



**PENGARUH PENAMBAHAN POTONGAN KERTAS KORAN  
PADA BATA BETON PEJAL**

**(Tinjauan Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air Dengan  
Menggunakan Empat Variasi Perbandingan Campuran Adukan  
Kertas:Semen:Pasir Pada fas 0,4)**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Pendidikan

**Oleh**

Wisnu Jati Wongso Putro  
5101405030

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 : Rabu

Tanggal : 24 Februari 2010

Pembimbing I,

Drs. Hery Suroso, ST, MT.  
NIP :19680419199310 1 001  
19610408199102 1 001

Pembimbing II,

Ir. H. Agung Sutarto, MT.  
NIP :

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 Pejal (Tinjauan Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air Dengan Menggunakan Empat Variasi Perbandingan Campuran Adukan Kertas:Semen:Pasir Pada fas 0,4)", telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, pada:

Hari :

Tanggal :

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Sekretaris

Ir H.Agung Sutarto, MT  
NIP. 196104081991021001  
Pembimbing I

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

Drs. Hery Suroso, ST, MT.  
NIP.196804191993101001  
Pembimbing II

Yuliarti K. ST, MT, M Eng.Prac.  
NIP.197607112000032001  
Penguji II

Ir.H. Agung Sutarto, MT.  
NIP. 196104081991021001

Drs. Hery Suroso, ST, MT.  
NIP.196804191993101001  
Penguji III

Ir H.Agung Sutarto, MT.  
NIP. 196104081991021001.

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Negeeri Semarang

Drs. Abdurrahman,M.Pd.  
NIP. 196009031985031002

**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, Februari 2010

Penulis

Wisnu Jati Wongso Putro  
NIM.5101405030



## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO :

1. Hadapi harimu dengan senyuman.
2. Ikuti kata hatimu yang paling dalam, akan kau temukan kebenaran sejati.
3. Awali langkah mu dengan keyakinan dan niatan yang tulus serta restu orang tua agar hatimu tenang untuk menjalaninya.

### PERSEMBAHAN :

- *Mama, Ibu, Papa, Bapak, Mba' Chi, De' Jihan dan Pipit tercinta serta segenap keluarga besarku atas dukungan semangat serta doa.*
- *Keluarga besar Danoe Arta dan teman-teman PTB'05 atas saran dan kerjasamanya.*
- *Kepada Teman – teman seperjuanganku Soni Tri Z, Rosi Ristiyanto Wahyu Kurniawan yang telah ikhlas membantu dan bekerjasama... good luck my brother.*

PERPUSTAKAAN  
UNNES

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur dipanjatkan kehadirat Allah S.W.T. Karena dengan rahmat dan karuniaNya dapat terselesaikan skripsi berjudul **“Pengaruh Penambahan Potongan Kertas Koran Pada Bata Beton Pejal (Tinjauan Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air Dengan Menggunakan Empat Variasi Perbandingan Campuran Adukan Kertas:Semen:Pasir pada fas 0,4)”**.

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan gelar Sarjana Pendidikan pada 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. Mama, Papa dan keluarga yang selama ini telah memberikan motivasi dan dukungannya.
2. Prof. Dr. Sudijono Sastroatmojo, M.Si, selaku Rektor UNNES.
3. Drs. Abdurrahman, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Teknik UNNES.
4. Ir. H. Agung Sutarto, MT, Ketua Jurusan Teknik Sipil UNNES.
5. Drs. Hery Suroso, ST, MT, dan Ir. H. Agung Sutarto, MT, sebagai pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan evaluasi dalam penyusunan skripsi ini.
6. Semua pihak yang telah membantu sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.

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

Semarang, Februari 2010

Wisnu jati Wongso Putro

## ABSTRAK

**Jati Wongso P, Wisnu. 2010.** “PENGARUH PENAMBAHAN POTONGAN KERTAS KORAN PADA BATA BETON PEJAL (Tinjauan Terhadap Kuat Tekan dan Resapan Air Dengan Menggunakan Empat Variasi Perbandingan Campuran Adukan Kertas:Semen:Pasir Pada fas 0,4)”. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Pembimbing I : Drs. Hery Suroso, ST. MT. Pembimbing II : Ir. Agung Sutarto, MT.

**Kata kunci :** Bata Beton Pejal, Kertas Koran, Kuat Tekan, Serapan Air.

Bata beton merupakan salah satu bahan bangunan yang banyak digunakan untuk pembuatan suatu bangunan. Bahan pembuatan bata beton terdiri dari campuran semen, air, pasir dan bahan tambahan lainnya. Dalam penelitian ini digunakan bahan tambahan kertas koran dengan tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan potongan kertas koran terhadap kuat tekan dan serapan air bata beton.

Parameter yang diteliti dalam penelitian ini meliputi karakteristik bahan susun bata beton pejal, yakni pengujian berat satuan dan gradasi pasir muntilan, kuat tekan dan serapan air dengan tambahan potongan kertas koran dengan perbandingan campuran 0.5Krts:0.1Pc:4Psr, 0.5Krts:0.1Pc:5Psr, 0.5Krts:0.1Pc:6Psr, 0.5Krts:0.1Pc:7Psr, pada setiap variasi perbandingannya digunakan faktor air semen yang sama yaitu 0.4. Pengujian bata beton pejal dilaksanakan pada umur 28 hari. Dari hasil penelitian karakteristik bahan susun bata beton menunjukkan bahwa gradasi pasir muntilan yang dipakai masuk zona 2 yakni pasir agak kasar, berat satuan pasir muntilan 1,67 kg/m<sup>3</sup>.

Dari hasil pengujian diketahui kuat tekan bata beton pejal terus mengalami penurunan sejalan dengan besarnya perbandingan campuran yang digunakan. Kuat tekan maksimum terdapat pada salah satu sampel di perbandingan 0.5Krts:0.1Pc:4Psr sebesar 4,449 MPa, dan kuat tekan terendah terdapat pada salah satu sampel di perbandingan 0.5Krts:0.1Pc:7Psr yaitu sebesar 2,699 MPa. Serapan air bata beton terus mengalami kenaikan seiring dengan penambahan jumlah pasta semen. Serapan air terendah terdapat pada salah satu perbandingan dengan jumlah pasta 201,76 kg/cm<sup>3</sup> yaitu 9,02% dan serapan air maksimum terdapat pada salah satu perbandingan dengan jumlah pasta 311,82 kg/cm<sup>3</sup> yaitu 16,71%.

## 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.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1... Latar Belakang.....	1
1.2... Rumusan Masalah.....	2
1.3... Batasan Masalah.....	3
1.4... Tujuan Penelitian.....	4
1.5... Manfaat Penelitian.....	4
1.6... Sistematika Skripsi.....	4
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI.....</b>	<b>6</b>
2.1. Pengertian Bata Beton.....	6
2.1.1. Jenis Bata Beton.....	7
2.1.2. Klasifikasi Bata Beton.....	7
2.1.3. Sifat Bata Beton Pejal.....	8
2.1.4. Persyaratan Bata Beton Pejal.....	9
2.2. Bahan Pembuatan Bata Beton.....	10
2.2.1. Portland Cement ( Semen Portland).....	10
2.2.2. Agregat.....	12
2.2.3. Air.....	16

2.2.4. Kertas.....	18
2.3. Kerangka Berpikir.....	23
2.4. Kajian Pustaka .....	25
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
3.1. Variabel Penelitian.....	28
3.2. Bahan .....	29
3.3. Alat.....	29
3.4. Prosedur Penelitian .....	30
<b>BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
4.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun Bata Beton Pejal.....	37
4.1.1. Air .....	37
4.1.2. Semen Portland .....	37
4.1.3. Pasir.....	37
4.1.4. Kertas.....	39
4.2. Rancangan Adukan Bata Beton Pejal .....	39
4.3. Hasil Uji Kuat Tekan Bata Beton Pejal.....	40
4.3.1. Analisa Perbandingan Campuran Adukan Terhadap Kuat Tekan .....	40
4.3.2 Analisa Jumlah Semen Terhadap Kuat Tekan .....	42
4.3.3 Analisa Beban Tekan (P) Terhadap Kuat Tekan.....	43
4.4. Hasil Uji Serapan Air Bata Beton Pejal .....	47
4.4.1. Analisa Serapan Air Dengan Perbandingan Campuran Adukan .....	47
4.4.2. Analisa Serapan Air Dengan Jumlah Pasta.....	49
<b>BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>54</b>
5.1. Simpulan.....	54
5.2. Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persyaratan Mutu Bata Beton .....	8
Tabel 2.2	Persyaratan Ukuran Bata Beton Dalam Perdagangan .....	8
Tabel 2.3	Syarat-Syarat Fisis Bata Beton Pejal (SNI 04-1989-F).....	9
Tabel 2.4	Ukuran Bata Beton .....	9
Tabel 2.5	Syarat Batas Gradasi Pasir.....	14
Tabel 3.1	Variabel Bata Beton Pejal.....	28
Tabel 4.4	Rancangan Adukan Bata Beton Pejal.....	40



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gambaran Kerangka Berpikir Penelitian.....	25
Gambar 3.1. Pengujian Kuat Tekan Bata Beton .....	35



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Gradasi Pasir Muntlan .....	38
Grafik 4.2.	Hubungan Kuat Tekan Dengan Perbandingan Campuran Bata Beton.....	41
Grafik 4.3.	Hubungan Kuat Tekan Dengan Jumlah Semen .....	42
Grafik 4.4.	Hubungan Kuat Tekan Dengan Jumlah Semen Per Meter Kubik Pada Bata Beton Penambahan Kertas, Keramik dan Limbah Kertas Koran .....	44
Grafik 4.5.	Hubungan Serapan Air Dengan Perbandingan Campuran Adukan.....	48
Grafik 4.6.	Hubungan Serapan Air Dengan Jumlah Pasta .....	49
Grafik 4.7.	Hubungan Serapan Air Dengan Jumlah Pasta Bata Beton Antara Penambahan Kertas, Tras Muria dan Fly Ash.....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pemeriksaan berat satuan pasir .....	59
Lampiran 2	Pemeriksaan gradasi pasir .....	60
Lampiran 3	Perhitungan rancangan adukan .....	61
Lampiran 4	Hasil uji kuat tekan.....	63
Lampiran 5	Hubungan kuat tekan dengan jumlah semen .....	64
Lampiran 6	Hasil uji serapan air.....	65
Lampiran 7	Dokumentasi Penelitian.....	66



# **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 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 (SNI 03 – 0349 – 1989).

