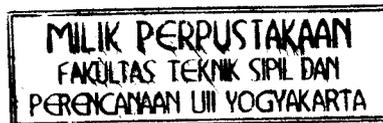


TUGAS AKHIR
PENGARUH Pengerjaan Pencampuran
TERHADAP KUAT TEKAN BETON



Disusun oleh:

M. Hariambaning Samodra Laksa

No. Mhs: 94 310 270

Nirm: 940051013114120262

Elsa Rusmayanti

No. Mhs: 97 511 321

Nirm: 970051013114120259

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2002

TUGAS AKHIR

**PENGARUH Pengerjaan Pencampuran
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

Diajukan Guna Melengkapi Persyaratan
Untuk Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil
Pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta

Disusun oleh :

M.Hariambaning Samodra Laksa

No Mhs : 94 310 270

Nirm : 940051013114120262

Elsa Rusmayanti

No Mhs : 97 511 321

Nirm : 970051013114120259

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

2002

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PENGARUH Pengerjaan Pencampuran
TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Disusun Oleh

M. Hariambaning Samodra Laksa

No. Mhs: 94 310 270

Nirm: 940051013114120262

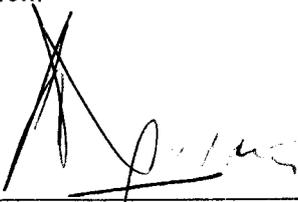
Elsa Rusmayanti

No. Mhs: 97 511 321

Nirm: 970051013114120259

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Ir. H. Tadjuddin BMA,MS
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 13/5-2002

Ir. H. Kasam, MT
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 10-5-2002

KATA PENGANTAR

Assalamu' alaikum wr. wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir ini disusun untuk melengkapi syarat memperoleh jenjang kesarjanaan Strata satu (S1) pada jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Permasalahan yang diangkat dalam penulisan tugas akhir ini adalah pengaruh pengerjaan pencampuran terhadap kuat tekan beton. Dalam segala keterbatasan, kami berusaha menerapkan apa yang telah kami terima untuk menyelesaikan masalah yang kami hadapi tersebut.

Kami menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kami berharap agar usaha ini berlanjut terus sebab masih banyak hal-hal yang dapat digali lebih dalam dari Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini pula kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Widodo Ph.D. selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku ketua jurusan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MT, selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir.

4. Bapak Ir. H. Kasam, MT, selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE, selaku kepala laboratorium Bahan Konstruksi Teknik jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia.
6. Seluruh karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT, membalas amalnya dan akhirnya kami berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua, Amiin.

Wassalamu' alaikum wr. Wb.

Jogjakarta, April 2002

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI	xii
ABSTRAKSI	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.	1
1.2 Rumusan Masalah.	2
1.3 Tujuan Penelitian..	3
1.4. Batasan Masalah	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum	5
2.2 Hasil Penelitian	5
2.3 Pengadukan Beton	6

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Bahan bahan Susun Beton	7
3.1.1 Semen Portland	7
3.1.2 Agregat.	8
3.1.3 Air	8
3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Beton	9
3.2.1 Faktor Air Semen	9
3.2.2 Umur Beton	10
3.2.3 Jenis Semen	10
3.2.4 Sifat Agregat	10
3.3 Perancangan Campuran Beton	11
3.4 Pengadukan Bahan Susun	19
3.5 Pemadatan Beton	22
3.5.1 Pemadatan Dengan Tangan	23
3.5.2 Pemadatan Dengan Mesin Getar	23
3.5.2.1 Mesin Getar Dalam	24
3.5.2.2 Mesin penggetar acuan	25
3.6 Perawatan Beton	26
3.7 Evaluasi Pekerjaan Beton	27

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Umum	31
--------------------	----

4.2 Persiapan Bahan	31
4.3 Persiapan Alat	31
4.4 Benda Uji yang Digunakan	32
4.5 Slump	34
4.6 Pematatan Adukan Beton	34
4.7 Perawatan Beton	35
4.8 Kuat Tekan Beton	35

BAB V PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN

5.1 Umum	36
5.2 Persiapan Material	36
5.3 Pemeriksaan Bahan Material	37
5.3.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat	37
5.3.2 Analisa Saringan dan Modulus Halus Butir Agregat Halus dan Agregat Kasar.	38
5.3.3 Kadar Air Pasir dan Batu Pecah	40
5.3.4 Absorpsi Pasir dan Batu Pecah	41
5.3.5 Ukuran Butir Maksimum Batu Pecah	42
5.4 Perhitungan Campuran Beton.	43
5.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	47
5.6 Pengujian Benda Uji	49

Tabel 6.5 Analisis Hasil Penelitian Variasi II	59
Tabel 6.6 Kuat Desak Beton variasi III	61
Tabel 6.7 Analisis Hasil Penelitian Variasi III	62
Tabel 6.8 Perbandingan antara rencana dengan hasil kuat desak beton	65

BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian	50
6.2 Pembahasan	64
6.2.1 Kemudahan Pekerjaan	64
6.2.2 Evaluasi Pekerjaan Beton	64
6.2.3 Evaluasi Terjadinya Gumpalan	66

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan	68
7.2 Saran	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Grafik Hubungan Slump dan C/E.	13
Gambar 3.2 Kurva granulometri agregat	15
Gambar 3.3 Hasil uji kuat tekan Beton	29
Gambar 3.4 Hasil uji kuat tekan Beton	30
Gambar 5.1 Kurva granulometri agregat	44
Gambar 6.1 Grafik kuat tekan beton variasi I	57
Gambar 6.2 Grafik kuat tekan beton variasi II	60
Gambar 6.3 Grafik kuat tekan beton variasi III	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Faktor kekompakan butiran	12
Tabel 3.2 Faktor koreksi kadar air E sebagai fungsi dari D.	14
Tabel 3.3 Harga-harga Ks, Kp	16
Tabel 3.4 Klasifikasi plastisitas beton berdasarkan slump	17
Tabel 3.5 Harga-harga koefisien kekompakan	17
Tabel 3.6 Waktu campur	21
Tabel 5.1 Hasil pemeriksaan berat jenis agregat	38
Tabel 5.2 Hasil pemeriksaan modulus halus butir pasir	39
Tabel 5.3 Hasil pemeriksaan modulus halus butir kerikil	40
Tabel 5.4 Hasil pemeriksaan kadar air pasir	41
Tabel 5.5 Hasil pemeriksaan kadar air batu pecah	41
Tabel 5.6 Hasil pemeriksaan absrobsi pasir	42
Tabel 5.7 Hasil pemeriksaan absrobsi batu pecah	42
Tabel 5.8 Peningkatan kekuatan untuk kuat tekan beton	45
Tabel 6.1 Nilai Standar Deviasi.	52
Tabel 6.2 Kuat desak Beton Variasi I.	55
Tabel 6.3 Analisis Hasil Penelitian Variasi I.	56
Tabel 6.4 Kuat Desak Beton Variasi II.	58

DAFTAR NOTASI

- C : Berat semen/m³ beton
- D : Diameter butiran
- E : Berat air/m³ beton
- f^c : Kuat tekan benda uji pada umur 28 hari (Mpa)
- f^{cr} : Kuat tekan beton rata-rata (Mpa)
- G : Faktor Kekompakan Butiran (faktor granular)
- K : Angka koreksi yang tergantung dari jumlah semen per meter kubik,
bentuk butiran dan cara pemadatan.
- Ks : Angka koreksi jika modulus pasir M_{fs} tidak sama dengan 2,5
- m : Peningkatan kekuatan
- N : Jumlah sampel
- Sd : Standar deviasi

ABSTRAKSI

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh material, metode pencampuran. Pencampuran beton harus menghasilkan warna adukan tampak rata, campuran homogen dan campuran beton harus dapat mudah dikerjakan.

Dalam penelitian ini pencampuran beton mempergunakan 3 variasi pencampuran dengan menggunakan metode DREUX sebagai perencanaan campuran beton. Variasi I adalah semen, pasir, kerikil dicampur menjadi satu kemudian di tambah air. Variasi II adalah semen dan air dicampur menjadi satu, kemudian kerikil dan pasir dicampur menjadi satu ditempat yang berbeda, setelah masing-masing campuran homogen maka kedua campuran tersebut disatukan. Variasi III adalah semen, pasir, kerikil di aduk kemudian ditambah air sebanyak 50% dari total keseluruhan air yang dibutuhkan dicampur menjadi satu, setelah cukup homogen ditambah air sebanyak 50%.

Dari hasil tiga variasi, di uji setelah beton berumur 28 hari. Dilihat dari hasil kuat desak beton rata-rata menunjukkan bahwa kuat tekan variasi I paling baik dan biasa dipergunakan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam bidang konstruksi banyak digunakan beton dengan mutu tinggi. Baik itu untuk bangunan gedung, jembatan, bangunan air dan lainnya. Sehingga kita dituntut untuk dapat merancang perbandingan campuran yang lebih tepat. Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Beton merupakan bahan bangunan yang dihasilkan dari campuran atas semen Portland, air dan agregat (halus dan kasar), kadang beton dicampur bahan tambah yang sangat bervariasi baik berupa bahan kimia maupun bahan buangan non kimia. Campuran tersebut apabila dituangkan kedalam suatu cetakan lalu dibiarkan maka akan mengering dan mengeras seperti batuan.

Dalam pembuatan beton, ada proses pengadukan beton. Yaitu proses pencampuran bahan-bahan dasar beton dalam suatu perbandingan yang baik dan sesuai. Semua beton harus diaduk sedemikian hingga tercapai penyebaran material yang merata dan kelecakannya cukup (tidak cair dan tidak padat) serta campurannya tampak homogen.

Pemasukan semen, pasir dan agregat kasar kedalam alat campur secara simultan adalah menguntungkan dan dengan cara demikian sehingga curahan dari

tiap-tiap bahan berlangsung pada periode yang sama. Beton yang dihasilkan lebih seragam dari pada yang diperoleh bilamana bahan dimasukkan satu setelah yang lainnya, atau pada kuantitas yang tidak seimbang. Bilamana semua air ditambahkan sebelum dan sesudah bahan lainnya, maka takaran beton tidak disangsikan lagi akan bervariasi dari suatu bagian basah pada suatu bagian kering (L.J.Murdock dan K.M.Brook, 1999).

Pada proses pencampur bahan-bahan susun ke dalam mesin pengaduk beton yang sedang berjalan yaitu dengan memasukkan air, semen portland, pasir dan kerikil dengan jumlah yang sesuai dengan perencanaan secara berturut-turut.

Dalam penelitian ini kita mencari apakah ada perbedaan apabila cara pencampurannya berbeda dengan yang dilakukan diatas.

1.2 Rumusan Masalah

Kuat Tekan Beton yang didapatkan dilapangan cenderung bervariasi antara adukan satu dengan adukan yang lain. Karena untuk mendapatkan kuat tekan beton yang seragam dan sesuai dengan yang direncanakan sangat sulit. Diperlukan pengawasan yang sangat ketat sekaliagar kuat tekan yang dihasilkan sesuai dengan rencana.

Salah satu faktor yang menyebabkan kuat tekan beton menjadi bervariasi adalah metode pengerjaan pencampurannya. Ada beberapa metode dalam pencampuran beton karena ada beberapa metode itulah yang mendasari

diadakannya penelitian ini yaitu dengan membuat metode pengerjaan pencampuran yang berbeda-beda.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam tugas akhir ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh metoda pengerjaan pencampuran adukan beton yang berbeda terhadap kuat tekan beton.

1.4 Batasan Masalah

Agar peneliti tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Agregat kasar yang dipergunakan adalah split batu pecah.
2. Agregatnya dicuci.
3. Kuat desak silinder beton direncanakan 22,5 Mpa.
4. Pengujian tekan beton dilakukan pada waktu beton berumur 28 hari.
5. Desain campuran beton menggunakan metode DREUX
6. Pembuatan adukan beton menggunakan urutan pencampuran sebagai berikut :

- a. Pencampuran I, yaitu Semen, Pasir, Kerikil dicampur menjadi satu kemudian dimasukkan Air. Sampel yang dipergunakan berjumlah 33 Sampel.

- b. Pencampuran II, yaitu Semen dan Air dicampur menjadi satu, kemudian Kerikil dan Pasir dicampur menjadi satu ditempat yang berbeda. Setelah itu kedua campuran tersebut disatukan menjadi satu. Sampel yang dipergunakan berjumlah 33 Sampel.
 - c. Pencampuran III, yaitu Semen, Pasir, Kerikil, Air 50%, dicampur menjadi satu kemudian ditambah lagi Air 50%, Sampel yang dipergunakan berjumlah 33 Sampel.
- 7. Benda uji yang digunakan adalah bentuk silinder.
 - 8. Pencampuran adukan menggunakan molen.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan, *finishing*, temperatur dan kondisi perawatan pengerasannya (Istimawan Dipohusodo, 1991).

2.2 Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Ani Rumiati dan Dwi Retnosari, 1999 dengan judul “ Studi Komparasi Biaya Pembuatan Beton K-300 Dengan Metode ACI dan DREUX “ yaitu mencari nilai ekonomis bahan yang tersedia, kemudahan pengerjaan, keawetan serta kekuatan yang diinginkan. Penelitian tersebut menghasilkan suatu gambaran yaitu :

1. Nilai slump pada metode DREUX tidak jauh dari perencanaan.

2. Kuat tekan yang dihasilkan metode DREUX lebih besar dari metode ACI.
3. Biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan 1 m³ beton untuk metode ACI dan DREUX relatif sama.

2.3 Pengadukan Beton

Proses pencampuran antara bahan-bahan dasar beton, yaitu: semen, air, pasir dan kerikil, dalam perbandingan yang baik disebut proses pengadukan beton. Pengadukan ini dilakukan sampai warna adukan tampak rata, kelecakan yang cukup (tidak cair dan tidak padat), dan tampak campurannya juga homogen.

Mula-mula bahan-bahan dasar beton yaitu: semen, pasir dan krikil diaduk kemudian diberi air, banyaknya air yang dicampur minimal 75% dari banyaknya air yang telah direncanakan, lalu adukan diulangi dan ditambahkan sisa air sampai adukan tampak merata (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Bahan-Bahan Susun Beton

Bahan-bahan susun beton yang digunakan pada penelitian laboratorium ini adalah:

1. Semen portland
2. Agregat
3. Air

3.1.1 Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker* (kapur, silika dan alumina yang sudah dicampur dan dibakar dengan suhu 1550 °c). Biasanya lalu ditambahkan gips atau kalsium sulfat 2-4% sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan.

Semen jika diaduk dengan air akan terbentuk adukan pasta semen, sedangkan jika diaduk dengan air dan ditambah pasir menjadi Mortar Semen dan jika ditambah lagi dengan kerikil disebut Beton.

Semen berfungsi untuk merekatkan butiran agregat agar menjadi suatu massa yang kompak atau padat dan mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat.

3.1.2 Agregat

Agregat merupakan bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen. Agregat yang dipakai adalah pasir, kerikil dan batu pecah.

Pemilihan agregat tergantung dari :

- a. syarat-syarat yang ditentukan beton
- b. persediaan lokasi pembuatan beton
- c. perbandingan yang telah ditentukan antara biaya dan mutu

(Pedoman Pengerjaan Beton SKSNI-T-15-1991-03, 1993).

Agregat kira-kira menempati sebanyak 70% volume beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton.

3.1.3 Air

Air merupakan salah satu bahan dasar pembuatan beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen diperlukan kurang lebih 25% air dari berat semen, tapi kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air dapat menurunkan kekuatan beton serta beton porous. Pada beton segar, kelebihan air akan bersama-sama semen bergerak ke permukaan (*bleeding*), kemudian menjadi buih dan menjadi suatu lapisan tipis yang dikenal

sebagai selaput tipis (*Laitance*). *Laitance* ini akan mengurangi lekatan antara lapisan-lapisan beton.

Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya digunakan air yang memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton, seperti asam, zat organik dan sebagainya lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa Sulfat lebih dari 1 gram/liter

(Kardiyono Tjokrodinuljo, 1992).

3.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Beton

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton adalah :

1. Faktor air semen
2. Umur Beton
3. Jenis Semen
4. Sifat Agregat

3.2.1 Faktor Air Semen

Salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton adalah faktor air semen (fas). Fas adalah perbandingan berat air dengan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Semakin besar faktor air semen semakin rendah kuat tekan betonnya.

