



**PENGARUH PEMANFAATAN PECAHAN KERAMIK
SEBAGAI AGREGAT KASAR PADA PEMBUATAN
BATA BETON PEJAL DITINJAU DARI KUAT
TEKAN, SERAP AIR DAN NILAI EKONOMISNYA**

SKRIPSI

Untuk memperoleh gelar Sarjana pendidikan
Program studi pendidikan teknik bangunan

Oleh
Titik Karlina
5101405066

**FAKULTAS TEKNIK
PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2010

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk disajikan kesidang panitia ujian skripsi pada:

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Hery Suroso, S.T, M.T
NIP. 196804191993101001

Aris Widodo, S.Pd. MT.
NIP. 197102071999031001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

PERPUSTAKAAN

UNNES

Ir. Agung Sutarto, M.T
NIP. 196104081991021001

PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada hari Kamis, 18 Februari 2010

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Sekretaris

Ir. Agung Sutarto, M.T
NIP. 196104081991021001

Aris Widodo, S.Pd, M.T
NIP. 197102071999031001

Pembimbing I

Penguji I

Drs. Hery Suroso, S.T, M.T
196804191993101001

Mego Purnomo, S.T, M.T NIP.
NIP. 197306182005011001

Pembimbing II

Penguji II

Aris Widodo, S.Pd, M.T
NIP. 197102071999031001

Drs. Hery Suroso, S.T, M.T
NIP. 196804191993101001

Penguji III

PERPUSTAKAAN
UNNES

Aris Widodo, S.Pd, M.T
NIP. 197102071999031001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Drs. Abdurrahman, M.Pd
NIP. 196009031985031002

PERNYATAAN

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

Semarang, Februari 2010

TITIK KARLINA
NIM. 5101405066



ABSTRAK

Karlina, Titik.2010. *Pengaruh Penggunaan Pecahan Keramik Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Pembuatan Bata Beton Pejal yang ditinjau Kuat Tekan, Serap Air dan Nilai Ekonomisnya.* Skripsi, Jurusan Teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I : Drs. Hery Suroso, S.T, M.T Pembimbing II : Aris Widodo, SPd. MT.

Kata Kunci : Bata Beton Pejal, Keramik, Kuat Tekan, Serapan Air dan Nilai Ekonomis

Salah satu alternatif kemudahan dan efisien waktu dalam pemasangan dinding adalah dinding dengan bahan bata beton pejal. Bata beton pejal adalah suatu bahan bangunan yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis atau sejenisnya dan agregat, ditambahkan air secukupnya atau tanpa bahan tambahan lainnya dibuat dengan cara pemadatan yang mempunyai luas penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya (SK SNI S-04-1989-F). Di Indonesia banyak sekali bahan-bahan lokal yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan untuk campuran bahan susun bata beton pejal. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah pecahan keramik sebagai pengganti agregat kasar.

Parameter yang diteliti dalam penelitian skripsi ini meliputi karakteristik bahan susun bata beton pejal, yakni pengujian berat jenis dan gradasi pasir muntilan, berat jenis, kandungan air dan gradasi pecahan keramik dan kuat tekan dan serap air bata beton pejal dengan bahan pengganti agregat kasar pecahan keramik pada variasi jumlah semen 300 Kg/m³, 350 Kg/m³, 400 Kg/m³, 450 Kg/m³. Pengujian bata beton pejal dilaksanakan pada umur 28 hari. Dari hasil penelitian karakteristik bahan susun bata beton pejal menunjukkan bahwa gradasi pasir muntilan yang dipakai masuk Zone 2 yakni pasir agak kasar, berat jenis rata – rata pasir muntilan 2,60 sedangkan berat jenis keramik 1,84.

Dari hasil pengujian diketahui kuat tekan bata beton pejal maksimum terdapat pada jumlah semen 400 Kg/m³ yaitu sebesar 234,20 Kg/cm², namun demikian pada perbandingan jumlah semen 450 Kg/m³ mengalami penurunan kuat tekan yaitu sebesar 187,89 Kg/cm². Serap air bata beton pejal terus mengalami kenaikan sejalan dengan penambahan jumlah pasta semen. Serap air terendah terdapat pada jumlah pasta semen 450 Kg/m³ yaitu sebesar 7,65 % dan serap air tertinggi pada jumlah pasta 675 Kg/m³ sebesar 9,16 %. Analisis ekonomi dari bata beton pejal dengan pecahan keramik sebagai agregat kasar memiliki nilai ekonomi yang kurang baik dibanding bata beton biasa. Bata beton dengan agregat pecahan keramik harga per-m³nya adalah Rp. 496.740; (untuk jumlah semen 300 kg/m³) dan harga bata beton biasa adalah Rp. 464.380;. Dari keempat variasi jumlah semen yang memiliki nilai ekonomis yang paling baik adalah jumlah semen 300 kg/m³ dan kuat tekannya pun masuk dalam mutu I. Dari hasil penelitian ini pecahan keramik bisa direkomendasikan sebagai agregat kasar pada pembuatan beton ringan seperti bata beton pejal.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

1. Hidup adalah anugerah, untuk itu tetap menjalani kehidupan ini melakukan yang terbaik
2. Dimana ada usaha dan doa pasti akan ada jalan mencapai kesuksesan
3. Rahasia terbesar dalam hidup adalah melewati hari dengan penuh makna yaitu makna tentang cinta, ilmu dan iman. Dengan cinta hidup menjadi indah, dengan ilmu hidup menjadi mudah dan dengan iman hidup menjadi terarah.

PERSEMBAHAN :

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT. Kupersembahkan skripsi ini untuk :

1. Bapak, Ibu dan Nenekku yang selalu mendoakan dan memotivasiku
2. Kakak dan adikku (Endah, Ninik dan Totok) yang kusayangi
3. Keponakan-keponakanku (Lila, Vina dan Marsya) yang kusayangi
4. Iyog kekasihku yang selalu setia mendampingi, memberi semangat dan doa untukku
5. Teman-teman PTB'05 dan teman-teman kost Al-Baa'its 1
6. Almamaterku

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul : “Pengaruh Pecahan Keramik Sebagai Agregat Kasar Pada Pembuatan Bata Beton Pejal Yang Ditinjau Kuat Tekan, Serapan Air Dan Nilai Ekonomisnya”.

Adapun tujuan penyusunan skripsi ini adalah dalam rangka menyelesaikan studi strata 1 (S1) untk mencapai gelar Sarjana Pendidikan pada program studi Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan dan kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. H. Sudijono Sastroatmodjo, M. Si, Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Drs. Abdurrahman, M.Pd, Dekan Fakultas Teknik
3. Ir. Agung Sutarto, MT, Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik yang memberikan ijin untuk penelitian ini
4. Drs. Hery Suroso, ST.MT, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, dorongan, bantuan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi
5. Aris Widodo, S.Pd,MT, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, dorongan, bantuan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi
6. Dosen serta staf karyawan di jurusan Teknik Sipil yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini
7. Bapak dan ibuku tercinta yang selalu mencintai dan menyayangiku
8. Sahabat-sahabatku tersayang Dwi , Mega, Titi, Warni dan Nana
9. Teman-teman PTB angkatan 2005 yang telah sama-sama berjuang

Penulis memberikan apresiasi kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam segala hal sehingga skripsi ini dapat berhasil.

Semarang, Februari 2010

Penyusun



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Bata Beton Pejal.....	7
2.2 Bahan Pembuatan Bata Beton Pejal	9
2.2.1 <i>Portland Cement</i> (Semen Portland)	10
2.2.2 Agregat	12
2.2.3 Air.....	24
2.3 Pecahan Keramik	26
2.4 Kuat Tekan Bata Beton Pejal.....	29
2.5 Serapan Air Bata Beton Pejal	30
2.6 Analisa Biaya Pembuatan Bata Beton Pejal	31

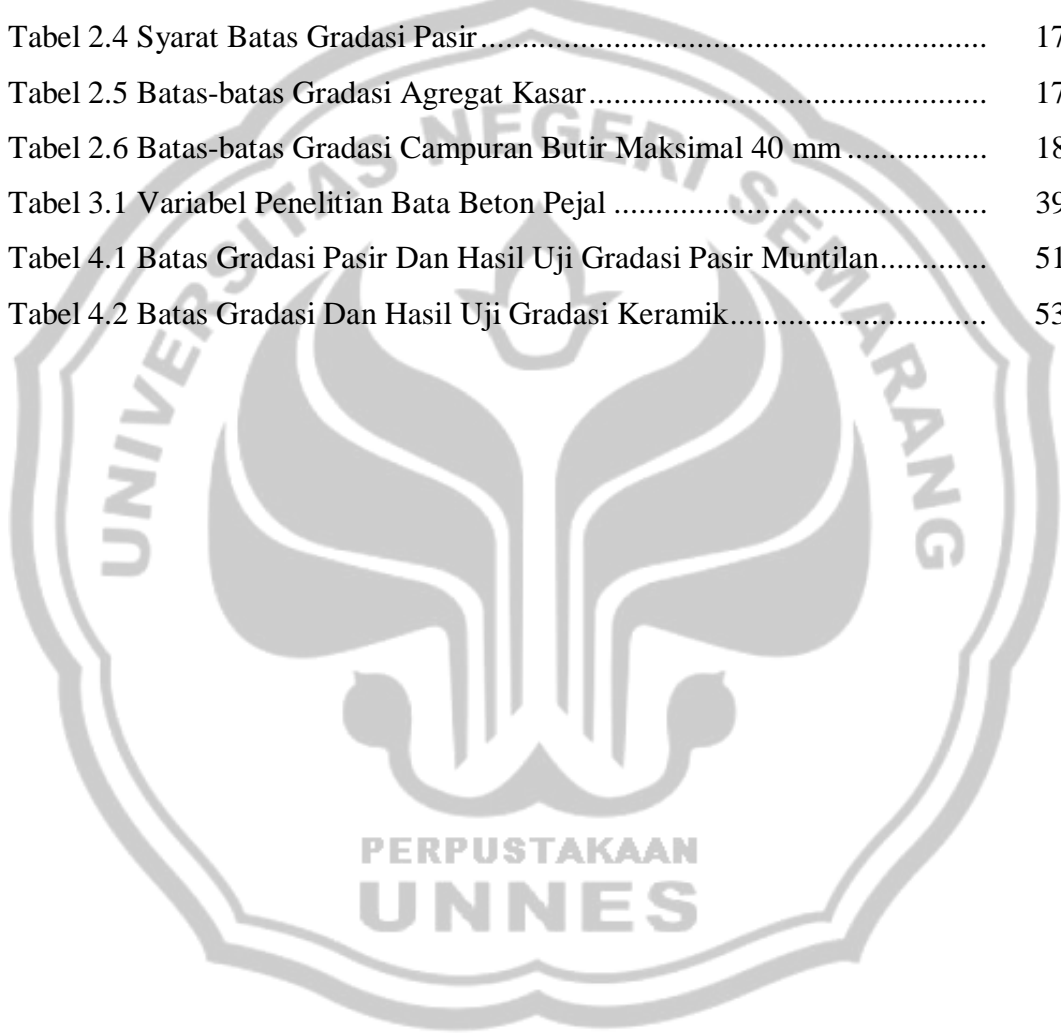
2.7 Penelitian – penelitian Terdahulu.....	33
2.6 Kerangka Berfikir	37
3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Variabel Penelitian	39
3.2 Bahan	40
3.3 Alat	40
3.4 Prosedur Penelitian.....	41
3.4.1 Tahap Persiapan	42
3.4.2 Tahap Pengujian Bahan.....	42
3.4.3 Tahap Pembuatan Adukan.....	46
3.4.4 Tahap Pembuatan Benda Uji Dan Perawatan Benda Uji	46
3.4.5 Tahap Pengujian Bata Beton Pejal.....	47
3.4.6 Tahap Pengolahan Data.....	48
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	
4.1 Air	50
4.2 Semen.....	50
4.3 Pasir Muntilan.....	50
4.3.1 Berat Jenis Pasir.....	50
4.3.2 Gradasi Pasir.....	51
4.4 Pecahan Keramik.....	52
4.4.1 Berat Jenis Keramik.....	52
4.4.2 Gradasi Keramik.....	53
4.4.3 Serapan Air Keramik	53
4.5 Gradasi Campuran	54
4.6 Rancangan Adukan / <i>Mix Design</i> Bata Beton Keramik.....	55
4.7 Kuat Tekan Bata Beton Pejal	55
4.8 Serapan Air Bata Beton Pejal.....	60
4.9 Analisis Biaya Pembuatan Bata Beton Keramik	65
4.10 Hubungan Penelitian Bata Beton Keramik Dengan Dunia Pendidikan.....	68
5. PENUTUP	

5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran.....	73
	DAFTAR PUSTAKA	74
	LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Persyaratan Fisis Bata Beton Pejal.....	8
Tabel 2.2 Persyaratan Ukuran Batako Dalam perdagangan.....	9
Tabel 2.3 Persyaratan Ukuran Dan Toleransi Bata Beton Pejal	9
Tabel 2.4 Syarat Batas Gradasi Pasir	17
Tabel 2.5 Batas-batas Gradasi Agregat Kasar.....	17
Tabel 2.6 Batas-batas Gradasi Campuran Butir Maksimal 40 mm	18
Tabel 3.1 Variabel Penelitian Bata Beton Pejal	39
Tabel 4.1 Batas Gradasi Pasir Dan Hasil Uji Gradasi Pasir Muntilan.....	51
Tabel 4.2 Batas Gradasi Dan Hasil Uji Gradasi Keramik.....	53



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Grafik Gradasi Agregat Kasar Dengan Butir Maksimal 40 mm ..	16
Gambar 2.2 Grafik Hubungan Antara Jumlah Pasta Dengan Serap Air Bata Beton Pejal Tras Muria (Desi WN..2007) Dengan Bata Beton Pejal Dengan Tras Dan Kapur (Wahyu Budi W.2007)	36
Gambar 2.3 Grafik Hubungan Antara Jumlah Semen Dengan Kuat Tekan Bata Beton Pejal Dengan Agregat Pecahan Genteng (Sugiharti.2003), Bata Beton Pejal Dengan Pecahan Batu Padas (Hengky S.2003)	37
Gambar 2.4 Grafik Alur Berfikir Penelitian.....	38
Gambar 3.1 Pengujian Kuat Tekan Bata Beton Pejal.....	47
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Pasir Muntilan	52
Gambar 4.2 Grafik Gradasi Keramik Dengan Butir Maksimal 40 mm.....	53
Gambar 4.3 Grafik Gradasi Campuran	54
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Jumlah Semen.....	56
Gambar 4.5 Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Jumlah Semen Dengan Kuat Tekan Bata Beton Pejal Dengan AgregatPecahan Genteng (Sugiharti.2003), Bata Beton Pejal Dengan Pecahan Batu Padas (Hengky S.2003) Dan Bata Beton Pejal Dengan Agregat Kasar Pecahan Keramik	58
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Serapan Air Dengan Jumlah Pasta Semen	60
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Jumlah Pasta Dengan Serap Air Bata Beton Pejal Tras Muria (Desi W.N.2007), Bata Beton Pejal Dengan Tras Dan Kapur (2003) Dan Bata Beton Pejal Dengan Agregat Kasar Pecahan Keramik	62
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Serap Air Dengan Jumlah Pasta Bata Beton Berlubang Dan Bata Beton Pejal Keramik	64

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1a Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Pasir
- Lampiran 1b Hasil Pengujian Gradasi Pasir
- Lampiran 2a Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Pengujian Gradasi Keramik
- Lampiran 2b Hasil Uji Serap Air Keramik
- Lampiran 3 Gradasi Campuran 35 % : 65 %
- Lampiran 4 Rancangan Adukan Bata Beton Pejal
- Lampiran 5 Hasil Uji Kuat Tekan Bata Beton Pejal
- Lampiran 6 Hasil Uji Serap Air Bata Beton Pejal
- Lampiran 7 Analisis Biaya Pembuatan Bata Beton Keramik
- Lampiran 8 Silabus Standar Kompetensi Menghitung Campuran Beton
- Lampiran Foto-foto Penelitian



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan perumahan sekarang ini menyebabkan peningkatan kebutuhan akan bahan bangunan. Bahan yang digunakan untuk bangunan terdiri dari bahan-bahan atap, dinding dan lantai. Bahan bangunan tersebut harus dapat tersedia dengan jumlah besar dan dari segi ekonomis dapat terjangkau oleh kalangan masyarakat. Peningkatan kebutuhan akan bahan bangunan dapat dilakukan dengan pemberdayaan sumber daya lokal dapat berupa pemanfaatan barang-barang yang sudah rusak/ tidak bisa dipakai sebagaimana mestinya.

Salah satu bahan limbah yang dapat dimanfaatkan adalah pecahan keramik. Keramik merupakan suatu unsur bangunan yang digunakan untuk melapisi lantai atau dinding yang biasanya berbentuk plat persegi dan tipis yang dibuat dari tanah liat atau campuran tanah liat dan bahan mentah keramik lainnya, dengan cara dibakar sampai suhu tertentu, sehingga mempunyai sifat-sifat fisik khusus (Heinz Frik dan Ch. Koesmartadi, 1999 : 93).

Peneliti memanfaatkan pecahan keramik dalam penelitian ini, dikarenakan banyak masyarakat yang kurang maksimal memanfaatkan pecahan dari bahan keramik. Agar pecahan keramik yang sudah pecah atau rusak tidak

menjadi timbunan seperti sampah, kita dapat memanfaatkannya sebagai bahan pengganti agregat kasar pada pembuatan bata beton pejal.

Bahan bangunan yang dianjurkan untuk dipakai dalam pembangunan perumahan salah satunya adalah bata beton. Bata beton pejal merupakan bata beton yang mempunyai luas penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya (SK SNI S-04-1989-F). Bahan bangunan bata beton dapat bersaing baik secara teknis maupun ekonomis dengan bahan tradisional seperti batu bata. Dibandingkan dengan pemakaian batu bata, maka dengan pemakaian bata beton akan diperoleh penghematan untuk tiap-tiap m² tembok.

Bata beton dalam beberapa hal ini memberikan keuntungan diantaranya adalah penghematan adukan, berat tembok (karena bata bata beton termasuk bata ringan) dan waktu pemasangan. Selain itu juga sebagai hantar panas yang rendah, akibat adanya ruang udara pada batako yang akan menjamin kenikmatan dan kenyamanan bagi penghuni rumah (Heinz Frik dan Ch. Koesmartadi,1999 : 97). Didalam penghematan jumlah adukan bata beton, disini peneliti memanfaatkan pecahan keramik sebagai agregat kasar campuran adukan, keramik diambil dari limbah yang membuat keekonomisan dari bata beton itu sendiri dan kuat tekan yang baik dengan teknik pembuatan yang baik akan menjamin pula keseragaman dalam mutu bata bata beton.

