



**PENGARUH PENGGUNAAN PECAHAN KERAMIK
SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP
PEMBUATAN BATA BETON BERLUBANG**

**(Tinjauan Terhadap Kuat Tekan, Serapan Air, dan Nilai Ekonomis Pada
Konsentrasi, Berat Semen 350 Kg/m^3 , fas 0.4, 0.45, 0.5, 0.55, dan 0.6)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

Kumala Chandra Gandhi

PERKULIAHAN 5101405065

UNNES

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

2010

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitian ujian pada :

Hari : Senin

Tanggal : 01 Maret 2010

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Drs. Hery Suroso, ST, MT.
NIP : 196804191993101001

Mego Purnomo, ST. MT.
NIP : 19730618 2005011001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik sipil
Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

PERPUSTAKAAN
UNNES

Ir.H.Agung Sutarto, MT.

NIP : 196104081991021001

PENGESAHAN KELULUSAN

Skripsi dengan judul ”PENGARUH PENGGUNAAN PECAHAN KERAMIK SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP PEMBUATAN BATA BETON BERLUBANG (Tinjauan Terhadap Kuat Tekan, Serapan Air, dan Nilai Ekonomis Pada Kosentrasi, Berat Semen 350 Kg/m³, fas 0.4, 0.45, 0.5, 0.55, dan 0.6)”, telah dipertahankan dihadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, pada:

Hari :

Tanggal :

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Sekretaris

Ir. H. Agung Sutarto, MT.

NIP : 19610408199102 1 001

Pembimbing I,

Aris Widodo, S.Pd, M.T

NIP : 19710207199903 1 001

Penguji I,

Drs. Hery Suroso, ST, MT.

NIP : 196804199310 1 00 1

Pembimbing II,

Aris Widodo, S.Pd, M.T

NIP : 19710207199903 1 001

Penguji II,

Mego Purnomo, ST, MT.

NIP : 19730618 2005011001

Drs. Hery Suroso, ST, MT.

NIP : 196804199310 1 00 1

Penguji III,

Mego Purnomo, ST, MT.

NIP : 19730618 2005011001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Semarang

Drs. Abdurrahman, M.Pd
NIP : 19610408199102 1 001

PERNYATAAN

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

Semarang,

Meret 2010

Kumala Chandra Gandhi

5101405065



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- *Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (Q.S Al Insyirah : 6)*
- *Ilmu bukanlah tujuan melainkan alat untuk mencapai tujuan serta harapan, maka raihlah ilmu setinggi-tingginya*

PERSEMBAHAN :

- *Bapak, Ibu, Kakak, Adik serta segenap keluarga besarku atas dukungan semangat serta doa.*
- *Novi Wiji Utami terima kasih atas dukungan serta do'a*
- *Keluarga besar Kos Danoe Arta dan teman-teman PTB'05 atas saran dan kerjasamanya,*



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur dipanjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Karena dengan rahmat dan karuniaNya dapat terselesaikan skripsi berjudul **"PENGARUH PENGGUNAAN PECAHAN KERAMIK SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP PEMBUATAN BATA BETON BERLUBANG** (Tinjauan Terhadap Kuat Tekan, Serapan Air, dan Nilai Ekonomis Pada Kosentrasi, Berat Semen 350 Kg/m³, fas 0.4, 0.45, 0.5, 0.55, dan 0.6)", Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan gelar Sarjana Pendidikan pada program studi Pendidikan Teknik Bangunan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Penulisan laporan ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak guna kesempurnaan laporan ini. Dalam penyusunan hingga selesainya skripsi ini banyak mendapat bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini diucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Sudijono Sastroatmodjo, M.Si, selaku Rektor Universitas Negeri Semarang Drs. Abdurrahman, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Ir. H. Agung Sutarto, MT, Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Hery Suroso, ST, MT, Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan evaluasi dalam penyusunan skripsi ini.
4. Mego Purnomo, ST. MT. Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan evaluasi dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan ibu selaku orang tua yang selama ini telah memberikan dorongan baik materiil maupun doa.

6. Semua pihak yang telah membantu sehingga terselesaikannya skripsi ini.

Semoga laporan ini dapat memenuhi tujuan dan bermanfaat bagi pembaca.
Amin.

Semarang, Maret 2010

Penulis



ABSTRAK

Gandhi, Kumala C. 2010 'PENGARUH PENGGUNAAN PECAHAN KERAMIK SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP PEMBUATAN BATA BETON BERLUBANG (Tinjauan Terhadap Kuat Tekan, Serapan Air, dan Nilai Ekonomis Pada Kosentrasi, Berat Semen 350 Kg/m³, fas 0.4, 0.45, 0.5, 0.55, dan 0.6)'. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I : Drs. Hery Suroso, ST. MT. Pembimbing II : Mego Purnomo, ST. MT.

Kata kunci : Bata beton berlubang, Pecahan keramik, Kuat Tekan, Serapan Air, nilai ekonomis

Beton merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan bangunan. Tidak selamanya beton terbuat dari campuran semen, air, pasir dan kerikil. Salah satu alternatif penggunaan agregat kasar yaitu dengan menggunakan limbah industri keramik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan pecahan keramik terhadap kuat tekan, serapan air dan nilai ekonomis.

Parameter yang diteliti dalam penelitian ini meliputi karakteristik bahan susun bata beton berlubang, yakni pengujian berat jenis pasir muntilan, gradasi pasir muntilan, berat jenis keramik, kandungan air dan gradasi pecahan keramik, kuat tekan bata beton berlubang dan serapan air bata beton berlubang. Agregat kasar yang dipakai berupa pecahan keramik pada berat semen 350 kg/m³ dan variasi faktor air semen 0.4, 0.45, 0.5, 0.55, 0.6. Pengujian bata beton berlubang dilaksanakan pada umur 28 hari. Dari hasil penelitian karakteristik bahan susun bata didapat gradasi pasir muntilan yang dipakai masuk zona 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 berlubang terus mengalami penurunan sejalan dengan penambahan f.a.s. Kuat tekan maksimum terdapat pada f.a.s 0,4 yaitu 18,95 MPa, dan kuat tekan terendah terdapat pada f.a.s 0,6 yaitu 13,85 MPa. Serapan air bata beton berlubang terus mengalami kenaikan seiring dengan penambahan jumlah pasta semen. Serapan air terendah terdapat pada jumlah pasta 490 kg/cm³ yaitu 8,2% dan serapan air maksimum terdapat pada jumlah pasta 560 kg/cm³ yaitu 11,445%. Dari analisa bata beton dengan agregat pecahan keramik diperoleh harga Rp. 472.410,- tiap m³, sedangkan bata beton biasa adalah Rp. 475.230,-per m³. Dari hasil penelitian ini, keramik dapat direkomendasikan sebagai agregat kasar pada pembuatan beton ringan dan beton non struktur seperti bata beton berlubang.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN KELULUSAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
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
BAB 2 LANDASAN TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Pengertian Bata Beton.....	7
2.1.1 Jenis Bata Beton	7
2.1.2 Klasifikasi Bata Beton Berlubang.....	8
2.1.3 Sifat Bata Beton Berlubang.....	9
2.1.4 Persaratan Bata Beton Berlubang.....	10
2.2 Bahan Pembuatan Bata Beton	11
2.2.1 Portland Semen (Semen Portland).....	11
2.2.2 Agregat.....	13
2.2.3 Air	17

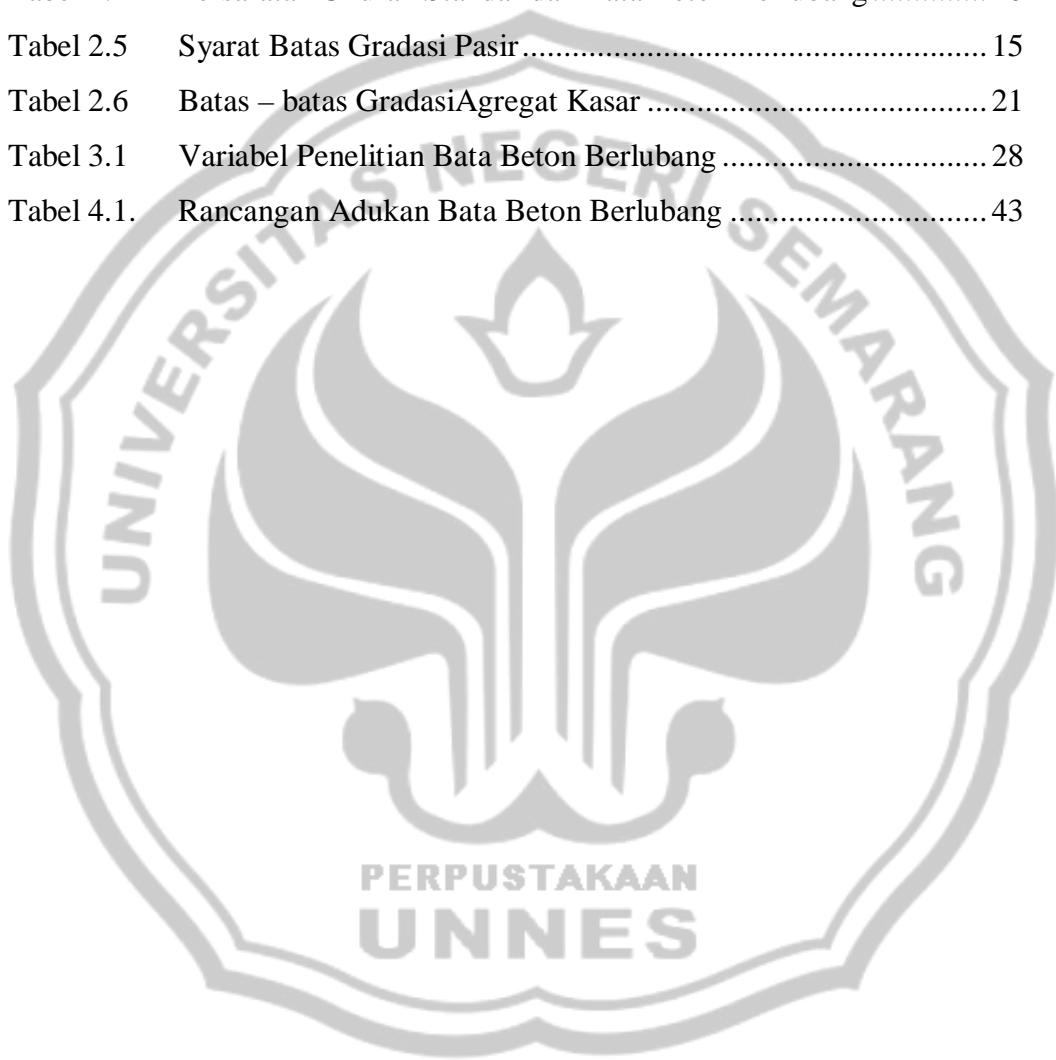
2.2.4	Pecahan keramik	18
2.3	Analisa Biaya Pembuatan.....	21
2.4	Kerangka Berfikir	23
2.5	Kajian Pustaka	24
BAB 3	METODE PENELITIAN.	28
3.1	Variabel Penelitian.....	28
3.2	Bahan.....	29
3.3	Alat	29
3.4	Prosedur Penelitian	30
3.4.1	Tahap Persiapan.....	31
3.4.2	Tahap Pengujian Bahan	31
3.4.3	Tahap Pembuatan Adukan	35
3.4.4	Tahap Pembuatan Benda Uji dan Perawatan Benda Uji.....	36
3.4.5	Tahap Pengujian Beton	36
3.4.6	Tahap Pengolahan Data.....	37
BAB 4	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1	Pemeriksaan Bahan Susun Bata beton Berlubang	39
4.1.1	Air.....	39
4.1.2	Semen Potland.....	39
4.1.3	Pasir	39
4.1.4	Pecahan keramik	41
4.1.5	Gradasi Agregat Campuran	42
4.2	Rancangan Aduan Bata Beton Berlubang.....	42
4.3	Hasil Uji Kuat Tekan Bata Beton Berlubang	44
4.4	Hasil Uji Serapan Air Bata Beton Berlubang.....	47
4.5	Analisa Ekonomi Bata Beton Keramik.....	51
BAB 5	PENUTUP.	55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran	56
	DAFTAR PUSTAKA.....	57

LAMPIRAN	59
HALAMAN FOTO	79



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persyaratan Mutu Bata Beton	9
Tabel 2.2	Persyaratan Ukuran Bata beton Dalam Perdagangan.....	9
Tabel 2.3	Syarat-syarat fisis bata beton berlubang (SNI 04-1989-F).....	10
Tabel 2.4	Persyaratan Ukuran Standar dan Bata Beton Berlubang	10
Tabel 2.5	Syarat Batas Gradasi Pasir	15
Tabel 2.6	Batas – batas Gradasi Agregat Kasar	21
Tabel 3.1	Variabel Penelitian Bata Beton Berlubang	28
Tabel 4.1.	Rancangan Adukan Bata Beton Berlubang	43