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.

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 dapat mengembangkan

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

Alternatif bahan yang dipakai untuk penelitian ini adalah kertas koran, karena kertas koran mudah didapat meskipun jarang dipergunakan sebagai bahan bangunan. Alasan lain digunakannya kertas koran adalah harganya relatif murah dan mudah didapat.

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

Dalam ilmu bahan bangunan ada beberapa jenis bahan yang dikategorikan sebagai bahan pengisi dalam adukan, di antaranya adalah kerikil, abu terbang, tras, pozolan dan berapa bahan pengisi lainnya (Moerdwiyono, 1977 dalam Andoyo, 2006). Atas dasar pertimbangan tersebut, dilakukan penelitian mengenai penambahan kertas koran pada pembuatan bata beton pejal 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 pejal. Dari penelitian ini akan dikaji mengenai adakah pengaruh penambahan kertas

koran terhadap kuat tekan dan serapan air pada bata beton pejal dengan variasi komposisi campuran yang telah ditentukan.

### 1.3. Batasan Masalah

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

1. Konsentrasi variasi komposisi campuran bahan susunan bata beton pejal sesuai yang tercantum pada Tabel 3.1 Variabel Penelitian.
2. Potongan kertas yang digunakan adalah kertas koran yang telah dipotong dengan besar potongan  $\pm 10$  cm.
3. Air yang digunakan adalah air yang berada di laboratorium bahan Fakultas Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.
4. Pasir yang digunakan adalah pasir Muntilan.
5. Semen yang digunakan adalah semen merk Semen Gresik kemasan 50 kg.
6. Benda uji untuk pengujian kuat tekan dan penyerapan air dibuat dalam ukuran lebar, tinggi dan panjang 10 cm x 20 cm x 40 cm. dengan menggunakan besaran berat satuan.
7. Tiap variabel menggunakan 13 buah benda uji (10 buah untuk pengujian tekan bata beton, 3 buah untuk uji serapan air).
8. 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 pejal dimaksudkan untuk :

1. Mengetahui seberapa besar kuat tekan bata beton pejal menggunakan bahan tambahan potongan kertas koran.
2. Mengetahui seberapa besar penyerapan air bata beton pejal menggunakan bahan tambahan potongan kertas koran.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

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

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

#### **1.6. Sistematika Skripsi**

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

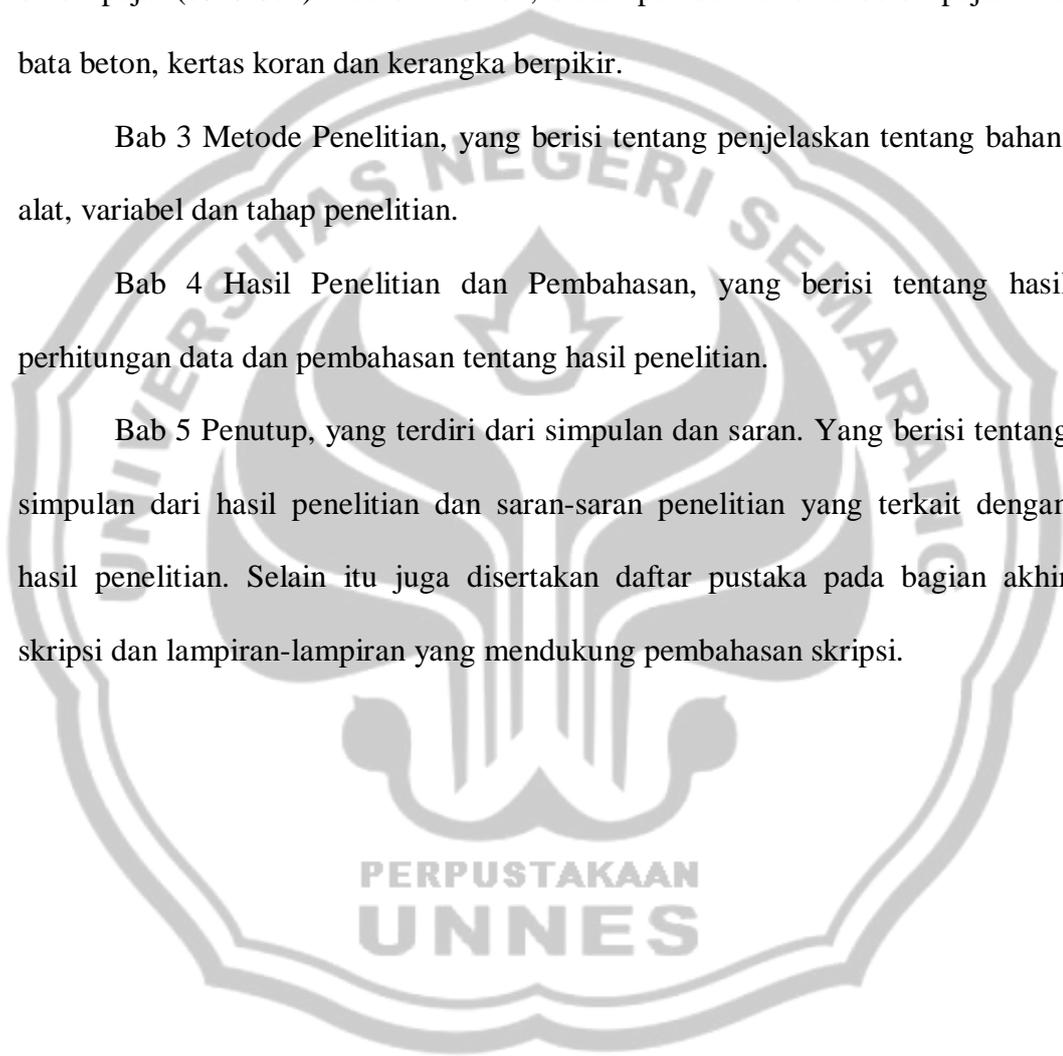
Bab 1 Pendahuluan, yang berisi tentang latar belakang, permasalahan, penegasan istilah / batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan skripsi.

Bab 2 Kajian pustaka, pada bab ini menjelaskan tentang pengertian bata beton pejal (*conblock*) atau bata beton, bahan pembuatan bata beton pejal atau bata beton, kertas koran dan kerangka berpikir.

Bab 3 Metode Penelitian, yang berisi tentang penjelasan tentang bahan, alat, variabel dan tahap penelitian.

Bab 4 Hasil Penelitian dan Pembahasan, yang berisi tentang hasil perhitungan data dan pembahasan tentang hasil penelitian.

Bab 5 Penutup, yang terdiri dari simpulan dan saran. Yang berisi tentang simpulan 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.



## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 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 hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding (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 tras atau bata semen portland dan pasir (Sugiharti dan Riskijah, 2000).

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

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

Pemakaian bata beton bila dibandingkan dengan batu bata, terlihat penghematannya dalam beberapa segi, untuk tiap-tiap m<sup>2</sup> luas dinding lebih sedikit jumlah bata beton yang dibutuhkan, penghematan dalam pemakaian adukan sampai 70%. Berat tembok diperingan dengan 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).

### **2.1.1. Jenis Bata Beton**

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

#### **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**

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

- a) Mutu I adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang dibebani dan untuk konstruksi yang tidak terlindung (di luar atap).
- b) Mutu II adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang dibebani,

tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung (di bawah atap).

- c) Mutu III adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang tidak dibebani dan yang tidak terlindung.
- d) Mutu IV adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang tidak dibebani dan yang terlindung.

Tabel 2.1 Persyaratan Mutu Bata Beton

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

Sumber : Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia. Bandung 1982

Tabel 2.2 Persyaratan Ukuran Bata Beton Dalam Perdagangan

Jenis Bata beton	Ukuran panjang/tinggi/lebar (mm)	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 : Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia. Bandung 1982, hal.11

### 2.1.3. Sifat Bata Beton Pejal

Bata beton pejal sebagai bahan untuk pasangan dinding mempunyai sifat sebagai berikut ([Kimpraswil, 2009](#)) :

- a) Ukurannya seragam.

- b) Mutunya seragam bila dibuat dengan cara yang sama.
- c) Cukup kuat dan awet.
- d) Pemasangan mudah dan rapih tidak perlu pemotongan.
- e) Permukaan menarik dan tidak perlu diplester lagi.
- f) Harga pasangan dapat bersaing dengan bahan lainnya.

#### 2.1.4. Persyaratan Bata Beton Pejal

Persyaratan bata beton pejal yaitu sebagai berikut :

- a) Pandangan luar beton harus tidak terdapat retak-retak, cacat.
- b) 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	10	7	4	2.5
2. Kuat tekan bruto*) masing-masing benda uji minimum.	MPa	9	6.5	3.5	2.1
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.

- a) Syarat ukuran dan toleransi

Ukuran bata beton menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F dapat dilihat pada

Tabel 2.4 berikut :

Tabel 2.4 Ukuran Bata Beton

UKURAN+TOLERANSI,mm		
PANJANG	LEBAR	TEBAL

390+3 -5	190±2	100±2
-------------	-------	-------

Pengujian bata beton pejal 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 Portland)*

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

Fungsi semen adalah untuk bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak / padat. Selain itu pasta semen juga untuk mengisi rongga-

rongga diantara butir-butir agregat. Walaupun volume semen hanya kira-kira sebanyak 10 % saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan perekat yang aktif dan mempunyai harga yang paling mahal dari pada bahan dasar beton yang lain maka perlu diperhatikan atau dipelajari secara baik.

