

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Melihat sangat pesatnya perkembangan pembangunan saat ini di Indonesia serta pertumbuhan penduduk yang begitu cepat, dimana hal ini memberi dampak perubahan pada masyarakat terutama pada bidang ekonomi, sosial dan ilmu pengetahuan. Untuk ini diperlukan sarana maupun prasarana yang mendukung. Di dalam pembangunan, sarana maupun prasarana seperti bangunan gedung, jembatan, jalan raya dan lain sebagainya memerlukan suatu konstruksi yang sesuai dengan kondisi di sekitarnya, misalnya konstruksi beton, konstruksi baja, konstruksi jalan raya.

Konstruksi beton adalah suatu konstruksi yang paling umum digunakan karena pembuatannya dapat dilakukan dimana beton tersebut dibutuhkan untuk suatu bangunan. Penggunaan beton sangat fleksibel untuk berbagai bangunan, baik dari bangunan yang kecil hingga bangunan yang sangat besar. Sifat dan kekuatan beton dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perancangan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih.

Penggunaan beton dalam bidang konstruksi cukup menguntungkan karena sifatnya yang tahan terhadap pengaruh korosif, tahan aus, awet dan beton bukanlah bahan yang dapat terbakar.

Dibandingkan material struktural yang dibuat di pabrik dimana material tersebut mempunyai kualitas yang seragam untuk tipe tertentu, beton yang dibuat atas dasar metode perancangan tertentu menghasilkan kekuatan tekan yang acak karena dipengaruhi: kualitas material yang digunakan, proses pembuatan, serta pemeliharaan setelah beton tersebut dibuat.

Beton terdiri dari campuran semen, agregat, air dengan atau tanpa bahan tambah yang semuanya dicampur bersama-sama. Sebelum mengeras beton ini bersifat plastis sehingga mudah untuk dikerjakan dan dicetak dalam bentuk yang kita inginkan. Dalam beberapa jam, semen dan air akan mengalami reaksi kimia yang menghasilkan suatu pengerasan dan penambahan kekuatan. Pertambahan kekuatan ini berlangsung terus dalam suhu yang cocok.

Di dalam pemanfaatannya beton mempunyai kelebihan, yaitu campurannya dapat diformulasikan sesuai dengan kekuatan yang diinginkan terutama dalam menahan gaya tekan. Dalam penggunaannya gaya tekan inilah yang dimanfaatkan semaksimal mungkin, sedangkan gaya tariknya hampir diabaikan. Oleh karena itu dalam penggunaan di lapangan biasanya dikombinasikan dengan besi atau baja, baik sebagai

konstruksi beton bertulang ataupun sebagai konstruksi beton prategang. Kegunaan besi dalam konstruksi beton adalah untuk menahan gaya tarik dan lentur yang diakibatkan oleh pengaruh dari luar.

Konstruksi bangunan penahan beban yang besar, memerlukan konstruksi beton berpenampang besar. Tentu saja kurang efisien, hal ini bisa diatasi dengan meninggikan tegangan dalam beton. Dengan demikian penampang beton dapat didimensi kecil, sehingga mengurangi berat sendiri dan struktur beton yang besar dapat dibuat.

Untuk mendapatkan beton tegangan tinggi ini diperlukan perancangan adukan beton dan pengerjaan pembuatan beton yang sebaik-baiknya. Pada umumnya, beton yang mempunyai kuat tekan tinggi mempunyai sifat yang baik pula, inilah yang disebut dengan beton mutu tinggi.

Mengingat kebutuhan terhadap beton mutu tinggi dalam bidang pembuatan bangunan, maka perlu diketahui dan dipelajari pengetahuan perancangan perbandingan campuran yang sesuai dengan teori perancangan proporsi campuran adukan beton.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan dan campuran beton mutu tinggi.

1.3. Batasan Penelitian

Untuk melaksanakan penelitian ini perlu batasan penelitian.

Adapun batasan penelitian tersebut meliputi :

1. Benda uji yang dirancang adalah beton dengan campuran yang direncanakan mempunyai kuat tekan 500 kg/cm^2 sampai 600 kg/cm^2
2. Agregat halus yang digunakan untuk campuran beton adalah agregat halus dengan ukuran butir maksimum 4,75 mm dan agregat kasar dengan ukuran butir 19 mm.
3. Digunakan semen portland type I merk Gresik, pasir kali Progo dan air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
4. Uji tekan dilakukan terhadap benda uji berupa kubus beton ukuran $7 \text{ cm} \times 7 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$. Karena keterbatasan kemampuan alat uji desak di Laboratorium, untuk ukuran kubus ini dipakai konversi 1,2 terhadap kubus ukuran $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$
5. Pengujian dilaksanakan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

1.4. Metode Penelitian

Metode penelitian ini berupa serangkaian percobaan di laboratorium terhadap unsur pembentuk beton yang mencakup pemeriksaan berat volume agregat, analisa saringan, pemeriksaan kadar

lumpur agregat, pemeriksaan kadar air agregat dan analisa specific gravity.

Rencana kerja yang akan dilakukan adalah :

1. Perancangan awal campuran beton mutu tinggi dengan menggunakan metode DOE yang dipakai sebagai Standar Perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum, dan dimuat dalam buku Standar No. SKSNI T-15-1991-03 dengan judul : "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal".
2. Mengacak campuran beton dengan cara mengubah komposisi adukan beton.
3. Pembuatan benda uji berupa kubus 7 cm x 7 cm x 7 cm yang digunakan untuk uji tekan.
4. Jumlah benda uji untuk tiap campuran 14 buah.
5. Perawatan benda uji dengan cara perendaman.
6. Pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari.
7. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
 - Alat pengaduk beton yaitu cetok.
 - Cetakan benda uji dan alat bantu lain untuk pencetakan dan pemadatan benda uji.
 - Mesin uji tekan.
 - Timbangan.
 - Ayakan dan saringan.

- Oven.
- Talam untuk wadah beton segar.
- Bahan tambah Plasticizer Tricosal BV. Special type E.

1.5. Sistematika Pembahasan.

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima Bab, dimana:

1. Bab pertama, adalah pendahuluan yang membahas latar belakang masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian dan metode penelitian.
2. Bab kedua, membahas Tinjauan Pustaka yang memuat keterangan-keterangan yang didapat dalam pustaka dan rancangan campuran beton.
3. Bab ketiga, membahas pelaksanaan penelitian di laboratorium.
4. Bab keempat, membahas hasil pengujian.
5. Bab kelima, kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batuan yang direkat oleh bahan ikat. Sedangkan menurut SKSNI, beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat⁽¹⁾

Singkatnya dapat dikatakan bahwa hasil reaksi kimiawi antara semen dan air mengikat pasir dan bahan agregat lain untuk membentuk beton.

Untuk mendapatkan mutu beton yang baik, maka harus dipilih unsur-unsur pembentuk beton seperti semen, agregat dan air yang sesuai dengan persyaratan yang berlaku serta dalam tahap pelaksanaan pembuatan dan perawatannya harus mendapat perhatian yang baik pula.

2.1. Material Penyusun Beton

2.1.1. Semen

Semen dipakai sebagai bahan ikat hidrolis untuk pembuatan beton. Hidrolis berarti :

- Semen bereaksi dengan air dan membentuk suatu batuan massa.
- Suatu produksi keras (batuan semen) yang kedap air.

