PENGARUH PENAMBAHAN POTONGAN KERTAS KORAN PADA BATA BETON BERLUBANG

(Tinjauan Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air Pada Perbandingan Campuran Adukan 0.5Kertas : 1Semen : 5Pasir Dengan Fas 0.4, 0.45, 0.5, 0.55)

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

Oleh
Soni Tri Zuliyanto
5101405056

PERPUSTAKAAN UNNES

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2010

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh Pembimbing untuk diajukan ke Sidang Panitia Ujian pada :

Hari :

Tanggal :

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Drs. Hery Suroso, ST.MT	Drs. Bambang Sugiyarto
NIP. 19680419199310 1 001	NIP. 19640601199102 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Ir. H. Agung Sutarto, MT.

NIP. 19610408199102 1 001

PENGESAHAN KELULUSAN

Skripsi dengan judul "**PENGARUH PENAMBAHAN POTONGAN KERTAS KORAN PADA BATA BETON BERLUBANG** (Tinjau Terhadap Kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Perbandingan Campuran Adukan 0.5 Kertas : 1 Semen : 5 Pasir Dengan Fas 0.4, 0.45, 0.5, 0.55)", telah dipertahankan dihadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada:

Hari :
Tanggal :

Ketua	Skertaris
Ir. H. Agung Sutarto, MT. NIP. 19610408199102 1 001	Aris Widodo, S. Pd, M.T NIP. 19710207199903 1 001
Pembimbing I	PengujiI
Drs. Hery Suroso, ST.MT NIP. 19680419199310 1 001	Yuliarti K, ST.MT.MEng.Prac NIP. 19760711200003 2 001
Pembimbing I	PengujiII
Drs. Bambang Sugiyarto NIP. 19640601199102 1 001	Drs. Hery Suroso, ST.MT NIP. 19680419199310 1 001
	PengujiII
	Drs. Bambang Sugiyarto NIP. 19640601199102 1 001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Semarang

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

PERPUSTAKAAN UNNES

PERNYATAAN

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

Semarang, Maret 2010
Penulis,

Soni Tri Zuliyanto
NIM. 5101405053

.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO :

1. Janganlah kau sesali yang terjadi, buatlah itu pengalaman yang sangat berharga.
2. Hadapi harimu dengan senyuman.
3. Ikuti kata hatimu yang paling dalam, akan kau temukan kebenaran sejati.
4. Awali langkah mu dengan keyakinan dan niatan yang tulus serta restu orang tua agar hatimu tenang untuk menjalaninya.

PERSEMBAHAN :

- *Bapak, Ibuku tercinta atas kasih sayang, didikan, arahan, do'a, serta dukungannya baik moral maupun spiritual, Kakakku, Keponakanku serta Nirmala yang saya cintai dan segenap keluarga besarku atas dorongan serta doa-doanya.*
- *Teman-teman seperjuangan Rosi Ristiyanto, Wahyu Kurniawan, Wisnu Jati Wongso Putro yang telah iklas membantu dan bekerjasama.*
- *Keluarga besar Contrakan Comunity dan teman-temanku semua atas saran-sarannya*
- *Semuwa teman-temen PTB'05 pokonya maternuwun sanget.*

PERPUSTAKAAN UNNES

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Karena dengan rahmat dan karuniaNya dapat terselesaikan skripsi berjudul "PENGARUH PENAMBAHAN POTONGAN KERTAS KORAN PADA BATA BETON BERLUBANG (Tinjauan Terhadap Kuat Tekan Dan Serapan Air Dengan Perbandingan Campuran Adukan 0.5Kertas : 1 Pc : 5 Ps Variasi Fas 0.4, 0.45, 0.5, 0.55)" Adapun penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan gelar Sarjana Pendidikan pada program studi Teknik Sipil 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. Kepada kedua Orangtua tercinta atas kasih sayang, didikan, arahan, do'a, serta dukungannya baik moral maupun spiritual.
2. Prof. Dr. Sudijono Sastroatmodjo, M.Si. selaku Rektor Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Abdurrahman, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
4. Ir. H. Agung Sutarto,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang..
5. Aris Widodo, S.Pd, MT selaku Ketua Prodi Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Semarang.
6. Drs. Hery Suroso, ST.MT. selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan pengarahan kepada penulis.
7. Drs. Bambang Sugiyarto. selaku Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis.
8. Teman-teman PTB angkatan 2005 atas semangat dan kebersamaannya.

Penulis sadar bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, demi sempurnanya skripsi ini penulis sangat mengharap kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Demikian yang dapat penulis sampaikan. Semoga penyusunan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Sipil.

Semarang, Maret 2010

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

ABSTRAK

Zuliyanto, Soni, Tri. 2010. Pengaru Penambahan Potongan Kertas Koran Pada Bata Beton Berlubang (Tinjauan Terhadap Kuat Tekan Dan Serapan Air Dengan Perbandingan Campuran Adukan 0.5Kertas : 1 Pc : 5 Ps Variasi Fas 0.4, 0.45, 0.5, 0.55). Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
Pembimbing I Drs. Hery suroso, ST.MT., Pembimbing II Drs. Bambang Sugiyarto.

Kata kunci : bata beton berlubang, kertas koran, kuat tekan, serapan air.

Penambahan potongan kertas koran dalam pembuatan bata beton berlubang merupakan langkah pengoptimalan pemanfaatan bahan lokal guna mengurangi penggunaan bahan pengisi. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat karakteristik bahan susun bata beton berlubang, kuat tekan dan nilai serapan air pada bata beton berlubang dengan penambahan potongan kertas koran pada variasi komposisi yang direncanakan. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah dapat diketahui pengaruh penambahan potongan kertas koran dalam pembuatan bata beton berlubang, dapat mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam pembuatan bata beton berlubang , hasil penelitian dapat dikembangkan pada dunia usaha sebagai salah satu alternatif bahan bangunan.

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,5Kts : 1PC : 5 Psr, denagn variasi fas 0.4, 0.45, 0.5, 0.55. Komposisi perbandingan campuran bata beton berlubang dengan penambahan potongan kertas koran dilakukan terhadap volume bata beton berlubang. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan dan serapan air. Benda uji dibuat sebanyak 13 buah dalam tiap perbandingan campuran bata beton berlubang, masing-masing 10 buah untuk kuat tekan dan 3 buah untuk serapan air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perbandingan campuran 0,5Kts : 1PC : 5 Psr pada masing-masing variasi fas 0.4 dicapai kuat tekan bata beton berlubang tertinggi sebesar 4,01 MPa (syarat mutu III), dan kuat tekan terendah sebesar 2,1 MPa pada masing-masing variasi fas 0.55 (syarat mutu IV). Pada penelitian terjadi peningkatan nilai serapan air bata beton berlubang dari perbandingan campuran 0,5Kts : 1PC : 5Psr dengan nilai serapan air tertinggi sebesar 13,76% pada masing-masing variasi Fas 0.55, dan nilai serapan terendah didapat 7,31% pada masing-masing variasi Fas 0.4.

DAFTAR ISI

hal

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING..... ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI..... iii
PERNYATAAN iv
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN v
KATA PENGANTAR vi
ABSTRAK viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR..... xiv
DAFTAR GRAFIK..... xv
DAFTAR LAMPIRAN..... xvi
BAB 1. PENDAHULUAN..... 1
1.1. Latar Belakang..... 1
1.2. Perumusan Masalah 2
1.3. Pembatasan Masalah 3
1.4. Tujuan Penelitian 3
1.5. Manfaat Penelitian 4
1.6. Sistematika Skripsi..... 4
BAB 2. LANDASAN TEORI..... 6
2.1. Bata Beton 6
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. Persyaratan Bata Beton Berlubang 9
2.2. Bahan Pembuatan Bata Beton..... 11
2.2.1. Portland Cement (Semen Porland)..... 11

2.2.2. Agregat 13
2.2.3. Air 17
2.2.4. Kertas 19
2.3. Kerangka Berpikir 24
2.4. Kajian Pustaka 26
BAB 3. METODE PENELITIAN 29
3.1. Variabel Penelitian 29
3.2. Bahan 30
3.3. Alat 30
3.4. Prosedur Penelitian 32
BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 38
4.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun Bata Beton Berlubang 38
4.1.1. Air 38
4.1.2. Semen Portland 38
4.1.3. Pasir 38
4.1.4. Kertas 40
4.2. Rancangan Adukan Bata Beton Berlubang 40
4.3. Hasil Uji Kuat Tekan Bata Beton Berlubang 41
4.4. Serapan Air pada Bata Beton Berlubang 45
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN 49
5.1 Kesimpulan 49
5.2 Saran 50
DAFTAR PUSTAKA 51

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Persyaratan Mutu Bata Beton..... 8
Tabel 2.2. Persyaratan Ukuran Bata Beton Dalam Perdagangan 9
Tabel 2.3. Syarat-syarat fisis mutu bata beton berlubang (SNI 04-1989-F) .. 10
Tabel 2.4. Syarat-syarat fisis bata beton berlubang (SNI 04-1989-F) 10
Tabel 2.5 Syarat Batas Gradasi Pasir 15
Tabel.3.1. Variable Bata Beton Berlubang..... 29
Tabel 4.1. Rencana adukan..... 41

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2. Gambaran Kerangka Berfikir Penelitian..... 26
Gambar 3.*1* Pengujian Kuat Tekan Bata Beton..... 35

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Grafik Uji Gradasi Pasir Muntilan 39
Grafik 4.2. Hubungan antara fas dan kuat tekan (persampel) 42
Grafik 4.3. Hubungan antara fas dan kuat tekan 43
Grafik 4.4. Hubungan antara jumlah pasta dan serapan air (persampel) 45
Grafik 4.5. Hubungan antara jumlah pasta dan serapan air dengan rendaman 24 jam 42

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR LAMPIRAN

Lampisan 1. Data hasil pemeriksaan berat satuan pasir muntilan 53

Lampiran 2. Syarat batas gradasi pasir dan hasil uji gradasi pasir muntilan 54

Lampisan 3. Perhitungan bata beton berlubang 55

Lampisan 4. Perhituyngan kuat tekan dengan f.a.s. (skala log) 57

Lampisan 5. Data hasil kuat tekan dengan fas 58

Lampisan 6. Data kuat tekan anti log 60

Lampisan 7. Grafik kuat tekan log 62

Lampisan 8. Data serapan air selama 24 jam dan grafik hubungan serap air dengan pasta 63

Lampisan 9. Dokumentasi 64

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan perumahan saat ini menyebabkan peningkatan kebutuhan akan bahan bangunan. Bahan yang digunakan untuk bangunan terdiri dari bahan-bahan atap, dinding dan lantai. Bahan bangunan tersebut harus tersedia dengan jumlah yang besar dan dari segi ekonomis dapat terjangkau oleh seluruh kalangan masyarakat.

Bata beton adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis atau sejenisnya ditambah agregat dan air dengan atau tanpa bahan tambah lain yang tidak merugikan sifat beton itu (Sugiharti dan Riskijah, 2000). Bata beton berlubang mempunyai luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume batanya (SK SNI S – 04 – 1989 – F).

Pemakaian bata beton sebagai elemen bahan bangunan didasarkan atas beberapa pertimbangan antara lain, ukurannya seragam, mutunya seragam bila dibuat dengan cara yang sama, cukup kuat dan awet, pemasangan mudah dan rapi tidak perlu pemotongan, permukaan menarik dan tidak perlu diplester lagi, harga pasangan jadi bersaing dengan bahan lainnya.

