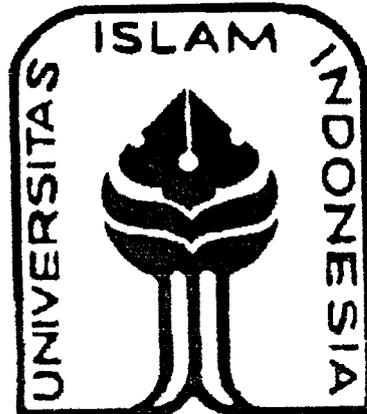


TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN FISIP UII	
HADIAN/BELI	
TGL. TERIMA :	15 Februari 2007
NO. JUDUL :	002170
NO. INV. :	020002170001
NO. INDIK. :	

**PENGARUH SUBSTITUSI SEMEN (PC) DENGAN BUBUK
BATU PUTIH DARI DAERAH LENDAH KULON PROGO
TERHADAP KARAKTERISTIK BETON**



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية



Disusun oleh :

JOKO HADINOTO WIJOYO

No. Mhs : 01 511 207

FUAD NUR FACHRUDIN

No. Mhs : 01 511 212

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

2006

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH SUBSTITUSI SEMEN (PC) DENGAN BUBUK
BATU PUTIH DARI DAERAH LENDAH KULON PROGO
TERHADAP KARAKTERISTIK BETON**

Diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta

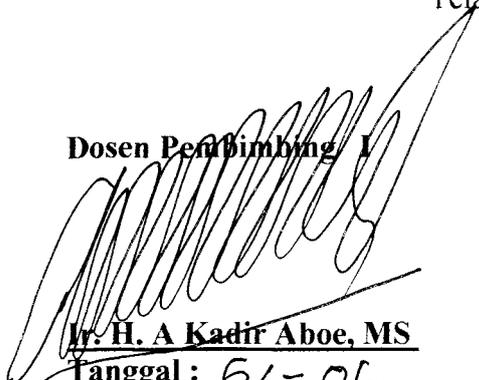
Disusun oleh :

JOKO HADINOTO WIJOYO
01 511 207

FUAD NUR FACHRUDIN
01 511 202

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I


Ir. H. A Kadir Aboe, MS

Tanggal : 6/9-06

Dosen Pembimbing II


Ir. H. Kasam, MT

Tanggal : 6/9'06

MOTTO

“Allah satu-satunya tempat bergantung”

(QS Al – Ikhlas : 2)

“Tak ada yang lebih setia menepati janji daripada Allah.”

(QS At Taubah : 111)

“ Sesungguhnya sholatku, ibadahku, hidup dan matiku hanyalah untuk Allah, penguasa semesta alam tiada sekutu bagi-Nya, dan demikian itulah yang diperintahkan kepadaku dan aku adalah orang yang pertama-tama menyerahkan diri kepada Allah.”

(QS Al An’am : 162-163)

“Sesungguhnya Allah tiada mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(QS Ar-Ra’du : 11)

“Orang yang menghadapi maut yakin bahwa waktu perpisahan telah tiba.”

(QS Al – Qiyaamah : 28)

“Hendaklah ada diantaramu kelompok yang selalu mengajak kepada kebajikan, memerintahkan kepada yang makruf dan mencegah dari kemungkaran, Mereka itulah orang – orang yang bakal mencapai kebahagiaan.”

(QS Ali Imran : 104)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah ﷻ atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya. Tak lupa shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad ﷺ, keluarga, para sahabat, dan para pengikutnya. Karena keridhoan-Nya, penyusunan Tugas Akhir dengan judul **”PENGARUH SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN DENGAN BUBUK BATU PUTIH DARI DAERAH LENDAH KULON PROGO TERHADAP KARAKTERISTIK BETON”** dapat terselesaikan.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, banyak bimbingan dan bantuan yang diperoleh dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H, Ruzardi, MS. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
2. Bapak Ir. H, Faisol AM, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

3. Bapak Ir. H, A Kadir Aboe, MS. selaku Dosen Pembimbing yang dengan penuh kesabaran dan ketelitian telah memberikan saran, nasihat serta bimbingan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
 4. Bapak Ir. H. Kasam, MT. selaku Dosen Pembimbing yang dengan penuh kesabaran dan ketelitian telah memberikan saran, nasihat serta bimbingan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
 5. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan perbaikan dan masukan untuk kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini.
 6. Bapak dan ibu serta seluruh keluarga tercinta yang dengan tulus ikhlas telah memberi dukungan moril maupun materil sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik.
 7. Rekan-rekan seperjuangan satu almamater yang selalu berbagi dalam suka dan duka.
 8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan hingga terselesainya penyusunan Tugas Akhir ini.
- Besar harapan kami semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada siapa saja yang membutuhkan referensi mengenai beton.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالصَّلَاةُ لِلَّهِ وَالزَّكَاةُ لِلَّهِ وَالصِّيَامُ لِلَّهِ وَالْحَجُّ لِلَّهِ
وَالسَّكِينَةُ لِلَّهِ وَالصَّبْرُ لِلَّهِ وَالصَّبْرُ لِلَّهِ وَالصَّبْرُ لِلَّهِ

Jogjakarta, September 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAKSI	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Umum	6
2.2 Literatur Yang Menunjang Penelitian	6

BAB III LANDASAN TEORI

3.1	Tinjauan Umum	11
3.2	Material Penyusun Beton	11
3.2.1	Semen Portland	11
3.2.2	Agregat	14
3.2.3	Air	14
3.2.4	Bubuk Batu Putih	14
3.3	Slump	15
3.4	Workabilitas	16
3.5	Ketentuan Benda Uji SK-SNI M-14-1989-F	16
3.6	Hipotesis	17

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1	Umum	18
4.2	Material Pembentuk Beton	18
4.3	Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji	19
4.4	Pengujian Kuat Desak Benda Uji	19
4.5	Pengujian Kuat Tarik Benda Uji	20
4.6	Pengujian Kuat Lentur Benda Uji	20
4.7	Pengolahan Data	21
4.8	Langkah-langkah Penelitian	22

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1	Umum	23
5.1.1	Pengolahan Bubuk Batu Putih	23

5.2	Hasil Uji Kuat Desak Beton.....	24
5.3	Hasil Uji Kuat Tarik Beton	26
5.4	Hasil Uji Kuat Lentur Beton	28
5.5	Hasil Pengujian Tegangan-Regangan	30

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan	32
6.2	Saran.....	33

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

ABSTRAKSI

Pada saat ini semen dibuat dari batu kapur, tanah liat, pasir besi dan pasir silika yang telah melalui proses penggilingan awal sehingga menjadi kiln. Kemudian dilanjutkan dengan proses pembakaran dan pendinginan yang hasilnya disebut terak clinker. Setelah itu terak clinker ditambah dengan gypsum serta diproses pada penggilingan akhir dan hasilnya adalah semen. Untuk mendapatkan beton yang baik, semen harus memiliki 3 syarat utama yaitu kekuatan (*strength*), daya tahan (*durability*), dan ekonomis (*economy*). Hal itu dipengaruhi oleh kontrol dari kualitas material atau bahan, ukuran perbandingan, dan cara pencampuran serta perawatannya. Yang melatarbelakangi penelitian ini adalah kandungan senyawa kimia pada batu putih mirip dengan yang terdapat pada semen portland diantaranya yaitu zat kapur (CaO), silika (SiO_2), besi (Fe_2O_3), dan aluminium (Al_2O_3).

Bubuk batu putih memiliki kadar kapur (CaO) yang cukup tinggi yaitu sekitar 96,88 % diharapkan mampu berpengaruh untuk mengisi kekurangan kapur yang hilang akibat hidrasi yang berlangsung saat semen bercampur dengan air, sehingga kuat desak, tarik, dan lentur beton yang dihasilkan bisa lebih maksimal.

Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggantian sebagian semen dengan bubuk batu putih terhadap karakteristik beton yang terdiri dari kuat desak, tarik, dan lentur. Adapun campuran yang digunakan adalah semen, pasir, kerikil, air dan bubuk batu putih sebagai substitusi sebagian semen, mulai dari variasi 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, dan 12%.

Dari berbagai pengujian dan analisis dapat disimpulkan bahwa substitusi sebagian semen dengan bubuk batu putih berpengaruh terhadap karakteristik beton. Variasi campuran bubuk batu putih sebesar 4 % mempunyai pengaruh yang relatif besar yaitu 32,03 MPa daripada kuat desak beton normal sebesar 24,30 MPa. Sedang untuk kuat tarik beton, pengaruh yang relatif besar pada variasi 2 % yaitu sebesar 2,71 MPa dibanding kuat tarik beton normal sebesar 2,47 MPa dan substitusi sebagian semen dengan bubuk batu putih 2 % merupakan variasi yang mempunyai pengaruh yang tertinggi terhadap kuat lentur beton yaitu sebesar 6,90 MPa daripada kuat lentur beton normal sebesar 6,15 MPa. Pada penelitian ini pengaruh substitusi semen dengan bubuk batu putih yang dapat diperbandingkan hanya sampai variasi 4 %. Hal ini dikarenakan pemakaian material yang berbeda untuk variasi-variasi setelah 4 %.

Sedangkan pada variasi campuran bubuk batu putih sebesar 6 % merupakan variasi yang mempunyai kekuatan karakteristik beton paling rendah. Namun hal tersebut tidak dapat dijadikan acuan karena pada saat penelitian terjadi penggantian material sebagai bahan pengisi, dan tidak dilakukan pemeriksaan agregat kembali, sehingga karakteristik material yang baru tidak diketahui dan berpengaruh pada kekuatan karakteristik beton. Secara garis besar bubuk batu putih digunakan sebagai bahan substitusi sebagian semen.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejarah menulis bahwa semen telah banyak digunakan secara luas di dunia pada masa lampau. Orang Mesir menggunakan gips calcined sebagai semen. Sedangkan orang Yunani menggunakan kapur perekat yang dipanaskan dengan batu gamping kemudian ditambah pasir untuk membuat mortar/adukan semen dan ditambah batu yang lebih kasar untuk membuatnya. Dahulu kala orang Romawi membuat semen dengan menambahkan bubuk kayu vulkanis ke kapur perekat yang kemudian disebut *pozzolanic* karena pembuatannya di daerah Pozzuoli dekat Vesuvius di Italia.

Pada saat ini semen dibuat dari batu kapur, tanah liat, pasir besi dan pasir silika yang telah melalui proses penggilingan awal sehingga menjadi umpan kiln. Kemudian dilanjutkan dengan proses pembakaran dan pendinginan yang hasilnya disebut terak/clinker. Setelah itu terak/clinker ditambah dengan gypsum serta diproses pada penggilingan akhir dan hasilnya adalah semen. Untuk mendapatkan beton yang baik, semen harus memiliki 3 syarat utama yaitu kekuatan (*strength*), daya tahan (*durability*), dan ekonomis (*economy*). Hal itu dipengaruhi oleh kontrol dari kualitas material atau bahan, ukuran perbandingan, dan cara pencampuran serta perawatannya. Yang melatarbelakangi penelitian ini adalah kandungan senyawa kimia pada batu putih mirip dengan yang terdapat pada

semen portland diantaranya yaitu zat kapur (CaO), silika (SiO_2), besi (Fe_2O_3), dan aluminium (Al_2O_3).

Pemakaian bubuk batu putih dalam teknologi beton diharapkan berpengaruh sehingga dapat menghasilkan kuat desak, kuat tarik, dan kuat lentur beton yang optimal dari beton normal.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimanakah pengaruh bubuk batu putih jika digunakan sebagai substitusi sebagian semen terhadap karakteristik beton yang terdiri dari kuat desak, kuat tarik, dan kuat lentur?

Dalam penelitian ini, bubuk batu putih digunakan sebagai bahan substitusi sebagian semen dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% dan 12% dari berat semen. Dari hasil penelitian di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu UGM batu putih memiliki cukup banyak zat kapur (CaO) yang merupakan senyawa utama penyusun semen yaitu sekitar 96,88% serta kandungan senyawa kimia lain seperti, SiO_2 (Silika), Fe_2O_3 (Besi) dan Al_2O_3 (Aluminium), dengan penambahan bubuk batu putih diharapkan mempunyai reaksi kapur dengan uap air yang terjadi saat pelepasan panas dan membentuk bahan yang kuat, yaitu kalsium silikat (*Edward G. Nawy*). Sehingga dengan pemanfaatan batu putih sebagai bahan pengikat dapat memberi nilai lebih batu jenis ini pada pembuatan beton

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh substitusi semen dengan bubuk batu putih dengan variasi 0%, 2%, 4%,6%, 8%, 10% dan 12% terhadap karakteristik beton yang terdiri dari kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat kita ambil dari penelitian adalah:

1. Dengan substitusi semen dengan bubuk batu putih diharapkan dapat menghasilkan persentase variasi campuran yang optimum dengan kekuatan desak, kuat tarik dan kuat lentur yang maksimal.
2. Mengetahui perbandingan mutu beton dari variasi sampel beton yang berbeda-beda.
3. Dapat menghasilkan beton struktur yang memenuhi syarat dan cukup inovatif dengan pengurangan jumlah semen dengan pemakaian bubuk batu putih.
4. Memberikan informasi yang akurat bagi akademisi maupun praktisi, pengaruh dari pengurangan sebagian semen dengan bubuk batu putih pada beton, sehingga dapat menjadi acuan bagi pembuatan beton selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus pada permasalahan diatas, maka perlu diberikannya batasan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Benda uji menggunakan silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan balok (10x20x40) cm. Dengan rincian 3 sampel untuk pengujian kuat desak,

3 sampel untuk pengujian kuat tarik dan 3 sampel untuk pengujian kuat lentur, untuk setiap variasinya.

2. Pengujian sampel silinder dan balok dilakukan pada umur beton 28 hari.
3. Benda uji mempunyai kuat tekan rencana (f_c) = 22,5 Mpa dengan menggunakan Metode DOE (*Department of Environment*) yaitu metode perencanaan campuran beton (*mix design*).
4. Semen yang digunakan adalah Semen Portland jenis I tipe PC merk Holcim (1 zak = 50 Kg).
5. Agregat kasar menggunakan batu pecah yang berasal dari Kali Clereng, Kulon Progo dengan ukuran maksimum 20 mm.
6. Pasir (agregat halus) yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Lereng Gunung Merapi.
7. Bahan tambah yang digunakan adalah bubuk batu putih yang lolos saringan nomor # 200 ASTM (American Society for Testing Mateials) dengan ukuran butiran 75 μ m-150 μ m dan berasal dari daerah Lendah, Kulon Progo.
8. Variasi campuran substitusi sebagian semen dengan bubuk batu putih yaitu 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% dan 12% dari berat Semen Portland.
9. Analisis kimia pada semen akibat penambahan bubuk batu putih diperhitungkan.
10. Pengaruh suhu, udara dan faktor lain diperhitungkan..
11. Penyebaran bubuk batu putih dalam campuran dianggap homogen dan merata.
12. Dilakukan pemeriksaan terhadap kandungan pori-pori dalam beton.
13. Penelitian ini menggunakan nilai slump 7,5 cm – 15 cm.

14. Perawatan terhadap benda uji silinder dilaksanakan dengan cara merendam dalam bak air selama 28 hari. Dengan cara tersebut diharapkan hidrasi semen berlangsung dengan baik.
15. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan konstruksi bangunan, baik pada konstruksi gedung, jembatan dan lainnya. Beton mempunyai sifat-sifat dasar dan kualitas yang bervariasi. Hal tersebut dikarenakan oleh beberapa faktor yang mempengaruhinya, antara lain bahan dasar yang digunakan, faktor air semen, jenis semen dan pemakaian bahan tambah.

Dari teori teknologi beton disebutkan bahwa beton adalah bahan bangunan yang terbuat dari campuran antara semen Portland, pasir, kerikil, dan air. Semen dan air merupakan bahan ikat yang berfungsi melekatkan bahan pengisi yang berupa agregat kerikil dan pasir.

2.2. Literatur yang menunjang penelitian

SKSNI T-15-1991-03, mengemukakan Semen Portland dibuat dari semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terbuat dari batu kapur (CaCO_3) yang jumlahnya amat banyak serta tanah liat dan bahan dasar berkadar besi, yang terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat. Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Beton dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambahkan dengan pasta semen.

Triono Budi Astanto (2001), mengemukakan semen tersusun dari senyawa kimia dengan persentase sebagai berikut :

1. kapur (CaO), sekitar 60%-65%
2. silika (SiO_2), sekitar 17% - 25%
- 3 alumina (Al_2O_3), sekitar 3% - 8%
4. besi (Fe_2O_3), sekitar 0,5% - 6%
5. magnesia (MgO), sekitar 0,5% - 4%
6. sulfur (SO_3), sekitar 1% - 2%
7. soda/potash ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$), sekitar 0,5% - 1%

masih ditambah unsur-unsur lain seperti Trikalsium Silikat (C_3S), Dikalsium Silikat (C_2S), Trikalsium Aluminat (C_3A), dan Tetrakalsium Aluminoforit (C_4AF).

Murdock dan Brook (1986), mengemukakan bahwa hampir dua pertiga bagian semen terbentuk dari zat kapur yang proporsinya berperan penting terhadap sifat-sifat semen. Faktor terpenting yang mempengaruhi sifat-sifat semen adalah komposisi kimiawi, sesudahnya baru faktor dominan lain yaitu kehalusan penggilingan. Penggilingan yang lebih halus mempercepat reaksi dari bermacam-macam bahan pembentuk semen dengan air, tetapi tidak merubah sifat-sifatnya yang inherent (tidak dapat dipisahkan). Kapur sebagai campuran mortar semen (kapur giling) berfungsi sebagai bahan pengisi pori untuk menambah karakteristik kohesif dari mortar semen oleh karenanya dapat memperbaiki ketahanan terhadap *bleeding* (keluarnya air semen). Tepung batu dapat digunakan untuk menambah karakteristik kohesif dari beton dan oleh karenanya memperbaiki ketahanan terhadap *bleeding*. Dalam peranannya sebagai pengisi pori-pori bahan ini

menguntungkan untuk beton tumbuk yang kasar atau kaku, yang kekurangan partikel halus. Beton dengan kandungan udara mempunyai kekuatan yang 10% lebih kecil dari beton tanpa pemasukan udara pada kadar semen dan workabilitas yang sama, setiap 1% penambahan kandungan udara tampaknya mengakibatkan kehilangan kekuatan antara 5% sampai 6%.

Nawy (1990), mengemukakan ukuran partikel semen mempunyai pengaruh yang besar terhadap kelajuan reaksi antara semen dengan air. Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Semen portland dicampur dengan air, maka komponen kapur dilepaskan dari senyawanya, banyaknya kapur yang dilepaskan sekitar 20% dari berat semen

Kardiyono (1992), mengemukakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah sifat agregat yaitu kekasaran dan ukuran maksimum agregat tersebut, pada pemakaian ukuran butiran maksimum lebih besar memerlukan jumlah pasta lebih sedikit untuk mengisi rongga-rongga antar butirannya, berarti semakin sedikit pula pori-pori betonnya (karena pori-pori beton sebagian besar didalam pasta, tidak dalam agregat) sehingga kuat tekannya lebih tinggi.