Semen adalah suatu hasil produksi yang dibuat di pabrik semen. Pabrik-pabrik semen memproduksi bermacam-macam jenis semen dengan sifat-sifat dan karakteristik yang berlainan. Semen dibedakan dalam dua kelompok utama yaitu:^[2]

1. Semen dari bahan klinker semen portland :

- semen portland
- semen portland abu terbang
- semen portland berkadar besi
- semen tanur tinggi "Hoogoven Cement"
- semen portland "Tras / Puzzolan"
- semen portland putih

2. Semen-semen lain :

- almunium semen
- semen bersulfat

Perbedaan di atas berdasarkan karakter dari reaksi pengerasan kimiawi. Semen-semen dari kelompok pertama yang satu dengan yang

lain tidak saling bereaksi (membentuk persenyawaan lain). Semen kelompok kedua bila saling dicampur atau bercampur dengan kelompok pertama akan membentuk suatu persenyawaan baru, ini berarti semen dari kelompok kedua tidak boleh dicampur. Semen portland dan semen portland abu terbang adalah semen yang umum dipakai di Indonesia. Semen portland dibuat dari semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat (umumnya gips). Bagian utama dari klinker ini adalah seperti tabel 2.1.^[2]

Tabel 2.1. Bagian Utama Dari Klinker

Nama Senyawa	Komposisi oksida	Singkatan
Dikalsium Silikat	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S
Trikalsium Silikat	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S
Trikalsium Alumina	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A
Tetrakalsium Alumina Ferrit	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF

Karena ada berbagai jenis semen untuk berbagai tujuan, maka perlu dipelajari karakteristik dari semen yaitu seperti berikut ini :

Type I : Digunakan untuk semua tujuan.

Type II : Relatif sedikit pelepasan panas, digunakan untuk struktur besar.

Type III : Mencapai kekuatan tinggi pada umur tiga hari.

Type IV : Digunakan pada bendungan beton.

Type V : Digunakan pada saluran dan struktur yang diekspose terhadap sulfat.^[3]

2.2.2. Agregat

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya kekuatan beton maupun mortar. Pada beton biasanya terdapat sekitar 60% - 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai pengisi celah yang ada di antara agregat berukuran besar. Dua jenis Agregat pada beton normal adalah:^[4]

1. Agregat kasar (krikil, batu pecah atau pecahan-pecahan dari blast furnace) dengan ukuran butiran lebih besar dari 4,76 mm.
2. Agregat halus (pasir alami dan buatan) dengan ukuran butiran maksimum 4,76 mm.

Karena agregat kasar merupakan bahan yang terbanyak di dalam beton, maka makin banyak persen agregat dalam campuran akan semakin murah harga beton, dengan syarat campurannya masih cukup mudah dikerjakan untuk elemen struktur yang memakai beton tersebut^[4].

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Sesuai dengan syarat-syarat

pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton, maka agregat halus harus memenuhi satu, beberapa atau semua ayat berikut ini:

- **Agregat halus harus terdiri dari butir yang tajam, kuat dan bersudut.**
- **Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.**
- **Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5%, maka agregat halus harus dicuci.**
- **Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder (dengan larutan NaOH).**
- **Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 hari dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan air, pada umur yang sama.**
- **Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan harus memenuhi syarat-syarat berikut:**
 1. **Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat.**
 2. **Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat.**

3. Sisa di atas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80% dan 95% berat.

- Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui⁽³⁾

2.2.3. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 30% berat semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air ini dipakai sebagai pelumas. Tetapi perlu dicatat bahwa tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan rendah serta betonnya porous. Selain itu, kelebihan air akan bersama-sama dengan semen bergerak ke permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang (bleeding) yang kemudian menjadi buih dan merupakan suatu lapisan tipis yang dikenal dengan "laitance" (selaput tipis). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah. Apabila ada kebocoran cetakan, air bersama-sama semen juga dapat keluar, sehingga terjadilah sarang-sarang kerikil.

Adapun syarat air yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat beton adalah sebagai berikut:

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung chlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Air yang dapat diminum umumnya memenuhi syarat sebagai bahan campuran beton, sedangkan untuk perawatannya dapat dipakai air untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan hingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organis dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatan cukup lama. Secara umum, air yang dapat dipakai sebagai bahan pencampur beton ialah air yang bila dipakai dapat menghasilkan beton dengan kekuatan yang lebih dari 90% kekuatan beton yang memakai air suling.^[5]

2.2.4. Bahan Tambah

Bahan tambahan adalah suatu bahan berupa bubukan atau cairan yang dibubuhkan ke dalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifatnya.

Bahan tambahan ini ada beberapa macam dilihat dari tipenya :

1. Bahan tambahan tipe A adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan.
2. Bahan tambahan tipe B adalah bahan tambahan yang digunakan untuk memperlambat waktu pengikatan beton.
3. Bahan tambahan tipe C adalah bahan tambahan yang digunakan untuk mempercepat waktu pengikatan dan menambah kekuatan awal beton.
4. Bahan tambahan tipe D adalah bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.
5. Bahan tambahan tipe E adalah bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan dan juga untuk mempercepat waktu pengikatan dan menambah kekuatan awal beton.
6. Bahan tambahan tipe F adalah bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan.
7. Bahan tambahan tipe G adalah bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.

Tabel 2.2. Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur.⁽⁶⁾

Umur beton (hari)	3	7	14	28	365
Semen Portland biasa	0,40	0,65	0,88	1,0	1,35
Semen Portland dengan bahan tambah tipe E	0,50	0,715	0,968	1,1	1,35

2.3. Metode Perancangan Campuran Beton

Bermacam-macam cara untuk mendesain campuran beton, agar beton yang dihasilkan sesuai dengan yang direncanakan, baik sifat-sifat mekanis maupun sifat-sifat yang lainnya. Semen yang merupakan bahan pengikat dalam campuran beton ini mempunyai peranan besar dalam menentukan kekuatan beton tersebut, sehingga banyak orang beranggapan bahwa kenaikan kekuatan beton hanya ditentukan oleh penambahan semen saja. Hal ini tidak mutlak, karena ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi, yaitu kekompakan butiran (faktor granular) dan perbandingan berat semen terhadap berat air. Dengan demikian, ada korelasi antara kekuatan beton, kekuatan semen, kekompakan butiran, jumlah air dan jumlah semen yang dipakai.

2.3.1. Perancangan Campuran Beton Dengan Metode DOE (Inggris)

Untuk mendesain campuran beton sesuai dengan standar perencanaan yang dipakai oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia digunakan tabel dan grafik.

Langkah-langkah pokok cara DOE / Departemen Pekerjaan Umum ini ialah:

1. Penetapan kuat tekan beton yang disyaratkan (f'_c) pada umur tertentu.

Kuat tekan beton yang disyaratkan ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan strukturnya dan kondisi setempat.

2. Penetapan nilai deviasi standar (Sd).

Deviasi standar ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Makin baik mutu pelaksanaan, makin kecil nilai deviasi standarnya. Penetapan nilai deviasi standar ini berdasarkan hasil pengalaman praktek pelaksana pada waktu yang lalu, untuk pembuatan beton mutu yang sama dan menggunakan bahan dasar yang sama pula.

- a. Jika pelaksana mempunyai data hasil pembuatan beton serupa pada masa yang lalu, maka persyaratannya jumlah data hasil uji minimum 30 buah. Jika jumlah data hasil uji kurang dari 30 buah, maka dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu faktor pengali, seperti tampak pada tabel berikut:

Tabel 2.3. Faktor Pengali Deviasi Standar

Jumlah data	30	25	20	15	< 15
Faktor Pengali	1,0	1,03	1,08	1,16	tidak boleh

- b. Jika pelaksana tidak mempunyai catatan / pengalaman hasil pengujian beton pada masa lalu yang memenuhi persyaratan tersebut (termasuk data hasil uji kurang dari 15 buah), maka nilai margin (M) langsung diambil sebesar 12 Mpa.