Semen *portland* merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Di dunia sebenarnya terdapat berbagai macam semen, dan tiap macamnya digunakan untuk kondisi-kondisi tertentu sesuai dengan sifat-sifatnya yang khusus.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, Semen *Portland* di Indonesia (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam, SK SNI S – 04 – 1989 – F) dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

- Jenis I : Semen *portland* untuk konstruksi umum, yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- Jenis II : Semen *portland* untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Jenis III : Semen *portland* untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.
- Jenis IV : Semen *portland* untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.
- Jenis V : Semen *portland* untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

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

- 1) Trikalsium Aluminat ( $C_3A$ ), 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

#### 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 fungsinya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar / betonnya, 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 (Tjokrodinuljo, 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 gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar, sebagai mana tampak pada Tabel 2.5 (Tjokrodinuljo, 2007:26).

Tabel 2.5 Syarat Batas Gradasi Pasir

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Jenis agregat halus (mm)			
	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 (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 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), barytes ( $\text{BaSO}_4$ ), atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan juga berat jenisnya tinggi (sampai 5), yang efektif sebagai dinding pelindung / perisai radiasi sinarX.
- 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 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.

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

### 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, 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 mangan, 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 sodium karbonat dan potasium dapat menyebabkan ikatan awal sangat cepat dan dalam konsentrasi yang besar akan mengurangi kekuatan beton.

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.

4. 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.
5. Pengaruh adanya kandungan gula yang mungkin juga terdapat dalam air. Bila kandungan itu 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. Kertas

Kertas adalah bahan yang tipis dan rata yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari *pulp*. Serat yang digunakan adalah serat alami dan mengandung 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) dikelompokkan ada 12 jenis kertas yaitu :

##### 1. *Uncoated Groundwood*

Kertas yang tidak mempunyai lapisan *coating 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 gr/m<sup>2</sup>, dengan kertas koran dari 38 gr/m<sup>2</sup> sampai 52 gr/m<sup>2</sup>. 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 dalam kertas No. 5 *enamel paper* (kertas *coated* dengan *brightness* paling rendah, sekitar 80%) dan kertas No. 4 (*brightness* sekitar 85%), keduanya mempunyai lapisan *coating pigmen* di kedua sisi.

Umumnya kertas ini berwarna kekuningan karena banyak *pulp* mekanis dan mempunyai gramatur dari 45 gr/m<sup>2</sup> sampai 130 gr/m<sup>2</sup>. 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<sup>2</sup> 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* dan *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* (di mana 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<sup>2</sup> dan 35 gr/m<sup>2</sup>. Kertas C1S label masuk dalam kategori ini dimana hanya mempunyai lapisan *coating* disatu sisi. Gramatur kertas berkisar antara 70 gr/m<sup>2</sup> dan 300 gr/m<sup>2</sup>. *Art Paper* umumnya mulai dari 70 gr/m<sup>2</sup> sampai dengan 150 gr/m<sup>2</sup>, sementara *Art Board* mulai dari 170 gr/m<sup>2</sup> sampai dengan 300 gr/m<sup>2</sup>. 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*, artinya adalah kertas kuat, mempunyai 4 kegunaan utama :

- a. Kertas bungkus (*wrapping*) seperti untuk bungkus kertas plano, kertas bungkus nasi 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<sup>2</sup> dan 134 gr/m<sup>2</sup>. *Pulp* kertas yang dipakai bisa melalui proses pemutihan atau *bleaching* atau tidak. Bila tidak diputihkan maka berwarna coklat.

## 6. Bleached Paperboard

Pulp kertas yang dipakai adalah *beached sulfite* dan kegunaan utama adalah *folding carton* - untuk membuat *box*, dan kertas karton susu atau *juice*. Karena *bleach* maka warna kertas karton 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<sup>2</sup> sampai dengan 500 gr/m<sup>2</sup>. 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 mempunyai 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 susunan 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 sulfite semichemical 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<sup>2</sup> sampai dengan 450 gr/m<sup>2</sup>. *Corrugating medium* atau kertas medium juga masuk dalam kategori 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*, dan berbagai jenis kertas dan kertas karton. Juga *gypsum liner* kertas yang digunakan sebagai pelapis luar *gypsum board*, kertas untuk *ore 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 di atas mesin yang mempunyai silinder pengering / pemanas yang diameternya 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<sup>2</sup> sampai dengan 75 gr/m<sup>2</sup>. Jenis kertas ini diproduksi dengan sistim *through air dried* (TAD) atau mesin kertas *Yankee* (silinder pemanas yang diameternya sangat besar) yang mempunyai *wet*.

#### 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.).

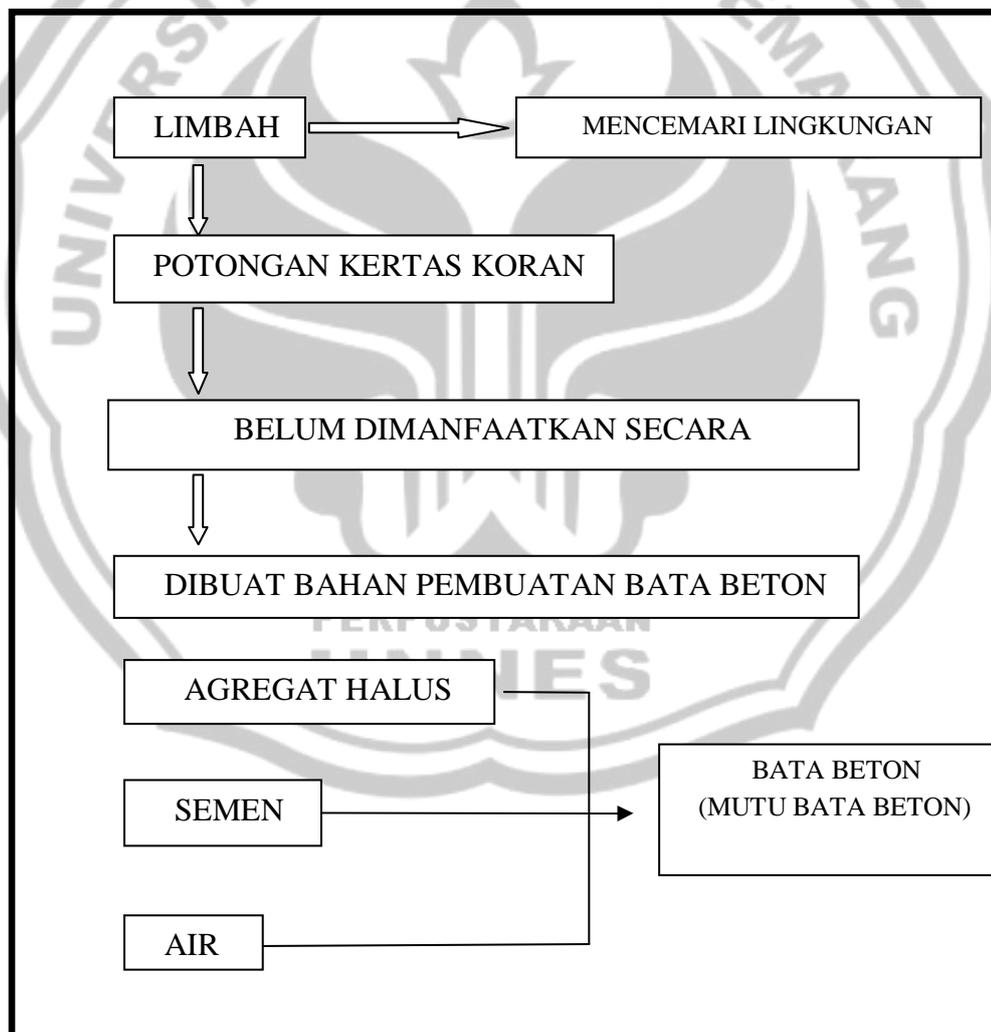
### **2.3. Kerangka Berpikir**

Sejalan dengan meningkatnya kegiatan pembangunan dan banyaknya penggunaan 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 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 bata beton. Agar dicapai hasil yang 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 potongan kertas koran terhadap kuat tekan bata beton serapan air bata beton tersebut.

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



Gambar 2.1 Gambaran Kerangka Berpikir Penelitian

## 2.4. Kajian Pustaka

Penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan Prakoso (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. Trasan akan mengalami peralihan fungsi menjadi bahan pengisi (*filler*) dengan daya ikat antar butiran sangat kecil, sehingga hanya semen yang berfungsi sebagai bahan ikat dalam campuran bata beton tersebut.

Pada penelitian Risdhika (2009) tentang pemanfaatan keramik sebagai bata beton non pasir didapat kesimpulan pada nilai kuat tekan, bahwa dengan peningkatan jumlah keramik pada campuran bata beton non pasir nilai kuat tekan bata beton semakin menurun. 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 mempunyai banyak 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<sup>3</sup>. 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 *papercrete* terendah diperoleh nilai kuat tekan sebesar 1,23 MPa dan kuat tekan tertinggi sebesar 2,01 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 pengempaan 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 dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu suatu metode penelitian untuk mengadakan kegiatan percobaan yang mendapatkan suatu hasil, hasil tersebut menunjukkan hubungan sebab akibat antara variabel satu dengan yang lainnya.

#### 3.1. Variabel Penelitian

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

Tabel 3.1 Variabel Bata Beton Pejal

Campuran adukan (kertas : semen : pasir)	faktor air semen (fas)	Jml. Benda Uji (buah)	
		Kuat Tekan	Serapan Air
0.5 : 1 : 4	0.40	10	3
0.5 : 1 : 5	0.40	10	3
0.5 : 1 : 6	0.40	10	3
0.5 : 1 : 7	0.40	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 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 Kertas Koran

Limbah kertas koran yang digunakan pada surat kabar suara merdeka dengan berat 70 gram yang sudah dipotong secara acak atau disobek dengan ukuran potongan 5 – 10 cm.