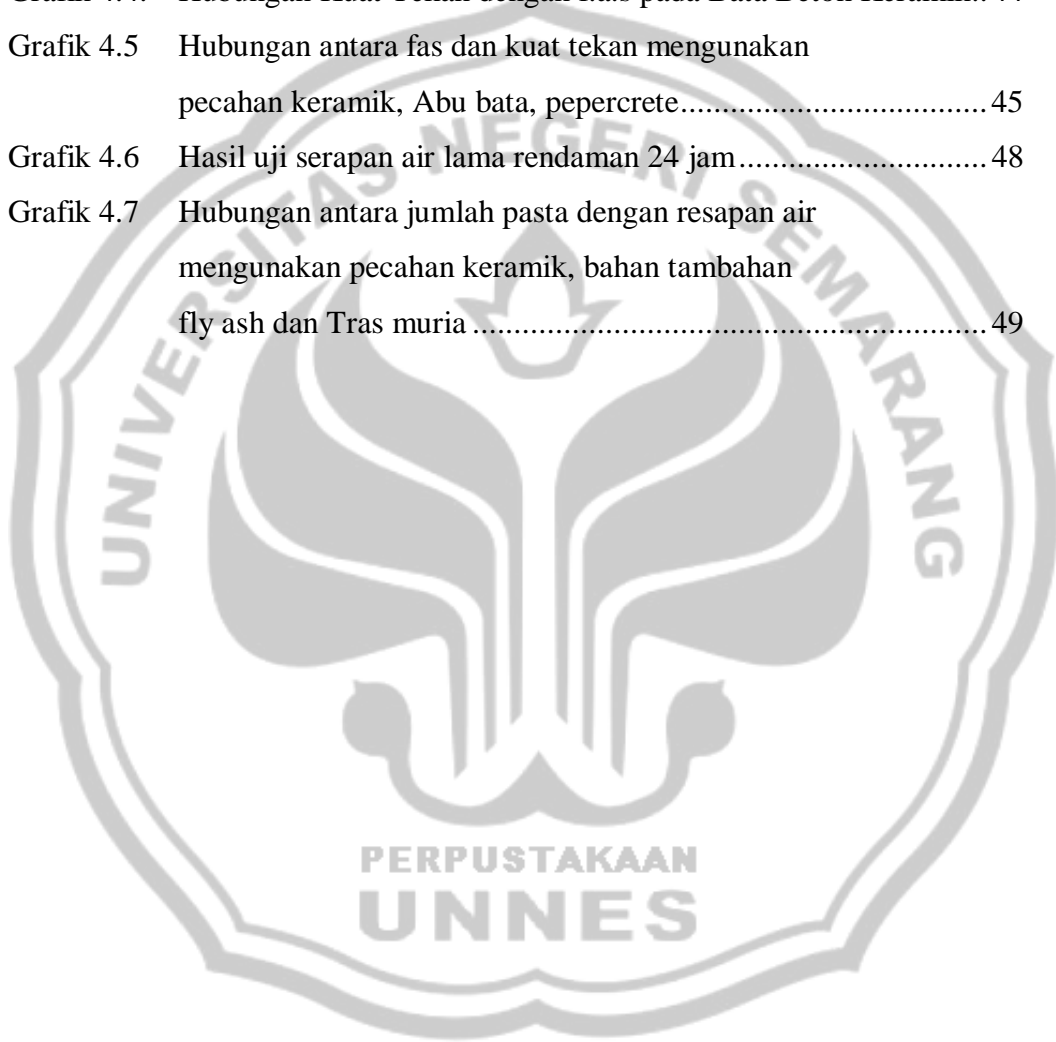
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambar Kerangka Berpikir Penelitian	24
Gambar 3.1	Pengujian Kuat Tekan Bata Beton	37



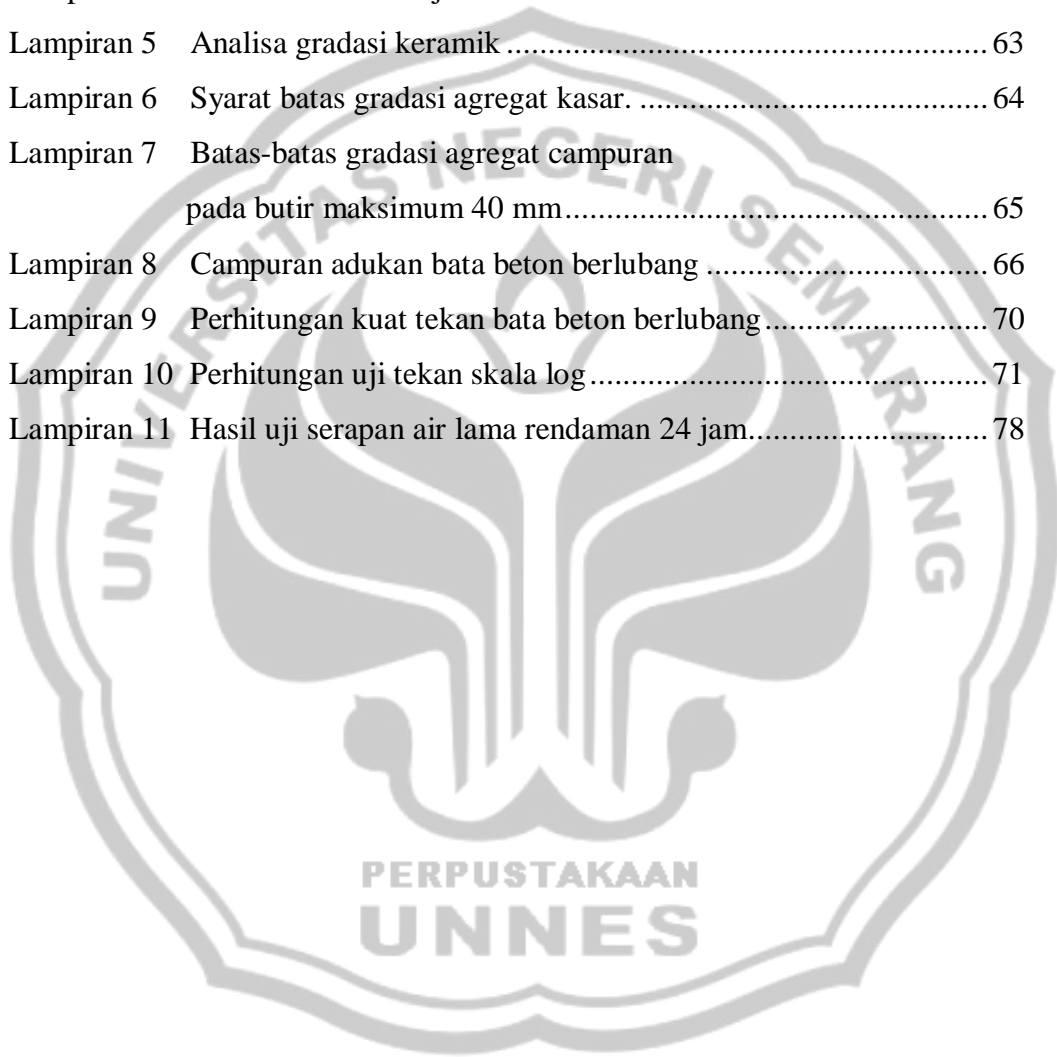
DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Grafik Uji Gradasi Pasir Muntlan	40
Grafik 4.2	Grafik Uji gradasi Pecahan Keramik	41
Grafik 4.3.	Grafik Gradasi Campuran.....	42
Grafik 4.4.	Hubungan Kuat Tekan dengan f.a.s pada Bata Beton Keramik..	44
Grafik 4.5	Hubungan antara fas dan kuat tekan menggunakan pecahan keramik, Abu bata, pepercrete.....	45
Grafik 4.6	Hasil uji serapan air lama rendaman 24 jam.....	48
Grafik 4.7	Hubungan antara jumlah pasta dengan resapan air menggunakan pecahan keramik, bahan tambahan fly ash dan Tras muria	49



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pemeriksaan berat jenis pasir muntilan	59
Lampiran 2	Pemeriksaan gradasi pasir muntilan.....	60
Lampiran 3	Batas-batas gradasi agregat halus	61
Lampiran 4	Pemeriksaan berat jenis keramik	62
Lampiran 5	Analisa gradasi keramik	63
Lampiran 6	Syarat batas gradasi agregat kasar.	64
Lampiran 7	Batas-batas gradasi agregat campuran pada butir maksimum 40 mm.....	65
Lampiran 8	Campuran adukan bata beton berlubang	66
Lampiran 9	Perhitungan kuat tekan bata beton berlubang	70
Lampiran 10	Perhitungan uji tekan skala log.....	71
Lampiran 11	Hasil uji serapan air lama rendaman 24 jam.....	78



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Pemberdayaan sumber daya lokal dapat berupa pemanfaatan barang-barang yang sudah rusak. Salah satu sumber daya lokal di sekitar kita yang dapat dimanfaatkan contohnya pecahan keramik, baik itu pecahan ubin, barang pecah belah dan lain-lain yang terbuat dari bahan keramik.

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. Agar pecahan keramik yang sudah pecah atau rusak tidak menjadi timbunan seperti sampah, kita dapat memanfaatkannya sebagai bahan tambahan pembuatan bata beton berlubang yang umumnya masyarakat mengenalnya dengan nama batako.

Bahan bangunan yang dianjurkan untuk dipakai dalam pembangunan perumahan salah satunya adalah bata beton. 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 (Heinz Frik Ch. Koesmartadi, 1999, hal.97).

Bata beton dalam beberapa hal ini memberikan keuntungan diantaranya adalah penghematan adukan, berat tembok (karena bata beton termasuk beton

ringan) dan waktu pemasangan. Selain itu juga sebagai hantar panas yang rendah, akibat adanya ruang udara pada bata beton yang akan menjamin kenikmatan dan kenyamanan bagi penghuni rumah. Didalam penghematan jumlah adukan bata beton, disini peneliti memanfaatkan pecahan keramik sebagai bahan tambahan campuran adukan, karena keramik diambil dari limbah yang membuat nilai ekonomis dari bata beton itu sendiri dan mempunyai kuat tekan yang baik dengan teknik pembuatan yang akan menjamin pula keseragaman dalam mutu bata beton.

Berkenaan dengan uraian diatas, maka ada beberapa alasan peneliti memilih judul “ Pengaruh Penggunaan Pecahan Keramik Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Pembuatan Bata Beton Berlubang Ditinjau dari Kuat Tekan, Serap Air Dan Nilai Ekonomis”.

1.2. RUMUSAN MASALAH

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

- a. Seberapa besar kuat tekan bata beton berlubang menggunakan bahan tambahan pecahan keramik?
- b. Seberapa besar penyerapan air bata beton berlubang menggunakan bahan tambahan pecahan keramik?
- c. Bagaimana nilai ekonomis bata beton Berlubang menggunakan bahan tambahan pecahan keramik dibanding dengan bata beton berlubang biasa?

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui seberapa besar kuat tekan bata beton berlubang menggunakan bahan tambahan pecahan keramik.
- b. Mengetahui seberapa besar penyerapan air bata beton berlubang menggunakan bahan tambahan pecahan keramik.
- c. Mengetahui bagaimana nilai ekonomis bata beton berlubang menggunakan bahan tambahan pecahan keramik dibanding dengan bata beton berlubang 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 berlubang.
- b) Sebagai salah satu sumbangan dalam pengembangan ilmu pengetahuan, sehingga menambah wawasan khususnya bahan bata beton berlubang.
- c) Sebagai bahan masukan kepada masyarakat sekitar bahwa keramik yang telah pecah atau rusak dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pembuatan bata beton berlubang.

1.5. BATASAN MASALAH

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

- a) Pengujian terhadap bata beton meliputi kuat tekan dan penyerapan air.
- b) Pecahan keramik yang digunakan adalah keramik yang telah pecah / rusak.
- c) Air yang digunakan adalah air yang berada di sekitar lokasi tempat pembuatan benda uji.
- d) Semen yang digunakan adalah semen tipe I merk Gresik kemasan 50 kg
- e) Benda uji untuk pengujian kuat tekan dan penyerapan air dibuat dalam ukuran lebar, tinggi dan panjang 10 x 20 x 40 cm dengan dipasaran banyak sekali menggunakan ukuran itu, sehingga dalam penelitian ini menggunakan ukuran tersebut dengan variasi faktor air semen 0,4; 0,45; 0,5; 0,55; 0,6 dan berat semen 350 kg/m³ yang tiap variable 8 buah benda uji (5 buah untuk pengujian kuat tekan bata beton, 3 buah untuk uji resapan air)
- f) Pengujian terhadap bata beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari.
- g) Nilai ekonomis bata beton ditinjau dari bahan tambahan berupa limbah pecahan keramik.

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 : KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang pengertian bata beton berlubang atau batako, bahan pembuatan bata beton berlubang atau batako, pecahan keramik, dan kerangka berpikir.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang bahan, alat, variable dan tahap 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 2

LANDASAN TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA

2.1. PENGERTIAN BATA BETON

Bata beton adalah suatu bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland (PC), agregat halus, air dan atau bahan tambah atau additive lainnya. Dicetak sedemikian rupa sehingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding (SK SNI S-04-1989 – F).

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

Bata beton berlubang atau batako adalah bahan bangunan untuk dinding yang dibuat dengan cara pemadatan dari campuran pasir dan semen portland (Heinz Frik dan Ch. Koesmartadi, 1999, hal.99)

2.1.1. Jenis Bata Beton

Bata beton dapat dibagi atas dua jenis (SK SNI S – 04– 1989 – F), yaitu:

a. Bata Beton Berlubang

Bata beton berlubang adalah bata yang dibuat dari bahan perekat hidrolis atau sejenisnya ditambah dengan agregat dan air dengan atau tanpa bahan pembantu lainnya dan mempunyai luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume batanya.

b. Bata Beton Pejal

Bata beton pejal adalah bata beton yang mempunyai luas penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan mempunyai volume pejal lebih dari 75 % volume seluruhnya.