Berdasarkan hal tersebut, melatar belakangi adanya penelitian tentang bata beton keramik dengan judul “Pengaruh Pemanfaatan Pecahan Keramik Sebagai

Agregat Kasar Pada Pembuatan Bata Beton Pejal Ditinjau Dari Kuat Tekan, Serap Air Dan Nilai Ekonomisnya”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, timbul permasalahan yang menarik untuk diteliti :

- a. Seberapa besar kuat tekan bata beton pejal menggunakan pecahan keramik sebagai bahan agregat kasar?
- b. Seberapa besar penyerapan air bata beton pejal menggunakan pecahan keramik sebagai bahan agregat kasar?
- c. Bagaimana nilai ekonomis bata beton pejal menggunakan pecahan keramik sebagai agregat kasar dibanding dengan bata beton pejal biasa?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui seberapa besar kuat tekan bata beton pejal menggunakan pecahan keramik sebagai bahan agregat kasar
- b. Mengetahui seberapa besar penyerapan air bata beton pejal menggunakan pecahan keramik sebagai bahan agregat kasar
- c. Mengetahui bagaimana nilai ekonomis bata beton pejal menggunakan pecahan keramik dibanding dengan bata beton biasa

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah dapat memberikan kontribusi bagi diri sendiri peneliti, perkembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat diantaranya adalah :

- a. Sebagai tambahan wawasan pengetahuan peneliti khususnya pada pembuatan bata beton pejal
- b. Sebagai salah satu sumbangan dalam pengembangan ilmu pengetahuan, sehingga menambah wawasan khususnya bahan bata beton pejal
- c. Sebagai bahan masukan kepada masyarakat sekitar bahwa keramik yang telah pecah atau rusak dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pembuatan bata beton pejal

1.5 Batasan Masalah

Data yang diharapkan dari penelitian ini yaitu : kuat tekan dan penyerapan air bata beton pejal dengan pecahan keramik sebagai bahan pengganti agregat kasar. Macam dan jenis penelitian ini dibatasi pada permasalahan sebagai berikut :

- a. Pengujian terhadap agregat (pasir dan keramik) meliputi berat jenis dan gradasi
- b. Pengujian terhadap bata beton meliputi kuat tekan dan penyerapan air
- c. Pecahan keramik yang digunakan dalam penelitian adalah limbah pecahan keramik yang berada di sekitar kampus UNNES dengan dominasi merk Milan
- d. Air yang digunakan adalah air yang berada di sekitar lokasi tempat pembuatan benda uji yaitu Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil UNNES

- e. Pasir yang digunakan adalah pasir muntilan
- f. Semen yang digunakan adalah semen *Portland* tipe I merk Semen Gresik kemasan 50 kg
- g. Benda uji untuk pengujian kuat tekan dan penyerapan air dibuat dalam ukuran yang digunakan dipasaran lebar, tinggi dan panjang 10 x 20 x 40 cm, dengan variasi berat semen 300 kg/m³, 350 kg/m³, 400 kg/m³ dan 450 kg/m³ yang tiap variasi ada 8 buah benda uji (5 buah untuk pengujian tekan bata beton, 3 buah untuk uji resapan air)
- h. Pengujian terhadap bata beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari
- i. Nilai ekonomis bata beton pejal ditinjau dari pecahan keramik sebagai bahan agregat kasar

1.6 Sistematika Penulisan

Urutan pokok permasalahannya maupun pembahasannya yang akan diuraikan dalam penelitian ini adalah :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini peneliti menguraikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang pengertian bata beton pejal, bahan pembuatan bata beton pejal, pecahan keramik, kuat tekan bata beton

pejal, serapan air bata beton pejal analisis biaya pembuatan bata beton pejal, penelitian-penelitian terdahulu dan kerangka berpikir

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

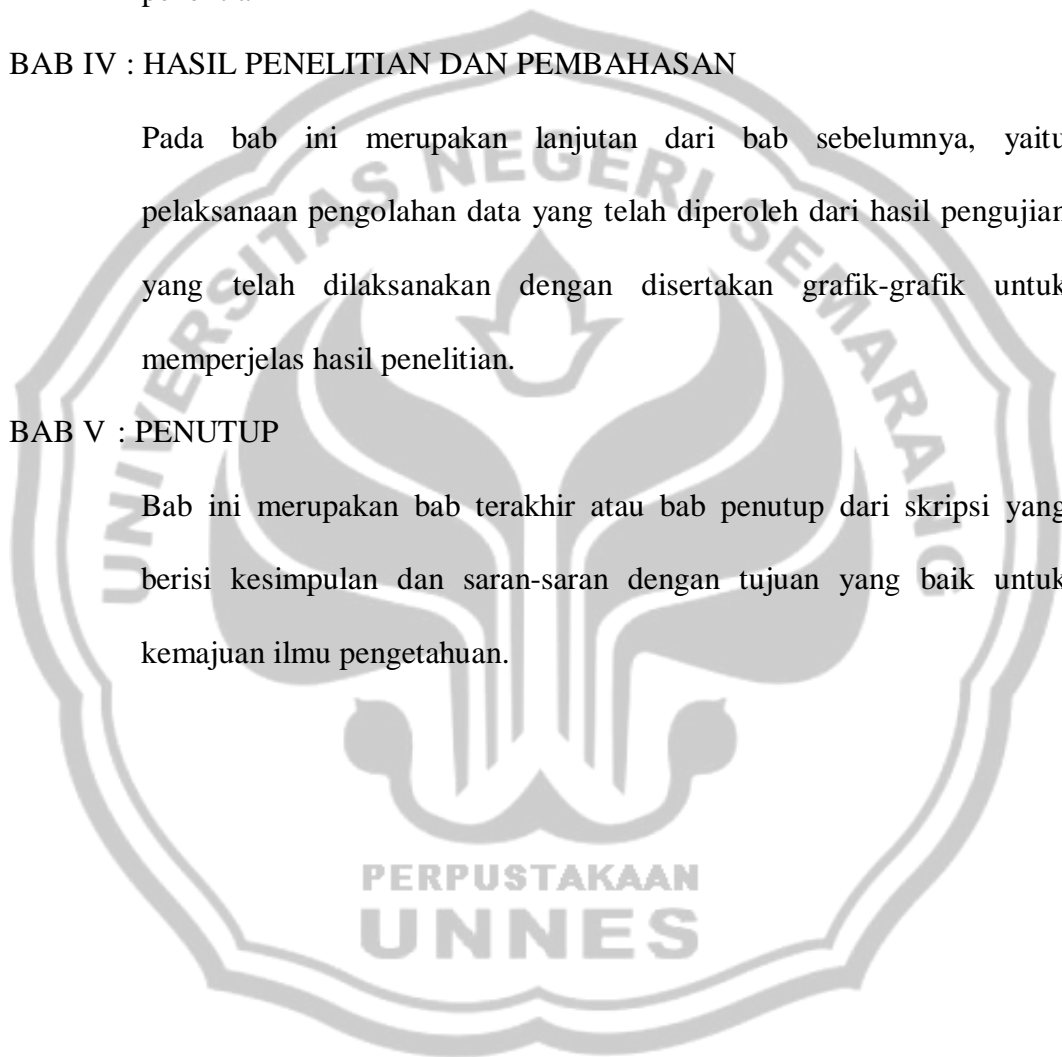
Menjelaskan tentang variabel penelitian, bahan, alat, dan prosedur penelitian

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini merupakan lanjutan dari bab sebelumnya, yaitu pelaksanaan pengolahan data yang telah diperoleh dari hasil pengujian yang telah dilaksanakan dengan disertakan grafik-grafik untuk memperjelas hasil penelitian.

BAB V : PENUTUP

Bab ini merupakan bab terakhir atau bab penutup dari skripsi yang berisi kesimpulan dan saran-saran dengan tujuan yang baik untuk kemajuan ilmu pengetahuan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Bata Beton Pejal

Bahan bangunan yang dianjurkan untuk dipakai dalam pembangunan perumahan salah satunya adalah bata beton pejal (conblock) yang pada umumnya masyarakat mengenalnya dengan nama Batako. Bahan bangunan batako dapat bersaing baik secara teknis maupun ekonomis dengan bahan tradisional seperti batu bata.

Bata beton atau conblock adalah bahan bangunan untuk dinding yang dibuat dengan cara pemadatan dari campuran pasir dan semen portland (Heinz Frik dan Ch. Koemartadi 1999 : 99)

Menurut SK SNI S-04-1989-F Bata beton dibagi menjadi 2 macam:

- a. Bata Beton Pejal adalah bata beton yang mempunyai luas penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya
- b. Bata Beton Berlubang merupakan bata beton yang mempunyai luas penampang lubang lebih besar dari 25% luas penampang bata dan volume lebih dari 25% volume bata seluruhnya.

Menurut SK SNI S-04-1989-F klasifikasi bata beton pejal adalah :

- a. Mutu I adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan biasa digunakan juga untuk konstruksi yang tidak terlindung (untuk konstruksi di luar atap).
- b. Mutu II adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap)
- c. Mutu III adalah bata beton pejal yang digunakan hanya untuk konstruksi tersebut dalam mutu IV, hanya permukaan dinding konstruksi dari bata beton pejal tersebut boleh tidak diplester.
- d. Mutu IV adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat dan lain-lain serta konstruksi yang selalu terlindung dari cuaca luar

Tabel 2.1 Persyaratan Fisis Bata Beton Pejal

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu			
		I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto,*) rata-rat min.	Mpa	10	7	4	2,5
2. Kuat tekan bruto,*) masing-masing benda uji, min.	Mpa	9	6,5	3,5	2,1
3. Penyerapan air rata-rat, maks.	%	25	35	-	-

*)Kuat tekan bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu beda uji hancur, dibagi dengan luas bidang tekan nyata dari benda uji termasuk luas lubang serta cekungan tepi

Tabel 2.2 Persyaratan Ukuran Batako Dalam Perdagangan

Jenis Batako	Ukuran panjang/tinggi/lebar	Pemakaian
Untuk dinding luar	Panjang 400±3 Lebar 200±3 Tinggi 200±2	Bagian luar 25 Dindingpemisah lubang 20
	Panjang 400±3 Lebar 200±3 Tinggi 150±2	Bagian luar 20 Dindingpemisah lubang 15
Untuk dinding pengisi dengan tebal 10 cm	Panjang 400±3 Lebar 200±3 Tinggi 100±2	Bagian luar 20 Dindingpemisah lubang 25

Sumber : *Pesyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia. Bandung 1982. hal.11 (dalam Heinz Frich dan Ch. Koesmartadi.1999)*

Tabel 2.3 Persyaratan Ukuran Dan Toleransi Bata Beton Pejal

UKURAN+TOLERANSI,mm		
Panjang	Lebar	Tebal
390 + 3 - 5	190 ± 2	100 ± 2

Sumber : *SK SNI S-04-1989-F*

2.2 Bahan Pembuatan Bata Beton Pejal

Kualitas dan mutu bata beton ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan bakunya, komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan baik, proses pencetakan dan pembuatan yang dilakukan dengan baik akan menghasilkan bata beton yang berkualitas baik pula.

Bahan-bahan dasar bata beton adalah semen, pasir dan air dalam proporsi tertentu. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan bata beton pejal adalah sebagai berikut :

2.2.1 *Portland Cement (Semen Portland)*

Portland Cement (Semen Portland) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu (Tjokrodimuljo, K 2007 : 6).

Fungsi semen adalah untuk bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/ padat. Selain itu pasta semen juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat. Walaupun volume semen hanya kira-kira sebanyak 10 % saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan perekat yang aktif dan mempunyai harga yang paling mahal daripada bahan dasar beton yang lain maka perlu diperhatikan/ dipelajari secara baik.

Semen portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Di dunia sebenarnya terdapat berbagai macam semen, dan tiap macamnya digunakan untuk kondisi-kondisi tertentu sesuai dengan sifat-sifatnya yang khusus. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, Semen *Portland* di Indonesia (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam, SK SNI S-04-1989-F) dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

Jenis I : Semen *portland* untuk konstruksi umum, yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

Jenis II : Semen *portland* untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

Jenis III : Semen *portland* untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi

Jenis IV : Semen *portland* untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah

Jenis V : Semen *portland* untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat

Adapun susunan unsur semen *portland* adalah Kapur (60-65%), silika (17-25%), alumina (3-8%), besi (0,5-6%), magnesia (0,5-4%), sulfur (1-2%), soda/potash (0,5-1%). Ketika semen dicampur dengan air, timbullah reaksi kimia antara campuran-campurannya. Reaksi-reaksi ini menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan, ada empat macam senyawa yang paling penting yaitu :

- 1) Trikalsium Aluminate (C_3A), senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas yang menyebabkan pengerasan awal, tetapi kurang kontribusinya pada kekuatan batas, kurang ketahanannya terhadap agresi kimiawi, paling mengalami disintegrasi oleh sulfat air tanah dan tendensinya sangat besar untuk retak-retak oleh perubahan volume.
- 2) Tricalcium Silikat (C_3S), senyawa ini mengeras dalam beberapa jam dengan melepas sejumlah panas. Kuantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, terutama dalam 14 hari perama.
- 3) Dikalsium Silikat (C_2S), senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 sampai 28 hari, dan seterusnya

mempunyai ketahanan terhadap agresi yang relatif tinggi penyusutan kering yang relatif rendah.

- 4) Tetra Calcium Aluminoferrite (C_4AF), senyawa ini kurang tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat-sifat semen.

2.2.2 Agregat

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 hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonna, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton.

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar disebut dengan agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. Sebagai batas antara ukuran butir yang kasar dan yang halus tampaknya 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 adalah 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, keracak, 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*. Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik. Agregat harus mempunyai kestabilan kimiawi dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus dan tahan cuaca (Tjokrodimuljo, K 2007 : 17).

2). Agregat Alami Dan Buatan

Agregat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara aliamiah (misalnya kerikil) atau dapat pula diperoleh dengan cara memecah batu alam, membakar tanah liat dan sebagainya (Tjokrodimuljo, K 2007 : 18).

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, 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, 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 adalah 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.

Bila agregat alami jauh dari lokasi pekerjaan, maka dapat dipakai agregat buatan (agregat tiruan, *artificial aggregate*). Agregat buatan dapat berupa :

a. Batu Pecah

Batu pecah (*split*) merupakan butir-butir hasil pemecahan batu. Permukaan butir-butirnya biasanya lebih kasar dan bersudut tajam.

b. Pecahan Bata/ Genteng

Agregat ini merupakan hasil pemecahan bata/ genteng. Bahan ini harus bebas dari kotoran dan tidak mengandung kotoran yang mengurangi mutu beton. Mutu tanah liat dapat berbeda, dan cara pembakaran (suhu) juga berbeda, sehingga mutu bahan ini juga berbeda-beda. Pecahan bata/ genteng dari bata/ genteng yang baik akan menghasilkan agregat yang baik pula, sehingga memenuhi syarat untuk beton, akan tetapi jika untuk beton bertulang sebaiknya kuat tekan batanya tidak kurang dari 30 MPa. Beton dari agregat pecahan bata/ genteng ini biasanya lebih ringan. Sifat kekedapan airnya kurang baik. Ketahanan ausnya juga rendah sehingga tidak baik untuk beton yang memerlukan ketahanan aus tinggi.

c. Tanah Liat Bakar

Tanah liat dengan kadar air tertentu dibuat berbutir sekitar 5 - 20 mm, kemudian dibakar. Hasil pembakaran berbentuk bola yang keras dan ringan serta berpori. Serapan airnya berkisar antara 8 - 20 %. Beton dengan agregat

ini beratnya lebih rendah daripada beton dari agregat normal, yaitu sekitar 1900 kg/m³ (beton dengan agregat normal beratnya sekitar 2300 kg/m³).

d. *Herculite* Atau *Hydite*

Agregat ini adalah hasil pembuatan dari tanah *shale* yang dimasukkan ke dalam tungku putar pada suhu 1200 °C selama 10 – 15 menit. Gas yang ada dalam *shale* mengembang membentuk jutaan sel kecil (pori udara) dalam massa yang keras. Sel-sel kecil tersebut dikelilingi oleh selaput tipis kedap air yang kuat. Agregat ini mempunyai berat jenis 1,15 dan daya serap air sekitar 16 %. (Loka Perintisan Bahan Bangunan, Balitbang PU, 1991, Cilacap). Agregat ini dapat dipakai untuk menggantikan agregat dalam pembuatan beton. Berat jenis betonnya sekitar 2/3 beton biasa (pada jumlah semen yang sama). Beton ini mempunyai ketahanan tinggi terhadap panas sehingga biasanya digunakan untuk dinding penahan panas, lapisan tahan api pada baja struktur, dan untuk struktur beton yang permukaannya terkena panas tinggi. Beton ini juga mempunyai sifat meredam suara yang baik.

e. Abu Terbang (*sintered fly ash aggregate*)

Agregat ini adalah hasil pemanasan abu terbang (pada pembakaran batu bata) sampai meleleh dan mengeras lagi yang membentuk butir-butir seperti kerikil.

f. Terak Dingin

Terak dingin adalah hasil sampingan dari pembakaran bijih besi pada tanur tinggi, yang didinginkan pelan-pelan di udara terbuka. Pemilihan terak dingin

secara cermat dapat menghasilkan beton yang baik, dan mungkin malahan lebih baik daripada beton dengan agregat alami biasa.

g. Benda Padat Buangan Atau Limbah

Kemungkinan pemakaian benda padatlimbah untuk dipakai sebagai pengganti agregat dalam pembuatan beton yang pada masa-masa terakhir ini sering dibicarakan dan tampak meningkat kebutuhannya, sebenarnya bukanlah suatu konsep yang baru. Misalnya, pemakaian abu terbang (*fly ash*), *blast-furnace* dan robekan-robekan kaleng bekas, juga barang-barang bekas bongkaran bangunan, maupun barang-barang sampah dari kantor dan rumah, misalnya kertas, gelas, plastik dan sebagainya.

3). Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butir dari agregat. Sebagian pernyataan gradasi dipakai nilai persentase dari berat butiran yang tertinggal atau lewat di dalam suatu susunan ayakan. Susunan ayakan itu adalah ayakan dengan lubang : 76 mm, 38 mm, 19 mm, 9,6 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,06 mm, 0,30 mm, dan 0,15 mm.

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 (dalam Tjokrodinuljo, K 2007 : 26), sebagaimana tampak pada Tabel 2.4.

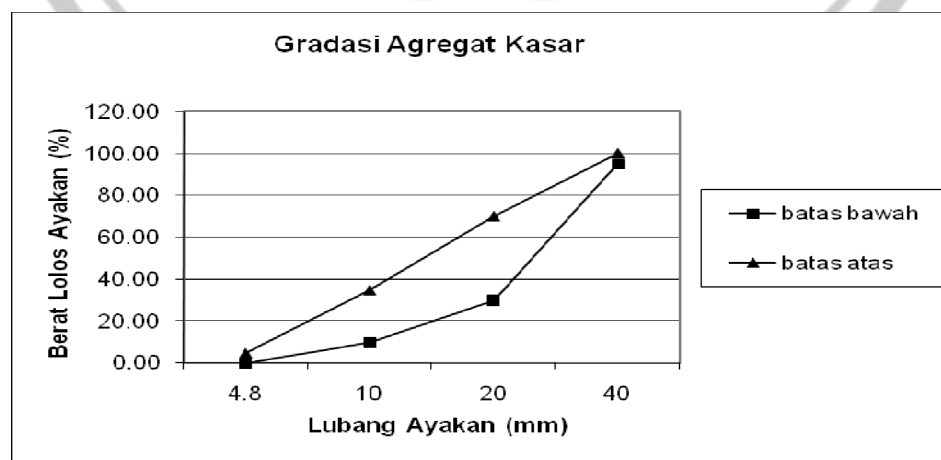
Tabel 2.4 Syarat Batas Gradasi Pasir

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

Adapun batas-batas gradasi untuk agregat kasar tercantum dalam Tabel 2.5 dan Gambar 2.1 (Tjokrodimuljo, K 2007 : 28) dibawah ini.

Tabel 2.5 Batas-batas Gradasi Agregat Kasar

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Besar 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



Gambar 2.1 Grafik Gradasi Agregat Kasar Dengan Butir Maksimal 40 mm

Pada penelitian bata beton pejal keramik, gradasi campuran yang dipakai adalah butir maksimal 40 mm. Adapun batas – batas gradasi campuran butir maksimal 40 mm tercantum pada Tabel 2.6 (Tjokrodikuljo, K 2007 : 29).

Tabel 2.6 Batas – Batas Gradasi Campuran Butir Maksimal 40 mm

Ayakan (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
40	100	100	100	100
20	50	59	67	75
10	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

4). Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat adalah *rasio* antara massa padat agregat dan massa air dengan volume sama (maka tanpa satuan). Karena butir agregat umumnya mengandung pori-pori yang ada dalam butiran dan tertutup/tidak saling berhubungan, maka berat agregat dibedakan menjadi dua istilah, yaitu :

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

Menurut Tjokrodikuljo, K (2007 : 21) agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya , yaitu :

- a) Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7.

Agregat ini biasanya berasal dari agregat granit, basalt, kuarsa, dan sebagainya.

Beton yang dihasilkan beberat jenis sekitar 2,3. Betonnyapun disebut dengan Beton Normal

- b) Agregat berat berberat jenis lebih dari 2,8 misalnya magnetik (Fe_3O_4), barytes (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.

5). Berat Satuan Dan Kepadatan Agregat

Berat satuan agregat ialah berat agregat dalam satu satuan volume bejana, dinyatakan dalam kg/m^3 . Jadi berat satuan ialah berat agregat dalam satuan bejana, (dalam bejana terdiri atas volume butir (meliputi pori tertutup) dan pori terbukanya).

Kepadatan adalah volume butiran agregat dalam bejana dibagi volume total bejana dikalikan 100 %.

Dalam praktek umumnya nilai-nilai untuk agregat normal adalah :

- a. Porositas : 35 – 40 %
- b. Kepadatan : 60 – 65 5
- c. Berat jenis : 2,5 – 2,70
- d. Berat satuan : 1,50 – 1,80

6). Modulus Halus Butir

Modulus halus butir (*fineness modulus*) adalah suatu indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Makin besar nilai modulus halus butir menunjukkan bahwa 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 (MHB) 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 sebagai berikut : 38 mm, 19 mm, 9,60 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm dan 0,15 mm.

$$\text{MHB} : \frac{\sum \% \text{Kumulatif butir} - \text{butir yang lolos ayakan}}{100}$$

7). Bentuk Agregat

Jika panjang dan sumbu pokok amat pendek dibandingkan dengan panjang dua sumbu pokok yang ketiga, butiran disebut berbentuk panjang, adapun jika panjang dua sumbu pokok amat panjang dibandingkan dengan panjang sumbu pokok yang ketiga, butiran disebut pipih.

Agregat dengan butir-butir bulat yang mempunyai panjang ketiga sumbu pokoknya hampir sama umumnya lebih baik daripada agregat dengan butir-butir yang berbentuk pipih atau panjang jika dipakai untuk membuat beton, karena butir-butir bulat tersebut menghasilkan tumpukan butir yang erat jika dikonsolidasikan. Hal ini karena butir-butir yang bulat lebih mudah menumpuknya, karena lebih mudah memindahkan butir satu terhadap yang lain dalam beton segar, daripada butir-butir yang pipih atau panjang.

Agregat pipih ialah agregat yang ukuran terkecil butirannya kurang dari $\frac{3}{5}$ ukuran rata-ratanya. Ukuran rata-rata agregat adalah rata-rata ukuran ayakan yang meloloskan dan yang menahan butiran agregat.

Butir agregat disebut panjang bila ukuran terbesar (yang paling panjang) lebih dari $\frac{9}{5}$ dari ukuran rata-rata.

Kepipihan atau kepanjangan butir agregat berpengaruh jelek terhadap daya tahan/ keawetan beton, karena agregat ini cenderung berkedudukan pada bidang rat air (horizontal), sehingga terdapat rongga udara di bawahnya.