### 3.3. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Ayakan

Ayakan dengan lubang berturut-turut 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,6 mm, 0,3mm, 0,015 mm yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar, digunakan untuk mengetahui gradasi pasir 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 40 cm, lebar 10 cm, tinggi 20 cm.

## 7. Mesin uji tekan

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

### 3.4. Prosedur Penelitian

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

Tahap dan prosedur penelitian ini adalah :

#### 1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan yaitu menyiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian pembuatan bata beton 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 bata beton
- 7) Mesin uji tekan

## 2. Tahap Pengujian Bahan

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

Pengujian bahannya adalah sebagai berikut :

### a. Pemeriksaan Berat Satuan Pasir

Langkah-langkah pemeriksaan berat satuan pasir adalah sebagai berikut :

Persiapkan pasir dalam keadaan kering dan alat yang akan digunakan.

Berupa bejana dan timbangan. Langkah pertama yang dilakukan adalah menghitung volume bejana yang digunakan (V), kemudian timbang berat bejana dalam keadaan kosong pada timbangan (W1). Masukkan pasir yang telah disiapkan kedalam bejana lalu ditimbang (W2), hitunglah berat satuan pasir tersebut. Perhitungan berat satuan pasir dapat dilihat pada Lampiran 2.

### 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 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 komulatif prosentase butir-butir pasir yang lolos pada masing-masing ayakan. Nilai modulus halus butir pasir dihitung dengan menjumlahkan prosentase komulatif butir yang tertinggal kemudian dibagi seratus seperti yang terlihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 di Lampiran 1.

c. 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.

d. Air

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

3. Tahap Pembuatan Adukan

Agreagat halus, semen dengan perbandingan fas tertentu dan campuran kertas koran dibuat adukan bata beton. Pembuatan adukan bata beton dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

Menimbang bahan-bahan susun bata beton yaitu semen, pasir, kertas koran 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 (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 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.

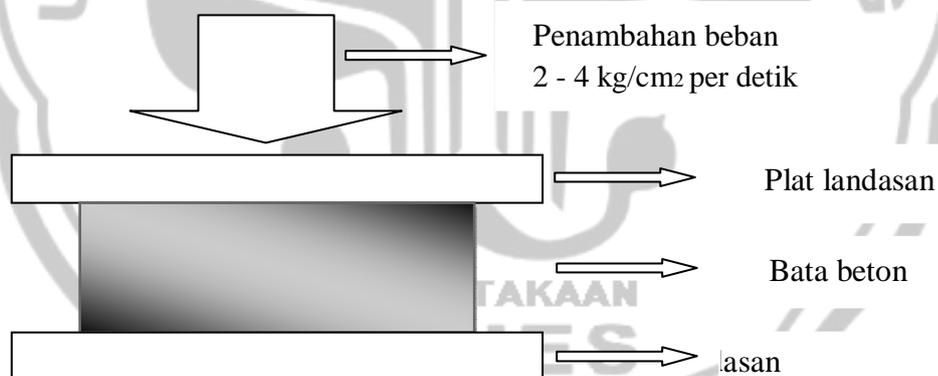
#### 5. Tahap Pengujian Bata beton

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  $\text{kg/cm}^2$ . 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 Bata beton

Tahap pengujian serapan air adalah sebagai berikut :

Bata beton yang telah berumur 28 hari dan dalam kondisi kering udara dimasukkan dalam oven dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Setelah 24 jam bata

beton dikeluarkan dan didinginkan. Bata beton kering oven ditimbang beratnya ( $W_1$ ). Kemudian dilanjutkan dengan merendam selama 24 jam. Setelah 24 jam, bata beton diangkat dan ditimbang beratnya ( $W_2$ ).

## 6. Tahap Pengolahan Data

### a. Berat Satuan Pasir

$$\text{Berat satuan pasir} = \frac{(W_1 - W_2)}{V}$$

Dimana :

$W_1$  = Berat bejana kosong (kg)

$W_2$  = Berat pasir dalam bejana (kg)

$V$  = Volume bejana ( $m^3$ )

### b. 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 ( $cm^2$ )

### c. Serapan Air

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

Dimana :

$W_1$  = Berat bata beton dalam keadaan kering mutlak (dioven)

W2 = Berat bata beton setelah direndam.



## **BAB 4**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun Bata Beton Pejal**

##### **4.1.1. Air**

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.

##### **4.1.2. Semen *Portland***

Semen yang digunakan adalah semen *portland* jenis I produksi PT Semen Gresik dengan kemasan 50 kg/zak. Semen yang digunakan saat penelitian tidak menggumpal dan dalam keadaan kering sehingga semen layak digunakan sebagai bahan penelitian.

##### **4.1.3. Pasir**

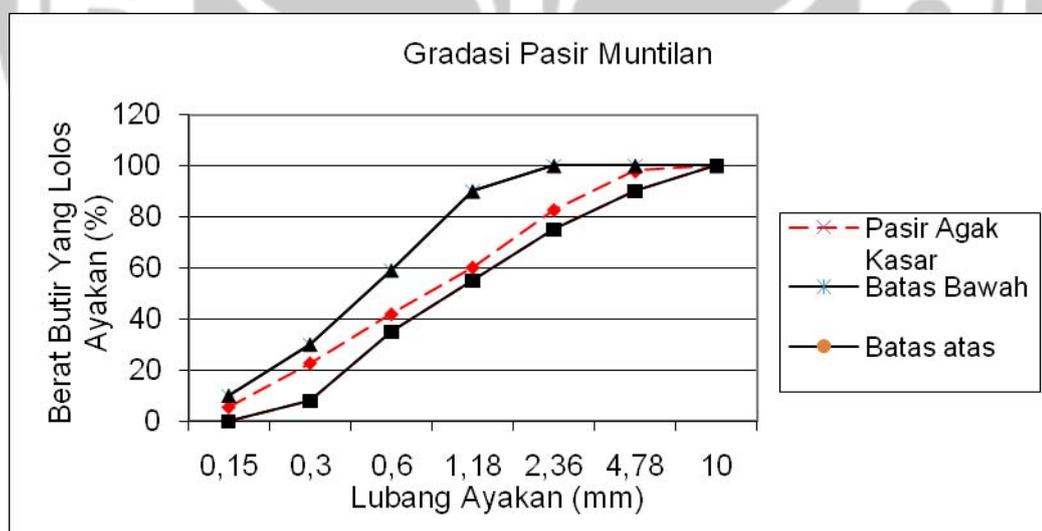
Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Muntilan yang didapatkan dari toko bangunan terdekat dengan laboratorium tempat dilaksanakannya penelitian. Pasir Muntilan digunakan dalam penelitian ini karena secara umum mutu pasir tersebut memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai bahan bangunan,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

mengenai mutu pasir tersebut. Berikut ini adalah hasil pemeriksaan yang dilakukan.

#### 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 4.1 Syarat Batas Gradasi agregat halus pada empat zone dapat dilihat pada Lampiran 1.

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 Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 di Lampiran 2.



Grafik 4.1. 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<sup>3</sup>. Pasir Muntilan yang digunakan digolongkan dalam agregat normal. Adapun perhitungan berat satuan pasir dapat dilihat pada Tabel 4.1 di Lampiran 1.

#### **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 kertas koran dan karton sebesar 0,7 kg/m<sup>3</sup> - 0,8 kg/m<sup>3</sup> (Narita, 2009). Berat satuan untuk koran yang digunakan untuk penelitian sebesar 0,5 kg/m<sup>3</sup> (Sobirin, 2009). Kertas koran yang digunakan adalah kertas koran yang digunakan pada surat kabar Suara Merdeka. Pada penelitian ini kertas koran dipotong atau sobek secara acak dengan besar potongan atau sobekan 5 – 10 cm.

#### **4.2. Rancangan Adukan Bata Beton Pejal**

Bahan susun campuran bata beton berlubang yang dipakai meliputi: agregat halus berupa pasir Muntilan, semen portland jenis I produksi PT.Semen Gresik dengan kemasan 50 kg/zak, bahan tambahan berupa kertas sebagai bahan pengisi sedangkan semen dan air sebagai pengikat tambahan. Dalam penelitian ini nilai fas ditetapkan sebesar 0,4 dengan perbandingan yang digunakan 0,5Krts:1PC:4Psr, 0,5Krts:1PC:5Psr, 0,5Krts:1PC:6Psr, 0,5Krts:1PC:7Psr. Pada tiap variasi perbandingan campuran dibuat 13 buah benda uji bata beton dengan

ukuran 40 x 20x 10 cm, 10 buah untuk pengujian kuat tekan bata beton dan 3 buah digunakan untuk pengujian serapan air. Hasil rancangan adukan bata beton dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini dan perhitungan rancangan adukan dilihat pada Lampiran 3.