Tabel 2.4. Nilai deviasi standar untuk berbagai tingkat pengendalian mutu 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

3. Penghitungan nilai tambah / Margin (M)

Nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar (Sd) dengan rumus berikut:

$$M = k \cdot Sd$$

dengan :

$$M = \text{nilai tambah (Mpa)}$$

$$k = 1,64$$

$$Sd = \text{deviasi standar (Mpa)}$$

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan diperoleh dengan rumus:

$$f_{cr} = f_c + M$$

dengan :

$$f_{cr} = \text{kuat tekan rata-rata, Mpa}$$

$$f_c = \text{kuat tekan yang disyaratkan, Mpa}$$

$$M = \text{nilai tambah, MPa}$$

5. Penetapan jenis semen portland.
6. Penetapan jenis agregat.
7. Menetapkan faktor air semen, berdasarkan jenis semen yang dipakai, jenis agregat kasar, dan kuat tekan rata-rata yang direncanakan pada umur tertentu, ditetapkan nilai faktor air semen dengan tabel 2.5 dan gambar 1 (lampiran).

Tabel 2.5. Perkiraan kuat tekan beton (MPa) dengan faktor air semen 0,50

jenis semen	jenis agregat kasar	umur (hari)			
		3	7	28	41
I, II, IV	alami	17	23	33	40
	batu pecah	19	27	37	45
III	alami	21	28	38	44
	batu pecah	25	33	44	48

8. Penetapan Nilai Slump.

Penetapan nilai slump dilakukan dengan memperhatikan pelaksanaan pembuatan, pengangkutan, penuangan, pemadatan maupun jenis strukturnya.

9. Penetapan besar butir agregat maksimum.

Penetapan besar butir agregat maksimum dilakukan berdasarkan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan berikut :

- a. $\frac{3}{4}$ kali jarak bersih minimum antar baja tulangan, atau berkas baja tulangan, atau tendon prategang atau selongsong.
- b. $\frac{1}{3}$ kali tebal plat.
- c. $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antara bidang samping dari cetakan.

10. Tetapan jumlah air yang diperlukan per m^3 beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat dan slump yang diinginkan, lihat tabel 2.6.

Tabel 2.6. Perkiraan kebutuhan air per m^3 beton (liter)

Ukuran maksimum butir (mm)	Jenis batuan	Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 90
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

Pada tabel 2.6 apabila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai dari jenis yang berbeda (alami dan pecahan), maka jumlah air yang diperkirakan diperbaiki dengan rumus:

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

dimana :

A = Jumlah air yang dibutuhkan, liter/m³.

A_h = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus nya.

A_k = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasar.

11. Hitung berat semen yang diperlukan.

12. Penentuan daerah gradasi agregat halus.

Berdasarkan gradasinya (hasil analisis ayakan) agregat halus yang akan dipakai dapat diklasifikasikan menjadi 4 daerah. Penentuan daerah gradasi ini didasarkan atas grafik gradasi yang diberikan dalam tabel 2.7.

Tabel 2.7 Batas gradasi pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	1	2	3	4
10,00	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

13. Perbandingan agregat halus dan agregat kasar.

Nilai banding antara agregat halus dan agregat kasar diperlukan untuk memperoleh gradasi agregat campuran yang baik. Pada langkah ini dicari nilai banding antara berat agregat halus dan berat agregat campuran. Penetapan dilakukan dengan memperhatikan

besar butir maksimum agregat kasar, nilai slump, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus. Berdasarkan data tersebut dan grafik pada gambar 3 (lampiran) dapat diperoleh persentase berat agregat halus terhadap berat agregat campuran.

14. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat jenis agregat campuran} = \frac{P}{100} \times \gamma_{Ah} + \frac{k}{100} \times \gamma_{Ak}$$

Dimana :

P = persentase agregat halus terhadap agregat campuran.

k = Persentase agregat kasar terhadap agregat campuran.

γ_{Ah} = Berat jenis agregat halus.

γ_{Ak} = Berat jenis agregat kasar.

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis agregat campuran} &= \frac{37}{100} \times 2,734 + \frac{63}{100} \times 2,814 \\ &= 2,7844 \end{aligned}$$

Berat jenis agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium, namun jika tidak ada dapat diambil sebesar 2,60 untuk agregat alami dan 2,70 untuk agregat pecahan.

15. Penentuan berat jenis beton.

Dengan data berat jenis agregat campuran dari langkah 14 dan kebutuhan air tiap m³ betonnya, maka dengan grafik pada gambar 4 (lampiran) dapat diperkirakan berat jenis betonnya.

16. Kebutuhan agregat campuran.

Kebutuhan agregat campuran dihitung dengan cara: berat beton per m^3 dikurangi kebutuhan air dan semen.

17. Hitung berat agregat halus yang diperlukan.

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan cara mengalikan kebutuhan agregat campuran dengan prosentase berat agregat halusnya.

18. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan.

Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan cara mengurangi kebutuhan agregat campuran dengan kebutuhan agregat halus.

Dalam perhitungan diatas, agregat halus dan agregat kasar dianggap dalam keadaan jenuh kering muka, sehingga di lapangan yang pada umumnya keadaan agregatnya tidak jenuh kering muka, maka harus dilakukan koreksi terhadap kebutuhan bahannya. Koreksi harus selalu dilakukan minimum satu kali per hari. Hitungan koreksi dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$1. \text{ Air} = A - \left[\frac{A_h - A_1}{100} \right] \times B - \left[\frac{A_k - A_2}{100} \right] \times C$$

$$2. \text{ Agregat halus} = B + \left[\frac{A_h - A_1}{100} \right] \times B$$

$$3. \text{ Agregat kasar} = C + \left[\frac{A_k - A_2}{100} \right] \times C$$

dimana:

- A = jumlah kebutuhan air (liter/m^3)
- B = jumlah kebutuhan agregat halus (kg/m^3)
- C = jumlah kebutuhan agregat kasar (kg/m^3)
- A_h = kadar air sesungguhnya dalam agregat halus (%)
- A_k = kadar air sesungguhnya dalam agregat kasar (%)
- A_1 = kadar air pada agregat halus jenuh kering muka (%)
- A_2 = kadar air pada agregat kasar jenuh kering muka (%)

2.4. Metode Perawatan

Hidrasi pada semen terjadi karena adanya uap air pada temperatur 50°F . Kondisi ini harus dipertahankan agar reaksi hidrasi kimia terjadi. Jika beton terlalu cepat mengering, maka dapat terjadi retak pada permukaannya. Kekuatan beton akan berkurang sebagai akibat retak ini, juga akibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimiawi penuh. Kondisi perawatan yang baik dapat dicapai dengan menggunakan salah satu metode dibawah ini:

- a. Beton dibasahi terus menerus dengan air
- b. Beton direndam didalam air.
- c. Beton dilindungi dengan karung basah, film plastik atau kertas perawatan tahan air.
- d. Dengan menggunakan perawatan gabungan acuan membran cair untuk mempertahankan uap air semula dari beton basah.

- e. Perawatan uap untuk beton yang dihasilkan dari kondisi pabrik, seperti pipa dan balok pracetak, dan tiang atau girder pratekan. Temperatur perawatan uap ini sekitar 150°F. Lamanya perawatan biasanya satu hari, sementara kalau menggunakan cara lain sekitar 5 sampai 7 hari.⁽⁴⁾

2.5. Metode Pengujian Kuat Tekan.

Kuat tekan dipengaruhi oleh kuat ikat pasta semen, homogenitas campuran, perbandingan campuran, kemampuan.