Umumnya butiran agregat yang pipih/ panjang tidak boleh lebih dari 15 %. Hal ini biasanya perlu diperhatikan pada agregat buatan, karena ada jenis mesin pemecah batu yang hasilnya cenderung berbentuk panjang atau pipih.

8). Tekstur Permukaan Butir

Tekstur permukaan ialah suatu sifat permukaan yang tergantung pada ukuran apakah permukaan butir termasuk halus atau kasar, mengkilap atau kusam, dan macam dari bentuk kekasaran permukaan. Pada umumnya permukaan butiran hanya disebut sebagai agregat, tekstur permukaan butiran agregat dapat dibedakan menjadi : sangat halus, halus, granuler, kasar, berkristal, berpori dan berlubang-lubang. Ukuran permukaan secara numerik, misalnya seperti yang dipakai dalam logam, belum dipakai dalam agregat.

Tekstur permukaan tergantung pada kekasaran, ukuran molekul, tekstur batuan dan juga pada besar gaya yang bekerja pada permukaan butiran yang telah membuat licin atau kasar permukaan. Bahan agregat yang keras, padat berbutir kecil-kecil umumnya menjadikan permukaan butiran agregat bertekstur halus.

Butir-butir dengan tekstur permukaan yang licin membutuhkan air lebih sedikit daripada butir-butir yang tekstur permukaannya kasar. Di lain pihak, hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tertentu dari agregat kasar, kekasaran menambah kekuatan tarik maupun kekuatan lentur beton, oleh karena menambah gesekan antara pasta semen dan permukaan butir-butir agregat.

Sifat-sifat fisik agregat, misalnya betuk dan tekstur permukaan secara nyata mempengaruhi tingkat kemudahan dikerjakan dari adukan beton segarnya, maupun daya rekat antara permukaan agregat dan pastanya. Daya rekat antara agregat dan pasta semen tergantung pada tekstur permukaan tersebut. Rekatan tersebut merupakan pengembangan dari ikatan mekanis antar butiran. Suatu agregat dengan permukaan yang berpori dan kasar lebih disukai daripada agregat dengan permukaan yang halus, karena agregat dengan tekstur kasar dapat meningkatkan daya rekat antara permukaan agregat dan semen sampai 1.75 kali, adapun kuat tekan betonnya dapat meningkat sekitar 20 %.

9). 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 dengan mata telanjang, sampai yang hanya dapat dilihat dengan mikroskop. Pori-pori tersebar di seluruh tubuh butiran, beberapa merupakan pori-pori yang tertutup dalam butiran, beberapa yang lainnya terbuka terhadap permukaan butiran. Beberapa jenis agregat yang sering dipakai

untuk bahan bangunan mempunyai volume pori tertutup sekitar 0 – 20 % dari volume butirnya. Karena agregat menempati sampai 75 % dari volume betonnya maka porositas agregat memberikan iuran/ kontribusi cukup berarti pada porositas beton secara keseluruhan.

10). Pengembangan Volume Agregat Halus

Volume agregat halus biasanya mengembang bila sedikit mengandung air. Pengembangan volume itu disebabkan karena adanya dorongan oleh lapisan tipis permukaan air di sekitar butir-butir agregat halus. Dorongan lapisantipis permukaan air itu membuat jarak antar butir agregat halus semakin jauh, dan ini berarti pengembangan volume total agregat halus

Agregat halus mengembang lebih banyak daripada agregat halus yang kasar. Besar pengembangan volume pasir itu dapat sampai 25 - 40 %, pada kadar air sekitar 5 – 8 %. Pengembangan volume agregat halus ini penting diketahui untuk menghindari kesalahan hitung (perbedaan antara perhitungan dan pelaksanaan) pada pencampuran agregat halus dalam perbandingan campuran adukan mortar/ beton.

11). Kekuatan Dan Kekerasan Agregat

Kekuatan agregat dapat sangat bervariasi dalam batas-batas yang besar. Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua sebab, yaitu karena terdiri dari bahan butiran yang lemah atau terdiri dari bahan butiran yang kuat tetapi tidak terikat satu sama lain dengan kuat, jadi bahan perekatnya yang kurang kuat.

Porositas butiran agregat berpengaruh sekali terhadap kekuatan agregatnya. Pengaruh yang lain ialah terhadap keuletannya, yang merupakan ketahanan terhadap beban kejut (benturan).

Kekuatan agregat dapat diperiksa dengan cara pengujian yang sesuai untuk bahan-bahan lain yang getas. Pengujian kuat tekan langsung dilakukan dengan membuat agregat (jenis batuan) berbentuk kubus dengan sisi antara 50 – 200 mm, kemudian di tekan sampai pecah dengan mesin uji tekan beton

12). Ketahanan Cuaca (Kekekalan)

Sifat ketahanan (keawetan) agregat terhadap perubahan cuaca disebut ketahanan cuaca atau kekekalan. Sifat ini merupakan petunjuk kemampuan agregat untuk menahan perubahan volume yang berlebihan yang diakibatkan oleh perubahan-perubahan pada kondisi lingkungan, misalnya : pembekuan dan pencairan (pada daerah cuaca dingin), perubahan suhu, terik matahari, musim kering dan hujan yang berganti-ganti. Suatu agregat dikatakan tidak bersifat kekal apabila terjadi perubahan volume yang cukup berarti. Ini mungkin muncul dalam bentuk perubahan setempat hingga terjadi retakan permukaan atau *disintegrasi* pada suatu kedalaman yang cukup besar. Jadi kerusakannya bervariasi dari kenampakannya yang berubah sampai keadaan yang membahayakan struktur bangunan.

Uji ketahanan cuaca dilakukan dengan merendamnya dalam natrium sulfat (Na_2SO_4) atau magnesium sulfat (MgSO_4), kemudian dikeringkan dalam tungku.

Berat yang berkurang setelah beberapa kali pengujian dihitung. Jika digunakan Na_2SO_4 biasanya 12 %, jika dengan MgSO_4 18 % (Shetty,M.S.,1997 :103).

2.2.3 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Dalam pembuatan beton air diperlukan untuk :

- 1). bereaksi dengan semen *portland*
- 2). menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar dapat mudah dikerjakan (diaduk,dituang, dan dipadatkan).

Untuk bereaksi dengan semen *portland*, air yang diperlukan hanya sekitar 25-30% saja dari berat semen, namun dalam kenyataanya jika nilai faktor air semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 adukan beton akan sulit dikerjakan, sehingga umumnya nilai faktor air semen lebih dari 0,40 (Tjokrodinuljo,K 2007 : 51).

Air sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut (Standar SK SNI S-04-1989-F,Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A)

- 1) air harus bersih
- 2) tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang, yang dapat dilihat secara *visual*. benda-benda tersuspensi ini tidak boleh lebih dari 2 gram per liter
- 3) tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter
- 4) tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram /liter
- 5) tidak mengandung senyawa sulfat (sebagai SO_3) lebih dari 1 gram/liter

Air harus terbebas dari zat-zat yang membahayakan beton, dimana pengaruh zat tersebut antara lain :

- 1) Pengaruh adanya garam-garam mangaan, timah, seng, tembaga dan timah hitam dengan jumlah cukup besar pada air adukan akan menyebabkan pengurangan kekuatan beton
- 2) Pengaruh adanya seng klorida dapat memperlambat ikatan awal beton sehingga beton belum memiliki kekuatan yang cukup dalam umur 2-3 hari
- 3) Pengaruh adanya sodium karbonat dan pontasioium dapat menyebabkan ikatan awal sangat cepat dan dalam konsentrasi yang besar akan mengurangi kekuatan beton
- 4) Pengaruh air laut yang umumnya mengandung 3,5 % larutan garam, sekitar 78 persennya adalah sodium klorida dan 15 persennya adalah magnesium sulfat akan dapat mengurangi kekuatan beton sampai 20 % dan dapat memperbesar resiko terhadap korosi tulangnya
- 5) Pengaruh adanya ganggang yang mungkin terdapat dalam air atau pada permukaan butir-butir agregat, bila tercampur dalam adukan akan mengurangi rekatan antara permukaan butir agregat dan pasta
- 6) Pengaruh adanya kandungan gula yang mungkin juga terdapat dalam air. Bila kandungan itu kurang dari 0,05 persen berat air tampaknya tidak berpengaruh terhadap kekuatan beton. Namun dalam jumlah yang lebih banyak dapat memperlambat ikatan awal dan kekuatan beton dapat berkurang.

2.3 Pecahan Keramik

Bahan keramik adalah suatu unsur bangunan yang dipergunakan untuk melapisi lantai atau dinding yang biasanya berbentuk plat persegi dan tipis yang dibuat dari tanah liat atau campuran tanah liat dan bahan mentah keramik lainnya, dengan cara dibakar sampai suhu tertentu, sehingga mempunyai sifat-sifat fisik khusus. Bahan keramik selain dipergunakan untuk ubin, digunakan juga dalam pemngunan sebagai perlengkapan saniter (wastafel, kloset, urinoir dan sebagainya) dan pada rumah tangga sebagai barang pecah belah.

Bahan keramik dapat digolongkan menjadi 4, yaitu :

1) Keramik kasar

Keramik kasar terbuat dari tanah liat (pasir kuarsa, tanah pekat, silt termasuk abu tertentu) yang dibakar pada suhu 1000°-1400°C. Jika dibutuhkan glasir maka keramik kasar dilapisi dengan campuran felspar, kuarsa, kaolin, kapur spar dan dolomit yang diaduk dengan air. Pada proses pembakaran glasir ini terjadinya lapisan seperti kaca tipis. Kegunaan keramik kasar di dalam pembangunan berupa

- a. Pipa keramik kasar (sebagai pipa saluran air kotor)
- b. Bata klinker (sebagai dinding batu merah yang terbuka terhadap udara)
- c. Ubin tanah liat (sebagai ubin lantai yang agak alamiah)
- d. Genting tanah liat berglasir (sebagai genting keramik flam atau pres)

2) Keramik halus

Terbuat dari tanah liat yang halus sekali dengan campuran jerami yang digiling (tembikar merah) atau dengan tambahan kaolin, kuarsa, felspar, atau bubuk magnesium-silika yang dibakar (pembakaran tunggal) pada suhu 1330°.

Kecuali barang tembikar yang berwarna ahak merah, maka keramik halus biasanya berwarna putih kekuning-kuningan. Keramik halus umumnya dilapisi glasir (tembikar). Kegunaan keramik halus di dalam pembangunan berupa ; perlengkapan saniter (wastafel, kloset, urinoir, dan sebagainya)

3) Keramik pelapis dinding (fayence)

Keramik fayence terbuat dari tanah pekat putih yang halus sekali dan mengandung kaolin, felspar, kuarsa atau bubuk megnesium silikat sehingga warna menjadi putih. Setelah dicetak atau dibentuk keramik fayence dikeringkan dan dilapisi glasir (tembikar) yang mengandung banyak timah-oksida dan selama tembikar masih basah dilaksanakan proses pewarnaan. Kemudian dibakar pada suhu 1100°C (pembakaran ganda). Kegunaan keramik fayence di dalam pembangunan berupa : tegel dinding dan baran pecah belah.

4) Porselen (tembikar putih)

Terbuat dari 50 % kaolin, 25 % felspar, dan 25 % kuarsa. Sesudah dicetak atau dibentuk porselen dibakar pada suhu 1200° - 1300°C. Setelah dingin di beri glasir halus (tembikar putih) dan dibakar kedua kalinya pada suhu 1380° - 1450°C selama 24 jam sehingga menjadi lapisan seperti kaca tipis. Warna porselen biasanya putih dan jika perlu pewarnaan dapat dilakukan dengan kobalt-oksida (biru) atau krom-oksida (hijau) sebagai lapisan bawah glasir atau dengan cara memberi motif di atas tembikar putih (pembakaran ganda). Kegunaan porselen dalam pembangunan berupa : barang pecah belah.

Limbah pecahan keramik adalah sisa atau pecahan keramik dari keramik lantai sebuah bangunan. Dengan menggunakan limbah keramik peneliti bermaksud

memberdayakan sumber daya lokal yang berupa pemanfaatan barang-barang rusak yang sudah tidak bisa dipakai sebagaimana mestinya. Salah satu sumber daya lokal di sekitar kita yang dapat dimanfaatkan contohnya pecahan keramik, pecahan keramik yang peneliti manfaatkan adalah pecahan dari keramik ubin.

Dipilihnya pecahan keramik sebagai penelitian ini dikarenakan banyak masyarakat yang kurang maksimal memanfaatkan pecahan dari bahan keramik. Umumnya barang-barang yang terbuat dari bahan keramik yang sudah pecah atau rusak dibuang begitu saja, namun ada juga yang memanfaatkannya sebagai penghias pot bunga dengan cara di tempel. Agar pecahan keramik yang sudah pecah atau rusak tidak menjadi timbunan seperti sampah, peneliti memanfaatkannya sebagai agregat kasar pada pembuatan bata beton pejal yang umumnya masyarakat mengenalnya dengan nama batako.

Peneliti memperoleh limbah pecahan keramik dari sisa atau pecahan ubin keramik di daerah sekitar kampus Universitas Negeri Semarang. Pecahan keramik dalam pembuatan bata beton sebagai agregat kasar.

2.4 Kuat Tekan Bata Beton Pejal

Menurut Tjokrodimuljo, K. 1996 (dalam Desi WN.2007) Kuat tekan adalah kemampuan bata beton untuk menahan gaya luar yang datang pada arah sejajar yang menekan bata beton. Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi dan mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan/ pembusukan oleh kondisi lingkungan. Bila dibuat dengan cara baik, kuat tekannya dapat sama dengan batuan alami.

Pada hakekatnya faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan bata beton pejal diidentifikasi dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, diantaranya adalah :

1. Faktor air semen, adalah perbandingan antara air dengan semen yang dipakai dalam pembuatan adukan. Nilai faktor air semen yang tinggi menyebabkan adukan menjadi banyak pori-pori yang berisi air setelah beton keras akan menimbulkan rongga sehingga kekuatannya akan rendah. Sedangkan nilai faktor air semen yang rendah menyebabkan adukan akan sulit dipadatkan sehingga menimbulkan banyak rongga udara. Hal ini mengakibatkan beton yang dihasilkan berkualitas rendah dan adukan beton sulit untuk dikerjakan (Tjokrodimuljo, K. 1996)
2. Umur beton, umur beton dihitung sejak beton dibuat dan kekuatan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur, kecepatan kenaikan kekuatan beton dipengaruhi oleh faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi faktor air semen maka semakin lambat kenaikan kekuatannya dan semakin tinggi suhu perawatan maka kenaikan kekuatan beton semakin cepat (Tjokrodimuljo, K. 1996)
3. Jenis semen, setiap jenis semen mempunyai laju kenaikan yang berbeda-beda.
4. Jumlah semen, jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Pada faktor air semen yang sama beton dengan kandungan jumlah semen tertentu mempunyai kekuatan tekan yang tinggi. Pada jumlah semen yang sedikit dan jumlah air sedikit adukan beton akan sulit dipadatkan sehingga kuat tekan beton rendah, jika jumlah semen berlebihan maka jumlah

air juga berlebihan beton akan menjadi berpori dan berakibat kekuatan beton rendah (Tjokrodimuljo,K. 1996).

2.5 Serapan Air Bata Beton Pejal

Serapan air bata beton dipengaruhi oleh porositas agregat yang dipakai dalam pembuatan adukan beton maupun porositas pasta semen itu sendiri. Serapan air dalam agregat adalah *prosentase* berat air yang mampu diserap oleh suatu agregat jika direndam dalam air. Agregat mempunyai pori dengan ukuran yang beragam, semakin besar pori semakin besar pula serapan air pada agregat. Pori dalam agregat tersebar di seluruh tubuh butiran, beberapa merupakan pori-pori yang tertutup, beberapa lainnya terbuka pada permukaan butiran. Beberapa jenis agregat yang sering dipakai mempunyai pori tertutup sekitar 0 % - 20 % dari volume butirnya (dalam Desi WN.).

Menurut Tjokrodimuljo,K. 1996 (dalam Desi WN.) bahwa dalam adukan beton atau mortar, air dan semen membentuk pasta yang disebut pasta semen. Pasta semen ini selain mengisi pori-pori diantara agregat halus, juga bersifat sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butir-butir agregat saling terikat kuat dan terbentuklah suatu masa yang kompak dan padat. Penyebab semakin meningkatnya porositas pasta semen sebagai akibat kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen. Air ini akan menguap atau tinggal dalam pasta semen sehingga akan menghasilkan pasta yang porous, hal ini menyebabkan semakin berkurangnya kekedapan air pasta semen dan juga kuat tekan beton yang dihasilkan.

2.6 Analisis Biaya Pembuatan Bata Beton Pejal

Analisis biaya pembuatan pada dasarnya merupakan analisis mengenai anggaran biaya yang dipakai untuk membuat barang, bangunan atau benda. Membuat anggaran biaya berarti menaksir atau memperkirakan harga suatu barang, bangunan yang dibuat dengan teliti dan secermat mungkin (Mukomoko 1985 : 67)

Penyusunan anggaran biaya sangat memerlukan pengetahuan tentang teknik, harga bahan-bahan dipasaran, alat-alat yang digunakan dalam pembuatan barang produksi dan upah rata-rata pekerjaan menurut upah harian setempat.

Menurut Mokomoko (1985 : 363) untuk menghitung harga satuan tiap m^3 beton tak bertulang, komponen yang harus dihitung adalah sebagai berikut :

- a. Bahan-bahan dasar pembentuk beton
- b. Upah tenaga kerja untuk membuat beton
- c. Nilai bahan-bahan untuk pembuatan cetakan
- d. Upah kerja membuat cetakan

Sedangkan menurut Tjokrodinuljo, K 1991 : 15 (dalam Sugiharti 2003) bahan-bahan yang dibutuhkan untuk membuat $1m^3$ adukan beton non pasir dengan agregat pecahan genteng pada faktor air semen optimum yaitu pada 0,42 sebesar :

- a. Air sekitar 93 liter
- b. Semen 221 kg
- c. Pecahan genteng 1285 kg

Untuk menghitung biaya bata beton berlubang, unsur-unsur yang mempengaruhi adalah :

- a. Bahan susun beton adalah semen dan agregat (pecahan genteng). Penggunaan air tidak diperhitungkan, karena kebutuhan akan air dapat diperoleh secara gratis dan tersedia cukup.
- b. Nilai cetakan adalah perbandingan biaya pembuatan cetakan dengan umur pemakaian cetakan tersebut.
- c. Upah pekerja adalah upah untuk mencetak bata beton berlubang tersebut. Besarnya upah pekerja tersebut ditentukan oleh besarnya Upah Minimum Regional (UMR) daerah setempat.
- d. Produktivitas pekerja juga mempengaruhi biaya pembuatan yaitu pada besarnya upah pekerja. Semakin tinggi produktivitas pekerja maka semakin kecil pula upah pekerja yang dibebankan untuk setiap unit barang yang dihasilkan.

2.7 Penelitian - penelitian Terdahulu

Menurut Sutiyono (2003) bata beton pejal dengan variasi perbandingan agregat dan semen ditinjau dari kuat tekan dan biaya pembuatannya, menunjukkan bahwa perbandingan semen agregat 1 : 6 mempunyai kuat tekan 6,844 MPa ($68,44 \text{ kg/ cm}^3$) dan mempunyai berat jenis $1,466 \text{ t/ m}^3$. Sedangkan dari segi biaya, pembuatan bata beton pejal dalam penelitian ini juga relatif lebih murah jika dibandingkan dengan bata beton yang ada dipasaran yaitu berkisar antara Rp. 1.180 – Rp. 1.655

Menurut Nanang F.Y. (2004) bata beton pejal aplikasi beton non pasir ditinjau dari kuat tekan dan biaya pembuatan, menunjukkan bahwa kuat tekan

beton non pasir tertinggi pada campuran 1 : 6 yaitu 4,4554 MPa (44,554 kg/ cm³) yang selanjutnya mengalami non pasir pada perbandingan 1 : 6 yaitu 1753,25 yang selanjutnya mengalami penurunan harga terhadap penambahan pecahan genteng, harga terendah terdapat pada perbandingan 1 : 10 yaitu Rp. 1.387,5 yang memiliki kuat tekan 2,6188 MPa (26,188 kg/ cm³). Bila dibandingkan dengan batako dipasaran yang dijual seharga Rp. 1.500 dan memiliki kuat tekan 2,625 MPa (26,25 kg/ cm³) maka bata beton dalam penelitian ini jauh lebih dan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi.

Menurut Joko Prakoso (2006) bata beton berlubang dengan penambahan abu terbang terhadap kuat tekan dan serapan air menunjukkan bahwa kuat tekan optimum pada variasi komposisi 1,6 Fa : 1 Pc : 8 ps yaitu sebesar 42,4 kg/ cm² (mutu B1) pada umur 60 hari, sedangkan pada umur 30 hari kuat tekan optimum terjadi pada komposisi 1,8 Fa : 1 Pc : 8 Ps yakni 52,4 kg/ cm² (mutu B1). Untuk nilai serapan air menunjukkan bahwa semakin banyak pasta, maka serapan air menurun. Serapan air terbesar terjadi pada variasi komposisi 0 Fa : 1 Pc : 8 Ps yakni 13,57 % dan serapan air terkecil terjadi pada variasi komposisi 1,8 Fa : 1 Pc : 8 Ps yakni 6,67 %.