3.2.2 Umur Beton

Kuat tekan beton sesuai dengan bertambahnya umur beton itu. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain: faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi faktor air semen semakin lambat kenaikan kekuatannya, dan semakin tinggi suhu perawatan maka semakin cepat kenaikan kekuatannya.

3.2.3 Jenis Semen

Ada beberapa jenis semen antara lain :

Jenis I : Semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus.

Jenis II : Semen untuk beton tahan sulfat dan mempunyai panas hidrasi sedang

Jenis III : Semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras).

Jenis IV : Semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah.

Jenis V : Semen untuk beton yang sangat tahan terhadap sulfat.

3.2.4 Sifat Agregat

Pengaruh kekuatan agregat terhadap kekuatan beton sebenarnya tidak begitu besar karena umumnya kekuatan agregat lebih tinggi daripada pastanya. Meskipun demikian bila dikehendaki kekuatan beton yang tinggi, diperlukan juga agregat yang kuat agar kekuatannya tidak lebih rendah daripada kekuatan pastanya. Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton ialah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya.

3.3 Perancangan Campuran Beton

Maksud perancangan adalah untuk menentukan perbandingan campuran bahan untuk mendapatkan kuat tekan beton sesuai dengan yang direncanakan. Sifat yang diminta tergantung pada penggunaan beton. Sifat-sifat yang dapat diatur oleh perbandingan campuran adalah kekuatan, ketahanan kedap air dan kemampuan pengerjaan. Ada dua cara dalam menghitung perbandingan campuran yang diperlukan. Pertama tentukan perbandingan campuran kira-kira dengan mempergunakan teori perbandingan air semen, atau hukum Lyse, kemudian campuran diuji. Kedua, buat campuran beton secara empiris mempergunakan tabel campuran atau perkiraan berdasarkan rongga cacat dalam agregat. Teori perbandingan air-semen menentukan kekuatan beton kalau persyaratan dibawah ini terpenuhi :

1. Kualitas dan cara pengujian semen sama
2. Kekuatan agregat lebih tinggi daripada pasta semen
3. Beton sangat mampat
4. Beton dapat diolah dan plastis

Makin kecil perbandingan air-semen makin tinggi kekuatan beton. Hukum Lyse menunjukkan bahwa satuan volume air untuk memberikan adukan sama adalah tetap bagi beton dengan agregat tertentu (Tata Sudira; Shinroku saito,1987).

1. Perancangan Menurut Metode DREUX

Metode ini pertama kali dicetuskan oleh sarjana Perancis yang bernama Prof. George Dreux sehingga nama dari metode ini disesuaikan dengan

pencetusnya (metode DREUX). Dia beranggapan bahwa kekuatan beton tidak hanya ditentukan oleh jumlah semen yang dipakai, melainkan dipengaruhi juga oleh kekompakan butiran (faktor granular) serta perbandingan semen terhadap air.

Korelasi antara jumlah semen-kekompakan butiran dan perbandingan semen terhadap air (C/E) menurut Dreux adalah sebagai berikut :

$$f'_{cr} = G \cdot f'_{ce}(C/E - 0,5)$$

Dimana :

f'_{cr} = kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari, berdasarkan benda uji silinder (Mpa)

f'_c = Kuat tekan benda uji pada umur 28 hari

G = faktor kekompakan butiran (faktor granular)

f'_{ce} = kekuatan mortar semen (Mpa)

C = berat semen / m³ beton

E = berat air / m³ beton

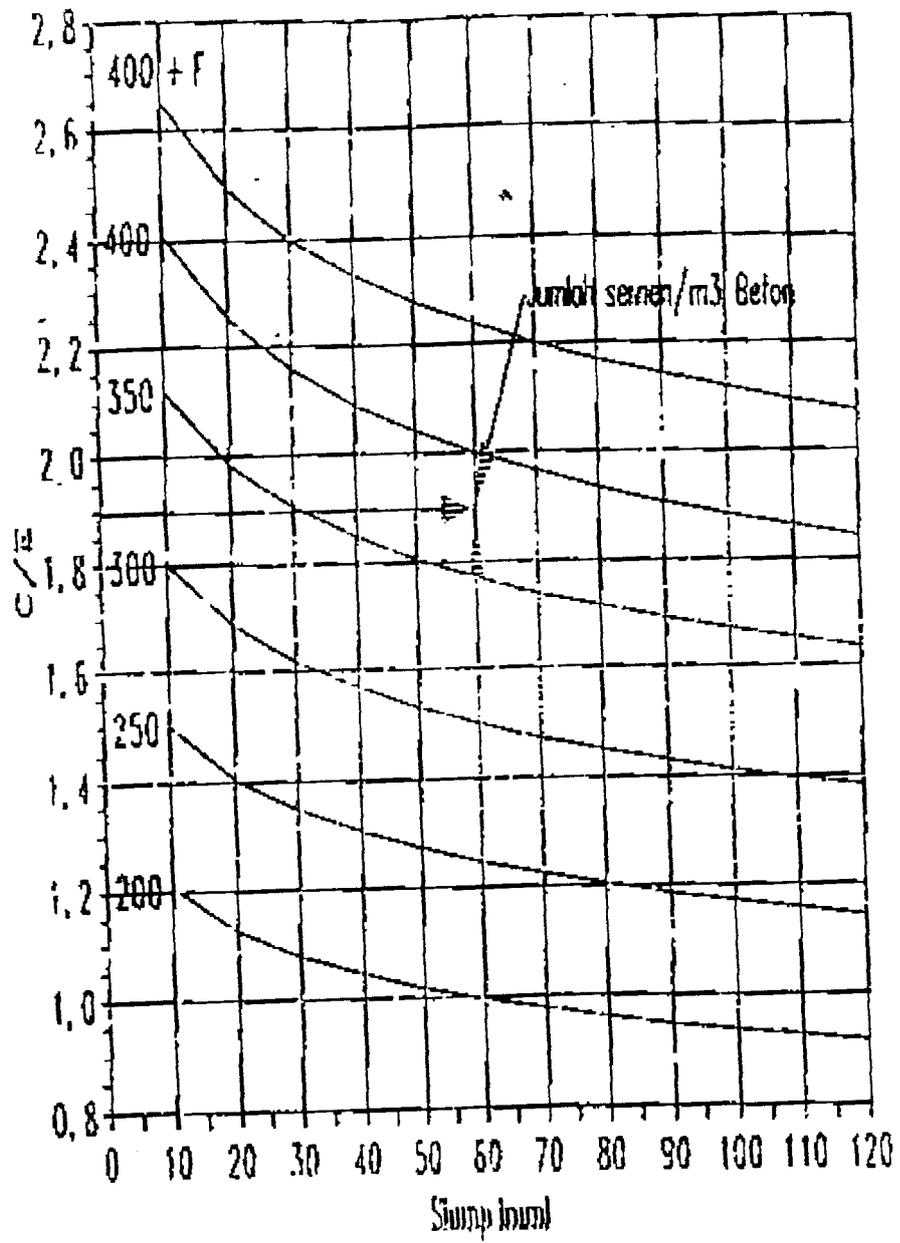
Sedangkan $f'_{cr} = f'_c + 1,64 \cdot S_d$

S_d = deviasi standar yang diambil sebagai berikut :

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (f'_c - f'_{cr})^2}{N-1}}$$

Tabel 3.1 Faktor kekompakan butiran (faktor granular)

Kualitas butiran	Ukuran diameter butiran		
	Kecil($D \leq 16 \text{ mm}$)	Sedang ($25 < D \leq 40 \text{ mm}$)	Besar($D \geq 63 \text{ mm}$)
Baik	0,55	0,60	0,65
Cukup	0,45	0,50	0,55
Buruk	0,35	0,40	0,45



Gambar 3.1 Grafik hubungan slump dan C/E

(Hand out Teknologi Beton, 1999)

2. Menentukan berat semen dari grafik “ Slump “ dan C/E (grafik 3.1)

Grafik 3.1 tersebut berlaku untuk bahan butiran alam (pasir dan kerikil sungai), jika bahan butiran yang dipakai merupakan batu pecah, maka harga slumpnya harus dikurangi kira-kira 2 cm.

3. Menghitung berat air berdasarkan poin 2

$$\text{Berat air} = \frac{\text{berat semen}}{C \cdot E}$$

C = Berat semen/ m³ beton

E = Berat air/ m³ beton

Berat air tersebut diatas harus dikoreksi, besar koreksi disesuaikan dengan diameter maksimum yang digunakan. Hubungan koreksi air dan diameter yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.2.

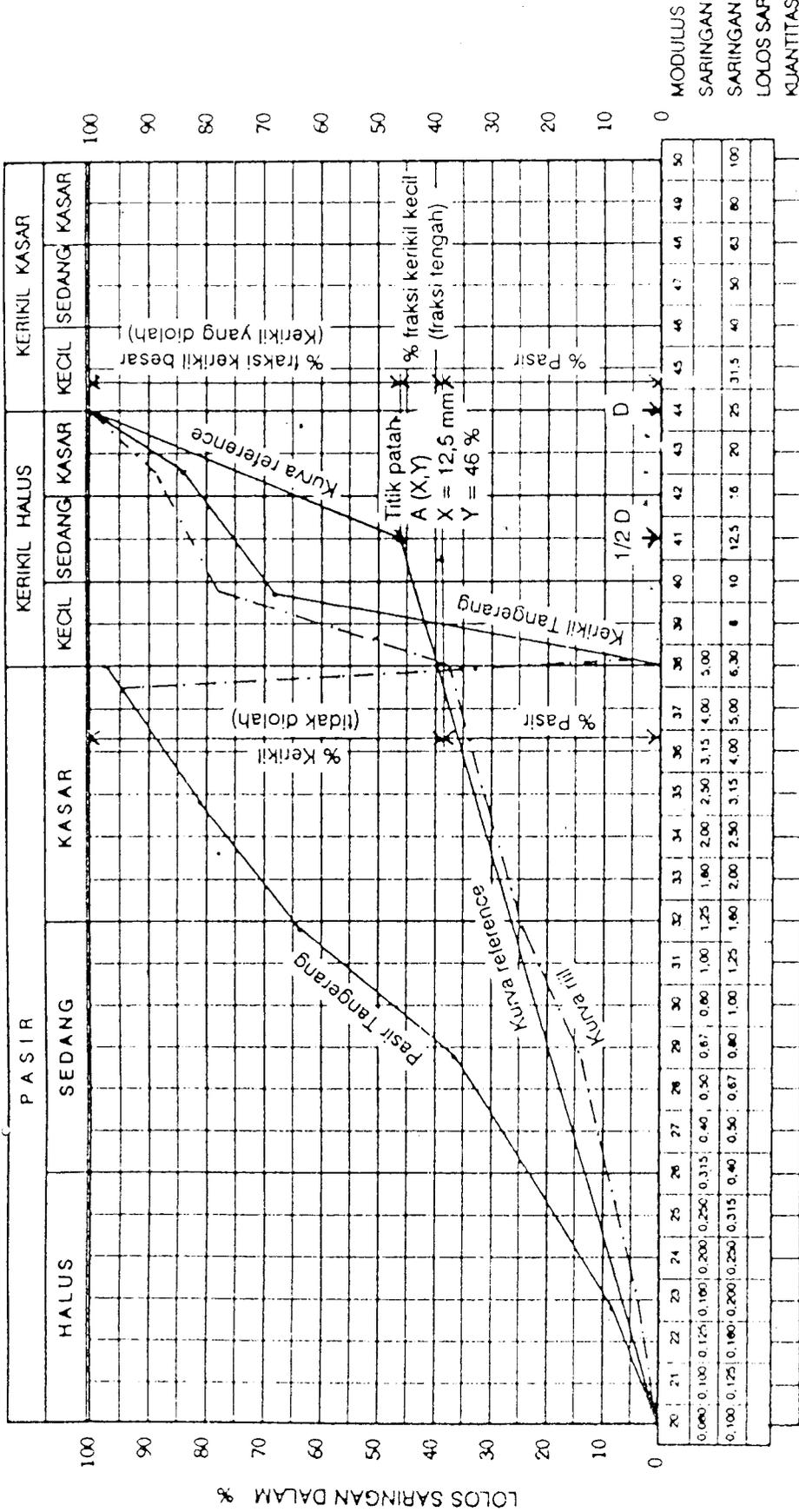
Tabel 3.2 Koreksi kadar air E sebagai fungsi dari D

D, mm	5	10	16	25	40	63	100
Koreksi E 1%	+15	+9	+4	0	-4	-8	-12

4. Menentukan perbandingan antara butiran halus (pasir) dan butiran kasar (kerikil) atau batu pecah,

- a. Dengan membuat kurva patokan atau reference kurva. Kurva ini dibuat berdasarkan analisa saringan dengan sumbu ordinat merupakan prosentase lolos saring dan sumbu absisnya antara 0,1-0,5 mm. Secara umum bentuk kurva distribusi butiran pasir atau kerikil ini merupakan garis cembung (lihat grafik 3.2). Dilain pihak campuran merupakan gabungan dari pasir dan kerikil yang direncanakan harus mempunyai bentuk kurva cekung. Untuk keperluan itu harus dicari kurva patokan, yaitu kurva yang sedapat mungkin harus

GRANULOMETRIK (SARINGAN) DARI BUTIRAN



MODULUS
 SARINGAN BUJUR SANGKAR
 SARINGAN LINGKARAN
 LOLOS SARINGAN (%)
 KUANTITAS (%)

DIKELUARKAN OLEH ASOSIASI NORMALISASI PERANCIS (AFNOR)

didekati oleh granulometri gabungan. Kurva ini merupakan bilinear yang menghubungkan titik 0% pada diameter = 0,1 mm dan titik 100% pada diameter maksimum dengan titik patah A(X,Y). X = 0,5 diameter untuk diameter maksimum ≤ 25 mm, X diambil titik tengah antara diameter = 5 mm dan diameter maksimal untuk diameter maksimum ≥ 25 mm

$$Y = 50 - \sqrt{D} + K + K_s, \text{ dimana :}$$

D = Diameter maksimum butiran.

K = Angka koreksi yang tergantung dari jumlah semen per meter kubik, bentuk butiran dan cara pemadatan. Harga-harga ini dapat diambil dari tabel 3.2.

Tabel 3.3 Harga-harga Ks, Kp

Pemadatan		Lemah		Normal		Kuat	
		Alam	Pecah	Alam	Pecah	Alam	Pecah
Dosis	400+fluid	-2	0	-4	-2	-6	-4
semen	400	0	+2	-2	0	-4	-2
Kg/m ³	350	+2	+4	0	+2	-2	0
	300	+4	+6	+2	+4	0	+2
	250	+6	+8	+4	+6	+2	+4
	200	+8	+10	+8	+8	+4	+8
Koreksi – Ks : Jika Mf tidak sama 2,5 $K_s = 6Mf-15$							
Koreksi – Kp : Untuk beton yang dipompa $K_p = 5a+10$							

Ks= Angka koreksi jika modulus pasir Mfs tidak sama dengan 2,5. Jika modulus pasir Mfs tidak sama dengan 2,5 maka,

$$K_s = 6 Mfs - 15$$

Tabel 3.4 Klasifikasi Plastisitas Beton Berdasarkan Slump

Plastisitas Beton	Slump (mm)	Pemadatan
Sangat Kental	0-20	Penggetaran sangat kuat
Kental	30-50	Penggetaran yang baik
Plastis	60-90	Penggetaran normal
Lembek	100-130	Tusukan
Encer	≥ 140	Tusukan lemah

- b. Menentukan prosentase pasir dan batu pecah. Besar prosentase ini dapat diperoleh dengan menarik garis lurus yang menghubungkan titik 95% pada kurva pasir dan titik 5% pada kurva kerikil. Ordinat titik potong antara garis tersebut dengan patokan merupakan prosentase pasir dari titik potong ini sampai 100% merupakan prosentase kerikil.