Kuat ikat pasta semen ditentukan oleh mutu bahan ikat dan kualitas air. Dengan digunakannya mutu bahan ikat yang tinggi dan kualitas air yang memenuhi syarat, maka akan dihasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi.

Homogenitas campuran dalam adukan beton yaitu saling mengisi antara bahan-bahan pembentuk beton secara merata, sehingga diperoleh beton yang pampat dan tidak terjadi pengelompokan bahan pembentuk beton yang menyebabkan rongga-rongga.

Perbandingan jumlah bahan pembentuk beton pada campuran yang proporsional dapat menghasilkan beton yang lebih pampat dan homogen, yaitu apabila bahan-bahan tersebut saling mengisi.

Kemampatan beton dapat dipengaruhi oleh penggunaan jumlah bahan pembentuk beton yang proporsional dan pengadukan yang merata, sehingga terjadi percampuran yang baik dan homogen. Makin pampat

beton maka makin sedikit rongga atau keropos sehingga menghasilkan kuat tekan yang tinggi.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk kubus ukuran 7 cm x 7 cm x 7 cm, dan di tes pada umur 7 hari. Kuat tekan beton dapat diketahui dengan cara membagi beban ultimit yang dicapai dengan luas permukaan bagian yang ditekan, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

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

Dimana :

σ = Kuat tekan beton (Kg/cm²)

P = Beban ultimit (Kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Perancangan Campuran Beton.

Untuk melengkapi perhitungan komposisi material yang dibutuhkan dalam campuran beton, maka terlebih dahulu harus dilakukan pengujian terhadap material yang akan digunakan. Data-data hasil pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

- Modulus kehalusan pasir = 3,106.
- Ukuran kerikil maksimum = 20 mm.
- Specific Gravity pasir = 2,734.
- Specific Gravity kerikil = 2,814.
- Specific Gravity semen = 3,150.
- Kadar air agregat halus = 2,84%.
- Kadar air agregat kasar = 1,523%.
- Kadar air agregat halus jenuh kering muka = 1,010%.
- Kadar air agregat kasar jenuh kering muka = 1,827%.

3.1.1. Penentuan Faktor Air Semen (FAS).

Penentuan faktor air semen ini menggunakan metode Inggris (DOE) yang merupakan standar Dinas Pekerjaan Umum. Dalam

penentuan komposisi semen dan air digunakan tabel-tabel dan grafik-grafik. Penentuan komposisi ini sebagai berikut:

1. Kuat tekan yang direncanakan pada umur 28 hari, $f'_c = 50$ Mpa.
2. Nilai tambah (M) diambil = 12 Mpa.
3. Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'_{cr})

$$f'_{cr} = 50 + 12 = 62 \text{ Mpa.}$$
4. Dipakai semen portland tipe I merk gresik.
5. Jenis agregat kasar = batu pecah dengan ukuran maksimum 20 mm.
 Jenis agregat halus = pasir alam dengan ukuran maksimum 4,75 mm.
6. Faktor air semen (fas) = 0,324 ; didapat dari grafik hubungan faktor air semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton, yaitu pada tabel 2.5 dan gambar 1 (lampiran).

3.1.2. Penentuan Jumlah Air dan Semen.

1. Penetapan jumlah air yang diperlukan per m^3 beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat dan slump yang diinginkan, lihat tabel 2.6.
 - Nilai slump direncanakan = (10 - 30) mm.
 - Ukuran maksimum agregat kasar = 20 mm.
 - Kebutuhan air :

Rumus:

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

Dimana :

$A =$ kebutuhan air (l/m^3 beton).

$A_h =$ Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus.

$A_k =$ Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasar.

$$A = 0,67 \times 160 + 0,33 \times 190 = 169,9 \text{ l/m}^3 \text{ beton.}$$

$$\text{Kebutuhan air per m}^3 \text{ beton} = 169,9 \text{ liter.}$$

2. Penetapan jumlah semen .

$$F_{as} = 0,324$$

$$\text{Kebutuhan air per m}^3 \text{ beton} = 169,9 \text{ liter.}$$

$$\text{kebutuhan semen per m}^3 = \frac{169,9}{0,324} = 524,383 \text{ kg.}$$

3.1.3. Menentukan Komposisi Agregat.

1. Menentukan persentasi agregat halus terhadap agregat campuran.

- Berdasarkan hasil analisis saringan agregat halus yang dipakai termasuk dalam daerah (1).
- Slump yang direncanakan = (10 - 30) mm.
- Faktor air semen = 0,324.
- Jumlah agregat halus diambil = 37% terhadap agregat campuran, dapat dilihat dari gambar 3 (lampiran).

2. Menentukan berat jenis agregat campuran.

Rumus :

$$\text{Berat jenis agregat campuran} = \frac{P}{100} \times \gamma \text{ Ah} + \frac{k}{100} \gamma \text{ Ak.}$$

Dimana :

P = persentase agregat halus terhadap agregat campuran.

K = Persentase agregat kasar terhadap agregat campuran.

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis agregat campuran} &= \frac{37}{100} \times 2,734 + \frac{63}{100} \times 2,814 \\ &= 2,7844 \end{aligned}$$

3.1.4. Menentukan Berat Jenis Beton.

Berat jenis agregat campuran = 2,7844.

Kebutuhan air per m³ beton = 169,9 liter.

Dari grafik gambar 5 (lampiran) didapat :

berat jenis beton = 2517 kg/m³.

3.1.5. Menentukan Kebutuhan Agregat.

Kebutuhan agregat campuran = 2517 - 524,383 - 169,9
= 1822,717 kg/m³ beton.

Kebutuhan agregat halus = 0,37 x 1822,717 kg
= 674,405 kg/m³ beton.

Kebutuhan agregat kasar = 0,63 x 1822,717 kg
= 1148,312 kg/m³ beton.

3.1.6. Koreksi Terhadap Kebutuhan Material

Koreksi terhadap kebutuhan :

$$1. \text{ Air} = A \cdot \left[\frac{A_h - A_1}{100} \right] \times B \cdot \left[\frac{A_k - A_2}{100} \right] \times C$$

$$2. \text{ Agregat halus} = B + \left[\frac{A_h - A_1}{100} \right] \times B$$

$$3. \text{ Agregat kasar} = C + \left[\frac{A_k - A_2}{100} \right] \times C$$

dimana:

A = jumlah kebutuhan air (liter/m³)

B = jumlah kebutuhan agregat halus (kg/m³)

C = jumlah kebutuhan agregat kasar (kg/m³)

A_h = kadar air sesungguhnya dalam agregat halus (%)

A_k = kadar air sesungguhnya dalam agregat kasar (%)

A₁ = kadar air pada agregat halus jenuh kering muka (%)

A₂ = kadar air pada agregat kasar jenuh kering muka (%)

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air} &= 169,9 \cdot \left[\frac{2,84 - 1,01}{100} \right] \times 674,405 - \left[\frac{1,52 - 1,83}{100} \right] \times 1148,312 \\ &= 161,05 \text{ l/m}^3 \text{ beton.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan agregat halus} &= 674,405 + \left[\frac{2,84 - 1,01}{100} \right] \times 674,405 \\ &= 686,747 \text{ kg/m}^3 \text{ beton.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan agregat kasar} &= 1148,312 + \left[\frac{1,52 - 1,83}{100} \right] \times 1148,312 \\ &= 1144,82 \text{ kg/m}^3 \text{ beton.} \end{aligned}$$

Komposisi akhir untuk pembulatan 1 m³ beton adalah sebagai berikut :

Semen	= 524,383 kg
Air	= 161,05 kg
Agregat halus	= 686,747 kg
Agregat kasar	= 1144,82 kg

Dari data tersebut dapat diketahui komposisi perancangan awal material penyusun beton untuk 14 buah benda uji berbentuk kubus dengan ukuran (7 cm x 7 cm x 7 cm) yaitu :

a. Air	= 0,7734 kg.
b. Semen	= 2,5181 kg.
c. Agregat halus	= 3,298 kg.
d. Agregat kasar	= 5,497 kg.
e. Bahan tambah tricosal BV Special	= 6,295 cc.