Menurut Desi Wulan N. (2007) beton pejal dengan penambahan tras muria ditinjau dari kuat tekan dan serapan air atau menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi terjadi pada komposisi 0,27 tras : 1 pc : 5,92 ps yaitu sebesar 47,576 kg/ cm² (mutu A1 dan A2). Untuk serapan air terendah terjadi pada perbandingan 0 tras : 1 pc : 5,92 ps yaitu sebesar 14,79% dan serapan air tertinggi terjadi pada perbandingan 0,53 tras : 1 pc : 5,92 ps yaitu sebesar 17,62%.

Menurut Mefri Dian Rosyida (2007) bata beton berlubang dengan campuran tras muria ditinjau kuat tekan dan serapan air dapat dijadikan bahwa pada perbandingan campuran 0,27 tras ; 1 pc : 5,92 ps dicapai kuat tekan tinggi yaitu 37,74 kg/ cm² (syarat mutu III) sedangkan dari campuran 0,53 tras : 1 pc : 5,92 ps diperoleh serapan air rata-rata 17,97% penggunaan tras membuat batabeton berlubang lebih kedap air.

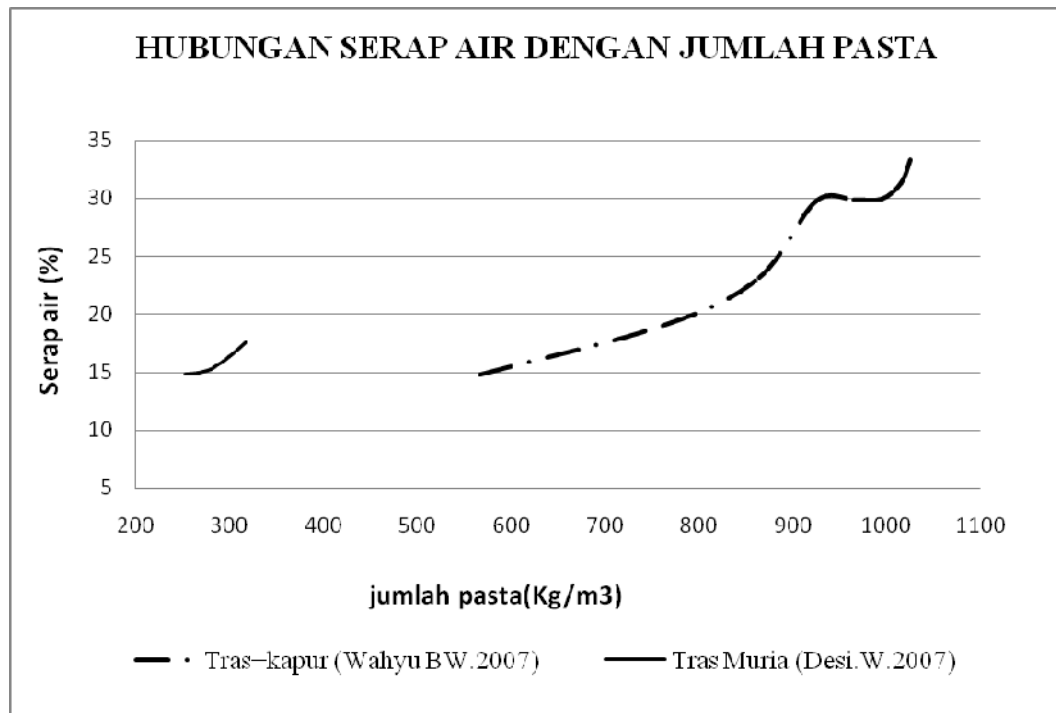
Menurut Kusumaharni (2008) bata beton berlubang dengan penambahan tempurung kelapa sawit ditinjau dari kuat tekan dan serapan air, menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi pada variasi 0% yaitu 27,4 kg/ cm². Hingga seterusnya mengalami penurunan terhadap penambahan tempurung kelapa sawit begitu pula dengan serapan yang selalu bertambah sejalan dengan penambahan tempurung kelapa sawit namun demikian batako yang dihasilkan dengan campuran 0%, 2%, 5%, 8,5%, terhadap berat pasir masih masuk dalam kuat tekan standar, sedangkan pada penambahan 11% dan 18% tidak memenuhi kuat tekan standar.

Menurut Sugiharti (2003) Pengaruh pemakaian pecahan genteng terhadap sifat-sifat bata beton pejal, diperoleh hasil berat satuan sebesar 1,165 kg/dm³, berat jenis 1,723 dan serapan air 11,45. Kuat tekan rata-rata pada perbandingan 1 : 6 sebesar 6,183 Mpa. Kuat tekan bata beto pejal mengalami penurunan seiring dengan penambahan agregat pecahan genteng. Bata beton dalam penelitian ini, kemungkinan besar masuk dalam klasifikasi bata beton mutu III.

Menurut Hengky Suprpto (2003) Kuat tekan bata beton non-pasir dengan agregat kasar pecahan batu padas, menunjukkan kuat tekan bata beton non-pasir pada perbandingan berat semen-agregat 1 : 2,9, 1 : 3,8, 1 : 4,8, 1 : 5,7 dan 1 : 6,7 masing-masing sebesar 99.078 kg/cm², 74,518 kg/cm², 50,036 kg/cm², 45,104 kg/cm² dan 38,674 kg/cm² dengan fas 0,4. Kuat tekan mengalami penurunan pada tiap penambahan agregat.

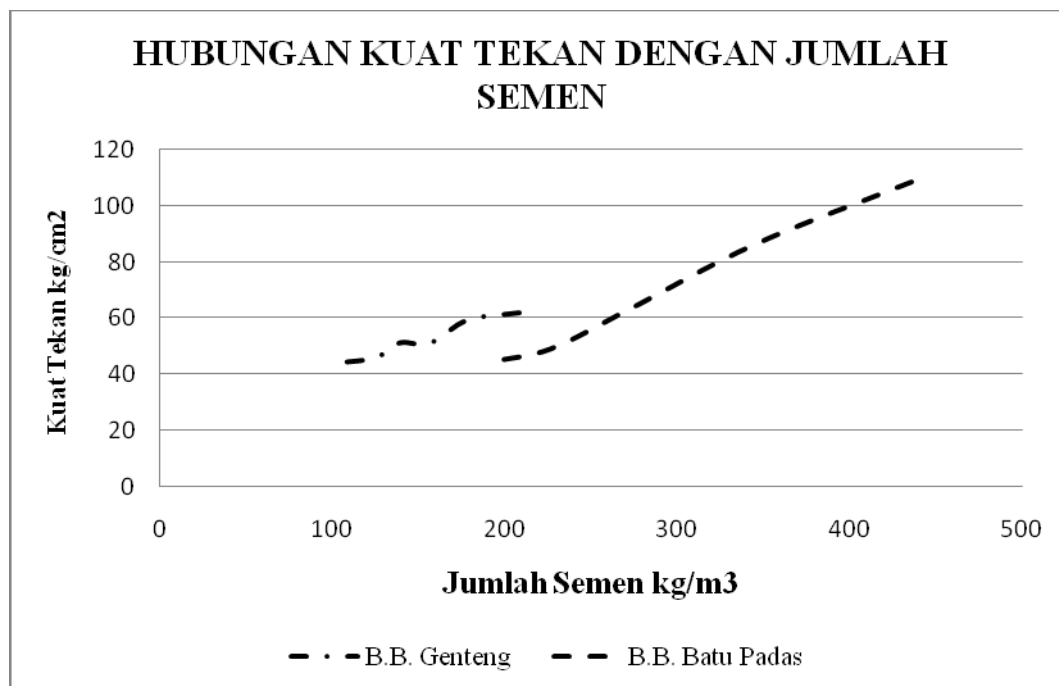
Menurut Wahyu Budi W. (2007) pengaruh penambahan tras muria terhadap kuat tekan dan serapan air pada bata beton pejal tras kapur dengan komposisi campuran 1 : 0,94, 1 : 1,88, 1 : 2,83, 1 : 3,76, 1 : 4,72, 1 : 5,65, 1 : 6,66, 1 : 7,52 diperoleh hasil kuat tekan bata beton tras kapur mengalami kenaikan pada campuran 1 kapur : 2,83 tras dan setelah itu mengalami penurunan kembali pada campuran 1 kapur : 3,76 tras. Serap air rata-rata bata beton tras kapur semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah tras pada campuran.

Hubungan jumlah pasta dan serap air bata beton pejal tras muria (Desi W.N.2007) dan bata beton pejal tras dan kapur (Wahyu Budi W.2007) tercantum dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Grafik Hubungan Antara Jumlah Pasta Dengan Serap Air Bata Beton Pejal Trass Muria (Desi WN..2007) Dengan Bata Beton Pejal Dengan Trass Dan Kapur (Wahyu Budi W.2007)

Hubungan kuat tekan dengan jumlah semen bata beton pejal dengan pecahan genteng (Sugiharti.2003) dan bata beton pejal dengan batu padas (Hengky S.2003) tercantum dalam Gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 Grafik Hubungan Antara Jumlah Semen Dengan Kuat Tekan Bata Beton Pejal Dengan Agregat Pecahan Genteng (Sugiharti.2003), Bata Beton Pejal Dengan Pecahan Batu Padas (Wahyu B.2003)

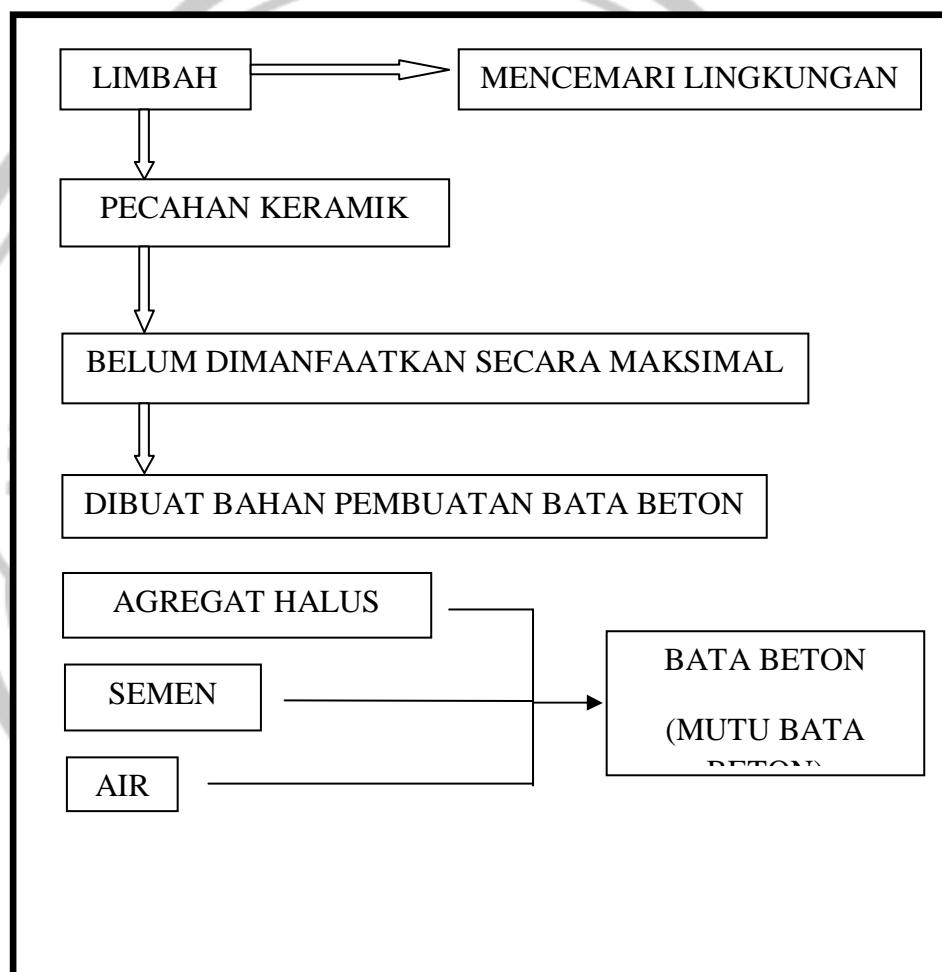
2.8 Kerangka Berpikir

Sejalan dengan meningkatnya kegiatan pembangunan dan banyaknya penggunaan bata beton sebagai bahan bangunan, perlu dilakukan upaya untuk mendapatkan bahan pengisi yang dapat digunakan sebagai agregat dalam pembuatan bata beton. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan atau dimanfaatkan adalah limbah pecahan keramik.

Pecahan keramik merupakan limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat, agar pemanfaatan pecahan keramik menjadi optimal perlu adanya penelitian tentang pemanfaatan pecahan keramik khususnya sebagai bahan pengisi pada bata beton. Agar dicapai hasil yang maksimal perlu adanya penelitian yang melalui beberapa pengujian yaitu, pengujian bahan susun, serapan

air dan pengujian kuat tekan bata beton umur 28 hari bertujuan untuk mengetahui mutu bata beton.

Dengan serangkaian pengujian tersebut akan diketahui seberapa besar pengaruh penggunaan pecahan keramik terhadap kuat tekan bata beton. Berikut gambaran singkat dari kerangka berfikir di atas yang disajikan dalam bentuk bagan seperti di bawah ini.



Gambar 2.4 Grafik Alur Berfikir Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga dalam pelaksanaan dan hasil penelitian dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu suatu metode penelitian untuk mengadakan kegiatan percobaan yang mendapatkan suatu hasil, hasil tersebut menunjukkan hubungan sebab akibat antara variabel satu dengan yang lainnya.

3.1 Variabel Penelitian

Variabel adalah segala sesuatu yang akan menjadi obyek pengamatan penelitian. Variabel juga dapat diartikan sebagai faktor-faktor yang berperan penting dalam peristiwa atau gejala yang akan diteliti. Variabel dalam penelitian ini adalah dalam tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1 Variabel Penelitian Bata Beton Pejal

Berat Semen (Kg/m ³)	Faktor Air Semen (F.A.S)	Kuat Tekan	Serap Air
		Jumlah Benda Uji	Jumlah Benda Uji
300	0.5	5	3
350	0.5	5	3
400	0.5	5	3
450	0.5	5	3
Jumlah Benda Uji : 32		20	12

3.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Air

Air yang dipakai dalam penelitian ini adalah air yang tersedia di Laboratorium Jurusan Teknik Sipi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

2. Semen

Dalam penelitian ini semen yang digunakan adalah semen *portland* jenis I merk Semen Gresik yang ada di pasaran.

3. Agregat

Agregat yang digunakan sebagai agregat halus adalah pasir Muntilan yang ada dipasaran

4. Limbah pecahan keramik

Limbah pecahan keramik yang dipakai adalah hasil limbah pembangunan lantai rumah. Keramik yang didapat kemudian dipecah-pecah dengan ukuran pecahan 1 sampai 4 cm.

3.3 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Ayakan

Ayakan dengan lubang berturut-turut 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,6 mm, 0,3mm, 0,015 mm yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar, digunakan untuk mengetahui gradasi pasir dan limbah pecahan keramik dengan merk "Tatonas".

2. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur bahan susun adukan bata beton dengan merk "*Radjin*".

3. Gelas ukur

Gelas ukur yang digunakan untuk mengukur banyaknya air yang digunakan pada pembuatan bata beton.

4. Piknometer

Piknometer dengan kapasitas 500 gr digunakan untuk mencari berat jenis agregat halus.

5. Oven

Oven untuk mengeringkan bahan pada pemeriksaan bahan dengan merk "*Gallen Kamp Size Two Oven*".

6. Cetakan bata beton

Cetakan bata beton yang digunakan adalah dengan ukuran panjang 40cm, lebar 10 cm, tinggi 20 cm.

7. Mesin uji tekan

Mesin uji tekan yang digunakan untuk menguji kuat tekan benda uji bata beton dengan merk "*Universal Testing Machine*".

3.4 Prosedur Penelitian

Data dalam penelitian ini merupakan hasil uji berat jenis pasir, gradasi limbah pecahan keramik, kuat tekan dan serapan air bata beton dengan percobaan

(eksperimen), dengan cara membuat bata beton dengan campuran limbah pecahan keramik.

Tahap dan prosedur penelitian ini adalah :

3.4.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan yaitu menyiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian pembuatan bata beton dengan campuran limbah pecahan keramik. Bahan dan peralatan yang akan digunakan adalah :

1. Bahan
 - a. Air
 - b. Semen
 - c. Pasir muntilan
 - d. Pecahan keramik
2. Alat
 - a. Ayakan
 - b. Timbangan
 - c. Gelas ukur
 - d. Piknometer
 - e. Oven
 - f. Cetakan bata beton pejal
 - g. Mesin uji tekan

3.4.2 Tahap Pengujian Bahan

Untuk mengetahui karakteristik dari bahan penyusun bata beton dengan campuran limbah pecahan keramik perlu diteliti bahan penyusunnya, dalam hal

ini yang diteliti adalah semen, air, pasir dan limbah pecahan keramik. Pengujian bahannya adalah sebagai berikut :

a. Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Langkah-langkah pemeriksaan berat jenis pasir adalah sebagai berikut :

Mengeringkan pasir dalam *oven* dengan suhu 110° sampai beratnya tetap, selanjutnya pasir didinginkan pada suhu ruang kemudian rendam pasir dalam air selama 24 jam. Kemudian selama 24 jam air rendaman dibuang dengan hati-hati agar butiran pasir tidak ikut terbang, menebarkan pasir dalam talam, kemudian dikeringkan di udara dengan cara membolak-balik pasir sampai kering. Memasukkan pasir tersebut dalam piknometer sebanyak 500 gr, kemudian masukkan air ke dalam piknometer hingga mencapai 90% isi piknometer, memutar dan mengguling-gulingkan piknometer sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya.

Setelah itu merendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan dengan suhu standar 25°C , tambahkan air sampai tanda batas kemudian dimbang (Bt). Lalu pasir dikeluarkan dan dikeringkan dalam *oven* dengan suhu 110°C sampai beratnya tetap kemudian didinginkan, lalu ditimbang (Bk). Terakhir piknometer dibersihkan lalu diisi air sampai penuh kemudian ditimbang (B).

b. Pemeriksaan Gradasi Pasir

Tujuan untuk mengetahui variasi diameter butiran pasir dan modulus kehalusan pasir. Alat : satu set ayakan 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm, timbangan, alat penggetar.

Langkah-langkah pemeriksaan gradasi pasir adalah sebagai berikut :

Mengeringkan pasir dalam *oven* dengan suhu 110°C sampai berat tetap, lalu mengeluarkan pasir dari *oven* kemudian didinginkan. Setelah itu susun ayakan sesuai dengan urutannya, ukuran terbesar diletakkan paling atas yaitu : 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm. Lalu masukkan pasir dalam ayakan paling atas, tutup dan ayak dengan cara digetarkan selama 10 menit kemudian pasir didiamkan selama 5 menit agar pasir tersebut mengendap. Pasir yang tertinggal dalam masing-masing ayakan ditimbang beserta wadahnya.

Gradasi pasir yang diperoleh dengan menghitung komulatif *prosentase* butir-butir pasir yang lolos pada masing-masing ayakan. Nilai modulus halus butir pasir dihitung dengan menjumlahkan *prosentase* komulatif butir yang tertinggal kemudian dibagi seratus.

c. Pemeriksaan Berat Jenis Limbah Pecahan Keramik

Langkah-langkah pemeriksaan berat jenis limbah pecahan keramik adalah sebagai berikut :

Pecahan keramik dicuci sampai bersih untuk menghilangkan kotoran yang ada. Lalu pecahan keramik dimasukkan kedalam oven selama 24 jam sehingga kering dan ditimbang beratnya (Bk). Kemudian direndam dalam air selama 24 jam, selanjutnya dikeluarkan dan dikeringkan dengan kain sampai kondisinya jenuh kering muka dan ditimbang beratnya (Bj). Pecahan keramik kemudian dimasukkan kedalam keranjang kawat dan kemudian ditimbang beratnya (Ba) dalam air dengan timbangan khusus untuk berat jenis agregat kasar.

d. Pemeriksaan Gradasi Limbah Pecahan Keramik

Langkah pemeriksaan gradasi pecahan keramik adalah sebagai berikut :

Pecahan keramik dikeringkan dalam *oven* dengan suhu 110°C sampai beratnya tetap. Kemudian ayakan disusun berdasarkan urutannya, ukuran terbesarnya diletakkan dibagian paling atas, yaitu 40 mm, 20 mm, 10 mm, dan 5 mm. Setelah itu pecahan keramik dimasukkan kedalam ayakan yang paling atas dan diayak dengan cara digetarkan selama kurang lebih 10 menit. Pecahan keramik yang tertinggal pada masing-masing ayakan dipindahkan pada tempat yang tersedia dan kemudian ditimbang.

Gradasi pecahan keramik diperoleh dengan menghitung jumlah kumulatif *prosentase* butiran yang lolos pada masing-masing ayakan. Nilai modulus dihitung dengan cara menjumlahkan prosentase kumulatif butiran yang tertinggal kemudian dibagi seratus.

e. Semen

Pemeriksaan terhadap semen dilakukan dengan cara *visual* yaitu semen dalam keadaan tertutup rapat dan setelah dibuka tidak ada gumpalan serta butirannya halus. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Gresik Jenis I kemasan 50 kg

f. Air

Pemeriksaan terhadap air juga dilakukan secara *visual* yaitu air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan garam sesuai dengan persyaratan air untuk minum. Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dari Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.