Berkembang pesatnya teknologi dalam bidang konstruksi pada saat ini semakin dituntut adanya alternatif yang terlahir dari beberapa penelitian yang intinya adalah dapat menciptakan suatu temuan baru atau paling tidak dapat

mengembangkan penelitian terdahulu, sehingga diharapkan dapat menghasilkan produk teknologi beton yang semakin bermutu dan efisien.

Pemakaian kertas koran sebagai bahan campuran pada adukan beton berlubang untuk struktur bangunan belum banyak dikenal dan jarang digunakan di Indonesia. Belum banyaknya penelitian tentang bata beton berlubang dengan kertas maka penulis mempunyai rasa keingintahuan yang tinggi dan ingin melakukan penelitian terhadap pengaruh penambahan kertas koran dalam campuran bata beton berlubang terhadap sifat mekanis beton.

Dalam ilmu bahan bangunan ada beberapa jenis bahan yang dikategorikan sebagai bahan ikat dalam adukan, di antaranya adalah semen, kapur, tras, pozolan dan berapa bahan ikat lainnya (Moerdwiyono, 1977 dalam Andoyo, 2006). Atas dasar pertimbangan tersebut, dilakukan penelitian mengenai penambahan kertas koran pada pembuatan bata beton berlubang dengan komposisi yang bervariasi.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka timbul suatu pemikiran untuk melakukan penelitian mengenai penambahan kertas koran pada pembuatan bata beton berlubang. Dari penelitian ini akan dikaji mengenai adakah pengaruh penambahan kertas Koran

1.3. Pembatasan Masalah

Data yang diharapkan dari penelitian ini yaitu tentang uji kuat tekan dan serapan air pada bata beton berlubang dengan penambahan kertas koran. Macam dan jenis penelitian akan dibatasi pada permasalahan sebagai berikut:

1. Pengujian terhadap bata beton meliputi kuat tekan dan penyerapan air.
2. Kertas yang digunakan adalah kertas koran.
3. Air yang digunakan adalah air yang tersedia di Laboratorium Bahan pada jurusan Teknik Sipil.
4. Pasir yang digunakan adalah pasir muntilan.
5. Semen yang digunakan adalah semen merk gresik kemasan 50 kg, tipe I.
6. 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 Faktor Air Semen (FAS) 0.4, 0.45, 0.5, 0.55 yang tiap variable 13 buah benda uji (10 buah untuk pengujian tekan batako, 3 buah untuk uji resapan air).
7. Pengujian terhadap bata beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari yaitu uji tekan dan serapan air.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian mengenai penambahan kertas koran dalam pembuatan bata beton berlubang dimaksudkan untuk :

1. Mengetahui seberapa besar kuat tekan bata beton berlubang menggunakan

bahan tambahan potongan kertas koran.

2. Mengetahui seberapa besar penyerapan air bata beton berlubang mengunakan bahan tambahan potongan kertas koran.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat memberikan konstribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat di antaranya adalah :

1. Sebagai tambahan wawasan pengetahuan peneliti khususnya pada pembuatan bata beton berlubang.
2. Sebagai salah satu sumbangan dalam pengembangan ilmu pengetahuan, sehingga menambah wawasan khususnya bahan bata beton berlubang.
3. Sebagai bahan masukan kepada masyarakat sekitar bahwa kertas koran dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pembuatan bata beton.

1.6. Sistematika Skripsi

Sistematika dalam skripsi ini adalah sebagai berikut: Bagian pengantar skripsi, meliputi: halaman judul, halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, abstrak, daftar isi, daftar tabel, daftar lampiran, serta isi skripsi yang terdiri dari lima bab yaitu:

Bab I Pendahuluan, yang berisi tentang latar belakang, permasalahan, penegasan istilah/batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan skripsi.

PERPUSTAKAAN UNNES

Bab II Kajian pustaka pada bab ini menjelaskan tentang pengertian bata beton berlubang, bahan pembuatan bata beton berlubang, kertas koran dan kerangka berpikir. terhadap kuat tekan dan serapan air pada bata beton berlubang dengan variasi komposisi campuran yang telah ditentukan.

Bab III Metode Penelitian, yang berisi tentang penjelaskan tentang bahan, alat, variable dan tahap penelitian.

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan, yang berisi tentang hasil perhitungan data dan pembahasan tentang hasil penelitian.

Bab V Kesimpulan dan saran, Yang berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran penelitian yang terkait dengan hasil penelitian. Selain itu juga disertakan daftar pustaka pada bagian akhir skripsi dan lampiran-lampiran yang mendukung pembahasan skripsi.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB 2
LANDASAN TEORI

2.1. Bata Beton

Bata beton adalah suatu bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland (PC), agregat halus, air atau bahan tambah *additive* lainnya. Dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding (SK SNI S – 04 – 1989 – F). Bata beton mencakup jenis-jenis bata beton yang terbuat dari tanah stabilisasi kapur atau semen *(lime stabilized brick on soil cement brick)*, bata kapur atau bata semen portland dan pasir (Sugiharti dan Riskijah, 2000).

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

PERPUSTAKAAN UNNES

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

Pemakaian bata beton berlubang bila dibandingkan dengan batu bata, terlihat penghematannya dalam beberapa segi, untuk tiap-tiap m^2 luas dinding lebih sedikit jumlah bata beton yang dibutuhkan, penghematan dalam pemakaian adukan sampai 70%. Berat tembok diperingan sampai 50%,dengan demikian

pondasi juga bisa berkurang, Bentuk-bentuk bata beton yang bermacam-macam memungkinkan variasi yang cukup banyak dan jika kualitas bata beton baik, maka tembok tersebut tidak perlu diplester dan sudah cukup menarik. Bata beton dapat dibuat dengan mudah dengan menggunakan peralatan atau mesin sederhana, tidak perlu dibakar dengan demikian menghemat energi sekitar 80% (Frik dan Koesmartadi, 1999 : 97).

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

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 beton 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, (SK SNI - 04-1989), 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 diplester. Bata beton berlubang mutu III harus mempunyai kuet 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 Bata Beton

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.

PERPUSTAKAAN UNNES

Tabel 2.2. Persyaratan Ukuran Bata Beton 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 (Kimpraswil, 2008):

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:

a) Pandangan luar beton harus tidak terdapat retak-retak, cacat.

b) Syarat fisis.

PERPUSTAKAAN UNNES

Tabel 2.3. Syarat-syarat fisis mutu bata beton berlubang (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.

c) Syarat ukuran dan toleransi

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

Tabel 2.4. Syarat-syarat fisis bata beton berlubang (SNI 04-1989-F),

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

Pengujian bata beton berlubang dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat tekan dan serapan air bata beton pada umur tertentu yang digunakan untuk mengetahui mutu bata beton sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan.

2.2. Bahan Pembuatan Bata Beton

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. Tetapi ada juga bata beton yang memakai bahan tambahan misalnya pecahan genteng dan pecahan bata. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan bata beton adalah sebagai berikut.

2.2.1. Portland Cement (Semen Porland)

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, 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 semen 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 porland 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 pemakainnya, 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_3Al), senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas yang menyebabkan pengerasan awal, tetapi kurang kontribusinya pada kekuatan batas, kurang ketahanannya.
2) terhadap agresi kimiawi, paling mengalami disintegrasi oleh sulfat air tanah dan tendensinya sangat besar untuk retak-retak oleh perubahan volume.
3) Tricalsium 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.
4) 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.
5) Tetra Calsium Aluminoferrite (C_4AF), senyawa ini kurang tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat-sifat semen.

PERPUSTAKAAN UNNES

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/betonnya, sehingga pemilihan

agragat merupakan suwatu 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 (Tjokrodimuljo, 2007 : 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 garadasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar, sebagai mana tampak pada Tabel 2.5 (Tjokrodimuljo, 2007 : 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 Tjokrodimulyo (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. Betonnya pun 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 (sampai5), 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.

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 modulu halus butir menunjukan bahwa makin besar ukuran butir-butir agregatnya. Pada umunya 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 komulatif 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.

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

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 kenyataanya jika nilai faktor air semen (berat air dibagi barat semen) kurang dari 0,35 adukan beton akan sulit dikerjakan,

sehingga umumnya nilai faktor air semen lebih dari 0,40 (Tjokrodimuljo, 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/ 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, 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 pontasoium 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 tulangannya.

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 ynag mungkin juga terdapat dalam air. Bila kandungan itu kurang dari 0,05 persen berat air tampaknya tidak berpengaruh terhadap kekuatanya beton. Namun dalam jumlah yang lebih banyak dapat memperlambat ikatan awal dan kekuatan beton dapat berkurang.

2.2.4. Kertas

Kertas adalah bahan yang tipis dan rata yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari pulp. Serat yang digunakan adalah serat alami dan menggandung selulosa dan hemi selulosa. Kertas dikenal sebagai media utama untuk menulis, mencetak serta melukis, dan banyak kegunaan lain yang dapat dilakukan dengan kertas. PULP adalah hasil pemisahan serat dari batang baku berserat (kayu).

Penggolongan Jenis dan Nama Kertas Menurut Tappi (2008), dimana ada 12 jenis kertas yaitu :

1. Uncoated groundwood

Kertas yang tidak mempunyai lapisan *coatin* pigmen dan diproduksi menggunakan pulp mekanis (mechanical pulps), bubur kertas yang diproduksi tanpa proses kimiawi. Kurang lebih 80% kertas jenis ini adalah kertas koran (newsprint). Gramatur (berat kertas dalam gram per satu meter persegi adalah 24-

75 g/m^2, dengan kertas koran dari 38 g/m^2 to 52 g/m^2. Disamping itu, jenis kertas lainnya adalah kertas untuk direktori (seperti *yellow page*), computer paper, katalog, dan *advertising supplements* (brosur sisipan yang umumnya dicetak dengan system rotogravure).

2. Coated groundwood

Kertas jenis ini paling tidak mempunyai 10% pulp mekanis (umumnya 50-55% groundwood) dengan sisanya menggunakan pulp kimia. Kategori kertas ini di USA masuk dalan kertas No. 5 *enamel paper* (kertas coated dengan brightness – tingkat kecerahan paling rendah, sekitar 80%) dan kertas No. 4 (brightnes sekitar 85%), keduanya mempunyai lapisan *coating* pigmen dikedua sisi.

Umumnya kertas ini berwarna kekuningan karena banyak pulp mekanis dan mempunyai gramtur dari 45 g/m^2 to 130 g/m^2. Kertas ini umumnya ditemukan pada kegunaan kertas dengan mesin cetak letterpress dan offset, seperti LWC (*light weight coated* – kertas yang mempunyai lapisan coating rendah sekitar 7-10 gr/m^2 dan kertas coated untuk majalah.

3. Uncoated Woodfree

Kertas jenis ini mempunyai kandungan pulp mekanis lebih rendah dari 10% umumnya bisa 0% dan tidak mempunyai lapisan coating pigmen sama sekali. Kegunaan kertas ini termasuk *office papers* (formulir, kertas fotokopi, kertas buku tulis, dan kertas amplop), kertas carbonless (NCR), dan kertas cetak atau anda biasa sebut HVS untuk brosur, selebaran, iklan, dan bahkan kartu pos bila tebal. Bila anda sering bergelut dengan pasar ekspor, jenis kertas ini sering juga disebut *printing, writing, and book papers* (kertas cetak, tulis dan buku).

4. Coated Woodfree

Jenis kertas ini juga mengandung kurang 10% pulp mekanis, tetapi mempunyai lapisan coating pigmen baik dua sisi atau satu sisi. Di USA kertas ini disebut No. 1-3 enamel (dimana kertas coated dengan brightness atau tingkat kecerahan berkisar dari 88% sampai dengan 96%).