Tabel 3.5 Harga-harga koefisien kekompakan (τ)

Kekentalan beton	Cara pemadatan	Koefisien kekompakan (τ)						
		D=5	D=10	D=16	D=25	D=40	D=63	D=100
Lembek	Tusukan	0,750	0,780	0,795	0,805	0,810	0,815	0,820
	Pemadatan lemah	0,755	0,785	0,800	0,810	0,815	0,820	0,825
	Pemadatan normal	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
Plastis	Tusukan	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
	Pemadatan lemah	0,765	0,795	0,820	0,825	0,830	0,830	0,835
	Pemadatan normal	0,770	0,800	0,815	0,820	0,825	0,835	0,840
	Pemadatan kuat	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
Kental	Pemadatan lemah	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
	Pemadatan normal	0,780	0,810	0,825	0,835	0,840	0,845	0,850
	Pemadatan kuat	0,785	0,810	0,830	0,840	0,845	0,845	0,855

5. Menentukan proporsi agregat dan semen (volume absolut) tiap m^3 beton. Volume absolut ini tergantung kekompakan butiran (τ), yang dapat diambil dari tabel 3.5 yang tergantung pada diameter maksimum dan cara pemadatan.

Volume absolut (semen, pasir, kerikil) tiap $m^3 = 1000 \times \tau_{\text{terkoreksi}}$. Faktor koreksi tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Untuk campuran pasir alam dan batu pecah, dikoreksi dengan 0,01.
- b. Untuk campuran pasir pecah dengan batu pecah, dikoreksi dengan 0,003.
- c. Untuk jumlah semen yang tidak sama dengan 350 Kg/m^3 . Beton dikoreksi dengan $(C-350)/5000$, (C = berat semen tiap m^3 beton).
- d. Untuk bahan butiran ringan dikoreksi dengan - 0,03.

Harga-harga diatas berlaku untuk butiran krikil dan pasir alam. Jika tidak τ dikoreksi:

- 1). - 0,01 untuk pasir alam dan batu pecah
- 2). - 0,03 untuk butiran dari batu pecah
- Butiran ringan, dikurangi dengan 0,03
- Untuk C tidak sama dengan 350 Kg/m^3 , koraksi dengan $(C-350)/5000$.

6. Menghitung volume semen, pasir dan kerikil.

$$\text{Volume semen} = \text{Berat semen} / \text{BJ semen}$$

$$\text{Volume agregat} = 1000\tau - \text{volume semen}$$

Volume pasir dan kerikil dapat dihitung berdasarkan persentase yang diperoleh (dari poin 5).

7. Menghitung berat masing-masing bahan untuk 1 m^3 beton.

$$\text{Berat semen} = \dots \text{ Kg (dari poin 2)}$$

$$\text{Berat air} = \dots \text{ Kg (dari poin 3)}$$

$$\text{Berat kerikil} = \text{Volume} \times \text{Berat jenis}$$

$$\text{Berat pasir} = \text{Volume} \times \text{Berat jenis}$$

3.4 Pengadukan Bahan Susun

Pengadukan adalah proses pencampuran bahan-bahan susun (semen, air, pasir, kerikil dengan atau tanpa bahan-tambah), sehingga diperoleh suatu adonan yang plastis dan homogen.

Komposisi masing-masing bahan susun dapat dilaksanakan dalam perbandingan volume atau perbandingan berat. Untuk pekerjaan beton yang tidak menuntut persyaratan khusus, dapat dipakai perbandingan volume. Sedang untuk beton dengan persyaratan tinggi, dipakai perbandingan berat.

Mekanisme pengadukan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Dibuat di proyek (*site mix*)

a. Pengadukan dengan cangkul dan sekop, dilakukan dengan tenaga manusia, hanya untuk beton non struktural.

b. Pengadukan dengan molen, untuk mempercepat proses pencampuran dan meningkatkan efisiensi kerja. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemakaian molen :

- Molen ditempatkan sedekat mungkin dengan tempat pencoran.
- Urutan pemasukan bahan susun ke dalam drum aduk
- Waktu pengadukan sekitar 1,5 – 3 menit
- Banyaknya bahan yang dicampur disesuaikan kapasitas drum
- Tenaga operator harus berpengalaman dan tetap.

2. Beton ready mixed

Dengan didirikannya pabrik-pabrik pembuat beton *jadi* (*ready mixed concrete*), masyarakat konsumen di beberapa daerah tertentu, yang tidak mau repot, sudah dapat membeli beton jadi.

Membeli beton jadi juga merupakan alternatif yang efektif, bila kondisi proyek tidak memungkinkan untuk menimbun material semen, pasir, kerikil (dalam volume besar).

Keuntungan beton jadi, umumnya mempunyai tingkat kualitas yang lebih terkontrol dan seragam.

Waktu untuk pengadukan antara 1 menit sampai dengan 1,5 menit, hanya bila terlalu cepat akan diperoleh campuran yang belum homogen, sebaliknya bila terlalu lama, akan menghambat pekerjaan pencoran.

Untuk urutan pemasukan bahan dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

1. Dengan tenaga manusia

Pertama-tama semen dan air diaduk dulu hingga rata, kemudian pasir dituang ke dalamnya setelah itu terakhir dimasukkan kerikil.

2. Dengan molen

beton yang dibuat dengan mesin lebih homogen dan data dilakukan dengan faktor air semen yang lebih sedikit daripada bila diaduk dengan tangan.

a. Bahan yang dimasukkan pertama kali adalah kerikil, kemudian menyusul semen, pasir kemudian baru diberi air.

- b. Semen dan air dimasukkan menjadi satu kemudian menyusul pasir dan kerikil.
- c. Pertama kali dimasukkan 50% air, kemudian semen, kerikil, pasir dan terakhir 50% air lagi.

Untuk mengetahui waktu campur dan hasilnya, beberapa riset telah diadakan dengan baik di Amerika maupun di negara ini, terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mencampur beton dengan rata dan seragam. Agaknya jumlah putaran dari wadah pencampur atau tempatnya lebih penting dari pada waktu campur, dan pada umumnya tidak lebih dari 20 putaran yang diperlukan untuk pencampuran yang memadai. Pada hampir semua jenis alat campur sampai ukuran 1 m³ yang bekerja dengan kecepatan yang benar, hal ini menggambarkan waktu campur 1 menit, sedikit lebih lama. Umumnya waktu campur antara 1 menit dan 1,5 menit dapat dianggap memadai. Pada beberapa waktu putar yang lebih tinggi kecepatannya, waktu 35 detik cukup untuk hampir semua jenis beton.

Waktu campur minimum, umumnya diberikan spesifikasinya oleh "Bureau of Reclamation Work in America", waktu mulai setelah semua bahan baku, kecuali yang terakhir ialah air, berada dalam alat campur, adalah sebagai berikut :

Tabel 3.6 Hubungan antara Kapasitas Alat Campur dengan Waktu Campur

Kapasitas alat campur (m ³)	Waktu campur (menit)
2 atau kurang	1,5
2.5	2,0
3.0	2,5
5.0	3.0

(L.J.Murdock dan K.M.Brook, 1991).

- b. Semen dan air dimasukkan menjadi satu kemudian menyusul pasir dan kerikil.
- c. Pertama kali dimasukkan 50% air, kemudian semen, kerikil, pasir dan terakhir 50% air lagi.

Untuk mengetahui waktu campur dan hasilnya, beberapa riset telah diadakan dengan baik di Amerika maupun di negara ini, terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mencampur beton dengan rata dan seragam. Agaknya jumlah putaran dari wadah pencampur atau tempatnya lebih penting dari pada waktu campur, dan pada umumnya tidak lebih dari 20 putaran yang diperlukan untuk pencampuran yang memadai. Pada hampir semua jenis alat campur sampai ukuran 1 m³ yang bekerja dengan kecepatan yang benar, hal ini menggambarkan waktu campur 1 menit, sedikit lebih lama. Umumnya waktu campur antara 1 menit dan 1,5 menit dapat dianggap memadai. Pada beberapa waktu putar yang lebih tinggi kecepataannya, waktu 35 detik cukup untuk hampir semua jenis beton.

Waktu campur minimum, umumnya diberikan spesifikasinya oleh “Bureau of Reclamation Work in America”, waktu mulai setelah semua bahan baku, kecuali yang terakhir ialah air, berada dalam alat campur, adalah sebagai berikut :

Tabel 3.6 Hubungan antara Kapasitas Alat Campur dengan Waktu Campur

Kapasitas alat campur (m ³)	Waktu campur (menit)
2 atau kurang	1,5
2.5	2,0
3.0	2,5
5.0	3.0

(L.J.Murdock dan K.M.Brook, 1991).

3.5 Pemadatan Beton

Adukan yang baru dicorkan tidak dapat begitu saja menjadi padat dengan sendirinya. Dari komposisi bahannya, beton segar yang dituang akan membentuk rongga-rongga yang akan terisi oleh udara. Untuk menjadikan masif dan mengeluarkan udara, maka perlu diberikan proses pemadatan sedemikian, sehingga rongga-rongga akan terisi penuh adukan dan sisa udara terjebak tinggal (kurang) 1%.

Tujuan pemadatan beton ialah untuk menghilangkan rongga-rongga udara dan untuk mencapai kepadatan yang maksimal. Pemadatan juga menjamin suatu perlekatan yang baik antara beton dengan permukaan baja tulangan atau sarana lain yang ikut di cor.

Jumlah udara terjebak tergantung dari *workability*, bila nilai slump 75 mm dapat mengandung udara 5%, sedang pada slump 25 mm dapat mengandung udara mencapai 20%, itulah sebabnya pada nilai slump rendah perlu usaha pemadatan yang lebih. Rongga udara mengurangi kekuatan beton, untuk 1% udara kekuatan beton menurun 5-6%.

Rongga udara akan menambah permeabilitas dan sifat porous, sehingga material lain di dalam beton tidak terlindung dengan baik. Beton yang dipadatkan dengan baik akan bersifat masif, kuat dan lebih awet. Beton jika tak dipadatkan atau pemadatan kurang baik akan lemah, permukaan kasar dan berlubang-lubang.

Hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pemadatan :

1. Waktu pemadatan jangan terlalu cepat, tapi juga tidak boleh terlalu lama.
2. Pemadatan dengan mesin harus dilakukan oleh tenaga berpengalaman

3. Satu jam setelah pencoran, tidak boleh lagi ada pemadatan.

3.5.1 Pemadatan Dengan Tangan

Cara pemadatan biasa dengan tangan dilakukan dengan alat berupa tongkat baja atau tongkat kayu. Adukan yang baru dituang harus segera dipadatkan dengan cara ditusuk-tusuk dengan tongkat baja atau tongkat kayu. Sebaiknya tebal beton yang ditusuk tidak lebih dari 15 cm.

3.5.2 Pemadatan Dengan Mesin Getar

Pemadatan dengan tangan yang dikerjakan dengan baik menghasilkan beton yang memuaskan untuk tujuan yang luas, dan karena peralatan yang sederhana seringkali dapat lebih ekonomis. Mesin getar memungkinkan penggunaan campuran beton yang kurang *workabilitasnya*, dan menghasilkan peningkatan kekuatan serta penyusutan kering yang lebih rendah untuk proporsi campuran yang tertentu.

Beton terlalu basah dapat dipadatkan secara efektif dengan mesin getar, sama halnya dengan keadaan beton yang terlalu kering, terutama bila ada sejumlah adukan dalam campuran secara berlebihan. Pengadaan getaran dalam keadaan ini dapat menyebabkan segregasi (pemisahan butiran), karena agregat yang besar butirnya akan cenderung untuk “tenggelam” ke dasar dan suatu lapisan adukan akan berbentuk pada permukaannya. Oleh karena itu waktu yang dipakai untuk penggetaran harus dibatasi sampai suatu saat yang pendek sekali.

Mesin penggetar dioperasikan dengan bensin, udara dari kompresor atau listrik dan mesin-mesin yang sesuai penggunaan dilapangan ada 3 (tiga) jenis utama, yaitu:

1. Mesin getar yang digunakan secara internal
2. Mesin getar yang ditempelkan pada acuan nya
3. Mesin getar permukaan

3.5.2.1 Mesin Getar Dalam (*Internal*)

Mesin getar dalam (*Internal*), kadang-kadang disebut dengan *poker* (tongkat) atau vibrator (mesin getar) yang dapat dicelupkan ke dalam beton, dan ternyata mempunyai efisiensi yang lebih besar dari pada mesin getar lainnya karena semua energi disalurkan langsung pada betonnya. Serta dapat dengan mudah dikerjakan, dan mudah dipindahkan, serta dapat langsung pada tempat-tempat yang sulit dijangkau.

Vibrator dalam yang umum penggunaannya menghasilkan getaran sebanyak 3000 getaran atau lebih setiap menit dengan suatu percepatan sekurang-kurangnya 4 g dalam beton dan ternyata sangat memuaskan. Mesin dengan frekuensi dari 5000 Hz sampai 10000 Hz setiap menit tersebut, meskipun beberapa jenis ini tidak memuaskan secara keseluruhan, karena adanya masalah-masalah mekanis pada pemakaian putaran tinggi di sini.

Jumlah beton yang dapat dipadatkan dengan mesin getar tergantung pada ukuran dan tenaga pemakaiannya pada workabilitas dari betonnya. Beton dengan slump sebesar 40 mm, dan mesin getar yang dapat dicelupkan ke dalam betonnya berdiameter sebesar 50 mm dapat memadatkan beton sekitar 6 m³ setiap jam.

Mesin getar dalam (*intern*) umumnya harus disisipkan vertikal, atau kira-kira demikian, pada tempat-tempat 450 mm sampai 750 mm jauhnya. Alat ini harus ditarik perlahan-lahan, dengan kecepatan sekitar 75 mm per detik. Mesin

2. menaruh beton segar diatas genangan air
3. menaruh beton segar didalam air
4. menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
5. menyirami permukaan beton setiap saat secara terus menerus.

Pada penelitian ini digunakan cara yaitu menaruh beton segar didalam air.

3.7 Evaluasi Pekerjaan Beton

Cara pengawasan mutu dilakukan dengan mengambil contoh adukan secara acak yang kemudian dibuat benda uji silinder dari beberapa adukan yang dibuat sehingga mencerminkan variasi mutu beton selama proses pembuatan beton berlangsung.

Setelah proporsi campuran bahan adukan beton ditetapkan, maka pekerjaan pembuatan beton di lapangan dapat dimulai. Pengawasan yang selanjutnya dilakukan dapat dimulai. Pengawasan yang selanjutnya dilakukan ialah pengendalian mutu beton, yaitu menjaga agar beton yang dibuat di lapangan mempunyai kuat tekan sesuai dengan yang diharapkan sebelumnya, yaitu mempunyai kuat tekan yang tidak kurang dari kuat tekan yang disyaratkan dalam Rencana Kerja dan Syarat-syarat.

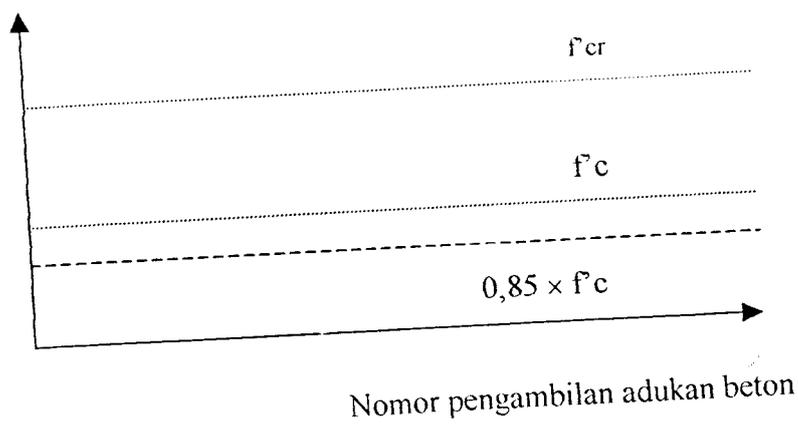
Pengawasan mutu beton yang dilakukan dilapangan, dilakukan dengan cara membuat diagram hasil uji kuat tekan beton dari benda-benda uji yang diambil selama pelaksanaan, pengawasan mutu secara terus menerus selama pembuatan beton perlu dilakukan untuk mengetahui kuat tekan rata-rata dan besar variasi kuat tekan beton yang dibuat di lapangan secara lebih dini.

b. Nilai rata-rata dari semua pasangan hasil uji (yang masing-masing pasangan terdiri dari empat hasil uji kuat tekan) tidak kurang dari $f'c + 0,82 \times Sd$ Gambar 3.4 Grafik hasil uji kuat tekan beton.

