	3	5	12	10,16
0,6	9	14	21	27	19,52
1,2	16	21	28	34	27,08
2,4	23	28	35	42	31,66
4,8	30	35	42	48	35,72
10	45	55	65	75	58,77
20	100	100	100	100	100,00



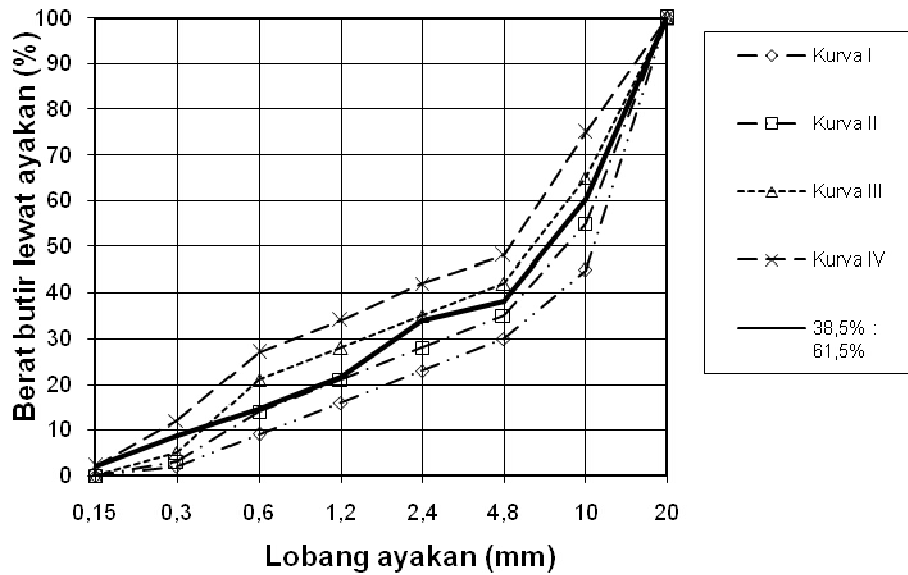
Gambar Gradasi Pasir kaliboyo dan Kerikil Puduk Payung Menggunakan Metode Grafis

**Tabel Perbandingan Pasir Muntilan dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis**

(Perbandingan pasir Muntilan dan Kerikil Pudak Payung= 38,5% :61,5%)

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Camp. 38,5% : 61,5%
0,15	0	0	0	2	2,10
0,3	2	3	5	12	8,81
0,6	9	14	21	27	14,71
1,2	16	21	28	34	21,62
2,4	23	28	35	42	33,90
4,8	30	35	42	48	38,07
10	45	55	65	75	60,38
20	100	100	100	100	100,00



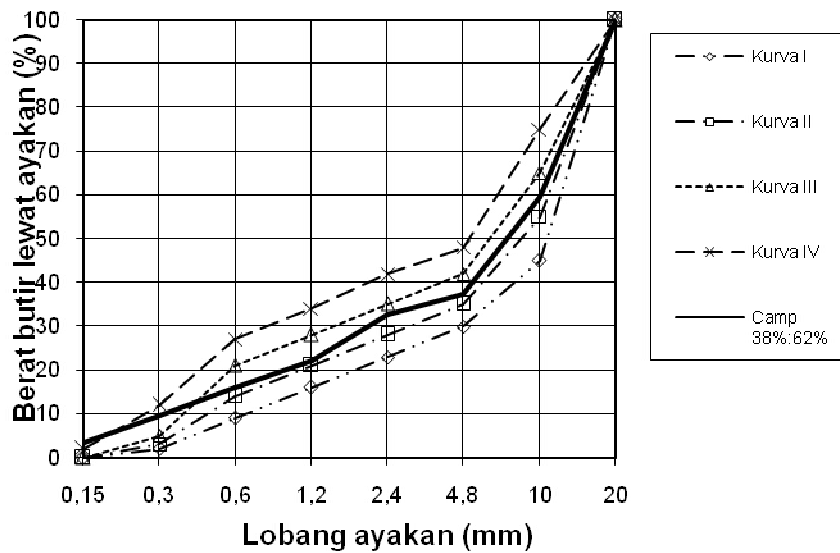
Gambar Gradasi Pasir Muntilan dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis

**Tabel Perbandingan Pasir Cepu dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis**

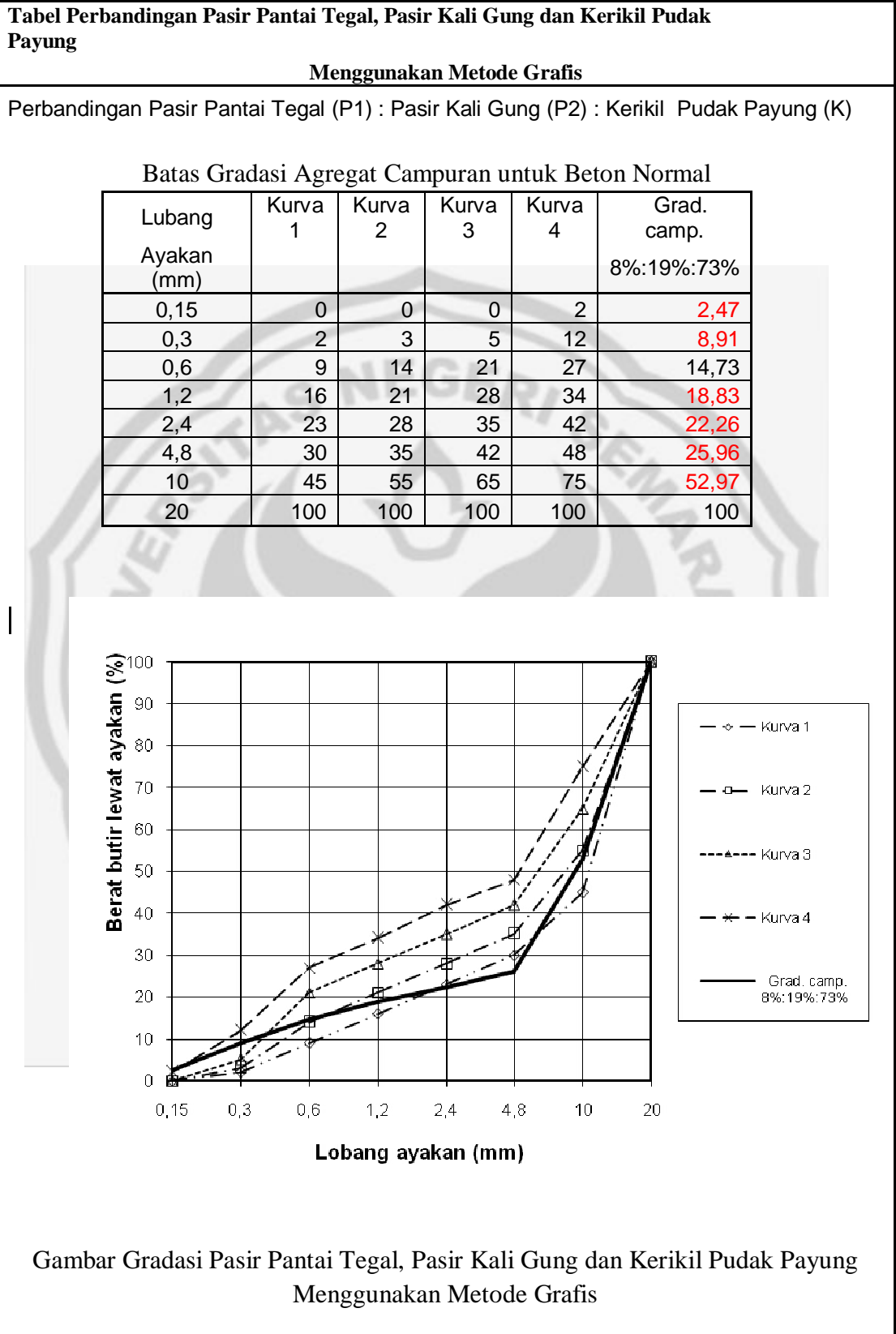
(Perbandingan pasir Cepu : Kerikil Pudak Payung= 38% : 62%)

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Camp. 38% : 62%
0,15	0	0	0	2	3,42
0,3	2	3	5	12	9,57
0,6	9	14	21	27	16,05
1,2	16	21	28	34	22,04
2,4	23	28	35	42	32,75
4,8	30	35	42	48	37,29
10	45	55	65	75	59,42
20	100	100	100	100	100,00