Di pasar lokal anda sering mendengar Art Paper dan Art Board yang mempunyai lapisan coating dua sisi yang bisa berkisar antara 20 gr/m^2 dan 35 gr/m^2. Kertas C1S Label masuk dalam kategori ini dimana hanya mempunyai lapisan coating disatu sisi. Gramatur kertas berkisar antara 70 gr/m^2 dan 300 dr/m^2. Art Paper umumnya mulai dari 70 gr/m^2 samapai dengan 150 gr/m^2, sementara Art Board mulai dari 170 gr/m^2 sampai dengan 300 gr/m^2. Kegunaan paling umum adalah untuk majalah, buku, cetak *commercial* dengan mutu yang tinggi dan mahal karena brightness yang relatif tinggi dibanding kertas *uncoated groundwood.*

5. Kraft Paper

Kertas kraft, arti harfiahnya adalah kertas kuat, mempunyai 4 kegunaan utama:

a. Kertas bungkus (*wrapping*) seperti untuk bungkus kertas plano, kertas bungkusnasi dll.
b. Kantong (bag/sack) - seperti kantong belanja atau *shopping bag*.
c. Karung (*shipping sack*) - seperti karung atau kantong semen.
d. Dan berbagai fungsi *converting*.

Gramatur berkisar antara 50 gr/m^2 dan 134 gr/m^2. Pulp kertas yang dipakai bisa

PERPUSTAKAAN UNNES

melalui proses pemutihan atau *bleaching* atau tidak. Bila tidak diputihkan maka berwarna coklat.

6. Bleached Paperboard

Pulp kertas yang dipakai adalah *beached sulfate* dan kegunaan utama adalah *folding carton* - untuk membuat box, dan kertas karton susu atau juice. Karena *bleach* maka warna kertas karon ini putih dan sekitar setengah jumlah produksi adalah coated. Biasanya di pasar USA, kertas ini dipanggil dengan nama SBS atau *solid bleached board*. Gramatur bervariasi mulai dari 200 gr/m^2 sampai dengan 500 gr/m^2.

Golongan jenis kertas ini termasuk untuk membuat gelas kertas, piring kertas, karton tebal cetak, *tag stock* (kertas karton untuk gantungan, kartu komputer, *file folders* (map folio), dan kartu index (kartu index nama). Dipasar lokal sering kita temukan sebagai C2S Board atau C1S Board tergantung jumlah sisi yang mepunyai lapisan coating pigmen.

Dipasar lokal, sering anda temui Ivory Boars yang bisa dikategorikan dalam jenis kertas ini. Namun sebetulnya sedikit berbeda karena dicampur dengan pulp mekanis, jadi warna agak sedikit kekuningan bila dibanding SBS. Ivory juga terdiri dari beberapa lapisan kertas yang digabung jadi satu, sementara SBS hanya satu lapisan yang tebal saja. Tidak jarang anda mungkin mendengar SBB atau *solid bleached board* yang bubur kertasnya adalah pulp kimia seperti SBS tetapi mempunyai sususunan lapisan yang berlapis layaknya Ivory.

7. Unbleached Paperboard

Kertas karton ini tidak diputihkan dengan bleaching dan diproduksi dari *virgin*

kraft (pulp kimia dengan serat non-recycle) atau *neutral sulfitesemichemical pulp* (bubur kertas dengan proses semi-kimia sulfite yang netral). Produk utama adalah linerboard, jenis kertas yang digunakan untuk membuat *corrugated containers* (corrugated box yang biasanya berwarna coklat). Berat gramatur umumnya 130 gr/m^2 sampai dengan 450 g/m^2. *Ccorrugating medium* atau kertas medium juga masuk dalam kaetgori ini yang dibuat dengan sebagian campuran kertas recycle.

8. Recycled Paperboard

Pulp yang digunakan terdiri atas kertas recycle atau daur ulang. Jenis kertas ini meliputi rentang variasi kertas yang luas mulai dari kertas medium untuk *corrugated box*, folding boxboard atau clay coated news back - anda sering mendengar sebagai Duplex dan Triplex, setup boxboard - layaknya duplex tetapi uncoated, and berbagai jenis kertas dan kertas karton. Juga gypsum liner – kertas yang digunakas sebagai pelapis luar gypsum board, kertas untuk *core tube* dan lain sebagainya.

9. MG Kraft Specialties

Kertas jenis ini mempunyai permukaan dengan penampakan yang licin dan seperti kaca (glaze) dimana kertas tersebut diproduksi diatas mesin yang memounyai silinder pengering / pemanas yang diametrnya sangat besar. Di pasar lokal anda sering mendengar kertas Litho, Doorslag. Jenis kertas lainnya seperti kertas dasar (base paper) untuk *wax paper*, kertas bungkus, *carbonizing*, dan kraft specialties.

10. Tissue

Bubur kertas yang dipakai untuk tisu adalah pulp kimia yang di-bleach dengan tambahan bisa 50 atau lebih pulp mekanis. Mayoritas kertas tisu digunakan untuk produk sanitari seperti tisu gulung, *towel, bathroom, napkins* dll. Gramatur mempunyai rentang dari 13 gr/m^2 sampai dengan 75 gr/m^2. Jenis kertas ini diproduksi dengan sistim *through air dried* (TAD) or mesin kertas Yankee (silinder pemanas yang diameternya sangat besar) yang mempunyai *wet* atau *dry crepe operation.*

11. Market Pulp

Pulp atau bubur kertas juga dikategorikan sebagai kertas yang dibagi jenisnya berdasarkan jenis kayu, proses pembuatan pulp, dan proses pemutihan atau *bleaching.* Bubur kertas dijual dalam bentuk lembaran, bal, dan gulungan.

12. Others

Kategori lain-lain digunakan untuk jenis kertas yang tidak masuk dalam ke 11 golongan kertas diatas. Kurang dari 5% jumlah kertas dunia masuk dalam kategori ini, jadi sebetulnya relatif kecil. Contohnya seperti kertas *hardboard*, *asbestos board*, kertas cigarette, *condenser*, kertas bible), glassine, kertas tahan minyak, kertas release untuk sticker, dan kertas yang tersusun dari serat tumbuhan bukan pohon (seperti kertas, serat pisang dll.).

2.3. Kerangka Berpikir

Sejalan dengan meningkatnya kegiatan pembangunan dan banyaknya penggunaan batako sebagai bahan bangunan, perlu dilakukan upaya untuk mendapatkan bahan

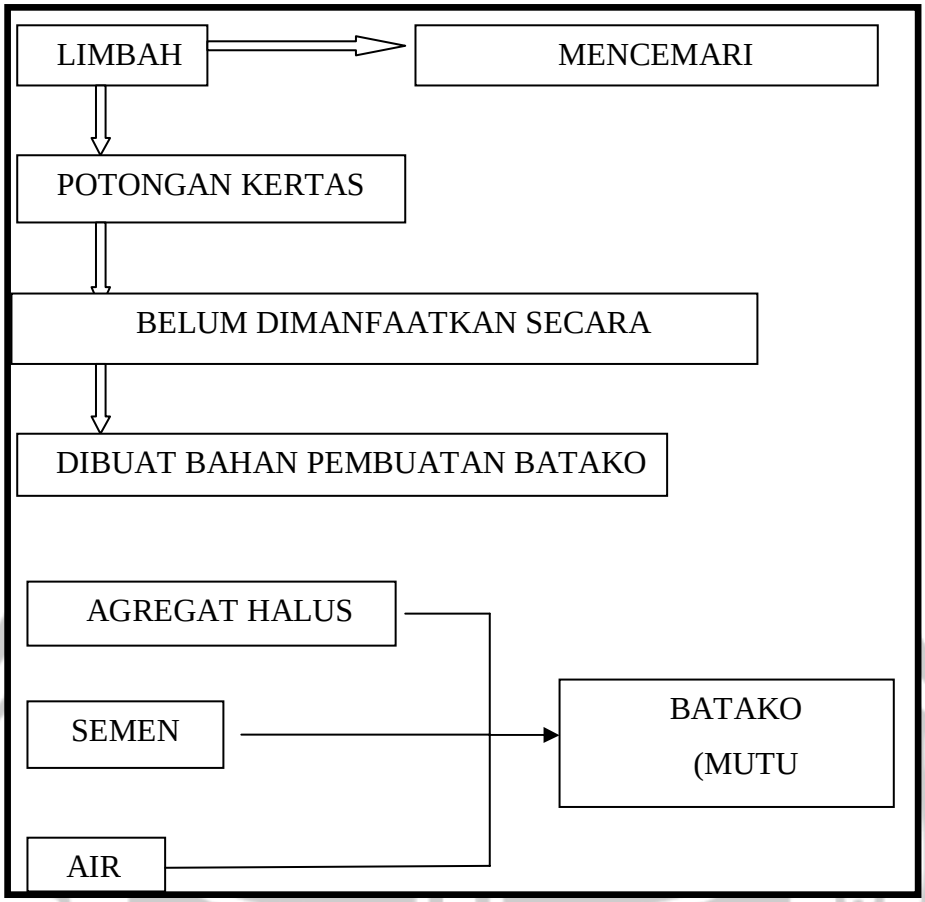
pengisi yang dapat digunakan sebagai agregat dalam pembuatan batako. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan atau dimanfaatkan adalah kertas koran.

Kertas koran merupakan limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat, agar pemanfaatan kertas koran menjadi optimal perlu adanya penelitian tentang pemanfaatan kertas koran khususnya sebagai bahan pengisi pada batako. Agar dicapai hasil maksimal perlu adanya penelitian yang melalui beberapa pengujian yaitu, pengujian bahan batako, serapan air batako pengujian kuat tekan batako umur 28 hari bertujuan untuk mengetahui mutu batako.

Dengan serangkaian pengujian tersebut akan diketahui seberapa besar pengaruh penggunan potongan kertas koran terhadap kuat tekan batako.

Berikut gambaran singkat dari kerangka berfikir di atas yang disajikan dalam bentuk bagan seperti di bawah ini.

PERPUSTAKAAN
UNNES



Gambar 2.2. Gambaran Kerangka Berfikir Penelitian

2.4. Kajian Pustaka

Penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan Mustain (2006). Tentang penambahan abu terbang terhadap kuat tekan dan serapan air bata beton. Untuk kuat tekan bata beton diperoleh kesimpulan bahwa dengan penambahan konsentrasi abu terbang pada variasi perbandingan campuran bata beton, maka kuat tekan bata beton semakin meningkat.

Serap air bata beton pada penelitian ini didapat kesimpulan bahwa semakin bertambahnya konsentrasi abu terbang maka menyebabkan daya serap air bata

beton semakin menurun. Dikarenakan abu terbang mempunyai butiran yang lebih kecil daripada semen, hal ini memungkinkan abu terbang mengisi rongga-rongga yang terdapat diantara butiran pasir, sehingga volume bata beton berlubang menjadi lebih padat.

Menurut Rosyida (2007), tentang penambahan tras muria untuk bata beton ditinjau terhadap kuat tekan dan serap air. Dari hasil penelitian untuk kuat tekan bata beton dapat diambil kesimpulan, bahwa semakin besar penambahan tras muria pada perbandingan campuran bata beton menyebabkan kuat tekan bata beton semakin meningkat. Akan tetapi pada perbandingan tertentu nilai kuat tekan akan menurun kembali.