Untuk perancangan selanjutnya diadakan perubahan terhadap komposisi material penyusun beton, perancangan ini baru dapat dibuat setelah perancangan sebelumnya dilihat hasil pencetakan dan pengujian kuat tekannya.

Guna meningkatkan kuat tekan beton, memudahkan pengerjaan dan mengurangi pori yang timbul, dilakukan penambahan semen sebanyak 50 kg dan penambahan bahan tambah Tricosal BV Special sebanyak 125 cc terhadap 1 m³ beton komposisi campuran sebelumnya.

Komposisi beton dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Komposisi Penyusun Beton untuk benda uji.

Campuran	semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (kg)	Bahan tambah (cc)
I	524,38	686,75	1144,82	161,05	1310,91
II	524,38	740,73	1182,21	168,37	1310,91
III	574,76	686,75	1144,82	177,36	1436,90
IV	574,76	740,73	1182,21	186,38	1436,90
V	624,95	686,75	1144,82	177,36	1562,47
VI	624,95	740,73	1182,21	186,38	1562,47
VII	674,93	686,75	1144,82	177,36	1687,21
VIII	724,91	686,75	1144,82	177,36	1812,16
IX	724,91	686,75	1144,82	225,95	1812,16

3.2. Pelaksanaan Penelitian

Beton yang akan dirancang dengan komposisi material tertentu apabila pelaksanaannya tidak dilakukan dengan baik maka kekuatan rencana beton sulit untuk dicapai. Oleh karena itu perlu diperhatikan prosedur pelaksanaan perancangan beton seperti yang diuraikan berikut ini :

3.2.1. Persiapan Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir, kerikil, semen, air, dan bahan tambahan tipe E (Tricosal BV Special). Semua bahan-bahan tersebut kecuali air harus diperoleh dari luar karena tidak tersedia di laboratorium.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Alat pengaduk beton (cetok).
- Cetakan benda uji dan alat-alat bantu lain untuk pencetakan dan pemadatan benda uji.
- Mesin uji tekan.
- Timbangan.
- Ayakan.
- Oven.
- Talam untuk wadah beton segar.

3.2.2. Pembuatan Benda Uji (Beton) dan Perawatannya

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bahan-bahan dan alat-alat yang diperlukan untuk pembuatan beton dipersiapkan terlebih dahulu.
- b. Bahan-bahan yang diperlukan dimasukkan ke dalam wadah adukan, berturut-turut kerikil, pasir dan semen.
- c. Kemudian dilakukan pengadukan bahan-bahan tersebut agar campurannya merata.
- d. Setelah tercampur rata diberi air sesuai dengan jumlah yang direncanakan.

Penambahan air dilakukan bertahap yaitu sedikit demi sedikit, lalu adukan diulangi dan ditambahkan sisa air dan bahan tambahan yang sebelumnya sudah diencerkan terlebih dahulu dengan air. Harus

diingat bahwa jumlah air dan bahan tambah adalah dalam jumlah yang telah direncanakan.

- e. Setelah adukan merata diisikan kedalam cetakan, sebelumnya cetakan diolesi dengan oli dulu (supaya mudah dilepas kembali) dan cetakan harus terikat rapat.

Pengisian adukan ini dilakukan secara bertahap. Tiap bagian ini ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali dengan tongkat baja untuk pemadatan adukan.

- f. Setelah semua cetakan terisi penuh, permukaannya diratakan dan disimpan ditempat yang lembab dengan suhu sekitar $18^{\circ} - 22^{\circ}\text{C}$ dan didiamkan selama 24 jam.
- g. Setelah didiamkan selama 24 jam beton dikeluarkan dari cetakannya.

3.2.3. Perawatan Beton

Untuk memperoleh hasil pengujian yang sesuai dengan yang diharapkan, maka setelah beton dikeluarkan dari cetakannya, segera dilakukan perawatan (Curing) dengan cara merendam beton beton-beton tersebut dalam air. Sehari sebelum diadakan pengetesan, beton tersebut diangkat dari dalam air dan ditiriskan.

3.3. Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan

Pada pelaksanaan pengujian ini harus diperhatikan kesiapan dari alat-alat yang akan digunakan dan juga kesiapan dari operator yang akan mengoperasikan alat-alat tersebut agar pelaksanaan pengujian

dapat berjalan sesuai dengan rencana. Jumlah personel yang terlibat minimal 2 orang, masing-masing mempunyai tugas sendiri-sendiri. Satu orang sebagai pengatur kerja mesin sekaligus sebagai pembaca jarum penunjuk beban maksimal dan seorang mencatat hasil pembacaan tersebut.

Sebelum pengujian dilakukan, setiap benda uji ditimbang terlebih dahulu dan diukur luas penampangnya dan dicatat.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk pengujian desak ini adalah sebagai berikut:

- a. Benda uji diletakkan dalam posisi tegak lurus dengan bidang rata pada mesin tekan. Sebelumnya permukaan dari benda uji harus rata, karena hal ini dapat mengakibatkan kekurangan telitian pada saat pengujian.
- b. Kecepatan penekanan adalah $160 \text{ kg/cm}^2/\text{detik}$.
- c. Pada saat keruntuhan tercapai kecepatan penekanan ditingkatkan ± 2 sampai $4 \text{ kg/cm}^2/\text{detik}$.

BAB IV

HASIL PENGUJIAN

4.1. Umum.

Hasil penelitian yang diperoleh dari pengujian di Laboratorium akan dikaji dan dievaluasi pada bab ini. Kajian dan evaluasi meliputi :

- Pengaruh komposisi campuran terhadap workability pada pencetakan.
- Hasil pengujian kuat tekan beton dari berbagai variasi campuran beton.
- Pembahasan berat satuan beton dan komposisi campuran beton.

4.2. Evaluasi Pekerjaan Terhadap Workability.

Dari perancangan awal beton dalam penelitian ini, yang didasarkan pada kuat tekan beton sebesar 50 Mpa, dihasilkan suatu adukan beton yang pekat sehingga pekerjaan pemadatan pada pencetakan kubus beton sangat sulit, kubus beton yang dihasilkan sangat keropos. Untuk mengatasi ini, diadakan penambahan semen sebesar 50 kg, air dan bahan tambah merk Tricosal BVS terhadap campuran awal dengan faktor air semen yang sama.

Guna menaikkan kuat tekan beton, campuran berikutnya ditambah semen dengan interval 50 kg untuk tiap campuran. Setiap

penambahan 50 kg semen diikuti dengan penambahan 125 cc Tricosal BVS dan pengurangan air sebanyak 125 cc.

Penambahan semen dihentikan sampai adukan beton tidak dapat dikerjakan lagi. Pada penelitian ini, penambahan semen dihentikan pada campuran ke 8. Untuk campuran ke 9 faktor air semen dibuat sama seperti campuran awal ($f_{as} = 0,324$), sedangkan berat semennya sama dengan campuran ke 8.

4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan.