Heinz Frick (1999), batuan putih mempunyai kekuatan sedang $8 \text{ kg/cm}^2 - 18 \text{ kg/cm}^2$ di antara bebatuan cadas lainnya. Batu putih sebagai pengisi utama pondasi adalah batuan menengah menurut penggolongan kekerasannya yang mengandung mineral, kuarsa, mikafespar, kapur, lempung..

Rafael Bahtiar dan Wendra Hidayat (2005). “Pengaruh Penggantian Sebagian Semen (PC) Dengan Serbuk Kulit Kerang Terhadap Kuat Desak Beton”. Penelitian eksperimental ini menguji benda uji beton silinder sebanyak 90 sampel dimana penggantian sebagian semen dengan serbuk kulit kerang bervariasi, mulai dari 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% dan tiap variasinya 15 sampel benda uji. Semua sampel dibandingkan dengan beton normal (tanpa penggantian sebagian semen dengan serbuk kulit kerang). Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggantian sebagian semen dengan serbuk kulit kerang terhadap kuat desak beton.

Pada penelitian ini didapat kesimpulan sebagai berikut :

- 1 Variasi campuran serbuk kulit kerang sebesar 6% merupakan variasi campuran optimum dari penggantian sebagian berat semen dengan serbuk kulit kerang. Hal ini dibuktikan pada benda uji beton silinder dengan kekuatan desak yang paling tinggi sebesar 40,056 MPa.
- 2 Kekuatan desak beton akan semakin menurun dengan bertambahnya persentase serbuk kulit kerang terhadap penggantian dari berat semen setelah 6%.
- 3 Serbuk kulit kerang dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen.

Hadi Suyitno dan Nofri Sagita (2001). “Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Gergajian Batu Andesit Terhadap Kuat Desak Dan Kuat Lentur Beton”. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa nilai kuat desak beton, faktor kekakuan (EI), kekakuan balok (K) dan kapasitas momen beton (M_u)

mengalami penurunan. Kuat desak mengalami penurunan terkecil pada penggantian semen 5 % sebesar 3,84 %, penurunan terbesar pada penggantian 20 % sebesar 24,7 % dari beton normal. Faktor kekakuan balok (EI) mengalami penurunan terbesar pada penggantian semen 20 % sebesar 52,66 %, sedangkan kekakuan balok (K) mengalami penurunan terkecil pada penggantian semen 5 % sebesar yaitu sebesar 15,62 %, penurunan terbesar pada penggantian semen 20 % sebesar 46,25 % dan penurunan kapasitas momen terbesar pada penggantian semen sebesar 20 % yaitu 13,89 % dari beton normal.

Dalam penelitian ini yang digunakan sebagai bahan substitusi semen (PC) adalah bubuk batu putih dari daerah Lendah Kulon Progo untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur beton.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Tinjauan Umum

Tujuan dari perencanaan campuran beton ialah untuk menentukan proporsi semen, agregat halus dan kasar, serta air yang memenuhi syarat : Kekuatan desak, *Workabilitas*, *Durabilitas* dan penyelesaian akhir dari permukaan beton. Dengan rencana campuran yang ada, tujuan selanjutnya adalah penggunaan bahan produksi lokal yang tentunya lebih ekonomis dibandingkan dengan bahan yang harus didatangkan dari luar. Karakteristik dari beton harus dipertimbangkan dalam hubungannya dengan kualitas yang dituntut untuk suatu tujuan konstruksi tertentu. Pendekatan praktis yang paling baik untuk mengusahakan kesempurnaan semua sifat beton.

3.2. Material Penyusun Beton

Beton merupakan pencampuran dengan proporsi tertentu dari semen, pasir, kerikil (agregat), dan air. Sifat beton yaitu kuat desak, kuat tarik, dan modulus elastisitas dipengaruhi sifat-sifat bahan. Sifat-sifat beton ini tergantung pada proporsi campuran, kesempurnaan dari adukan bahan-bahan pembentuk campuran. Uraian tentang bahan-bahan pembentuk beton adalah sebagai berikut.

3.2.1 Semen Portland

Semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambah (PUBI-1982).

Bahan baku pembentuk semen adalah kapur (CaO) dari batu kapur, silika (SiO₂) dari lempung, alumina (Al₂O₃) dari lempung, (dengan sedikit persentase Magnesia (MgO), dan terkadang sedikit Alkali). Oksida besi terkadang ditambahkan untuk mengontrol komposisinya. (*Edward G Nawy 1990*).

Semen portland terutama terdiri dari oksida kapur (CaO), oksida silika (SiO₂), oksida alumina (Al₂O₃), dan oksida besi (Fe₂O₃). Kandungan dari keempat oksida kurang lebih 95% dari berat semen dan biasanya disebut “*major oxides*”, sedangkan sisanya sebanyak 5% terdiri dari oksida magnesium (MgO) dan oksida lain. Komposisi spesifik semen portland tergantung pada jenis semen dan komposisi bahan baku yang dipergunakan.

Ketika semen dicampur dengan air, terjadi reaksi kimia antar unsur-unsur tersebut dengan air. Reaksi ini menghasilkan senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan (*Murdock dan Brook, 1986*), ada empat macam oksida utama pada semen akan membentuk senyawa-senyawa yang biasa disebut :

1. Tricalcium Aluminate (C₃A), senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas; menyebabkan pengerasan awal, tetapi kurang kontribusinya pada kekuatan batas; kurang ketahanannya terhadap agresi kimiawi; paling menonjol mengalami disintegrasi oleh sulfat air-tanah; dan tendensinya sangat besar untuk retak-retak, oleh perubahan volume.
2. Tricalcium silikat (C₃S), senyawa ini mengeras dalam beberapa jam, dengan melepas sejumlah panas. Kwantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan

pengaruhnya terhadap kekuatan beton awal pada umumnya, terutama dalam 14 hari pertama.

3. Dicalcium Silikat (C_2S), formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat. Senyawa ini berpengaruh terhadap progres peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 sampai 28 hari, dan seterusnya. Semen yang mempunyai proporsi dicalcium silikat banyak mempunyai ketahanan terhadap agresi-kimia yang relatif tinggi, penyusutan kering yang relatif rendah, oleh karenanya merupakan semen portland yang paling awet.
4. Tetracalcium Aluminoferrite (C_4AF), adanya senyawa aluminoferrite kurang penting karena tidak tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat semen keras lainnya.

Pengurangan salah satu unsur semen seperti Kapur akan mengubah persentase senyawa kimia semen Portland (*Neville dan Brook, 1987*). Analisis kimia senyawa tersebut adalah sebagai berikut :

1. Tricalcium silikat (C_3S)

$$C_3S = 4,07(CaO) - 7,6(SiO_2) - 6,72(Al_2O_3) - 1,43(Fe_2O_3) - 2,85(SO_3)$$

2. Dicalcium silikat (C_2S)

$$C_2S = 2,87(SiO_2) - 0,754(C_3S)$$

3. Trikalsium aluminat (C_3A)

$$C_3A = 2,65(Al_2O_3) - 1,69(Fe_2O_3)$$

4. Tetracalcium Alumina Ferrit (C_4AF)

$$C_4AF = 3,04(Fe_2O_3)$$

3.2.2. Agregat

Agregat ialah 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 atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton. (*Kardiyono Tjokrodimulyjo, 1992*).

3.2.3 Air

Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garaman, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton atau baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum. (*PBBI-1971*).

3.2.4 Bubuk Batu Putih

Batu putih adalah batuan alam. Batu putih ini mempunyai 3 penggolongan lapisan menurut kekerasannya. Lapisan terluar adalah lapisan yang paling lunak berwarna putih kekuningan. Lapisan ini seperti tanah liat yang kering mempunyai sifat rapuh dan mudah hancur. Lapisan kedua berwarna putih agak keabuan. Lapisan ini lebih keras sedikit daripada lapisan terluar tadi. Lapisan paling dalam berwarna krem mempunyai kekuatan paling tinggi diantara kedua lapisan yang telah disebutkan terdahulu. Batuan putih ini juga mempunyai kadar pori yang banyak sehingga mempunyai resapan air yang banyak, tetapi belum banyak penelitian mengenai batu putih ini mengakibatkan peneliti mengalami sedikit

kesulitan, dalam hal ini peneliti menggunakan batu putih yang berasal dari daerah Lendah Kulon Progo. Pada penelitian ini bubuk batu putih digunakan sebagai bahan pengikat atau perekat sebagai substitusi semen. Batu putih yang terlebih dahulu dibersihkan dari sisa-sisa kotoran kemudian dihaluskan sampai mempunyai ukuran saringan #200 ASTM, dengan ukuran diameter butiran sebesar $75\mu\text{m}$ - $150\mu\text{m}$, dari hasil penelitian di laboratorium senyawa kimia yang paling banyak terkandung dalam bubuk batu putih ini adalah kapur (CaO) ditambah dengan beberapa unsur lain seperti SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 , untuk persentase kandungan senyawa kimianya dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kandungan senyawa kimia bubuk batu putih

Unsur	Kandungan (%)
CaO	96,88 %
SiO_2	0,002 %
Al_2O_3	1,93 %
Fe_2O_3	0,96 %

Sumber : Laboratorim Penelitian dan Pengujian Terpadu UGM

3.3 Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton, hal ini berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin tinggi nilai slump berarti semakin cair adukan betonnya, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan.

3.4 Workabilitas

Istilah workabilitas menurut *Newman* mengusulkan sekurang-kurangnya tiga buah sifat terpisah (*Murdock dan Brook, 1986*) :

1. Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga-rongga udara diambil.
2. Mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan di sekitar baja dan dituang kembali.
3. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren, dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi agregasi/ pemisahan butiran dan bahan-bahan utamanya.

Perbandingan bahan-bahan dan sifat-sifat bahan penyusun beton, secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton.

3.5 Ketentuan Pembuatan Benda Uji menurut SK SNI M-14-1989-F

Ketentuan menurut SK SNI M-14-1989-F merupakan penyempurnaan dari ketentuan pada PBI 1971. Ketentuan menurut SK SNI M-14-1989-F yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini antara lain:

1. Benda uji standar berupa silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Benda uji selain silinder sebagai alternatif yang memberikan kuat tekan yang berbeda dibutuhkan faktor konversi seperti pada tabel 3.2 berikut ini :

Tabel 3.2 Angka konversi benda uji beton

Benda Uji	Faktor Konversi
Silinder 150 x 300 mm	1,00
Kubus 150 x 150 mm	0,80
Kubus 200 x 200 mm	0,83

2. Hasil pemeriksaan diambil nilai rata-rata dari minimal 2 buah benda uji.

3.6 Hipotesis

Kandungan kapur (CaO) yang cukup banyak terdapat didalam bubuk batu putih serta unsur-unsur kimia lain yang masih belum banyak diketahui, diharapkan akan dapat menjadi substitusi semen serta berpengaruh memperbaiki sifat-sifat kimia dari semen itu sendiri sehingga dapat meningkatkan kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur beton.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Penelitian ini merupakan studi eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium. Hal-hal yang dibahas dalam bab ini meliputi, material pembentuk beton, pembuatan dan perawatan benda uji, pengujian kuat desak, pengujian kuat tarik dan kuat lentur benda uji kemudian dilaksanakan pengolahan data hasil uji kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur beton.

4.2 Material Pembentuk Beton

Bahan yang digunakan sebagai material pembentuk beton adalah :

1. Semen Potland jenis I merk Holcim.
2. Agregat halus diambil dari Gunung Merapi.
3. Agregat kasar diambil dari Kali Clereng, Kulon Progo dengan ukuran maksimum Ø20 mm.
4. Air diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia.
5. Bahan tambah bubuk batu putih dengan lolos saringan nomor #200 ASTM (American Society for Testing Mateials) dengan ukuran butiran 75µm-150µm.

4.3 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Dalam penelitian ini dibuat 42 buah silinder dan dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan ketentuan variasi campuran dibuat 6 buah silinder, serta menguji 21 balok yang berukuran 10 cm x 20 cm x 40 cm dengan 3 buah balok untuk tiap variasi.

Sedangkan untuk variasi yang dipakai adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 variasi substitusi semen

No	Kode	Keterangan
1	BN	Tanpa campuran bubuk batu putih
2	BBP2	campuran bubuk batu putih 2 % dari berat semen
3	BBP4	campuran bubuk batu putih 4 % dari berat semen
4	BBP6	campuran bubuk batu putih 6 % dari berat semen
5	BBP8	campuran bubuk batu putih 8 % dari berat semen
6	BBP10	campuran bubuk batu putih 10 % dari berat semen
7	BBP12	campuran bubuk batu putih 12 % dari berat semen

4.4 Pengujian Kuat Desak Benda Uji

Untuk tahap pengujian melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menimbang berat dari benda uji.
2. Mengukur dimensi dari benda uji
3. Benda uji diletakan pada mesin desak secara sentris.
4. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan catat hasil maksimum.

Parameter kuat desak dapat dihitung menurut rumus :

$$\sigma \text{ desak} = \frac{P}{\frac{1}{4} \pi D^2} \quad ; \quad \begin{array}{l} P = \text{beban (kN)} \\ D = \text{diameter (m)} \end{array}$$

4.5 Pengujian Kuat Tarik Benda Uji

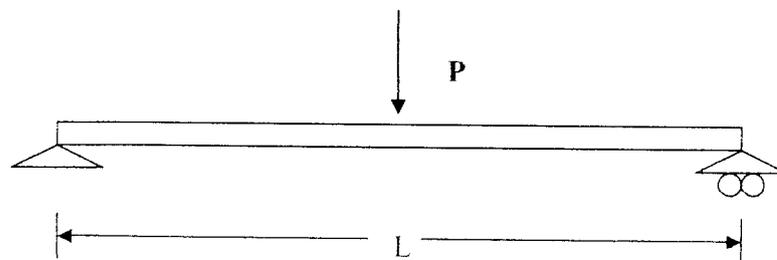
Untuk tahap pengujian melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menimbang berat dari benda uji.
2. Mengukur dimensi dari benda uji
3. Benda uji diletakan pada mesin desak pada arah memanjang diatas alat penguji.
4. Penarikan dilakukan sampai benda uji menjadi terbelah menjadi dua bagian dan catat hasil maksimum.

Parameter kuat tarik dapat dihitung menurut rumus :

$$\sigma \text{ tarik} = \frac{2P}{\pi L D} \quad ; \quad \begin{array}{l} \text{Keterangan :} \\ P = \text{beban (kN)} \\ L = \text{panjang (m)} \\ D = \text{diameter (m)} \end{array}$$

4.6 Pengujian Kuat Lentur Benda Uji



Untuk tahap pengujian melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1. Letakkan benda uji pada kedua tumpuan dan letakkan pada pelat bawah mesin pembeban serta ukur jarak bentang kedua tumpuan.
2. Pasang bagian penekan beban pada bagian atas mesin penekan.

3. Atur unit tumpuan bawah dimana benda uji diletakkan sehingga penekan beban terletak ditengah-tengah beban.
4. berikn beban awal 50% dari perkiraan beban maksimum, kemudian atur pembebanan dengan kecepatan penambahan beban antara 300 – 500 N/menit ; hindari pemberian beban yang mendadak.
5. Catat besar beban (P) pada saat benda uji pecah.
6. Ukur jarak (c) bidang pecah pada beberapa posisi dan ambil harga rata-ratanya serta buat pola keruntuhan yang terjadi.
7. Ulangi tahap pengujian ini untuk benda uji lainnya.

Parameter kuat lentur dapat dihitung menurut rumus :

- a. Untuk benda uji dengan bidang pecah di tengah,

$$\sigma_{\text{silinder}} = \frac{8PL}{\pi D^2} \quad ; \quad \begin{array}{l} \text{Keterangan :} \\ P = \text{beban (kN)} \\ L = \text{panjang (m)} \\ D = \text{diameter (m)} \\ b = \text{lebar balok (m)} \\ d = \text{tebal balok (m)} \end{array}$$

$$\sigma_{\text{balok}} = \frac{3PL}{2bd^2} \quad ;$$

- b. Untuk benda uji dengan bidang pecah tidak di tengah,

$$\sigma_{\text{silinder}} = \frac{16Pc}{\pi D^3}$$

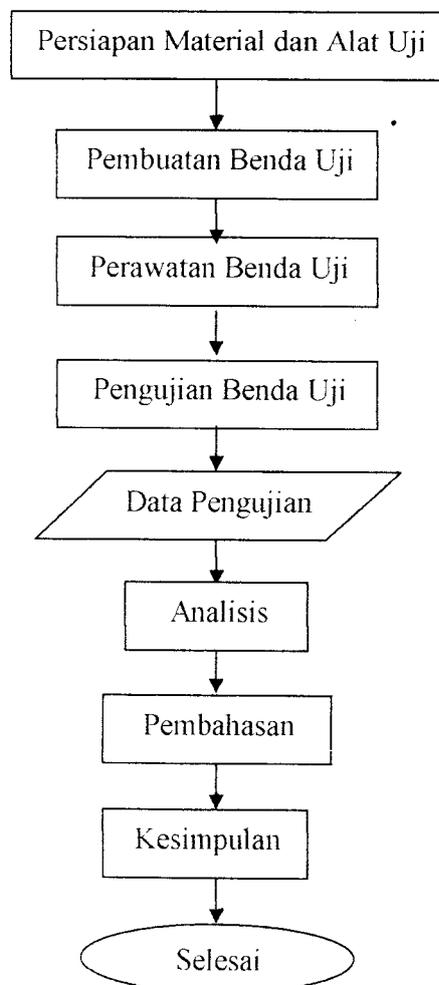
$$\sigma_{\text{balok}} = \frac{3Pc}{bd^2}$$

4.7 Pengolahan Data

Data-data dari hasil pengujian tersebut harus diolah lebih detail dengan cara statistik untuk mengetahui hubungan antara satu pengujian dengan pengujian lainnya karena data yang ada hanya bersifat sementara, yang secara umum akan

menghasilkan pengaruh substitusi sebagian semen dengan bubuk batu putih terhadap karakteristik beton.

4.8 Langkah-langkah Penelitian



Gambar 4.1 *Flowchart* Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilaksanakan, diperoleh data kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur beton serta data Tegangan-Regangan yang nantinya menjadi bahasan dari hasil pengujian ini meliputi :

1. Nilai kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur beton dengan variasi campuran bubuk batu putih 0%, 2%, 4%, 6%, 8%,10%, dan 12% terhadap berat semen dengan beton normal sehingga diketahui pengaruh penambahan bubuk batu putih yang optimal sebagai substitusi dari berat semen (PC).
2. Menggambarkan grafik Tegangan-Regangan dengan variasi campuran bubuk batu putih 0%, 2%, 4%,6%, 8%, 10% dan 12% terhadap berat semen dengan beton normal tanpa bubuk batu putih.