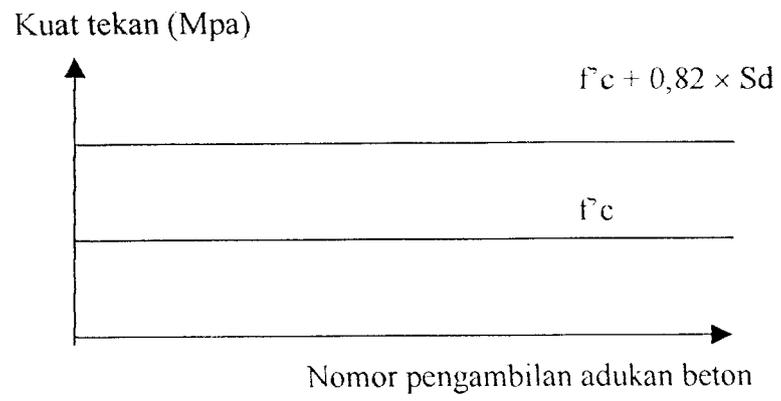
Jika salah satu dari dua persyaratan tidak terpenuhi, maka untuk adukan berikutnya harus diambil langkah-langkah untuk meningkatkan kuat tekan rata-rata betonnya.

Jika persyaratan kedua tidak terpenuhi, maka selain memperbaiki adukan beton berikutnya harus pula diambil langkah-langkah untuk memastikan bahwa daya dukung struktur beton yang sudah dibuat tidak membahayakan terhadap beban yang ditahan.

Kuat Tekan (Mpa)



Gambar 3.3 Grafik hasil uji kuat tekan beton



Gambar 3.4 Grafik hasil uji kuat tekan beton

getar dalam jangam digunakan untuk mendorong beton secara lateral ke dalam acuan, oleh karena ini menimbulkan *segregasi* (pemisahan butir).

Sebagai pedoman umum, jangan menggunakan vibrator lebih dekat dari 100 mm pada permukaan acuan agar mendapatkan penampilan yang seragam. Bilamana mesin getar menyentuh permukaan acuan, boleh jadi suatu garis pasir akan timbul, dan juga permukaan acuan dapat rusak. Mencilupkan sampai jangka waktu 5 sampai 15 detik, harus cukup tapi banyaknya penggetaran harus ditentukan oleh tampaknya pasta semen di dekat acuan, dan oleh perubahan kondisi beton. Vibrator harus telah ditarik segera setelah pasta itu tampak, dan disisipkan kembali sedikit lebih jauh. Suatu petunjuk selanjutnya tentang cukup tidaknya penggetaran ialah hilangnya gelembung udara yang tampak di permukaan beton yang sedang digetarkan. Vibrator harus disisipkan sampai kedalam penuh ke dalam beton yang belum mengeras, dan orang suka memasukkan 25 mm-50 mm ke dalam lapisan sebelumnya untuk menghilangkan adanya kecenderungan timbulnya pekerjaan menyerut beton yang telah jadi.

Penggetaran yang berlebihan harus dihindarkan mengingat bahaya *segregasi* dan timbulnya noda-noda berbentuk garis.

3.5.2.2 Mesin Penggetar Acuan (*Form Vibrator*)

Mesin penggetar acuan, atau mesin getar luar (*external vibrator*) biasanya di tempelkan dengan kuat pada acuan dengan menggunakan *clamp* (pengapit) atau katub dan menyebabkan suatu gerakan yang menggoncang acuan (*form work*), di mana pulsa yang ditimbulkan menjalar kepada betonnya. Mesin penggetar acuan dipakai bilamana tak mungkin untuk menyisipkan suatu mesin

getar yang dapat dibenamkan, seperti pada tulangan rapat atau tampang melintang bagian konstruksi yang kecil dan sempit, tapi karena sejumlah besar enersi diserap oleh acuan (*form work*), maka tenaga yang dibutuhkan akan lebih banyak dibanding dengan mesin getar dalam. Acuan harus cukup kuat dan kaku untuk menahan gerakan penggetaran, dan terutama rapat air untuk mencegah bocornya “*grout*” (air semen).

Bilamana mesin getar luar digunakan pada acuan, perlu untuk mengecor beton pada lapis demi lapis, yang kira-kira tak lebih dari pada 150 mm dalamnya, untuk memberikan suatu rangkaian seragam. Lubang udara lebih banyak terjadi pada mesin getar acuan dari pada dengan mesin getar dalam, terutama pada bagian atas tahap pengecoran. Disini bijaksana untuk memadatkan 600 mm yang terakhir dengan tangan, atau dengan menggunakan mesin getar dalam, bilamana ruangnya tersedia.

3.6 Perawatan Beton

Perawatan beton adalah suatu pekerjaan menjaga agar permukaan segar agar selalu lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, akan terjadi beton yang kurang kuat juga timbul retak-retak. Selain itu kelembaban permukaan tadi juga menambah beton lebih tahan cuaca dan lebih kedap air.

Beberapa cara perawatan beton yang biasa dilakukan adalah :

1. menaruh beton segar didalam ruangan yang lembab

Dalam Gambar 3.3 Grafik kuat tekan beton itu dilukiskan :

- a. Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan, f_{cr}
- b. Kuat tekan beton yang disyaratkan, f^c
- c. Delapan puluh lima persen kuat tekan beton yang disyaratkan, $0,85.f^c$

Hasil uji (rata-rata dari dua silinder yang dibuat dari satu kali pengambilan contoh adukan) kuat tekan beton dari yang telah dibuat di lapangan kemudian diplotkan.

Pada Gambar 3.4 Grafik kuat tekan beton itu dilukiskan :

- a. Kuat tekan beton yang disyaratkan ditambah 0,82 deviasi standar, $f^c + 0,82 . sd$
- b. Kuat tekan beton yang disyaratkan, f^c

Nilai rata-rata dari 4 hasil uji kuat tekan beton kemudian diplotkan. Untuk memudahkan perhitungan maka dapat dibuat dalam tabel.

Dengan mengamati dan mencermati hasil penggambaran diagram tersebut kemudian dapat diambil suatu perubahan proporsi campuran apabila hasilnya dianggap terlalu rendah atau terlalu tinggi dari pada kuat tekan yang diharapkan.

Pada perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton dinyatakan memenuhi syarat jika :

- a. Tidak satupun dari hasil uji tekan (rata-rata dari dua silinder) kurang dari $0,85 \times f^c$. Gambar 3.3. Grafik hasil uji kuat tekan beton.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Metode penelitian yang digunakan yaitu persiapan bahan, persiapan alat, benda uji yang digunakan, slump, pemadatan adukan beton, perawatan beton dan kuat tekan beton.

4.2 Persiapan Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam pencampuran adalah :

1. Semen Portland Merk Nusantara
2. Agregat halus (pasir) diambil dari pasir Kaliurang
3. Agregat kasar (kerikil pecah) berasal dari Celereng
4. Air yang dipergunakan diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

4.3 Persiapan Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Oven
2. Piring Logam
3. Ayakan

4. Timbangan
5. Gelas Ukur
6. Ember
7. Kerucut Abrams
8. Tongkat Penumbuk
9. Penggaris
10. Kapiler
11. Sekop besar dan kecil
12. Molen
13. Mesin Desak
14. Stop Watch

4.4 Benda Uji yang digunakan

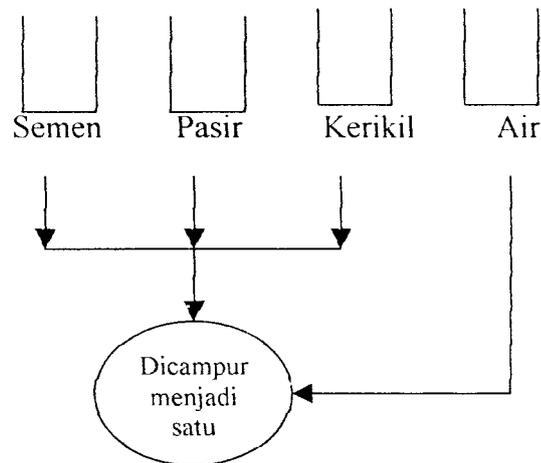
Benda uji atau sampel yang digunakan berbentuk silinder dengan jumlah keseluruhan 99. Pelaksanaan pekerjaan pembuatan sampel dikerjakan selama 5 (lima) hari dengan urutan sebagai berikut :

- Hari pertama : Campuran I berjumlah 22 sampel
- Hari kedua : Campuran I berjumlah 11 sampel
: Campuran II berjumlah 11 sampel
- Hari ketiga : Campuran II berjumlah 22 sampel
- Hari ke empat : Campuran III berjumlah 22 sampel
- Hari ke lima : Campuran III berjumlah 11 sampel

Adapun perlakuan terhadap benda uji atau sampel sebagai berikut :

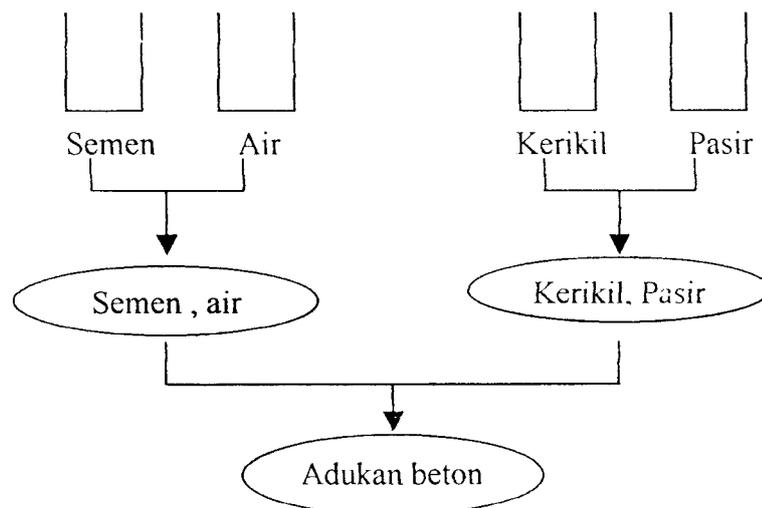
1. Pencampuran I, Semen, Pasir, Kerikil dicampur menjadi satu kemudian terakhir dimasukkan Air, dengan sampel berjumlah 33 sampel.

Cara I



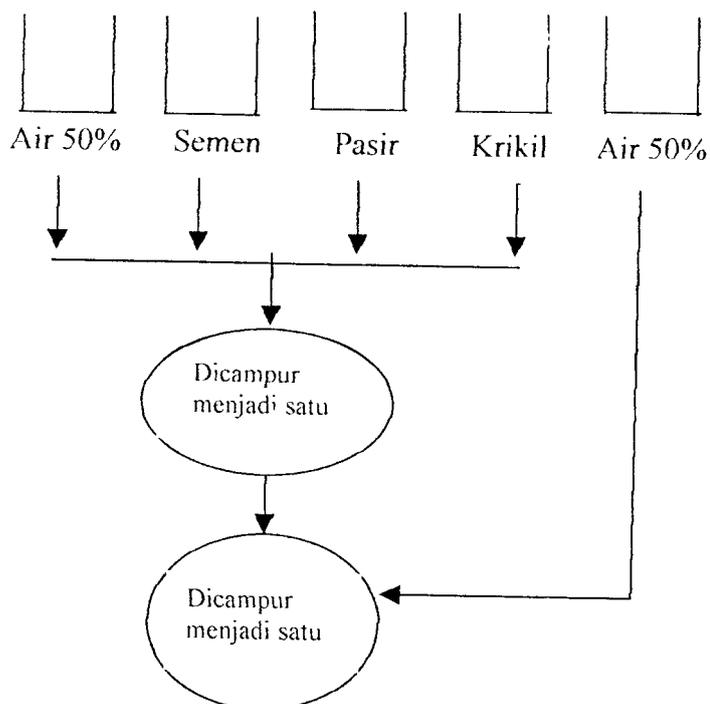
2. Pencampuran II, Semen dan Air dicampur menjadi satu, kemudian Kerikil dan Pasir dicampur menjadi satu ditempat yang berbeda, setelah semuanya tercampur menjadi satu kedua campuran tersebut disatukan, dengan Sampel berjumlah 33 sampel.

Cara II :



3. Pencampuran III, Semen, Pasir, Kerikil, air 50% dicampur menjadi satu setelah adukan tercampur ditambah air 50% dan diaduk kembali hingga tercampur, dengan sampel berjumlah 33 sampel.

Cara III



4.5 Slump

Percobaan Slump (*Slump Test*) adalah suatu cara untuk mengukur kelecekan adukan beton, yaitu kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton. Uji Slump pada adukan beton ini menggunakan nilai slump 5-7 cm.

4.6 Pematatan Adukan Beton

Pematatan dilakukan untuk menghilangkan pori rongga yang ada didalam beton.. Dalam penelitian ini pematatan dilakukan dengan cara manual dengan tangan. Sesuai dengan metode standar pembuatan benda uji.

4.7 Perawatan Beton

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk perawatan beton. Untuk penelitian ini dilakukan perawatan beton dengan menaruh beton segar dalam genangan air.

4.8 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan beton setelah berumur 28 hari. Pengujian kuat tekan beton ini dengan menggunakan alat untuk menguji kuat desak beton merknya "Controls".

BAB V

PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN

5.1. Umum

Penelitian tugas akhir ini merupakan studi laboratorium yang dilaksanakan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Urutan pelaksanaan percobaan yang dilakukan dalam penelitian akan dibahas dalam bab ini yaitu: persiapan meterial, pemeriksaan bahan material, perhitungan campuran beton, pembuatan dan perawatan benda uji, pengujian benda uji.

5.2. Persiapan Material

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini hendaknya dipersiapkan secara cermat agar tidak menghambat dalam pekerjaan penelitian nanti.

Bahan campuran adukan beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen Portland merk Nusantara kemasan 40 kg
2. Agregat kasar berupa batu pecah berasal dari Celereng
3. Agregat halus berupa pasir berasal dari kaliurang

4. Air yang dipergunakan diambil dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

5.3. Pemeriksaan Bahan Material

Pemeriksaan terhadap bahan material yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan berat jenis
2. Analisis saringan dan modulus halus butir, agregat kasar dan agregat halus
3. Kadar air pasir dan batu pecah
4. Absorpsi pasir dan batu pecah
5. Ukuran butir maksimum batu pecah

5.3.1. Pemeriksaan berat jenis Agregat

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis agregat yang akan dipakai. Cara mencarinya adalah sebagai berikut :

- Timbang agregat sebesar (w) gram
- Ambil gelas ukur dan masukkan air sebanyak (V_1) cc
- Masukkan agregat kedalam gelas ukur yang telah diisi air (V_2) cc
- Hitung kenaikan air setelah tercampur
- Hitung berat jenis agregat dengan menggunakan rumus :

$$B_j = \frac{W}{(V_2 - V_1)}$$

Dari pemeriksaan yang dilakukan didapat berat jenis agregat sebagai berikut :

Tabel 5.1. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Agregat	Berat Jenis (gr/cc)
Agregat Halus	2,247
Agregat Kasar	2,667

5.3.2. Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir Agregat Halus dan Agregat Kasar

Analisis saringan ini bertujuan untuk mengetahui variasi butiran Modulus Halus Butir (MHB) dengan menggunakan saringan. Cara pemeriksaan gradasi agregat adalah sebagai berikut :

1. Pasir dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105° - 110° dengan jumlah secukupnya \pm 2500 gram.
2. Siapkan saringan yang berukuran 40, 20, 10, 4,75, 2,36, 1,18, 0,600, 0,300, 0,150 mm + pan. Diperiksa urutannya kemudian dibersihkan dengan sikat baja halus untuk saringan di atas 0,300 mm, serta dengan kuas untuk saringan di bawah 0,300 mm.
3. Timbanglah pasir kering oven yang telah didinginkan secukupnya \pm 1500 gram (W).
4. Masukkan pasir tersebut ke dalam saringan yang sudah disusun dari yang besar ke kecil (4,75 - pan) lalu tutup dengan rapat. Kemudian diayak dengan mesin penggetar siever selama \pm 15 menit.

5. Pasir yang tertinggal dari masing-masing ayakan dipindahkan kedalam piring, kemudian ditimbang dalam satuan gram.
6. Timbanglah pasir yang tertahan di tiap-tiap saringan dalam satuan prosen.
7. Hitung berat kumulatifnya dengan cara menjumlahkan semua yang tertahan (dalam satuan prosen) kecuali yang paling bawah (pan) (Ekum).