Kuat tekan beton dapat diketahui dengan cara membagi beban ultimit yang dicapai dengan luas permukaan bagian yang ditekan. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1. Hasil Tes Kuat Tekan Beton Campuran I

No	Tanggal		Bentuk	Umur Hari	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
	Cetak	Test				p(cm)	l (cm)			
1	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,868	7,11	7,12	7,15	198	330,3703
2	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,849	7,20	7,09	7,13	157	259,7803
3	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,819	6,96	7,10	7,16	139	237,5924
4	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,852	7,21	7,08	7,12	159	263,0958
5	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,862	7,16	7,01	7,18	142	238,9696
6	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,886	7,15	7,20	7,25	225	369,1725
7	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,838	7,05	7,20	7,20	165	274,5666
8	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,818	7,05	7,20	7,10	163	271,2385
9	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,858	7,05	7,15	7,20	155	259,7299
10	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,808	7,10	7,20	7,15	120	198,2786
11	13-1-96	10-2-96	kubus	28	0,871	7,29	7,11	7,25	301	490,5177
12	13-1-96	10-2-96	kubus	28	0,863	7,15	7,05	7,18	290	485,9462
13	13-1-96	10-2-96	kubus	28	0,793	6,97	7,20	7,20	295	496,5261
14	13-1-96	10-2-96	kubus	28	0,823	7,10	7,11	7,02	298	498,6246

Tabel 4.2. Hasil Tes Kuat Tekan Beton Campuran II

No	Tanggal		Bentuk	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi l (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
	Cetak	Test				p(cm)	l (cm)			
1	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,891	7,21	7,08	7,21	186	307,7725
2	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,867	7,12	6,91	7,31	124	212,8869
3	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,886	7,19	7,23	7,11	176	285,9768
4	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,885	7,07	7,17	7,15	185	308,2610
5	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,881	7,14	7,04	7,11	153	257,1023
6	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,874	7,20	7,10	7,15	210	346,9875
7	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,856	7,10	7,00	7,20	195	331,4058
8	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,895	7,20	7,20	7,15	285	464,3711
9	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,878	7,00	7,15	7,25	215	362,8438
10	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,873	7,00	7,20	7,10	205	343,5648
11	13-1-96	10-2-96	kubus	28	0,867	7,00	7,02	7,25	343	589,5821
12	13-1-96	10-2-96	kubus	28	0,849	7,00	7,10	7,20	397	674,7136
13	13-1-96	10-2-96	kubus	28	0,850	7,02	7,03	7,20	341	583,6430
14	13-1-96	10-2-96	kubus	28	0,872	7,15	7,15	7,20	353	583,2409

Tabel 4.3. Hasil Tes Kuat Tekan Beton Campuran III

No	Tanggal		Bentuk	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi l (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
	Cetak	Test				p(cm)	l (cm)			
1	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,860	7,10	7,10	7,10	179	299,9312
2	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,884	7,11	7,11	7,11	190	317,4578
3	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,870	7,15	7,10	7,15	181	301,1616
4	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,875	7,05	7,05	7,40	176	299,1023
5	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,874	7,15	7,15	7,10	183	302,3600
6	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,859	7,09	7,11	7,16	261	437,3307
7	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,867	7,11	7,10	7,29	259	433,3683
8	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,859	7,18	7,00	7,14	271	455,4410
9	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,877	7,05	7,11	7,30	260	440,6269
10	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,868	7,10	7,10	7,20	262	439,0055
11	18-1-96	15-2-96	kubus	28	0,876	7,11	7,10	7,30	395	660,9285
12	18-1-96	15-2-96	kubus	28	0,882	7,08	7,10	7,32	399	670,4504
13	18-1-96	15-2-96	kubus	28	0,836	7,05	7,05	7,10	390	662,7836
14	18-1-96	15-2-96	kubus	28	0,889	7,20	7,15	7,25	410	672,7143

Tabel 4.4. Hasil Tes Kuat Tekan Beton Campuran IV

No	Tanggal		Bentuk	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
	Cetak	Tes				p(cm)	l (cm)			
1	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,883	7,20	7,10	7,15	180	297,4178
2	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,889	7,12	7,10	7,15	190	317,4685
3	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,898	7,15	7,25	7,15	199	324,2607
4	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,885	7,10	7,15	7,05	194	322,7919
5	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,880	6,95	7,15	7,25	170	208,9638
6	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,895	7,03	7,18	7,20	249	416,6822
7	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,875	7,10	7,05	7,10	237	399,9321
8	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,868	7,10	6,97	7,02	230	392,5745
9	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,869	7,00	7,19	7,23	225	377,6078
10	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,873	7,16	7,15	7,00	232	382,7844
11	18-1-96	15-1-96	kubus	28	0,869	7,15	7,10	7,10	380	632,2729
12	18-1-96	15-1-96	kubus	28	0,862	7,20	7,05	7,10	375	624,0149
13	18-1-96	15-1-96	kubus	28	0,883	7,20	7,05	7,20	396	658,9598
14	18-1-96	15-1-96	kubus	28	0,889	6,95	7,15	7,40	387	657,8176

Tabel 4.5. Hasil Tes Kuat Tekan Beton Campuran V

No	Tanggal		Bentuk	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
	Cetak	Tes				p(cm)	l (cm)			
1	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,874	7,07	7,11	7,20	260	436,8876
2	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,868	7,18	6,94	7,30	258	437,3419
3	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,881	7,00	7,19	7,29	266	446,3419
4	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,850	7,12	6,96	7,12	246	446,4163
5	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,898	7,10	7,19	7,24	280	463,2934
6	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,858	7,08	7,09	7,10	260	437,5011
7	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,881	7,20	7,09	7,30	275	455,0293
8	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,889	7,17	7,10	7,20	281	466,2449
9	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,867	7,10	7,11	7,21	255	426,6754
10	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,867	7,14	7,12	7,05	285	473,5341
11	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,870	7,12	7,04	7,12	259	436,4479
12	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,903	7,10	7,22	7,36	287	473,9026
13	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,878	7,07	7,17	7,10	260	433,2316
14	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,868	7,22	7,10	7,05	258	425,1180

Tabel 4.6. Hasil Tes Kuat Tekan Beton Campuran VI

No	Tanggal		Bentuk	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
	Cetak	Tes				p(cm)	l (cm)			
1	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,874	7,11	7,18	7,16	250	413,6484
2	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,850	7,04	7,04	7,15	261	444,8161
3	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,855	7,03	7,08	7,10	299	507,4204
4	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,857	7,15	7,15	7,05	258	426,2781
5	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,855	6,96	7,12	7,05	235	400,5567
6	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,862	7,06	7,04	7,12	281	477,5450
7	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,844	7,00	7,05	7,10	253	433,0307
8	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,854	7,16	6,94	7,20	215	365,4696
9	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,897	7,21	7,06	7,28	258	428,1196
10	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,861	7,13	7,02	7,07	247	416,8268
11	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,899	7,22	7,22	7,19	300	486,1074
12	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,854	7,04	7,10	7,17	270	456,2660
13	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,874	7,20	7,07	7,21	272	451,3385
14	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,862	7,00	7,23	7,09	265	442,2775

Tabel 4.7. Hasil Tes Kuat Tekan Beton Campuran VII

No	Tanggal		Bentuk	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
	Cetak	Tes				p(cm)	l (cm)			
1	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,872	7,06	7,09	7,17	305	514,6764
2	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,868	7,00	7,10	7,17	303	514,9577
3	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,860	7,08	6,90	7,09	275	475,4838
4	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,866	7,11	7,02	7,06	297	502,6146
5	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,868	7,11	7,10	7,11	301	503,6443
6	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,855	7,02	7,03	7,10	296	506,6227
7	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,861	7,00	7,20	7,10	272	455,8515
8	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,873	7,11	7,11	7,10	304	507,9486
9	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,842	7,04	7,15	7,03	264	443,0070
10	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,866	7,07	7,17	7,23	283	471,5560
11	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,850	7,11	7,07	7,10	290	487,2977
12	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,860	7,09	7,10	7,15	308	516,8107
13	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,861	7,10	7,24	7,16	305	501,1737
14	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,845	7,20	7,13	7,11	266	437,6682