5.1.1 Pengolahan Bubuk Batu Putih

Proses pertama kali yang dilakukan adalah memanaskan batu putih tersebut didalam oven dengan suhu yang cukup tinggi setelah itu batu putih dihancurkan dengan menggunakan alat pemecah batu (*Stone Crusher*) selanjutnya batu putih yang masih belum mencapai kehalusan yang diinginkan dihaluskan lagi dengan menggunakan alat yang disebut *Ball Mill* selama \pm 12 jam baru kemudian dilakukan penyaringan selama \pm 30 menit untuk mendapatkan bubuk batu putih dengan lolos saringan nomor #200 ASTM.

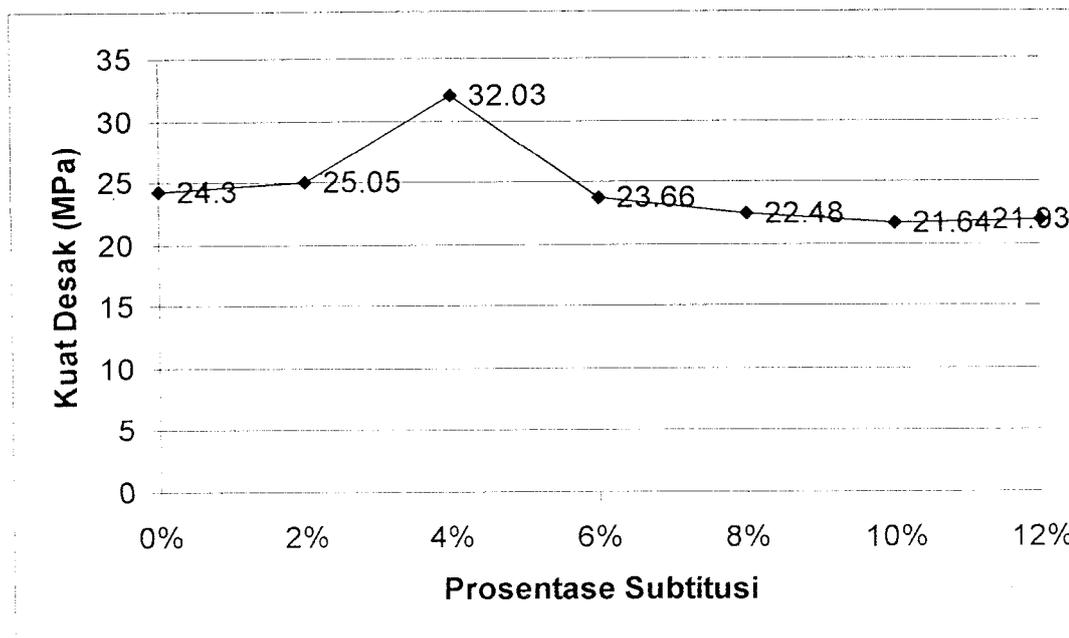
5.2 Hasil Uji Kuat Desak Beton

Dari beban (P) dan luas penampang (A) silinder beton, kuat desak yang terjadi dapat diketahui. Dengan membandingkan kuat desak silinder beton untuk variasi normal dengan variasi campuran bubuk batu putih akan didapatkan besarnya persentase kenaikan/penurunan kuat desak sebagai berikut :

Tabel 5.1 Hasil pengujian kuat desak (f_c) rata-rata beton silinder

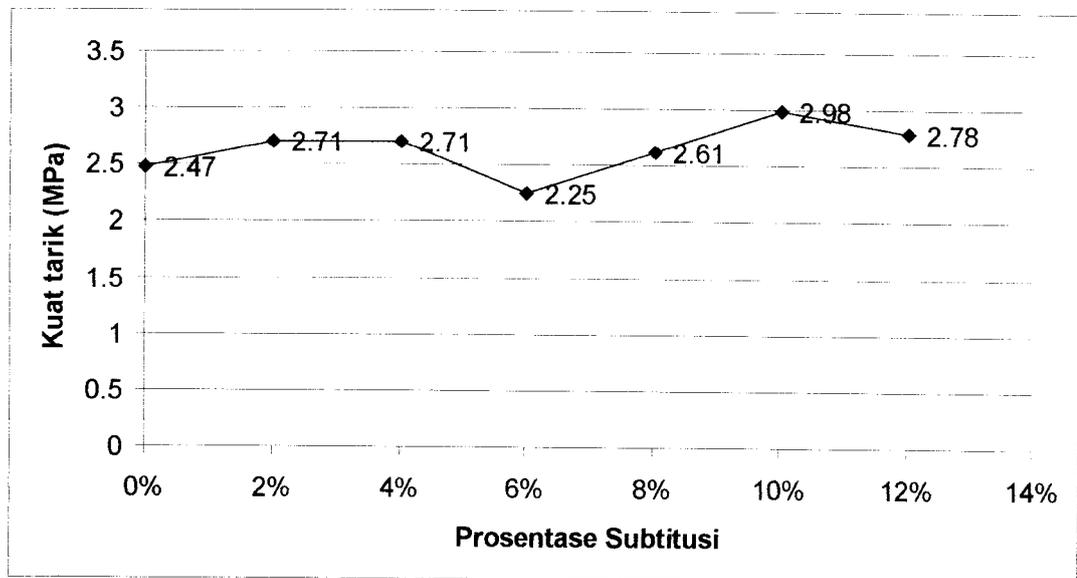
N0	Tipe Benda Uji	Variasi Campuran (%)	Berat Bubuk Batu Putih (kg/m^3) campuran adukan beton	Berat Semen (kg/m^3) campuran adukan beton	Kuat Desak (MPa)
1	BN	0	0	480,00	24,30
2	BBP2	2	9,60	470,40	25,05
3	BBP4	4	19,20	460,80	32,03
4	BBP6	6	28,80	451,20	23,66
5	BBP8	8	38,40	441,60	22,48
6	BBP10	10	48,00	432,00	21,64
7	BBP12	12	57,60	422,40	21,93

Hasil pengujian kuat desak beton digambarkan secara grafik hubungan antara kuat desak rata-rata beton dengan variasi bubuk batu putih 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% dan 12% terhadap berat semen sebagai berikut :



Grafrik 5.1 Hubungan variasi bubuk batu putih dengan kuat desak

Pada benda uji tipe BN (Beton Normal) menunjukkan kuat desak beton sebesar 24,30 MPa. Sedangkan pada benda uji tipe BBP2 mengalami kenaikan kuat desak beton sebesar 25,05 MPa atau mengalami kenaikan sekitar 3 % dari beton normal, pada benda uji tipe BBP4 menunjukkan kuat desak beton sebesar 32.03 MPa atau mengalami kenaikan sekitar 31 % dari benda uji tipe BN. Hal ini sesuai dengan perhitungan teoritis komposisi kekuatan beton berdasarkan umur dan penambahan unsur kimia. Tetapi benda uji tipe BBP6, BBP8, BBP10, BBP12 berturut-turut menunjukkan kuat desak beton menurun dari variasi sebelumnya yaitu sebesar 23,66 MPa, 22,48 MPa, 21,64 MPa dan 21,93 MPa. Hal tersebut dikarenakan pada variasi



Grafik 5.2 Hubungan variasi bubuk batu putih dengan kuat tarik

Pada benda uji tipe BN (Beton Normal) menunjukkan bahwa kuat tarik beton sebesar 2,47 MPa. Adapun pada benda uji variasi-variasi lainnya menunjukkan kecenderungan kenaikan kuat tarik dibandingkan beton normal. Tetapi pada variasi BBP6 merupakan kuat tarik terendah yaitu sebesar 2,24 MPa. Hal ini dikarenakan pada variasi ini agregat yang digunakan berbeda dengan variasi-variasi sebelumnya. Sehingga sifat-sifat dari agregat tersebut juga berbeda dan berpengaruh pada campuran adukan beton dan kekuatan yang dihasilkan. Sedangkan kuat tarik yang maksimal terjadi pada variasi BBP10 yaitu sebesar 2,98 MPa. Terlepas dari penggantian agregat, secara teoritis memang pada variasi 10% mempunyai kekuatan tertinggi. Hal ini didasarkan dari perhitungan komposisi kekuatan beton berdasarkan umur dan penambahan unsur kimia. Tetapi hal tersebut tidak dapat digunakan sebagai acuan karena terjadi penggantian material mulai pada variasi 6 %, sehingga kuat tarik

yang dapat diperbandingkan hanya sampai 4 %. Dan hasil pengujian didapatkan BBP2 serta BBP4 mempunyai kuat tarik sebesar 2,71 Mpa.

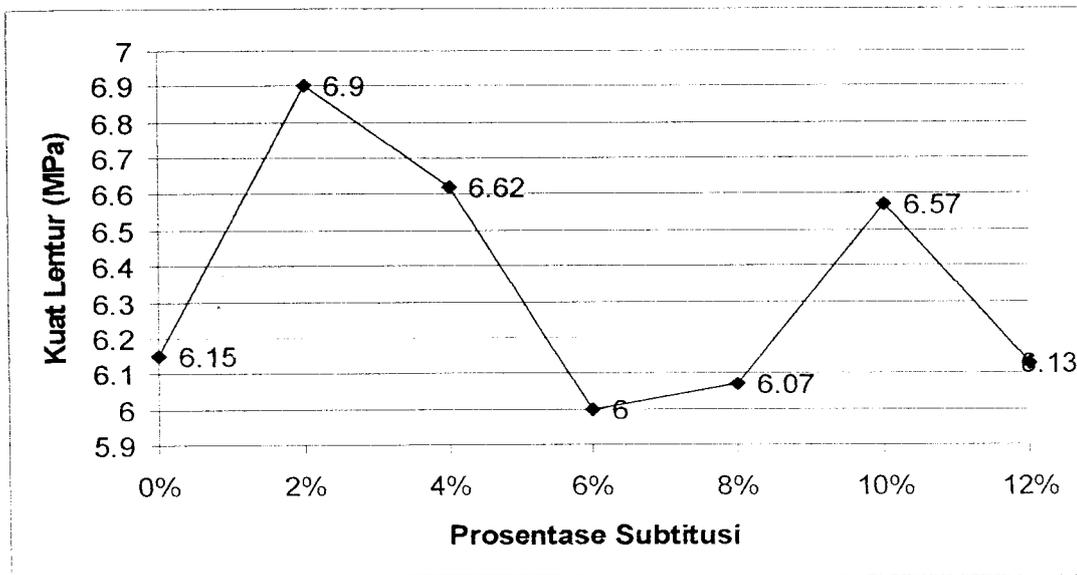
5.4 Hasil Uji Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur dilakukan terhadap benda uji balok dengan dua tumpuan dan satu titik pembebanan. Sehingga didapat daerah momen maksimum pada daerah $L/2$ tepat di tengah-tengah bentang.

Hasil pengujian kuat lentur sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 5.3 dan grafik 5.3 bahwa peningkatan kuat lentur balok uji beton bervariasi sesuai dengan jumlah persentase kandungan bubuk batu putih pada beton. Hasil pengujian kuat lentur yang terbesar didapatkan pada variasi substitusi semen sebesar 2%.

Tabel 5.3 Hasil pengujian kuat lentur (f_c) rata-rata balok beton

N0	Tipe Benda Uji	Variasi Campuran (%)	Kuat Lentur (MPa)
1	BN	0	6,15
2	BBP2	2	6,90
3	BBP4	4	6,62
4	BBP6	6	6,00
5	BBP8	8	6,07
6	BBP10	10	6,57
7	BBP 12	12	6,13



Grafik 5.3 Hubungan variasi bubuk batu putih dengan kuat lentur

Pada benda uji tipe BN (Beton Normal) menunjukkan bahwa kuat lentur beton sebesar 6,15 MPa. Kenaikan signifikan terjadi pada variasi BBP2 sebesar 6,9 MPa, tetapi pada variasi 4 % mengalami penurunan kekuatan yaitu sebesar 6,62 MPa. Sedangkan BBP6 menunjukkan kuat lentur yang terendah yaitu sebesar 6 MPa. Hal ini dikarenakan pada variasi ini, agregat yang digunakan sebagai bahan pengisi beton berbeda dengan variasi-variasi sebelumnya dan agregat pengganti ini tidak dilakukan pemeriksaan kembali sehingga karakteristiknya tidak diketahui yang berpengaruh pada kekuatan beton.

5.5 Hasil Pengujian Tegangan Regangan Desak Silinder Beton dan Modulus Elastisitas

Pengujian tegangan regangan dilakukan pada benda uji beton umur 28 hari, dimana untuk masing-masing variasi sebanyak 3 sampel dan disajikan dalam berikut Perhitungan Modulus Elastisitas sebagai berikut :

$$\text{Modulus Elastisitas (Ec)} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dimana : σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ε = Regangan yang dihasilkan dari tegangan (σ)

Tabel 5.4 Modulus elastisitas

No	Tipe	σ maks (kg/cm ²)	0.4 σ maks (kg/cm ²)	regangan ε (10 ⁻³)	Modulus Elastisitas		Ec teoritis (Mpa)
					(kg/cm ²)	(MPa)	
1	BN	243,06	97,22	8,36	116299,04	11408,93	23168,66
2	BBP 2%	250,58	100,23	8,73	114816,95	11263,54	23500,00
3	BBP 4%	320,36	128,14	10,89	117674,19	11543,83	26587,21
4	BBP 6%	236,62	94,65	9,79	96680,69	9484,37	22832,52
5	BBP 8%	224,82	89,92	8,33	107956,78	10590,56	22244,46
6	BBP 10%	216,41	86,56	6,09	142145,81	13944,50	21843,62
7	BBP 12%	219,31	87,72	3,31	265029,60	25999,40	21994,79

Pada tabel diatas dijelaskan bahwa pengujian tegangan regangan pada benda uji beton tipe BN dihasilkan Modulus Elastisitas (Ec) sebesar 11408,93 MPa dan mengalami penurunan pada benda uji BBP2 Modulus Elastisitas (Ec) sebesar 11263,54 MPa. Sedangkan pada benda uji BBP4 menghasilkan Modulus Elastisitas (Ec) sebesar 11543,83 MPa. BBP12 merupakan Modulus Elastisitas (Ec) paling besar diantara tipe-tipe benda uji lainnya, yaitu sebesar 25999,40 MPa sehingga lebih besar

dari Modulus Elastisitas (E_c) teoritisnya yaitu sebesar 21994,79 MPa atau mengalami kenaikan sekitar 15 % Modulus Elastisitas (E_c) standar. Hal ini dikarenakan pada 0,4 tegangan maksimal relatif besar sedangkan regangan yang terjadi relatif kecil. Tetapi pada BBP6 terjadi penurunan, sehingga Modulus Elastisitasnya (E_c) sebesar 9484,37 MPa yang merupakan Modulus Elastisitas (E_c) yang terkecil.. Dan kuat desak rata-rata pada tipe BBP6 merupakan yang terendah daripada tipe-tipe benda uji lainnya. Hal ini dimungkinkan karena terjadi penggantian agregat pada variasi 6 % sehingga karakteristik dari material tersebut tidak diketahui kemudian berpengaruh pada kekuatan beton.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari berbagai pengujian dan analisis dapat disimpulkan bahwa substitusi sebagian semen dengan bubuk batu putih berpengaruh terhadap karakteristik beton, seperti yang tercantum dibawah ini :

1. Pada variasi campuran bubuk batu putih sebesar 4 %. mempunyai pengaruh terhadap kuat desak yang relatif besar yaitu 32,03 MPa daripada kuat desak beton normal sebesar 24,30 MPa. Sedang untuk kuat tarik beton, pengaruh yang relatif besar pada variasi 2 % yaitu sebesar 2,71 MPa dibanding kuat tarik beton normal sebesar 2,47 MPa dan substitusi sebagian semen dengan bubuk batu putih 2 % merupakan variasi yang mempunyai pengaruh yang tertinggi terhadap kuat lentur beton yaitu sebesar 6,9 MPa daripada kuat lentur beton normal sebesar 6,15 MPa.
2. Pada penelitian ini pengaruh substitusi semen dengan bubuk batu putih yang dapat diperbandingkan hanya sampai variasi 4 %. Hal ini dikarenakan pemakaian material yang berbeda untuk variasi-variasi setelah 4 %.
3. Pada variasi campuran bubuk batu putih sebesar 6 % merupakan variasi yang mempunyai kekuatan karakteristik beton paling rendah. Namun hal tersebut tidak dapat dijadikan acuan karena pada penelitian terjadi penggantian material yang dimulai pada BBP6 dan variasi-variasi

selanjutnya, serta tidak dilakukan pemeriksaan material kembali sehingga sifat-sifatnya tidak diketahui, yang berpengaruh pada kekuatan karakteristik beton.

4. Bubuk batu putih dapat digunakan sebagai bahan substitusi sebagian semen

6.2 Saran-saran

Dari uraian diatas dengan merujuk pada pembahasan dan hasil penelitian ternyata masih banyak kekurangan dari penelitian ini, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi diperlukan saran-saran yang bersifat membangun seperti yang disebutkan sebagai berikut :

- 1 Perlunya dilakukan penelitian serupa tanpa terjadi penggantian material atau material yang digunakan sama dari awal sampai akhir penelitian sehingga didapatkan pengaruh bubuk batu putih terhadap karakteristik beton yang sebenarnya.
- 2 Dengan penelitian yang sama tetapi pengolahan bubuk batu putih dilakukan dengan cara dibakar, diharapkan dengan pembakaran dengan suhu yang tinggi butiran yang dihasilkan dapat lebih halus.
- 3 Benda uji ditambah variasi umur 7, 14 dan 21 hari dengan perawatan yang sama, yakni direndam dalam bak air.
- 4 Untuk mendapatkan hasil analisa yang lebih akurat maka sampel untuk masing-masing variasi perlu ditambah.

DAFTAR PUSTAKA

Hadi Suyitno dan Nofri Sagita, 2001, “Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Gergajian Batu Andesit Terhadap Kuat Desak dan Kuat Lentur Beton”, FTSP-UII, Jogjakarta

Murdock, L.J., dan Brook, K.M., (terjemahan Ir. Stefanus Hendarko), 1986, Bahan dan Praktik Beton, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta

Nawy, E.G., 1990, “Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar”, PT. Eresco, Bandung
PT. Semen Gresik, “Kuliah Umum Teknologi Semen”, PT. Semen Gresik (PERSERO) Tbk, 2003.

Rafael Bahtiar dan Wendra Hidayat, 2005, “Pengaruh Penggantian Sebagian Semen (PC) Dengan Serbuk Kulit Kerang Terhadap Kuat Desak Beton”, FTSP-UII, Jogjakarta
SK SNI M-14-1989-F, “Tata Cara Pengadukan Dan Pengecoran Beton, Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung, 1991.

SK SNI T-15-1990-03, “Tata cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”, Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung, 1991

Tjokrodimulyo Kardiyono, 1992, “Teknologi Beton”, Buku acuan pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta

Triono Budi Astanto, 2001, “Konstruksi Beton Bertulang”, Penerbit Kanisius, Jogjakarta
WWW.UNDERSTANDING – CEMENT.COM download 7 Maret 2006



LAMPIRAN 1

PEMERIKSAAN AGREGAT

A. Pemeriksaan Bahan Material Agregat Halus

A.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$, sampai berat tetap; yang dimaksud berat tetap adalah keadaan berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar daripada 0,1%; dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama (24 ± 4) jam.
2. Buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas talam, keringkan di udara panas dengan membalik-balikkan benda uji; lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh.
3. Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji ke dalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung; keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
4. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh masukkan 500 gram benda uji ke dalam piknometer; masukkan air suling sampai mencapai 90% isi

piknometer, putar sambil di guncang sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya.

5. Rendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25° C.
6. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
7. Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram(Bt).
8. Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25° C (B).
9. Rumus berat jenis jenuh kering permukaan :
$$\frac{500}{(B + 500 - Bt)}$$

Keterangan : B = berat piknometer berisi air, dalam gram

Bt = berat piknometer berisi benda uji dan air, dalam gram

500 = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram

A.2 Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus

Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$, sampai berat tetap.
2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

A.3 Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus

Urutan pemeriksaannya adalah sebagai berikut :

1. Masukkan agregat halus kedalam silinder sebanyak 1/3 bagian dan ratakan dengan jari tangan.
2. Tumbuk dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali yang terdistribusi merata ke seluruh permukaan.
3. Masukkan agregat halus kedalam silinder sebanyak 2/3 bagian dan ratakan serta tumbuk seperti diatas.
4. Masukkan agregat halus kedalam silinder sampai penuh dan ditumbuk kembali.
5. Ratakan permukaan agregat halus dengan jari tangan, sehingga sebanding antara bagian yang menonjol dengan bagian yang kosong dari atas silinder.
6. Timbang silinder ukur berikut isinya (W2).
7. Keluarkan agregat halus dari silinder.
8. Timbang silinder (W1)
9. Rumus berat volume : $\frac{W2 - W1}{V}$

Keterangan : W1 = Berat tabung, dalam gram

W2 = Berat tabung + agregat halus, dalam gram

V = Volume tabung, dalam cm³

A.4 Pemeriksaan Butiran yang lewat ayakan no.200

Urutan pelaksanaannya :

1. Keringkan agregat halus sampai berat tetap pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ C, dan timbang dengan ketelitian 0,1 gram (W1).
2. Letakkan agregat halus dalam ayakan dan alirkan air di atasnya.
3. Gerakkan agregat halus dengan air deras secukupnya sehingga bagian yang halus menembus ayakan 75 um (no.200) dan bagian yang kasar tertinggal di atas ayakan.
4. Ulang pekerjaan tersebut di atas hingga air pencuci menjadi jernih.
5. Keringkan agregat yang telah dicuci sampai berat tetap pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ C, dan timbang dengan ketelitian 0,1 gram (W2).
6. Rumus :
$$\frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \%$$

Keterangan : W1 = berat agregat awal, dalam gram

W2 = berat setelah dicuci, dalam gram

B Pemeriksaan Material Agregat Kasar

B.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

Urutan pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut :

1. Cuci agregat kasar untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan agregat kasar dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ C sampai berat tetap; sebagai catatan, bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam

pekerjaan beton dimana agregatnya digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu dilakukan pengeringan dengan oven.

3. Rendam agregat kasar dalam air pada suhu kamar selama (24 ± 4) jam.
4. Keluarkan agregat kasar dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu.
5. Timbang agregat kasar kering permukaan jenuh (B_j).
6. Letakkan benda uji didalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air (B_a), dan suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (25°C).
7. Rumus :
$$\frac{B_j}{(B_j - B_a)}$$

Keterangan : B_j = berat kondisi jenuh kering muka, dalam gram

B_a = berat dalam air, dalam gram

B.2 Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar

Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$, sampai berat tetap.
2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

B.3 Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar

Urutan pemeriksaannya adalah sebagai berikut :

1. Masukkan agregat halus kedalam silinder sebanyak 1/3 bagian dan ratakan dengan jari tangan.
2. Tumbuk dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali yang terdistribusi merata ke seluruh permukaan.
3. Masukkan agregat halus kedalam silinder sebanyak 2/3 bagian dan ratakan serta tumbuk seperti diatas.
4. Masukkan agregat halus kedalam silinder sampai penuh dan ditumbk kembali.
5. Ratakan permukaan agregat halus dengan jari tangan, sehingga sebanding antara bagian yang menonjol dengan bagian yang kosong dari atas silinder.
6. Timbang silinder ukur berikut isinya (W2).
7. Keluarkan agregat halus dari silinder.
8. Timbang silinder (W1)
9. Rumus berat volume : $\frac{W2 - W1}{V}$

Keterangan : W1 = Berat tabung, dalam gram

W2 = Berat tabung + agregat halus, dalam gram

V = Volume tabung, dalam cm³



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Joko Hadinoto W Ditest tanggal : Desember 2005

Fuad Nur Fachrudin

Pasir asal : Lereng Gunung Merapi

Keperluan : Tugas Akhir

Berat pasir kondisi jenuh kering muka	=	500 gram
Berat piknometer berisi pasir dan air (Bt)	=	970 gram
Berat piknometer berisi air (B)	=	660 gram
Berat jenis jenuh kering muka $[500 / (B+500-Bt)]$	=	2,63 gr/cm ³

Jogjakarta, Desember 2005

Disahkan

Dikerjakan oleh


LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran 1-7



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Joko Hadinoto W Ditest tanggal : Desember 2005
Fuad Nur Fachrudin
Kerikil asal : Kali Clereng, Kulon Progo
Keperluan : Tugas Akhir

Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (B) = 5000 gram
Berat kerikil dalam air (Ba) = 3128 gram
Berat jenis jenuh kering muka $[B / (B - Ba)]$ = 2,67 gr/cm³

Jogjakarta, Desember 2005

Disalikan

Dikerjakan oleh

Handwritten signature
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO.200

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Joko Hadinoto W Ditest tanggal: Desember 2005

Fuad Nur Fachrudin

Pasir asal : Lereng Gunung Merapi

Keperluan : Tugas Akhir

Berat agregat awal sebelum dicuci (W1) = 500 gram

Berat setelah dicuci (W2) = 492,9 gram

Berat yang lewat ayakan no.200 (W1-W2) = 7,1 gram

Berat yang lewat ayakan no.200 $[(W1-W2)/W1] \times 100\%$ = 1,42 %

Menurut Persyaratan Umum Bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI) 1982

berat bagian yang lewat ayakan No.200 :

- Untuk pasir maksimum 5 %
- Untuk kerikil maksimum 1 %

Jogjakarta, Desember 2005

Disahkan

Dikerjakan oleh

Renus
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT HALUS

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Joko Hadinoto W Ditest tanggal : Desember 2005

Fuad Nur Fachrudin

Pasir asal : Lereng Gunung Merapi

Keperluan : Tugas Akhir

Berat tabung (W1)	=	11200 gram
Berat tabung + agregat kering tungku (W2)	=	19300 gram
Berat agregat bersih (W2-W1)	=	8100 gram
Volume tabung (V)	=	5301,44 cm ³
Berat volume [(W2-W1) / V]	=	1,53 gram/cm ³

Jogjakarta, Desember 2005

Disahkan

Dikerjakan oleh

darun
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Joko Hadinoto W Ditest tanggal : Desember 2005

Fuad Nur Fachrudin

Kerikil asal : Kali Clereng, Kulon Progo

Keperluan : Tugas Akhir

Berat tabung (W1)	=	12800 gram
Berat tabung + agregat kering tungku (W2)	=	20000 gram
Berat agregat bersih (W2-W1)	=	7200 gram
Volume tabung (V)	=	5301,44 cm ³
Berat volume [(W2-W1) / V]	=	1,3581 gram/cm ³

Jogjakarta, Desember 2005

Disahkan

Dikerjakan oleh

Amir
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRADASI PASIR

Lubang ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan : Daerah I : Pasir kasar

Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah IV : Pasir halus

Jogjakarta, Desember 2005

Disahkan

Dikerjakan oleh

Handwritten signature
LABORATORIUM
BENYUNSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UJI

GRADASI PASIR

Lubang ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan : Daerah I : Pasir kasar

Daerah II : Pasir agak kasar

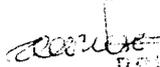
Daerah III : Pasir agak halus

Daerah IV : Pasir halus

Jogyakarta, Desember 2005

Disahkan

Dikerjakan oleh


LABORATORIUM
BINA KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UIN



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT KASAR

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Joko Hadinoto W Ditest tanggal : Desember 2005

Fuad Nur Fachrudin

Kerikil asal : Kali Clereng, Kulon Progo

Keperluan : Tugas Akhir

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif (%)	Persen lolos komulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	347,7	17,6	17,6	82,4
10,00	944,1	47,8	65,4	34,6
4,80	683,2	34,6	100	0
2,40			100	
1,20			100	
0,60			100	
0,30			100	
0,15			100	
Sisa				
Jumlah		100	683	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{683}{100} = 6,83$$

Caruk
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRADASI KERIKIL

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir agregat yang lewat ayakan	
	Besar butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40,00	90-100	100
20,00	30-70	95-100
10,00	10-35	25-55
4,80	0-5	0-10

Jogjakarta, Desember 2005

Disahkan

Dikerjakan oleh

awik
LABORATORIUM
BANGUNAN STRUKTUR TERBUKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
DAN PERENCANAAN

LAMPIRAN 2

ANALISIS KIMIA PENAMBAHAN KAPUR (CaO) PADA SEMEN

Pengurangan salah satu unsur semen seperti Kapur akan mengubah persentase senyawa kimia semen Portland (*Neville dan Brook, 1987*). Analisis kimia senyawa tersebut adalah sebagai berikut :

1. Tricalcium silikat (C₃S)

$$C_3S = 4,07(CaO) - 7,6(SiO_2) - 6,72(Al_2O_3) - 1,43(Fe_2O_3) - 2,85(SO_3) \quad (1)$$

2. Dikalsium silikat (C₂S)

$$C_2S = 2,87(SiO_2) - 0,754(C_3S) \quad (2)$$

3. Trikalsium aluminat (C₃A)

$$C_3A = 2,65(Al_2O_3) - 1,69(Fe_2O_3) \quad (3)$$

4. Tetrakalsium Alumina Ferrit (C₄AF)

$$C_4AF = 3,04(Fe_2O_3) \quad (4)$$

Dari persamaan diatas akan diperoleh persentasi senyawa kimia dari semen portland, sehingga dapat diketahui kenaikan atau penurunan kandungan senyawa kimia dari semen *Portland*.

Tabel A.1 Unsur penyusun semen *Portland*

Bahan Dasar	Rumus Kimia	% dalam PC
Kapur	CaO	63
Silika	SiO ₂	20
Alumina	Al ₂ O ₃	6
Besi Oksida	Fe ₂ O ₃	3
Sulfur	SO ₃	2

Dari persamaan 1, 2, 3, 4, dan 5, data dan dari tabel kandungan unsur kimia semen portland (tabel A.1) dapat dihasilkan perhitungan sebagai berikut :

1. Tricalcium silikat (C_3S)

$$\begin{aligned}C_3S &= 4,07(\text{CaO}) - 7,6(\text{SiO}_2) - 6,72(\text{Al}_2\text{O}_3) - 1,43(\text{Fe}_2\text{O}_3) - 2,85(\text{SO}_3) \\ &= 4,07(63\%) - 7,6(20\%) - 6,72(6\%) - 1,43(3\%) - 2,85(2\%) \\ &= 54,1\%\end{aligned}$$

2. Dikalsium silikat (C_2S)

$$\begin{aligned}C_2S &= 2,87(\text{SiO}_2) - 0,754(C_3S) \\ &= 2,87(20\%) - 0,754(54,1\%) \\ &= 16,61\%\end{aligned}$$

3. Trikalsium aluminat (C_3A)

$$\begin{aligned}C_3A &= 2,65(\text{Al}_2\text{O}_3) - 1,69(\text{Fe}_2\text{O}_3) \\ &= 2,65(6\%) - 1,69(3\%) \\ &= 10,83\%\end{aligned}$$

4. Tetrakalsium Alumina Ferrit (C_4AF)

$$\begin{aligned}C_4AF &= 3,04(\text{Fe}_2\text{O}_3) \\ &= 3,04(3\%) \\ &= 9,12\%\end{aligned}$$

Tabel A.2 persentase senyawa kimia bubuk batu putih

SENYAWA	PERSENTASE (%)
CaO	96,88
SiO ₂	0,002
Al ₂ O ₃	1,93
Fe ₂ O ₃	0,96
SO ₃	0

Sumber: LPPT UGM Jogjakarta 2005

Sedangkan untuk beton variasi BBP2 (semen 98% + bubuk batu putih 2%) dengan cara perhitungan yang sama diperoleh :

1. Tricalcium silikat (C₃S)

$$\begin{aligned}
 C_3S &= 4,07(\text{CaO}) - 7,6(\text{SiO}_2) - 6,72(\text{Al}_2\text{O}_3) - 1,43(\text{Fe}_2\text{O}_3) - 2,85(\text{SO}_3) \\
 &= 4,07\{(63\%*98\%)+(96,88\%*2\%)\} - 7,6\{(20\%*98\%)+(0,002\%*2\%)\} \\
 &\quad - 6,72(6\%) - 1,43(3\%) - 2,85(2\%) \\
 &= 59,89\%
 \end{aligned}$$

2. Dikalsium silikat (C₂S)

$$\begin{aligned}
 C_2S &= 2,87(\text{SiO}_2) - 0,754(C_3S) \\
 &= 2,87\{(20\%*98\%)+(0,002\%*2\%)\} - 0,754(59,89\%) \\
 &= 11,09\%
 \end{aligned}$$

3. Trikalsium aluminat (C₃A)

$$\begin{aligned}
 C_3A &= 2,65(\text{Al}_2\text{O}_3) - 1,69(\text{Fe}_2\text{O}_3) \\
 &= 2,65\{(6\%*98\%)+(1,93\%*2\%)\} - 1,69\{(3\%*98\%)+(0,96\%*2\%)\} \\
 &= 9,78\%
 \end{aligned}$$

4. Tetrakalsium Alumina Ferrit (C₄AF)

$$\begin{aligned}C_4AF &= 3,04(\text{Fe}_2\text{O}_3) \\ &= 3,04\{(3\%*98\%)+(0.96\%*2\%)\} \\ &= 8,99\%\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama hitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel A.3 berikut ini :

Tabel A.3 Hasil perhitungan senyawa kimia

SENYAWA	BN	BBP2	BBP4	BBP6	BBP8	BBP10	BBP12
C ₃ S	54,1	59,89	65,69	71,49	77,29	82,99	65,98
C ₂ S	16,608	11,09	5,57	0,052	-5,46	-10,91	5,76
C ₃ A	10,83	9,78	10,47	10,37	10,21	10,07	9,95
C ₄ AF	9,12	8,99	8,87	8,74	8,62	8,49	8,37

Menurut Popovic, hubungan antar komposisi dan kekuatan berdasarkan perbedaan umur dapat dilihat dalam persamaan fungsi linier yang didekati dengan persamaan di bawah ini :

$$f = \text{strength} = a(\text{C}_3\text{S}) + b(\text{C}_2\text{S}) + c(\text{C}_3\text{A}) + d(\text{C}_4\text{AF}) \quad (5)$$

dengan koefisien **a**, **b**, **c**, dan **d**, dapat dilihat pada tabel A.3 berdasarkan umur perawatan beton.

Tabel A.4 Koefisien untuk persamaan (5) (Popovics, 1998)

Senyawa Kimia	Umur			
	1 hari	3 hari	7 hari	28 hari
C ₃ S	8,5	27,4	40	48,8
C ₂ S	0,3	-1,1	-5,1	19,1
C ₃ A	11,3	24,1	58,4	100,1
C ₄ AF	-6,5	-9,8	-0,2	30,8

Dari persamaan diatas dapat dihitung komposisi kekuatan beton berdasarkan umur dan penambahan unsur kimia :

$$\begin{aligned}
 f_{BN} &= 48,8(C_3S) + 19,1(C_2S) + 100,1(C_3A) + 30,8(C_4AF) \\
 &= 48,8 (54,1) + 19,1 (16,61) + 100,1 (10,83) + 30,8 (9,12) \\
 &= 4332,28 \text{ psi} \\
 &= 303,90 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan BBP2, BBP4, BBP6, BBP8, BBP10 dan BBP12 dapat dilihat pada tabel A.5 berikut ini :

Tabel A.5 Hasil perhitungan kuat desak f (psi)

KOEF	BN	BBP2	BBP4	BBP6	BBP8	BBP10	BBP12
48.8	2640,080	2922,632	3205,672	3488,712	3771,752	4049,912	3219,824
19.1	317,244	211,819	106,387	0,9932	- 104,286	- 208,381	14,316
100.1	1084,083	978,978	1048,047	1038,037	1022,021	1008,007	995,995
30.8	280,896	276,892	273,196	269,192	265,496	261,492	257,796
f	4332,28	4390,321	4633	4796,934	4954,983	5111,03	4488,13

LAMPIRAN 3

PERENCANAAN CAMPURAN BETON

METODE DOE

Dalam penelitian kali ini kami menggunakan metode “*The British Mix Design Method*” atau lebih dikenal di Indonesia dengan cara DOE (*Department of Environment*) **Triono Budi Astanto, 2001**. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari (f_c')

Kuat tekan beton ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan strukturnyadan kondisi setempat dilapangan. Kuat beton yang disyaratkan adalah adalah kuat tekan beton dengan kemungkinan lebih rendah hanya 5 % saja dari nilai tersebut.

- b. Menetapkan nilai deviasi standar (sd)

Standar deviasi ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya, makin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standar.

1. Jika pelaksana tidak mempunyai data pengalaman atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 buah benda uji, maka nilai deviasi standar diambil dari tingkat pengendalian mutu pekerjaan seperti tabel B.1 di bawah ini :

Tabel B.1 Tingkat pengendalian pekerjaan

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	SD (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

2. Jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton serupa minimal 30 buah silinder yang diuji kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka jumlah data dikoreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu faktor pengali (tabel B.2) :

Tabel B.2 Faktor Pengali deviasi standar

Jumlah data	30,0	25,00	20,00	15,00	<15
Faktor pengali	1,0	1,03	1,08	1,16	Tidak boleh

c. Menghitung nilai tambah margin (M)

$$M = K \cdot Sd$$

Keterangan :

M = nilai tambah

K = 1,64

Sd = standar deviasi

Rumus diatas berlaku jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton yang diuji kuat tekannya pada umur 28 hari. Jika tidak mempunyai data pengalaman Pembuatan beton atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 benda uji, nilai M langsung diambil 12 Mpa.

d. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

Rumusnya :

$$f'_{cr} = f'_c + M$$

Keterangan :

f'_{cr} = kuat tekan rata-rata

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan

M = nilai tambah

e. Menetapkan jenis semen

f. Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil)

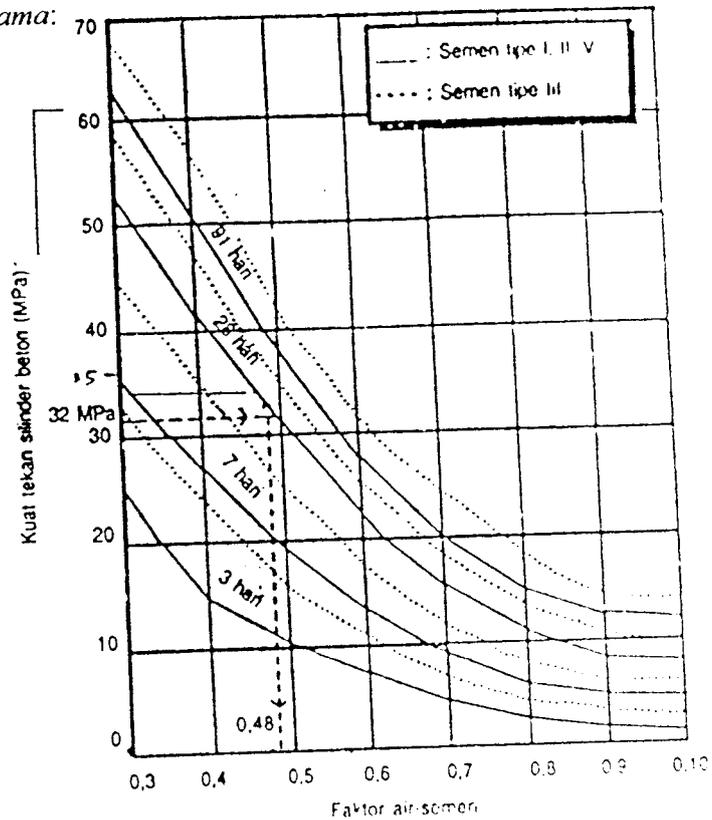
Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dapat dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar. Adapun jenis agregat kasar (kerikil) dibedakan menjadi dua, yaitu kerikil alami dan kerikil batu pecah.