2.1.2. Klasifikasi Bata Beton Berlubang

Menurut PUBI Pesyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia. Bandung 1982. hal.27-28 persyaratan jenis bata beton adalah :

- a) Mutu I adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang dibebani dan untuk konstruksi yang tidak terlindung (diluar atap). Bata beton berlubang mutu I harus mempunyai kuat tekan bruto rata-rata minimum 7Mpa.
- b) Mutu II adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang dibebani, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung (di bawah atap). Bata beton berlubang mutu II harus mempunyai kuat tekan bruto rata-rata 5Mpa.
- c) Mutu III adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang tidak dibebani dan terlindungi dan tidak dipilester. Bata beton berlubang mutu III harus mempunyai kuat tekan bruto rata-rata 3,5Mpa.
- d) Mutu IV adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang tidak dibebani dan yang terlindung dari hujan dan trik matahari. Bata beton berlubang mutu IV harus mempunyai kuat tekan bruto rata-rata 2Mpa.

Tabel 2.1 Persyaratan Mutu Batako

Mutu	Kuat Tekan (N/mm ²)	Penyerapan Air Max (%)
I	6,5	25
II	4,5	35
III	3,0	-
IV	1,7	-

Sumber : *Pesyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia. Bandung 1982. hal. 27-28*

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 Dinding pemisah lubang 20
	Panjang 400±3 Lebar 200±3 Tinggi 150±2	Bagian luar 20 Dinding pemisah lubang 15
Untuk dinding pengisi dengan tebal 10 cm	Panjang 400±3 Lebar 200±3 Tinggi 100±2	Bagian luar 20 Dinding pemisah lubang 25

Sumber : *Pesyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia. Bandung 1982. hal. 11*

2.1.3. Sifat Bata Beton Berlubang

Bata beton berlubang sebagai bahan untuk pasangan dinding mempunyai sifat sebagai berikut (www.kimpraswil.go.id):

1. Ukurannya seragam.
2. Mutunya seragam bila dibuat dengan cara yang sama.
3. Cukup kuat dan awet.
4. Pemasangan mudah dan rapih tidak perlu pemotongan.
5. Permukaan menarik dan tidak perlu diplester lagi.
6. Harga pasangan dapat bersaing dengan bahan lainnya

2.1.4. Persyaratan Bata Beton Berlubang

Persyaratan bata beton berlubang yaitu sebagai berikut:

1. Pandangan luar beton harus tidak terdapat retak-retak, cacat.
2. Syarat fisis

Tabel 2.3. Syarat-syarat fisis bata beton pejal (SNI 04-1989-F),

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

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

3. Syarat ukuran dan toleransi

Persyaratan ukuran standar dan toleransi bata beton berlubang menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Persyaratan ukuran standar dan bata beton berlubang

UKURAN+TOLELANSI (mm)			TEBAL DINDING SEKATAN LUBANG MINIMUM (mm)	
PANJANG	LEBAR	TEBAL	LUAR	DALAM
390+3 -5	190±2	100±2	20	15

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 batako yang berkualitas baik pula.

Bahan-bahan dasar bata beton adalah semen, pasir dan air dalam proporsi tertentu. Tetapi ada juga bata beton yang memakai bahan tambahan misalnya pecahan keramik dan pecahan bata. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan bata beton adalah sebagai berikut :

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, hal.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 dari pada bahan dasar beton yang lain maka perlu diperhatikan/dipelajari secara baik.

Semen portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. 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, timbulah 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 pertama.
- 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

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, kericak, 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 (Tjokrodimulyo, K. 2007, hal.17).

2). Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butir dari agregat. Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai persentasi 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, sebagai mana tampak pada tabel 2.5 (Tjokrodimuljo, K.2007, hal.26).

Tabel 2.5 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

3). Berat Jenis

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 Tjokrodimuljo, K. (2007, hal.21) agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya , yaitu :

- c) 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. Betonnya pun disebut dengan Beton Normal.

- d) 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.
- e) Agregat ringan mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 yang biasanya dibuat untuk beton ringan.

4). 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.

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

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 kenyataannya jika nilai faktor air semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 adukan beton akan dikerjakan, sehingga umumnya nilai faktor air semen lebih dari 0,40 (Tjokrodinuljo, K, 2007, hal.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 terdapat dalam air. Bila kandungan kurang dari 0,05 persen berat air tampaknya tidak berpengaruh terhadap kekuatannya beton. Namun dalam jumlah yang lebih banyak dapat memperlambat ikatan awal dan kekuatan beton dapat berkurang.

2.2.4 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 pembangunan 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, termasuk abu tertentu) yang dibakar pada suhu 1000° - 1400° C. Jika dibutuhkan glasir maka keramik kasar dilapisi dengan campuran felspar, kuarsa, kaolin, kapurspar 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 bata yang terbuka terhadap udara)
- c. Ubin tanah liat (sebagai ubin lantai yang agak alamiah)
- d. Genteng tanah liat berglasir (sebagai genteng keramik flam)

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 agak 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 magnesium 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 barang pecah belah.

4) Porselen (tembikar putih)

Terbuat dari 50 % kaolin, 25 % felspar, dan 25 % kuarsa. Sesudah dicetak atau dibentuk porselen dibakar pada suhu $1200^{\circ} - 1300^{\circ}\text{C}$. Setelah dingin di beri glasir halus (tembikar putih) dan dibakar kedua kalinya pada suhu $1380^{\circ} - 1450^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam sehingga menjadi dua 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.

Limbah pecahan keramik digunakan dalam pembuatan bata beton sebagai agregat kasar. Adapun batas-batas gradasi untuk agregat kasar yang tercantum dalam Tabel 2.6 (Tjokrodinuljo,K. 2007, hal.28) dibawah ini.

Tabel 2.6 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

1. Biaya Pembuatan Bata Beton Berlubang

Analisi 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 m³ beton tak bertulang, komponen yang harus dihitung adalah sebagai berikut :

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

Sedangkan menurut Tjokrodimuljo, K (1991 : 15) bahan-bahan yang dibutuhkan untuk membuat 1m³ 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.

Untuk memperkirakan penghasilan dari produk yang akan dihasilkan sebenarnya tidak terlepas dari perkiraan jumlah konsumen yang diharapkan (Suyadi Prawiro Sentono, 1995 :75).

$$h - bv = \frac{bt}{j}$$

$$h = \frac{bt}{j} + bv$$

Keterangan : bt : biaya tetap

bv : biaya variabel

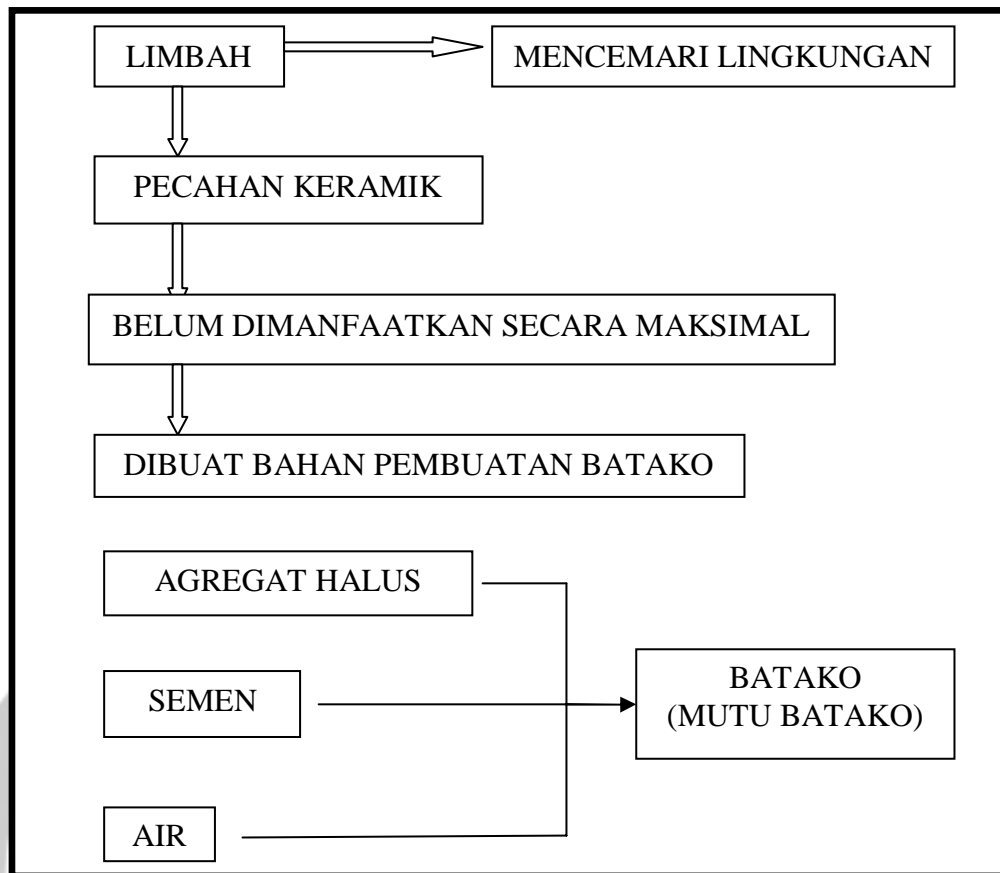
j : jumlah produk

h : harga/ biaya produksi

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 bata beton, serapan air bata beton 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 2.1. Alur Berfikir Penelitian

Kajian pustaka dalam penelitian ini adalah berisi tentang kajian penelitian tedahulu :

BAB 3

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.

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 Berlubang

Berat Semen	F.a.s	Uji fc	Uji serap air
350	0,4	5	3
350	0,45	5	3
350	0,5	5	3
350	0,55	5	3
350	0,6	5	3
jumlah		25	15

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 Gresik dengan kemasan 50 kg 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 dengan merk dominan milan. Keramik yang didapat kemudian dipecah-pecah dengan ukuran pecahan 1 sampai 2 cm.

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*".

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 :

- a. Air
- b. Semen
- c. Agregat
- d. Limbah pecahan keramik.

2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Ayakan
- b. Timbangan
- c. Gelas ukur
- d. Piknometer
- e. Oven
- f. Cetakan bata beton
- g. Mesin uji tekan

3.4.2 Tahap Pengujian Bahan

Untuk mengetahui karakteristik dari bahan penyusun bata beton dengan campurn limbah pecahan keramik perlu diteliti bahan penyusunnya, dalam hal ini yang diteliti adalah semen, air, pasir dan limbah pecahan keramik.

Pengujian bahannya adalah ssebagai berikut :

a. Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Langkah-langkah pemeriksaan berat jenis pasir adalah sebagai berikut :

Mengeringkan pasir dalam tungku pemanas 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 ditimbang (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 dalam 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 ayakan 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 kumulatif prosentase butir-butir pasir yang lolos pada masing-masing ayakan. Nilai modulus halus butir pasir dihitung dengan menjumlahkan prosentase kumulatif 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 (B1). Kemudian direndam dalam air selama 24 jam, selanjutnya dikeluarkan dan dikeringkan dengan kain sampai kondisinya jenuh kering muka dan ditimbang beratnya (B2). Pecahan keramik kemudian dimasukkan kedalam keranjang kawat dan kemudian ditimbang beratnya (B3) dalam air dengan timbangan khusus untuk berat jenis agregat kasar.

d. Pemeriksaan Gradasi Limbah Pecahan Keramik

Langkah-langkah pemeriksaan gradasi limbah 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 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 dengan berat 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.

2.4.3 Tahap Pembuatan Adukan

Agreagat halus, semen, air dengan variasi 0,4; 0,45; 0,5; 0,55; 0,6 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 bahan 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) 0,35 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.

2.4.4 Tahap Pembuatan Benda Uji dan Perawatan Benda Uji

Masukkan adukan bahan bata beton kedalam cetakan bata beton 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, kemudian dilakukan uji tekan dan serapan air.

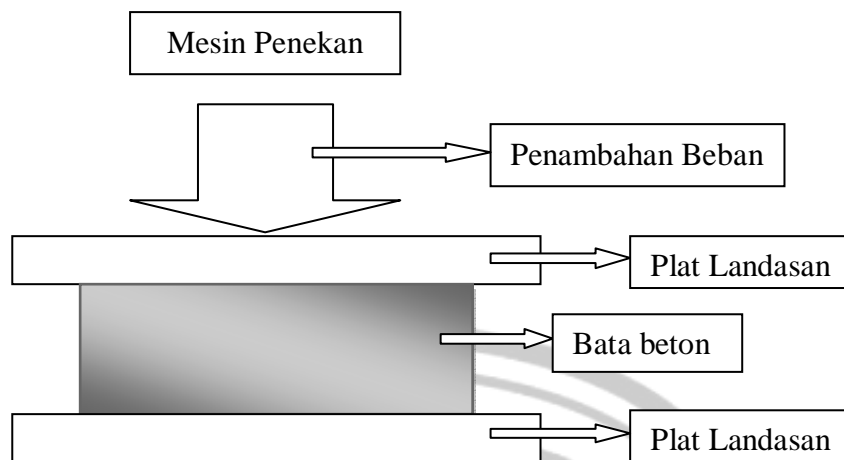
2.4.5 Tahap Pengujian Bata beton

Pada penelitian ini benda uji hanya kuat tekannya 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 letaknya benda uji pada mesin tekan secara simetris. Lalu jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm². Lalu lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan mencatat beban maksimum yang terjadi selama pengujian benda uji.



Gambar 3.1 Pengujian Kuat Tekan Bata beton

b. Pengujian Serapan Air Bata beton

Tahap pengujian srapan air adalah sebagai berikut :

Bata beton yang telah breumur 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).