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \text{Ekum} / 100 \times 100\%$$

Hasil pemeriksaan analisis pasir dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.2. Hasil Pemeriksaan Modulus Halus Pasir

Saringan		Berat Tertinggal (gram)		Berat Tertinggal (gram)		Berat Kumulatif	
No	Diameter lubang (mm)	I	II	I	II	I	II
1	40						
2	20						
3	10						
4	4,75	1	6	0,071	0,415	0,071	0,415
5	2,36	38	28	2,696	1,934	2,767	2,349
6	1,18	262	247	18,589	17,064	21,356	19,413
7	0,600	392,5	382	27,849	26,390	49,205	45,803
8	0,300	309	330	21,924	22,800	71,129	68,603
9	0,15	136,9	211,5	9,713	14,611	80,842	83,214
10	Pan	270	243	19,157	16,788	100	100
Jumlah						225,37	219,797

$$\text{Jumlah Rata-rata} = \frac{225,37 + 219,797}{2} = 222,5835$$

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB) pasir} = \frac{222,5835}{100} = 2,226$$

Untuk mengetahui modulus halus butir kerikil dilakukan cara yang sama seperti yang telah dilakukan untuk mengetahui MHB pasir. Adapun hasil yang didapat dari perhitungan tersebut adalah :

Tabel 5.3. Hasil Pemeriksaan Modulus Halus Butir Kerikil

Saringan		Berat Tertinggal (gram)		Berat Tertinggal (gram)		Berat Kumulatif	
No	Diameter lubang (mm)	I	II	I	II	I	II
1	40						
2	20	384	349	25,033	23,978	25,033	23,978
3	10	927	951	60,430	65,338	85,463	89,316
4	4,75	185	136	12,060	9,344	97,523	98,660
5	2,36	9	2	0,587	0,137	98,11	98,797
6	1,18	2	4	0,131	0,275	98,241	99,072
7	0,600	3	1	0,196	0,069	98,437	99,141
8	0,300	6	0,5	0,391	0,034	98,828	99,175
9	0,15	4	2	0,261	0,137	99,089	99,312
10	Pan	14	10	0,913	0,687	100	100
Jumlah						700,724	707,451

$$\text{Jumlah Rata-rata} = \frac{700,724 + 707,451}{2} = 704,0875$$

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB) kerikil} = \frac{704,0875}{100} = 7,041$$

5.3.3. Kadar Air Pasir dan Batu Pecah

Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat di dalam pasir dan batu pecah. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pemeriksaan kadar air adalah sebagai berikut :

1. Pasir yang akan digunakan ditimbang seberat (A) gram
2. Masukkan pasir yang telah ditimbang ke dalam oven dengan suhu 105°C – 110°C, selama kurang lebih 24 jam
3. Keluarkan pasir yang telah dioven, kemudian didiamkan sampai dingin
4. Timbang pasir yang telah didinginkan tersebut, didapat (B) gram
5. Hitung kadar air pasir.

$$\text{Kadar Air Pasir} = \frac{A - B}{B} \times 100\%$$

Tabel 5.4. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Pasir di dapat

	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat pasir (A) gram	500	500
Berat pasir setelah di oven (B) gram	461	461
Kadar air = $\frac{A - B}{B} \times 100\%$	8,46%	8,46%
Kadar air rata-rata	8,46%	

Tabel 5.5. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Batu Pecah didapat :

	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat pasir (A) gram	500	500
Berat pasir setelah di oven (B) gram	494	491
Kadar air = $\frac{A - B}{B} \times 100\%$	1,215%	1,833%
Kadar air rata-rata	1,524%	

5.3.4. Absorpsi Pasir dan Batu Pecah

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kadar penyerapan air terhadap pasir dan kerikil. Urut-urutan pemeriksaannya adalah sebagai berikut :

1. Masukkan pasir kedalam oven dengan suhu $105^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$ dengan jumlah secukupnya selama ± 24 jam
2. Angkat pasir dari dalam oven kemudian ditimbang seberat (A) gram
3. Rendam pasir dalam air selama ± 24 jam
4. Angin-anginkan pasir sampai mengering dan tidak mengandung air lagi, kemudian timbang pasir yang telah mengering tersebut seberat (B) gram

5. Hitung absorpsi pasir :

$$\text{Absorpsi pasir} = \frac{A - B}{B} \times 100\%$$

Tabel 5.6. Hasil Pemeriksaan Absorpsi Pasir di dapat :

	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat pasir setelah di oven (A) gram	461	461
Berat pasir setelah direndam air selama ± 24 jam (B) gram	480	483
Absorpsi pasir = $\frac{A - B}{B} \times 100\%$	3,96%	4,56%
Absorpsi rata-rata	4,26%	

Tabel 5.7. Hasil Pemeriksaan Absorpsi batu pecah di dapat :

	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat pasir setelah di oven (A) gram	494	491
Berat pasir setelah direndam air selama ± 24 jam (B) gram	512	505
Absorpsi pasir = $\frac{A - B}{B} \times 100\%$	3,516%	2,772%
Absorpsi rata-rata	3,144%	

5.3.5. Ukuran Butir Maksimum Batu Pecah

Secara teoritis ukuran agregat maksimum atau ukuran butir maksimum yang ada pada fraksi ukuran butir agregat ialah dengan ukuran kadang-kadang di disebut juga ukuran nominal maksimum. Akan tetapi dalam praktek selalu ada butiran-butiran dalam suatu fraksi yang lebih besar daripada ukuran nominal maksimum tersebut. Butiran agregat yang lebih besar daripada ukuran maksimum itu disebut kelebihan ukuran (*over size*). Oleh karena itu dalam praktek yang dinamakan dengan ukuran maksimum D ialah ukuran butir agregat maksimum

yang ada dalam jumlah cukup untuk mempengaruhi sifat fisik beton. Pada umumnya dirancang dengan ayakan tersebut sebanyak 5 - 10 % berat total. Ukuran agregat maksimum yang dipakai dalam penulisan ini adalah 20 mm.

5.4. Perhitungan Campuran Beton

Perhitungan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui proporsi bahan susun beton. Dalam penelitian ini perhitungan campuran beton menggunakan metode Dreux, yang tahapan perencanaannya telah dijelaskan pada Bab III (Landasan Teori). Perhitungan ini didasarkan pada data bahan susun sebagai berikut :

Perhitungan campuran beton :

Data-data yang tersedia :

BJ Pasir	= 2,247 gr/cc
BJ Batu pecah	= 2,667 gr/cc
BJ Semen	= 3,15 gr/cc
Kadar air pasir	= 8,46 %
Kadar air batu pecah	= 1,524 %
Absorpsi pasir	= 4,26 %
Absorpsi batu pecah	= 3.144 %
Kekuatan tekan semen tipe I	= 50 Mpa
Ukuran maksimum kerikil	= 20 mm
MHB pasir	= 2,226

Dari tabel harga K didapat nilai $K = 2,4$ untuk semen 340 kg/m^3 beton.

$M_f = 2,226$ ($m_f \neq 2,5$) maka :

$$K_s = 6 M_f - 15$$

$$= 6 \cdot (2,226) - 15 = -1,644$$

$$Y = 50 - \sqrt{D} + K + K_s$$

$$= 50 - \sqrt{20} + 2,4 + (-1,644) = 46,284\%$$

Titik patah (10 mm : 46,284%)

Dengan menggunakan analisis granulometri agregat diperoleh komposisi :

$$\text{Fraksi halus} = 39\%$$

$$\text{Fraksi tengah} = 7,284\%$$

$$\text{Fraksi kasar} = 53,716\%$$

Karena batu pecah yang digunakan tidak diolah, maka fraksi tersebut hanya

terdiri atas 2 fraksi, yaitu :

$$\text{Fraksi halus (pasir)} = 39\%$$

$$\text{Fraksi kasar (batu pecah)} = 61\%$$

4. Menentukan Jumlah Air

$$\text{Jumlah air} = \frac{C}{(C/E)} = \frac{340}{1,74} = 195,402 \text{ kg/m}^3$$

Koreksi kadar air (EI) agregat maksimum 20 mm dari tabel didapat 2,22.

$$\text{Jumlah air bebas} = (1 + 0,0222) \cdot 195,402 = 199,74 \text{ kg/m}^3$$

5. Menentukan Berat Agregat

Untuk beton plastis dengan pemadatan normal bagi agregat maksimum

perukuran 20mm dari tabel didapat $\gamma = 0,817$



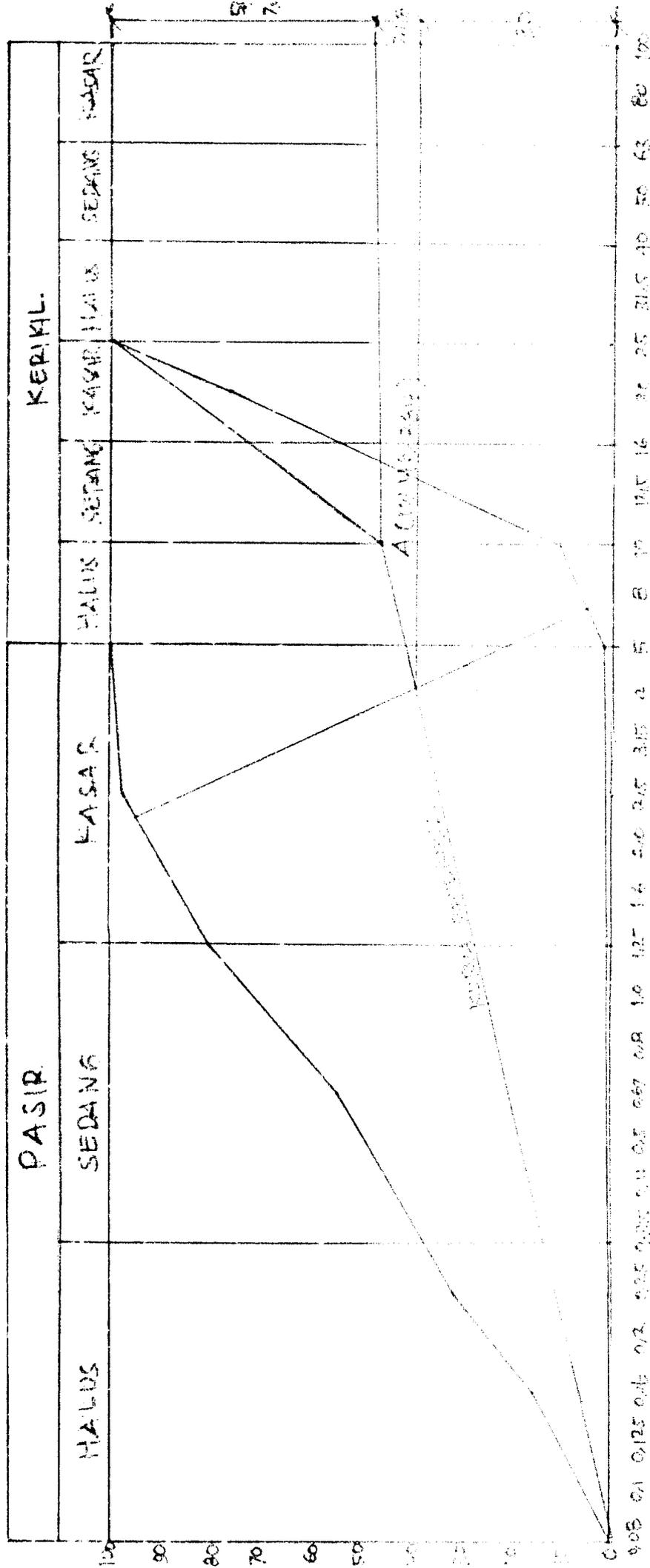


Diagram showing the composition of sand and gravel components in soil types.

Soil types: HALUS, SEDANG, FASAR, HALUS, SEDANG, KASAR.

Percentage scale: 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100.

Koreksi γ :

Jumlah semen tidak sama dengan 350, maka :

$$K_1 = (340 - 350) / 5000 = -0,002$$

Agregat berupa pasir alam dan batu pecah, maka $K_2 = -0,010$ sehingga :

$$\begin{aligned} \gamma &= 0.817 + K_1 + K_2 \\ &= 0,817 - 0,002 - 0,010 = 0,805 \end{aligned}$$

Untuk 1m^3 beton

$$\text{Volume semen} = 340 / 3,15 = 107,937 \text{ ltr}$$

$$\text{Volume agregat} = 1000 \times 0,805 - 107,937 = 697,063 \text{ ltr}$$

$$\text{Jadi Berat pasir} = 0,39 \times 697,063 \times 2,247 = 610,857 \text{ kg}$$

$$\text{Berat batu pecah} = 0,61 \times 697,063 \times 2,667 = 1134,03 \text{ kg}$$

Menentukan berat agregat (keadaan di lapangan) :

$$\text{Jumlah air dalam pasir} = (8,46 - 4,26) / 100 \times 610,857 = 25,656 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah air dalam batu pecah} = (1,524 - 3,144) / 100 \times 1134,03 = -18,37 \text{ kg/m}^3$$

Komposisi akhir unsur campuran beton menjadi :

$$\text{Jumlah air} = 199,74 - 25,656 + 18,37 = 192,454 \text{ ltr/m}^3$$

$$\text{Jumlah semen} = 340 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah pasir} = 610,857 + 25,656 = 636,513 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah batu pecah} = 1134,03 - 18,37 = 1115,66 \text{ kg/m}^3$$

5.5 Pembuatan dan perawatan benda uji

Pembuatan benda uji dilakukan dalam waktu 5 hari, proses pencampurannya dilakukan sebagai berikut :

1. Semua bahan dan alat untuk campuran beton disiapkan dan dibersihkan
2. Bahan susun beton ditimbang sesuai dengan perbandingan berat diatas, kemudian diaduk menjadi satu berturut-turut sesuai dengan variasi yang akan dibuat
3. Sementara itu cetakan silinder diukur dan diolesi oli sebagai pelumas yang fungsinya untuk mempermudah melepas cetakan, kemudian kunci silinder dikencangkan
4. Setelah adukan benar-benar tercampur, segera dilakukan pengukuran slump dengan kerucut Abrams diameter diatas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm.

Langkah pengukuran slump sebagai berikut :

- a. Isi kerucut 1/3 bagian
 - b. Tusuk-tusuk sebanyak 25 kali
 - c. Begitu juga berikutnya sampai bagian atas kerucut penuh
 - d. Angkat kerucut secara vertikal dan ukur penurunannya
5. Kemudian dilakukan pengujian kedalam cetakan secara bertahap, pengisian beton 1/3 cetakan dan ditusuk-tusuk dengan tongkat baja. Begitu juga dengan sisanya dilakukan sampai cetakan penuh. Ratakan permukaannya dan ketuk-ketuk.
 6. Biarkan beton dalam cetakan \pm 24 jam dan diletakkan pada tempat yang terlindungi dan bebas dari getaran.
 7. Setelah \pm 24 jam cetakan baru dibuka.

Perawatan beton setelah dibuka, dimasukkan dalam bak yang diisi air direndam sampai kira-kira 2 hari sebelum dilakukan pengujian.

5.6 Pengujian Benda Uji

Untuk pengujian beton benda uji haruslah dalam keadaan kering. Kira-kira 2 hari sebelum tanggal pengujian benda uji diangkat dari bak air lalu didiamkan sampai kering.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji desak merk Controls. Cara pengujian yaitu dengan cara memasukkan benda yang akan diuji (beton) kedalam mesin/alat uji desak, mesin dinyalakan sampai dengan benda uji tersebut hancur. Dari alat uji desak tersebut akan diketahui seberapa besar kuat desak yang dapat ditahan oleh benda uji.

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta. Hasil penelitian diperoleh setelah dilakukan uji tekan beton pada benda-benda uji silinder beton.

Untuk mengetahui kekuatan beton digunakan alat untuk menguji kuat tekan beton merknya “Controls”. Pengujian dilakukan dengan memberi beban pada silinder sampai pada tingkatan tertentu, sampai terjadi keruntuhan pada silinder. Benda uji di letakkan pada alat uji tepat di tengah agar terjadi penekanan yang merata dan maksimum. Kekuatan uji desak dihitung dengan cara membagi beban maksimum yang diterima silinder dengan luas penampang silinder atau mengikuti rumus :

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

Dimana :

f_c = Kuat tekan beton

P = Beban maksimum yang diterima silinder beton

A = Luas penampang silinder

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Sebelum pengujian terlebih dahulu dilakukan pengukuran terhadap benda yang akan diuji. Pengukuran yang dilakukan antara lain:

1. Mengukur diameter benda uji
2. Mengukur panjang benda uji
3. Menimbang benda uji

Hal ini dilakukan agar mempermudah dalam melakukan pengolahan data yang didapat. Untuk menghindari kerancuan pada saat tes berlangsung benda uji diberi kode

Variasi I: yaitu Metode pencampuran Semen, Pasir, Kerikil dicampur menjadi satu kemudian terakhir dimasukkan Air hingga mendapatkan campuran atau adukan beton yang baik.