Penurunan kuat tekan bata beton dikarenakan terdapat suatu batasan yang memungkinkan kombinasi antara tras dan semen efektif sebagai bahan ikat. Penambahan tras melebihi dari batasan tersebut dalam campuran bata beton mengakibatkan ada sebagian tras yang tidak efektif lagi sebagai bahan ikat tambahan, semen sebagai bahan ikat semakin berkurang, sedangkan tras yang mengikat kapur bebas yang terkandung dalam semen sudah terlalu banyak. Tras akan mengalami peralihan fungsi menjadi bahan pengisi *(filler)* dengan daya ikat antar butiran sangat kecil, sehingga hanya semen yang berfungsi sebagi bahan ikat dalam campuran bata beton tersebut.

Pada penelitian Kumala (2009), tentang pemanfaatan keramik untuk bata beton, nilai kuat tekan bata beton keramik tertinggi diperoleh pada faktor air semen 0,4 sebesar 18,95 MPa dan kuat tekan bata beton terkecil diperoleh pada faktor air semen 0,6 dengan nilai kuat tekan sebesar 14,10 MPa. Hal ini dikarenakan

bertambahnya jumlah keramik yang digunakan, jumlah bahan lain seperti air dan semen yang berfungsi sebagai pengikat pada campuran adukan semakin berkurang. Hal ini menyebabkan bata beton yang dihasilkan mempunyaibanyak rongga.

Menurut Arief (2008), tentang beton dalam bentuk papercrete dengan pemanfaatan limbah sampah kertas koran bekas, dengan beberapa variasi campuran dengan bahan tambah 0,2% gula pasir pada masing-masing variasinya, menghasilkan berat papercrete pada kategori beton ringan dengan berat antara 840 – 933 kg/m^3. Dalam proses pembuatannya, campuran memerlukan tambahan air untuk membuat campuran lebih homogen tetapi dalam penelitian ini setelah proses pengempaan, terjadi kehilangan berat air dan semen, rata-rata sebesar 16,86%.

Kuat tekan beton berbentuk papercrete nilai kuat tekan tertinggi sebesar 2,01 MPa dengan faktor air semen 0,68. Kuat tekan menurun dengan bertambahnya faktor air semen pada fas 1,02 diperoleh nilai kuat tekannya sebesar 1,23 MPa. Kuat tekan campuran dengan gula pasir mempunyai rata-rata kuat tekan lebih tinggi, yaitu naik sebesar 50,24%, dibandingkan dengan campuran yang tidak menggunakan bahan tambah gula pasir. Pengaruh penambahan gula pasir sebanyak 0,2% dari berat semen, dapat menunda waktu ikat semen, sehingga semen bereaksi setelah proses pencampuran dan pengempaann selesai, yang berlangsung sekitar 2 jam.

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 menunjukan 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. Variable Bata Beton Berlubang

PERPUSTAKAAN UNNES

Campuran adukan (kertas : semen : pasir)	Faktor Air Semen (FAS)	Jml. Benda Uji	
		Kuat Tekan	Serapan Air
0.5 : 1 : 5	0.40	10	3
0.5 : 1 : 5	0.45	10	3
0.5 : 1 : 5	0.50	10	3
0.5 : 1 : 5	0.55	10	3
Jumlah total : 52 Benda Uji		40	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 Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

2. Semen

Dalam penelitian ini semen yang digunakan adalah semen portland jenis I yang ada di pasaran.

3. Agregat

Agregat yang digunakan sebagai agregat halus adalah pasir muntilan yang ada dipasaran.

4. Limbah potongan kertas koran

Limbah potongan kertas koran yang dipakai adalah limbah kertas koran yang sudah tidak digunakan.

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 dengan merk *Tatonas*.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

2. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur bahan susun adukan batako dengan merk *Radjin*.

3. Gelas ukur

Gelas ukur yang digunakan untuk mengukur banyaknya air yang digunakan pada pembuatan batako.

4. Molen / mesin pengaduk

Molen digunakan untuk pengadukan atau pencampuran antara pasir, semen, koran dan air.

5. Piknometer

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

6. Oven

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

7. Cetakan batako

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

8. Mesin uji tekan

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

3.4.Prosedur Penelitian

Data dalam penelitian ini merupakan hasil uji berat jenis pasir, kuat tekan dan serapan air batako dengan percobaan (eksperimen), dengan cara membuat batako dengan campuran limbah kertas koran.

Tahap dan prosedur penelitian ini adalah :

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan yaitu menyiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian pembuatan batako dengan campuran potongan kertas koran. Bahan dan peralatan yang akan digunakan adalah :

a. Bahan

1) Air
2) Semen
3) Agregat
4) Potongan kertas koran

b. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1) Ayakan
2) Timbangan
3) Gelas ukur
4) Piknometer
5) Oven
6) Cetakan batako
7) Molen atau mesin pengaduk

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

8) Mesin uji tekan

2. Tahap Pengujian Bahan

Untuk mengetahui karakteristik dari bahan penyusun batako dengan campuran kertas koran perlu diteliti bahan penyusunnya, dalam hal ini yang diteliti adalah semen, air, pasir dan kertas koran. Pengujian bahannya adalah sebagai berikut :

a. Pemeriksaan Berat Satuan Pasir

Langkah-langkah pemeriksaan berat satuan pasir adalah sebagai berikut :

Mempersiapkan alat yang akan digunakan yaitu bejana, timbangan dan pasir, Langkah pemeriksaan berat satuan pasir yang pertama menghitung volume bejana (V), dan timbang bejana kosong (W1), kemudian bejana di isi pasir sampai penuh lalu ditimbang (W2). Perhitungan berat satuan pasir dapat dilihat pada Lampiran 1.

b. 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.

c. 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. Tahap Pembuatan Adukan

Agregat halus, semen dengan variasi fas dengan perbandingan tertentu dan campuran kertas koran dibuat adukan batako. Pembuatan adukan batako dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

Menimbang bahan-bahan susun batako yaitu semen, pasir, kertas koran dan air dengan berat yang telah ditentukan dalam perencanaan campuran batako kemudian mempersiapkan cetakan batako dan peralatan lain yang dibutuhkan. Setelah itu campurkan bahan pengisi (agregat), bahan ikat (semen portland), bahan tambah (potongan kertas koran) 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) kedalam campuran bahan semen, pasir dan potongan kertas koran 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.

4. Tahap Pembuatan Benda Uji dan Perawatan Benda Uji

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

Pembuatan batako harus benar-benar dalam keadaan rata pada begian atas

cetakan. Setelah dipadatkan kemudian batako 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.

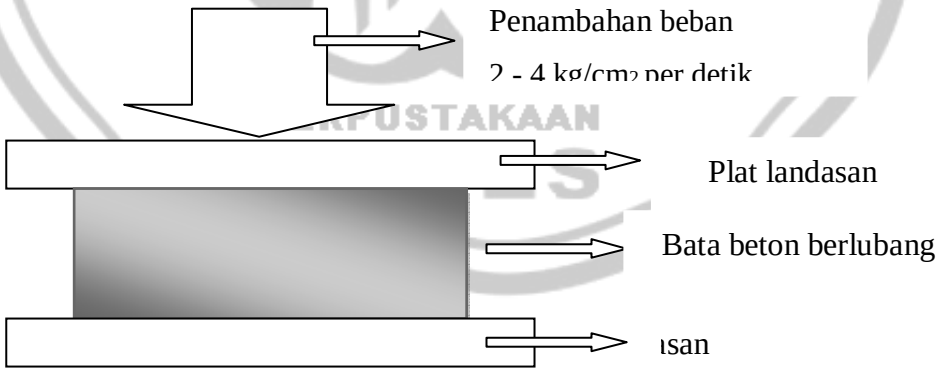
5. Tahap Pengujian Batako

Pada penelitian ini benda uji hanya kuat tekannya dan serapan air batako. Cara pengujiannya adalah sebagai berikut :

a. Pengujian Kuat Tekan Batako

Tahap pengujian kuat tekan batako adalah sebagai berikut :

Masing-masing batako 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/cm^2. 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 Batako

Tahap pengujian serapan air adalah sebagai berikut :

Batako yang telah breumur 28 hari dan dalam kondisi kering udara dimasukkan dalam oven dengan suhu 110ºC selama 24 jam. Setelah 24 jam batako dikeluarkan dan didinginkan. Batako kering oven ditimbang beratnya (W1). Kemudian dilanjutkan dengan meredam selama 24 jam. Setelah 24 jam, batako diangkat dan ditimbang beratnya (W2).

6. Tahap Pengolahan Data

a. Berat Satuan Pasir

$$\text{Berat Satuan Pasir} = \frac{W2 - W1}{V}$$

Dimana :

W1 = Berat bejana kosong (kg)

W2 = Berat bejana dan Pasir (kg)

V = Volume bejana (m^2)

b. Kuat Tekan Batako

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

Dimana :

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

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas permukaan benda uji (cm^2)

c. Serapan Air

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

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

Dimana :

W1 = Berat batako dalam keadaan kering mutlak (dioven) (kg)

W2 = Berat batako setelah direndam (kg)

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB 4
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun Bata Beton Berlubang

4.1.1. Air

Pemeriksaan terhadap air dilakukan secara visual yaitu air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan garam sesuai dengan persyaratan air untuk minum. 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.

4.1.2. Semen Portland

Semen yang digunakan adalah semen portland jenis tipe I merk Semen Gresik dengan kemasan 50 kg. Semen yang digunakan saat penelitian tidak menggumpal dan dalam keadaan kering sehingga semen layak digunakan sebagai bahan penelitian.

PERPUSTAKAAN
UNNES

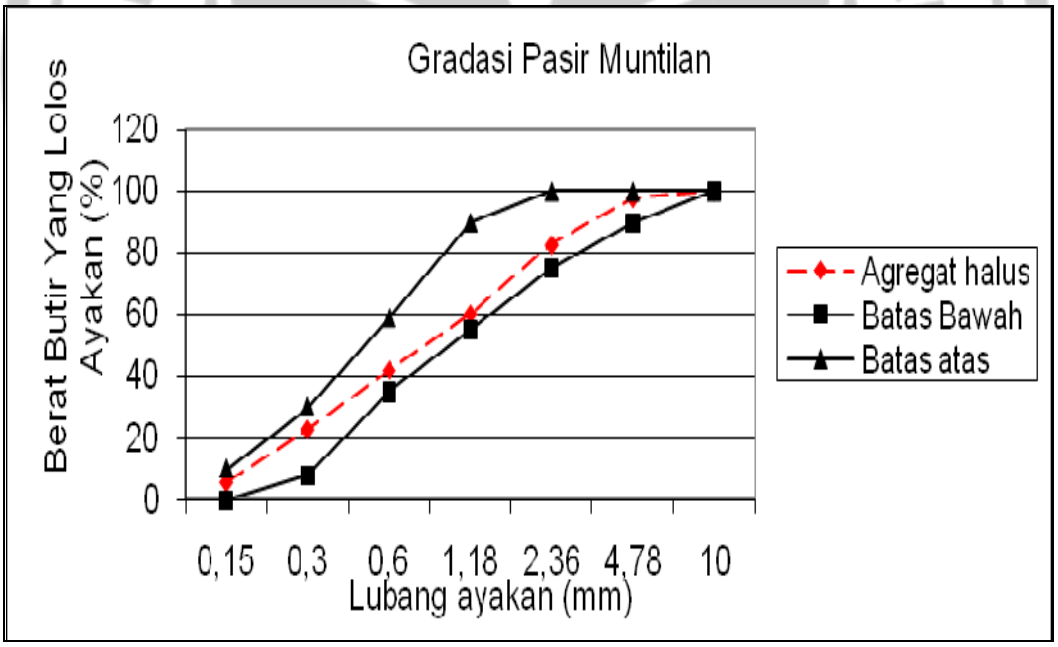
4.1.3. Pasir

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Muntilan yang didapatkan dari toko bangunan terdekat dengan laboratorium tempat dilaksanakannya penelitian. Pasir Muntilan digunakan dalam penelitian ini karena secara umum mutu pasir tersebut memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai bahan bangunan.

a. Gradasi Pasir

Hasil pemeriksaan pasir Muntilan bahwa modulus kehalusan pasir adalah 3,07 sehingga telah memenuhi syarat yang ditetapkan dalam SK SNI – S – 04 – 1989 – F yakni dengan modulus halus 1,50 sampai 3,80. Tabel syarat batas gradasi agregat halus pada empat zone dapat dilihat pada Lampiran 2. Modulus Halus Butir (MHB) = 288,92 / 100 = 2,8892.