Gambar Gradasi Pasir Cepu dan Kerikil Pudak Payung  
Menggunakan Metode Grafis



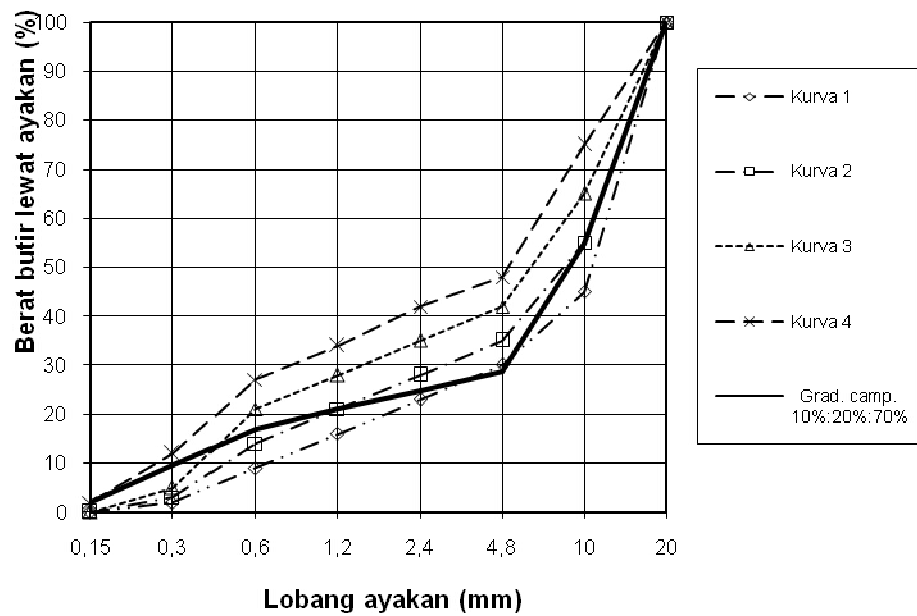
**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Pemalang, Pasir Kali Gung dan Kerikil Pudak Payung**

**Menggunakan Metode Grafis**

Perbandingan Pasir Pantai Pemalang(P1) : Pasir Kali Gung (P2) : Kerikil Pudak Payung (K)

**Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal**

Lubang Ayakan (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4	Grad. camp. 10%:20%:70%
0,15	0	0	0	2	2,01
0,3	2	3	5	12	9,62
0,6	9	14	21	27	17,06
1,2	16	21	28	34	21,1
2,4	23	28	35	42	24,83
4,8	30	35	42	48	28,59
10	45	55	65	75	54,91
20	100	100	100	100	100



**Gambar Gradasi Pasir Pantai Pemalang, Pasir Kali Gung dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Grafis**

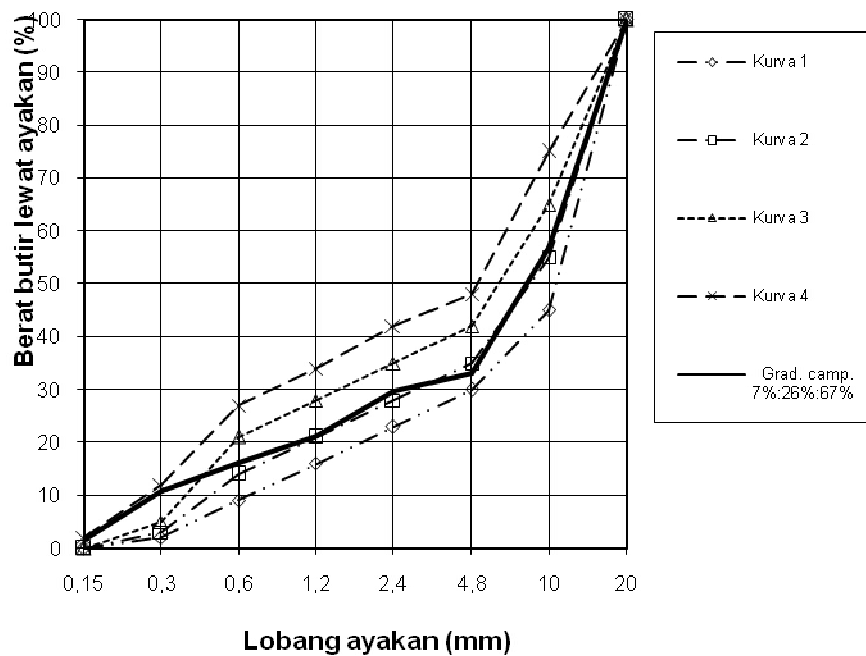


**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Jepara, Pasir Muntilan dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Grafis**

Perbandingan Pasir Pantai Jepara (P1) : Pasir Muntilan (P2) : Kerikil Pudak Payung (K)

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Grad. camp. 7%:26%:67%
0,15	0	0	0	2	1,68
0,3	2	3	5	12	10,89
0,6	9	14	21	27	16,1
1,2	16	21	28	34	21,23
2,4	23	28	35	42	29,7
4,8	30	35	42	48	33,18
10	45	55	65	75	56,84
20	100	100	100	100	100



Gambar Gradasi Pasir Pantai Jepara, Pasir Muntilan dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Grafis