3.4.3 Tahap Pembuatan Adukan

Agregat halus, semen dengan variasi berat 300 kg, 350 kg, 400kg dan 450 kg, air dengan perbandingan tertentu dan campuran limbah pecahan keramik dibuat adukan bata beton. Pembuatan adukan bata beton dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

Menimbang bahan-bahan susun bata beton yaitu semen, pasir, pecahan keramik dan air dengan berat yang telah ditentukan dalam perencanaan campuran bata beton, kemudian mempersiapkan cetakan bata beton dan peralatan lain yang dibutuhkan. Setelah itu campurkan bahaan pengisi (agregat), bahan ikat (semen *portland*), bahan tambah (pecahan keramik) dalam komposisi yang telah direncanakan dalam keadaan kering.

Langkah ini dilakukan agar pencampuran antara bahan-bahan tersebut dapat lebih homogen, sehingga diharapkan hasil yang diperoleh maksimal. lalu masukkan air 80% dari air yang dibutuhkan dengan faktor air semen (fas) 0,5 kedalam campuran bahan semen, pasir dan limbah pecahan keramik yang telah dicampur dalam keadaan kering pada komposisi yang telah direncanakan. Ketika masih dalam proses pengadukan sisa air dimasukkan sedikit sampai airnya habis dalam jangka waktu tidak kurang dari 3 menit. Pengadukan dilakukan sebanyak satu kali untuk setiap macam campuran.

3.4.4 Tahap Pembuatan Benda Uji dan Perawatan Benda Uji

Msukkan adukan bahan bata beton kedalam cetakan yang sebelumnya pada bagian dalam cetakan diberi minyak pelumas. Lalu isi cetakan dengan adukan bata beton sampai penuh kemudian dipadatkan.

Pembuatan bata beton harus benar-benar dalam keadaan rata pada bagian atas cetakan. Setelah dipadatkan kemudian bata beton dikeluarkan dari cetakan dan diletakkan pada tempat perawatan selama 28 hari dan disiram dengan air. Setelah berumur 28 hari dilakukan pengukuran volumenya (panjang, lebar, dan tinggi) kemudian dilakukan uji tekan dan serapan air.

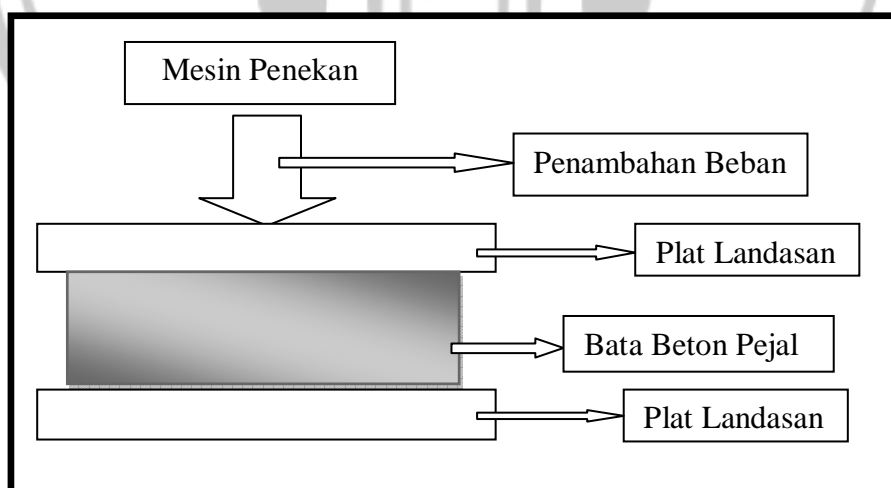
3.4.5 Tahap Pengujian Bata Beton Pejal

Pada penelitian ini benda uji hanya di uji kuat tekan dan serapan air bata beton. Cara pengujiannya adalah sebagai berikut :

a. Pengujian Kuat Tekan Bata Beton

Tahap pengujian kuat tekan bata beton adalah sebagai berikut :

Masing-masing bata beton diukur panjang, lebar, tinggi dan beratnya, kemudian letakan benda uji pada mesin tekan secara simetris. Lalu jalankan mesin tekan, lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan mencatat beban maksimum yang terjadi selama pengujian benda uji.



Gambar 3.1 Pengujian Kuat Tekan Bata Beton Pejal

b. Pengujian Serapan Air Bata Beton

Tahap pengujian serapan air adalah sebagai berikut :

Bata beton yang telah berumur 28 hari dan dalam kondisi kering udara dimasukkan dalam *oven* dengan suhu 110°C selama 24 jam. Setelah 24 jam bata beton dikeluarkan dan didinginkan. Bata beton kering *oven* ditimbang beratnya (W1). Kemudian dilanjutkan dengan merendam selama 24 jam. Setelah 24 jam, bata beton diangkat dan ditimbang beratnya (W2).

3.4.6 Tahap Pengolahan Data

a. Berat Jenis Pasir

$$\text{Bulk Specific Gravity} = \frac{Bk}{B + 500 - Bt}$$

$$\text{Bulk Sesific Gravity (SSD)} = \frac{500}{B + 500 - Bt}$$

$$\text{Apparent spesific Gravity} = \frac{Bk}{B + Bk - Bt}$$

$$\text{Absorption (penyerapan)} = \frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100 \%$$

Dimana :

Bt = Berat piknometer berisi pasir dan air

Bk = Berat pasir setelah kering *oven*

B = Berat piknometer berisi air

500 = Berat pasir dalam keadaan kering permukaan

b. Berat Jenis Pecahan Keramik

$$\text{Bulk Specific Grafity} = \frac{Bk}{Bj - Ba}$$

$$\text{Bulk Sesific Gravity (SSD)} = \frac{Bj}{Bj - Ba}$$

$$\text{Apparent spesific Gravity} = \frac{Bk}{Bk - Ba}$$

$$\text{Absorption (penyerapan)} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100 \%$$

Dimana :

Bk = Berat keramik kering *oven*

Bj = Berat keramik dalam keadaan permukaan jenuh

Ba = Berat keramik dalam keranjang air

c. Kuat Tekan Bata Beton

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A}$$

Dimana :

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas permukaan benda uji (cm²)

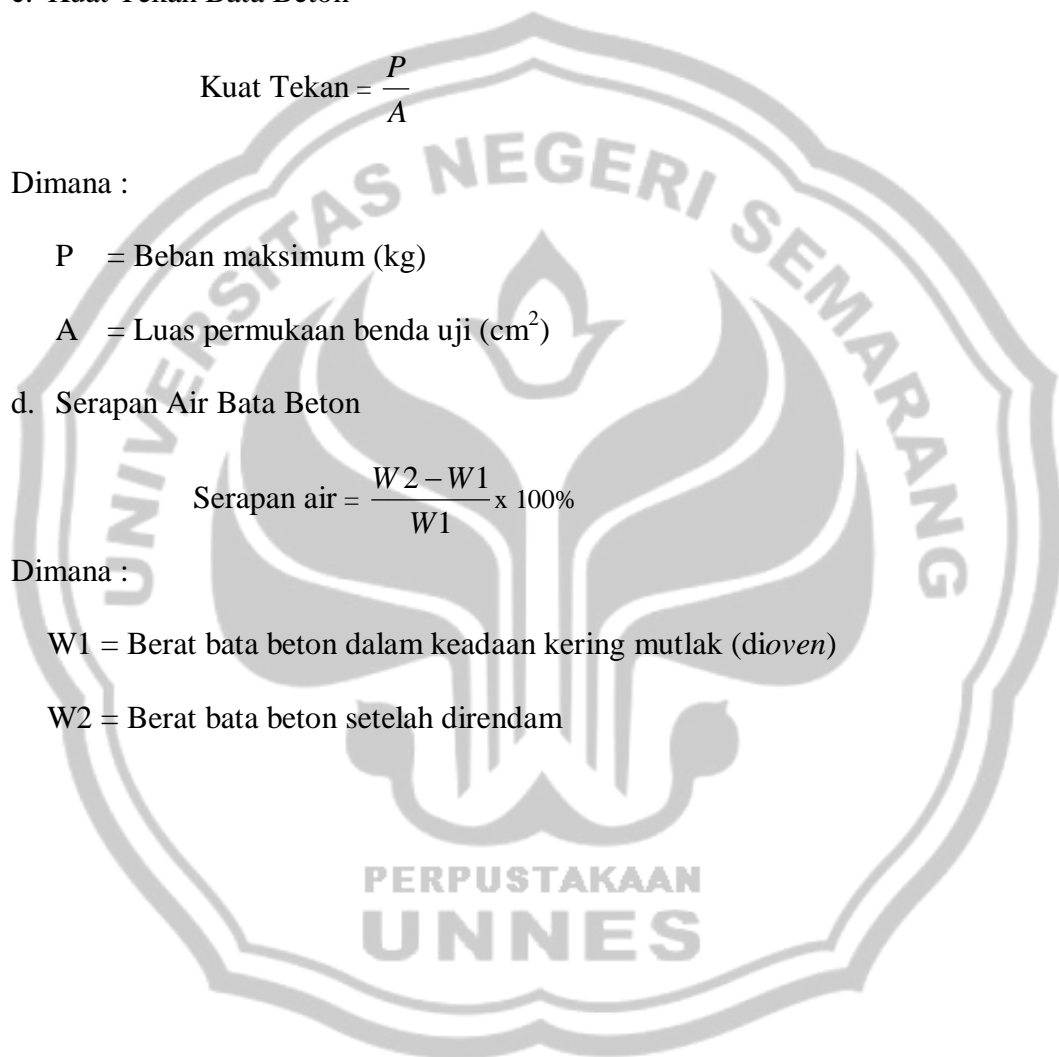
d. Serapan Air Bata Beton

$$\text{Serapan air} = \frac{W2 - W1}{W1} \times 100\%$$

Dimana :

W1 = Berat bata beton dalam keadaan kering mutlak (*dioven*)

W2 = Berat bata beton setelah direndam



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasan bata beton pejal dengan agregat kasar pecahan keramik adalah sebagai berikut :

4.1 Air

Pemeriksaan air dilakukan secara *visual* yaitu mengamati air secara langsung mengenai sifat-sifatnya yaitu menurut peraturan yang telah dibahas sebelumnya. Dari hasil pengamatan secara *visual* terlihat air tidak berwarna, tidak mengandung lumpur dan tidak berbau, sehingga air yang dipakai dalam penelitian dapat dipakai sebagai bahan pencampur adukan bata beton.

4.2 Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen *Portland* Jenis 1 merk Semen Gresik kemasan 50 kg. Pemeriksaan secara *visual* menyimpulkan bahwa semen dalam keadaan baik yaitu berbutir halus, tidak terdapat gumpalan-gumpalan. Sedangkan hasil pengamatan semen diperoleh kemasannya masih baik, tidak terdapat cacat/ robek, sehingga semen dapat dipakai dalam adukan bata beton.

4.3 Pasir Muntilan

4.3.1 Berat Jenis Pasir

Pemeriksaan berat jenis dilakukan dua kali pengujian terhadap benda uji 1 dan benda uji 2. Dari hasil pemeriksaan diperoleh berat jenis rata-rata pasir dari kedua benda uji adalah 2,6. Hasil pemeriksaan berat jenis pasir secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1a. Pasir muntilan termasuk dalam agregat normal (berat jenisnya 2,5-2,7), sehingga dapat dipakai untuk beton normal dengan kuat tekan 15-40 MPa (Tjokrodinuljo, K 2007). Berat jenis pasir ini digunakan dalam merencanakan adukan bata beton.

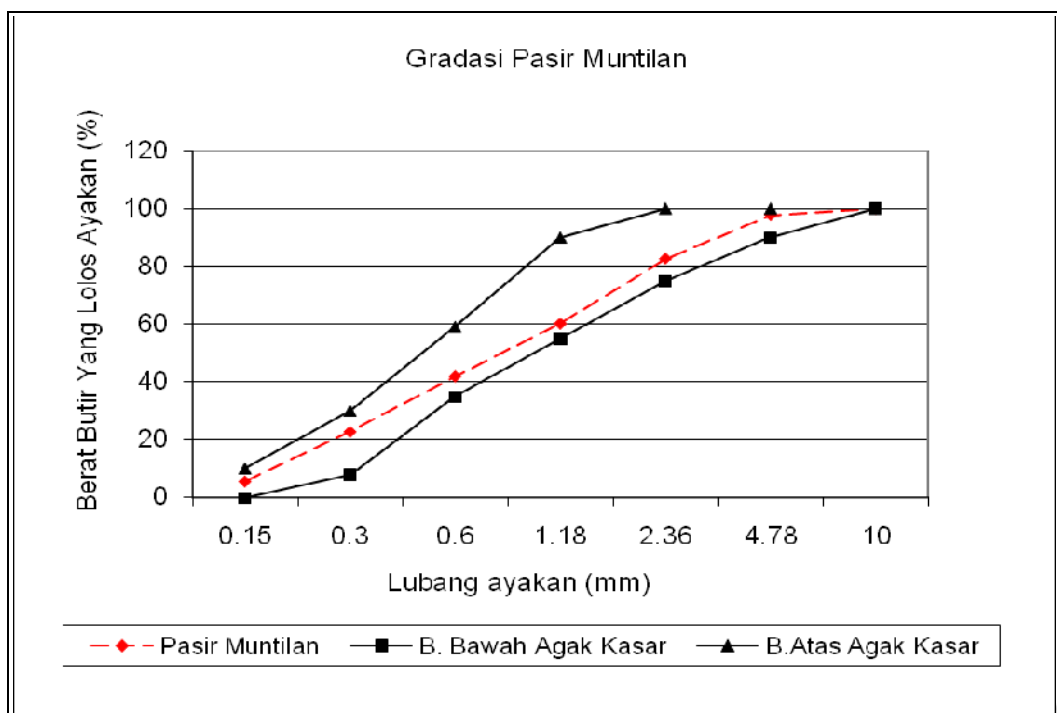
4.3.2 Gradasi Pasir

Menurut SK SNI-S-04-1989-F pasir muntilan telah memenuhi syarat sebagai bahan penyusun beton normal. Modulus Halus Butir didapatkan sebesar 2,88 (batas MHB pasir yang diijinkan 1,5-3,8). Hasil pemeriksaan gradasi pasir secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 1b.

Hasil pemeriksaan gradasi pasir muntilan menunjukkan bahwa pasir masuk dalam kategori pasir agak kasar sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1.

Tabel 4.1 Batas Gradasi Pasir Dan Hasil Uji Gradasi Pasir Muntilan

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Jenis agregat halus				
	Kasar	Agak kasar	Agak halus	Halus	Hasil Uji
10	100	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100	97.87
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100	82.73
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100	60.22
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100	41.94
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50	22.77
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15	5.55



Gambar 4.1 Grafik Gradasi Pasir Muntlan

4.4 Pecahan Keramik

Pecahan keramik yang digunakan dalam penelitian ini adalah keramik lantai yang didominasi merk Milan dengan ukuran butir maksimal 40 mm. Pemeriksaan untuk mengetahui keadaan sifat fisik dari bahan keramik ini meliputi pemeriksaan berat jenis, gradasi keramik dan serapan air keramik yang hasil penelitian masing-masing yaitu :

4.4.1 Berat Jenis Keramik

Pemeriksaan berat jenis dilakukan dua kali yaitu terhadap benda uji 1 dan benda uji 2. Dari hasil pemeriksaan diperoleh berat jenis rata-rata 1,837 dan data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3. Berat jenis pecahan keramik ini

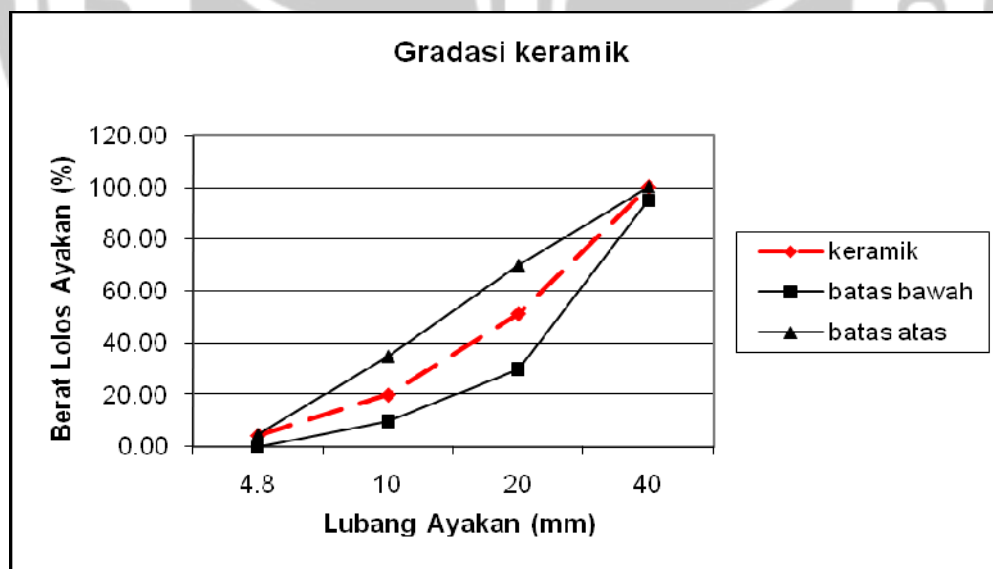
digunakan dalam merencanakan adukan bata beton dan selengkapnya pada Lampiran 2a.

4.4.2 Gradasi Keramik

Gradasi keramik dalam penelitian adalah keramik yang lewat ayakan besar butir maksimal 40 mm sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.2, data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2b.

Tabel 4.2 Batas Gradasi Agregat Kasar dan Hasil Uji Gradasi Keramik

Lubang ayakan (mm)	Hasil Uji (%)	Berat Tembus Komulatif (%) Menurut BS	
		Ukuran butir maksimal 40 mm	
		Batas Bawah	Batas Atas
40	100.00	95	100
20	51.29	30	70
10	20.07	10	35
4.8	4.47	0	5



Gambar 4.2 Grafik Gradasi Keramik Dengan Butir Maksimal 40 mm

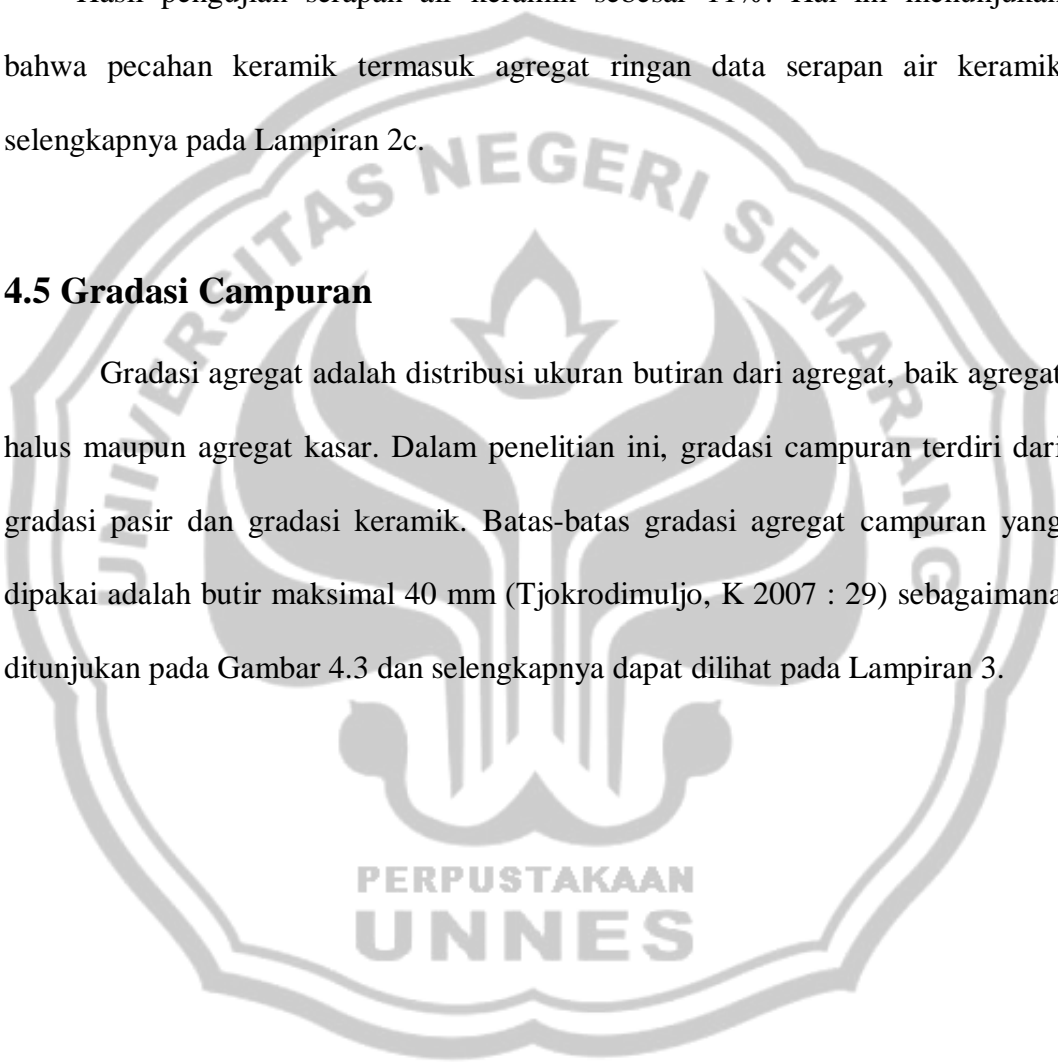
4.4.3 Serapan Air Keramik

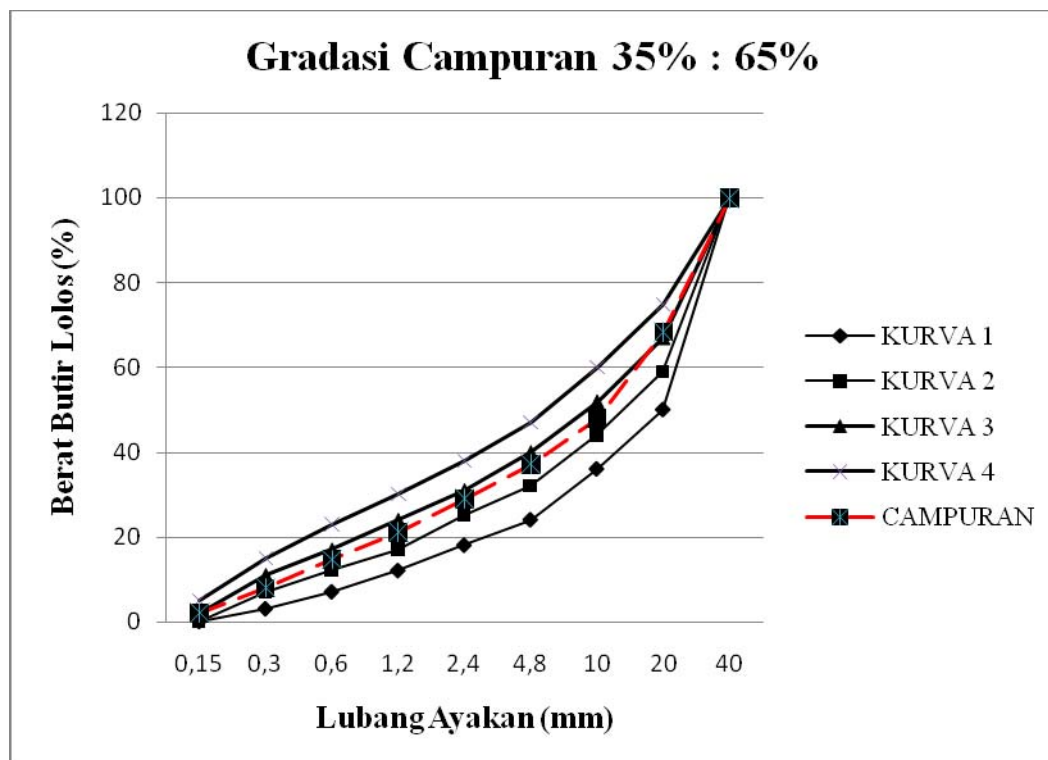
Serapan air adalah *prosentase* berat air yang mampu diserap oleh agregat jika direndam dalam air. Agregat ringan umumnya mempunyai daya serap air yang tinggi sebesar 8–20 % pada tanah liat bakar (Tjokrodimuljo, K 2007 : 19)

Hasil pengujian serapan air keramik sebesar 11%. Hal ini menunjukkan bahwa pecahan keramik termasuk agregat ringan data serapan air keramik selengkapnya pada Lampiran 2c.