Agregat yang baik butirannya tajam kuat, bersudut dan tidak mengandung tanah atau kotoran lainnya yang lewat ayakan 0,075mm yaitu $\leq 5\%$ bagi pembuatan beton sampai 10Mpa, dan untuk diatas 10 Mpa atau mutu yang lebih tinggi yaitu tidak mengandung zat organik, kotoran yang lewat ayakan $\leq 2,5\%$, terjadi variasi butiran atau gradasi yang tidak bersifat kekal, tidak hancur, dan tingkat reaktif yang negatif terhadap alkali. Agregat yang pipih dan panjang harus kurang dari 20% berat.

g. Menetapkan faktor air semen (fas)

Cara menetapkan faktor air semen diperoleh dari nilai terendah ketiga cara.

Cara Pertama:



Gambar B.1 Hubungan faktor air semen beton dan kuat tekan rata-rata silinder beton (sebagai perkiraan nilai FAS)

Misal, kuat tekan silinder ($f_{cr} = 32$ MPa) dan pada saat umur beton 28 hari. Jenis semen tipe I atau garis utuh. Caranya tarik garis lurus dan memotong 28 hari didapatkan faktor air semen (Gambar B.1)

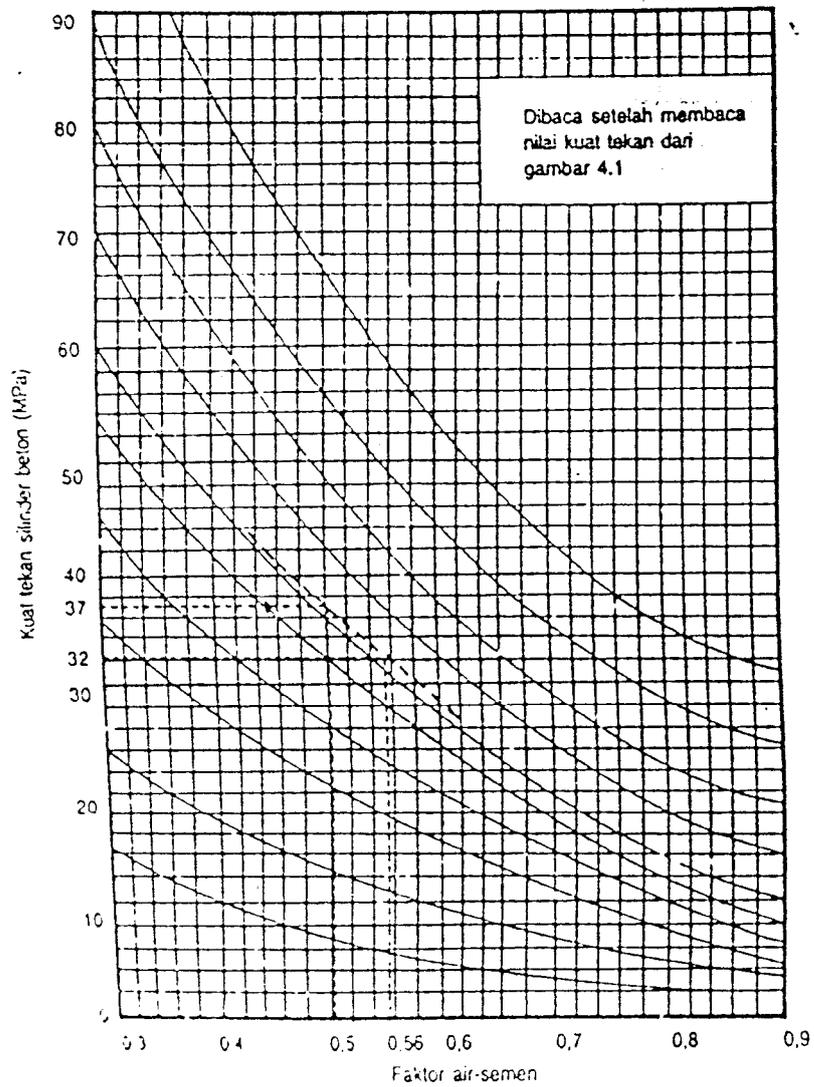
Cara Kedua

Diketahui jenis semen I, Jenis agregat kasar batu pecah. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka gunakan tabel (B.3), nilai kuat tekan beton.

Tabel B.3 Nilai kuat tekan beton

Jenis semen	Jenis agregat kasar (kerikil)	Umur Beton			
		3	7	28	91
I, II, III	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
IV	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

Dari tabel di atas diperoleh nilai kuat tekan = 37 Mpa, yaitu jenis semen I, kerikil batu pecah dan umur beton 28 hari. Kemudian, dengan faktor air semen 0,5 dan $f_{cr} = 37$ Mpa, digunakan grafik penentuan faktor air semen dibawah ini. Caranya, tarik garis ke kanan mendatar 37, tarik garis ke atas 0,5 dan berpotongan pada titik A. Buat garis putus-putus dimulai dari titik A ke atas dan ke bawah melengkung seperti garis yang di atas dan di bawahnya.



Gambar B.2 Grafik mencari faktor air semen

Cara Ketiga :

Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembeconan dan lengkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat dan untuk beton bertulang terendam air. Dengan cara ini diperoleh :

1. Untuk pembeconan di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif = 0,60.

2. Untuk beton yang berhubungan dengan air tanah, dengan jenis semen tipe I tanpa pozzolan untuk tanah mengandung SO_3 antara 0,3 – 1,2 maka FAS yang diperoleh = 0,50.

3. Untuk beton bertulang dalam air tawar dan tipe semen I yaitu faktor air semennya = 0,50.

Dari ketiga cara di atas ambil nilai yang terendah.

h. Menetapkan faktor air semen maksimum

Cara ini didapat dari ketiga cara di atas ambil nilai faktor air semen yang terbesar.

i. Menetapkan nilai slump

Nilai slump didapat sesuai dari pemakaian beton, hal ini dapat diketahui dari tabel B.4

Tabel B.4 Penetapan Nilai Slump (cm)

Pemakaian Beton	maks	Min
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12.5	5.0
Pondasi telapak tidak bertulang koison, struktur dibawah tanah	9.0	2.5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15.0	7.5
Pengerasan jalan	7.5	5.0
Pembetonan masal	7.5	2.5

j. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum (kerikil).

k. Menetapkan jumlah kebutuhan air

Untuk menetapkan kebutuhan air per meter kubik beton digunakan tabel B.5 dan dilanjutkan dengan perhitungan :

Tabel B.5 kebutuhan air per meter kubik beton

Besarnya ukuran maks kerikil (mm)	Jenis batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Dalam tabel di atas, bila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai memiliki jenis yang berbeda (Alami dan pecahan), maka jumlah air yang diperkirakan diperbaiki dengan rumus :

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k$$

Dengan : A = jumlah air yang dibutuhkan, liter/m³

A_h = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus

A_k = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya

l. Menetapkan kebutuhan semen

Berat semen per meter kubik dihitung dengan =

$$\frac{\text{Jumlah air yang dibutuhkan (langkah k)}}{\text{Faktor air semen maksimum (langkah h)}}$$

m. Menetapkan kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan berdasar tabel B.6 di bawah ini :

Tabel B.6 Kebutuhan semen minimum

Berhubungan dengan	Tipe semen	Kandungan semen min. Ukuran maks agregat(mm)	
		40	20
Air tawar	Semua tipe	280	300
Air payau	Tipe + pozolan (15-40%) atau S.P pozolan tipe II dan V	340	380
		290	330
Air laut	Tipe II dan V	330	370

n. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

Untuk menetapkan kebutuhan semen, lihat langkah *l*, (kebutuhan semen dan kebutuhan semen minimumnya), maka yang dipakai harga terbesar diantara keduanya.

o. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen

Jika jumlah semen pada langkah *m* dan *n* berubah, maka faktor air semen berubah yang ditetapkan dengan :

1. Jika akan menurunkan faktor air semen, maka faktor air semen dihitung lagi dengan cara jumlah air dibagi jumlah semen minimum.
2. Jika akan menaikkan jumlah air lakukan dengan cara jumlah semen minimum dikalikan faktor air semen.

p. Menentukan golongan pasir

Golongan pasir ditentukan dengan cara menghitung hasil ayakan hingga dapat ditemukan golongannya (SK-SNI-T-15-1990-03).

q. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil.

r. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

1. Jika tidak ada data, maka agregat alami (pasir) diambil 2,7 dan untuk kerikil (pecahan) diambil 2,7.
2. Jika mempunyai data, dihitung dengan rumus :

$$B_j \text{ campuran} = (P/100) \times B_j \text{ pasir} + (K/100) \times B_j \text{ kerikil}$$

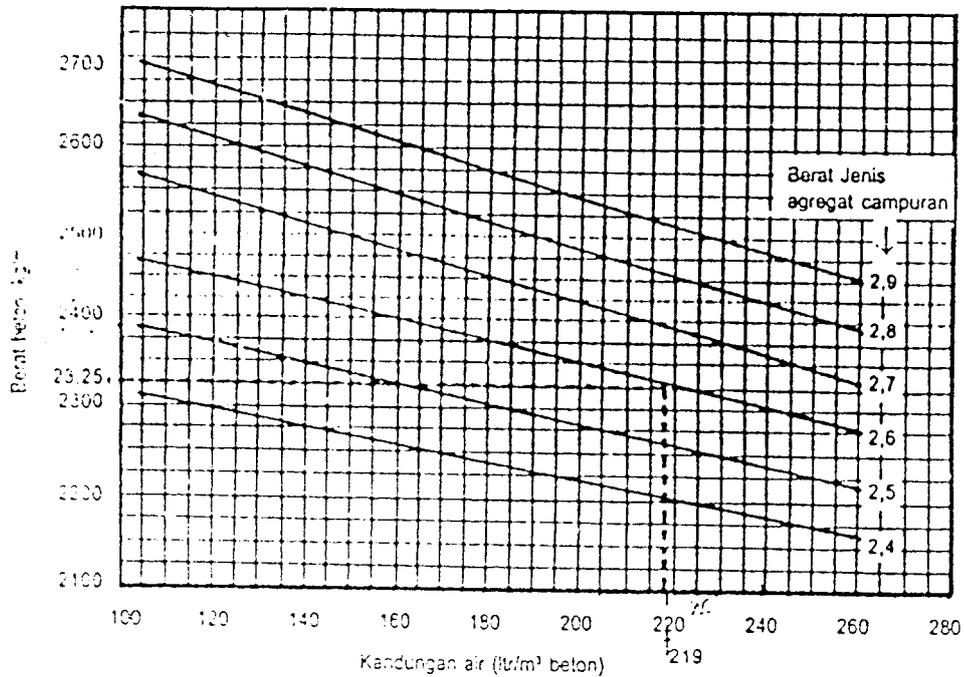
diketahui : B_j campuran = berat jenis campuran

P = persentase pasir terhadap agregat campuran

K = persentase kerikil terhadap agregat campuran

s. Menentukan berat beton

Untuk menentukan berat beton digunakan data berat jenis campuran dan kebutuhan air tiap meter kubik, setelah ada data, kemudian dimasukkan kedalam grafik beton B.3 di bawah ini:



Gambar B.3 Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton.

Misalnya, jika berat jenis campuran 2,6.

kebutuhan air tiap meter kubik = 219

Caranya, tentukan angka 219 dan tarik garis keatas memotong garis berat jenis 2,6 dan tarik garis ke kiri, dan temukan berat jenis betonnya 2325 kg/m³.

t. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} + \text{berat kerikil} &= \text{berat beton} - \text{kebutuhan air} - \text{kebutuhan semen} \\ &= \text{langkah } r - \text{langkah } k - \text{langkah } l \end{aligned}$$

u. Menentukan kebutuhan pasir

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan pasir} &= \text{kebutuhan pasir dan kerikil} \times \text{persentase berat pasir} \\ &= \text{langkah } t \times \text{langkah } q \end{aligned}$$

Perhitungan Campuran Beton (*mix design*)

Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran ini menggunakan metode DOE (*Department of Environment*), yaitu :

$f'c$	= 22,5 MPa
Jenis semen	= I (satu)
Jenis kerikil	= batu pecah
Ukuran maksimum kerikil	= 20 mm
Nilai slump	= 7.5 – 15 cm
Jenis pasir	= agak kasar (golongan 2)
Berat jenis pasir	= 2,63 gr/cm ³
Berat jenis kerikil	= 2,67 gr/cm ³

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari yaitu $f'c = 22,5$ MPa
2. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

$$\begin{aligned}f'cr &= f'c + M \\ &= 22,5 + 12 \\ &= 34,5 \text{ MPa}\end{aligned}$$

3. Menetapkan jenis semen
Digunakan jenis semen I merek Holcim 50 kg.
4. Menetapkan jenis agregat
Digunakan jenis kerikil batu pecah ukuran butiran maks Ø20 mm.
5. Menetapkan faktor air semen (FAS)

$$\text{Cara 1} = 0,47$$

$$\text{Cara 2} = 0,52$$

$$\text{Cara 3} = 0,5 \quad \text{Diambil terkecil, yaitu} = 0,47$$

6. Menetapkan nilai slump = 7.5 – 15 cm

7. Menetapkan kebutuhan air (A)

$$= (0,67 \times 225) + (0,33 \times 225)$$

$$= 225 \text{ liter}$$

8. Menentukan kebutuhan semen

$$= \text{air/faktor air semen}$$

$$= \frac{225}{0,47} = 478,7 \text{ kg dipakai } 480 \text{ kg}$$

9. Perbandingan pasir dan kerikil = 44% dan 56% (grafik hub. fas, slump dan ukuran butir maks)

10. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil

$$= \left(\frac{44}{100} \times 2,63 \right) + \left(\frac{56}{100} \times 2,67 \right) = 2,65$$

11. Menentukan berat jenis beton = 2350 kg/m³ (grafik hub. kandungan air dan berat jenis campuran)

12. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$W_{psr} + W_{kr} = 2350 - 225 - 480 = 1645 \text{ kg}$$

13. Menentukan kebutuhan pasir

$$W_{ps} = \left(\frac{44}{100} \right) * 1645 = 723,8 \text{ kg} \rightarrow 724 \text{ kg}$$

14. Menentukan kebutuhan kerikil

$$W_{kr} = 1645 - 724 = 921 \text{ kg}$$

Kesimpulan : Untuk 1 m³ beton dibutuhkan

a. air = 225 liter

b. semen = 480 kg

c. pasir = 724kg

d. kerikil = 921 kg

LAMPIRAN 4



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274)895707, 895042 fax : (0274)895330 Jogyakarta 55584

Variasi **BN** (0%)

Sampel	Uji	Berat (g)	Diameter (cm)	Lebar (cm)	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Beban max (KN)
1	Desak	12666	15,1	-	-	29,5	357,6
2	Desak	12340	14,8	-	-	30,2	315
3	Desak	12575	15	-	-	30,5	336,6
4	Tarik	12615	15,1	-	-	30,3	159,1
5	Tarik	12506	15	-	-	30,4	204,2
6	Tarik	12505	15	-	-	30,3	167,7
7	Lentur	16413	-	10	40	19	35,5
8	Lentur	16412	-	9,6	40,5	18,8	37,6
9	Lentur	16509	-	10,3	40	19	36,1



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274)895707, 895042 fax : (0274)895330 Jogjakarta 55584

Variasi BBP (4%)

Sampel	Uji	Berat (g)	Diameter (cm)	Lebar (cm)	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Beban max (KN)
1	Desak	12360	14,9	-	-	30,2	458,9
2	Desak	12490	15	-	-	30,2	544,5
3	Desak	12560	15,2	-	-	30,2	564,62
4	Tarik	12453	15,1	-	-	30	184
5	Tarik	12370	15,1	-	-	30,2	168,8
6	Tarik	12470	15,2	-	-	30,2	229,1
7	Lentur	16960	-	10,2	40	18,9	37,8
8	Lentur	16975	-	10	40,2	18,9	40,9
9	Lentur	16900	-	10,2	40,3	18,8	40,2



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274)895707. 895042 fax : (0274)895330 Jogjakarta 55584

Variasi **BBP** (6%)

Sampel	Uji	Berat (g)	Diameter (cm)	Lebar (cm)	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Beban max (KN)
1	Desak	12090	15	-	-	29,5	403,7
2	Desak	12250	15	-	-	29	402,2
3	Desak	12295	14,9	-	-	30	366
4	Tarik	12070	15	-	-	30	166,5
5	Tarik	12160	14,9	-	-	31	176,9
6	Tarik	12245	15,1	-	-	30,2	229,1
7	Lentur	16380	-	9.8	40	18,9	32,5
8	Lentur	16540	-	9.8	40,1	18,9	37,6
9	Lentur	16992	-	10.1	40.2	19	36,1



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274)895707. 895042 fax : (0274)895330 Jogjakarta 55584

Variasi **BBP** (8%)

Sampel	Uji	Berat (g)	Diameter (cm)	Lebar (cm)	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Beban max (KN)
1	Desak	12240	15	-	-	30,2	479,8
2	Desak	12103	15,2	-	-	29,8	430,1
3	Desak	12220	15,2	-	-	29,8	398,6
4	Tarik	12070	15,1	-	-	29,8	197,2
5	Tarik	12260	15	-	-	30,1	223,5
6	Tarik	12080	15	-	-	29,9	133,2
7	Lentur	17180	-	9,9	40,2	19,1	34,6
8	Lentur	16768	-	10	40	18,9	40,6
9	Lentur	17544	-	10,2	40,2	18,9	34,0



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274)895707, 895042 fax : (0274)895330 Jogjakarta 55584