2.4.6 Tahap Pengolahan Data

a) Berat Jenis Pasir

Bulk Spesific Grafity = $\frac{B}{C + 500 - D}$
Bulk Sesific Gravity (SSD) = $\frac{500}{C + 500 - D}$
Apparent spesific Gravity = $\frac{B}{C + B - D}$
Absorption (penyerapan) = $\frac{(500 - B)}{B} \times 100 \%$

Dimana :

B_t = Berat piknometer berisi asir dan air

B_k = Berat pasir setelah kering oven

B = Berat piknometer berisi air

500 = Berat pasir dalam keadaan kering permukaan

b). Berat Jenis Pecahan Keramik

$$B_j = \frac{B_2 - B_1}{B_3 - B_1}$$

Dimana :

B_1 = Berat pecahan keramik

B_2 = Berat pecahan keramik dalam keadaan jenuh

B_3 = Berat pecahan keramik dalam keranjang air

c). Kuat Tekan Bata beton

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

f_c = Kuat tekan beton (kg/cm^2)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas permukaan benda uji (cm^2)

d). Serapan Air

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

Dimana :

W_1 = Berat bata beton dalam keadaan kering mutlak (diovon)

W_2 = Berat bata beton setelah direndam

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan terhadap air dilakukan secara visual yaitu air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan garam. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa air dari Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang dalam kondisi tidak berwarna dan tidak berbau, sehingga dapat digunakan karena telah memenuhi syarat sesuai yang tercantum pada SK SNI-S-04-1989- F.

Dilakukan pengamatan secara visual terlihat bahwa semen dalam keadaan baik, tidak terdapat gumpalan-gumpalan, butirnya halus, maka semen cukup baik untuk digunakan sebagai bahan penelitian. Semen yang digunakan adalah semen portland jenis I merk Semen Gresik dengan kemasan 50 kg

a. Berat Jenis Pasir

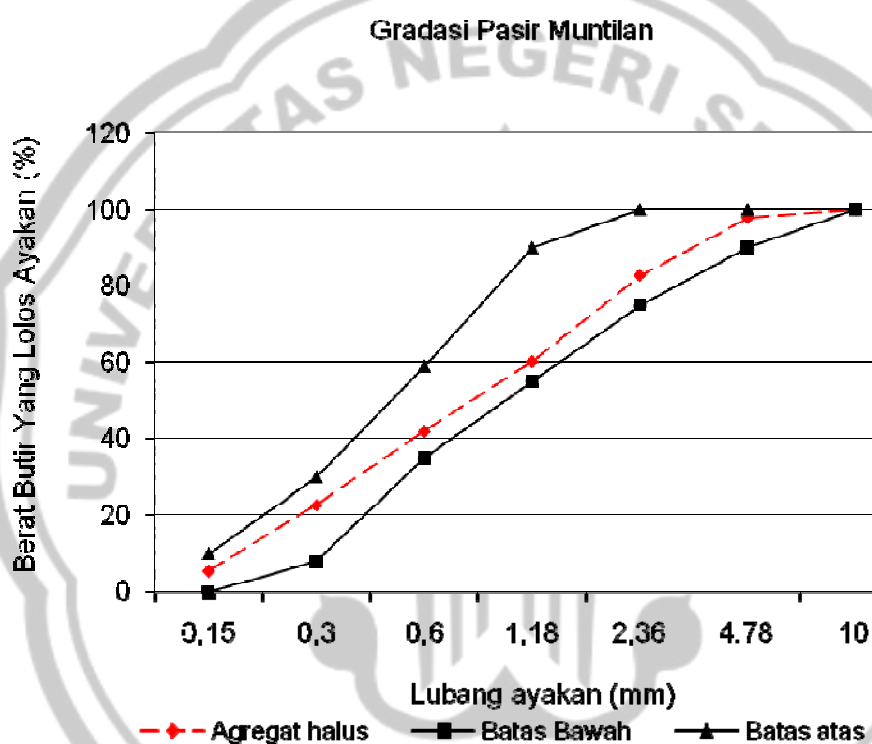
Untuk pemeriksaan berat jenis pasir dilakukan dengan 2 sampel. Kemudian dirata – rata. Pada kondisi kering didapat berat jenis rata – rata pasir Muntlan Sebesar 2.566 (Lampiran 1)

Berat jenis pasir Muntlan yang dipakai termasuk agregat normal (berat jenisnya antara 2.5 – 2.7), sehingga dapat dipakai untuk beton normal dengan kuat tekan 15-40 MPa (Tjokrodinuljo, K. 2007).

b. Gradasi Pasir

Hasil pemeriksaan gradasi pasir Muntilan menunjukkan bahwa pasir Muntilan yang dipakai masuk pada zona 2, yakni Pasir agak kasar.

Modulus kehalusan pasir muntilan 2.889 (Menurut SKSNI – S - 04 – 1989 –F antara 1.5 sampai 3.8), sehingga gradasi pasir Muntilan telah memenuhi syarat. Hasil pemeriksaan gradasi pasir muntilan dapat dilihat pada (Lampiran 2) dan Grafik 4.1.



Grafik 4.1. Grafik Uji Gradasi Pasir Muntilan

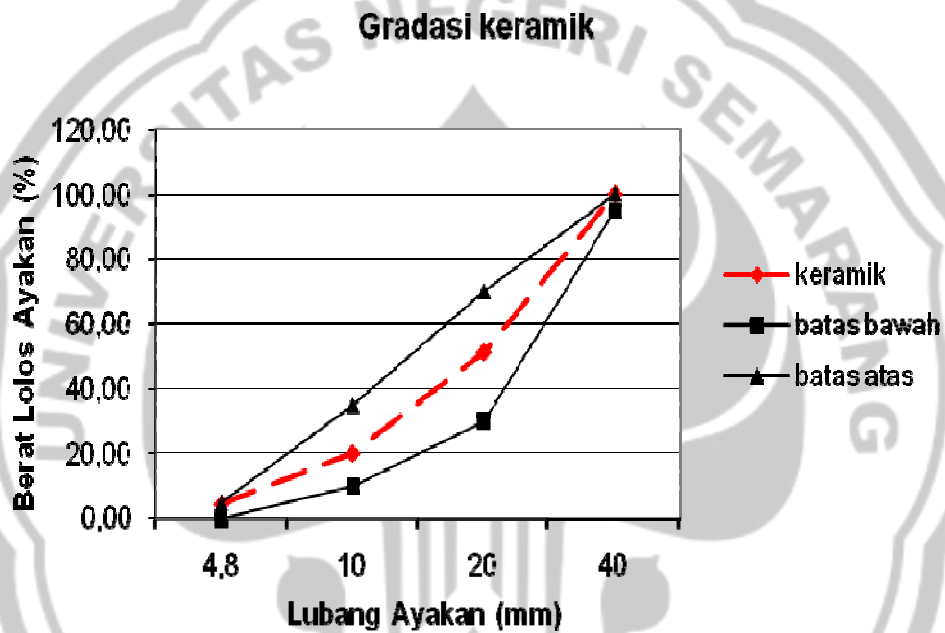
4.1.4. Pecahan Keramik

a. Berat Jenis Pecahan Keramik

Untuk pemeriksaan berat jenis pecahan keramik merk Milan dilakukan dengan 2 sampel. Kemudian dirata – rata. Pada kondisi kering didapat berat jenis rata – rata keramik Sebesar 1.84 (Lampiran 4).

b. Gradasi Pecahan Keramik

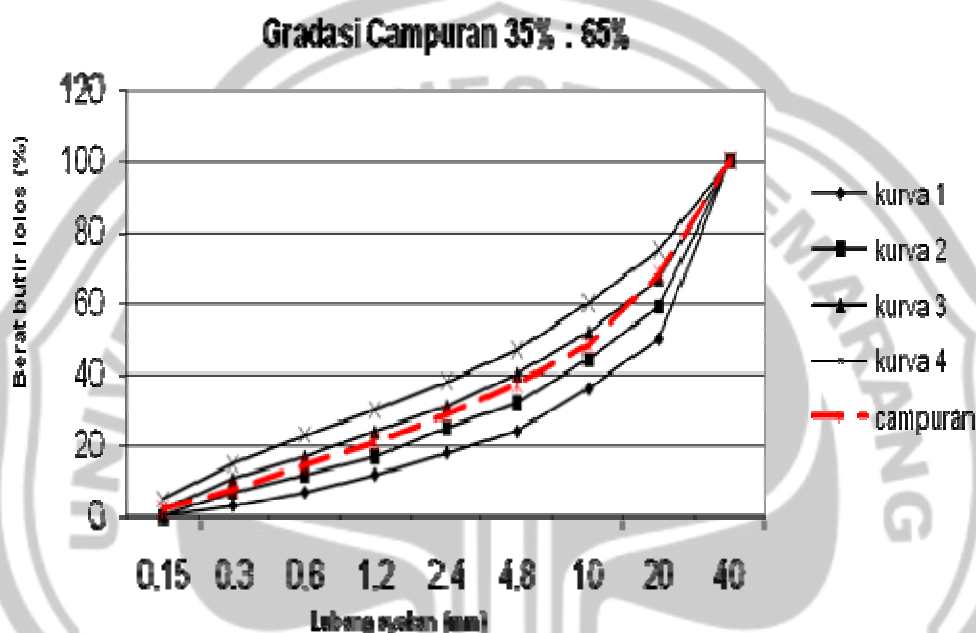
Dari hasil pemeriksaan pecahan keramik milan, kemudian dibandingkan dengan standart tampak bahwa pecahan keramik ini termasuk agregat kasar pengganti kerikil dengan besar butir maksimum 40 mm, sehingga boleh dipakai untuk bahan bangunan . Hasil uji gradasi keramik dapat dilihat pada (Lampiran 5) dan pada Grafik 4.2.



Grafik 4.2 Grafik uji gradasi pecahan keramik

4.1.5 Gradasi Agregat Campuran

Dalam penelitian ini, akan dibuat bata beton menggunakan bahan pecahan keramik sebagai agregat kasar dan pasir sebagai agregat halus. Sehingga dilakukan campuran dengan perbandingan 35 % pasir muntilan dan 65% pecahan keramik. Hasil analisa gradasi tersebut dapat dilihat dalam Grafik 4.3



Grafik 4.3 Grafik gradasi campuran

Dari Grafik 4.3. tampak bahwa butiran yang lolos sudah memenuhi syarat batas-batas gradasi agregat campuran pada butir maksimum 40 mm. Hasil dan batas-batas gradasi agregat campuran pada butir maksimum 40 mm dapat di lihat pada (lampiran 7).

Bahan susun campuran bata beton berlubang yang dipakai meliputi: agregat halus berupa pasir Muntilan, semen portland jenis I, agregat kasar berupa pecahan keramik dan air dari Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik

Sipil Universitas Negeri Semarang. Dalam penelitian ini berat semen ditetapkan sebesar 350 kg/m^3 dan nilai fas ditetapkan sebesar 0.4, 0.45, 0.5, 0.55, 0.6. Pada tiap variasi perbandingan campuran dibuat 8 buah benda uji bata beton berlubang dengan ukuran $40 \times 20 \times 10 \text{ cm}$. Keseluruhan hasil rancangan adukan bata beton berlubang dengan pecahan keramik disajikan pada tabel 4.1 sedangkan pada analisa perhitungan pada (Lampiran 8).

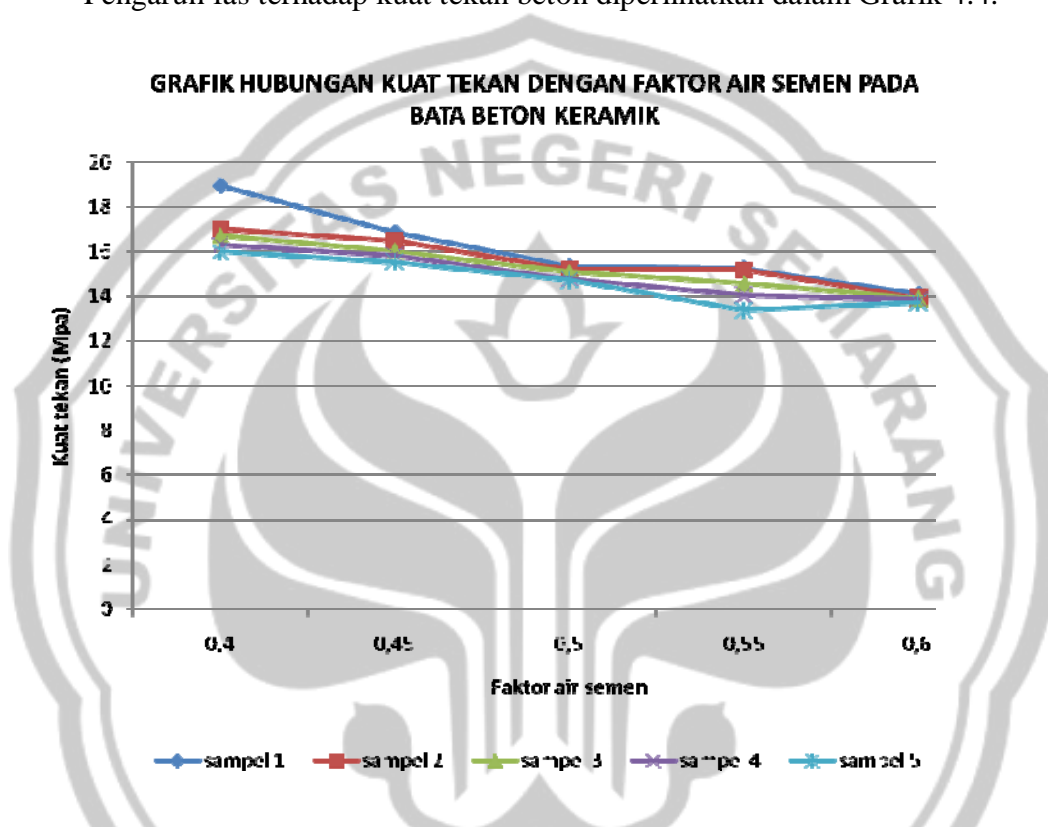
Tabel 4.1 Rancangan adukan bata beton berlubang

Volume	Berat (kg/m^3)	Air (kg)	Semen (kg)	Agr. Halus (kg)	Agr. Kasar (kg)
1 m ³	2025,01	140	350	537,25	997,76
	2005,66	157,5	350	524,35	973,80
	1986,30	175	350	511,46	949,85
	1966,95	192,5	350	498,56	925,89
	1947,59	210	350	485,66	901,93
1 batako (0,008 m ³)	16,20	1,12	2,8	4,30	7,98
	16,05	1,26	2,8	4,19	7,79
	15,89	1,4	2,8	4,09	7,60
	15,74	1,54	2,8	3,99	7,41
	15,58	1,68	2,8	3,89	7,22
1 batako berlubang (2/3)	10,80	0,75	1,87	2,87	5,32
	10,70	0,84	1,87	2,80	5,19
	10,59	0,93	1,87	2,73	5,07
	10,49	1,03	1,87	2,66	4,94
	10,39	1,12	1,87	2,59	4,81
8 benda Uji	86,40	5,97	14,93	22,92	42,57
	85,57	6,72	14,93	22,37	41,55
	84,75	7,47	14,93	21,82	40,53
	83,92	8,21	14,93	21,27	39,50
	83,10	8,96	14,93	20,72	38,48
Total	423,74	37,33	74,67	109,11	202,63
Dalam Pelaksanaan di tambah 15%		42,93	85,87	125,48	233,03

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan setelah umur beton mencapai 28 hari karena pada umur ini kekuatan beton telah mencapai 100%. Hasil pengujian kuat tekan bata beton berlubang disajikan dalam (Lampiran 9).