4.5 Gradasi Campuran

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat, baik agregat halus maupun agregat kasar. Dalam penelitian ini, gradasi campuran terdiri dari gradasi pasir dan gradasi keramik. Batas-batas gradasi agregat campuran yang dipakai adalah butir maksimal 40 mm (Tjokrodimuljo, K 2007 : 29) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.3 dan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.





Gambar 4.3 Grafik Gradasi Campuran

Dari hasil gradasi campuran, diperoleh perbandingan berat pasir dan keramik yaitu 35 % : 65 %. Perbandingan tersebut digunakan dalam hitungan rancangan adukan bata beton pejal.

4.6 Rancangan Adukan / *Mix Design* Bata Beton Keramik

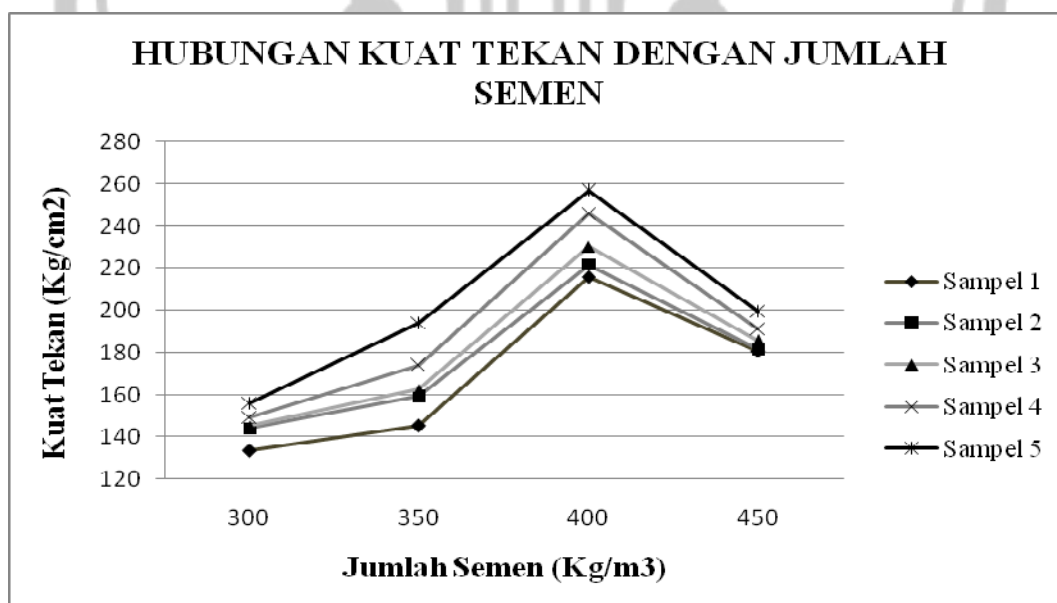
Bahan susun campuran bata beton pejal yang dipakai meliputi agregat halus Pasir Muntlan, Semen *Portland* jenis I merk Gresik kemasan 50kg, keramik, dan air dari Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Negeri Semarang. Dalam penelitian ini nilai *f*as ditetapkan sebesar 0,5 dengan variasi jumlah semen 300 kg/m³, 350 kg/m³, 400 kg/m³, 450 kg/m³.

Pada tiap variasi perbandingan campuran benda uji dibuat 8 benda uji, 5 benda uji untuk uji kuat tekan dan 3 benda uji untuk uji serap air dengan ukuran bata beton pejal 40 x 20 x 10 cm. Hasil rancangan adukan bata beton pejal dengan menggunakan pecahan keramik dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.7 Kuat Tekan Bata Beton Pejal

Pengujian kuat tekan bata beton dilakukan pada saat bata beton berumur 28 hari, dengan 5 buah benda uji untuk setiap variasi campuran dengan menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)*.

Hasil pengujian kuat tekan bata beton keramik dapat dilihat pada lampiran. Data yang diperoleh dari penelitian kuat tekan ditampilkan dalam bentuk grafik, untuk menyatakan hubungan antara jumlah semen dengan kuat tekan bata beton dengan pecahan keramik sebagai agregat kasar dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan data selengkapnya bisa dilihat pada Lampiran 5.



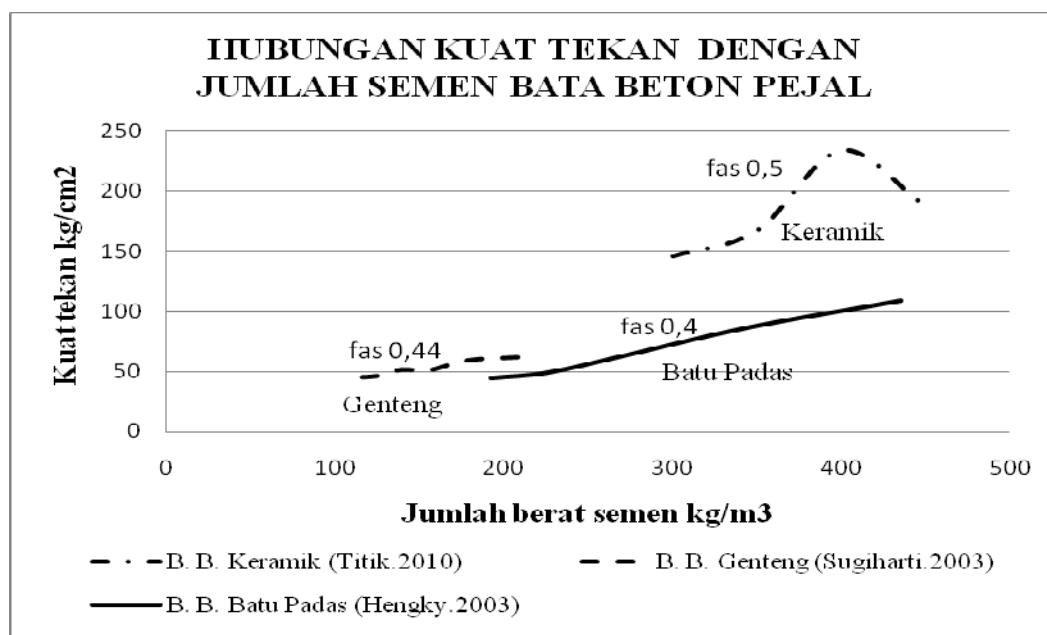
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Jumlah Semen

Pada gambar 4.4 terlihat bahwa kuat tekan bata beton pejal dengan pecahan keramik sebagai agregat kasar mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya prosentase jumlah semen per m^3 nya. Kuat tekan terendah terjadi pada variasi semen $300 \text{ kg}/m^3$ semakin naik sampai pada variasi semen $400 \text{ kg}/m^3$ dan pada variasi semen $450 \text{ kg}/m^3$ kuat tekan bata beton mengalami penurunan. Untuk kuat tekan bata beton pejal terendah sebesar $145,66 \text{ kg}/\text{cm}^2$ pada variasi jumlah semen $300 \text{ kg}/m^3$ dan kuat tekan tertinggi sebesar $234,20 \text{ kg}/\text{cm}^2$ pada variasi jumlah semen $400 \text{ kg}/m^3$.

Pada penelitian ini, semua hasil kuat tekan bata beton keramik masuk dalam persyaratan fisis bata beton pejal mutu I pada Standar SK SNI-04-1989-F, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam. Adapun persyaratan fisis bata beton pejal untuk mutu I adalah 9 MPa atau $90 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

Kenaikan kuat tekan bata beton pejal pada penambahan jumlah semen terjadi karena semakin banyak jumlah semen dalam kandungan beton maka ikatan-ikatan antar butir agregat akan semakin kuat, serta seluruh permukaan butir agregat terselimuti pasta semen sehingga kuat tekan beton semakin bertambah. Namun jika jumlah semen terlalu banyak maka kuat tekan beton lebih didominasi oleh pasta semen, bukan agregat. Fungsi semen pada beton adalah sebagai bahan pengikat, namun jika terlalu banyak jumlah semen fungsi semen beralih menjadi bahan pengisi yang menyebabkan kuat tekan beton mengalami penurunan pada jumlah semen yang lebih banyak yaitu $450 \text{ kg}/m^3$ dengan kuat tekan $187,89 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

Hubungan kuat tekan dengan jumlah semen bata beton pejal keramik dengan bata beton pejal genteng (Sugiharti.2003) dan bata beton pejal batu padas (Hengky S.2003) tercantum dalam Gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Jumlah Semen Dengan Kuat Tekan Bata Beton Pejal Dengan Agregat Pecahan Genteng (Sugiharti.2003), Bata Beton Pejal Dengan Pecahan Batu Padas (Hengky S.2003) Dan Bata Beton Pejal Dengan Agregat Kasar Pecahan Keramik

Gambar 4.5 di atas menunjukkan hubungan antara kuat tekan bata beton dengan agregat pecahan keramik, bata beton dengan agregat pecahan genteng (Sugiharti.2003) dan bata beton dengan agregat batu padas (Hengky S.2003). Penelitian Sugiharti 2003 pada jumlah semen $104,17 \text{ kg/m}^3$ kuat tekan mencapai $44,28 \text{ kg/cm}^2$, jumlah semen $125,00 \text{ kg/m}^3$ mencapai $46,06 \text{ kg/cm}^2$, jumlah semen $138,89 \text{ kg/m}^3$ mencapai $51,28 \text{ kg/cm}^2$, jumlah semen $156,25 \text{ kg/m}^3$ mencapai $51,13 \text{ kg/cm}^2$, jumlah semen $178,57 \text{ kg/m}^3$ mencapai $59,34 \text{ kg/cm}^2$, jumlah semen $208,34 \text{ kg/m}^3$ mencapai $61,83 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan penelitian Hengky S 2003 pada jumlah semen $192,6 \text{ kg/m}^3$ kuat tekan mencapai $44,728 \text{ kg/cm}^2$, jumlah

semen $226,5 \text{ kg/m}^3$ mencapai $49,257 \text{ kg/cm}^2$, jumlah semen $272,2 \text{ kg/m}^3$ mencapai $63,411 \text{ kg/cm}^2$, jumlah semen $345,2 \text{ kg/m}^3$ mencapai $86,624 \text{ kg/cm}^2$ jumlah semen $435,5 \text{ kg/m}^3$ mencapai $108,705 \text{ kg/cm}^2$.

Gambar 4.5 di atas menunjukkan adanya peningkatan kuat tekan pada ketiga bata beton pejal seiring dengan bertambahnya jumlah semen. Pada jumlah semen yang sama sekitar 200 kg/m^3 bata beton pejal dengan pecahan genteng (Sugiharti.2003) mencapai kuat tekan lebih tinggi dibanding dengan bata beton pejal dengan batu padas (Hengky S.2003) dan pada jumlah semen yang sama sekitar 300 kg/m^3 kuat tekan bata beton pejal dengan batu padas (Hengky S.2003) lebih rendah dibanding bata beton pejal pecahan keramik. Kuat tekan maksimal bata beton dengan pecahan genteng $60,83 \text{ kg/cm}^2$ kuat tekan bata beton pejal dengan batu padas mencapai $108,705 \text{ kg/cm}^2$, dan untuk penelitian bata beton pejal keramik kuat tekan maksimal mencapai $234,20 \text{ kg/cm}^2$. Dari hasil penelitian bata beton keramik menunjukkan bahwa kuat tekan bata beton keramik lebih tinggi dibanding dengan bata beton yang lain. Hal ini terjadi karena berat jenis dari agregat pecahan keramik lebih besar yaitu 1,84 sedangkan pecahan genteng 1,7.

Pada penelitian ini, kuat tekan bata beton keramik mengalami penurunan pada jumlah semen 450 kg/m^3 yaitu $187,89 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan pada bata beton pejal genteng dan bata beton pejal batu padas mengalami kenaikan seiring meningkatnya jumlah semen. Keadaan tersebut sesuai dengan teori Tjokrodimuljo, K. 1996 (dalam Desi WN.) jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Pada faktor air semen yang sama beton dengan kandungan jumlah semen tertentu mempunyai kekuatan tekan yang tinggi. Pada

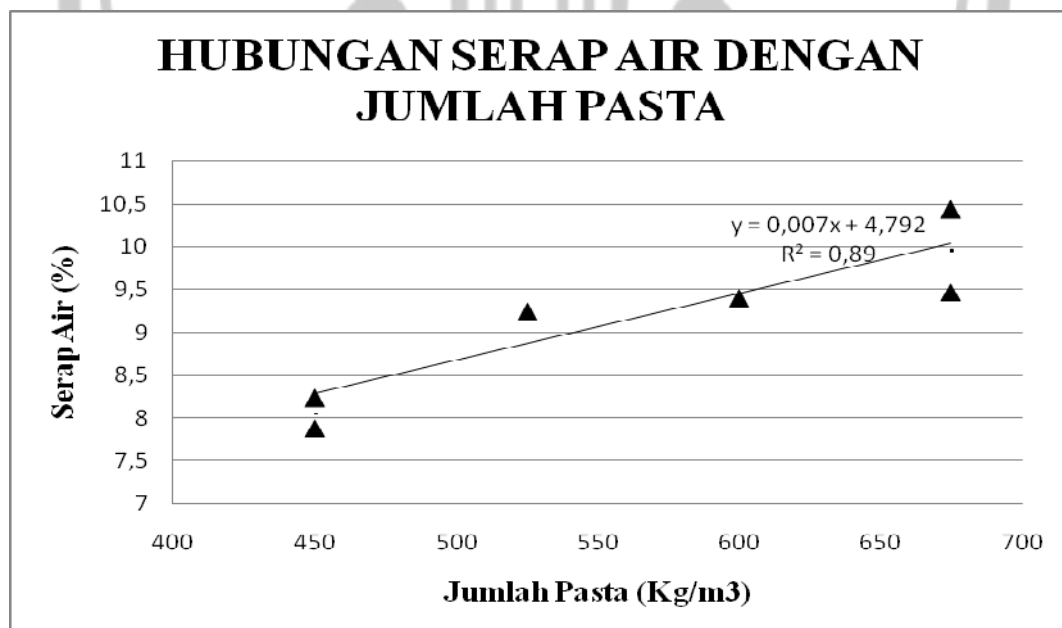
jumlah semen yang sedikit dan jumlah air sedikit adukan beton akan sulit dipadatkan sehingga kuat tekan beton rendah, jika jumlah semen berlebihan maka jumlah air juga berlebihan beton akan menjadi berpori dan berakibat kekuatan beton rendah.

4.8 Serapan Air Bata Beton Pejal

Pengujian daya serap air bata beton dilakukan terhadap 3 benda uji pada setiap variasi campuran . Hasil pengujian daya serap air bata beton keramik lebih lengkapnya pada Lampiran 6.

Data yang diperoleh dari penelitian serapan air bata beton ditampilkan dalam bentuk grafik untuk menyatakan hubungan antara jumlah pasta dengan serapan air bata beton.

Hubungan antara jumlah pasta dengan serapan air dapat dilihat pada Gambar 4.6

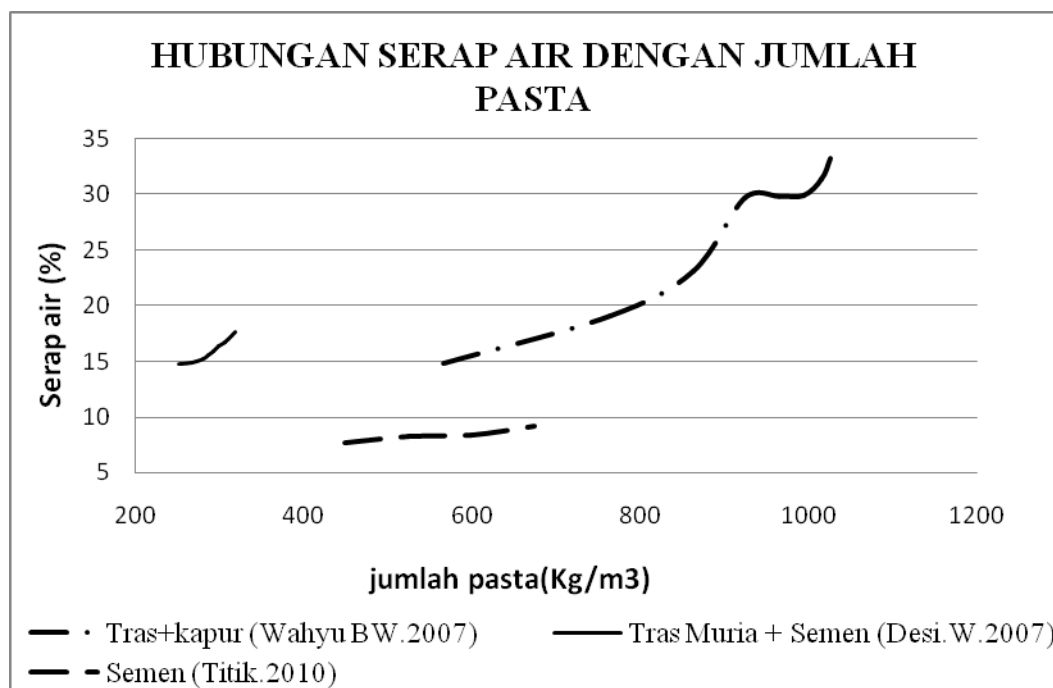


Gambar 4.6 Grafik Hubungan Serap Air Dengan Jumlah Pasta Semen

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa serap air bata beton pejal menggunakan pecahan keramik mengalami kenaikan pada penambahan jumlah pasta semen. Serap air terendah terdapat pada jumlah pasta 450 Kg/m^3 yaitu sebesar 8.055 % selanjutnya terus mengalami peningkatan sampai pada jumlah pasta 675 Kg/m^3 yaitu sebesar 9.95 %. Terlihat bahwa semakin banyak pasta semen maka serapan air semakin meningkat pula. Keadaan tersebut sesuai dengan pendapat Troxell (dalam Suroso, 2001) bahwa pengeringan beton dengan cara dipanaskan mengakibatkan kandungan air bebas dalam beton dan sekaligus air dalam bentuk koloid (berukuran $0,000001 - 0,002 \text{ mm}$) yang lebih kental yang terikat dalam pasta akan menguap. Kondisi penguapan kandungan air dalam beton tersebut selanjutnya menimbulkan kerusakan pada pasta. Dengan semakin banyak jumlah pasta, maka kerusakan yang terjadi akibat pemanasan semakin besar sehingga beton menjadi lebih porous dan serapan air semakin besar.