Hasil pemeriksaan gradasi pasir Muntilan diperoleh modulus halus butir sebesar 2,8892 menunjukkan bahwa pasir yang digunakan masuk dalam kategori sebagai pasir agak kasar (zone 2) sebagaimana ditunjukkan pada Grafik 4.1 di bawah ini dan hasil pemeriksaan gradasi pasir Muntilan dapat dilihat pada Lampiran Tabel pada Lampiran 2.



Grafik 4.1. Grafik Uji Gradasi Pasir Muntilan

b. Berat Satuan Pasir

Penelitian berat satuan terhadap pasir Muntilan yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu besarnya berat satuan pasir Muntilan yang dilakukan sebesar 1,67 kg/m^3. Pasir Muntilan yang digunakan digolongkan dalam agregat normal.

4.1.4. Kertas

Kertas yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas koran. Alasan peneliti menggunakan kertas koran sebagai bahan pengisi karena koran cukup mudah didapat di setiap tempat dan juga harganya yang tergolong murah. Berat satuan untuk koran yang digunakan untuk penelitian ini sendiri sebesar 0,5 kg/m^3 (www.wikipedia.com).

4.2. Rancangan Adukan Bata Beton Berlubang.

Bahan susun campuran bata beton berlubang yang dipakai meliputi: agregat halus berupa pasir Muntilan, semen portland jenis tipe I,bahan tambahan berupa potongan kertas koran dan air dari Laboratorium Struktur dan Bahan, Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang. Dalam penelitian ini nilai fas ditetapkan sebesar 0.4,0.45,0.5,0.55. Pada tiap variasi perbandingan campuran dibuat 13 buah benda uji bata beton berlubang dengan ukuran 40 x 20 x 10 cm. Keseluruhan hasil rancangan adukan bata beton berlubang dengan potongan kertas koran disajikan pada Tabel 4.1. Sedangkan pada analisa perhitungan pada Lampiran 3.

Tabel 4.1. Rencana adukan

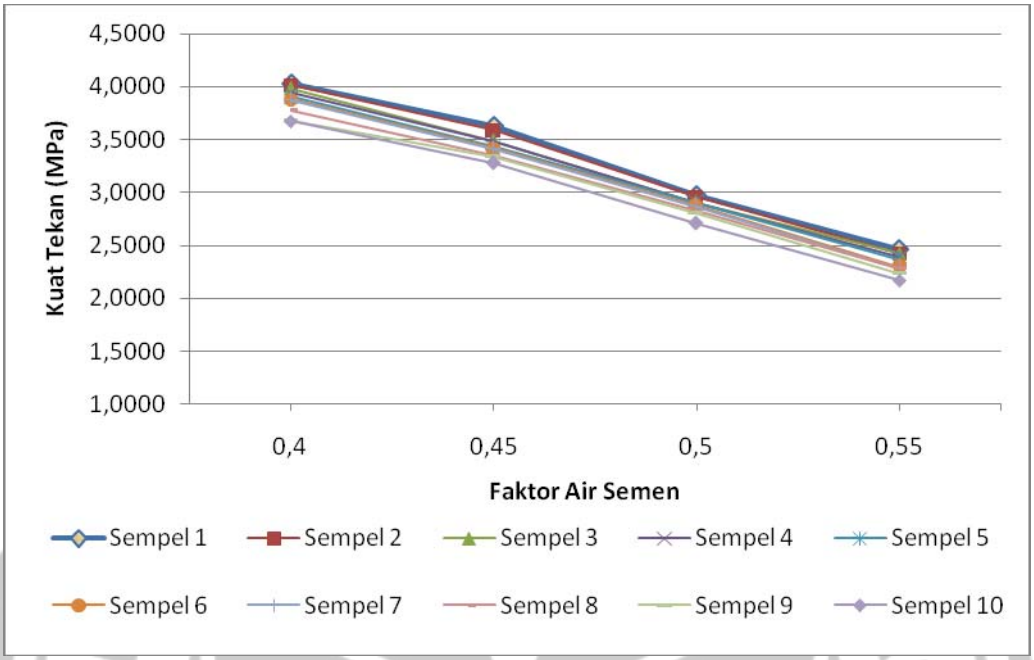
Volume	Berat (kg / m^3)	Air (lt)	Semen (kg)	Agr. Halus (kg)	Kertas (kg)
1 m^3	1560.46	75.38	188.46	1258.92	37.69
	1569.88	84.81	188.46	1258.92	37.69
	1579.31	94.23	188.46	1258.92	37.69
	1588.73	103.65	188.46	1258.92	37.69
1 batako (0.008 m^3)	12.48	0.603	1.51	10.07	0.30
	12.56	0.678	1.51	10.07	0.30
	12.63	0.754	1.51	10.07	0.30
	12.71	0.829	1.51	10.07	0.30
1 batako berlubang (2/3)	8.32	0.402	1.01	6.71	0.20
	8.37	0.452	1.01	6.71	0.20
	8.42	0.503	1.01	6.71	0.20
	8.47	0.553	1.01	6.71	0.20
13 benda uji	108.19	5.227	13.07	87.29	2.61
	108.85	5.880	13.07	87.29	2.61
	109.50	6.533	13.07	87.29	2.61
	110.15	7.187	13.07	87.29	2.61
TOTAL	436.69	24.827	52.27	349.14	10.45
Ditambah 5%	458.52	26.068	54.880	366.598	10.976

4.3.Hasil Uji Kuat Tekan Bata Beton Berlubang.

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan setelah umur beton mencapai 28 hari karena pada umur ini kekuatan beton telah mencapai 100%. Hasil pengujian beton disajikan dalam Lampiran 5.

1. Hubungan antara fas dan kuat tekan

Pengaruh fas terhadap kuat tekan beton diperlihatkan dalam Grafik 4.2.



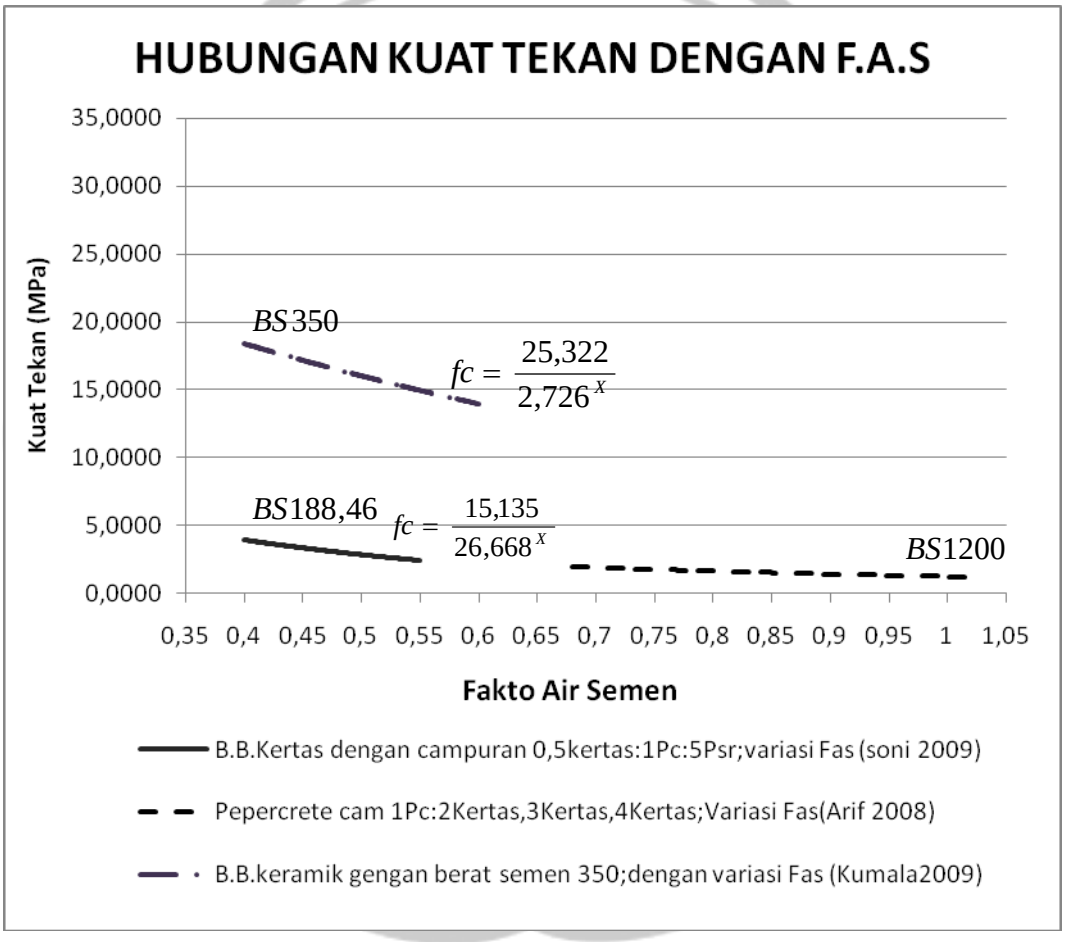
Grafik 4.2. Hubungan antara fas dan kuat tekan

Dari Grafik 4.2. terlihat bahwa pada perbandingan campuran 0,5 Kertas : 1 Semen : 5 Pasir nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi fas 0,4 mencapai kuat tekan tertinggi sebesar 4,01 MPa, nilai kuat tekan semakin menurun terdapat pada variasi fas 0,45; 0,5; 0,55 dengan nilai kuat tekan masing-masing mencapai 3,59 MPa, 2,90 MPa, 2,46 MPa. Penurunan nilai kuat tekan disebabkan kenaikan nilai fas, karena dengan bertambahnya nilai fas maka semakin banyak sisa air yang tidak beraksi dengan semen.

Pada fas 0,4 yang memiliki 10 sempel di dapat kuat tekan mulai dari 3,68 MPa sampai 4,02 MPa, dan rata-rata 3,87 MPa, masuk dalam SK SNI S – 04 – 1989 – F pada mutu III. Pada variasi fas 0,45 yang memiliki 10 sempel di dapat kuat tekan mulai dari 3,27 MPa sampai 3,59 MPa, dan rata-rata 3,44 MPa, masuk

PERPUSTAKAAN UNNES

dalam SK SNI S – 04 – 1989 – F pada mutu III. Variasi fas 0,5 yang memiliki 10 sempel di dapat kuat tekan mulai dari 2,70 MPa sampai 2,97 MPa, dan rata-rata 2,58 MPa, masuk dalam SK SNI S – 04 – 1989 – F pada mutu IV. Variasi fas 0,55 yang memiliki 10 sempel di dapat kuat tekan mulai dari 2,16 MPa sampai 2,46 MPa, dan rata-rata 2,33 MPa, masuk dalam SK SNI S – 04 – 1989 – F pada mutu IV, dapat dilihat pada Lampiran 5.