Tabel 4.8. Hasil Tes Kuat Tekan Beton Campuran VIII

No	Tanggal		Bentuk	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
	Cetak	Tes				p(cm)	l (cm)			
1	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,890	7,15	7,15	7,12	319	527,0647
2	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,861	7,18	7,06	7,12	294	489,8956
3	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,863	7,16	7,08	7,32	296	493,2088
4	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,848	7,03	7,13	7,15	281	473,5293
5	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,875	7,17	6,98	7,03	304	513,0791
6	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,875	7,25	7,25	7,10	321	515,8392
7	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,865	6,99	7,09	7,10	301	513,0131
8	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,871	7,09	7,12	7,15	287	480,2208
9	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,868	7,12	7,10	7,14	293	489,5698
10	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,858	7,10	7,19	7,12	290	479,8396
11	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,859	7,09	7,13	7,06	302	504,6108
12	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,840	7,20	6,93	7,00	280	473,9992
13	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,862	7,15	6,96	7,37	300	509,2034
14	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,875	7,17	7,10	7,20	305	506,0666

Tabel 4.9. Hasil Tes Kuat Tekan Beton Campuran IX

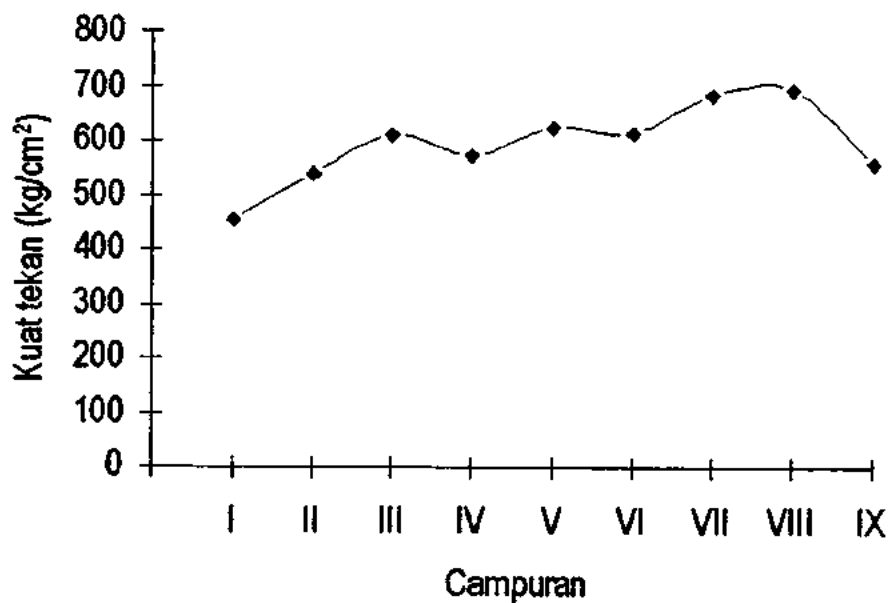
No	Tanggal		Bentuk	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
	Cetak	Tes				p(cm)	l (cm)			
1	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,880	7,08	7,10	7,19	249	418,4014
2	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,876	7,00	7,15	7,20	231	389,8461
3	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,884	7,24	7,14	7,23	253	413,3987
4	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,865	7,05	7,11	7,20	216	363,9824
5	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,868	7,00	7,10	7,14	213	362,0000
6	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,857	7,06	7,11	7,11	214	360,1014
7	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,864	7,12	7,12	7,11	221	368,2287
8	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,898	7,20	7,14	7,22	255	418,9815
9	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,885	7,16	7,01	7,25	245	412,3067
10	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,868	6,94	7,20	7,09	278	469,9354
11	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,893	7,04	7,13	7,29	255	429,1048
12	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,871	7,22	6,96	7,16	219	368,1146
13	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,881	7,10	7,24	7,00	244	400,9390
14	29-1-96	5-2-96	kubus	7	0,882	7,11	7,20	7,16	253	417,4493

Tabel 4.10. Hasil Tes Kuat Tekan Beton pada umur 28 hari

No	Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari untuk tiap-tiap campuran (kg/cm ²)								
	I	II	III	IV	V	VI	VI	VIII	IX
1	660,7400	615,5450	599,8624	594,8360	611,0316	578,5292	719,8271	737,1534	585,1768
2	519,5600	425,7739	634,9356	634,9370	611,6670	622,1204	720,2206	685,1687	545,2393
3	475,1850	571,9536	602,3232	648,5214	624,3585	709,6788	665,0123	689,8025	578,1800
4	526,1916	616,5219	598,2046	645,5838	586,4421	596,1931	702,9575	662,2787	509,0663
5	477,9392	514,2045	604,7200	417,9276	647,9628	560,2192	704,3976	717,5931	506,2937
6	516,3252	485,2972	611,6513	582,7723	611,8896	667,8951	708,5632	721,4534	503,6383
7	384,0092	463,5083	606,1095	559,3456	636,4046	605,6373	637,5549	717,5008	515,0052
8	379,3545	649,4701	636,9800	549,0552	652,0908	511,1463	710,4176	671,6375	585,9881
9	363,2585	507,4739	616,2614	528,1228	596,7488	598,7687	619,5902	684,7130	576,6527
10	277,3119	480,5102	613,9937	535,3628	662,2854	582,9745	659,5188	671,1043	657,2523
11	445,9252	535,9838	600,8441	574,7935	610,4166	679,8705	681,5352	705,7494	600,1466
12	441,9462	613,3760	609,5004	567,2863	662,8008	638,1343	722,8122	662,9359	514,8456
13	451,3874	530,5846	602,5305	599,0544	605,9183	630,7692	700,9422	712,1726	560,7538
14	453,2951	530,2190	611,5584	598,0160	594,5706	618,5701	612,1234	707,7854	583,8452
Rata rata	455,1735	538,6016	610,6768	573,9725	622,4705	614,3219	683,2481	696,2178	558,7203

Hasil uji kuat tekan yang didapat pada penelitian ini berbeda-beda seperti terlihat pada campuran I. Ini dapat disimpulkan bahwa komposisi campuran adukan beton yang pekat akan menyulitkan dalam pematatannya, sehingga beton yang dihasilkan sangat beragam, ada yang keropos dan ada yang padat.

Dari tabel diatas dapat digambarkan grafik kuat tekan dari masing-masing campuran pada umur 28 hari.



Gambar 4.1. Grafik Kuat Tekan Beton pada umur 28 hari.

4.4. Hasil Pengujian Berat Satuan Beton dan Komposisi Campuran Beton.

Berat satuan beton akan menentukan berat beton, yang merupakan berat sendiri dalam perencanaan suatu konstruksi.

Berat satuan beton dipengaruhi oleh berat satuan bahan penyusun beton. Semakin besar berat satuan bahan penyusun beton akan semakin besar pula berat satuan betonnya. Pada umumnya besar kecilnya berat satuan beton akan mempengaruhi besarnya kuat tekan beton, yaitu semakin besar berat satuan beton akan semakin besar kuat tekannya.

Berat satuan beton dapat diketahui dengan mengukur berat dan volumenya dan berat satuan beton adalah berat dibagi volume sesuai dengan rumus berikut ini :

$$B_s = \frac{B}{V}$$

$$V = P \times L \times T$$

Dimana :

B_s = Berat satuan beton.

B = Berat benda uji.

P = Panjang benda uji.