1. Hubungan antara fas dan kuat tekan

Pengaruh fas terhadap kuat tekan beton diperlihatkan dalam Grafik 4.4.

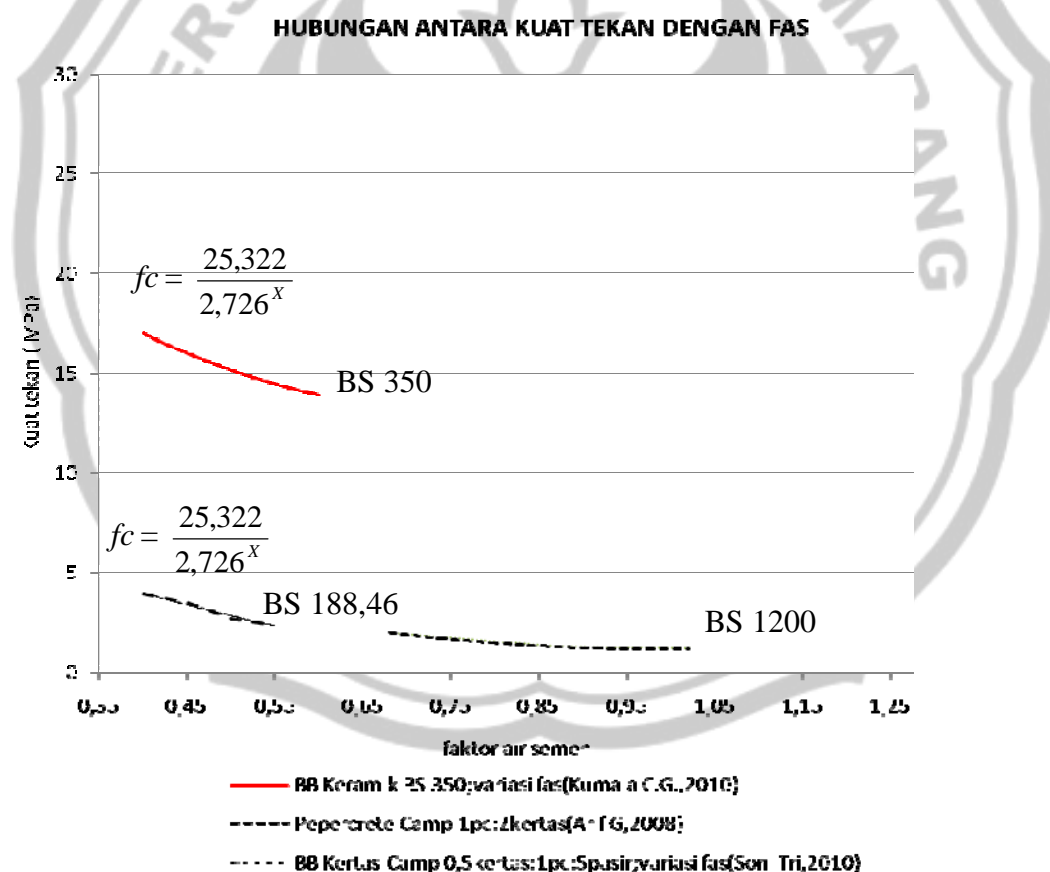


Grafik 4.4 Hubungan kuat tekan dengan f.a.s pada bata beton keramik

Dari Grafik 4.4 terlihat bahwa kuat tekan bata beton berlubang mengalami penurunan pada penambahan jumlah f.a.s 0,4, 0,45, 0,5, 0,55, 0,6. Kuat tekan maksimal terdapat pada salah satu sampel pada variasi f.a.s 0,4 yaitu 18,95 MPa, sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada salah satu sampel pada f.a.s 0,6 yaitu sebesar 13,72 MPa

Penurunan kuat tekan bata beton berlubang pada penambahan Jumlah f.a.s hal ini disebabkan karena semakin rendah fas semakin tinggi kuat tekannya. Hal ini terjadi karena semakin tinggi fas pada berat semen yang tetap maka pemakaian air bertambah banyak sehingga semakin banyak sisa air yang tidak bereaksi dengan semen. Sisa air ini menyebabkan timbulnya pori-pori dalam adukan bata beton yang akan mengurangi kuat tekannya (Tjokrodinuljo, K. 2007).

Hasil penelitian kuat tekan bata beton berlubang menggunakan pecahan keramik bila dibandingkan dengan bahan tambahan lain dapat dilihat pada Grafik 4.5, berikut ini :



Grafik 4.5. Hubungan antara fas dan kuat tekan menggunakan pecahan keramik, potongan kertas, pepercrete

(Grafik 4.5) ternyata sesuai dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919, dalam Tjokrodimuljo, K. 2007) yaitu $f_c = \frac{A}{B^x}$ (dengan X = fas dan A, B = konstanta), yang mengindikasikan bahwa semakin rendah fas semakin tinggi kuat tekannya. Hal ini terjadi karena semakin tinggi fas pada berat semen yang tetap maka pemakaian air bertambah banyak sehingga semakin banyak sisa air yang tidak bereaksi dengan semen. Sisa air ini menyebabkan timbulnya pori-pori dalam adukan bata beton yang akan mengurangi kuat tekannya (Tjokrodimuljo, K. 2007).

Dari Grafik 4.5. menunjukkan bahwa pada umur 28 hari kuat tekan pada fas yang sama yaitu 0,4 kuat tekan bata beton pecahan keramik dan bata beton dengan penambahan potongan kertas mengalami kuat tekan optimal. bata beton pecahan keramik dengan berat semen 350 kg/m³ pada variasi f.a.s 0.4 mencapai kuat tekan optimum sebesar 18,95 MPa. Sedangkan penelitian (Soni Tri Z, 2010) tentang bata beton dengan penambahan potongan kertas pada berat semen 188,46 kg/m³ dan variasi fas 0,4 mencapai kuat tekan optimum sebesar 4,25 Mpa.

Lebih Lanjut dari (Grafik 4.5) pengaruh kenaikan nilai kuat tekan pada fas yang lebih kecil disebabkan oleh berat jenis bahan yang digunakan pada campuran adukan bata beton. Bata beton dengan campuran keramik kuat tekannya lebih tinggi, dikarenakan berat jenis keramik lebih besar dibandingkan dengan berat jenis kertas. Diketahui berat jenis keramik yang digunakan sebesar 1,84 sedangkan berat jenis kertas pada penelitian (Soni Tri Z. 2010) sebesar 0,5. Dapat diambil kesimpulan semakin besar berat jenis bahan yang digunakan untuk campuran adukan, maka kuat tekan bata beton akan meningkat.

Lebih lanjut dari Grafik 4.5 menunjukkan bahwa bata beton keramik mengalami penurunan kuat tekan secara drastis seiring dengan bertambahnya nilai fas. Lain halnya dengan penelitian Arief. G (2008) tentang pemanfaatan limbah kertas koran untuk panel beton berbentuk papercrete, dengan pemakaian semen 1200 kg/m³ nilai kuat tekan tertinggi sebesar 2,01 MPa pada faktor air semen 0,68 dan penurunan kuat tekan pada penambahan nilai fas tidak terlalu mencolok dibandingkan dengan bata beton keramik. Hal ini disebabkan karena pada penelitian Arief G (2008) campuran yang digunakan hanya semen dan kertas, tanpa adanya pasir ataupun agregat menyebabkan beton menjadi porous, sehingga susunan beton berongga yang menyebabkan kuat tekan menurun.

Uji serapan air dilaksanakan dengan cara bata beton berlubang dioven pada suhu 110 °C selama 24 jam, kemudian direndam dalam air selama 24 jam. Hal ini didasarkan pada pendapat Neville (1977, (dalam Suroso, 2001)) yang menyatakan bahwa serapan air akan mencapai angka ekstrim apabila pengeringan dilakukan pada suhu tinggi, karena akan menghilangkan kandungan air dalam bata beton adapun pengeringan pada suhu biasa tidak mampu mengeluarkan seluruh kandungan air.

Grafik 4.6 Hasil uji serapan air lama rendaman 24 jam

Grafik 4.6. menunjukan bahwa serap air bata beton berlubang menggunakan pecahan keramik mengalami kenaikan pada penambahan jumlah pasta semen. Serap air terendah terdapat pada perbandingan jumlah pasta 490 Kg/m³ yaitu sebesar 8,200% selanjutnya terus mengalami peningkatan sampai pada jumlah pasta 560 Kg/m³ yaitu sebesar 11.455%. Berdasarkan Grafik diatas

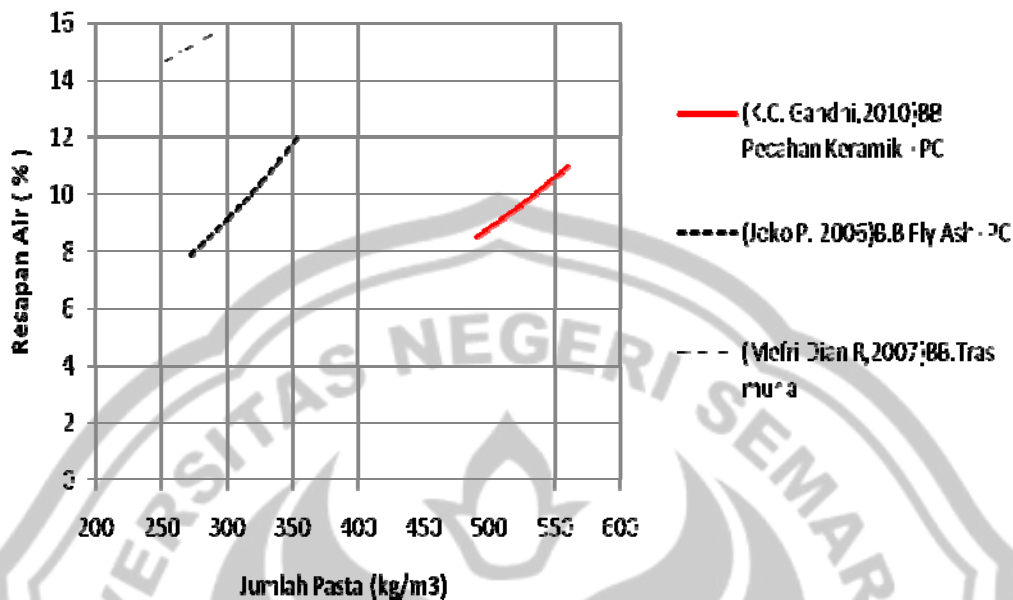
terlihat bahwa semakin banyak pasta semen maka serapan air semakin meningkat pula. Hal ini terjadi akibat pemanasan semakin besar sehingga bata beton berlubang menjadi lebih porous dan semakin besar.

Keadaan ini 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 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.

Menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F bata beton berlubang dengan tingkat mutu I disyaratkan mempunyai serapan air maksimum 25%, sedang dalam penelitian ini berdasarkan penelitian hasil uji kuat tekan diperoleh bata beton tertinggi mutu I. Namun demikian, serap air tertinggi diperoleh masih memenuhi syarat untuk bata beton berlubang mutu I yaitu 11,455%.

Hasil penelitian serap air bata beton berlubang menggunakan pecahan keramik bila dibandingkan dengan bata beton berlubang menggunakan bahan ikat lain dapat dilihat pada Grafik 4.7. Berikut ini

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA JUMLAH PASTA DENGAN RESAPAN AIR



Dari hasil penelitian pada (Grafik 4.7.) terlihat bahwa serapan air maksimum terdapat pada jumlah pasta 560 kg/m³ dengan variasi fas 0,6 yaitu sebesar 11,008%. Jumlah pasta mengalami penurunan pada variasi 0,55 dengan nilai jumlah pasta sebesar 543 kg/m³ dengan nilai serapan air 10,419%. Serapan air semakin menurun pada variasi fas 0,5 dengan nilai serapan air tertinggi sebesar 9,224% dengan jumlah pasta sebesar 525 kg/m³ dan jumlah pasta terkecil terdapat pada variasi 0,4 sebesar 490 kg/m³ dengan nilai serapan air sebesar 8,671%.