Variasi II: Metode pencampuran Semen dan Air dicampur menjadi satu, kemudian Kerikil dan Pasir dicampur menjadi satu ditempat yang berbeda, setelah semuanya tercampur menjadi satu kedua campuran tersebut disatukan hingga mendapatkan campuran atau adukan beton yang baik.

Variasi III: Metode pencampuran Semen, pasir, Kerikil, air 50% dicampur menjadi satu setelah adukan tercampur ditambah air 50% dan diaduk kembali hingga tercampur dengan baik.

Agar mengetahui gambaran cara menilai tingkat pengendalian mutu pekerjaan maka diperhitungkan nilai deviasi standar (Sd). Untuk mendapatkan nilai deviasi standar diperhitungkan dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan rata-rata, } \bar{f}_{cr} = \frac{\sum f_c}{N}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (f_c - \bar{f}_{cr})^2}{N-1}}$$

Untuk mengetahui berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan berdasarkan nilai deviasi standar dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 6.1. Nilai Standar Deviasi

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

Pada perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton dinyatakan memenuhi syarat jika :

- a. Nilai rata-rata dari semua pasangan hasil uji (yang masing-masing pasangan terdiri dari empat hasil uji kuat tekan) tidak kurang dari ($f_c + 0,82 \times Sd$).
- b. Tidak satupun dari hasil uji tekan (rata-rata dari dua silinder) kurang dari $0,85 \times f_c$.

Gambar 6.1 grafik kuat tekan beton variasi I mencantumkan batasan yang disyaratkan yaitu $0,85 \times f_c$, $f_c + 0,82 \times Sd$ dan kuat tekan rata-rata 4 silinder (\bar{f}_{cr} 4 silinder). Untuk Gambar 6.2 grafik kuat tekan beton variasi II dan Gambar 6.3 grafik kuat tekan beton variasi III juga mencantumkan batasan yang sama.

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada variasi I, variasi II dan variasi III tidak ada yang berada dibawah $0,82 \times Sd$.

1. Variasi I

Gambar 6.1 grafik kuat tekan beton variasi I didapat 90,91% berada diatas $f'c + 0,82 \times Sd$ sedangkan sisanya 9,09% berada di bawah $f'c + 0,82 \times Sd$, tetapi semua sample berada diatas $0,85 \times f'c$. Untuk pekerjaan selanjutnya variasi I dapat digunakan dengan meningkatkan mutu pekerjaannya

2. Variasi II

Pada saat pencampuran semen dengan air terjadi reaksi kimia yang mengakibatkan ikatan dan pengerasan, semen dan air mulai berhidrasi dan menghasilkan panas. Pada dasarnya jumlah air yang diperlukan pada proses hidrasi hanya kira-kira 25% dari berat semennya karena cuaca yang cerah dan adanya proses hidrasi menyebabkan kesulitan dalam pembuatan beton sehingga diperlukan penambahan air. Pada waktu pencampuran atau pengadukan terjadi penggumpalan pada adukan beton yang mengakibatkan lamanya pencampuran, hal ini mengakibatkan dibutuhkan waktu yang cukup lama agar mencapai campuran yang homogen.

Gambar 6.2 grafik kuat tekan beton variasi II didapat 90,91% berada diatas $f'c + 0,82 \times Sd$, sedangkan sisanya berada di bawah $f'c + 0,82 \times Sd$ sebanyak 9,09%, akan tetapi tidak ada yang berada dibawah $0,85 \times f'c$.

3. Variasi III

Pada saat pencampuran pada variasi III, campuran semen, pasir, kerikil dan 50% air membuat campuran tidak rata dan sulit untuk dikerjakan, dengan

ditambahnya lagi 50% air sehingga campuran menjadi rata serta dapat untuk dikerjakan lagi.

Gambar 6.3 grafik kuat tekan beton variasi III didapat 93,94% berada diatas $f'c + 0,82 \times Sd$, sedangkan sisanya 6,06% berada di bawah $f'c + 0,82 \times Sd$ akan tetapi tidak ada yang berada dibawah $0,85 \times f'c$.

Tabel 6.2 Kuat Desak Beton Variasi I

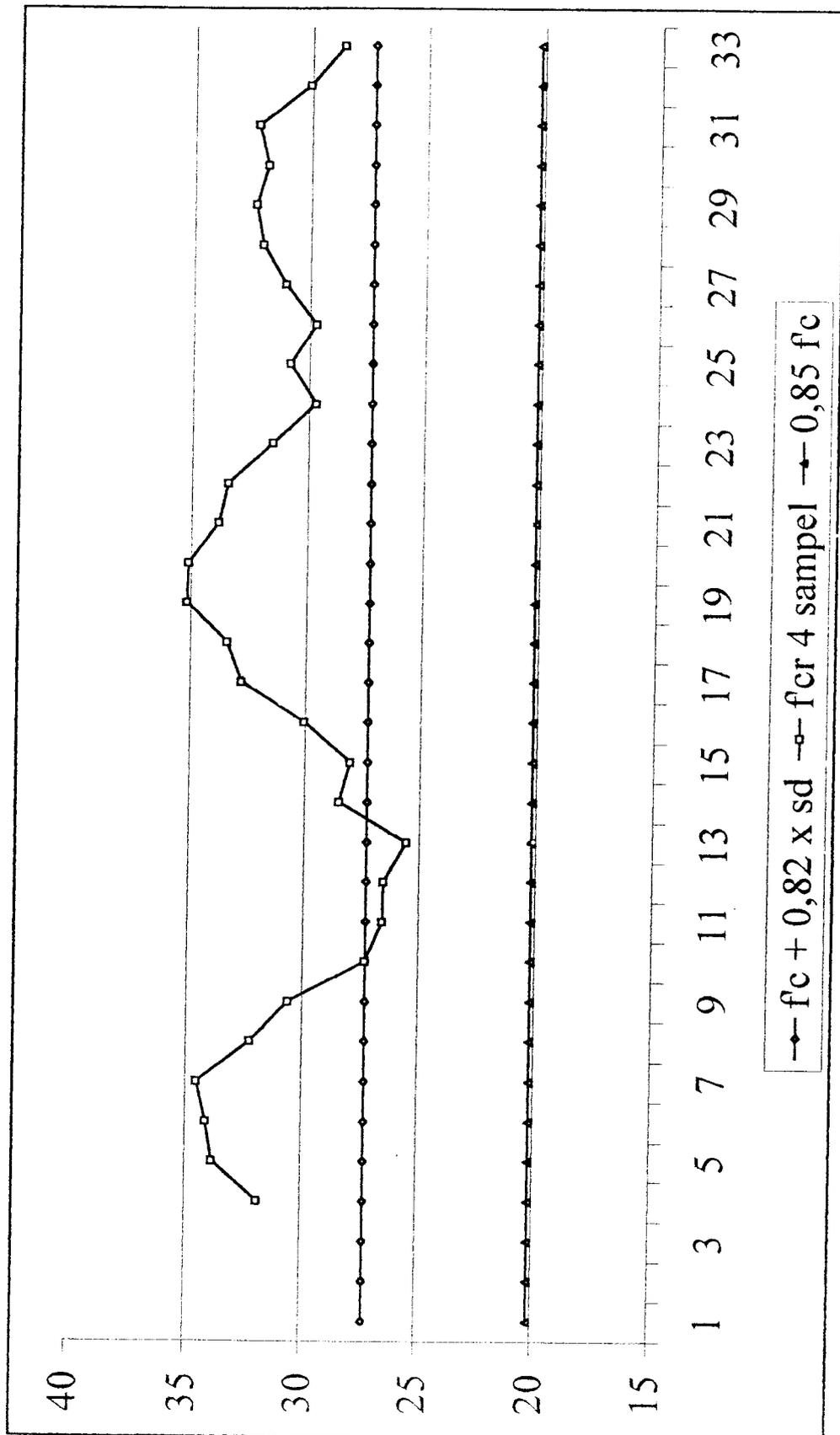
No	Dimensi Silinder			Kuat Desak Beton	
	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	(KN)	fc (Mpa)
1	150,85	303,60	12,7	446	24,967
2	148,55	306,00	12,6	595	34,348
3	151,00	304,65	12,7	585	32,684
4	150,25	298,00	12,4	630	35,550
5	150,70	306,90	12,9	585	32,814
6	150,30	302,55	12,5	630	35,527
7	151,85	303,30	12,9	620	34,253
8	150,70	302,30	12,7	470	26,363
9	150,00	290,00	12,6	465	26,327
10	151,00	306,00	12,7	400	22,348
11	149,70	303,50	12,6	550	31,264
12	148,00	300,15	12,5	450	26,171
13	152,35	302,60	12,8	410	22,502
14	149,65	303,25	12,6	600	34,129
15	149,35	299,00	12,4	515	29,412
16	150,75	297,60	12,5	610	34,194
17	151,25	304,60	12,8	600	33,411
18	150,75	298,80	12,5	655	36,716
19	150,15	304,90	12,7	645	36,445
20	149,50	301,00	12,7	595	33,913
21	151,55	300,80	12,5	510	28,287
22	150,50	306,50	12,9	625	35,151
23	149,35	302,00	12,8	505	28,841
24	150,90	290,00	12,8	475	26,573
25	148,90	300,00	12,5	570	32,750
26	153,00	298,50	13	565	30,747
27	149,45	296,85	12,8	600	34,221
28	149,45	297,30	12,5	535	30,514
29	150,60	296,70	12,6	605	33,981
30	152,60	302,15	12,9	525	28,720
31	151,45	291,60	12,5	645	35,822
32	151,00	297,30	12,6	390	21,789
33	150,35	295,80	12,4	500	28,177
Jumlah					1018,908

$$f_c \text{ rata-rata} = \frac{1018,908}{33} \text{ Mpa} = 30,876$$

Tabel 6.3 Hasil Penelitian Variasi I

No	f_c (Mpa)	f_{cr} (Mpa)	$f_c = f_{cr} - 1.64Sd$ (Mpa)	$(f_c - f_{cr})$ (Mpa)	$(f_c - f_{cr})^2$ (Mpa)	Sd (Mpa)	$f_c + 0.82 \times sd$ (Mpa)	$f_{cr} + 4 \text{ sampel}$ (Mpa)	$0.85 f_c$ (Mpa)
1	24,97	30,88	23,71	-5,91	34,91	4,37	27,29		20,16
2	34,35	30,88	23,71	3,47	12,06	4,37	27,29		20,16
3	32,68	30,88	23,71	1,81	3,27	4,37	27,29		20,16
4	35,55	30,88	23,71	4,67	21,85	4,37	27,29	31,89	20,16
5	32,81	30,88	23,71	1,94	3,76	4,37	27,29	33,85	20,16
6	35,53	30,88	23,71	4,65	21,63	4,37	27,29	34,14	20,16
7	34,25	30,88	23,71	3,38	11,40	4,37	27,29	34,54	20,16
8	26,36	30,88	23,71	-4,51	20,36	4,37	27,29	32,24	20,16
9	26,33	30,88	23,71	-4,55	20,69	4,37	27,29	30,62	20,16
10	22,35	30,88	23,71	-8,53	72,73	4,37	27,29	27,32	20,16
11	31,26	30,88	23,71	0,39	0,15	4,37	27,29	26,58	20,16
12	26,17	30,88	23,71	-4,71	22,14	4,37	27,29	26,53	20,16
13	22,50	30,88	23,71	-8,37	70,12	4,37	27,29	25,57	20,16
14	34,13	30,88	23,71	3,25	10,58	4,37	27,29	28,52	20,16
15	29,41	30,88	23,71	-1,46	2,14	4,37	27,29	28,05	20,16
16	34,19	30,88	23,71	3,32	11,01	4,37	27,29	30,06	20,16
17	33,41	30,88	23,71	2,54	6,43	4,37	27,29	32,79	20,16
18	36,72	30,88	23,71	5,84	34,11	4,37	27,29	33,43	20,16
19	36,45	30,88	23,71	5,57	31,02	4,37	27,29	35,19	20,16
20	33,91	30,88	23,71	3,04	9,22	4,37	27,29	35,12	20,16
21	28,29	30,88	23,71	-2,59	6,70	4,37	27,29	33,84	20,16
22	35,15	30,88	23,71	4,27	18,28	4,37	27,29	33,45	20,16
23	28,84	30,88	23,71	-2,03	4,14	4,37	27,29	31,55	20,16
24	26,57	30,88	23,71	-4,30	18,51	4,37	27,29	29,71	20,16
25	32,75	30,88	23,71	1,87	3,51	4,37	27,29	30,83	20,16
26	30,75	30,88	23,71	-0,13	0,02	4,37	27,29	29,73	20,16
27	34,22	30,88	23,71	3,34	11,19	4,37	27,29	31,07	20,16
28	30,51	30,88	23,71	-0,36	0,13	4,37	27,29	32,06	20,16
29	33,98	30,88	23,71	3,10	9,64	4,37	27,29	32,37	20,16
30	28,72	30,88	23,71	-2,16	4,65	4,37	27,29	31,86	20,16
31	35,82	30,88	23,71	4,95	24,46	4,37	27,29	32,26	20,16
32	21,79	30,88	23,71	-9,09	82,57	4,37	27,29	30,08	20,16
33	28,18	30,88	23,71	-2,70	7,29	4,37	27,29	28,63	20,16

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (f_c - f_{cr})^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{610,67}{32}} = 4,37 \text{ Mpa}$$