Grafik 4.3. Hubungan antara fas dan kuat tekan

Dari Grafik 4.3. dilihat bahwa kenaikan nilai kuat tekan lebih besar terlihat pada bata beton campuran keramik dari pada bata beton kertas dan papercrete. Nilai kuat tekan pada bata beton keramik lebih tinggi, dikarenakan pada bata beton

tersebut bahan pengisi yang digunakan adalah keramik sebagai bahan pengganti pasir sedangkan yang lain digunakan bahan pengisi dari kertas untuk papercrete (Arif 2008) dan bata beton dengan kertas (Soni 2009).

Bata beton dengan campuran keramik kuat tekannya lebih tinggi dibandingkan bata beton kertas dan beton papercrete. Hal ini dikarenakan berat jenis keramik lebih besar dibandingkan dengan berat jenis kertas. Berat jenis keramik yang digunakan pada penelitian Kumala (2009) sebesar 1,84 kg/m^3 sedangkan berat jenis kertas sebesar 0,5 kg/m^3. Dapat diambil kesimpulan semakin besar berat jenis bahan yang digunakan untuk campuran adukan, maka kuat tekan bata beton akan meningkat.

Hasil penelitian menunjukan bahwa pada fas 0,4 nilai kuat tekan bata beton didapat tertinggi sebesar 4,02 MPa, pada faktor air semen 0,45 kuat tekan bata beton didapat sebesar 3,62 MPa,pada faktor air semen 0,5 didapat sebesar 2,90 MPa. Nilai kuat tekan terkecil sebesar 2,46 MPa dengan faktor air semen 0,55. Nilai kuat tekan bata beton semakin menurun dengan bertambahnya jumlah faktor air semen yang digunakan.

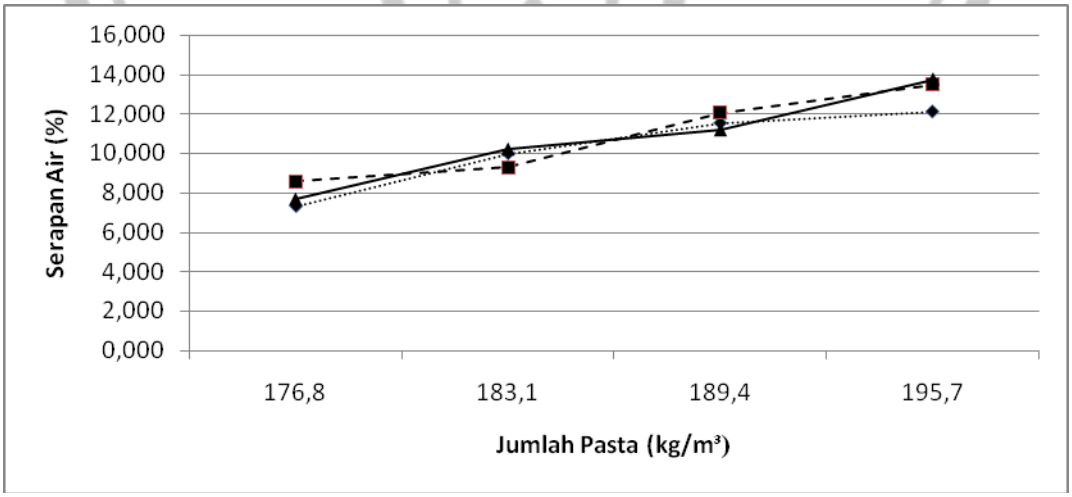
Hubungan antara fas dan kuat tekan beton (Grafik 4.2) ternyata sesuai dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919, dalam Tjokrodimuljo, 2007) yaitu $fc = \frac{A}{B^{x}}$ (fc : Kuat tekan A,B : Konstanta x :Fas) yang mengindikasikan bahwa semakin rendah fas semakin tinggi kuat tekannya. Hal ini terjadi karena semakin tinggi fas pada berat semen yang tetap, maka pemakaian air bertambah banyak sehingga semakin banyak sisa air yang tidak beraksi dengan semen. Sisa air ini

menyebabkan timbulnya pori-pori dalam adukan beton yang akan mengurangi kuat tekannya (Tjokrodimuljo, 2007).

4.4. **Serapan Air pada Bata Beton Berlubang**

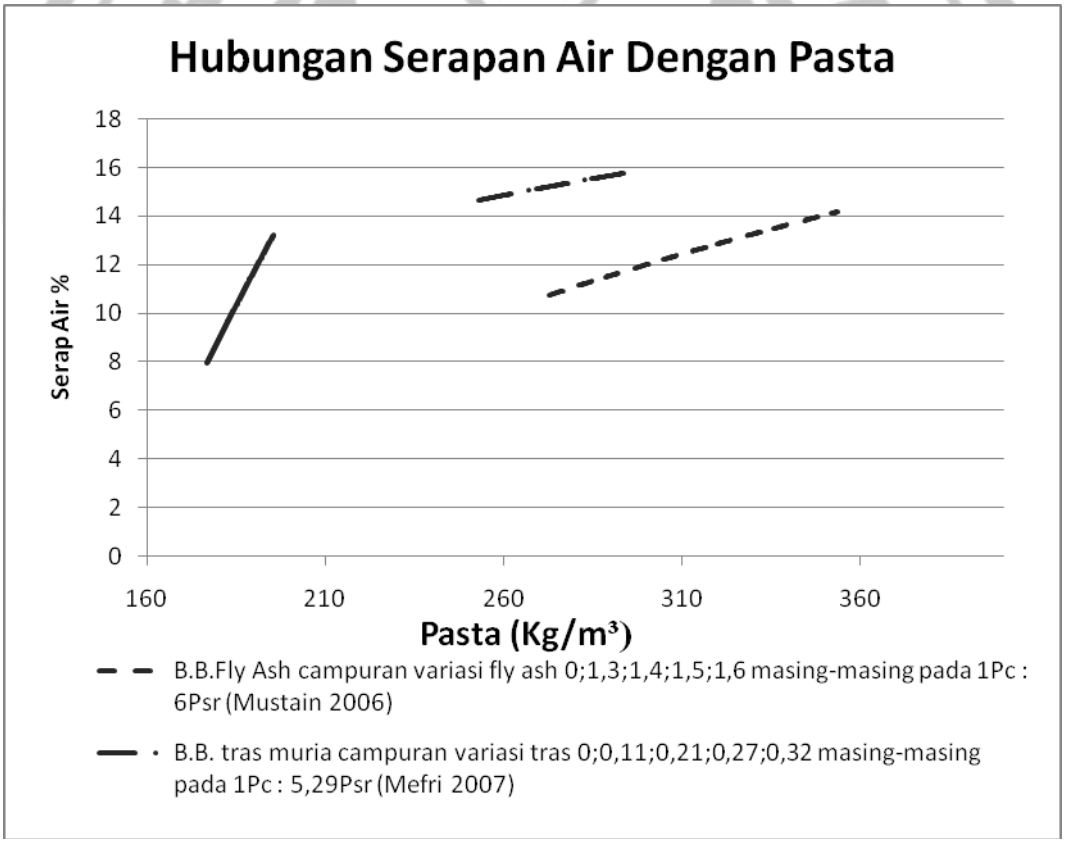
1. Uji serapan air selama 24 jam.

Uji serapan air dilaksanakan dengan cara bata beton berlubang dioven pada suhu 110º 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 beton; adapun pengeringan pada suhu biasa tidak mampu mengeluarkan seluruh kandungan air. Hasil dari penelitian hubungan antara jumlah pasta semen dan serapan air dapat dilihat pada Lampiran 8. Serapan air bata beton berlubang semakin meningkat seiring dengan jumlah pasta pada tiap campuran yang semakin banyak. Hubungan antara pasta dan serapan air rata-rata disajikan dalam Grafik 4.3, berikut:



Grafik 4.4.Hubungan antara jumlah pasta dan serapan air dengan rendaman 24 jam

Dari Grafik 4.3. jumlah pasta pada perbandingan 0,5Krts:1PC:5Psr terbesar terdapat pada variasi fas 0,55 sebesar 195,7 kg/m3 dengan serapan air tertinggi pada salah satu sampel sebesar 13,76% kemudian jumlah pasta mengalami penurunan pada variasi fas 0,5 dengan nilai jumlah pasta sebesar 189,4 kg/m3 yang nilai serapan air tertinggi pada sampel sebesar 12,09%. Serapan air semakin menurun pada variasi fas 0,45 dengan jumlah pasta sebesar 183,1 kg/m3 yang nilai serapan air tertinggi sebesar 10,22% dan jumlah pasta terkecil terdapat pada variasi fas 0,4 sebesar 176,8 kg/m3 dengan nilai serapan air sebesar 8,59%.



Grafik 4.3.Hubungan antara jumlah pasta dan serapan air dengan rendaman 24 jam

Pada penelitian Mefri (2007) Serapan air terendah sebesar 14,57% pada perbandingan 0Tras:1PC:5,92Pasir dengan jumlah pasta sebesar 252,90 kg/m^3. 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/m^3. Serapan air semakin meningkat dengan perbandingan 0,21Tras:1PC:5,92Pasir sebesar 15,36% dan jumlah pastanya yang juga meningkat sebesar 293,61 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 kg/m^3. Serapan air tertinggi terdapat pada perbandingan 0,32Tras:1PC:5,92Pasir sebesar 15,69% dengan jumlah pasta sebesar 293,61 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 Mustain (2006) tentang pemanfaatan abu terbang (*Fly Ash*). Serapan air terendah sebesar 9,2% pada perbandingan 0FlyAsh:1PC:6Pasir dengan jumlah pasta sebesar 272,8 kg/m^3. Peningkatan serapan air terjadi dengan penambahan tras dengan perbandingan 1,30FlyAsh:1PC:6Pasir yang serapan airnya sebesar 10,35% dengan jumlah pasta sebesar 276,8 kg/m^3. Serapan air semakin meningkat dengan perbandingan 1,40FlyAsh:1PC:6Pasir sebesar 11,63% dan jumlah pastanya yang juga meningkat sebesar 280,8 kg/m^3, pada perbandingan 1,50FlyAsh:1PC:6Pasir serapan kembali meningkat dengan serapan air sebesar 13,38% dan jumlah pasta

sebesar 285 kg/m^3. Serapan air tertinggi terdapat pada perbandingan 1,60FlyAsh:1PC:6Pasir sebesar 13,83% dengan jumlah pasta sebesar 353,6 kg/m^3.

Pada Grafik 4.3 terlihat peningkatan nilai serapan air bata beton dengan campuran kertas lebih drastis dibandingkan bata beton dengan bahan tras muria dan fly ash, dikarenakan ada beberapa kemungkinan diantaranya disebabkan karena kertas yang berfungsi sebagai pengisi pada campuran adukan bata beton mempunyai sifat yang dapat menyerap air sehingga nilai serap air meningkat, kemungkinan yang lain pada jumlah pasta yang sama serapan air bata beton kertas dengan bahan pasta semen + air dimungkinkan lebih menyerap air dari pada bahan pasta lain yang bahannya dari Fly ash + air dan tras muria + air.

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 porus dan serapan air semakin besar.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian Pengaruh Penambahan kertas Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air Pada Bata Beton Berlubang, selanjutnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

5.1.1. Kertas koran bekas sebagai bahan limbah sampah bisa dimanfaatkan sebagai bahan campuran pembuatan bata beton,sebagai bahan pengisi. Dalam peroser pembuatannya menggunakan perbandingan campuran 0.5Kertas : 1Semen : 5Pasir, dengan variasi Faktor Air Semen dengan 0.4, 0.45, 0.5, 0.55.