Pada penelitian (Mefri Dian R, 2007) Serapan air terendah sebesar 14,57% pada perbandingan 0Tras:1PC:5,92Pasir dengan jumlah pasta sebesar 252,90 kg/m³. Peningkatan serapan air terjadi dengan penambahan tras dengan perbandingan 0,11Tras:1PC:5,92Pasir yang serapan airnya sebesar 15,18% dengan jumlah pasta sebesar 266,87 kg/m³. Serapan air semakin meningkat

dengan perbandingan 0,21Tras:1PC:5,92Pasir sebesar 15,36% dan jumlah pastanya yang juga meningkat sebesar $293,61 \text{ kg/m}^3$, pada perbandingan 0,27Tras:1PC:5,92Pasir serapan kembali meningkat dengan serapan air sebesar 15,62% dan jumlah pasta sebesar $287,14 \text{ kg/m}^3$. Serapan air tertinggi terdapat pada perbandingan 0,32Tras:1PC:5,92Pasir sebesar 15,69% dengan jumlah pasta sebesar $293,61 \text{ kg/m}^3$. Peningkatan serapan air dikarenakan tras muria pada campuran adukan berfungsi sebagai bahan ikat tambahan yang bereaksi dengan semen dan air menjadi pasta.

Keadaan yang sama juga terjadi pada penelitian Joko Prakoso (2006) tentang pemanfaatan abu terbang (*Fly Ash*) sebagai bahan substitusi pada pembuatan bata beton, yang menunjukkan bahwa nilai serapan air bata beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah pasta (semen + abu terbang + air). Meskipun dalam penelitian ini kedudukan abu terbang sebagai substitusi agregat, tetapi abu terbang masih termasuk dalam bahan ikat. Serapan air terendah sebesar 7,1% pada perbandingan 0FlyAsh:1PC:8Pasir dengan jumlah pasta sebesar $272,8 \text{ kg/m}^3$. Peningkatan serapan air terjadi dengan penambahan tras dengan perbandingan 1,30FlyAsh:1PC:8Pasir yang serapan airnya sebesar 7,9% dengan jumlah pasta sebesar $276,8 \text{ kg/m}^3$. Serapan air semakin meningkat dengan perbandingan 1,40FlyAsh:1PC:8Pasir sebesar 8,01% dan jumlah pastanya yang juga meningkat sebesar $280,8 \text{ kg/m}^3$, pada perbandingan 1,50FlyAsh:1PC:8Pasir serapan kembali meningkat dengan serapan air sebesar 10,01% dan jumlah pasta sebesar 285 kg/m^3 . Serapan air tertinggi terdapat pada

perbandingan 1,60FlyAsh:1PC:8Pasir sebesar 11,7% dengan jumlah pasta sebesar $353,6 \text{ kg/m}^3$.

Analisis ekonomi dari bata beton berlubang dengan pecahan keramik sebagai pengganti agregat kasar memiliki nilai ekonomi yang baik, selain harganya murah bata beton keramik memiliki kuat tekan yang baik dibanding dengan bata beton biasa.

Keekonomisan yang didapat adalah dari bahan pecahan keramik yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar dalam pembuatan bata beton berlubang. Pecahan keramik diambil dari limbah sisa bangunan yang sudah tidak terpakai lagi, sehingga dapat memberi keuntungan dalam penghematan adukan. Penghematan adukan yang dimaksud adalah dengan adanya tambahan pecahan keramik sebagai agregat kasar dalam pembuatan bata beton berlubang mengurangi kebutuhan bahan pasir dan semen, disamping penghematan adukan limbah keramik mudah didapat dan harganya relative murah jika di peroleh di daerah pengepul keramik, sehingga menambah nilai keekonomisan 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 faktor air semen 0.4 kuat tekan rata-rata bata beton mencapai 16,98 MPa. Keekonomisan bata beton keramik cukup baik dibanding bata beton biasa.

1. Biaya Pembuatan Bata Beton Biasa

BJ semen = 3,15

BJ Pasir = 2,6

Dengan perbandingan campuran 1: 10 dapat diketahui

$$\begin{aligned} \text{Isi padat 1 ton semen} &= \frac{1}{3,15} = 0,318 \text{ m}^3 \\ \text{Isi padat 10 ton pasir} &= \frac{10}{2,6} = 3,85 \text{ m}^3 \\ \text{F.a.s} &= 0,4 \times 1 = 0,4 \quad + \\ &= 4,568 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Untuk 1 m³ batako dibutuhkan

4.1.1. Semen

$$\text{Semen} = 0,219 \text{ ton} = 219 \text{ kg}$$

Harga 1 zak semen Portland merk Gresik Type I kemasan 50 kg adalah Rp. 51.500,00 (Data diperoleh pada tahun 2009).

4.1.2. Pasir

$$\text{Pasir} = 2,19 \text{ ton} = 2190 \text{ kg}$$

Harga 1 kg pasir adalah Rp. 114,00 (Data diperoleh pada tahun 2009).

Jadi analisis biayanya per m³ bata beton biasa adalah:

$$\text{a. Semen} = 219 \text{ kg (4,28 zak)}$$

$$\text{Harga 4,28 zak} \times \text{Rp. 51.500,00} = \text{Rp. 221.570,00}$$

$$\text{b. Pasir} = 2190 \text{ kg}$$

$$\text{Harga 2190 kg} \times \text{Rp. 114,00} = \text{Rp. 249.660,00}$$

$$\text{Jadi harga per 1 m}^3 \text{ bata beton biasa} = \text{Rp. 475.230,00}$$

1.1.1.1. Biaya Pembuatan Bata Beton Keramik

1. Pecahan Keramik

$$1 \text{ m}^3 \text{ pecahan keramik} = 601,29 \text{ kg (30 karung)}$$

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

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

Jam kerja = 7 jam

1 pekerja dapat memecah keramik 25 karung/ hari atau $30/25 = 1,2$ hari

Dengan upah Rp. 37.500;

Jadi harga pecahan keramik = $(30 \times 1000) + (1,2 \times 37.500,-) = \text{Rp.}75.000;\backslash$

a. Semen

Harga 1 zak semen Portland merk Semen Gresik Tipe I kemasan 50 kg adalah Rp. 51.500,00

Kebutuhan semen per $\text{m}^3 = 350$ kg (7 zak)

Jadi kebutuhan semen = $7 \times \text{Rp.} 51.500,00 = \text{Rp.} 360.500,00$

b. Pasir

Harga 1 kg pasir = Rp. 114,00

Kebutuhan pasir = 323,77 kg

Jadi jumlah kebutuhan pasir = $323,77 \text{ kg} \times \text{Rp.} 114 = \text{Rp.} 36.909,78$

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

Keramik	= Rp. 75.000,00
Semen	= Rp. 360.500,00
Pasir	= Rp. 36.909,78
	+ _____
Jumlah	= Rp. 472.409,78 dibulatkan Rp. 472.410,-

Dari hasil analisa diatas dapat disimpulkan bahwa bata beton dengan agregat pecahan keramik memiliki kuat tekan dan nilai keekonomisan yang lebih baik dari

bata beton biasa. Dari hasil penelitian ini, keramik bisa direkomendasikan sebagai agregat kasar pada pembuatan beton ringan seperti bata beton berlubang.



BAB 5

PENUTUP

1.2. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, mulai dari uji bahan, uji kuat tekan, uji serapan air bata beton berlubang serta hasil pengolahan data, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pecahan keramik dapat digolongkan kedalam jenis agregat ringan, karena mempunyai berat jenis 1,84 dan mempunyai kadar air 11% sehingga memenuhi syarat untuk pengganti agregat kasar dalam pembuatan bata beton berlubang.
2. Semakin sedikit jumlah faktor air semen dan semakin banyak pecahan keramik dalam proporsi campuran bata beton berlubang di peroleh kuat tekan yang semakin tinggi. Kuat tekan tertinggi terdapat pada jumlah faktor air semen 0,4 yaitu sebesar 18,95 MPa.
3. Semakin banyak jumlah pasta semen dan semakin sedikit pecahan keramik dalam campuran bata beton berlubang diperoleh serap air yang semakin tinggi. Serap air terendah terdapat pada jumlah pasta semen 490 kg/m³ yaitu sebesar 8,2 % dan serap air tertinggi pada jumlah pasta 560 kg/m³ sebesar 11,455%
4. Ditinjau dari kuat tekan dan nilai serap airnya, dapat digunakan sebagai bahan bangunan non struktur.

5. Ditinjau dari analisis ekonomi penggunaan pecahan keramik dalam pembuatan bata beton berlubang mempunyai nilai ekonomis lebih tinggi dibandingkan dengan batako pada umumnya yaitu sebesar per m³, sedangkan batako biasa per m³.

1.3. SARAN

Dari kesimpulan diatas penulis mempunyai saran sebagai berikut:

1. Ditinjau dari sifat-sifat agregat pecahan keramik dan hasil pengujian kuat tekan bata beton berlubang maka pecahan keramik dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar dalam pembuatan bata beton berlubang, oleh karena itu peneliti mengharapkan kepada masyarakat yang memiliki limbah pecahan keramik untuk dimanfaatkan dalam pembuatan beton non struktur
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. 1990. *Tata Cara Pencampuran Adukan Beton (SK SNI-T-15-1990-03) Departemen Pekerjaan Umum*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan: Jakarta.
- Anonim. 1989. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia*. PUBLI: Bandung.
- Anonim. 1990. *Tata Cara Pengujian Kuat Tekan Beton (SK SNI M-14-1989-F) Departemen Pekerjaan Umum*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan: Jakarta.
- Anonim. 1990. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A Bahan Bangunan Bukan Logam (SK SNI S-04-1989-F Departemen Pekerjaan Umum*.Yayasan LPMB, Bandung
- Anonim, 2006. Download 10 Oktober 2009, *Sifat-sifat bata beton*, www.kimpraswil.co.id
- Arief, G. 2008. *Pemanfaatan limbah kertas koran untuk pembuatan panel papercrete*. Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.
- Henz, Frik. Dan CH. Koesmartdi. 1999. *Penggunaan bata beton untuk dinding*
- Neville, A.M, 1997, *Properties of Concrete*, Pitman Publishing Limited: London.
- Prakoso, Joko. 2006. *Pengaruh Penambahan Abu Terbang Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air pada Conblock*,. Skripsi Jurusan Teknik Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Rosyida, Dian Mefri. 2007. *Pengaruh Penambahan Tras Muria Pada Bata Beton Tinjauan Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Suroso, Hery. 2001. *Pemanfaatan Pasir Pantai sebagai Bahan Agregat Halus pada Beton*. Thesis Jurusan Teknik Sipil Fakultas Pascasarjana Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.
- Suroso, Hery. 2006. *Buku Ajar Teknologi Beton*. Universitas Negeri Semarang: Semarang.

Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2007. *Teknologi Beton*. Universitas Teknik Sipil dan Lingkungan Gajah Mada: Yogyakarta

Troxell, G.E., Davis, H.E., Kelly, J.W., 1968 *Composition and Properties of Concrete (second edition)*, Graw – Hill : New York

Zulianto, Soni Tri. 2010. *Pengaruh Penambahan Potongan Kertas Koran Pada Bata Beton Berlubang*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang





**LABORATORIUM BAHAN
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi

Peneliti : Kumala Chandra Gandhi

Bahan : Pasir Muntilan

PEMERIKSAAN BERAT JENIS PASIR MUNTILAN

Pengertian	Berat Sampel (gram)		a
	Sampel I	Sampel II	
kering tungku (B_2)	492.50	493.20	
jenuh kering muka (B_0)	500.00	500.00	
nomometer+air+pasir (B_1)	1369.50	1381.60	
nomometer+air (B_3)	1065.60	1078.60	
Berat Jenis Pasir B_2 $B_3 + B_0 - B_1$	2.511	2.503	2.507

Bj Pasir Muntilan termasuk dalam **agregat normal** (berat jenisnya antara 2.5-2.7)

sehingga dapat dipakai untuk beton normal (15 - 40 MPa).