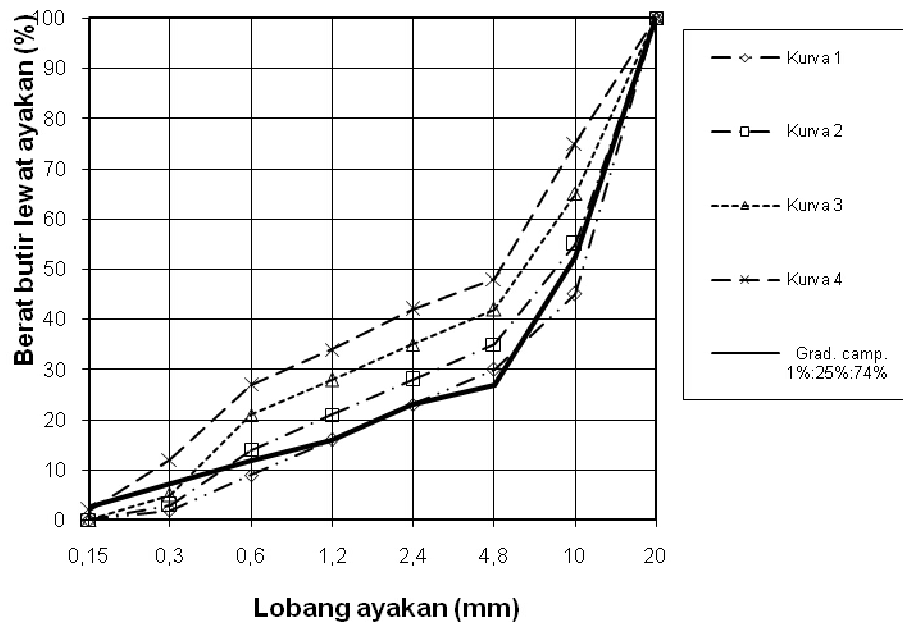
**Tabel Perbandingan Pasir Pantai Rembang, Pasir Cepu dan Kerikil Pudak Payung**

**Menggunakan Metode Grafis**

Perbandingan Pasir Pantai Rembang(P1) : Pasir Cepu(P2) : Kerikil Pudak Payung (K)

Batas Gradasi Agregat Campuran untuk Beton Normal

Lubang Ayakan (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Grad. camp. 1%:25%:74%
0,15	0	0	0	2	2,73
0,3	2	3	5	12	7,28
0,6	9	14	21	27	11,81
1,2	16	21	28	34	15,88
2,4	23	28	35	42	23,12
4,8	30	35	42	48	26,98
10	45	55	65	75	52,33
20	100	100	100	100	100



Gambar Gradasi Pasir Pantai Rembang, Pasir Cepu dan Kerikil Pudak Payung Menggunakan Metode Grafis



**1. HASIL TEGAL & KALIGUNG (10% pasir pantai:30% pasir lokal:60% kerikil)**

**a) Misal :**

Diketahui :

$$WB = \text{berat beton} = 2300 \text{ kg / m}^3$$

$$Ws = \text{berat semen per m}^3 \text{ beton} = 300 \text{ kg}$$

$$Fas = \text{faktor air semen} = 0,5$$

$$Wa = \text{berat air} = 150 \text{ lt}$$

B lo = prosentase agregat campuran yang lolos ayakan dibawah 0,3 mm

W ag = berat agregat

W bh = berat butir halus

Wb = berat butir

**b) Perhitungan Data :**

$$\begin{aligned} \text{➤ } W_{ag} &= WB - W_s - Wa \\ &= 2300 - 300 - 150 \\ &= 1850 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Pada grafik Gambar 4.41 berat butir halus yang lolos ayakan < 0,3 mm sebesar 12,1%, maka :

$$\begin{aligned} \text{➤ } W_{bh} &= B_{lo} \times W_{ag} \\ &= 12,1\% \times 1850 = 223,85 \text{ kg.} \end{aligned}$$

➤  $W_b = W_{bh} + W_s$   
 $= 223,85 + 300 = 523,85 \text{ kg} > 450 \text{ kg/m}^3$ . (Ok)

➤ Misal digunakan fas 0,4, maka :

$W_{ag} = WB - W_s ( 1 + fas )$ ..... (1)

$W_s + B_{lo} \times W_{ag} = 450$  ..... (2)