Pada penelitian di dapat kuat tekan bata beton pada variasi fas 0,4 di dapat kuat tekan mulai dari 3,68 MPa sampai 4,02 MPa, dan rata-rata 3,87 MPa, masuk pada mutu III dalam SK SNI 04-1989-F, pada fas 0,45 di dapat kuat tekan mulai dari 3,27 MPa sampai 3,59 MPa, dan rata-rata 3,44 MPa, masuk pada mutu III dalam SK SNI 04-1989-F pada fas 0,5 di dapat kuat tekan mulai dari 2,70 MPa sampai 2,97 MPa, dan rata-rata 2,58 MPa, masuk pada mutu IV dalam SK SNI 04-1989-F dan pada fas 0,55 di dapat kuat tekan mulai dari 2,16 MPa sampai 2,46 MPa, rata-rata 2,33 MPa, masuk pada mutu I masuk pada mutu III dalam SK SNI 04-1989-F dalam SK SNI 04-1989-F. Maka dapat dijelaskan pada variasi

Fas semakin tinggi maka kuat tekannya akan semakin rendah.

5.1.2. Serapan air bata beton padea penelitian ini didapat nilai serapan tertinggi sebesar 13,7 % pada masing-masing variasi Fas 0.55, dan nilai serapan terendah sebesar 7,31 % pada masing-masing variasi fas 0.4. Karena semakin tinggi Fas maka semakin besar pastanya,jika dilakukan penggeringan dengan cara pemanasan maka yang hancur adalah pastanya jikan semakin banyak pastanya maka prosentase nilai serapan air semakin tinggi.

5.2.Saran

Penelitian ini dengan menggunakan potongan kertas koran sebagai bahan campuran pembuatan bata beton. Dari kesimpulan diatas masih diperlukan penelitian lanjutan mengenai bata beton, antara lain :

5.2.1. Perlu dilakuakan penelitian dengan penambahan bahan pengisi lain dengan bobot bahan yang ringan untuk mendapatkan pori-pori yang lebih rapat mengikat kepadatan beton akan mempengaruhi sifat mekanisnya.

5.2.2. Pada penelitian pembuatan bata beton berlubang sebaiknya digunakan alat mesin cetak, agar hasil uji benda uji dalam satu variasi tidak terlalu jauh.

5.2.3. Dalam penelitian ini belum dilakukan penelitian kekerasan inti, daya hantar panas dan peredam suara. Sehingga diperlukan penelitian kemampuan pengujian kekerasan inti seta ketahanan terhadap pengaruh panas dan suara.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

DAFTAR PUSTAKA

Andoyo. 2006, *Pengaruh Penggunaan Abu Terbang Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Serapan Air pada Mortar,* Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang: Semarang.

Anonim. 1989. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia*. PUBI: Bandung.

Anonim. 1990. *Tata Cara Pencampuran Adukan Beton (SK SNI T – 15 – 1990 - 03)*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan: Jakarta.

Anonim. 1990. *Tata Cara Pengujian Kuat Tekan Beton (SK SNI M – 14 – 1989 - F)*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan: Jakarta.

Anonim. 2002. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam (SK SNI S – 04 – 1989)*. Departemen Pekerjaan Umum: Jakarta.

Anonim. 2006. *Sifat-Sifat Bata Beton.* Diundoh Pada *www.kimpraswil.co.id. Diakses Pada 10/10/2009.*

Arief. 2008. *Pemanfaatan limbah kertas koran untuk pembuatan panel papercrete*. Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.

Frik, H. dan Koesmartdi, CH. 1999. *Penggunaan Bata Beton Untuk Dinding.*

Gandhi, 2009. *Pengaruh Penambahan Pecahan Keramik Dalam Pembuatan Bata Beton Ditinjau dari Kuat Tekan, Serapan Air dan Nilai Ekonomis*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang: Semarang.

Mustain. 2006. *Pengaruh Penambahan Abu Terbang Terhadap Kuat tekan dan Serapan Air Bata Beton*. Skripsi Jurusan Teknik Universitas Negeri Semarang: Semarang.

Neville, A.M, 1997, *Properties of Concrete*, Pitman Publishing Limited: London.

PERPUSTAKAAN UNNES

Rosyida, 2007. *Pengaruh Penambahan Tras Muria Pada Bata Beton Tinjauan Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang: Semarang. Sobirin, 2009, *Berat Jenis Kertas Koran*, Diundoh Pada http://www.sampah-kota-bandung-per-hari-1000-gajah.html. Diakses Pada 8/8/2009.

Sugiharti dan Riskijah,S.S., 2000, *Penelitian Kuat Tekan Bata Beton Berlubang dari Limbah Bangunan*, Majalah Bistek Volume 8, nomor 100: Jakarta.

Suroso, H. 2001. *Pemanfaatan Pasir Pantai sebagai Bahan Agregat Halus pada Beton*. Thesis Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Pascasarjana Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.

Suroso, H. 2006. *Buku Ajar Teknologi Beton*. Universitas Negeri Semarang: Semarang.

Susanty, Narita. 2009. *Pembahasan Kertas*. Diundoh Pada http://www.scribd.com. Diakses Pada 18/3/2010.

Tappi, 2008. *Penggolongan dan Definisi Kertas*, Diundoh Pada www.wikipedia.com. Diakses Akses 10/10/2009.

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

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

UNNES. 2009. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Semarang : UNNES Press.

PERPUSTAKAAN UNNES

Lampiran 1

DATA HASIL PEMERIKSAAN

BERAT SATUAN PASIR MUNTILAN

Proyek : Skripsi

Bahan : Pasir

Asal : Muntilan

Pemeriksaan Berat Satuan Pasir Tanpa pemadatan

No	Keterangan	Sampel
1	Berat Bejana (W1)	1.72 kg
2	Berat Bejana + Pasir (W2)	15.5 kg
3	Volume berat (V)	0.00823 m
	$\frac{W2 - W1}{V}$	1.67 kg/m³

PERPUSTAKAAN UNNES

Lampiran 2

SYARAT BATAS GRADASI PASIR DAN HASIL UJI GRADASI PASIR MUNTILAN

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tembus Komulatif (%)								
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Pasir Muntilan
	bawah	atas	bawah	atas	bawah	atas	bawah	atas	
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00
4.8	90	100	90	100	90	100	95	100	97.87
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

HASIL UJI GRADASI PASIR MUNTILAN

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahaan (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	

PERPUSTAKAAN UNNES

Lampiran 3

PERHITUNGAN BATA BETON BERLUBANG

Ketentuan Yang Sudah Ditentukan

Dqalam adukan ada 0.5 Kertas + 1 Semen + 5 Pasir

BJ Kertas = 0.5

BJ Semen = 3.15

BJ Pasir = 2.6

FAS = 0.4, 0.45, 0.5, 0.55

Diketahui berat satuan

Berat Semen = 1.25 kg / m^3

Berat Pasir = 1.67 kg / m^3

Dalam beton per kubik menggunakan variasi perbandingan

0.5 kertas + 1 Semen + 5 Pasir, Jumlah perbandingan = 6.5 Dengan volume beton = 980

1. Semen = x 980 = 150.77
2. Pasir = x 980 = 753.85
3. Kertas = x 980 = 75.38

Rencana campuran adukan per kubik dalam berat satuan dengan menggunakan variasi perbandingan di atas

1. Semen = 1.25 x 150.77 = 188.46 kg / m^3
2. Pasir = 1.67 x 753.85 = 1258.92 kg / m^3
3. Kertas = 0.5 x 75.38 = 37.69 kg / m^3

4. Air = 0.4 x 188.46 = 75.38 lt / m^3
   = 0.45 x 188.46 = 84.81 lt / m^3
   = 0.5 x 188.46 = 94.23 lt / m^3
   = 0.55 x 188.46 = 103.65 lt / m^3

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

Jadi berat beton

Fas 0.4	= 188.46 + 1258.92 + 37.69 + 75.38	= 1560.46 kg/m³
Fas 0.45	= 188.46 + 1258.92 + 37.69 + 84.81	= 1569.88 kg / m³
Fas 0.5	= 188.46 + 1258.92 + 37.69 + 94.23	= 1579.31 kg / m³
Fas 0.55	= 188.46 + 1258.92 + 37.69 + 103.65	= 1588.73 kg / m³

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

Lampiran 4

PERHITUNGAN KUAT TEKAN DENGAN FAS. (SKALA LOG)

Untuk substitusi kuat tekan (Y`) = Log Y
Agar didapatkan persamaan Duff Abrams
Fc = A / B^X
Y = A / B^X
Karena hubungan yang di dapat adalah Y = A - B^X
Maka A` = A dan B' = B
Dari haril regresi di dapat
Y = -1.426 x + 1.180
Sehingga A' = 1.180
B' = 1.427
Y' = 1.180x. (1.426)
Dimasukan ke pers, Awal (di anti log)
Y = A / B^X
A anti log A' = 15.135
B anti log B' = 26,668

Koreksi untuk FAS 0.4, didapat

Y = $\frac{15,452}{29,99^{0.4}}$ = 3,9

Fc = 3.9 Mpa

Koreksi untuk FAS 0.5, didapat

Y = $\frac{15,452}{29,99^{0.5}}$ = 2.86

Fc = 2.82 Mpa

Koreksi untuk FAS 0.45, didapat

Y = $\frac{15,452}{29,99^{0.45}}$ = 3,34

Fc = 3.34 Mpa

Koreksi untuk FAS 0.55, didapat

Y = $\frac{15,452}{29,99^{0.55}}$ = 2.38

Fc =2.3 MPa

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

DATA HASIL KUAT TEKAN BATA BETON BERLUBANG

Variasi faktor air semen	Kode Sampel	Berat (kg)	Ukuran sisi (cm)			Luas Tampang (cm^2)	Luas Lubang (cm^2)	Luas Tampang Bersih	Beban Tekan (kg)	Kuat Tekan (kg/cm^3)	fc rata-rata (kg/cm^2)
			P	L	T						
0,4	A1	12.38	40.2	10	19.2	402	106	296	11883.78	40.148	38.742
	A2	12.4	39.6	10.3	19.8	407.88	106	301.88	11703.78	38.770	
	A3	11	39.5	10.2	19.3	402.9	106	296.9	11703.78	39.420	
	A4	12.22	39.8	10.2	19.5	405.96	106	299.96	11703.78	39.018	
	A5	12.22	40	10.4	18	416	106	310	11703.78	37.754	
	A6	10.14	40.3	10.4	18.5	419.12	106	313.12	12603.78	40.252	
	A7	10.6	39.9	10	18.8	399	106	293	11343.78	38.716	
	A8	10	40	10	19.5	400	106	294	11703.78	39.809	
	A9	10	39.8	10.3	19.7	409.94	106	303.94	11163.78	36.730	
	A10	11.27	40.3	10.4	20	419.12	106	313.12	11523.78	36.803	
0,45	B1	11.9	40	10.8	19	432	106	326	11703.78	35.901	34.420
	B2	11.38	39.4	10	19,5	394	106	288	10443.78	36.263	
	B3	12.38	40	10	19.5	400	106	294	10083.78	34.299	