Gambar 6.1 Grafik kuat desak beton Variasi I

Tabel 6.4. Kuat Desak Beton Variasi II

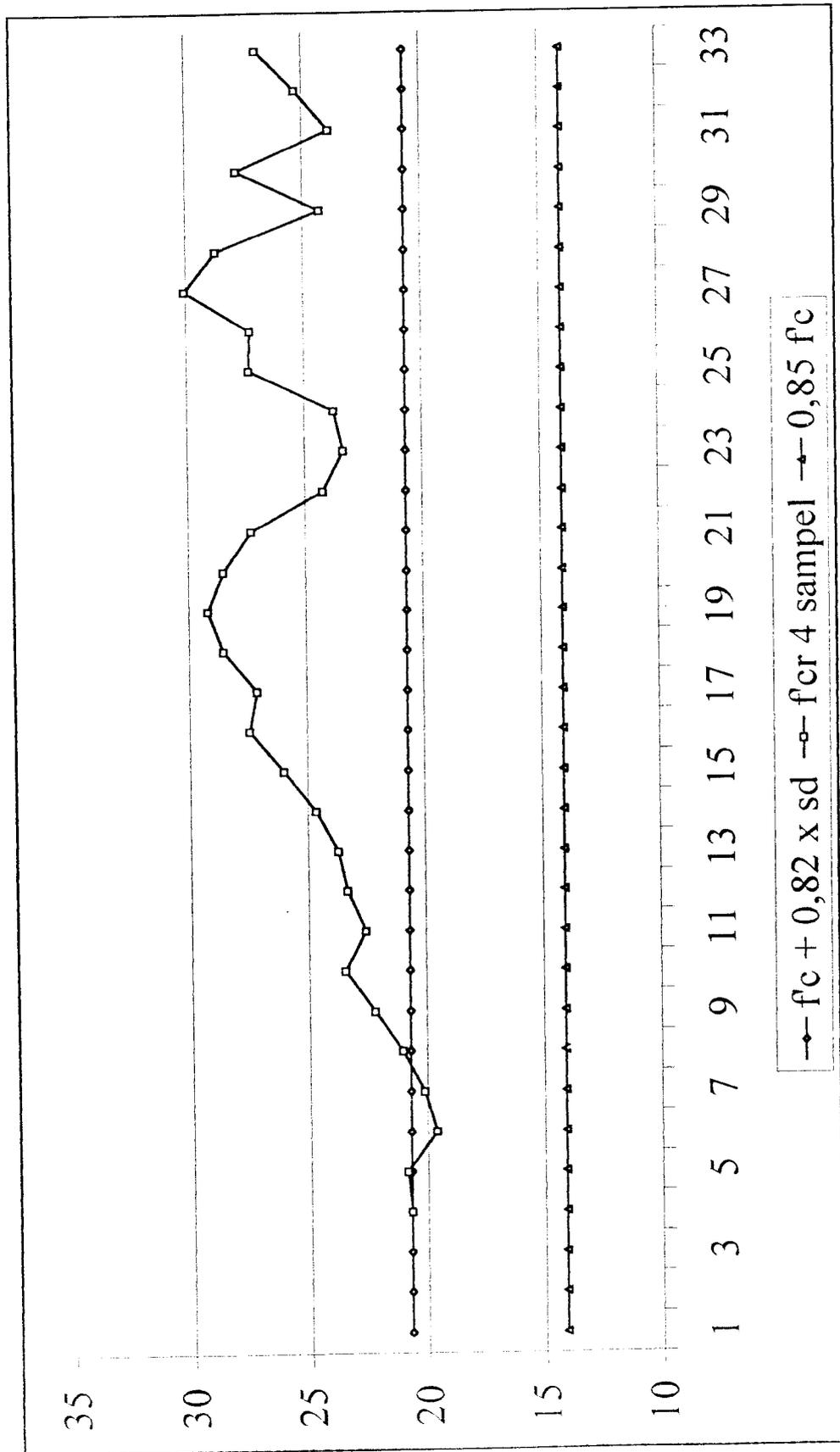
No	Dimensi Silinder			Kuat Desak Beton	
	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	(KN)	fc (Mpa)
1	150,00	301,40	12,6	380	21,515
2	148,50	300,75	12,2	420	24,262
3	150,80	302,50	12,6	360	20,166
4	149,55	301,70	12,6	295	16,803
5	151,45	300,75	12,7	400	22,215
6	151,15	300,30	12,8	345	19,237
7	150,40	300,60	12,5	395	22,245
8	149,90	301,25	12,7	360	20,409
9	152,15	301,25	12,6	490	26,964
10	152,00	304,45	12,8	440	24,260
11	149,85	300,25	12,5	330	18,721
12	151,20	298,80	12,6	420	23,403
13	151,05	303,65	12,9	510	28,475
14	150,05	301,20	12,7	495	28,007
15	148,00	301,70	13,1	415	24,135
16	148,45	299,65	12,7	505	29,192
17	151,75	304,70	12,7	490	27,106
18	152,25	301,30	13,1	615	33,798
19	150,45	302,75	12,9	475	26,732
20	151,00	304,45	12,9	475	26,538
21	152,60	302,10	12,9	405	22,155
22	150,00	305,25	12,8	380	21,515
23	149,75	301,50	12,7	410	23,291
24	148,30	305,00	12,9	485	28,092
25	150,10	304,65	12,7	645	36,469
26	151,75	305,15	12,9	385	21,298
27	150,75	298,70	12,8	615	34,474
28	149,75	304,25	12,9	400	22,723
29	153,70	305,00	12,6	345	18,604
30	150,30	299,75	12,6	630	35,527
31	150,30	307,35	13	330	18,609
32	150,25	302,05	12,8	505	28,497
33	149,20	302,40	12,7	440	25,179
Jumlah					820,611

$$F'c \text{ Rata-rata} = \frac{820,611}{33} \text{ Mpa} = 24,867 \text{ Mpa}$$

Tabel 6.5 Analisis Hasil Penelitian Variasi II

No	f_c (Mpa)	f_{cr} (Mpa)	$f_c = f_{cr} - 1.64Sd$ (Mpa)	$(f_c - f_{cr})$ (Mpa)	$(f_c - f_{cr})^2$ (Mpa)	Sd (Mpa)	$f_c + 0.82 \times sd$ (Mpa)	$f_{cr} + \text{sampel}$ (Mpa)	$0.85 f_c$ (Mpa)
1	21,51	24,87	16,55	-3,35	11,24	5,07	20,71		14,07
2	24,26	24,87	16,55	-0,60	0,37	5,07	20,71		14,07
3	20,17	24,87	16,55	-4,70	22,09	5,07	20,71		14,07
4	16,80	24,87	16,55	-8,06	65,03	5,07	20,71	20,69	14,07
5	22,22	24,87	16,55	-2,65	7,03	5,07	20,71	20,86	14,07
6	19,24	24,87	16,55	-5,63	31,70	5,07	20,71	19,61	14,07
7	22,24	24,87	16,55	-2,62	6,88	5,07	20,71	20,12	14,07
8	20,41	24,87	16,55	-4,46	19,87	5,07	20,71	21,03	14,07
9	26,96	24,87	16,55	2,10	4,40	5,07	20,71	22,21	14,07
10	24,26	24,87	16,55	-0,61	0,37	5,07	20,71	23,47	14,07
11	18,72	24,87	16,55	-6,15	37,77	5,07	20,71	22,59	14,07
12	23,40	24,87	16,55	-1,46	2,14	5,07	20,71	23,34	14,07
13	28,47	24,87	16,55	3,61	13,02	5,07	20,71	23,71	14,07
14	28,01	24,87	16,55	3,14	9,86	5,07	20,71	24,65	14,07
15	24,14	24,87	16,55	-0,73	0,54	5,07	20,71	26,01	14,07
16	29,19	24,87	16,55	4,32	18,70	5,07	20,71	27,45	14,07
17	27,11	24,87	16,55	2,24	5,01	5,07	20,71	27,11	14,07
18	33,80	24,87	16,55	8,93	79,76	5,07	20,71	28,56	14,07
19	26,73	24,87	16,55	1,87	3,48	5,07	20,71	29,21	14,07
20	26,54	24,87	16,55	1,67	2,79	5,07	20,71	28,54	14,07
21	22,16	24,87	16,55	-2,71	7,35	5,07	20,71	27,31	14,07
22	21,51	24,87	16,55	-3,35	11,24	5,07	20,71	24,24	14,07
23	23,29	24,87	16,55	-1,58	2,49	5,07	20,71	23,37	14,07
24	28,09	24,87	16,55	3,23	10,40	5,07	20,71	23,76	14,07
25	36,47	24,87	16,55	11,60	134,62	5,07	20,71	27,34	14,07
26	21,30	24,87	16,55	-3,57	12,74	5,07	20,71	27,29	14,07
27	34,47	24,87	16,55	9,61	92,29	5,07	20,71	30,08	14,07
28	22,72	24,87	16,55	-2,14	4,60	5,07	20,71	28,74	14,07
29	18,60	24,87	16,55	-6,26	39,23	5,07	20,71	24,27	14,07
30	35,53	24,87	16,55	10,66	113,63	5,07	20,71	27,83	14,07
31	18,61	24,87	16,55	-6,26	39,16	5,07	20,71	23,87	14,07
32	28,50	24,87	16,55	3,63	13,17	5,07	20,71	25,31	14,07
33	25,18	24,87	16,55	0,31	0,10	5,07	20,71	26,95	14,07

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (f_c - f_{cr})^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{823,07}{32}} = 5,07 \text{ Mpa}$$



Gambar 6.1 Grafik kuat desak beton Variasi II

Tabel 6.6. Kuat Desak Beton Variasi III

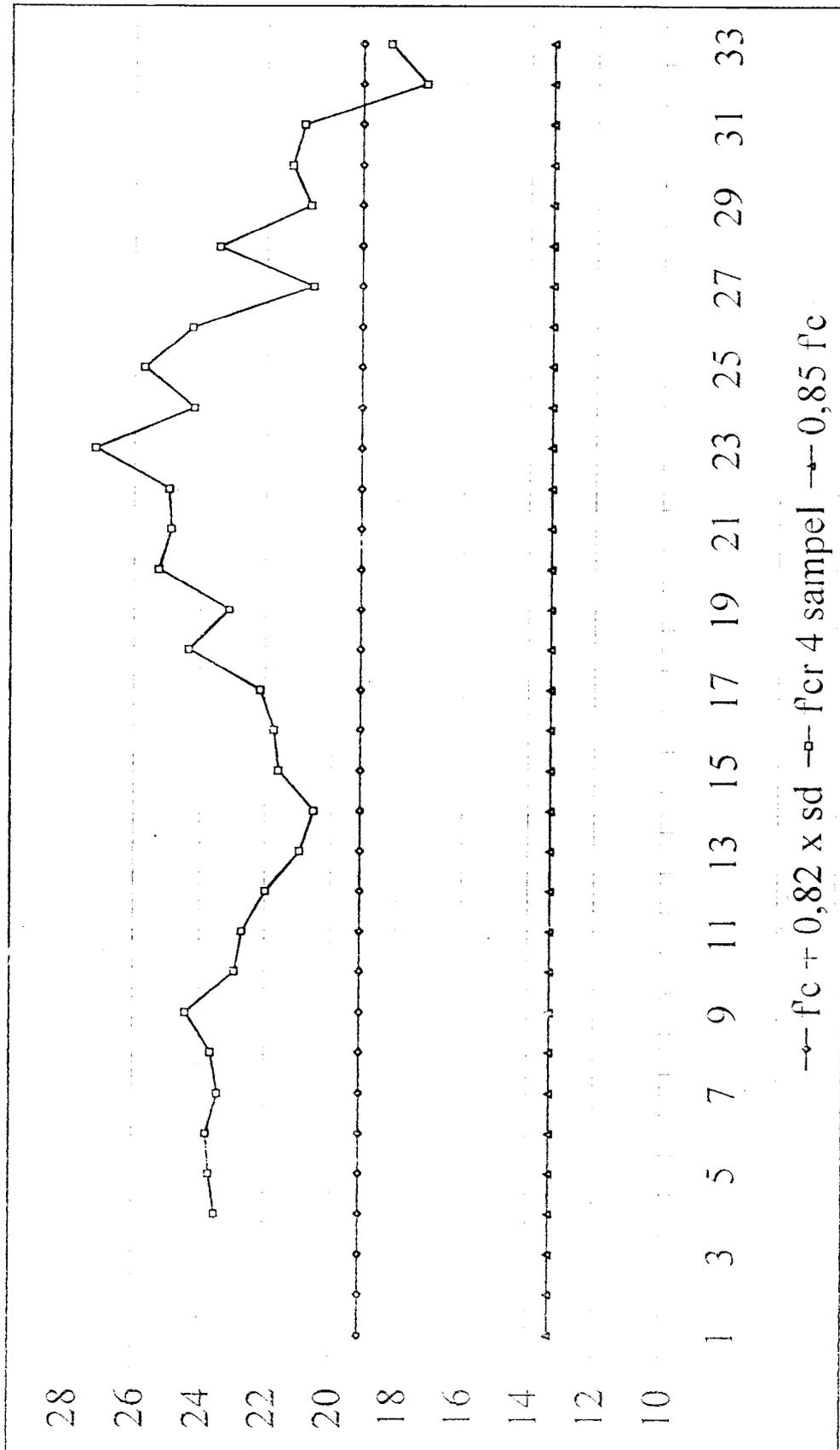
No	Dimensi Silinder			Kuat Desak Beton	
	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	(KN)	fc (Mpa)
1	148,20	303,60	13,00	370	21,460
2	151,00	302,80	13,00	460	25,700
3	149,00	305,00	12,95	420	24,100
4	150,00	304,90	12,85	401	22,700
5	152,50	306,70	13,10	405	22,200
6	150,75	298,80	12,60	466	26,100
7	150,00	303,50	12,80	401	22,700
8	149,00	302,00	12,60	410	23,530
9	151,25	302,70	12,75	455	25,340
10	152,00	301,60	13,00	364	20,060
11	150,00	307,00	13,25	385	21,800
12	154,00	303,60	13,20	385	20,700
13	150,00	300,95	12,80	375	21,230
14	155,65	300,25	12,95	350	18,410
15	150,00	302,70	12,80	460	26,040
16	151,00	303,90	13,10	380	21,230
17	150,00	299,10	12,70	405	22,930
18	150,60	306,00	12,95	485	27,220
19	150,75	303,20	12,85	375	21,020
20	149,00	298,40	12,50	520	29,840
21	148,00	308,50	12,80	370	21,520
22	148,40	301,45	12,65	475	27,480
23	150,70	302,25	12,80	530	29,730
24	152,30	302,15	12,60	330	18,120
25	150,60	303,20	12,60	490	27,520
26	150,45	301,85	12,80	385	21,670
27	152,25	301,75	12,80	275	15,120
28	151,40	297,00	12,45	530	29,460
29	152,25	300,00	12,60	300	16,500
30	149,60	306,45	13,00	420	23,910
31	151,10	303,90	12,60	245	13,670
32	152,55	300,95	12,85	267	14,620
33	152,35	300,25	12,60	380	20,860
Jumlah				744,48	

$$f'c \text{ Rata-rata} = \frac{744,48}{33} \text{ Mpa} = 22,560 \text{ Mpa}$$

Tabel 6.7 Analisis Hasil Penelitian Variasi III

No	fc (Mpa)	fc _r (Mpa)	fc = fc _r - 1.64Sd (Mpa)	(fc - fc _r) (Mpa)	(fc - fc _r) ² (Mpa)	Sd (Mpa)	fc + 0.82 x sd (Mpa)	fc _r - 4 sampel (Mpa)	0.85 fc (Mpa)
1	21,46	22,56	15,68	-1,10	1,21	4,196	19,12		13,33
2	25,70	22,56	15,68	3,14	9,86	4,196	19,12		13,33
3	24,10	22,56	15,68	1,54	2,37	4,196	19,12		13,33
4	22,70	22,56	15,68	0,14	0,02	4,196	19,12	23,49	13,33
5	22,20	22,56	15,68	-0,36	0,13	4,196	19,12	23,68	13,33
6	26,10	22,56	15,68	3,54	12,53	4,196	19,12	23,78	13,33
7	22,70	22,56	15,68	0,14	0,02	4,196	19,12	23,43	13,33
8	23,53	22,56	15,68	0,97	0,94	4,196	19,12	23,63	13,33
9	25,34	22,56	15,68	2,78	7,73	4,196	19,12	24,42	13,33
10	20,06	22,56	15,68	-2,50	6,25	4,196	19,12	22,91	13,33
11	21,80	22,56	15,68	-0,76	0,58	4,196	19,12	22,68	13,33
12	20,70	22,56	15,68	-1,86	3,46	4,196	19,12	21,98	13,33
13	21,23	22,56	15,68	-1,33	1,77	4,196	19,12	20,95	13,33
14	18,41	22,56	15,68	-4,15	17,22	4,196	19,12	20,54	13,33
15	26,04	22,56	15,68	3,48	12,11	4,196	19,12	21,60	13,33
16	21,23	22,56	15,68	-1,33	1,77	4,196	19,12	21,73	13,33
17	22,93	22,56	15,68	0,37	0,14	4,196	19,12	22,15	13,33
18	27,22	22,56	15,68	4,66	21,72	4,196	19,12	24,36	13,33
19	21,02	22,56	15,68	-1,54	2,37	4,196	19,12	23,10	13,33
20	29,84	22,56	15,68	7,28	53,00	4,196	19,12	25,25	13,33
21	21,52	22,56	15,68	-1,04	1,08	4,196	19,12	24,90	13,33
22	27,48	22,56	15,68	4,92	24,21	4,196	19,12	24,97	13,33
23	29,73	22,56	15,68	7,17	51,41	4,196	19,12	27,14	13,33
24	18,12	22,56	15,68	-4,44	19,71	4,196	19,12	24,21	13,33
25	27,52	22,56	15,68	4,96	24,60	4,196	19,12	25,71	13,33
26	21,67	22,56	15,68	-0,89	0,79	4,196	19,12	24,26	13,33
27	15,12	22,56	15,68	-7,44	55,35	4,196	19,12	20,61	13,33
28	29,46	22,56	15,68	6,90	47,61	4,196	19,12	23,44	13,33
29	16,50	22,56	15,68	-6,06	36,72	4,196	19,12	20,69	13,33
30	23,91	22,56	15,68	1,35	1,82	4,196	19,12	21,25	13,33
31	13,67	22,56	15,68	-8,89	79,03	4,196	19,12	20,89	13,33
32	14,62	22,56	15,68	-7,94	63,04	4,196	19,12	17,18	13,33
33	20,86	22,56	15,68	-1,70	2,89	4,196	19,12	18,27	13,33

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (f_c - f_{cr})^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{563,46}{32}} = 4,196 \text{ Mpa}$$



Gambar 6.3 Grafik kuat desak beton Variasi III.