Tabel. 4.4. Rancangan Adukan Bata Beton Pejal

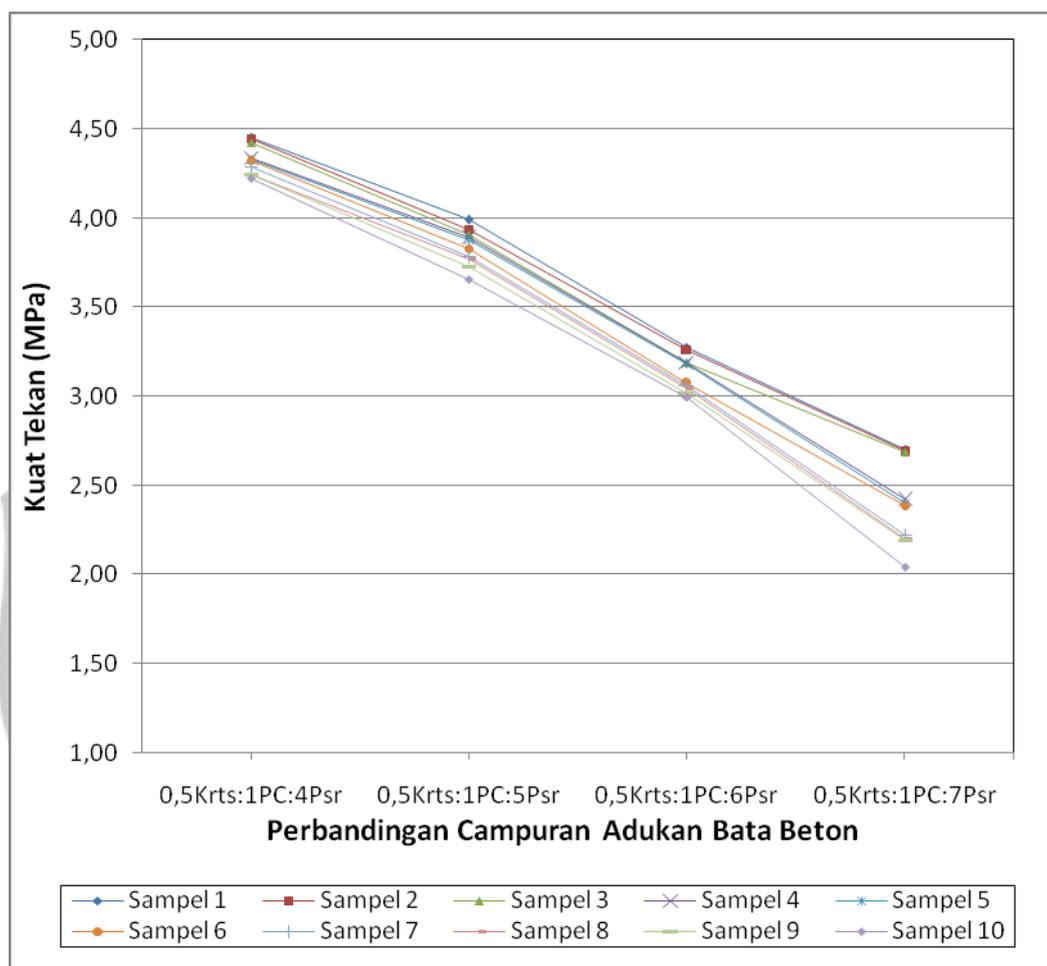
Volume	Perb. Campuran (kertas:semen:pasir)	Berat (kg / m <sup>3</sup> )	Air (lt)	Semen (kg)	Agr. Halus (kg)	Kertas (kg)
1 m <sup>3</sup>	0,5 : 1 : 4	1844,18	89,09	222,73	1487,82	44,55
	0,5 : 1 : 5	1812,25	75,38	188,46	1510,71	37,69
	0,5 : 1 : 6	1788,83	65,33	163,33	1527,49	32,67
	0,5 : 1 : 7	1770,92	57,65	144,12	1540,33	28,82
1 batako ( 0.008m <sup>3</sup> )	0,5 : 1 : 4	14,75	0,713	1,78	11,90	0,36
	0,5 : 1 : 5	14,50	0,603	1,51	12,09	0,30
	0,5 : 1 : 6	14,31	0,523	1,31	12,22	0,26
	0,5 : 1 : 7	14,17	0,461	1,15	12,32	0,23
13 benda uji	0,5 : 1 : 4	191,79	9,265	23,16	154,73	4,63
	0,5 : 1 : 5	188,47	7,840	19,60	157,11	3,92
	0,5 : 1 : 6	186,04	6,795	16,99	158,86	3,40
	0,5 : 1 : 7	184,18	5,995	14,99	160,19	3,00
<b>TOTAL</b>		750,48	29,895	74,74	630,90	14,95
<b>Ditambah 5%</b>		788,01	31,390	78,475	662,445	15,695

### 4.3. Hasil Uji Kuat Tekan Bata Beton Pejal

#### 4.3.1. Analisa Perbandingan Campuran Adukan Terhadap Kuat Tekan

Uji kuat tekan dilaksanakan pada saat bata beton pejal berumur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan bata beton pejal dengan penambahan kertas ditunjukkan pada Tabel 4.5 dalam Lampiran 4.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan bata beton diperoleh Grafik hubungan antara kuat tekan dengan variasi perbandingan campuran bata beton pejal sebagai berikut:



Grafik 4.2 Hubungan Kuat Tekan Dengan Perbandingan Campuran Bata Beton

Dari Grafik 4.2 terlihat pada perbandingan 0,5Krts:1PC:4Psr mencapai nilai kuat tekan tertinggi sebesar 4,449 MPa, bata beton pada perbandingan ini masuk pada tingkat mutu III (SNI 04 – 1989 – F). Nilai kuat tekan semakin menurun pada perbandingan campuran adukan berikutnya yaitu 0,5Krts:1PC:5Psr; 0,5Krts:1PC:6Psr; 0,5Krts:1PC:7Psr dengan nilai kuat tekan

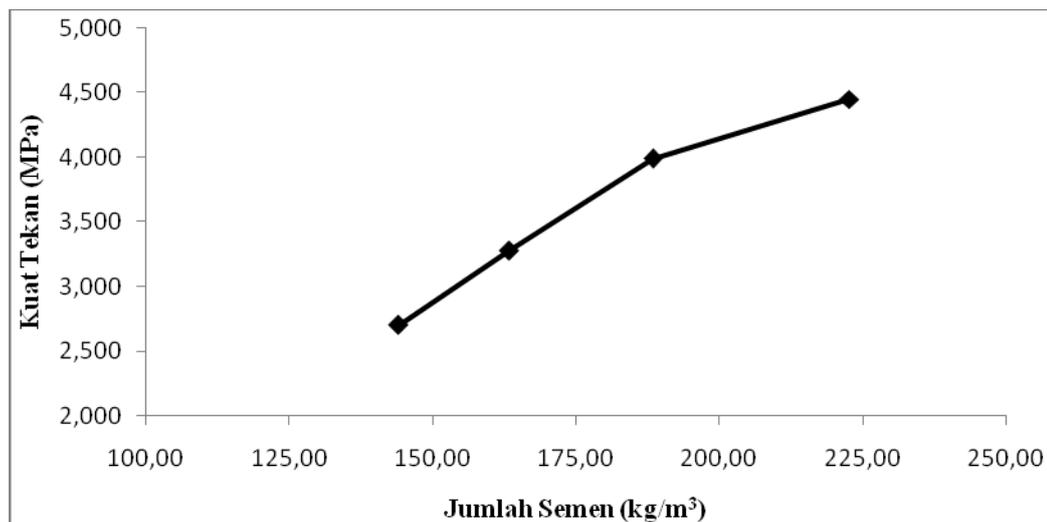
masing-masing mencapai 3,988 MPa (mutu VI), 3,275 MPa (mutu IV) dan 2,699 MPa (mutu IV).

Penurunan nilai kuat tekan pada bata beton pejal disebabkan karena kebutuhan bahan yang mempengaruhi besarnya kuat tekan bata beton semakin berkurang, yang diantaranya kebutuhan semen dan air sebagai pengikat pada campuran bata beton serta pasir dan kertas yang berfungsi sebagai pengisi pada campuran adukan bata beton yang digunakan dalam penelitian.

Dari Grafik 4.2 dapat diambil kesimpulan, bahwa semakin besar perbandingan campuran bata beton, maka kuat tekan bata beton semakin menurun. Dikarenakan bertambahnya jumlah bahan pengisi (kertas dan pasir) dan jumlah bahan pengikat (semen dan air) pada campuran adukan bata beton semakin berkurang. Hal lain yang mempengaruhi kuat tekan menurun pada bata beton pejal tersebut adalah jumlah semen pada campuran adukan juga semakin menurun. Untuk perhitungan jumlah semen pada campuran adukan bata beton pejal dapat dilihat pada Tabel 4.6 di Lampiran 5.

#### **4.3.2. Analisa Jumlah Semen Terhadap Kuat Tekan**

Jumlah semen adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan bata beton. Pada jumlah semen yang berbeda kuat tekan bata beton akan ikut berubah baik menurun ataupun meningkat. Hubungan kuat tekan dengan jumlah semen dapat dilihat pada Grafik 4.3 di bawah ini.



Grafik 4.3 Hubungan Kuat Tekan Dengan Jumlah Semen

Pada Grafik 4.3 dapat terlihat kuat tekan bata beton semakin meningkat dengan seiring bertambahnya jumlah semen yang digunakan dalam campuran adukan. Jumlah semen 144,12 kg/m<sup>3</sup> kuat tekan bata beton mencapai 2,699 MPa, kuat tekan terlihat meningkat pada jumlah semen 163,33 kg/m<sup>3</sup> dengan nilai kuat tekan bata beton sebesar 3,275 MPa. Kuat tekan bata beton semakin meningkat pada jumlah semen 188,46 kg/m<sup>3</sup> dan 222,73 kg/m<sup>3</sup>, dengan nilai kuat tekan masing-masing sebesar 3,988 MPa dan 4,449 MPa. Perhitungan jumlah semen dapat dilihat pada Tabel 4.6 dalam Lampiran 5.

#### 4.3.3. Analisa Beban Tekan (P) Terhadap Kuat Tekan

Besar beban tekan pada saat pengujian kuat tekan mempengaruhi kuat tekan bata beton, tetapi hal ini tidak terlepas dengan besarnya dimensi bata beton itu sendiri. Untuk data hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4.5 dalam Lampiran 4.