PERPUSTAKAAN UNNES

Variasi faktor air semen	Kode Sampel	Berat (kg)	Ukuran sisi (cm)			Luas Tampang (cm^2)	Luas Lubang (cm^2)	Luas Tampang Bersih	Beban Tekan (kg)	Kuat Tekan (kg/cm^3)	fc rata-rata (kg/cm^2)
			P	L	T						
	B4	10.4	39.4	10.3	19,6	405.82	106	299.82	10443.78	34.834	
	B5	10,65	39.9	10.2	19	406.98	106	300.98	10083.78	33.503	
	B6	11	39	10	19.8	390	106	284	9903.78	34.872	
	B7	10.36	38.5	10	19	385	106	279	9543.78	34.207	
	B8	12.38	40	10.3	19.4	412	106	306	10443.78	34.130	
	B9	11.88	39.5	10.6	20	418.7	106	312.7	10443.78	33.399	
	B10	11.22	40	10.2	18.8	408	106	302	9903.78	32.794	
0,5	C1	12.67	40	10.4	19	416	106	310	9003.78	29.044	25.828
	C2	12.89	40	10.4	18.5	416	106	310	9003.78	29.044	
	C3	10.54	39.7	10	19.5	397	106	291	8643.78	29.704	
	C4	11.37	39.8	10.2	19.5	405.96	106	299.96	8643.78	28.816	
	C5	12.8	40	10.3	19.7	412	106	306	8283.78	27.071	
	C6	12.92	40	10.5	19	420	106	314	9003.78	28.674	
	C7	12.07	38.5	10	18.8	385	106	279	8103.78	29.046	
	C8	13	39.8	10	19.8	398	106	292	8643.78	29.602	

Variasi faktor air semen	Kode Sampel	Berat (kg)	Ukuran sisi (cm)			Luas Tampang (cm^2)	Luas Lubang (cm^2)	Luas Tampang Bersih	Beban Tekan (kg)	Kuat Tekan (kg/cm^3)	fc rata-rata (kg/cm^2)
			P	L	T						
	C9	12.18	39.8	10.4	19.8	413.92	106	307.92	8643.78	28.072	
	C10	11.86	40	10.3	19	412	106	306	8643.78	28.248	
0,55	D1	11.96	40	10.5	19.5	420	106	314	7743.78	24.662	23.349
	D2	12.42	40	11	20.3	440	106	334	8103.78	24.263	
	D3	12.21	40	11	19.6	440	106	334	8103.78	24.263	
	D4	11.64	39.8	10.2	20	405.96	106	299.96	6843.78	22.816	
	D5	11.73	40.3	11	19.5	443.3	106	337.3	7743.78	22.958	
	D6	11	39.8	10.3	19.7	409.94	106	303.94	7203.78	23.701	
	D7	13.16	40.2	10.9	20	438.18	106	332.18	7203.78	21.686	
	D8	11.5	40	10.3	19.8	412	106	306	6843.78	22.365	
	D9	13.51	39	10	19.2	390	106	284	6483.78	22.830	
	D10	12.19	39.5	10.3	19.2	406.85	106	300.85	7203.78	23.945	

PERPUSTAKAAN UNNES

Lampiran 6

DATA KUAT TEKAN ANTI LOG

No	Kuat Tekan	FAS	Log Kuat Tekan
A1	4.0148	0.4	0.604
A2	3.8770	0.4	0.588
A3	3.9420	0.4	0.596
A4	3.9018	0.4	0.591
A5	3.7754	0.4	0.577
A6	4.0252	0.4	0.605
A7	3.8716	0.4	0.588
A8	3.9809	0.4	0.600
A9	3.6730	0.4	0.565
A10	3.6803	0.4	0.566
B1	3.5901	0.45	0.555
B2	3.6263	0.45	0.559
B3	3.4299	0.45	0.535
B4	3.4834	0.45	0.542
B5	3.3503	0.45	0.525
B6	3.4872	0.45	0.542
B7	3.4207	0.45	0.534
B8	3.4130	0.45	0.533
B9	3.3399	0.45	0.524
B10	3.2794	0.45	0.516
C1	2.9044	0.5	0.463
C2	2.9044	0.5	0.463
C3	2.9704	0.5	0.473
C4	2.8816	0.5	0.460
C5	2.7071	0.5	0.433
C6	2.8674	0.5	0.457

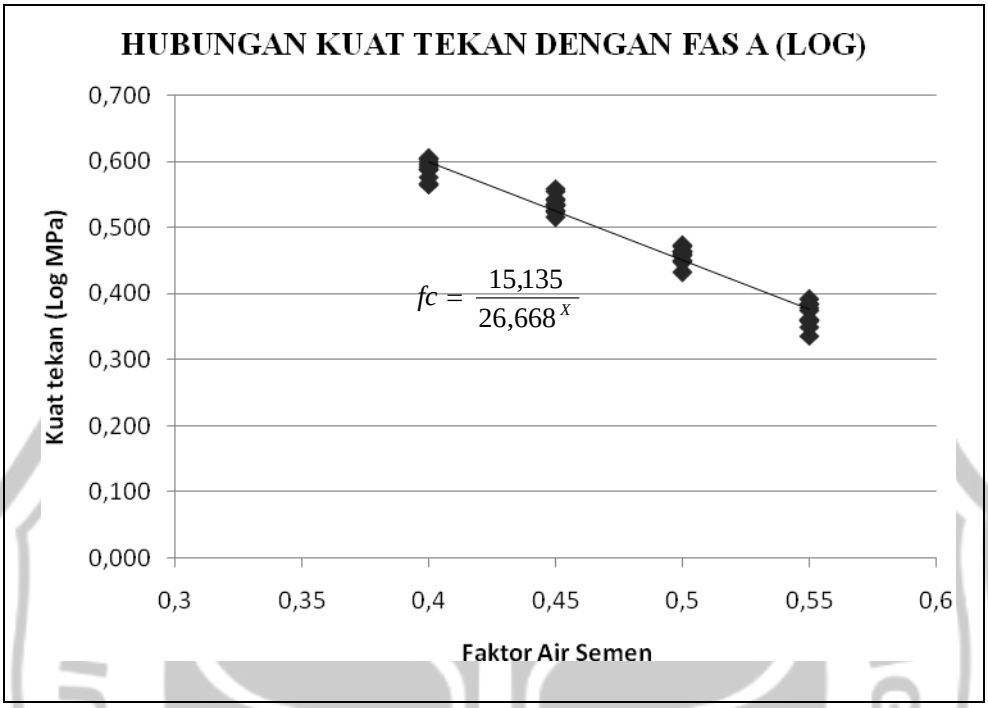
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

No	Kuat Tekan	FAS	Log Kuat Tekan
C7	2.9046	0.5	0.463
C8	2.9602	0.5	0.471
C9	2.8072	0.5	0.448
C10	2.8248	0.5	0.451
D1	2.4662	0.55	0.392
D2	2.4263	0.55	0.385
D3	2.4263	0.55	0.385
D4	2.2816	0.55	0.358
D5	2.2958	0.55	0.361
D6	2.3701	0.55	0.375
D7	2.1686	0.55	0.336
D8	2.2365	0.55	0.350
D9	2.2830	0.55	0.359
D10	2.3945	0.55	0.379

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

Lampiran 7

GRAFIK KUAT TEKAN SKALA LOG

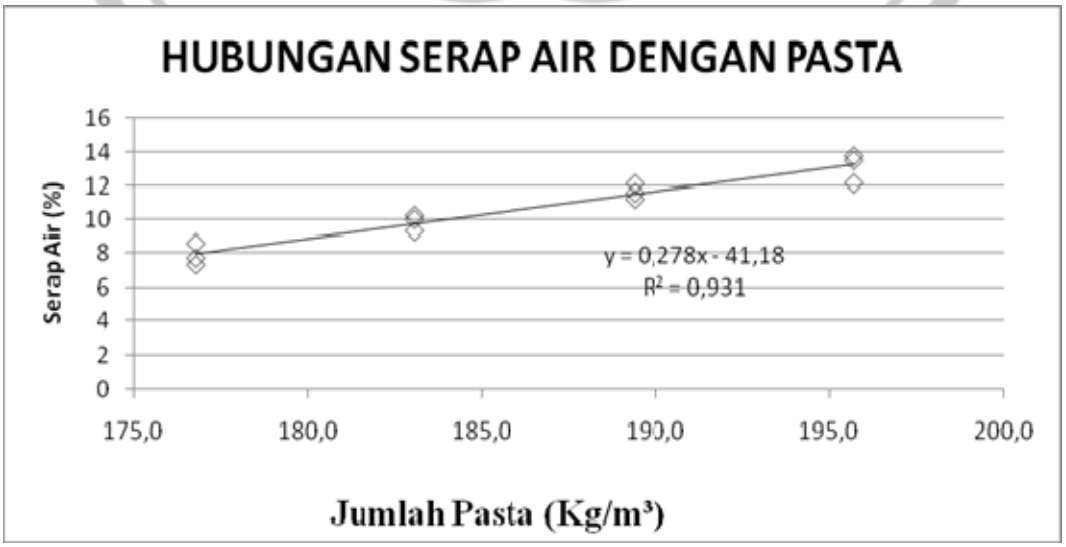


PERPUSTAKAAN
UNNES

Lampiran 8

DATA SERAPAN AIR SELAMA 24 JAM DAN GRAFIK HUBUNGAN SERAP AIR DENGAN PASTA

NO.	Kode	Fas	Semen (kg/m3)	Jumlah Pasta	Berat kering Wo. (Kg)	Berat basah W2. (Kg)	Serapan air kondisi basah (%)
1	A1	0.4	126.25	176.8	9.85	10.57	7.310
	A2	0.4	126.25	176.8	8.73	9.48	8.591
	A3	0.4	126.25	176.8	10.25	11.04	7.707
2	B1	0.45	126.25	183.1	10.773	11.85	9.997
	B2	0.45	126.25	183.1	11.257	12.305	9.310
	B3	0.45	126.25	183.1	10.66	11.75	10.225
3	C1	0.5	126.25	189.4	10.82	12.07	11.553
	C2	0.5	126.25	189.4	10.741	12.04	12.094
	C3	0.5	126.25	189.4	10.63	11.82	11.195
4	D1	0.55	126.25	195.7	12.53	14.05	12.131
	D2	0.55	126.25	195.7	11.85	13.45	13.502
	D3	0.55	126.25	195.7	11.48	13.06	13.763

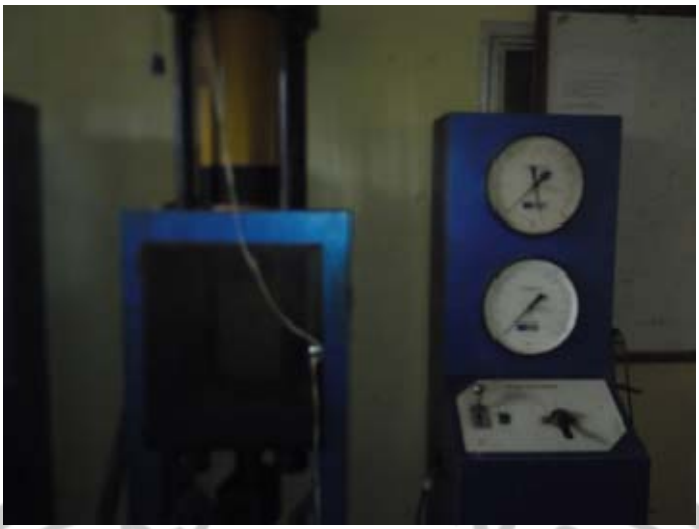


Lampiran 9

DOKUMENTASI PENELITIAN

Gambar Begisting

Gambar Bata Beton



Gambar Alat Uji Tekan

Gambar Uji Tekan Bata Beton