Berdasarkan Standar SK SNI S – 04 – 1989 – F bata beton pejal dengan tingkat mutu I disyaratkan mempunyai serapan air maksimum 25 %. Dalam penelitian ini berdasarkan hasil uji kuat tekan diperoleh bata beton pejal tertinggi mutu I, namun serap air tertinggi yang diperoleh masih memenuhi syarat untuk bata beton pejal dengan mutu I yaitu 9,95 %.

Hubungan serap air dan jumlah pasta bata beton pejal keramik dengan bata beton pejal tras muria (Desi W.N.2007) dan bata beton pejal tras dan kapur (Wahyu B.2007) tercantum dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Jumlah Pasta Dengan Serap Air Bata Beton Pejal Tras Muria (Desi W.N.2007), Bata Beton Pejal Dengan Tras Dan Kapur (Wahyu B.2007) Dan Bata Beton Pejal Dengan Agregat Kasar Pecahan Keramik

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa bata beton pejal sama-sama mengalami kenaikan nilai serap air seiring peningkatan jumlah pastanya. Penelitian Desi W.N.2007 pada jumlah pasta 252,95 kg/m³ serap air mencapai 14,79 %, jumlah pasta 266,933 kg/m³ mencapai 14,91 %, jumlah pasta 280,473 kg/m³ mencapai 15,27 % , jumlah pasta 287,09 kg/m³ mencapai 15,62 %, jumlah pasta 293,651 kg/m³ mencapai 15,91 %, jumlah pasta 300,005 kg/m³ mencapai 16,37 % jumlah pasta 306,359 kg/m³ mencapai 16,76 %, dan jumlah pasta 318,697 kg/m³ mencapai 17,62 %, sedangkan penelitian Wahyu B.2007 pada jumlah pasta 566,96 kg/m³ serap air mencapai 14,8 %, jumlah pasta 763,68 kg/m³ mencapai 19,04 %, jumlah pasta 863,76 kg/m³ mencapai 23,15 % , jumlah pasta 924,24 kg/m³ mencapai 29,72 %, jumlah pasta 965,1 kg/m³ mencapai 29,89 %, jumlah

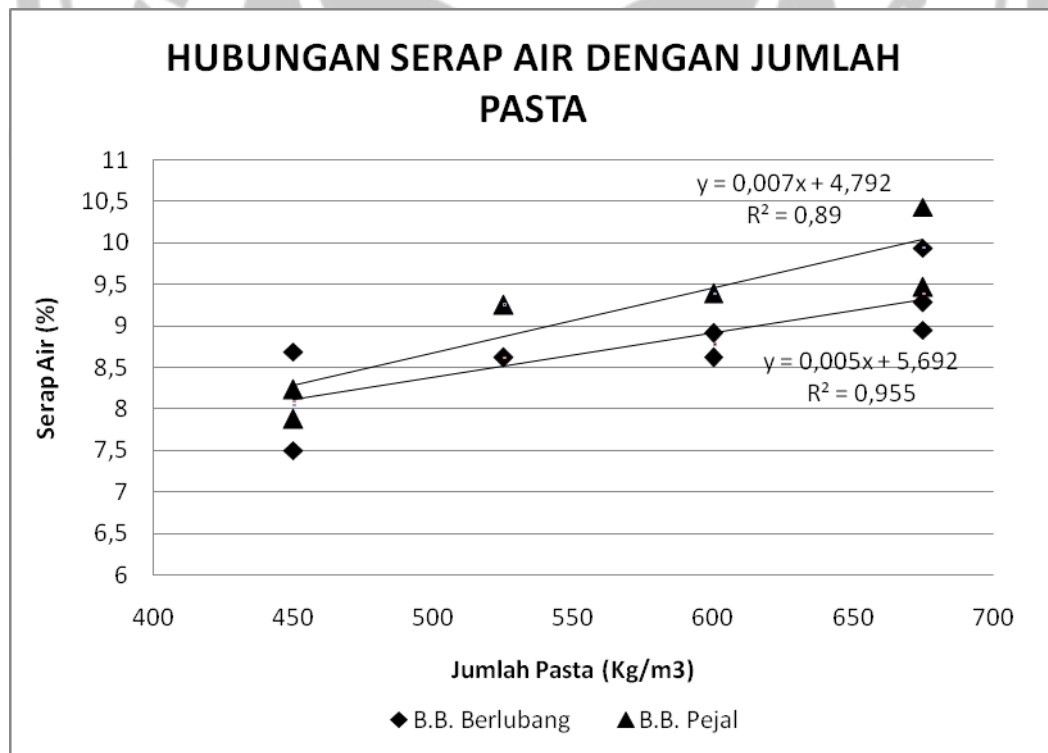
pasta $994,1 \text{ kg/m}^3$ mencapai 29,95 % jumlah pasta $1015,43 \text{ kg/m}^3$ mencapai 31,34 %, dan jumlah pasta $1025,08 \text{ kg/m}^3$ mencapai 33,29 %.

Gambar 4.7 penelitian Desi menunjukkan bahwa kenaikan serapan air terjadi dimulai sekitar jumlah pasta 250 kg/m^3 . Hal ini terjadi karena pasta pada bata beton tras muria terdiri dari tras, zemen dan air. Kenaikan serapan air kemungkinan terjadi karena adanya reaksi dari zat pengisi tras. Tras dalam penelitian Desi adalah sebagai zat pengisi, namun tras juga sebagai bahan ikat tambahan pada bata beton. Penelitian Wahyu bata beton kapur + tras menunjukkan serap air yang lebih tinggi dari bata beton keramik yaitu sekitar 16% pada jumlah pasta yang sama 600 kg/m^3 . Hal ini terjadi karena pasta yang terbentuk terdiri dari kapur, tras dan air. Keadaan yang sama terjadi pada penelitian Wahyu, kapur yang merupakan zat pengisi bereaksi dengan tras dan air menjadi pasta. Kemungkinan hal tersebut yang menyebabkan serap air bata beton tras + kapur juga mengalami kenaikan. Keadaan tersebut sesuai dengan pendapat Troxell (dalam Suroso, 2001) bahwa pengeringan beton dengan cara dipanaskan mengakibatkan kandungan air bebas dalam beton dan sekaligus air dalam bentuk koloid (berukuran $0,000001 - 0,002 \text{ mm}$) yang lebih kenyal yang terikat dalam pasta akan menguap. Kondisi penguapan kandungan air dalam beton tersebut selanjutnya menimbulkan kerusakan pada pasta. Dengan semakin banyak jumlah pasta, maka kerusakan yang terjadi akibat pemanasan semakin besar sehingga beton menjadi lebih porous dan serapan air semakin besar.

Sesuai dengan pendapat Nevill.1997 (dalam Suroso) menyatakan bahwa serapan air bisa mencapai angka ekstrim jika pengeringan dilakukan pada suhu

tinggi, karena akan menghilangkan seluruh kandungan air dalam beton, adapun pengeringan dengan suhu biasa tidak mampu mengeluarkan seluruh kandungan air. Serapan air tidak dapat digunakan secara langsung untuk mengukur kuat tekan beton, namun demikian sebaiknya serapan air untuk beton biasa tidak melebihi 10%. Dapat disimpulkan bahwa nilai serapan air bata beton tras muria (Desi W.N.2007) dan bata beton tras + kapur (Wahyu B.2007) bertentangan dengan teori Nevill karena serapan air untuk beton biasa tidak melebihi 10 %.

Hasil pengujian serap air bata beton pejal menggunakan keramik bila dibandingkan dengan bata beton berlubang dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut ini:



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Serap Air Dengan Jumlah Pasta Pada Bata Beton Berlubang dan Bata Beton Pejal Keramik

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa pada jumlah pasta yang sama bata beton pejal memiliki serap air yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan bata beton berlubang. Serap air maksimal pada bata beton pejal sebesar 9,95% sedangkan bata beton berlubang 9,39%.

4.9 Analisis Biaya Pembuatan Bata Beton Keramik

Bata beton dengan campuran keramik memiliki kualitas yang cukup baik. Kuat tekan bata beton keramik dapat bersaing baik dengan bata beton biasa. Pada variasi jumlah semen 400 kg/m^3 mencapai kuat tekan rata-rata $234,20 \text{ kg/cm}^2$ atau $23,42 \text{ MPa}$ yang menurut Standar SK SNI-04-1989-F masuk pada mutu I, namun untuk lebih ekonomisnya dapat membuat bata beton pejal dengan jumlah semen 300 kg/m^3 dengan kuat tekan $145,66 \text{ kg/cm}^2$ atau $14,566 \text{ MPa}$ yang juga termasuk pada mutu I.

Analisis biaya pembuatan bata beton pejal dengan tambahan pecahan keramik sebagai agregat kasar dan pembuatan bata beton biasa adalah sebagai berikut:

1. Biaya Pembuatan Bata Beton Biasa

$$\text{BJ semen} = 3,15$$

$$\text{BJ pasir} = 2,6$$

Dengan perbandingan campuran 1 : 10 dapat diketahui

$$\text{Isi padat 1 ton semen} = \frac{1}{3,15} = 0,318 \text{ m}^3$$

$$\text{Isi padat 10 ton pasir} = \frac{10}{2,6} = 3,85 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Fas} &= 0,5 \times 1 = 0,5 + \\ &= 4,668 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Untuk 1 m³ batako dibutuhkan

a. Semen

$$\text{Semen} = \frac{1}{4,668} \times 1 = 0,214 \text{ ton} = 214 \text{ kg}$$

Harga 1 zak semen *portland* merk Semen Gresik Tipe 1 kemasan 50 kg adalah Rp. 51.500; (Data diperoleh pada tahun 2009)

b. Pasir

$$\text{Pasir} = \frac{1}{4,668} \times 10 = 2,14 \text{ ton} = 2140 \text{ kg}$$

Harga 1 kg pasir adalah Rp. 114; (Data diperoleh pada tahun 2009)

Jadi analisis biaya per-1 m³ bata beton biasa adalah :

a. Semen = 214 kg (4,28 zak)

$$\text{Harag } 4,28 \text{ zak} \times \text{Rp. } 51.500; = \text{Rp. } 220.420;$$

b. Pasir = 2140 kg

$$\text{Harga } 2140 \text{ kg} \times \text{Rp. } 114; = \underline{\text{Rp. } 243.960; +}$$

$$\text{Harga per-1 m}^3 \text{ bata beton biasa} = \text{Rp. } 464.380;$$

2. Biaya Pembuatan Bata Beton Keramik

a. Pecahan Keramik

$$1 \text{ m}^3 \text{ Pecahan keramik} = 1005,8 \text{ kg (51 karung)}$$

$$1 \text{ karung} = 20 \text{ kg}$$

1 karung limbah pecahan keramik harganya Rp. 1000; (sudah dengan biaya angkut)

Jam kerja = 7 jam

1 tenaga kerja dapat memecah keramik 25 karung/ hari atau $51/25 = 2$ hari

Dengan upah Rp. 37.500;

Jadi harga pecahan keramik = $(51 \times 1000) + (2 \times 37500) = \text{Rp. } 126.000;$

b. Semen

Harga 1 zak semen *portland* merk Semen Gresik Tipe 1 kemasan 50 kg adalah Rp. 51.500;

Kebutuhan semen 300 kg (6 zak)

Jadi jumlah kebutuhan semen = $6 \times \text{Rp. } 51.500; = \text{Rp. } 309.000;$

c. Pasir

Harga 1 kg pasir = Rp. 114;

Kebutuhan pasir 541, 58 kg

Jadi jumlah kebutuhan pasir = $541, 58 \text{ kg} \times \text{Rp. } 114 = \text{Rp. } 61.740;$

Jadi analisis biaya per- m^3 bata beton keramik adalah :

Keramik = Rp. 126.000;

Semen = Rp. 309.000;

Pasir = Rp. 61.740; +

Rp. 496.740;

Dari analisis biaya di atas dapat disimpulkan bahwa bata beton dengan agregat pecahan keramik memiliki nilai keekonomisan kurang baik dibanding bata beton biasa. Untuk analisis biaya jumlah semen yang $350 \text{ kg}/m^3$, $400 \text{ kg}/m^3$, dan $450 \text{ kg}/m^3$ dapat dilihat dari analisis biaya dari jumlah semen $300 \text{ kg}/m^3$ (data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7). Dilihat pada rancangan

adukan bahwa semakin banyak jumlah semen yang dipakai semakin sedikit pula jumlah pecahan keramik dan pasir yang digunakan dalam adukan. Dapat disimpulkan bahwa bata beton yang memiliki nilai ekonomis yang lebih baik adalah bata beton dengan jumlah semen 300 kg/m^3 . Bata beton dengan agregat pecahan keramik memiliki nilai keekonomisan yang kurang baik dari bata beton biasa, namun demikian bata beton keramik memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dari bata beton biasa. Dari hasil penelitian ini, keramik bisa direkomendasikan sebagai agregat kasar pada pembuatan beton ringan seperti bata beton pejal karena berat jenis dari agregat kasar pecahan keramik kurang dari 2.

4.10 Hubungan Penelitian Bata Beton Keramik Dengan Dunia Pendidikan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut peningkatan kualitas sumber daya manusia. Pendidikan merupakan aspek penting bagi perkembangan sumber daya manusia, dengan pendidikan dapat mempersiapkan manusia untuk menghadapi kehidupan di masa yang akan datang. Pendidikan diyakini mampu menanamkan kapasitas baru bagi semua orang untuk mempelajari pengetahuan dan keterampilan baru, disini manusia dituntut untuk lebih maju dengan mampu menciptakan pengetahuan baru melalui penelitian-penelitian yang dapat menambah khasanah dalam dunia pendidikan.

Penelitian pecahan keramik sebagai agregat kasar pada pembuatan bata beton pejal merupakan salah satu sumbangan pengetahuan dalam bidang teknik bangunan. Dalam bidang pendidikan, penelitian ini merupakan pengetahuan baru

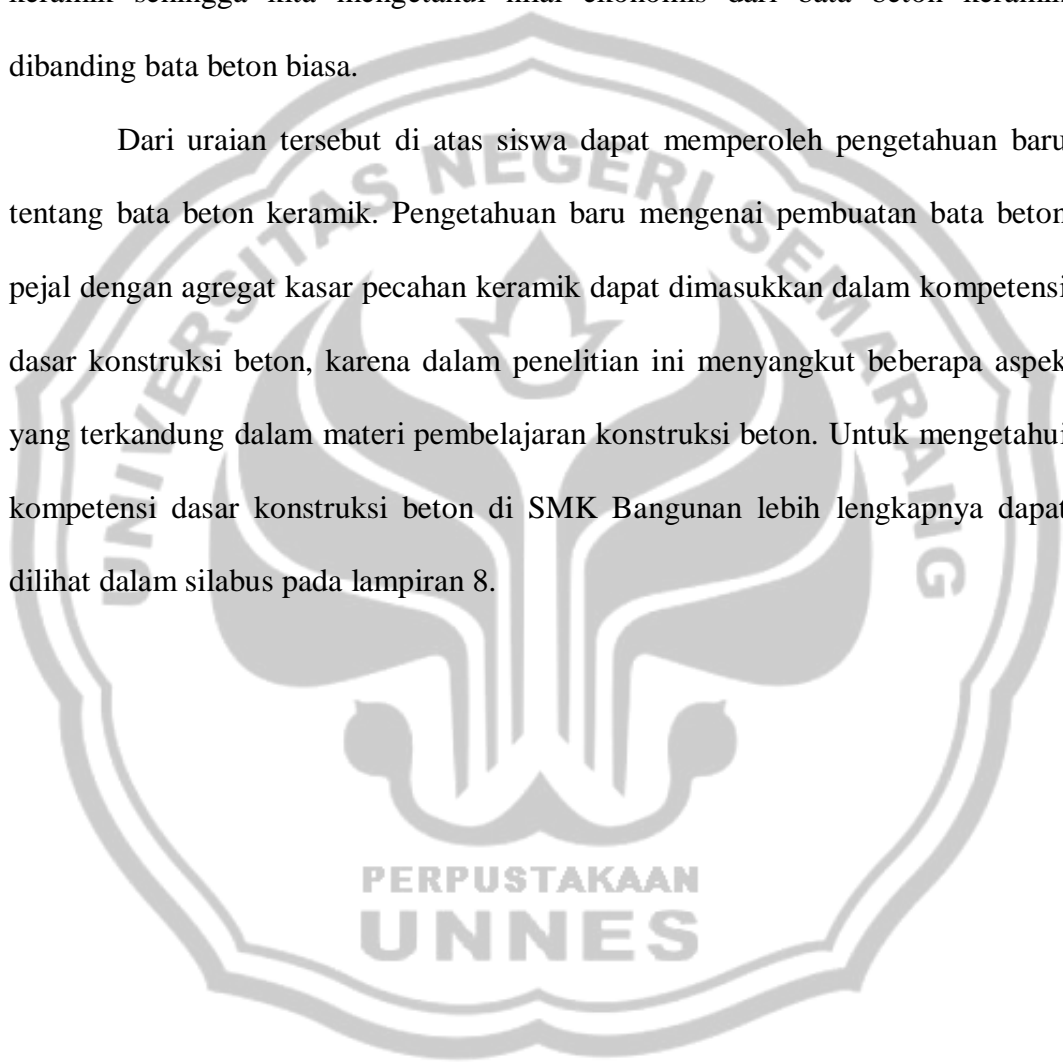
bagi siswa yang duduk di bangku Sekolah Menengah Kejuruan khususnya jurusan Teknik Bangunan. Salah satu standar kompetensi yang diajarkan di SMK adalah Menghitung Campuran Beton yang didalamnya berisi beberapa kompetensi dasar mengenai konstruksi beton, diantaranya definisi dan pengertian beton, bahan-bahan dan alat konstruksi beton, susunan beton dan memahami sifat-sifat dan kekuatan beton.

Penelitian bata beton pejal dengan agregat kasar pecahan keramik merupakan pengetahuan baru untuk standar kompetensi Menghitung Campuran Beton. Adapun tinjauan dalam penelitian ini yaitu menghitung rancangan adukan bata beton, memahami sifat-sifat bata beton pejal keramik yaitu kuat tekan dan serapan airnya, menghitung anggaran biaya untuk per- m^3 adukan bata beton. Tinjauan dalam penelitian ini berkaitan dengan kompetensi dasar yang diajarkan di bangku Sekolah Menengah Kejuruan jurusan Teknik Bangunan. Siswa dapat mengetahui seberapa besar kuat tekan dan serapan air bata beton keramik dibandingkan dengan bata beton biasa, selain itu siswa dapat mengetahui sifat-sifat bahan susun bata beton keramik, dari berat jenis dan gradasi agregat halus (yang dalam penelitian ini peneliti menggunakan pasir muntilan), berat jenis, gradasi dan serapan air keramik sebagai agregat kasarnya.

Peneliti melakukan pengujian terhadap bahan terlebih dahulu untuk mengetahui sifat-sifat bahan susun bata beton keramik, dari berat jenis pasir dan keramik peneliti dapat menghitung rancangan adukan yang dibutuhkan untuk membuat 1 m^3 adukan bata beton keramik. Setelah pengujian bahan peneliti melakukan pembuatan benda uji, dari pengecoran sampai dengan perawatan

benda uji. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan semen portland sebagai bahan ikatnya, sehingga pengujian kuat tekan dan serapan air dilakukan pada benda uji setelah berumur 28 hari sesuai dengan standar SK SNI. Dari rancangan adukan kita dapat menghitung anggaran biaya untuk tiap m^3 adukan bata beton keramik sehingga kita mengetahui nilai ekonomis dari bata beton keramik dibanding bata beton biasa.

Dari uraian tersebut di atas siswa dapat memperoleh pengetahuan baru tentang bata beton keramik. Pengetahuan baru mengenai pembuatan bata beton pejal dengan agregat kasar pecahan keramik dapat dimasukkan dalam kompetensi dasar konstruksi beton, karena dalam penelitian ini menyangkut beberapa aspek yang terkandung dalam materi pembelajaran konstruksi beton. Untuk mengetahui kompetensi dasar konstruksi beton di SMK Bangunan lebih lengkapnya dapat dilihat dalam silabus pada lampiran 8.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian mengenai pengaruh pecahan keramik sebagai agregat kasar pada pembuatan bata beton pejal yang telah dilaksanakan, yaitu :

1. Dari penelitian ini dapat diketahui sifat karakteristik bahan susun bata beton pejal pasir Muntilan yaitu modulus kehalusan butir pasir Muntilan adalah 2,88 (batas MHB pasir yang diijinkan 1,5-3,8) dan diperoleh berat jenis 2,6. . Pasir muntilan termasuk dalam agregat normal (berat jenisnya 2,5-2,7), sehingga dapat dipakai untuk beton normal dengan kuat tekan 15-40 MPa (Tjokrodinuljo, K 2007).
2. Dari penelitian ini dapat diketahui sifat karakteristik bahan susun bata beton yaitu keramik, mempunyai berat jenis 1,84 dan mempunyai kadar air 11% sehingga memenuhi syarat untuk pengganti agregat kasar yang dalam batas agregat ringan (berat jenis kurang dari 2) sehingga dapat dipakai sebagai agregat untuk beton ringan seperti bata beton.
3. Dalam penelitian ini diperoleh kuat tekan bata beton pejal dengan agregat pecahan keramik yaitu pada variasi berat semen 300 kg/m³ kuat tekan rata-rata tiap bata beton mencapai 145,66 kg/cm², pada variasi berat semen 350 kg/m³ kuat tekan rata-rata tiap bata beton mencapai 167,10 kg/cm², pada

variasi berat semen 400 kg/m³ kuat tekan rata-rata tiap bata beton mencapai 234,20 kg/cm², dan pada variasi berat semen 450 kg/m³ kuat tekan rata-rata tiap bata beton mencapai 187,89 kg/cm², yang semua hasil kuat tekan termasuk dalam mutu I. Persyaratan tersebut sesuai dalam Standar SK SNI S-04-1989-F, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A yang mensyaratkan bahwa untuk mutu I kuat tekan minimal untuk masing-masing benda uji bata beton pejal adalah 9 Mpa atau 90 kg/cm². Semakin banyak jumlah semen dalam proporsi campuran bata beton pejal diperoleh kuat tekan yang semakin tinggi.