$W_s + 12,1\% [WB - W_s ( 1 + fas )]$  = 450

$W_s + 12,1\% [2300 - W_s ( 1 + 0,4 )]$  = 450

$W_s + 278,3 - 0,169 W_s$  = 450

$W_s - 0,169 W_s - 171,7$  = 0

$W_s ( 1 - 0,169 ) - 171,7$  = 0

$0,830 W_s$  = 171,7

$W_s = 206,72 \text{ kg}$

➤  $W_{ag} = WB - W_s ( 1 + fas )$

$= 2300 - 206,72 ( 1,4 )$

$= 2010,59 \text{ kg}$

➤  $W_{bh} = B_{lo} \times W_{ag}$

$= 12,1\% \times 2010,59$

$= 243,28 \text{ kg}$

❖ Pasir Pantai Tegal = 10% x 2010,59 = 201,05 kg

❖ Pasir Kali Gung = 30% x 2010,59 = 603,17 kg

❖ Kerikil Pudak Payung = 60% x 2010,59 = 1206,36 kg

Sehingga pada campuran beton dengan perbandingan 10% Pasir Pantai Tegal : 30% Pasir Kali Gung : 60% Kerikil Pudak Payung untuk

mencapai beton kedap air menurut SK SNI-03-2914-1992 dengan ukuran butir maksimal agregat kasar 20 mm dibutuhkan berat butir halus minimal 450 kg. Jika menggunakan fas 0,4, maka diperlukan berat semen minimal 206,72 kg dengan asumsi berat beton sebesar 2300 kg.





**2. HASIL PEMALANG & KALIGUNG (10% pasir pantai : 30% pasir lokal**

: 60% kerikil)

**a) Misal :**

Diketahui :

$$WB = \text{berat beton} = 2300 \text{ kg / m}^3$$

$$Ws = \text{berat semen per m}^3 \text{ beton} = 300 \text{ kg}$$

$$Fas = \text{faktor air semen} = 0,5$$

$$Wa = \text{berat air} = 150 \text{ lt}$$

B lo = prosentase agregat campuran yang lolos ayakan dibawah 0,3 mm

W ag = berat agregat

W bh = berat butir halus

Wb = berat butir

**b) Perhitungan Data :**

$$\text{➤ } W_{ag} = W_B - W_s - W_a$$

$$= 2300 - 300 - 150$$

$$= 1850 \text{ kg.}$$

Pada grafik Gambar 4.42 berat butir halus yang lolos ayakan < 0,3 mm sebesar 11,16%, maka :

$$\text{➤ } W_{bh} = B_{lo} \times W_b$$

$$= 11,16\% \times 1850 = 206,46 \text{ kg.}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } W_b &= W_{bh} + W_s \\ &= 206,46 + 300 = 506,46 \text{ kg} > 450 \text{ kg/m}^3. \text{ (Ok)} \end{aligned}$$

➤ Misal digunakan fas 0,4, maka :

$$W_{ag} = WB - W_s ( 1 + fas ) \dots\dots\dots (1)$$

$$W_s + B_{lo} \times W_{ag} = 450 \dots\dots\dots (2)$$

$$W_s + 11,16\% [WB - W_s ( 1 + fas )] = 450$$

$$W_s + 11,16\% [2300 - W_s ( 1 + 0,4 )] = 450$$

$$W_s + 265,88 - 0,16184 W_s = 450$$

$$W_s - 0,16184 W_s - 184,12 = 0$$

$$W_s ( 1 - 0,16184 ) - 184,12 = 0$$

$$0,838 W_s = 184,12$$

$$W_s = 219,67 \text{ kg}$$

$$\text{➤ } W_{ag} = WB - W_s ( 1 + fas )$$

$$= 2300 - 219,67 ( 1,4 )$$

$$= 1992,46 \text{ kg}$$

$$\text{➤ } W_{bh} = B_{lo} \times W_{ag}$$

$$= 11,16\% \times 1992,46$$

$$= 230,33 \text{ kg}$$

$$\text{❖ Pasir Pantai Pemalang} = 10\% \times 1992,46 = 199,25 \text{ kg}$$

$$\text{❖ Pasir Kali Gung} = 30\% \times 1992,46 = 597,74 \text{ kg}$$

$$\text{❖ Kerikil Pudak Payung} = 60\% \times 1992,46 = 1195,47 \text{ kg}$$

Sehingga pada campuran beton dengan perbandingan 10%

Pasir Pantai Pemalang : 30% Pasir Kali Gung : 60% Kerikil Pudak

Payung untuk mencapai beton kedap air menurut SK SNI-03-2914-1992 dengan ukuran butir maksimal agregat kasar 20 mm dibutuhkan berat butir halus minimal 450 kg. Jika menggunakan fas 0,4, maka diperlukan berat semen minimal 219,67 kg dengan asumsi berat beton sebesar 2300 kg.