PERPUSTAKAAN
UNNES



**LABORATORIUM BAHAN
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi

Peneliti : Kumala Chandra Gandhi

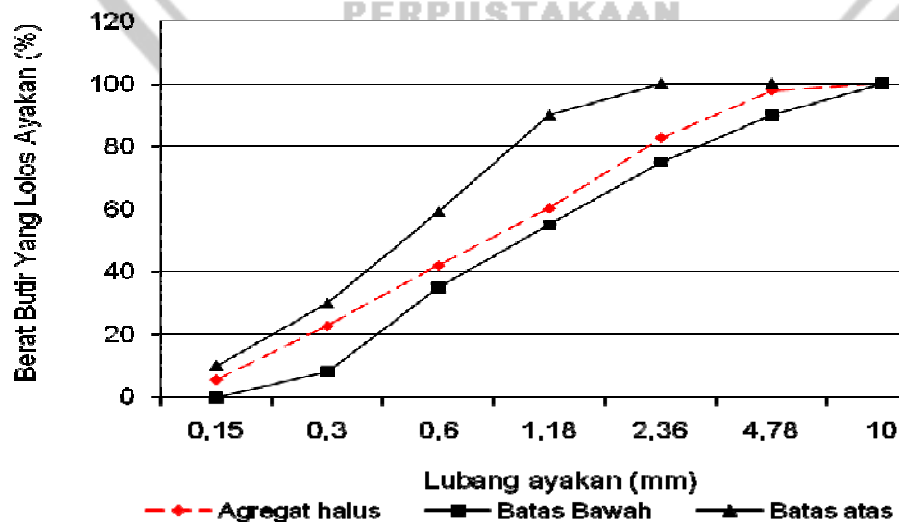
Bahan : Pasir Muntilan

PEMERIKSAAN GRADASI PASIR MUNTILAN

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gram)	Persentase berat tertahan (%)	Berat komulatif 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	

Modulus Halus Butir (MHB) : 2,8892

Gradasi Pasir Muntilan





**LABORATORIUM BAHAN
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi

Peneliti : Kumala Chandra Gandhi

Bahan : Pasir muntilan

BATAS-BATAS GADASI AGREGAT HALUS

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tembus Komulatif (%)								
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Pasir Muntilan
	bwh	Atas	bwh	Atas	bwh	atas	bwh	atas	
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00
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	100	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

Dari hasil pemeriksaan gradasi pasir muntilan menunjukkan bahwa pasir Muntilan yang dipakai masuk pada zona 2, yakni pasir agak kasar



**LABORATORIUM BAHAN
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi

Peneliti : Kumala Chandra Gandhi

Bahan : Keramik merk milan

PEMERIKSAAN BERAT JENIS KERAMIK

Pengertian	Berat Sampel (gram)		a
	ampel I	ampel II	
mik kering (B_1)	4989	4984	
mik jenuh kering muka (B_2)	5543	5539	
mik dalam air (B_3)	2823	2820	
enis Keramik			
B_1	1.840	1.833	1.837
$B_2 - B_3$			

B_j Keramik termasuk dalam **agregat ringan** (berat jenisnya kurang dari 2) sehingga dapat dipakai untuk beton ringan.



**LABORATORIUM BAHAN
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi

Peneliti : Kumala Chandra Gandhi

Bahan : Keramik merk milan

ANALISA GRADAS 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

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir} &= 724,17/100 \\ &= 7,24 \end{aligned}$$



**LABORATORIUM BAHAN
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi

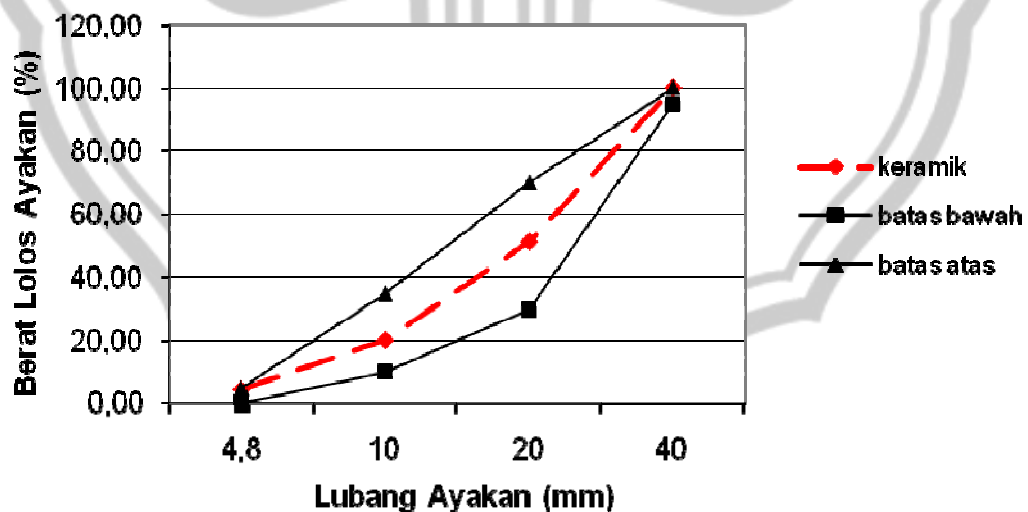
Peneliti : Kumala Chandra Gandhi

Bahan : Keramik merk milan

SYARAT BATAS GRADASI AGREGAT KASAR

Lubang ayakan (mm)	Berat lolos Kom (%)	Berat Tembus Kumulatif (%) 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

Gradasi keramik





**LABORATORIUM BAHAN
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi

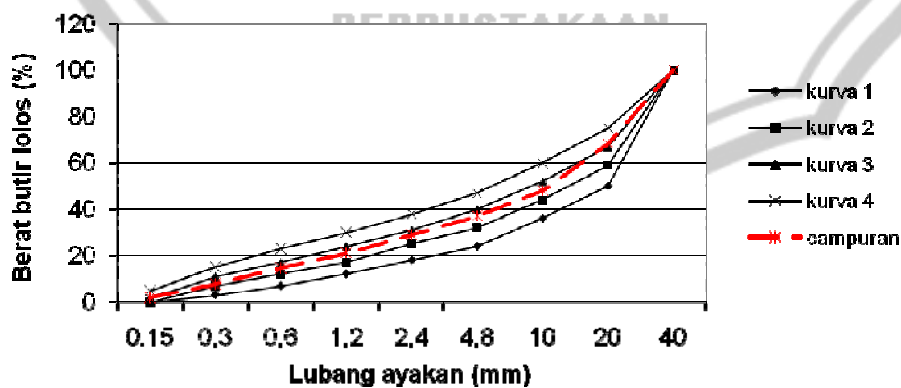
Peneliti : Kumala Chandra Gandhi

Bahan : Agregat campuran

**BATAS-BATAS GADASI AGREGAT CAMPURAN
PADA BUTIR MAKSIMUM 40 MM**

Ayakan (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4	Pasir	Keramik	Campuran 0,35:0,65
40	100	100	100	100	100	100	100
20	50	59	67	75	100	51,290	68,34
10	36	44	52	60	100	20,070	48,05
4,8	24	32	40	47	97,87	4,470	37,16
2,4	18	25	31	38	82,73	0,000	28,96
1,2	12	17	24	30	60,22	0,000	21,08
0,6	7	12	17	23	41,94	0,000	14,68
0,3	3	7	11	15	22,77	0,000	7,97
0,15	0	0	2	5	5,55	0,000	1,94

Gradasi Campuran 35% : 65%





**LABORATORIUM BAHAN
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi

Peneliti : Kumala Chandra Gandhi

Bahan : Kebutuhan bahan

CAMPURAN ADUKAN BATA BETON BERLUBANG

1. Ketentuan yang sudah ditentukan :

1.	Berat Semen :	350 kg / m ³
2.	F.a.s	0,4
		0,45
		0,5
		0,55
		0,6

2. Berdasarkan hasil pengujian di peroleh :

1.	BJ Pasir	2,6
2.	BJ Keramik	1,84
3.	Perbandingan berat pasir dan keramik 35% : 65%	

3. Menentukan Berat Beton :

1.	BJ agregat Campuran = (2,6 x 35 %) + (1,84 x 65%) =	2,106
2.	Kebutuhan Air = 350 x 0,4 =	140 liter
	350 x 0,45 =	157,5 liter
	350 x 0,5 =	175 liter
	350 x 0,55 =	192,5 liter
	350 x 0,6 =	210 liter

4. Perkiraan berat Beton :

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

$$1. \quad 350 (1 + 0,4) + 2,106 [980 - 350 (0,4+0,3175)]$$

$$= \quad \quad \quad 2025,01 \quad \text{kg / m}^3$$

$$2. \quad 350 (1 + 0,45) + 2,106 [980 - 350 (0,45+0,3175)]$$

$$= \quad \quad \quad 2005,66 \quad \text{kg / m}^3$$

$$3. \quad 350 (1 + 0,5) + 2,106 [980 - 350 (0,5+0,3175)]$$

$$= \quad \quad \quad 1986,30 \quad \text{kg / m}^3$$

$$4. \quad 350 (1 + 0,55) + 2,106 [980 - 350 (0,55+0,3175)]$$

$$= \quad \quad \quad 1966,95 \text{ kg / m}^3$$

$$5 \quad 350 (1 + 0,6) + 2,106 [980 - 350 (0,6+0,3175)]$$

$$= \quad \quad \quad 1947,59 \text{ kg / m}^3$$

5. Berat Agregat Campuran :

W agr. Camp = W beton - W air - W semen

1.	2025,01 - 140 - 350	=	1535,01	kg / m ³
2.	2005,66 - 157,5 - 350	=	1498,16	kg / m ³
3.	1986,30 - 175 - 350	=	1461,30	kg / m ³
4.	1966,95 - 192,5 - 350	=	1424,45	kg / m ³
5	1947,59 - 210 - 350	=	1387,59	kg / m ³

6. Berat Agregat halus :

W agr. Halus = % agregat halus x berat agregat campuran

1.	35% X 1535,01	=	537,25	kg / m ³
2.	35% X 1498,16	=	524,35	kg / m ³
3.	35% X 1461,30	=	511,46	kg / m ³
4.	35% X 1424,45	=	498,56	kg / m ³
5	35% X 1387,59	=	485,66	kg / m ³

7. Berat agregat Kasar :

W agr. Kasar = % agregat kasar x berat agregat campuran

1.	65% X 1535,01	=	997,76	kg / m ³
2.	65% X 1498,16	=	973,80	kg / m ³
3.	65% X 1461,30	=	949,85	kg / m ³
4.	65% X 1424,45	=	925,89	kg / m ³
5	65% X 1387,59	=	901,93	kg / m ³



**LABORATORIUM BAHAN
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi

Peneliti : Kumala Chandra Gandhi

Bahan : kebutuhan bahan

Rencana adukan bata beton pejal ukuran 40 x 20 x 10

Volume	Berat (kg/m³)	Air (lt)	Semen (kg)	Agr. Halus (kg)	Agr. Kasar (kg)
1 m ³	2025,01	140	350	537,25	997,76
	2005,66	157,5	350	524,35	973,80
	1986,30	175	350	511,46	949,85
	1966,95	192,5	350	498,56	925,89
	1947,59	210	350	485,66	901,93
1 batako (0,008 m ³)	16,200	1,12	2,8	4,30	7,98
	16,045	1,26	2,8	4,19	7,79
	15,890	1,4	2,8	4,09	7,60
	15,736	1,54	2,8	3,99	7,41
	15,581	1,68	2,8	3,89	7,22
8 benda uji	129,601	8,96	22,4	34,38	63,86
	128,362	10,08	22,4	33,56	62,32
	127,123	11,2	22,4	32,73	60,79
	125,885	12,32	22,4	31,91	59,26
	124,646	13,44	22,4	31,08	57,72
Total		56	112	163,67	303,95
Dalam pelaksanaan di tambah 5%		58,8	117,6	171,85	319,15



**LABORATORIUM BAHAN
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Proyek : Skripsi

Peneliti : Kumala Chandra Gandhi

Bahan : kebutuhan bahan

Rencana adukan bata beton berlubang (2/3 Vol. beton pejal)

Volume	Berat (kg/m³)	Air (kg)	Semen (kg)	Agr. Halus (kg)	Agr. Kasar (kg)
1 m ³	2025,01	140	350	537,25	997,76
	2005,66	157,5	350	524,35	973,80
	1986,30	175	350	511,46	949,85
	1966,95	192,5	350	498,56	925,89
	1947,59	210	350	485,66	901,93
1 batako (0,008 m ³)	16,20	1,12	2,8	4,30	7,98
	16,05	1,26	2,8	4,19	7,79
	15,89	1,4	2,8	4,09	7,60
	15,74	1,54	2,8	3,99	7,41
	15,58	1,68	2,8	3,89	7,22
1 batako berlubang (2/3)	10,80	0,75	1,87	2,87	5,32
	10,70	0,84	1,87	2,80	5,19
	10,59	0,93	1,87	2,73	5,07
	10,49	1,03	1,87	2,66	4,94
	10,39	1,12	1,87	2,59	4,81
8 benda uji	86,40	5,97	14,93	22,92	42,57
	85,57	6,72	14,93	22,37	41,55
	84,75	7,47	14,93	21,82	40,53
	83,92	8,21	14,93	21,27	39,50
	83,10	8,96	14,93	20,72	38,48
Total	423,74	37,33	74,67	109,11	202,63
Dalam Pelaksanaan di tambah 15%		42,93	85,87	125,48	233,03



**LABORATORIUM BAHAN
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**PERHITUNGAN KUAT TEKAN BATA BETON
BERLUBANG**