4. Serap air bata beton pejal menggunakan pecahan keramik mengalami kenaikan pada penambahan jumlah pasta semen. Serap air terendah terdapat pada perbandingan jumlah pasta 450 Kg/m³ yaitu sebesar 8,055 % selanjutnya terus mengalami peningkatan sampai pada perbandingan jumlah pasta 675 Kg/m³ yaitu sebesar 9,95 %. Menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F bata beton pejal dengan tingkat mutu I disyaratkan mempunyai serapan air maksimum 25%. Dalam penelitian ini berdasarkan hasil uji kuat tekan diperoleh bata beton pejal tertinggi mutu I, namun serap air tertinggi yang diperoleh masih memenuhi syarat untuk bata beton pejal dengan mutu I yaitu 9,95 %.
5. Dari analisis biaya di atas dapat disimpulkan bahwa bata beton dengan agregat pecahan keramik memiliki nilai keekonomisan yang kurang baik dari bata beton biasa, namun demikian bata beton dengan agregat pecahan keramik memiliki kualitas kuat tekan yang jauh lebih baik dibanding bata beton biasa. Dari hasil penelitian ini, keramik bisa direkomendasikan sebagai agregat kasar pada pembuatan beton ringan seperti bata beton pejal.

5.2 Saran

Ada beberapa saran terkait dengan hasil penelitian yang telah dilaksanakan sehingga penelitian tersebut benar-benar dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari, antara lain :

1. Ditinjau dari sifat-sifat agregat pecahan keramik dan hasil pengujian kuat tekan bata beton pejal maka pecahan keramik dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar dalam pembuatan bata beton pejal, oleh karena itu peneliti mengharapkan kepada masyarakat untuk memanfaatkan limbah pecahan keramik sebagai agregat kasar dalam pembuatan beton non struktur atau bata beton ringan seperti bata beton pejal.
2. Peneliti menyadari adanya keterbatasan pada penelitian ini, maka peneliti mengharapkan agar dilakukan penelitian lebih lanjut terutama pengaruh kandungan kimia pada pecahan keramik terhadap sifat-sifat beton non struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam) (SK SNI S-04-1989-F)*. Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan. Bandung
- Budi,Wahyu.2007 *Pengaruh Penambahan Trus Muria Terhadap Kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Bata Beton Pejal Tras Kapur*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Dian,M.2007. *Pengaruh Penambahan Trus Muria Terhadap Kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Bata Beton Berlubang*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Frik,Heinz dan Ch. Koesmartadi.1999.*Ilmu Bahan Bangunan*.Jakarta.
- Kusumarhani.2008. *Pemanfaatan Limbah tempurung kelapa sawit sebagai bahan pembuatan batako*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Mukomoko,JA.1985. *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan*. Jakarta.
- Mustain.2006.*Uji Kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Bata Beton Berlubang Dengan Bahan Ikat Kapur Dan Abu Layang*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Nanang.2004 *Bata Beton Pejal Aplikasi Beton Non Pasir Ditinjau Dari Kuat Tekan Dan Biaya Pembuatan*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Prakoso,Joko.2006.*Pengaruh Penambahan Abu Terbang Terhadap Kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Bata Beton Berlubang*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Sugiharti (2003) *Pengaruh Pemakaian Pecahan Genteng Terhadap Sifat-Sifat Bata Beton Pejal*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Suprpto, Hengky.2003. *Kuat Tekan Bata Beton Non-Pasir Dengan Agregat Kasar Pecahan Batu Padas*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang

Sutiyono.2003.*Bata Beton Pejal Dengan Variasi Perbandingan Agregat Dan Semen Ditinjau Dari Kuat Tekan Dan Biaya Pembuatannya*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang

Tjokrodimuljo,Kardiyono.2007.*Teknologi Beton*.Yogyakarta: KMTS FT UGM.

Wulan,D.2007. *Pengaruh Penambahan Trus Muria Terhadap Kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Bata Beton Pejal*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang



LAMPIRAN 1a



LABORATORIUM BAHAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunung Pati, Semarang
50229**

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

No	Uraian	Sat	Hasil	
			1	2
1	No cawan		1	2
2	Berat sampel jenuh permukaan (SSD)	gram	500	500
3	Berat sampel kering oven	gram	492	493
4	Berat labu ukur + air	gram	1185	1185
5	Berat labu ukur + berat (SSD) + Air	gram	1496	1495
6	Berat jenis (bulk)		2.60	2.59
7	Berat jenis (SSD)		2.65	2.63
8	Berat jenis semu		2.72	2.69
9	Penyerapan		1.63	1.42
Berat jenis rata-rata			2.60	

Bulk Specific Gravity	$= \frac{Bk}{B + 500 - Bt}$
Bulk Specific Gravity (SSD)	$= \frac{500}{B + 500 - Bt}$
Apparent specific Gravity	$= \frac{Bk}{B + Bk - Bt}$
Absorption (penyerapan)	$= \frac{(500 - Bk)}{Bk} \times$
100 %	

Dimana :

Bt = Berat piknometer berisi pasir dan air

Bk = Berat pasir setelah kering oven

B = Berat piknometer berisi air

500 = Berat pasir dalam keadaan kering permukaan

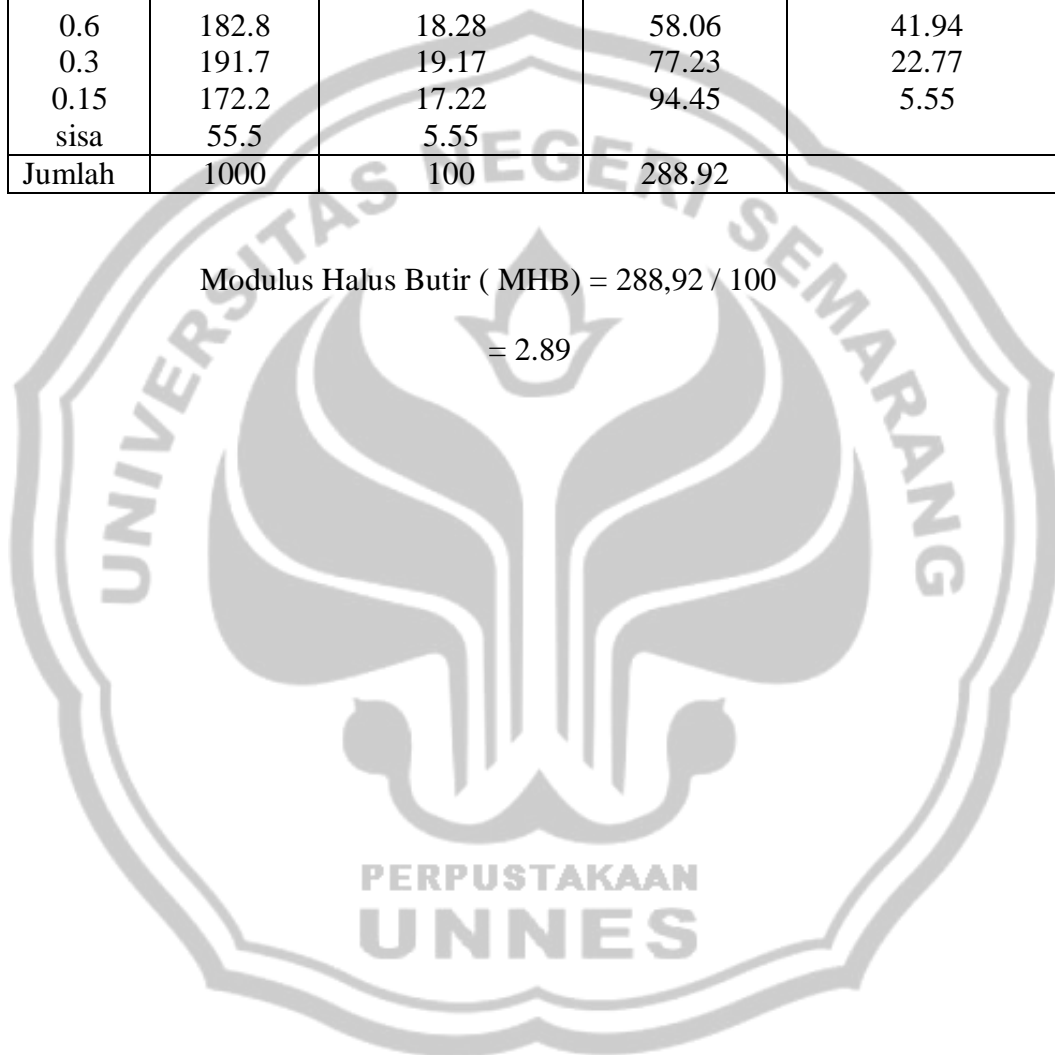
LAMPIRAN 1b

Hasil Pengujian Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gram)	Persentase berat tertahan (%)	Berat kom tertahan (%)	Berat komulatif lolos (%)
10	0	0	0	100
4.8	21.3	2.13	2.13	97.87
2.4	151.4	15.14	17.27	82.73
1.2	225.1	22.51	39.78	60.22
0.6	182.8	18.28	58.06	41.94
0.3	191.7	19.17	77.23	22.77
0.15	172.2	17.22	94.45	5.55
sisa	55.5	5.55		
Jumlah	1000	100	288.92	

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = 288,92 / 100$$

$$= 2.89$$





LABORATORIUM BAHAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunung Pati, Semarang
50229

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Keramik

Pengertian	Berat Sampel (gr)		Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Bk	4989	4984	
Bj	5543	5539	
Ba	2832	2820	
BJ	1,840	1,833	1,837

$$Bj = \frac{Bk}{Bj - Ba}$$

Dimana : Bk = Berat keramik kering oven

Bj = Berat keramik dalam keadaan permukaan jenuh

Ba = Berat keramik dalam keranjang air

Hasil Pengujian Gradasi Keramik

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gr)	Berat Tertahan (%)	Berat Tertahan Kom (%)	Berat Lolos Kom (%)
40	0	0	0	100,00
20	2435,50	48,71	48,71	51,29
10	1561,00	31,22	79,93	20,07
4,8	780,00	15,60	95,53	4,47
2,4	223,50	4,47	100,00	0,00
1,2	0,00	0,00	100,00	0,00
0,6	0,00	0,00	100,00	0,00
0,3	0,00	0,00	100,00	0,00
0,15	0,00	0,00	100,00	0,00
Jumlah	5000,00	100,00	724,17	0,00

Modulus Halus Butir (MHB) = 724,17 / 100

= 7,24

Hasil Uji Serap Air Keramik

Keterangan	Berat (gr)
Bk	4989
Bj	5543
Ba	2832
Serapa air (%)	11.1

$$\text{Serapan air} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$$

Dimana :

Bk = Berat keramik kering oven

Bj = Berat keramik dalam keadaan permukaan jenuh



Rancangan Adukan Bata Beton Pejal

1. Ketentuan yang sudah ditentukan :

- a. Berat Semen : 300 kg / m³
 350 kg / m³
 400 kg / m³
 450 kg / m³
- b. F.a.s : 0.5

2. Berdasarkan hasil pengujian di peroleh :

- a. BJ Pasir 2.6
 b. BJ Keramik 1.84
 c. Perbandingan berat pasir dan keramik 35% : 65%

3. Menentukan Berat Beton:

- a. BJ agregat Campuran = (2,6 x 35 %) + (1,84 x 65%)= 2.106
- b. Kebutuhan Air = 300 x 0,5 = 150 liter
 350 x 0,5 = 175 liter
 400 x 0,5 = 200 liter
 450 x 0,5 = 225 liter

4. Perkiraan berat Beton :

W btn : W semen (1+ fas) + BJ agr.Camp [V - W semen (fas+0,3175)]

- a. 300 (1 + 0,5) + 2,106 [980 - 300 (0,5+0,3175)]
 : 1997.38 kg / m³
- b. 350 (1 + 0,5) + 2,106 [980 - 350 (0,5+0,3175)]
 : 1986.30 kg / m³

- c. $400 (1 + 0,5) + 2,106 [980 - 400 (0,5+03175)]$
 : 1975.22 kg / m^3
- d. $450 (1 + 0,5) + 2,106 [980 - 450 (0,5+03175)]$
 : 1964.14 kg / m^3

5. Berat Agregat Campuran :

$$W \text{ agr. Camp} = W \text{ beton} - W \text{ air} - W \text{ semen}$$

- a. $1997,38 - 150 - 300 = 1547.38 \text{ kg / m}^3$
- b. $1986,30 - 175 - 350 = 1472.38 \text{ kg / m}^3$
- c. $1975,22 - 200 - 400 = 1375.22 \text{ kg / m}^3$
- d. $1964,14 - 225 - 450 = 1289.14 \text{ kg / m}^3$

6. Berat Agregat halus :

$$W \text{ agr. Halus} = \% \text{ agregat halus} \times \text{berat agregat campuran}$$

- a. $35\% \times 1547,38 = 541.58 \text{ kg / m}^3$
- b. $35\% \times 1472,38 = 515.33 \text{ kg / m}^3$
- c. $35\% \times 1375,22 = 481.33 \text{ kg / m}^3$
- d. $35\% \times 1289,14 = 451.20 \text{ kg / m}^3$

7. Berat Agregat Kasar :

$$W \text{ agr. Kasar} = \% \text{ agregat kasar} \times \text{berat agregat campuran}$$

1. $65\% \times 1547,38 = 1005.80 \text{ kg / m}^3$
2. $65\% \times 1472,38 = 957.05 \text{ kg / m}^3$
3. $65\% \times 1375,22 = 893.89 \text{ kg / m}^3$
4. $65\% \times 1289,14 = 837.94 \text{ kg / m}^3$

Tabel Rancangan Adukan Bata Beton Pejal (Ukuran 40 x 20 x 10 cm)

Volume	Berat (kg/m ³)	Air (lt)	Semen (kg)	Agr. Halus (kg)	Agr. Kasar (kg)
1 m ³	1997,38	150	300	541,58	1005,8
	1986,30	175	350	515,33	957,05
	1975,22	200	400	481,33	893,89
	1964,14	225	450	451,2	837,94
1 bata beton (0,008 m ³)	15,979	1,2	2,4	4,33	8,05
	15,890	1,4	2,8	4,12	7,66
	15,802	1,6	3,2	3,85	7,15
	15,713	1,8	3,6	3,61	6,70
8 benda uji	127,832	9,6	19,2	34,66	64,37
	127,123	11,2	22,4	32,98	61,25
	126,414	12,8	25,6	30,81	57,21
	125,705	14,4	28,8	28,88	67,04
Total		48	96	127,32	249,87
Dalam pelaksanaan di tambah 5%		50,4	100,8	133,69	262,36

LAMPIRAN 7

Analisis Biaya Pembuatan Bata Beton Keramik

3. Biaya pembuatan bata beton keramik jumlah semen 300 kg/m³

d. Pecahan Keramik

1 m³ Pecahan keramik = 1005,8 kg (51 karung)

1 karung = 20 kg

1 karung limbah pecahan keramik harganya Rp. 1000; (sudah dengan biaya angkut)

Jam kerja = 7 jam

1 tenaga kerja dapat memecah keramik 25 karung/ hari atau $51/25 = 2$ hari

Dengan upah Rp. 37.500;

Jadi harga pecahan keramik = $(51 \times 1000) + (2 \times 37500) = \text{Rp. } 126.000;$

e. Semen

Harga 1 zak semen portland merk Semen Gresik Tipe 1 kemasan 50 kg adalah Rp. 51.500;

Kebutuhan semen 300 kg (6 zak)

Jadi jumlah kebutuhan semen = $6 \times \text{Rp. } 51.500; = \text{Rp. } 309.000;$

f. Pasir

Harga 1 kg pasir = Rp. 114;

Kebutuhan pasir 541, 58 kg

Jadi jumlah kebutuhan pasir = $541, 58 \text{ kg} \times \text{Rp. } 114 = \text{Rp. } 61.740;$

Jadi analisis biaya per-m³ bata beton keramik adalah :

Keramik = Rp. 126.000;

Semen = Rp. 309.000;

Pasir = Rp. 61.740; +
Rp. 496.740;

4. Biaya pembuatan bata beton keramik jumlah semen 350 kg/m³

g. Pecahan Keramik

1 m³ Pecahan keramik = 957,05 kg (48 karung)

1 karung = 20 kg

1 karung limbah pecahan keramik harganya Rp. 1000; (sudah dengan biaya angkut)

Jam kerja = 7 jam

1 tenaga kerja dapat memecah keramik 25 karung/ hari atau $51/25 = 2$ hari

Dengan upah Rp. 37.500;

Jadi harga pecahan keramik = $(48 \times 1000) + (2 \times 37500) = \text{Rp. } 123.000$;

h. Semen

Harga 1 zak semen portland merk Semen Gresik Tipe 1 kemasan 50 kg adalah Rp. 51.500;

Kebutuhan semen 350 kg (7 zak)

Jadi jumlah kebutuhan semen = $7 \times \text{Rp. } 51.500 = \text{Rp. } 360.500$;

i. Pasir

Harga 1 kg pasir = Rp. 114;

Kebutuhan pasir 515,33 kg

Jadi jumlah kebutuhan pasir = $515,33 \text{ kg} \times \text{Rp. } 114 = \text{Rp. } 58.748$;

Jadi analisis biaya per-m³ bata beton keramik adalah :

Keramik = Rp. 123.000;

Semen = Rp. 360.500;

Pasir = Rp. 58.748; +

Rp. 542.248;

5. Biaya pembuatan bata beton keramik jumlah semen 400 kg/m^3

j. Pecahan Keramik

1 m^3 Pecahan keramik = 893,89 kg (45 karung)

1 karung = 20 kg

1 karung limbah pecahan keramik harganya Rp. 1000; (sudah dengan biaya angkut)

Jam kerja = 7 jam

1 tenaga kerja dapat memecah keramik 25 karung/ hari atau $51/25 = 2$ hari

Dengan upah Rp. 37.500;

Jadi harga pecahan keramik = $(45 \times 1000) + (2 \times 37500) = \text{Rp. } 120.000$;

k. Semen

Harga 1 zak semen portland merk Semen Gresik Tipe 1 kemasan 50 kg adalah Rp. 51.500;

Kebutuhan semen 400 kg (8 zak)

Jadi jumlah kebutuhan semen = $8 \times \text{Rp. } 51.500 = \text{Rp. } 412.000$;

l. Pasir

Harga 1 kg pasir = Rp. 114;

Kebutuhan pasir 481,33 kg

Jadi jumlah kebutuhan pasir = $481,33 \text{ kg} \times \text{Rp. } 114 = \text{Rp. } 54.872$;

Jadi analisis biaya per- m^3 bata beton keramik adalah :

Keramik = Rp. 120.000;

Semen = Rp. 412.000;

Pasir = Rp. 54.872; +

Rp. 586.872;

6. Biaya pembuatan bata beton keramik jumlah semen 450 kg/m³

m. Pecahan Keramik

1 m³ Pecahan keramik = 837,94kg (42 karung)

1 karung = 20 kg

1 karung limbah pecahan keramik harganya Rp. 1000; (sudah dengan biaya angkut)

Jam kerja = 7 jam

1 tenaga kerja dapat memecah keramik 25 karung/ hari atau $51/25 = 2$ hari

Dengan upah Rp. 37.500;

Jadi harga pecahan keramik = $(42 \times 1000) + (2 \times 37500) = \text{Rp. } 117.000$;

n. Semen

Harga 1 zak semen portland merk Semen Gresik Tipe 1 kemasan 50 kg adalah Rp. 51.500;

Kebutuhan semen 450 kg (9 zak)

Jadi jumlah kebutuhan semen = $9 \times \text{Rp. } 51.500 = \text{Rp. } 463.500$;

o. Pasir

Harga 1 kg pasir = Rp. 114;

Kebutuhan pasir 451,2 kg

Jadi jumlah kebutuhan pasir = $451,2 \text{ kg} \times \text{Rp. } 114 = \text{Rp. } 51.437$;

Jadi analisis biaya per-m³ bata beton keramik adalah :

Keramik = Rp. 117.000;

Semen = Rp. 463.500;

Pasir = Rp. 51.437; +

Rp. 631.937;

Tabel Rekapitulasi Harga Bata Beton Per- m^3

Jumlah Semen	Harga per- m^3 Bata Beton Keramik
300 kg/ m^3	Rp. 496.740;
350 kg/ m^3	Rp. 542.248;
400 kg/ m^3	Rp. 586.872;
450 kg/ m^3	Rp. 631.937;





LAMPIRAN FOTO-FOTO

FOTO-FOTO
PROSES PENELITIAN



Pencarian Limbah keramik



Beton

Cetakan Bata



Pemecahan Keramik Secara Manual



Penimbangan Bahan



Proses Pengecoran dan Pemasakan



Bata Beton Sebelum di Uji



Perawatan Benda uji



Proses Pengujian Kuat Tekan

**BAHAN SUSUN
BATA BETON**



Pecahan Keramik



Pasir



Semen Portland