Variasi **BBP** (10%)

Sampel	Uji	Berat (g)	Diameter (cm)	Lebar (cm)	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Beban max (KN)
1	Desak	12536	15,1	-	-	30,2	351,5
2	Desak	12510	15,5	-	-	30,1	416,3
3	Desak	12605	15,1	-	-	30,4	373,5
4	Tarik	12459	15	-	-	30,4	227,3
5	Tarik	12485	15	-	-	30,4	211
6	Tarik	12420	15	-	-	30,3	201,3
7	Lentur	17380	-	10	40,2	19,2	42,8
8	Lentur	16930	-	10,2	40	19	40,6
9	Lentur	17260	-	10,2	40,2	19	37,3



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274)895707, 895042 fax : (0274)895330 Jogjakarta 55584

Variasi **BBP** (12%)

Sampel	Uji	Berat (g)	Diameter (cm)	Lebar (cm)	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Beban max (KN)
1	Desak	12440	15	-	-	30,1	372,1
2	Desak	12263	14,9	-	-	30,1	411,8
3	Desak	12180	14,9	-	-	30,1	398,8
4	Tarik	12328	15	-	-	30,2	200,5
5	Tarik	12228	14,9	-	-	30,3	180,0
6	Tarik	12270	15	-	-	30,5	214,5
7	Lentur	16880	-	9,8	40,3	19	37,3
8	Lentur	16374	-	9,9	40	19	37,0
9	Lentur	17041	-	10	40	19,2	35,8

LAMPIRAN 5

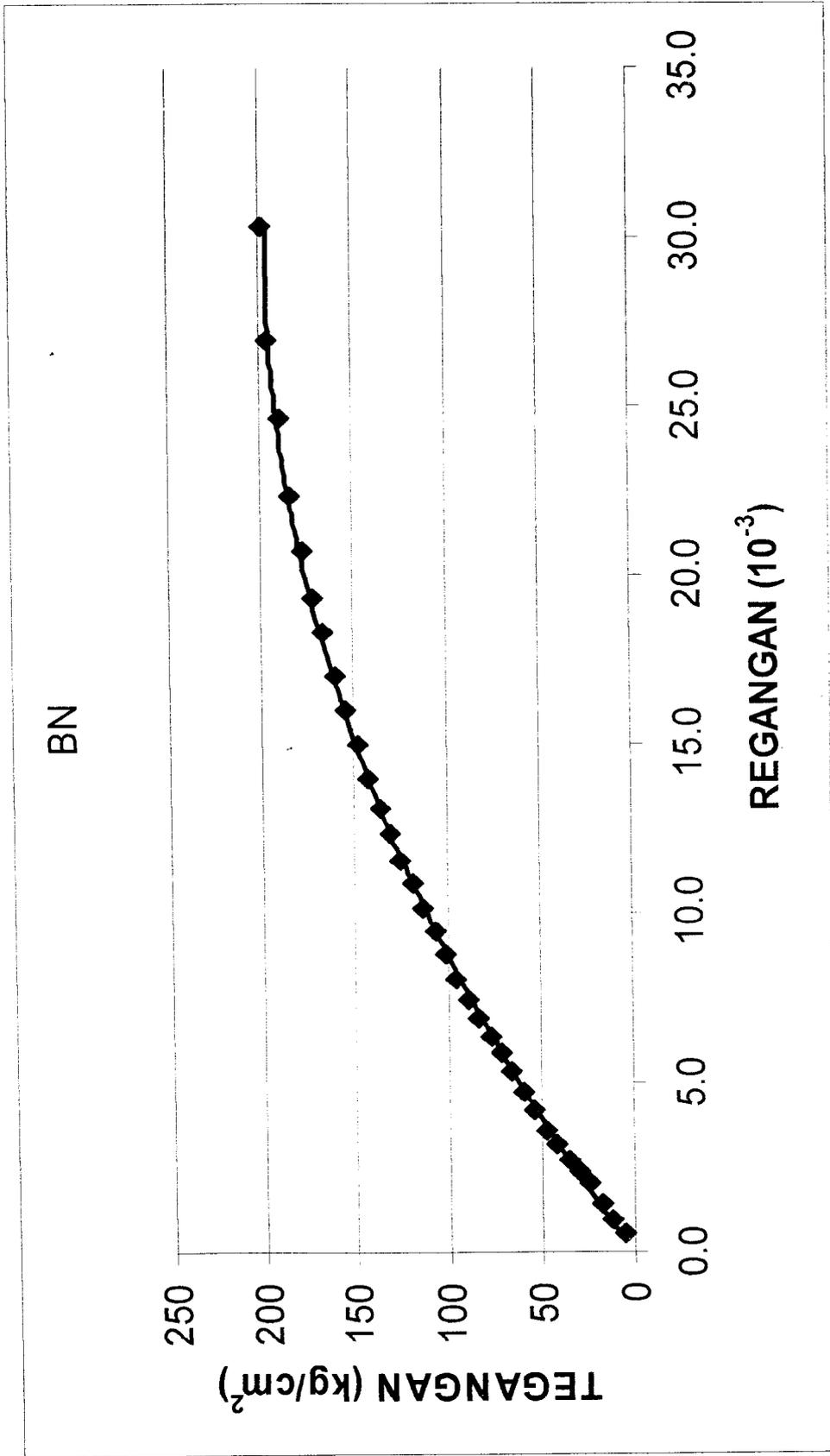


**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JL. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274)895707, 895042 fax : (0274)895330 Jogjakarta 55584

TABEL TEGANGAN – REGANGAN SILINDER BETON

BN				
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019.37	8	0.533	5.928
20	2038.74	14	0.933	11.857
30	3058.10	21	1.400	17.785
40	4077.47	30	2.000	23.714
50	5096.84	35	2.333	29.642
60	6116.21	41	2.733	35.570
70	7135.58	48	3.200	41.499
80	8154.94	54	3.600	47.427
90	9174.31	63	4.200	53.356
100	10193.68	71	4.733	59.284
110	11213.05	80	5.333	65.212
120	12232.42	88	5.867	71.141
130	13251.78	95	6.333	77.069
140	14271.15	103	6.867	82.998
150	15290.52	111	7.400	88.926
160	16309.89	121	8.067	94.854
170	17329.26	132	8.800	100.783
180	18348.62	142	9.467	106.711
190	19367.99	152	10.133	112.640
200	20387.36	163	10.867	118.568
210	21406.73	173	11.533	124.497
220	22426.10	185	12.333	130.425
230	23445.46	197	13.133	136.353
240	24464.83	210	14.000	142.282
250	25484.20	225	15.000	148.210
260	26503.57	240	16.000	154.139
270	27522.94	255	17.000	160.067
280	28542.30	275	18.333	165.995
290	29561.67	290	19.333	171.924
300	30581.04	311	20.733	177.852
310	31600.41	335	22.333	183.781
320	32619.78	370	24.667	189.709
330	33639.14	404	26.933	195.637
340	34658.51	455	30.333	201.566
350	35677.88	555	37.000	207.494
360	36697.25	570	38.000	213.423
370	37716.62	604	40.267	219.351
380	38735.98	640	42.667	225.279
390	39755.35	555	37.000	231.208
400	40774.72	430	28.667	237.136
410	41794.09	370	24.667	243.065



Lampiran 5 - 2

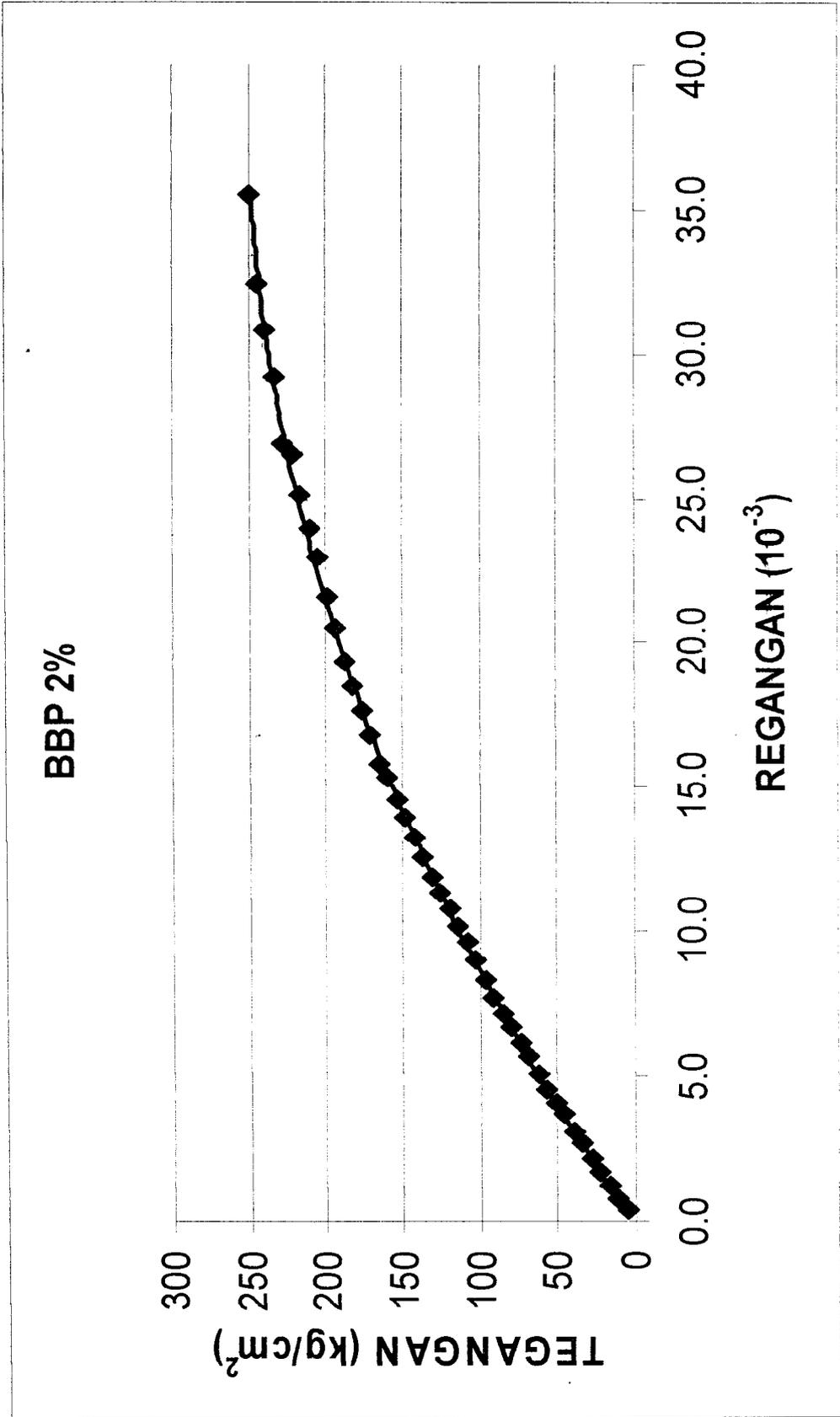


**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Jogjakarta 55584

TABEL TEGANGAN – REGANGAN SILINDER BETON

BBP 2%				
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019.37	6	0.400	5.695
20	2038.74	12	0.800	11.390
30	3058.10	18	1.200	17.086
40	4077.47	25	1.667	22.781
50	5096.84	32	2.133	28.476
60	6116.21	40	2.667	34.171
70	7135.58	46	3.067	39.866
80	8154.94	55	3.667	45.561
90	9174.31	61	4.067	51.257
100	10193.68	68	4.533	56.952
110	11213.05	76	5.067	62.647
120	12232.42	85	5.667	68.342
130	13251.78	93	6.200	74.037
140	14271.15	101	6.733	79.733
150	15290.52	108	7.200	85.428
160	16309.89	116	7.733	91.123
170	17329.26	125	8.333	96.818
180	18348.62	135	9.000	102.513
190	19367.99	144	9.600	108.208
200	20387.36	153	10.200	113.904
210	21406.73	162	10.800	119.599
220	22426.10	170	11.333	125.294
230	23445.46	178	11.867	130.989
240	24464.83	189	12.600	136.684
250	25484.20	199	13.267	142.379
260	26503.57	209	13.933	148.075
270	27522.94	218	14.533	153.770
280	28542.30	230	15.333	159.465
290	29561.67	237	15.800	165.160
300	30581.04	252	16.800	170.855
310	31600.41	265	17.667	176.551
320	32619.78	277	18.467	182.246
330	33639.14	290	19.333	187.941
340	34658.51	307	20.467	193.636
350	35677.88	324	21.600	199.331
360	36697.25	344	22.933	205.026
370	37716.62	359	23.933	210.722
380	38735.98	377	25.133	216.417
390	39755.35	398	26.533	222.112
400	40774.72	404	26.933	227.807
410	41794.09	438	29.200	233.502
420	42813.46	462	30.800	239.198
430	43832.82	487	32.467	244.893
440	44852.19	533	35.533	250.588



Lampiran 5 - 4



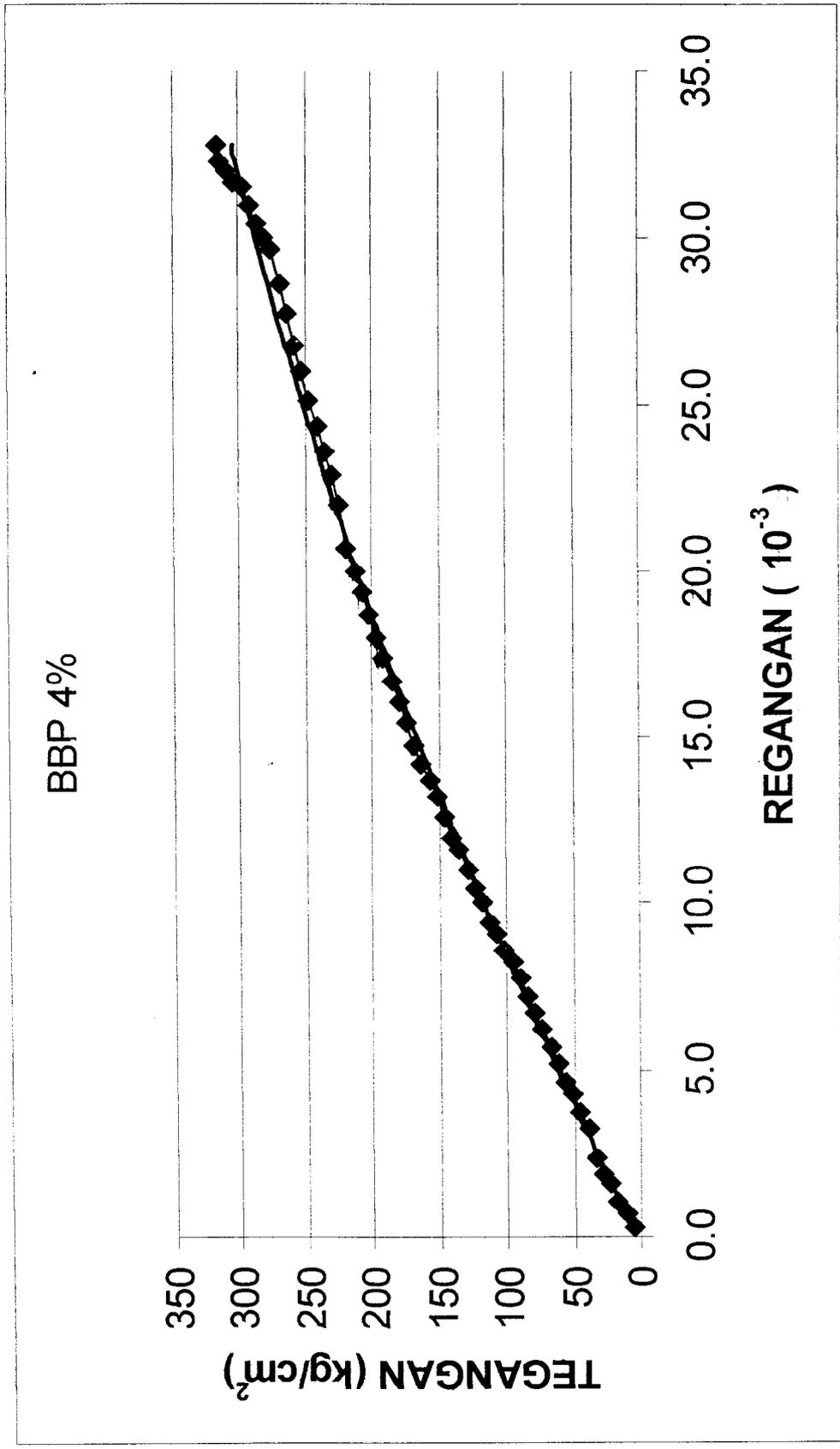
**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274)895707, 895042 fax : (0274)895330 Jogjakarta 55584

TABEL TEGANGAN – REGANGAN SILINDER BETON

BBP 4%				
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019.37	4	0.267	5.620
20	2038.74	10	0.667	11.241
30	3058.10	16	1.067	16.861
40	4077.47	24	1.600	22.482
50	5096.84	28	1.867	28.102
60	6116.21	35	2.333	33.723
70	7135.58	49	3.267	39.343
80	8154.94	56	3.733	44.964
90	9174.31	64	4.267	50.584
100	10193.68	70	4.667	56.205
110	11213.05	78	5.200	61.825
120	12232.42	85	5.667	67.446
130	13251.78	93	6.200	73.066
140	14271.15	101	6.733	78.687
150	15290.52	108	7.200	84.307
160	16309.89	116	7.733	89.928
170	17329.26	123	8.200	95.548
180	18348.62	129	8.600	101.169
190	19367.99	136	9.067	106.789
200	20387.36	141	9.400	112.410
210	21406.73	150	10.000	118.030
220	22426.10	157	10.467	123.651
230	23445.46	165	11.000	129.271
240	24464.83	174	11.600	134.892
250	25484.20	180	12.000	140.512
260	26503.57	189	12.600	146.133
270	27522.94	198	13.200	151.753
280	28542.30	205	13.667	157.374
290	29561.67	213	14.200	162.994
300	30581.04	221	14.733	168.615
310	31600.41	231	15.400	174.235
320	32619.78	241	16.067	179.856
330	33639.14	250	16.667	185.476
340	34658.51	260	17.333	191.097
350	35677.88	270	18.000	196.717
360	36697.25	280	18.667	202.338
370	37716.62	290	19.333	207.958
380	38735.98	300	20.000	213.579
390	39755.35	310	20.667	219.199
400	40774.72	330	22.000	224.820
410	41794.09	343	22.867	230.440
420	42813.46	354	23.600	236.061
430	43832.82	365	24.333	241.681
440	44852.19	377	25.133	247.302
450	45871.56	390	26.000	252.922
460	46890.93	402	26.800	258.543

480	48929.66	430	28.667	269.784
490	49949.03	445	29.667	275.404
500	50968.40	450	30.000	281.024
510	51987.77	457	30.467	286.645
520	53007.14	465	31.000	292.265
530	54026.50	473	31.533	297.886
540	55045.87	475	31.667	303.506
550	56065.24	480	32.000	309.127
560	57084.61	485	32.333	314.747
570	58103.98	492	32.800	320.368