Variasi faktor air semen	Kode Sampel	Berat (kg)	Ukuran sisi (cm)			Luas (cm ²)	Luas Lubang (cm ²)	Luas Tampan g Bersih (cm ²)	Beban Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	fc rata-rata (Mpa)
			P	L	T						
0,4	A1	10.65	39	9	19,8	351.00	108.00	243.00	460.53	18.95	16,98
	A2	10.77	38,5	10	19,3	385.00	108.00	277.00	470.53	16.99	
	A3	11.22	39	10	19,6	390.00	108.00	282.00	450.53	15.98	
	A4	11.43	39,7	10	19,8	397.00	108.00	289.00	470.53	16.28	
	A5	11.35	39	10	19,5	390.00	108.00	282.00	470.53	16.69	
0,45	B1	10.32	39,5	9,5	19	375.25	108.00	267.25	440.53	16.48	16.15
	B2	10.21	38,5	10	19,5	385.00	108.00	277.00	430.53	15.54	
	B3	9.73	39	9,5	19	370.50	108.00	262.50	420.53	16.02	
	B4	10.35	38	10	19,5	380.00	108.00	272.00	430.53	15.83	
	B5	10.29	39,5	9,5	19,3	375.25	108.00	267.25	450.53	16.86	
0,5	C1	9.79	39	9,8	19	382.20	108.00	274.20	420.53	15.34	15.02
	C2	10.27	40	10	19,3	400.00	108.00	292.00	430.53	14.74	
	C3	8.51	38	10	19,8	380.00	108.00	272.00	400.53	14.73	
	C4	8.56	38	10	19,5	380.00	108.00	272.00	410.53	15.09	
	C5	9.21	38,5	10	19,5	385.00	108.00	277.00	420.53	15.18	
0,55	D1	9.55	40	9,3	19,5	372.00	108.00	264.00	400.53	15.17	14.48
	D2	9.70	39,5	9,7	19,3	383.15	108.00	275.15	400.53	14.56	
	D3	8.41	40	10	19,5	400.00	108.00	292.00	390.53	13.37	
	D4	8.62	39	9,5	19	370.50	108.00	262.50	400.53	15.26	
	D5	9.10	40	10	19,2	400.00	108.00	292.00	410.53	14.06	
0,6	E1	9.29	40	10	19,5	400.00	108.00	292.00	400.53	13.72	13.89
	E2	8.99	40	9,8	19,7	392.00	108.00	284.00	400.53	14.10	
	E3	8.79	38,9	10	20	389.00	108.00	281.00	390.53	13.90	
	E4	9.55	39	10	20	390.00	108.00	282.00	390.53	13.85	
	E5	9.28	39,6	10	20	396.00	108.00	288.00	400.53	13.91	



**LABORATORIUM BAHAN
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**PERHITUNGAN UJI TEKAN
SKALA LOG**

NO	Fas	fc Mpa	log fc
1	0.40	18.952	1.2777
2	0.40	16.987	1.2301
3	0.40	15.976	1.2035
4	0.40	16.281	1.2117
5	0.40	16.685	1.2223
6	0.45	16.484	1.2171
7	0.45	15.543	1.1915
8	0.45	16.020	1.2047
9	0.45	15.828	1.1994
10	0.45	16.858	1.2268
11	0.50	15.337	1.1857
12	0.50	14.744	1.1686
13	0.50	14.725	1.1681
14	0.50	15.093	1.1788
15	0.50	15.182	1.1813
16	0.55	15.172	1.1810
17	0.55	14.557	1.1631
18	0.55	13.374	1.1263
19	0.55	15.258	1.1835
20	0.55	14.059	1.1480
21	0.60	13.717	1.1373
22	0.60	14.103	1.1493
23	0.60	13.898	1.1429
24	0.60	13.849	1.1414
25	0.60	13.907	1.1432

ANALISA PERHITUNGAN KUAT TEKAN SKALA LOG PADA FAS 0,4

Untuk substitusi kuat tekan (Y') = log Y

Agar didapatkan persamaan Duff Abrams

$$f_c = A / B^X$$

$$Y = A \cdot B^X$$

$$\log Y = \log A - X \log B$$

$$Y' = A' - X \cdot B'$$

$$Y' = A' - B' X$$

Karena Hubungan yang didapat adalah $Y = A - BX$

maka, $A' = A$ dan $B' = B$

Dari hasil regresi berat semen 350 didapat :

BS 350 $Y = -0,4356x + 1,4035$

sehingga $A' = 1.4035$

$B' = 0.4356$

$Y' = 1,4035 - X,$

(0,4356)

Dimasukkan ke pers, Awal (di anti log)

$Y = 25,322 / 2,726 ^X , dg$

$A = \text{antlog } A' = 25.322$

$B = \text{antlog } B' = 2.726$

koreksi, untuk fas = 0,4 ,

didapat

$Y = f_c = 16.95 \text{ Mpa}$

PERPUSTAKAAN
UNNES

ANALISA PERHITUNGAN KUAT TEKAN SKALA LOG PADA FAS 0,45

Untuk substitusi kuat tekan (Y') = log Y

Agar didapatkan persamaan Duff Abrams

$$f_c = A / B^X$$

$$Y = A \cdot B^X$$

$$\log Y = \log A - X \log B$$

$$Y' = A' - X \cdot B'$$

$$Y' = A' - B' X$$

Karena Hubungan yang didapat adalah $Y = A - BX$

maka, $A' = A$ dan $B' = B$

Dari hasil regresi berat semen 350 didapat :

BS 350 $Y = -0,4356x + 1,4035$

sehingga $A' = 1.4035$

$B' = 0.4356$

$Y' = 1,4035 - X,$

(0,4356)

Dimasukkan ke pers, Awal (di anti log)

$Y = 25,322 / 2,726^X$, dg

$A = \text{antlog } A' = 25.322$

$B = \text{antlog } B' = 2.726$

koreksi, untuk fas = 0,5 ,

didapat

$Y = f_c = 16.13 \text{ Mpa}$

PERPUSTAKAAN
UNNES

ANALISA PERHITUNGAN KUAT TEKAN SKALA LOG PADA FAS 0,5

Untuk substitusi kuat tekan (Y') = log Y

Agar didapatkan persamaan Duff Abrams

$$f_c = A / B^X$$

$$Y = A \cdot B^X$$

$$\log Y = \log A - X \log B$$

$$Y' = A' - X \cdot B'$$

$$Y' = A' - B' X$$

Karena Hubungan yang didapat adalah $Y = A - BX$

maka, $A' = A$ dan $B' = B$

Dari hasil regresi berat semen 350 didapat :

BS 350 $Y = -0,4356x + 1,4035$

sehingga $A' = 1.4035$

$B' = 0.4356$

$Y' = 1,4035 - X,$
(0,4356)

Dimasukkan ke pers, Awal (di anti log)

$Y = 25,322 / 2,726 ^X$, dg

$A = \text{antlog } A' = 25.322$

$B = \text{antlog } B' = 2.726$

koreksi, untuk fas = 0,5 ,
didapat

$Y = f_c = 15.34 \text{ Mpa}$

PERPUSTAKAAN
UNNES

ANALISA PERHITUNGAN KUAT TEKAN SKALA LOG PADA FAS 0,55

Untuk substitusi kuat tekan (Y') = log Y

Agar didapatkan persamaan Duff Abrams

$$f_c = A / B^X$$

$$Y = A \cdot B^X$$

$$\log Y = \log A - X \log B$$

$$Y' = A' - X \cdot B'$$

$$Y' = A' - B' X$$

Karena Hubungan yang didapat adalah $Y = A - BX$

maka, $A' = A$ dan $B' = B$

Dari hasil regresi berat semen 350 didapat :

BS 350 $Y = -0,4356x + 1,4035$

sehingga $A' = 1.4035$

$B' = 0.4356$

$Y' = 1,4035 - X,$

(0,4356)

Dimasukkan ke pers, Awal (di anti log)

$Y = 25,322 / 2,726^X$, dg

$A = \text{antlog } A' = 25.322$

$B = \text{antlog } B' = 2.726$

koreksi, untuk fas = 0,55 ,

didapat

$Y = f_c = 14.59 \text{ Mpa}$

PERPUSTAKAAN
UNNES

ANALISA PERHITUNGAN KUAT TEKAN SKALA LOG PADA FAS 0,6

Untuk substitusi kuat tekan (Y') = log Y

Agar didapatkan persamaan Duff Abrams

$$f_c = A / B^X$$

$$Y = A \cdot B^X$$

$$\log Y = \log A - X \log B$$

$$Y' = A' - X \cdot B'$$

$$Y' = A' - B' X$$

Karena Hubungan yang didapat adalah $Y = A - BX$

maka, $A' = A$ dan $B' = B$

Dari hasil regresi berat semen 350 didapat :

BS 350 $Y = -0,4356x + 1,4035$

sehingga $A' = 1.4035$

$B' = 0.4356$

$Y' = 1,4035 - X,$

(0,4356)

Dimasukkan ke pers, Awal (di anti log)

$Y = 25,322 / 2,726^X$, dg

$A = \text{antlog } A' = 25.322$

$B = \text{antlog } B' = 2.726$

koreksi, untuk fas = 0,6 ,

didapat

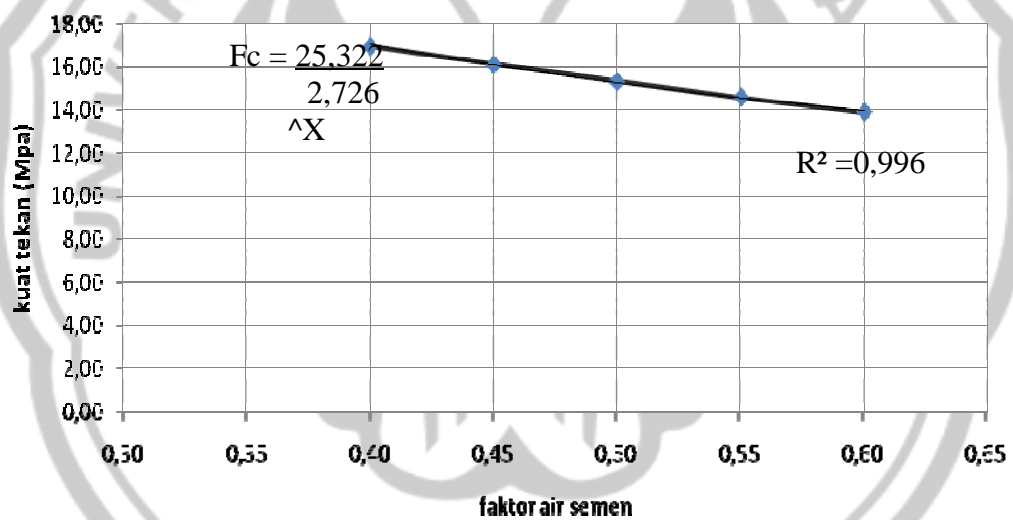
$Y = f_c = 13.87 \text{ Mpa}$

PERPUSTAKAAN
UNNES

Dari Hasil Analisa diperoleh :

Fas	fc
	350
0,40	16,95
0,45	16,13
0,50	15,34
0,55	14,59
0,60	13,87

Hubungan antara fas dan kuat tekan (hasil regresi)



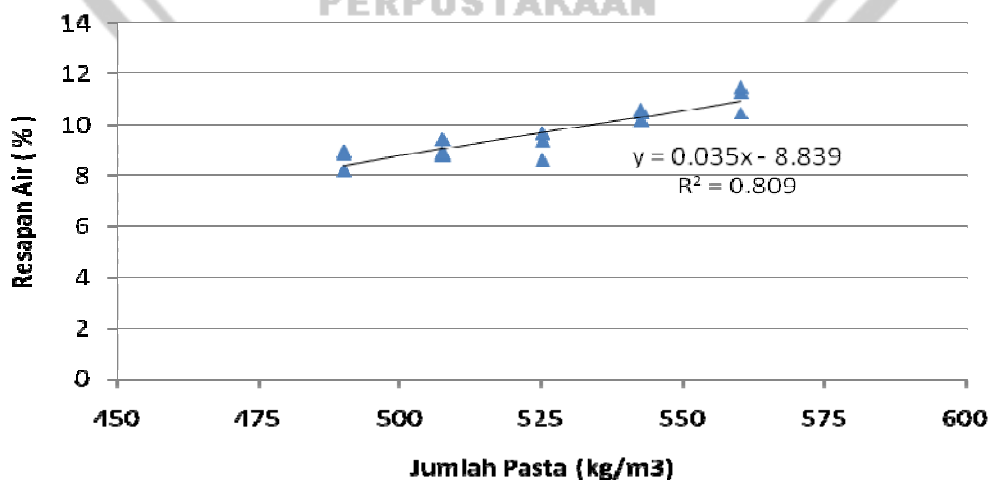


**LABORATORIUM BAHAN
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

HASIL UJI SERAPAN AIR LAMA RENDAMAN 24 Jam

NO.	Kode	Fas	Semen (kg/m ³)	Jumlah Pasta	Berat kering	Berat R.24 jam	Serapan air kondisi basah (%)	Serapan air Rata-rata (%)
					W1. (Kg)	W2. (Kg)		
1	A1	0,4	350	490	10,305	11,150	8,200	8,671
	A2	0,4	350	490	9,895	10,780	8,944	
	A3	0,4	350	490	10,315	11,230	8,871	
2	B1	0,45	350	508	9,570	10,475	9,457	9,058
	B2	0,45	350	508	9,860	10,730	8,824	
	B3	0,45	350	508	9,500	10,345	8,895	
3	C1	0,5	350	525	9,926	10,782	8,624	9,224
	C2	0,5	350	525	8,815	9,642	9,382	
	C3	0,5	350	525	8,980	9,848	9,666	
4	D1	0,55	350	543	8,530	9,435	10,610	10,419
	D2	0,55	350	543	8,650	9,530	10,173	
	D3	0,55	350	543	8,450	9,335	10,473	
5	E1	0,6	350	560	8,290	9,160	10,495	11,080
	E2	0,6	350	560	7,990	8,892	11,289	
	E3	0,6	350	560	7,595	8,465	11,455	

**GRAFIK HUBUNGAN ANTARA JUMLAH PASTA DENGAN
RESAPAN AIR LAMA RENDAMAN 24 JAM**





Pasir muntilan sebagai agregat halus dalam pembuatan bata beton berlubang



Pecahan Keramik sebagai agregat halus dalam pembuatan bata beton berlubang



Semen OPC merk Gresik kemasan 50 kg yang digunakan dalam pembuatan bata beton berlubang



Cetakan menggunakan kayu dan potongan pralon sebagai lubang



Proses pemasukan adukan bata beton kedalam cetakan



Proses perawatan bata beton dengan cara ditutup kain goni dan disiram air