6.2 Pembahasan

Secara umum, hasil pengujian sebagaimana dapat dilihat pada hasil yang telah disajikan diatas memperlihatkan perbedaan kuat tekan beton dengan metode pencampuran yang berbeda-beda.

Pada pembahasan akan diulas tentang kemudahan pekerjaan, evaluasi pekerjaan beton dan evaluasi terjadinya gumpalan.

6.2.1 Kemudahan Pekerjaan

Pada penelitian ini pekerjaan yang dilakukan relatif mudah karena nilai slump yang digunakan adalah 5 cm sampai 7 cm dan setiap variasi menggunakan bahan susun beton yang sama sesuai dengan perhitungan metoda Dreux. Pematatan yang dilakukan yaitu dengan menggunakan tangan, hal ini tidak mengalami kesulitan namun tidak dapat dianggap mudah karena diperlukan ketelitian dan kesabaran dalam melakukannya. Bila terjadi ketidak telitian dan kesalahan akan mengakibatkan masalah yaitu beton akan berongga sehingga kuat tekan beton berkurang.

6.2.3 Evaluasi Pekerjaan Beton

Dari hasil penelitian dapat dilakukan evaluasi pekerjaan beton, yaitu dengan grafik kuat tekan beton. Pada setiap metode pencampuran diperoleh kuat tekan beton rata-rata yang berbeda-beda walaupun dengan perbandingan bahan susun beton yang sama

Dari tabel kuat tekan beton variasi I dan variasi II menunjukkan tidak terdapatnya penyimpangan sebesar 5% dari 33 sampel sedangkan variasi III terdapat penyimpangan lebih 5% dari 33 sampel, hal ini dikarenakan ketidakstabilan dan ketidaktelitian pada saat pemadatan benda uji. Sehingga mengakibatkan terdapatnya rongga pada benda uji yang berpengaruh pada kuat tekan betonnya.

Tabel 6.8 Perbandingan antara rencana dengan hasil kuat desak beton

	Rencana (Mpa)	Hasil		
		Variasi I (Mpa)	Variasi II (Mpa)	Variasi III (Mpa)
f_c	22,5	23,71	16,55	15,68
f_{cr}	31	30,88	24,87	22,56
Sd	5,183	4,37	5,07	4,196

Dari tabel 6.8 dapat dilihat bahwa metode pencampuran yang dapat digunakan adalah Variasi I saja sedangkan Variasi II dan III tidak dapat digunakan karena hasil kuat desak betonnya jauh dari rencana.

Apabila hasil uji kuat tekan pasangan benda uji yang dirawat di lapangan menunjukkan kurang dari 85 persen dari hasil uji benda yang dirawat di laboratorium, maka harus diambil langkah untuk memastikan bahwa struktur beton masih mempunyai kapasitas daya dukung beban yang cukup, artinya tidak membahayakan.

Langkah pertama yang dapat diambil antara lain melakukan analisis ulang struktur berdasarkan kuat tekan beton yang aktual atau uji tidak merusak. Jika langkah pertama telah menunjukkan bahwa struktur tidak akan mampu

menahan beban yang terjadi maka langkah kedua ialah uji bor inti (core drill) pada daerah yang diperkirakan kurang memenuhi syarat. Di daerah yang kuat tekannya diragukan itu minimum diambil tiga buah benda uji bor inti. Selanjutnya kuat tekan beton data dianggap tidak membahayakan jika hasil uji bor inti memenuhi dua syarat berikut:

- a. kuat tekan rata-rata dari tiga benda uji hasil bor inti mempunyai kuat tekan tidak kurang dari $0,85 f'c$.
- b. kuat tekan masing-masing benda hasil uji bor inti tidak satupun yang kurang dari $0,75 f'c$.

Jika hasil uji bor inti ternyata menunjukkan beton tidak memenuhi syarat, maka langkah berikutnya data berupa uji beban untuk menguji bagian struktur yang diragukan atau langkah-langkah lain yang dianggap tepat oleh penanggung jawab proyek.

6.2.4 Evaluasi Terjadinya Gumpalan

Pada pencampuran variasi II terjadi penggumpalan pada adukan beton hal ini berpengaruh pada lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan campuran yang homogen. Terjadinya penggumpalan disebabkan oleh komponen air dengan semen yang sudah tercampur menjadi pasta semen maka terjadi hidrasi. Setelah pasta semen tersebut di campur dengan campuran pasir dan krikil, pasta semen langsung mengikat campuran pasir dan krikil yang menempel terlebih dahulu lalu terjadilah gumpalan-gumpalan campuran beton yang diakibatkan tidak dapat meratanya atau homogen campuran tersebut. Homogenitas

campuran dalam adukan beton yaitu antara bahan-bahan susun beton secara merata, sehingga diperoleh beton yang mampat dan tidak terjadi pengelompokan bahan pembentuk beton yang mengakibatkan rongga-rongga. Agar menghasilkan campuran beton yang homogen perlu waktu yang cukup lama \pm (3 menit)

Pada pencampuran variasi III terjadi penggumpalan hal ini disebabkan karena kurangnya air untuk awal pencampuran, pada pencampuran awal biasanya digunakan 70% air dari yang direncanakan. Pada penelitian ini kami gunakan 50% dari air yang direncanakan kemudian dicampur. Oleh karena itulah terjadi penggumpalan pada campuran beton. Untuk mendapatkan campuran beton yang homogen, diperlukan air yang sangat banyak. Hal ini juga berpengaruh pada lamanya waktu pencampuran, setelah air dicampurkan lagi sebesar 50%, campuran tersebut membutuhkan waktu untuk melepaskan gumpalan-gumpalan sehingga akan menghasilkan campuran yang homogen.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa kuat desak beton pada variasi I memiliki kuat tekan yang paling baik yaitu 30,876 Mpa, sedangkan nilai standar deviasinya memiliki tingkat pengendalian mutu pekerjaan rata-rata baik. Nilai standar deviasi yang paling besar adalah pada variasi III sebesar 4,1945 Mpa.

7.2 Saran

Melihat hasil uji kuat desak beton yang telah didapat maka sarannya adalah sebagai berikut :

1. Bahan-bahan yang akan dipergunakan dalam penelitian sebaiknya dipersiapkan dengan cermat, seperti keadaan pasir, kerikil, semen dalam kondisi yang sama pada setiap metode pencampuran.
2. Sebelum memulai pekerjaan terlebih dahulu mengetahui sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan agar mempermudah melakukan penelitian.
3. Untuk mendapatkan hasil sesuai dengan yang direncanakan kestabilan pekerja harus dipertahankan

4. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan memperhitungkan lamanya waktu pengadukan.
5. Perlunya penelitian lebih lanjut dengan meneliti terjadinya pengikatan beton secara kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo Istimawan, "Struktur Beton Bertulang" Berdasarkan SK-SNI. T-15-1991-03, Departemen Pekerjaan Umum RI, PT Gramedia Pustaka Umum, Jakarta 1999
- Hand out, Program Paska Sarjana Universitas Atma Jaya, Jogjakarta, 1998.
- Murdock L. J; Brook K. M; Stephanus Hindarko, "Bahan dan Praktek Beton Edisi Ke empat", Penerbit Erlangga, Jakarta, 1999
- Nugraeni Fitri; Fadilah Elvi, "Penelitian Pengaruh Bambu Sebagai Fiber Dengan Ukuran Tertentu Pada Beton Fiber", Yogyakarta, 1995
- Pedoman Pengerjaan Beton Berdasarkan SK-SNI-T-15-1991-03, Departemen Pekerjaan Umum, 1993
- Rumiyati Ani; Retnosari Dwi, Studi Komparasi Biaya Pembuatan Beton K-300 dengan Metode ACI dan Metode DREUX", Yogyakarta, 1997
- Suhud R, "Desain Campuran Beton", Jurnal TS ITB, 1991
- Sudira Tata; Saito Shinroku, "pengetahuan Bahan Teknik", PT Prody Paramita, Jakarta, 1987
- Tjokrodimuljo Kardiyono, "Teknologi Beton" JTS FT UGM, Yogyakarta, 1992
- Winter George; Wilson H Arthur, "Perencanaan Struktur Beton Bertulang", Tim editor dan penerjemah ITB, PT Pradnya Pratama, Jakarta, 1987



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT VOLUME AGREGAT HALUS "SSD"

Jenis benda uji : PASIR
Nama benda uji : PASIR
Asal : KALIURANG
Keperluan : BERAT VOLUME
"SSD"

Di periksa oleh :
1. ELSA RUSMAGANTI
2. M. Hariambaning

Tanggal : 30 Jan 2002

ALAT - ALAT

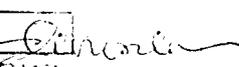
1. Tabung silinder ($\varnothing 15 \times t 30$) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk $\varnothing 16$ panjang 60 cm
4. Serok / sekop, lap dll.

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat tabung (W_1)	4,3 Kg	5,5 Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	15 Kg	16,5 Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t$	0,0053 m^3	0,0053 m^3
Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	2,019 t/m^3	2,075 t/m^3
Berat volume rata-rata	2,047... t/m^3	

Yogyakarta, 30 Jan 2002

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM 
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
 BERAT VOLUME AGREGAT KASAR " SSD "

Jenis benda uji : _____ Di periksa oleh :
 Nama benda uji : KERIKIL 1. Elsa Rismayanti
 Asal : _____ 2. M. Harzambaning
 Keperluan : BERAT VOLUME
" SSD " Tanggal : 24 Jan 02

ALAT - ALAT

1. Tabung silinder (\varnothing 15 x t 30) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk \varnothing 16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop , lap dll.

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat tabung (W_1)	5.6 Kg	5.6 Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	13.8 Kg	14.25 Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t$	0.0053 m ³	0.0053 m ³
Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	19.5 t/m ³	16.3 t/m ³
Berat volume rata-rata	$\frac{19.5 + 16.3}{2} = 17.9 \text{ t/m}^3$	

Yogyakarta, 24 Jan 02

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK



DATA PEMERIKSAAN
 BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis benda uji : _____ Di periksa oleh :
 Nama benda uji : PASIR 1. Elsa Rismayani
 Asal : KALIURANG 2. M. Hanambaning
 Keperluan : BERAT JENIS
 Tanggal : 30 Jan 2002

ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring, Sendok, Lap. dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
		Gram		Gram
Berat agregat (W)	... 400 ...		... 400 ...	
Volume air (V ₁)	... 500 ...	Cc	... 500 ...	Cc
Volume air + Agregat (V ₂)	... 678 ...	Cc	... 678 ...	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	... 2,247 ...		... 2,247 ...	
Berat jenis rata - rata	2,247			

Catatan :

Yogyakarta, 30 JAN - 2002

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
 MODULUS HALUS BUTIR PASIR

Jenis benda uji : _____ Di periksa oleh :
 Nama benda uji : _____ 1. Elsa Rusmayanti
 Asal : _____ 2. M. Harambaning
 Keperluan : _____
 Tanggal : 30 Jan 2002

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
No	Ø lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	4.75	11	6	0.071	0.415	.....	.....
2	2.36	38	228	2.696	1.934	.....	.....
3	1.18	262	247	18.589	17.064	.....	.....
4	0.600	392.5	382	27.849	26.390	.....	.....
5	0.300	309	330	21.924	22.798	.....	.....
6	0.150	136.9	211.5	9.713	14.612	.....	.....
7	Pan	270	243	19.157	16.788	.....	.....
		Jumlah		Jumlah			

$a = 11.071$
 $b = 14.475$

$a = 10.71$
 $b = \frac{1.100}{2.200}$

Jumlah rata - rata _____

MODULUS HALUS BUTIR = $\frac{\text{Jumlah rata-rata}}{100} \times 100\% = \boxed{\text{.....}}$

Yogyakarta, 30 Jan 2002

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

an
LABORATORIUM *Elsa Rusmayanti*
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

KARTU PESERTA BUC

No. Nama No. Meja No. Meja

1. 11111111111111111111 11111111111111111111

JUDUL TUGAS AKHIR

Analisis Metode Pengajaran Paesambutan

PERIODE I SEPTEMBER
TAHUN 2001/2002

- Pendidikan
- Pendidikan Dasar
- Pendidikan Profesi
- Pendidikan Lanjutan
- Sarjana
- Magister
- Doktor



REVISI

Revisi
Sifat
Pembelajaran

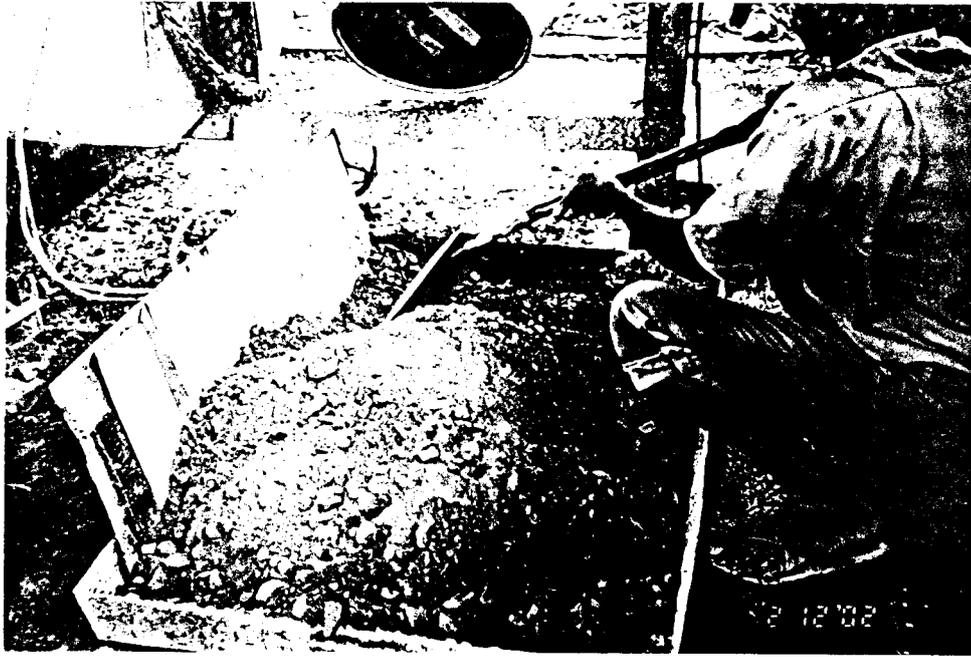


Foto 1. Pengadukan

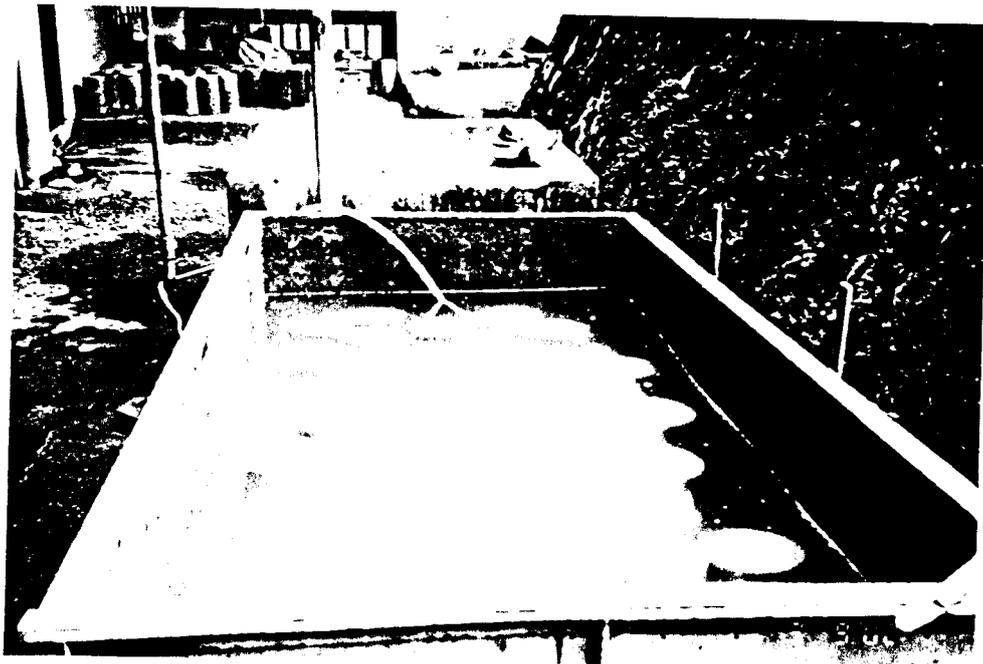


Foto 2. Perawatan