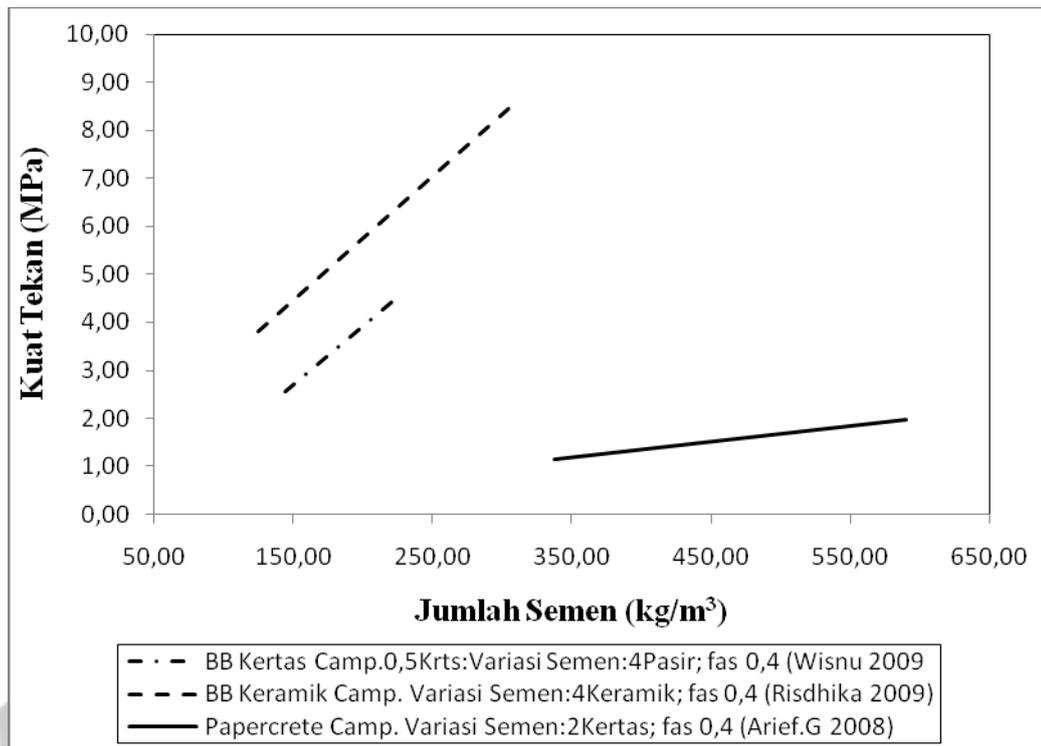
Pada Tabel 4.5 dapat dilihat pada campuran 0,5Krts:1PC:4Psr kuat tekan rata-ratanya sebesar 4,330 MPa (masuk pada tingkat mutu III SNI 04 – 1989 – F), dengan nilai kuat tekan antara 4,221 MPa sampai 4,449 MPa.

Bata beton pejal pada campuran 0,5Krts:1PC:5Psr kuat tekan rata-ratanya sebesar 3,836 MPa (masuk pada tingkat mutu IV SNI 04 – 1989 – F). dengan nilai kuat tekan antara 3,655 MPa sampai 3,988 MPa.

Bata beton pejal pada campuran 0,5Krts:1PC:6Psr kuat tekan rata-ratanya sebesar 3,129 MPa (masuk pada tingkat mutu IV SNI 04 – 1989 – F), dengan nilai kuat tekan antara 2,995 MPa sampai 3,275 MPa.

Bata beton pejal pada campuran 0,5Krts:1PC:7Psr kuat tekan rata-ratanya sebesar 2,395 MPa, masuk pada tingkat mutu IV (SNI 04 – 1989 – F). dengan nilai kuat tekan antara 2,042 MPa sampai 2,699 MPa.

Untuk lebih mengetahui seberapa besar perbedaan pengaruh penambahan kertas koran terhadap kuat tekan bata beton, dilakukan perbandingan kuat tekan bata beton kertas koran dengan penelitian terdahulu. Hubungan kuat tekan dengan jumlah semen bata beton dari beberapa penelitian dapat dilihat pada Grafik 4.5 di bawah ini.



Grafik 4.4 Hubungan Kuat Tekan Dengan Jumlah Semen Per Meter Kubik Pada Bata Beton Penambahan Kertas, Keramik dan Limbah Kertas Koran

Dari Grafik 4.4 diambil perhitungan pada perbandingan campuran adukan jumlah air, pasir dan kertas yang digunakan tetap sedangkan yang bertambah jumlah semen. Dapat diketahui nilai kuat tekan bata beton pada semua perbandingan campuran adukan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah semen yang digunakan dalam campuran adukan bata beton.

Kenaikan nilai kuat tekan sangat ekstrim terlihat pada bata beton non pasir campuran keramik dan bata beton campuran kertas. Kenaikan nilai kuat tekan paling ekstrim terdapat pada bata beton keramik, dikarenakan pada bata beton tersebut bahan pengisi yang digunakan adalah keramik sebagai bahan pengganti pasir karena keramik itu sendiri mampu menahan desakan. Hal inilah yang mempengaruhi kenaikan nilai kuat tekan bata beton dengan bahan keramik

meningkat secara drastis dibandingkan dengan bata beton dengan bahan pengisi kertas yang terdapat pada Grafik 4.4.

Hal lain yang mempengaruhi kenaikan nilai kuat tekan adalah berat jenis bahan yang digunakan pada campuran adukan beton. Bata beton non pasir kuat tekannya lebih tinggi, dikarenakan berat jenis keramik lebih besar dibandingkan dengan berat jenis kertas. Diketahui berat jenis keramik yang digunakan pada penelitian Risdhika (2009) sebesar  $1,84 \text{ kg/m}^3$  sedangkan berat jenis kertas sebesar  $0,5 \text{ kg/m}^3$ . Dari pernyataan tersebut dapat diambil kesimpulan semakin besar berat jenis bahan yang digunakan untuk campuran adukan, maka kuat tekan bata beton akan meningkat.

Dari Grafik 4.4 diketahui penetapan perbandingan campuran adukan berdasarkan jumlah kebutuhan bahan pada campuran adukan adukan nilai kuat tekan bata beton tertinggi sebesar 4,33 MPa dengan jumlah semen sebesar  $222,73 \text{ kg/m}^3$ , pada perbandingan 0,5kertas:1,25semen:4pasir, kuat tekan bata beton menurun pada perbandingan 0,5kertas:1semen:4pasir dengan nilai kuat tekan sebesar 3,84 MPa dan jumlah semen sebesar  $188,46 \text{ kg/m}^3$ . Nilai kuat tekan bata beton semakin menurun dengan berkurangnya jumlah semen yang digunakan, pada perbandingan 0,5kertas:0,83semen:4pasir nilai kuat tekannya sebesar 3,13 MPa dengan jumlah semen sebesar  $163,33 \text{ kg/m}^3$ . Nilai kuat tekan terkecil sebesar 2,40 MPa dengan jumlah semen sebesar  $144,12 \text{ kg/m}^3$  pada perbandingan 0,5kertas:0,71semen:4pasir.

Menurut penelitian Risdhika (2009) tentang pemanfaatan keramik untuk bata beton non pasir, nilai kuat tekan bata beton non pasir tertinggi diperoleh

pada perbandingan 1,25semen:4keramik sebesar 8,53 MPa dengan jumlah semen sebesar 312,50 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan bata beton non pasir terkecil diperoleh pada perbandingan 0,5semen:4keramik dengan nilai kuat tekan sebesar 3,55 MPa dan jumlah semen sebesar 125,00 kg/m<sup>3</sup>.

Sedangkan menurut Arief (2008) tentang pemanfaatan limbah kertas koran untuk beton berbentuk *papercrete* nilai kuat tekan tertinggi sebesar 2,01 MPa dengan jumlah semen 590,07 kg/m<sup>3</sup> pada perbandingan 1kertas:1,25semen. Kuat tekan menurun dengan berkurangnya jumlah semen pada perbandingan 1kertas:0,63semen yang diperoleh nilai kuat tekannya sebesar 1,23 MPa dengan jumlah semen sebesar 337,38 kg/m<sup>3</sup>. Dari Grafik 4.5 dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar jumlah semen pada perbandingan campuran adukan maka nilai kuat tekan bata beton semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan pada Tjokrodinuljo (2007) bahwa jumlah semen mempengaruhi nilai pasta semen yang berfungsi sebagai pengikat atau perekat butir-butir agregat dan bahan pengisi lainnya. Pasta semen akan berfungsi secara maksimal jika seluruh pori antar butir agregat terisi oleh pasta semen serta seluruh permukaan butir agregat terselimuti pasta semen. Apabila pasta semen sedikit maka tidak cukup untuk mengisi pori-pori antar butir agregat dan tidak seluruh permukaan agregat terselimuti pasta semen, sehingga rekatan antar butir kurang kuat dan mengakibatkan kuat tekan beton rendah. Kebutuhan jumlah semen pada Grafik 4.4 dapat dilihat pada Tabel 4.6 di Lampiran 5.

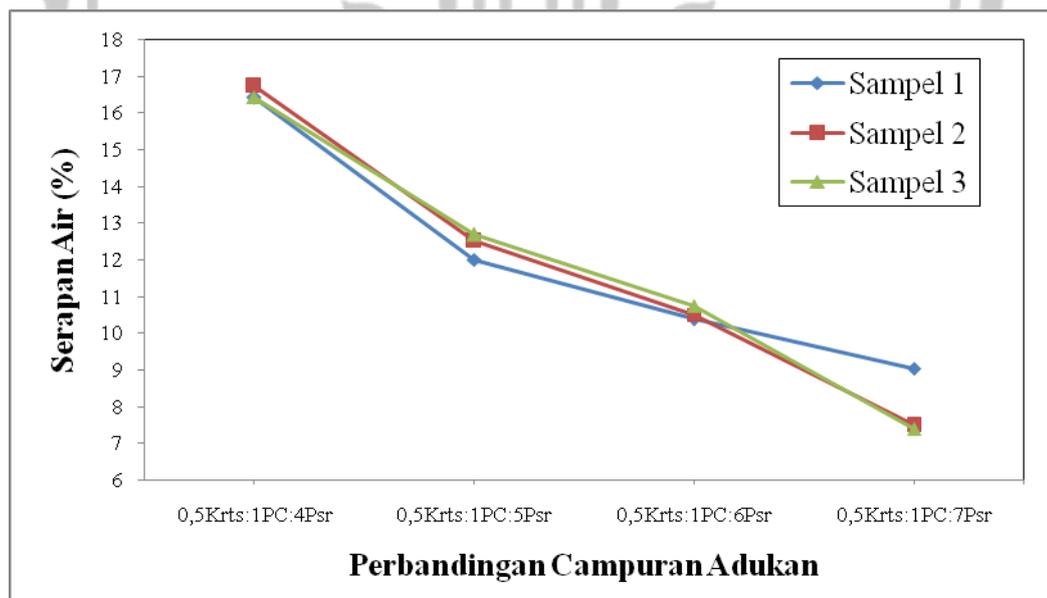
#### **4.4. Hasil Uji Serapan Air Bata Beton Pejal**

#### 4.4.1. Analisa Serapan Air Dengan Perbandingan Campuran Adukan

Uji serapan air dilaksanakan dengan cara bata beton pejal dioven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  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.