Lampiran 5 - 7

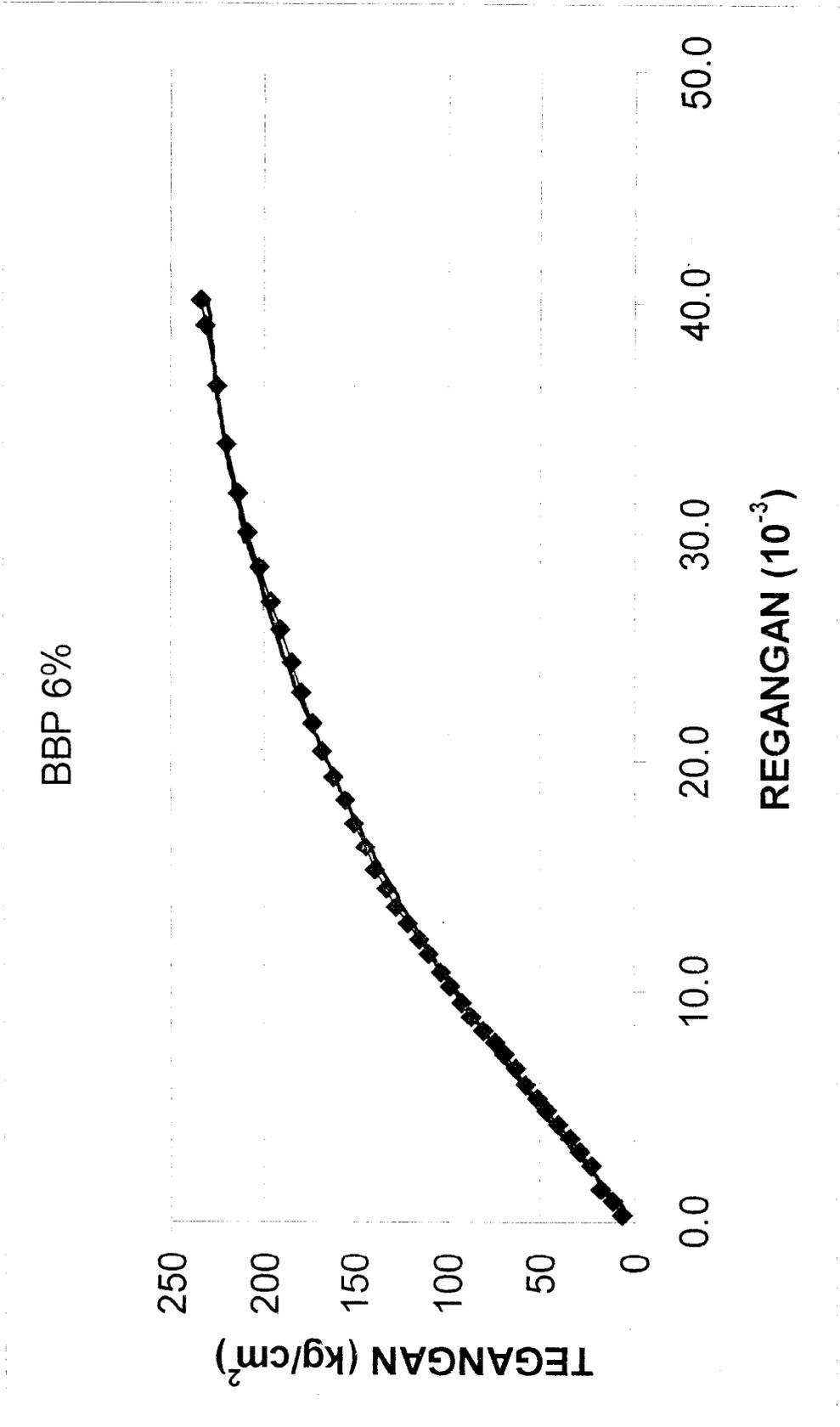


LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274)895707, 895042 fax : (0274)895330 Jogjakarta 55584

TABEL TEGANGAN – REGANGAN SILINDER BETON

BBP 6%				
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019.37	5	0.333	5.771
20	2038.74	13	0.867	11.543
30	3058.10	21	1.400	17.314
40	4077.47	37	2.467	23.085
50	5096.84	46	3.067	28.857
60	6116.21	55	3.667	34.628
70	7135.58	64	4.267	40.400
80	8154.94	73	4.867	46.171
90	9174.31	81	5.400	51.942
100	10193.68	89	5.933	57.714
110	11213.05	100	6.667	63.485
120	12232.42	109	7.267	69.256
130	13251.78	117	7.800	75.028
140	14271.15	125	8.333	80.799
150	15290.52	134	8.933	86.571
160	16309.89	143	9.533	92.342
170	17329.26	153	10.200	98.113
180	18348.62	163	10.867	103.885
190	19367.99	174	11.600	109.656
200	20387.36	184	12.267	115.427
210	21406.73	195	13.000	121.199
220	22426.10	205	13.667	126.970
230	23445.46	217	14.467	132.741
240	24464.83	230	15.333	138.513
250	25484.20	245	16.333	144.284
260	26503.57	260	17.333	150.056
270	27522.94	275	18.333	155.827
280	28542.30	290	19.333	161.598
290	29561.67	307	20.467	167.370
300	30581.04	325	21.667	173.141
310	31600.41	345	23.000	178.912
320	32619.78	364	24.267	184.684
330	33639.14	385	25.667	190.455
340	34658.51	404	26.933	196.227
350	35677.88	427	28.467	201.998
360	36697.25	450	30.000	207.769
370	37716.62	475	31.667	213.541
380	38735.98	507	33.800	219.312
390	39755.35	545	36.333	225.083
400	40774.72	585	39.000	230.855
410	41794.09	601	40.067	236.626



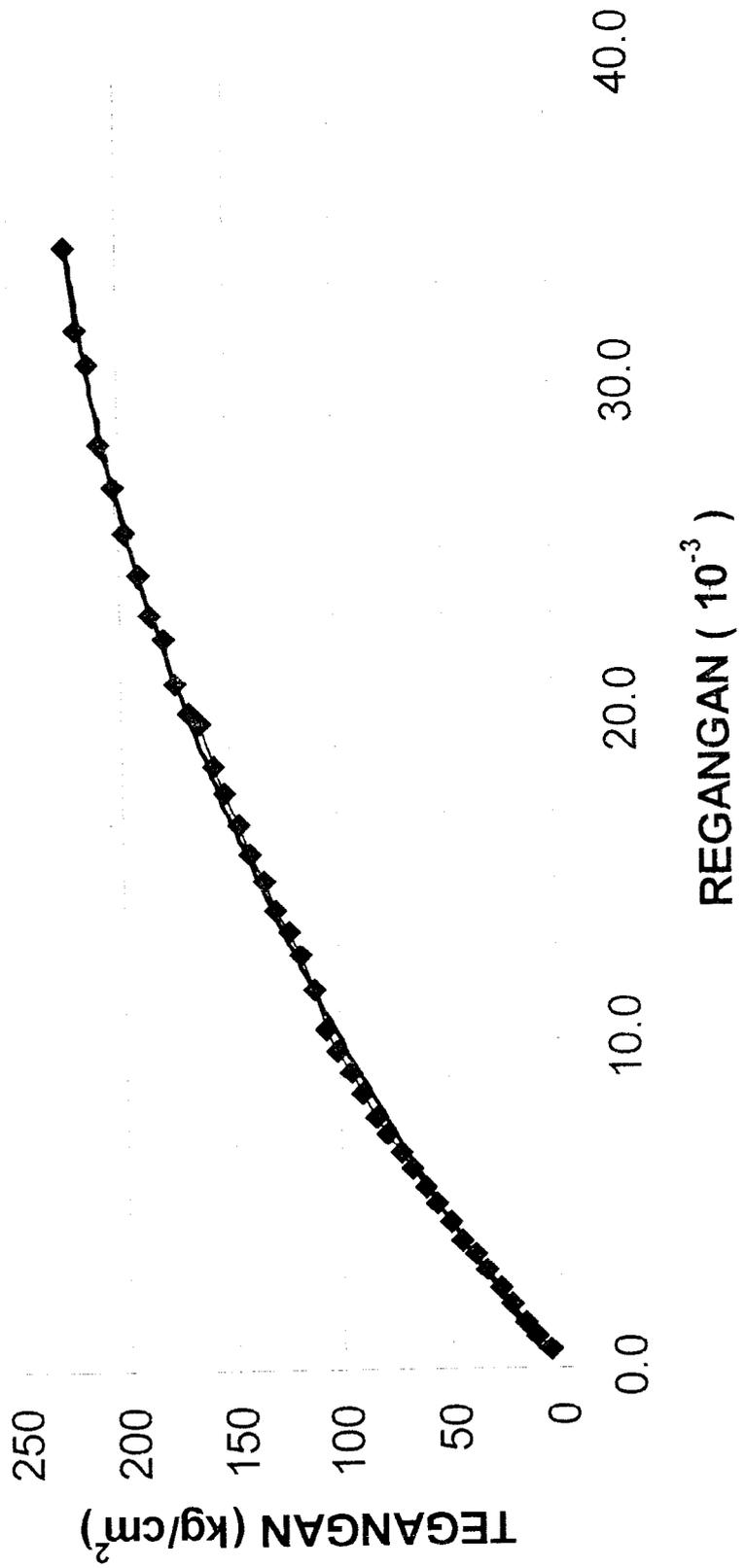
Lampiran 5 - 9



TABEL TEGANGAN – REGANGAN SILINDER BETON

BBP 8%				
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019.37	8	0.533	5.620
20	2038.74	15	1.000	11.241
30	3058.10	21	1.400	16.861
40	4077.47	29	1.933	22.482
50	5096.84	36	2.400	28.102
60	6116.21	45	3.000	33.723
70	7135.58	52	3.467	39.343
80	8154.94	59	3.933	44.964
90	9174.31	67	4.467	50.584
100	10193.68	75	5.000	56.205
110	11213.05	83	5.533	61.825
120	12232.42	91	6.067	67.446
130	13251.78	99	6.600	73.066
140	14271.15	107	7.133	78.687
150	15290.52	115	7.667	84.307
160	16309.89	125	8.333	89.928
170	17329.26	135	9.000	95.548
180	18348.62	145	9.667	101.169
190	19367.99	155	10.333	106.789
200	20387.36	173	11.533	112.410
210	21406.73	189	12.600	118.030
220	22426.10	200	13.333	123.651
230	23445.46	210	14.000	129.271
240	24464.83	223	14.867	134.892
250	25484.20	235	15.607	140.512
260	26503.57	249	16.600	146.133
270	27522.94	263	17.533	151.753
280	28542.30	275	18.333	157.374
290	29561.67	295	19.667	162.994
300	30581.04	300	20.000	168.615
310	31600.41	313	20.867	174.235
320	32619.78	334	22.267	179.856
330	33639.14	345	23.000	185.476
340	34658.51	363	24.200	191.097
350	35677.88	383	25.533	196.717
360	36697.25	404	26.933	202.338
370	37716.62	423	28.200	207.958
380	38735.98	460	30.667	213.579
390	39755.35	475	31.667	219.199
400	40774.72	513	34.200	224.820

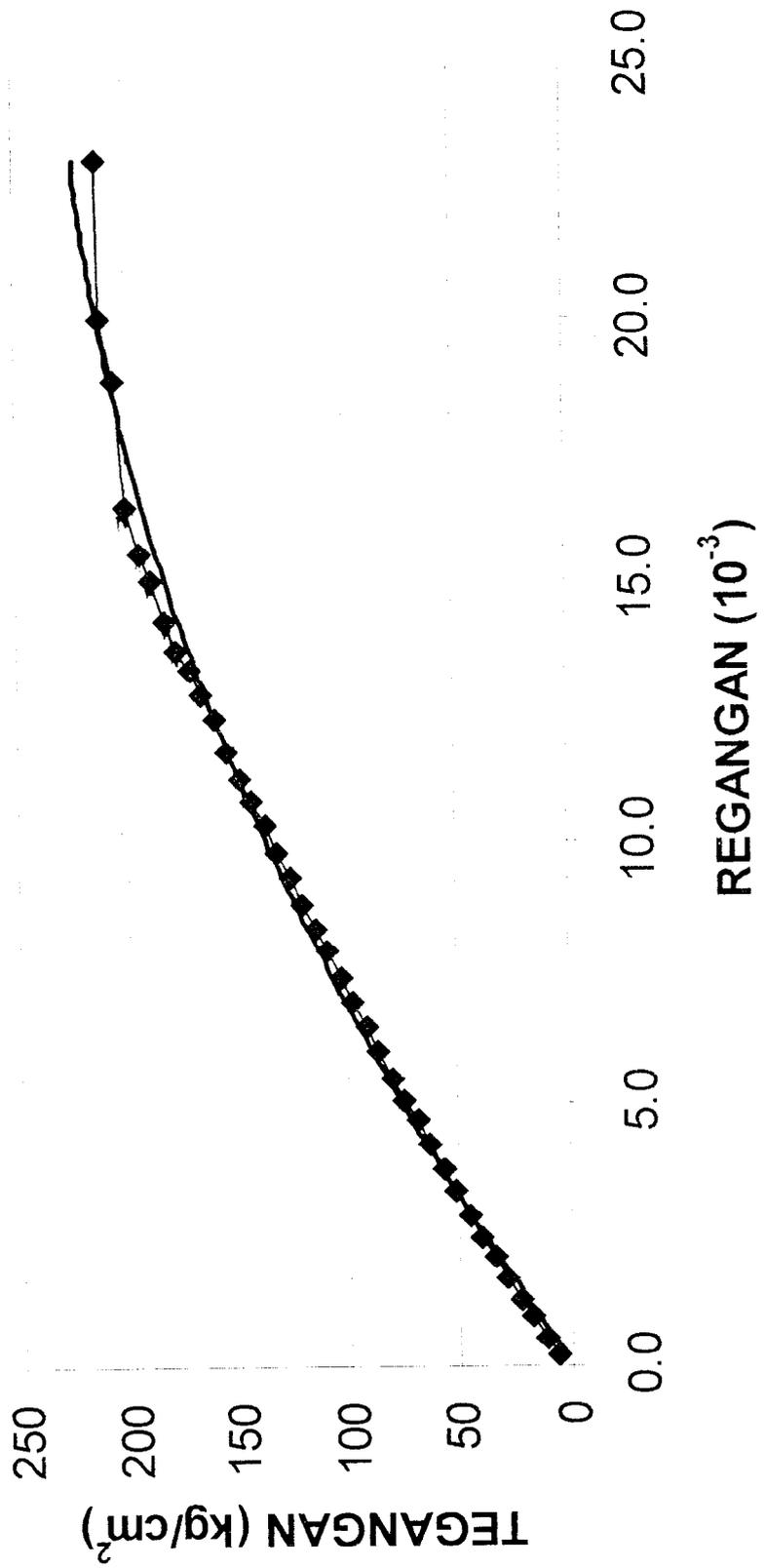
BBP 8%



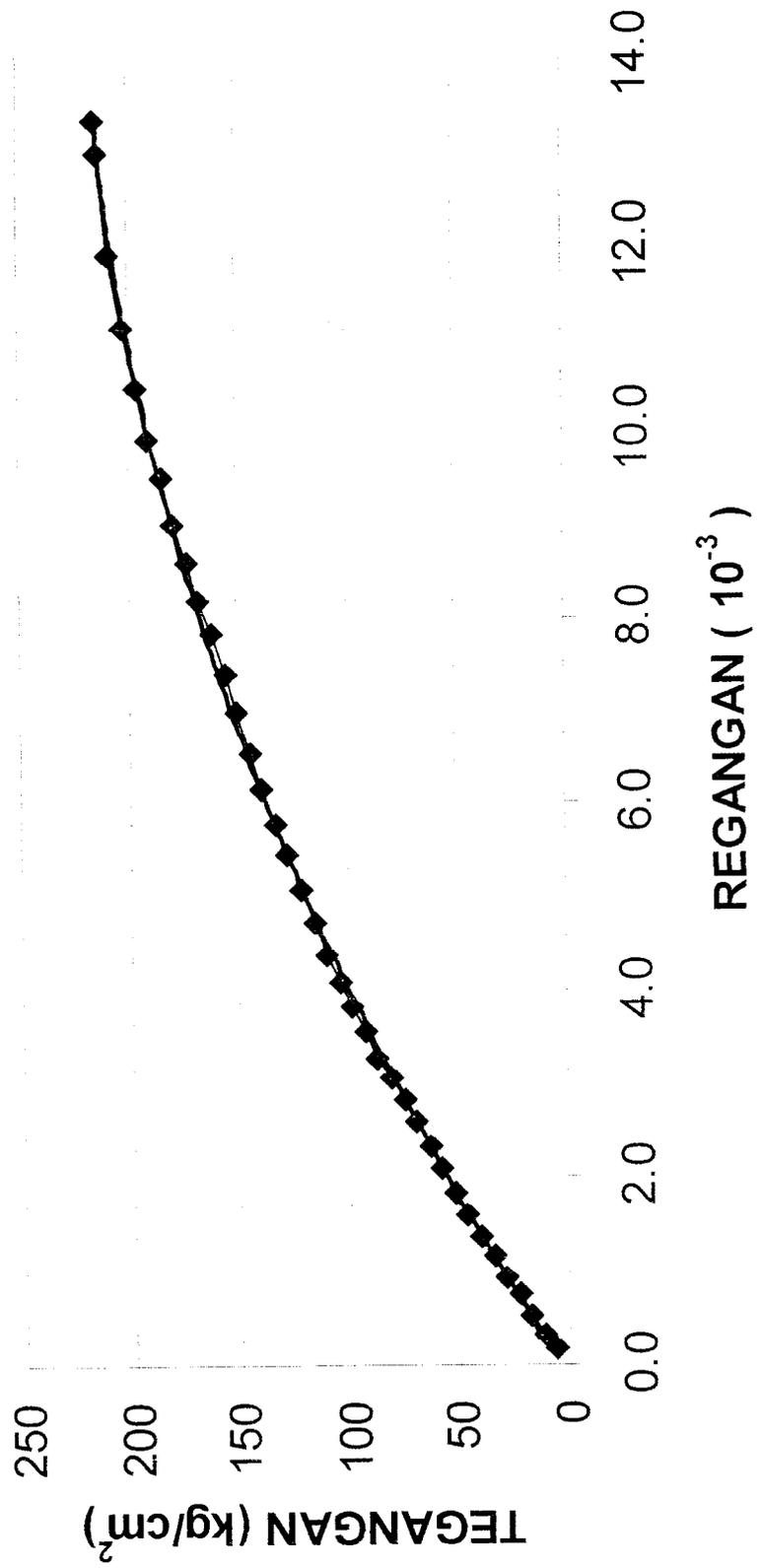
TABEL TEGANGAN – REGANGAN SILINDER BETON