**3. HASIL BATANG & KALIBOYO (10% pasir pantai: 15% pasir lokal:**

75% kerikil)

**a) Misal :**

Diketahui :

$$WB = \text{berat beton} = 2300 \text{ kg / m}^3$$

$$Ws = \text{berat semen per m}^3 \text{ beton} = 300 \text{ kg}$$

$$Fas = \text{faktor air semen} = 0,5$$

$$Wa = \text{berat air} = 150 \text{ lt}$$

B lo = prosentase agregat campuran yang lolos ayakan dibawah 0,3 mm

W ag = berat agregat

W bh = berat butir halus

Wb = berat butir

**b) Perhitungan Data :**

$$\text{➤ } W_{ag} = WB - W_s - W_a$$

$$= 2300 - 300 - 150$$

$$= 1850 \text{ kg.}$$

Pada grafik Gambar 4.43 berat butir halus yang lolos ayakan < 0,3 mm sebesar 13,9%, maka :

$$\text{➤ } W_{bh} = B_{lo} \times W_b$$

$$= 13,9\% \times 1850 = 257,15 \text{ kg.}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } W_b &= W_{bh} + W_s \\ &= 257,15 + 300 = 557,15 \text{ kg} > 450 \text{ kg/m}^3. \text{ (Ok)} \end{aligned}$$

➤ Misal digunakan fas 0,4, maka :

$$W_{ag} = WB - W_s ( 1 + fas ) \dots\dots\dots (1)$$

$$W_s + B_{lo} \times W_{ag} = 450 \dots\dots\dots (2)$$

$$W_s + 13,9\% [WB - W_s ( 1 + fas )] = 450$$

$$W_s + 13,9\% [2300 - W_s ( 1 + 0,4 )] = 450$$

$$W_s + 319,7 - 0,195 W_s = 450$$

$$W_s - 0,195 W_s - 130,3 = 0$$

$$W_s ( 1 - 0,195 ) - 130,3 = 0$$

$$0, W_s = 167,33$$

$$W_s = 202,14 \text{ kg}$$

$$\text{➤ } W_{ag} = WB - W_s ( 1 + fas )$$

$$= 2300 - 202,14 ( 1,4 )$$

$$= 2017,05 \text{ kg}$$

$$\text{➤ } W_{bh} = B_{lo} \times W_{ag}$$

$$= 12,29\% \times 2017,05$$

$$= 247,896 \text{ kg}$$

$$\text{❖ Pasir Pantai batang} = 10\% \times 2017,05 = 201,74 \text{ kg}$$

$$\text{❖ Pasir Kaliboyo} = 15\% \times 2017,05 = 302,56 \text{ kg}$$

$$\text{❖ Kerikil Pudak Payung} = 75\% \times 2017,05 = 1512,79 \text{ kg}$$

Sehingga pada campuran beton dengan perbandingan 10%

Pasir Pantai Batang : 15% Pasir Kaliboyo : 75% Kerikil Pudak

Payung untuk mencapai beton kedap air menurut SK SNI-03-2914-1992 dengan ukuran butir maksimal agregat kasar 20 mm dibutuhkan berat butir halus minimal 450 kg. Jika menggunakan fas 0,4, maka diperlukan berat semen minimal 202,14 kg dengan asumsi berat beton sebesar 2300 kg.





**4. HASIL JEPARA & MUNTILAN (7% pasir pantai: 26% pasir lokal: 67%**

kerikil)

**a) Misal :**

Diketahui :

$$WB = \text{berat beton} = 2300 \text{ kg / m}^3$$

$$Ws = \text{berat semen per m}^3 \text{ beton} = 300 \text{ kg}$$

$$Fas = \text{faktor air semen} = 0,5$$

$$Wa = \text{berat air} = 150 \text{ lt}$$

B lo = prosentase agregat campuran yang lolos ayakan dibawah 0,3 mm

W ag = berat agregat

W bh = berat butir halus

Wb = berat butir

**b) Perhitungan Data :**

$$\text{➤ } W_{ag} = W_B - W_s - W_a$$

$$= 2300 - 300 - 150$$

$$= 1850 \text{ kg.}$$

Pada grafik Gambar 4.44 berat butir halus yang lolos ayakan < 0,3 mm sebesar 10,89%, maka :

$$\text{➤ } W_{bh} = B_{lo} \times W_b$$

$$= 10,89\% \times 1850 = 201,465 \text{ kg.}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } W_b &= W_{bh} + W_s \\ &= 201,465 + 300 = 501,465 \text{ kg} > 450 \text{ kg/m}^3. \text{ (Ok)} \end{aligned}$$