Uji serapan air dilaksanakan pada saat bata beton pejal berumur 28 hari. Hasil pengujian serapan air bata beton pejal dengan penambahan kertas ditunjukkan pada Tabel 4.7 dalam Lampiran 6.

Berdasarkan hasil pengujian serapan air bata beton diperoleh Grafik hubungan antara serapan air dengan variasi perbandingan campuran bata beton pejal sebagai berikut:



Grafik 4.5 Hubungan Serapan Air Dengan Perbandingan Campuran Adukan

Dari Grafik 4.5 terlihat pada perbandingan 0,5Krts:1PC:4Psr mencapai nilai serapan air tertinggi sebesar 16,71%, nilai serapan air semakin menurun pada perbandingan campuran adukan berikutnya yaitu 0,5Krts:1PC:5Psr; 0,5Krts:1PC:6Psr; 0,5Krts:1PC:7Psr dengan nilai serapan air tertinggi masing-masing sebesar 12,67%, 10,73% dan 9,02%.

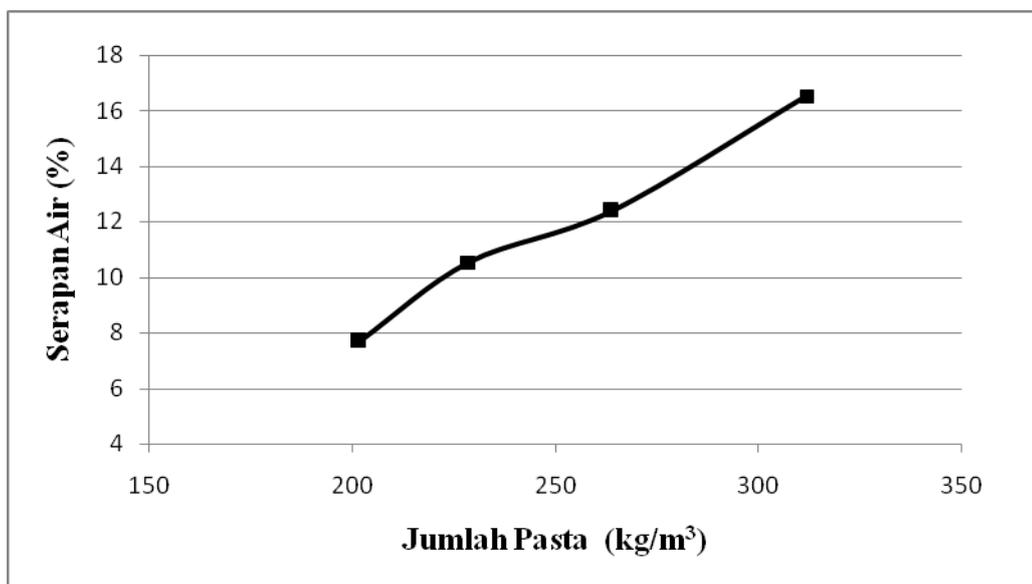
Penurunan nilai serapan air pada bata beton pejal disebabkan karena jumlah pasta yang mempengaruhi besarnya serapan air bata beton semakin berkurang. Semakin besar jumlah pasta, maka serapan air bata beton semakin meningkat.

Dari Grafik 4.5 dapat diambil kesimpulan, bahwa semakin besar perbandingan campuran bata beton, maka serapan air bata beton semakin menurun. Hal ini dikarenakan jumlah pasta pada campuran adukan bata beton semakin berkurang. Untuk perhitungan jumlah semen pada campuran adukan bata beton pejal dapat dilihat pada Tabel 4.7 di Lampiran 6.

#### **4.4.2. Analisa Serapan Air Dengan Jumlah Pasta**

Jumlah pasta yang terdapat pada bata beton sangat mempengaruhi besarnya serapan air bata beton. Pada penelitian yang dilakukan, jumlah pasta pada perbandingan campuran adukan bata beton semakin berkurang. Maka serapan air semakin menurun.

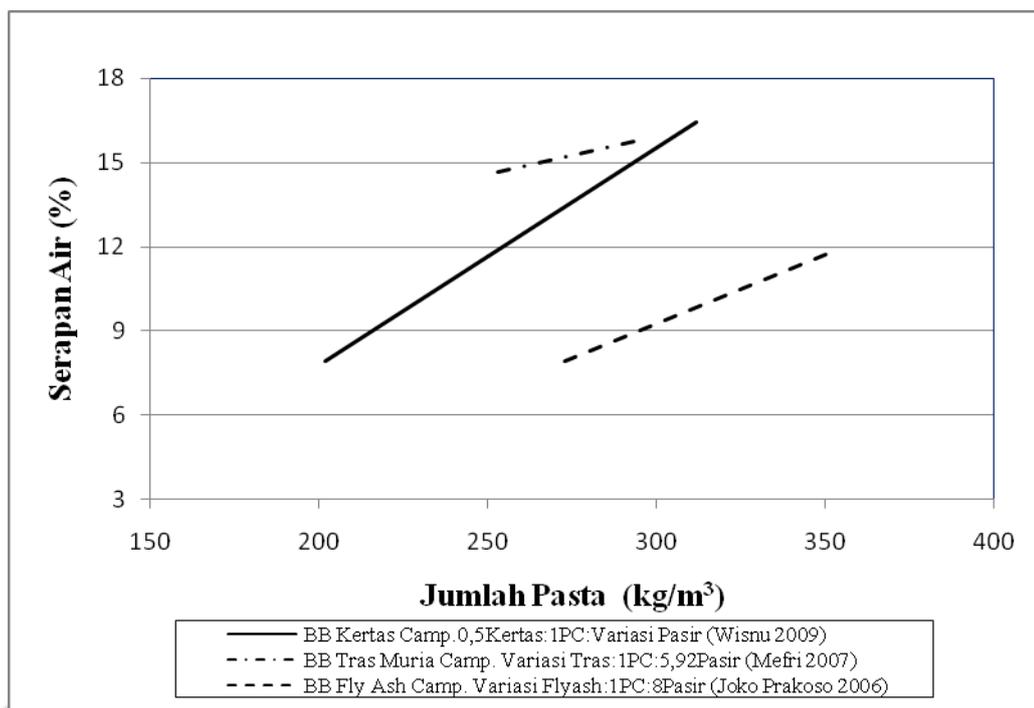
Hubungan serapan air dengan jumlah pasta di tiap-tiap perbandingan campuran adukan bata beton dapat dilihat pada Grafik 4.6 berikut ini. Sedangkan untuk perhitungan jumlah pasta dan serapan air dapat dilihat pada Tabel 4.7 dalam Lampiran 6.



Grafik 4.6 Hubungan Serapan Air Dengan Jumlah Pasta

Dari Grafik 4.6 jumlah pasta terbesar terdapat pada perbandingan 0,5Krts:1PC:4Psr sebesar 311,82 kg/m<sup>3</sup> dengan serapan air tertinggi pada tiap sampel sebesar 16,71% kemudian pada perbandingan 0,5Krts:1PC:5Psr jumlah pasta mengalami penurunan dengan nilai jumlah pasta sebesar 263,85 kg/m<sup>3</sup> yang nilai serapan air tertinggi pada sampel sebesar 12,67%. Serapan air semakin menurun pada perbandingan 0,5Krts:1PC:6Psr yang nilai serapan air tertinggi sebesar 10,73% dengan jumlah pasta sebesar 163,33 kg/m<sup>3</sup> dan jumlah pasta terkecil terdapat pada perbandingan 0,5Krts:1PC:7Psr sebesar 201,76 kg/m<sup>3</sup> dengan nilai serapan air sebesar 9,02%.

Di bawah ini dilakukannya pembandingan dengan penelitian terdahulu dengan maksud untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan kertas koran terhadap serapan air bata beton dibandingkan penelitian-penelitian yang lain. Hubungan serapan air dengan jumlah pasta dari berbagai penelitian dapat dilihat pada Grafik 4.7 di bawah ini.



Grafik 4.7. Hubungan Serapan Air Dengan Jumlah Pasta Bata Beton Antara Penambahan Kertas, Tras Muria dan *Fly Ash*

Dari Grafik 4.7 jumlah pasta terbesar terdapat pada perbandingan 0,5Krts:1PC:4Psr sebesar 311,82 kg/m<sup>3</sup> dengan serapan air tertinggi pada tiap sampel sebesar 16,71% kemudian pada perbandingan 0,5Krts:1PC:5Psr jumlah pasta mengalami penurunan dengan nilai jumlah pasta sebesar 263,85 kg/m<sup>3</sup> yang nilai serapan air tertinggi pada sampel sebesar 12,67%. Serapan air semakin menurun pada perbandingan 0,5Krts:1PC:6Psr yang nilai serapan air tertinggi sebesar 10,73% dengan jumlah pasta sebesar 163,33 kg/m<sup>3</sup> dan jumlah pasta terkecil terdapat pada perbandingan 0,5Krts:1PC:7Psr sebesar 201,76 kg/m<sup>3</sup> dengan nilai serapan air sebesar 9,02%.

Pada penelitian Mefri (2007) Serapan air terendah sebesar 14,57% pada perbandingan 0Tras:1PC:5,92Pasir dengan jumlah pasta sebesar 252,90 kg/m<sup>3</sup>.

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<sup>3</sup>.