BBP 10%				
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019.37	3	0.200	5.695
20	2038.74	8	0.533	11.390
30	3058.10	14	0.933	17.086
40	4077.47	19	1.267	22.781
50	5096.84	25	1.667	28.476
60	6116.21	31	2.067	34.171
70	7135.58	37	2.467	39.866
80	8154.91	43	2.867	45.561
90	9174.31	50	3.333	51.257
100	10193.68	56	3.733	56.952
110	11213.05	63	4.200	62.647
120	12232.42	70	4.667	68.342
130	13251.78	76	5.067	74.037
140	14271.15	82	5.467	79.733
150	15290.52	90	6.000	85.428
160	16309.89	97	6.467	91.123
170	17329.26	104	6.933	96.818
180	18348.62	111	7.400	102.513
190	19367.99	119	7.933	108.208
200	20387.36	125	8.333	113.904
210	21406.73	132	8.800	119.599
220	22426.10	140	9.333	125.294
230	23445.46	147	9.800	130.989
240	24464.83	155	10.333	136.684
250	25484.20	162	10.800	142.379
260	26503.57	168	11.200	148.075
270	27522.94	176	11.733	153.770
280	28542.30	185	12.333	159.465
290	29561.67	192	12.800	165.160
300	30581.04	199	13.267	170.855
310	31600.41	205	13.667	176.551
320	32619.78	213	14.200	182.246
330	33639.14	225	15.000	187.941
340	34658.51	233	15.533	193.636
350	35677.88	246	16.400	199.331
360	36697.25	282	18.800	205.026
370	37716.62	300	20.000	210.722
380	38735.98	345	23.000	216.417

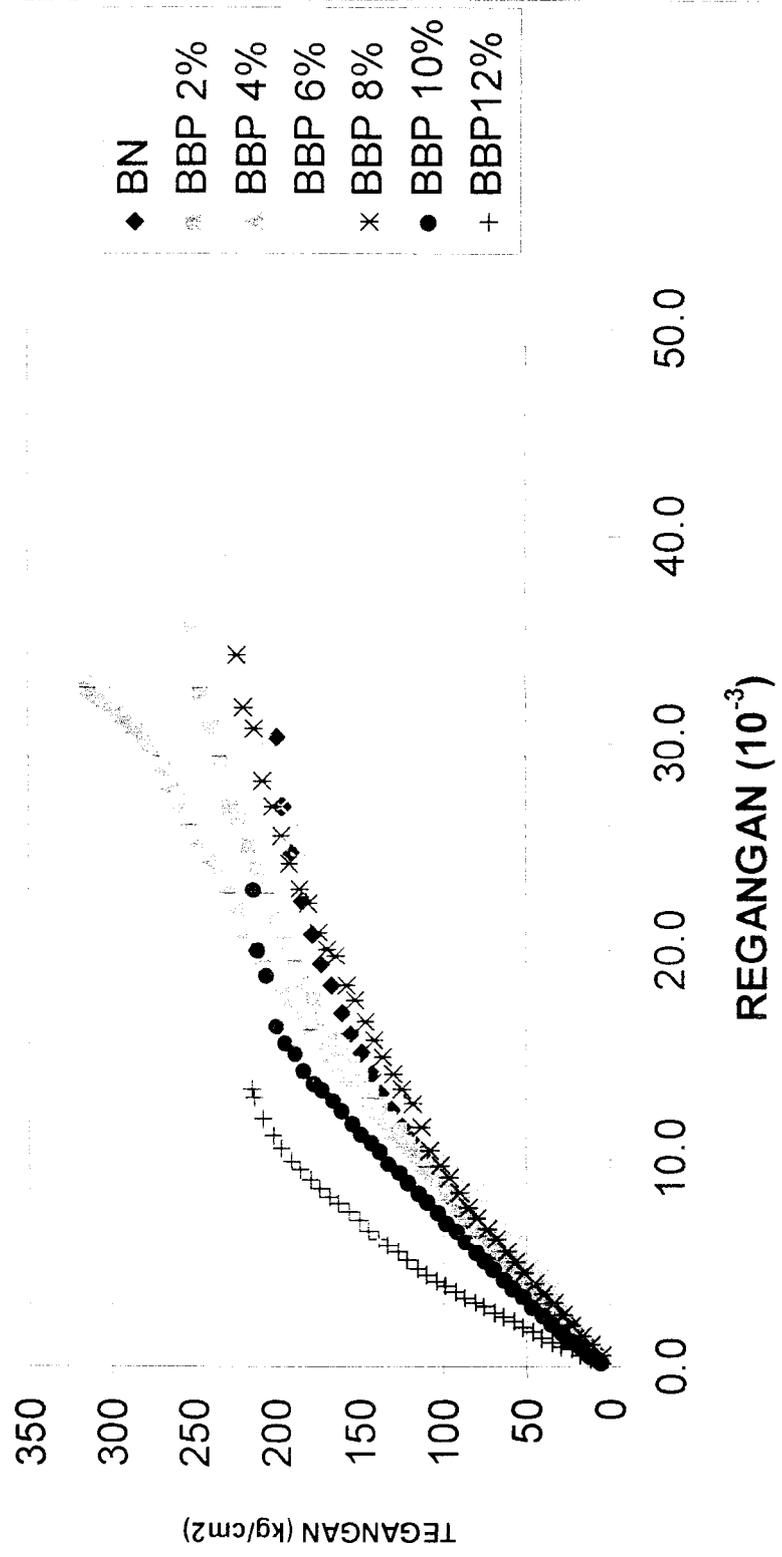
BBP 10%



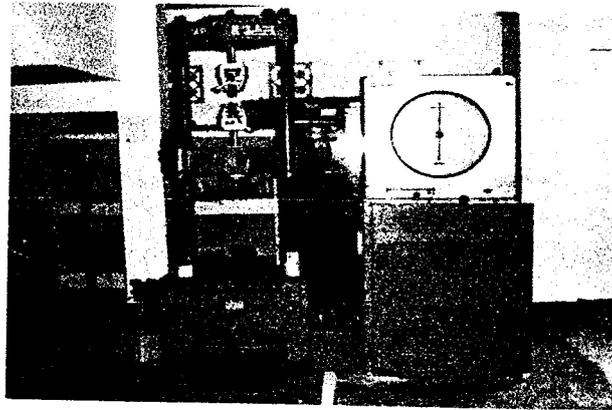
BBP 12%



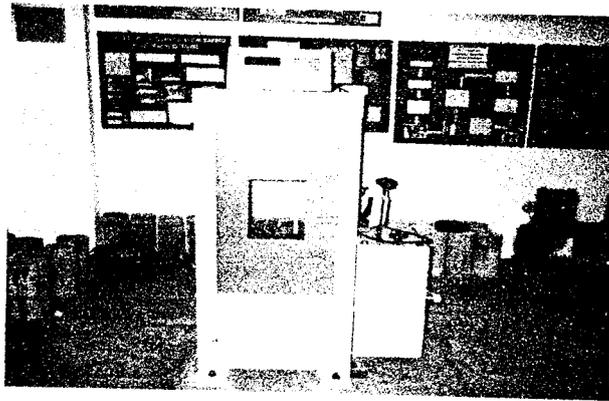
Grafik Tegangan - Regangan



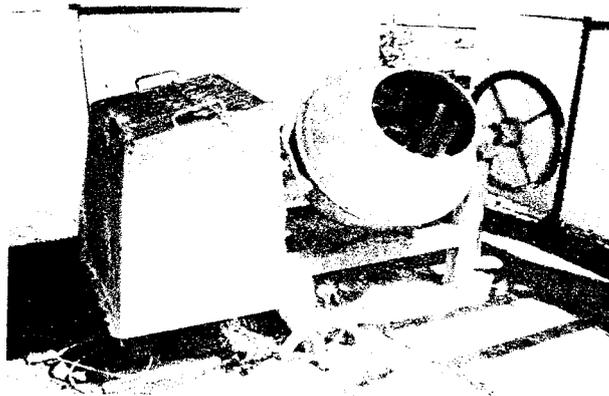
LAMPIRAN 6



Gambar 1. Alat uji kuat lentur



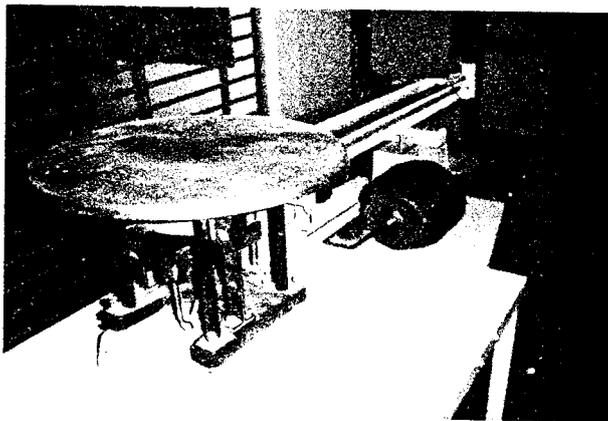
Gambar 2. Alat uji kuat desak



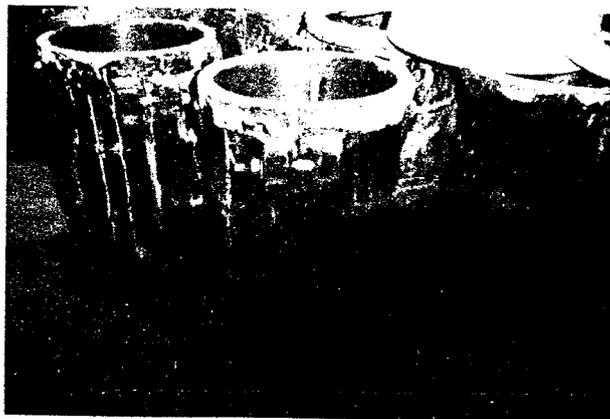
Gambar 3. Molen



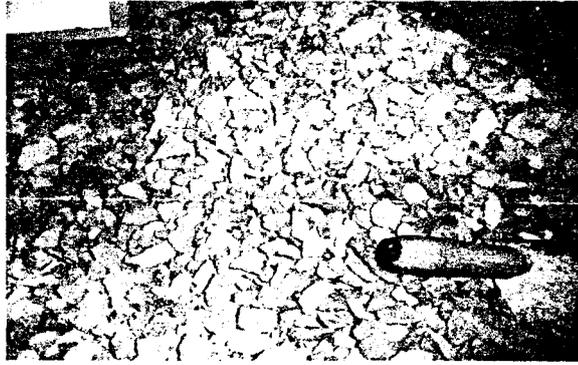
Gambar 4. Kerucut *Abraham*



Gambar 5. Timbangan



Gambar 6. Alat cetak silinder



Gambar 7. Agregat kasar (kerikil)



Gambar 8. Agregat halus (pasir)



Gambar 9. Semen Portland



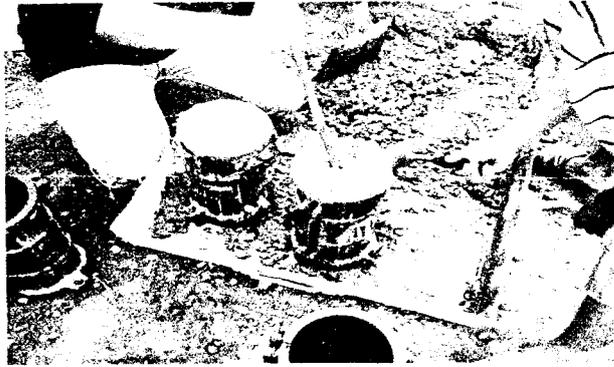
Gambar 10. Air



Gambar 11. Bubuk batu putih



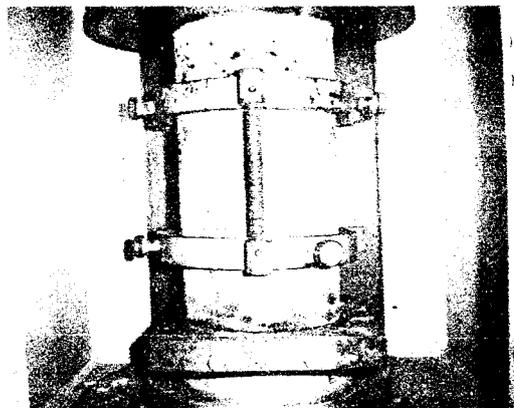
Gambar 12. Sampel silinder dan balok



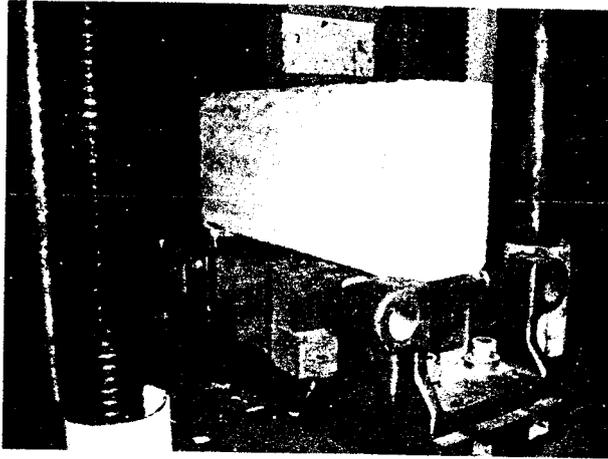
Gambar 13. Pengerjaan betun



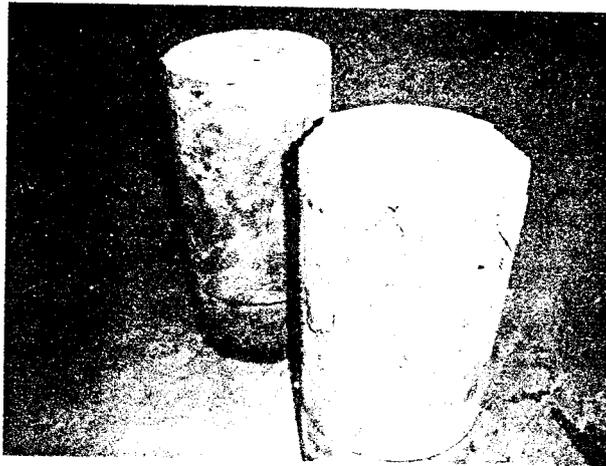
Gambar 14. Perawatan beton



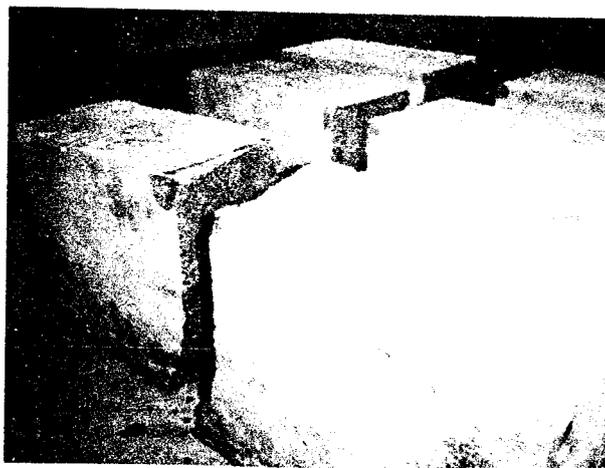
Gambar 15. Uji kuat desa



Gambar 16. Uji kuat lentur



Gambar 17. Hasil uji kuat desak



Gambar 17. Hasil uji kuat desak

LAMPIRAN 7



UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : II (Des 05 - Mei 06)

Berlaku Sampai Akhir Mei 2006

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	JOKO HADINOTO W	01 511 207	Teknik Sipil
2.	FUAD NUR FACHRUDIN	01 511 212	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

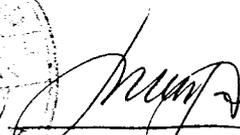
Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Bubuk Batu Putih dari Daerah Kulon Progo Terhadap Kuat Desak, Kuat Tarik dan Kuat Lentur

Dosen Pembimbing I : A Kadir Aboe,Ir,H,MS

Dosen Pembimbing II : Kasam,Ir,H,MT



Jogyakarta , 6-Dec-05
 a.n. Dekan


 Ir.H.Munadhir, MS

Catatan :

1. Seminar : _____
2. Sidang : _____
3. Pendaran : _____



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	JOKO HADINOTO W	01 511 207	Teknik Sipil
2.	FUAD NUR FACHRUDIN	01 511 212	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Bubuk Batu Putih dari Daerah Kulon Progo Terhadap Kuat Desak, Kuat Tarik dan Kuat Lentur

PERIODE KE : II (Des 05 - Mei 06)
 TAHUN : 2005 - 2006

Berlaku Sampai Akhir Mei 2006

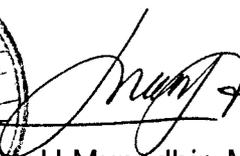
No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA.						
6.	Sidang - Sidang						
7.	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : A Kadir Aboe,Ir,H,MS

Dosen Pembimbing II : Kasam,Ir,H,MT



Jogjakarta ,6-Dec-05
 a.n. Dekan


 Ir.H.Munadhir, MS

1. Seminar : _____
 2. Sidang : _____
 3. Pendadaran : _____

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	24/5 '06	<ul style="list-style-type: none"> * Perbaiki sesuai Catatan pada setiap halaman * Tatar belakang: di buat statemen tentang perlunya & alasan pemilihan ini. * Tidak perlu mengulang tulisan (Calup & refer). * Perbaikasan harus menjawab, mengapa bagaimana, dst. * setiap statemen/kegiatan harus di susun * Simpulan & Hasil konsultasi tulis. * & ajukan kembali paling lambat 10/6 '06. 	
	6/6 '06	<ul style="list-style-type: none"> - Sinopsis pengantar mulai hal 33 - Disiplin paling lambat 16/6 '06. 	P. Hary
	16/6 '06	<ul style="list-style-type: none"> - Pengantar, intuisi - Kekalman - Modulus Flores - Disiplin lagi paling lambat 26/6 '06 	P. Hary
	22/6 '06	<ul style="list-style-type: none"> - Hitungan tegangan lentur - Tegangan - Regangan - penggunaan tegangan - Regangan - Disiplin kembali 30/6 '06 	P. Hary
	26/6 '06	<ul style="list-style-type: none"> - Kenapa diaji T-E, kuat, dan lain - Disiplin kembali 7/7 '06. 	P. Hary
	7/7 '06	<ul style="list-style-type: none"> - Grafik dibuat, satu setiap variasi - di buat grafik gabungan - di buat draft 	

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANGGAL
		<ul style="list-style-type: none"> - Di Ajukan kembali tgl 17/7 '06 - usul 1 : 14 : 1,8 : 0,45 kg 	Alu
	27/7 '06	<ul style="list-style-type: none"> - Di serahkan antara rencana mobil, tuas, pembakaran dan kesimpulannya 	Alu
	31/7 '06	<ul style="list-style-type: none"> - Hitungan kuat desah di cek kembali 	Alu
	2/8 '06	<ul style="list-style-type: none"> - Di perbaiki kesimpulannya - Di ajukan ke DPI 	Alu
	7/8 - 06	<ul style="list-style-type: none"> - sidang 	M
	26/8 - 06	<ul style="list-style-type: none"> - pembantu 	M
	28/8 - 06	<ul style="list-style-type: none"> - pembantu - tambahkan standar pengujian lentur 	M
	29/8 - 06	<ul style="list-style-type: none"> - pembantu & lengkap - dapat diundurkan 	M