➤ Misal digunakan fas 0,4, maka :

$$W_{ag} = WB - W_s ( 1 + fas ) \dots\dots\dots (1)$$

$$W_s + B_{lo} \times W_{ag} = 450 \dots\dots\dots (2)$$

$$W_s + 10,89\% [WB - W_s ( 1 + fas )] = 450$$

$$W_s + 10,89\% [2300 - W_s ( 1 + 0,4 )] = 450$$

$$W_s + 250,47 - 0,1523W_s = 450$$

$$W_s - 0,1523 W_s - 199,53 = 0$$

$$W_s ( 1 - 0,1523) - 199,53 = 0$$

$$0,8477 W_s = 199,53$$

$$W_s = 235,38 \text{ kg}$$

$$\text{➤ } W_{ag} = WB - W_s ( 1 + fas )$$

$$= 2300 - 235,38 ( 1,4 )$$

$$= 1970,47 \text{ kg}$$

$$\text{➤ } W_{bh} = B_{lo} \times W_{ag}$$

$$= 10,89\% \times 1970,47$$

$$= 214,58 \text{ kg.}$$

$$\text{❖ Pasir Pantai Jepara} = 7\% \times 1970,47 = 137,93 \text{ kg}$$

$$\text{❖ Pasir Muntilan} = 26\% \times 1970,47 = 512,32 \text{ kg}$$

$$\text{❖ Kerikil Pudak Payung} = 67\% \times 1970,47 = 1320,21 \text{ kg}$$

Sehingga pada campuran beton dengan perbandingan 7% Pasir Pantai Jepara : 26% Pasir Muntilan : 67% Kerikil Pudak Payung untuk

mencapai beton kedap air menurut SK SNI-03-2914-1992 dengan ukuran butir maksimal agregat kasar 20 mm dibutuhkan berat butir halus minimal 450 kg. Jika menggunakan fas 0,4, maka diperlukan berat semen minimal 235,38 kg dengan asumsi berat beton sebesar 2300 kg.





**5. HASIL REMBANG & CEPU (10% pasir pantai: 20% pasir lokal: 70% kerikil)**

**a) Misal :**

Diketahui :

$$WB = \text{berat beton} = 2300 \text{ kg / m}^3$$

$$Ws = \text{berat semen per m}^3 \text{ beton} = 300 \text{ kg}$$

$$Fas = \text{faktor air semen} = 0,5$$

$$Wa = \text{berat air} = 150 \text{ lt}$$

$B lo$  = prosentase agregat campuran yang lolos ayakan dibawah 0,3 mm

$W ag$  = berat agregat

$W bh$  = berat butir halus

$Wb$  = berat butir

**b) Perhitungan Data :**

$$\text{➤ } W ag = WB - W s - Wa$$

$$= 2300 - 300 - 150$$

$$= 1850 \text{ kg.}$$

Pada grafik Gambar 4.45 berat butir halus yang lolos ayakan < 0,3 mm sebesar 13,31%, maka :

$$\text{➤ } W bh = B lo \times Wb$$

$$= 13,31\% \times 1850 = 246,235 \text{ kg.}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } W_b &= W_{bh} + W_s \\ &= 246,235 + 300 = 546,235 \text{ kg} > 450 \text{ kg/m}^3. \text{ (Ok)} \end{aligned}$$

➤ Misal digunakan fas 0,4, maka :

$$W_{ag} = WB - W_s ( 1 + fas ) \dots\dots\dots (1)$$

$$W_s + B_{lo} \times W_{ag} = 450 \dots\dots\dots (2)$$

$$W_s + 13,31\% [WB - W_s ( 1 + fas )] = 450$$

$$W_s + 13,31\% [2300 - W_s ( 1 + 0,4 )] = 450$$

$$W_s + 306,13 - 0,1863 W_s = 450$$

$$W_s - 0,1863 W_s - 143,87 = 0$$

$$W_s ( 1 - 0,1863 ) - 143,97 = 0$$

$$0,8137 W_s = 143,97$$

$$W_s = 176,81 \text{ kg}$$

$$\text{➤ } W_{ag} = WB - W_s ( 1 + fas )$$

$$= 2300 - 176,81 ( 1,4 )$$

$$= 2052,47 \text{ kg}$$

$$\text{➤ } W_{bh} = B_{lo} \times W_{ag}$$

$$= 13,31\% \times 2052,47$$

$$= 273,18 \text{ kg}$$

$$\text{❖ Pasir Pantai Rembang} = 10\% \times 2052,47 = 205,25 \text{ kg}$$

$$\text{❖ Pasir Cepu} = 20\% \times 2052,47 = 410,49 \text{ kg}$$

$$\text{❖ Kerikil Pudak Payung} = 70\% \times 2052,47 = 1436,73 \text{ kg}$$

Sehingga pada campuran beton dengan perbandingan 10% Pasir Pantai Rembang : 20% Pasir Cepu : 70% Kerikil Pudak Payung untuk