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<sup>3</sup>, pada perbandingan 0,27Tras:1PC:5,92Pasir serapan kembali meningkat dengan serapan air sebesar 15,62% dan jumlah pasta sebesar 287,14 kg/m<sup>3</sup>. Serapan air tertinggi terdapat pada perbandingan 0,32Tras:1PC:5,92Pasir sebesar 15,69% dengan jumlah pasta sebesar 293,61 kg/m<sup>3</sup>. 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 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 kg/m<sup>3</sup>. 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 kg/m<sup>3</sup>. Serapan air semakin meningkat dengan perbandingan

1,40*FlyAsh*:1PC:8Pasir sebesar 8,01% dan jumlah pastinya yang juga meningkat sebesar 280,8 kg/m<sup>3</sup>, pada perbandingan 1,50*FlyAsh*:1PC:8Pasir serapan kembali meningkat dengan serapan air sebesar 10,01% dan jumlah pasta sebesar 285 kg/m<sup>3</sup>. Serapan air tertinggi terdapat pada perbandingan 1,60*FlyAsh*:1PC:8Pasir sebesar 11,7% dengan jumlah pasta sebesar 353,6 kg/m<sup>3</sup>

Dari ketiga penelitian menunjukkan bahwa bata beton pejal dengan penambahan kertas mengalami kenaikan serap air yang drastis seiring dengan peningkatan jumlah pasta. Hal ini disebabkan karena kertas yang berfungsi sebagai pengisi pada campuran adukan bata beton mempunyai sifat yang dapat menyerap air sehingga nilai serap air meningkat.

Pada Grafik 4.8 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 yang diantaranya pengaruh bahan kertas yang bersifat menyerap air serta pasta semen pada bata beton kertas serapan airnya lebih besar dibandingkan pasta tras muria dan pasta *fly ash*.

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**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Simpulan**

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

- 1) Kertas koran bekas sebagai bahan limbah sampah dapat dimanfaatkan sebagai bata beton, dengan variasi perbandingan campuran bata beton 0,5Krts:1PC:4Psr, 0,5Krts:1PC:5Psr, 0,5Krts:1PC:6Psr dan 0,5Krts:1PC:7Psr.
- 2) Bata beton pejal pada campuran 0,5Krts:1PC:4Psr kuat tekan rata-ratanya sebesar 4,330MPa (masuk pada tingkat mutu III SNI 04 – 1989 – F), dengan nilai kuat tekan antara 4,221MPa sampai 4,449MPa.
- 3) Bata beton pejal pada campuran 0,5Krts:1PC:5Psr kuat tekan rata-ratanya sebesar 3,836 MPa (masuk pada tingkat mutu IV SNI 04 – 1989 – F). dengan nilai kuat tekan antara 3,655MPa sampai 3,988MPa.
- 4) Bata beton pejal pada campuran 0,5Krts:1PC:6Psr kuat tekan rata-ratanya sebesar 3,129MPa (masuk pada tingkat mutu IV SNI 04 – 1989 – F), dengan nilai kuat tekan antara 2,995MPa sampai 3,275MPa.
- 5) Bata beton pejal pada campuran 0,5Krts:1PC:7Psr kuat tekan rata-ratanya sebesar 2,395MPa, masuk pada tingkat mutu IV (SNI 04 – 1989 – F). dengan nilai kuat tekan antara 2,042MPa sampai 2,699MPa.

- 6) Bata beton pejal pada campuran 0,5Krts:1PC:4Psr serapan air rata-ratanya sebesar 16,51% (masuk pada tingkat mutu III SNI 04 – 1989 – F). dengan nilai serapan air antara 16,40% sampai 16,71%.
- 7) Bata beton pejal pada campuran 0,5Krts:1PC:5Psr serapan air rata-ratanya sebesar 12,39% (masuk pada tingkat mutu III SNI 04 – 1989 – F). dengan nilai serapan air antara 11,99% sampai 12,67%.
- 8) Bata beton pejal pada campuran 0,5Krts:1PC:6Psr serapan air rata-ratanya sebesar 10,53% (masuk pada tingkat mutu III SNI 04 – 1989 – F). dengan nilai serapan air antara 10,37% sampai 10,73%.
- 9) Bata beton pejal pada campuran 0,5Krts:1PC:7Psr serapan air rata-ratanya sebesar 7,96% (masuk pada tingkat mutu III SNI 04 – 1989 – F). dengan nilai serapan air antara 7,38% sampai 9,02%.

## 5.2. Saran

Dari hasil penelitian “Pengaruh Penambahan kertas Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air Pada Bata Beton Pejal“. Dari kesimpulan diatas masih diperlukan penelitian lanjutan mengenai bata beton, antara lain :

- 1) Perlu dilakukan penelitian dengan penambahan bahan pengisi lain dengan bobot bahan yang ringan untuk mendapatkan pori yang lebih rapat mengingat kepadatan beton akan mempengaruhi sifat mekanisnya.
- 2) Pada penelitian pembuatan bata beton pejal sebaiknya digunakan alat mesin cetak, agar hasil uji benda uji dalam satu variasi tidak terlalu jauh.

- 3) Dalam penelitian ini belum dilakukan penelitian terhadap ketahanan bakar dan daya peredaman suara. Sehingga diperlukan penelitian terhadap kemampuan bata beton kertas pada ketahanan terhadap pengaruh panas, api dan suara.
- 4) Perlu dilakukan penelitian yang sama dengan menggunakan variasi perbandingan yang lain. Tujuannya untuk mengetahui kenaikan nilai kuat tekan dan serapan air antara penelitian awal dengan penelitian yang baru.
- 5) Untuk penelitian berikutnya kertas lebih baik dipotong dengan ukuran potongannya yang seragam.



## 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*. PUBLI : 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*. Diunduh pada <http://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 Koesmartadi. CH. 1999. *Penggunaan Bata Beton Untuk Dinding*.
- Gandhi, 2010. *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.
- Neville, AM. 1997. *Properties of Concrete*. Pitman Publishing Limited : London.
- Prakoso, J. 2006. *Pengaruh Penambahan Abu Terbang Terhadap Kuat tekan dan Serapan Air Bata Beton*. Skripsi Jurusan Teknik Universitas Negeri Semarang : Semarang.

- Rosyida, 2007. *Pengaruh Penambahan Tras Muria Pada Bata Beton Tinjauan Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang : Semarang.
- Risdhika, 2009. *Pengaruh Penambahan Pecahan Keramik Dalam Pembuatan Bata Beton Non-Pasir Ditinjau Dari Kuat Tekan Serapan Air dan Nilai ekonomisnya*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang : Semarang.
- Sobirin, 2009. *Berat Jenis Kertas Koran*. Diunduh pada <http://www.sampah-kota-bandung-per-hari-1000-gajah>. Diakses Pada 8/8/2009.
- Sugiharti dan Riskijah, SS. 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, N. 2009. *Pembahasan Kertas*. Diunduh pada <http://www.scribd.com/doc/15708375/Pembahasan-kertas>. Diakses 18/03/2010.
- Tappi, 2008. *Penggolongan dan Definisi Kertas*. Diunduh pada <http://www.wikipedia.com>. Diakses Pada 10/10/2009.
- Troxell, GE. Davis, HE dan Kelly, JW. 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*. UNNES Press : Semarang.

## Lampiran 1



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang

50229

---

---

**DATA HASIL PEMERIKSAAN  
BERAT SATUAN PASIR MUNTILAN**

Proyek : Skripsi  
Bahan : Pasir  
Asal : Muntilan  
Pemeriksaan Berat Satuan Pasir Tanpa pemadatan

Tabel 4.1. Pemeriksaan Berat Satuan Pasir Muntilan

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
$(W2 - W1) / V =$		1.67 kg/m <sup>3</sup>

## Lampiran 2



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang

50229

**DATA HASIL PEMERIKSAAN GRADASI PASIR MUNTILAN**

Tabel 4.2. Syarat Batas Gradasi Pasir dan Hasil Uji Gradasi Pasir Muntilan

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

Tabel 4.3. Hasil Uji 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	

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = 288,92 / 100 = 2,8892$$

### Lampiran 3



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

#### PERHITUNGAN RANCANGAN ADUKAN BATA BETON

Dalam adukan ada 0.5kertas + 1semen + 5pasir + 0.4berat semen + 2 ‰ rongga udara

BJ KERTAS :	0,5
BJ SEMEN :	3,15
BJ PASIR :	2,6

Diketahui (dalam satuan berat):

BERAT SEMEN :	1,25	Kg/m <sup>3</sup>
BERAT PASIR :	1,67	Kg/m <sup>3</sup>
BERAT KERTAS :	0,5	Kg/m <sup>3</sup>
FAS :	0,4	Kg/m <sup>3</sup>

Dalam beton per kubik menggunakan variasi perbandingan dengan volume beton 980:

- 0.5kertas : 1semen : 4pasir, jumlah perbandingan = 5.5
- 0.5kertas : 1semen : 5pasir, jumlah perbandingan = 6.5
- 0.5kertas : 1semen : 6pasir, jumlah perbandingan = 7.5
- 0.5kertas : 1semen : 7pasir, jumlah perbandingan = 8.5

Perhitungan :

1. SEMEN	a.	=	(1 : 5.5 ) X 980	=	178,18	kg
	b.	=	(1 : 6.5 ) X 980	=	150,77	kg
	c.	=	(1 : 7.5 ) X 980	=	130,67	kg
	d.	=	(1 : 8.5 ) X 980	=	115,29	kg
2. PASIR	a.	=	(4 : 5.5 ) X 980	=	890,91	kg
	b.	=	(5 : 6.5 ) X 980	=	904,62	kg
	c.	=	(6 : 7.5 ) X 980	=	914,67	kg
	d.	=	(7 : 8.5 ) X 980	=	922,35	kg
3. KERTAS	a.	=	(0.5 : 5.5 ) X 980	=	89,09	kg
	b.	=	(0.5 : 6.5 ) X 980	=	75,38	kg
	c.	=	(0.5 : 7.5 ) X 980	=	65,33	kg
	d.	=	(0.5 : 8.5 ) X 980	=	57,65	kg