mencapai beton kedap air menurut SK SNI-03-2914-1992 dengan ukuran butir maksimal agregat kasar 20 mm dibutuhkan berat butir halus minimal 450 kg. Jika menggunakan fas 0,4, maka diperlukan berat semen minimal 176,81 kg dengan asumsi berat beton sebesar 2300 kg.





**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

---

---

**HASIL TEGAL & KALIGUNG (10% pasir pantai:30% pasir lokal:60%**

kerikil)

Diketahui :

$$W_{pp} = \text{berat pasir pantai} = 150 \text{ gram} = 0,15 \text{ kg}$$

$$KCl = \text{konsentrasi khlorida (lama perendaman 4 x 5 menit)} \\ = 3,64 \text{ gram} = 3,64 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$W_s$  = berat semen

$W_p$  = berat pasir

$P_p$  = pasir pantai

$P_l$  = pasir lokal

Perbandingan beton = 1  $P_c$  : 2  $P_s$  : 3  $K_r$

Hitung :% kadar garam yang dihitung berdasarkan berat semen ?

Jawab :

**Misal :**

Digunakan  $W_s = 300 \text{ kg} \rightarrow W_p = 600 \text{ kg}$ , karena pasir terdiri dari 10% Pasir

pantai dan 30% Pasir lokal maka :

$$P_p = \frac{10}{40} \times 600 = 150 \text{ kg}$$

$$P_l = \frac{30}{40} \times 600 = 450 \text{ kg}$$

Dari hasil laboratorium didapatkan :

$$W_{Pp} = 0,15 \text{ kg} \rightarrow KCl = 3,64 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

Maka kadar khlorida untuk pasir pantai 150kg  $\rightarrow$

$$\frac{0,15}{150} = \frac{3,64 \cdot 10^{-3}}{x}$$

$$x = 3,64 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{\% kadar garam yang dihitung berdasarkan berat semen} &= \frac{3,64}{300} \times 100\% \\ &= 1,21\% \end{aligned}$$

Jadi dalam campuran 10% pasir pantai Tegal : 30% Pasir Lokal : 60% kerikil Pudak Payung dengan perbandingan campuran agregat 1 Pc : 2 Ps : 3 Kr, apabila dipakai berat semen 300 kg didapatkan pasir pantai sebanyak 150 kg, maka diperoleh kadar garam pasir pantai sebanyak 3,64 kg dan prosentase kadar garam terhadap semen adalah 1,21%

Pada perendaman pasir pantai selama 4 x 5 menit ternyata diperoleh kadar garam sebanyak 1,21%, sedangkan menurut A.M Neville:135 bahwa kadar garam CaCl dalam pasir laut tidak boleh melampaui 1% dari berat semen yang dipakai. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan beberapa cara antara lain dilakukan perendaman pasir pantai lebih lama, atau juga volume dari  $AgNO_3$  dikurangi sehingga akan didapatkan prosentase kadar garam yang aman apabila dipakai sebagai bahan beton berdasarkan ketentuan yang telah ditentukan.

**Perhitungan Agregat Campuran Menggunakan Metode Grafis**

1. Campuran agregat pasir pantai Tegal, pasir Kaligung dan kerikil Pudak Payung.

Diketahui :

$$\text{Pasir pantai Tegal} = a = 29$$

$$\text{Pasir Kaligung} = b = 71$$

$$\text{Pasir pantai Tegal dan pantai Kaligung} = d = a + b = 27$$

$$\text{Kerikil Pudak Payung} = e = 73$$

Ditanya = Pasir pantai Tegal?

Pasir Kaligung?

Kerikil Pudak Payung?

Jawab :

$$a + b = c \rightarrow 29 + 71 = 100$$

$$d + e = f \rightarrow 27 + 73 = 100$$

dari persamaan tersebut kemudian disubstitusikan menjadi :

$$29 + 71 = 100$$

$$(29 + 71) + 73 = 100$$

Maka diperoleh prosentase :

$$\text{Pasir pantai tegal} = \frac{29}{100} \times 27 = 7,83$$

$$\text{Pasir kaligung} = \frac{71}{100} \times 27 = 19,17$$

$$\text{Kerikil pudak payung} = 100 - (7,83 + 19,17) = 73$$