L = Lebar benda uji.

T = Tinggi benda uji.

V = Volume benda uji.

Dengan menggunakan rumus tersebut dapat diketahui berat satuan masing-masing campuran seperti tercantum pada tabel 4.11.

Tabel 4.11. Berat Satuan Beton.

No	Berat Satuan Beton untuk tiap-tiap campuran (Kg/m ³)								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	2398,082	2420,884	2402,832	2415,816	2415,125	2392,504	2429,665	2445,107	2434,790
2	2332,595	2410,703	2459,481	2459,560	2386,233	2398,654	2435,814	2385,580	2430,900
3	2314,746	2397,159	2396,894	2422,848	2401,162	2436,672	2482,960	2325,698	2365,250
4	2344,181	2441,736	2379,020	2472,804	2409,071	2377,823	2457,573	2366,165	2396,760
5	2391,948	2465,105	2404,551	2442,608	2429,688	2447,303	2418,367	2487,013	2446,050
6	2373,871	2391,193	2379,9306	2462,971	2407,406	2435,846	2440,143	2344,627	2401,250
7	2292,925	2392,131	2355,937	2464,332	2364,146	2408,779	2406,103	2458,297	2397,090
8	2269,726	2414,638	2393,715	2498,858	2425,447	2387,002	2432,297	2413,158	2419,400
9	2364,066	2419,649	2396,724	2390,309	2382,077	2420,589	2379,458	2404,823	2432,060
10	2210,622	2439,638	2392,603	2436,669	2419,088	2433,084	2362,876	2360,587	2450,100
11	2317,838	2433,582	2377,132	2410,999	2437,735	2398,592	2381,615	2406,870	2440,400
12	2241,398	2372,569	2396,988	2391,813	2393,395	2382,910	2389,394	2405,002	2420,800
13	2194,701	2392,181	2369,025	2416,054	2439,482	2381,356	2339,339	2351,669	2448,390
14	2322,388	2369,037	2381,909	2417,571	2401,790	2402,286	2315,075	2387,250	2406,320
Rata rata	2312,081	2411,443	2391,910	2435,937	2407,969	2407,386	2405,049	2395,846	2420,680

Komposisi campuran beton per m³ dapat dihitung berdasarkan berat satuan beton dan perbandingan komposisi tiap-tiap campuran, Komposisi campuran beton mutu tinggi dari hasil penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12. Komposisi Campuran Beton per m³.

Material	Campuran beton per m ³								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Semen (Kg)	514,848	516,978	546,460	560,513	612,564	590,494	647,545	679,326	686,367
Air (liter)	157,543	166,725	168,583	181,775	173,723	176,085	170,110	166,095	213,872
Agregat Halus (Kg)	673,936	729,662	653,184	722,289	673,208	699,795	659,007	643,661	650,333
Agr Kasar (4,75 - 9,5)mm (Kg)	392,211	160,832	416,293	159,242	391,796	154,237	383,541	374,580	378,463
Agr Kasar (9,5 - 19)mm (Kg)	731,085	1003,97	775,973	993,789	730,421	962,860	714,955	698,279	705,517
Bahan Tambah (cc)	1287,12	1292,45	1366,15	1401,28	1531,41	1476,24	1618,86	1743,32	1715,92
f _c umur 28 hari (Kg/cm ²)	455,173	538,602	610,677	573,973	622,471	614,322	683,248	696,218	558,720

4.5. Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik

Perhitungan kuat tekan beton karakteristik didapat dari rumus:

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64 S$$

Dimana ;

$$\sigma'_{bk} = \text{Kuat tekan beton karakteristik (kg/cm}^2\text{)}.$$

$$\sigma'_{bm} = \text{Kuat tekan beton rata-rata (kg/cm}^2\text{)}.$$

$$S = \text{Deviasi standar}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\sigma'_{b_i} - \sigma'_{bm})^2}{N-1}}$$

Dimana ;

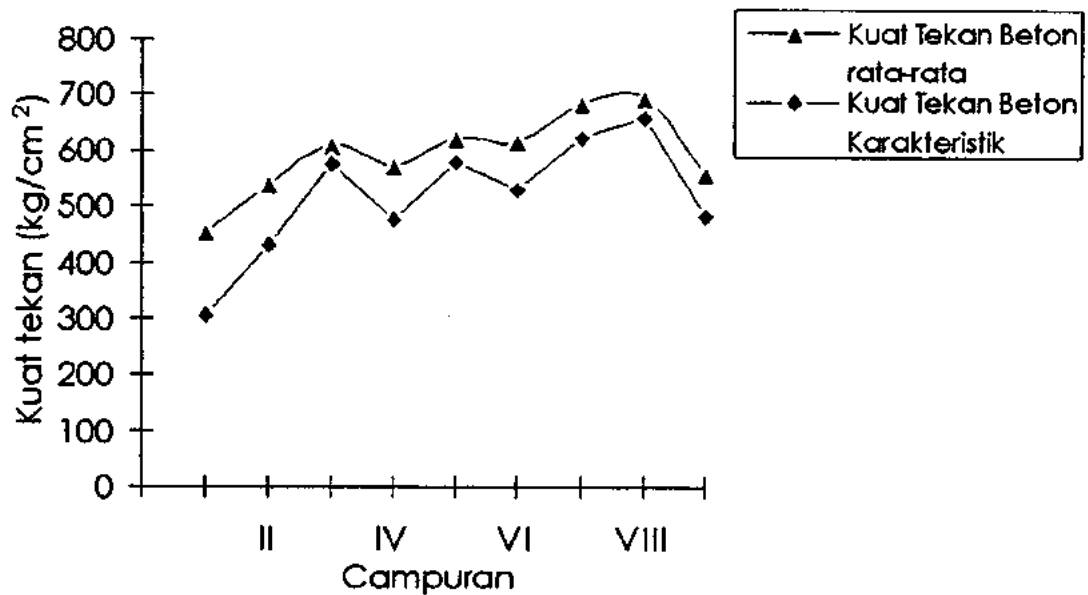


σ'_b = Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji.

N = Jumlah benda uji.

TABEL 4.13. Kuat Tekan Beton Karakteristik

Campuran	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
σ'_{bm} (kg/cm ²)	455,174	538,602	610,677	573,973	622,471	614,322	683,248	696,218	558,720
S (kg/cm ²)	90,8419	66,3776	21,0490	58,799	25,501	50,8831	38,125	24,006	45,1235
$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64 * S$ (kg/cm ²)	306,193	429,742	576,156	477,542	580,650	530,874	620,723	656,848	484,718



Gambar 4.2. Grafik Kuat Tekan Beton rata-rata dan Kuat Tekan Beton Karakteristik

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.

1. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium terhadap beton dengan benda uji berbentuk kubus yang dirancang dengan metode DOE, dapat dilihat bahwa kuat tekan beton yang direncanakan tidak tercapai. Kuat tekan rencana dapat dicapai setelah diadakan perubahan komposisi campuran beton.
2. Tanpa penggunaan bahan tambah, adukan beton mutu tinggi tidak dapat dikerjakan dengan pemadatan cara penumbukan.
3. Penambahan semen terhadap adukan beton akan menambah kuat tekan beton selama adukan beton masih dapat dikerjakan pada pencampuran dan pematatannya.
4. Dalam penelitian ini kuat tekan beton karakteristik tertinggi yang dicapai = $656,8482 \text{ kg/cm}^2$ pada percobaan campuran ke VIII.
5. Teori perencanaan campuran yang dipakai, yang tampaknya akan menghasilkan sebagaimana yang diharapkan, tetapi sebenarnya hanyalah suatu pedoman saja untuk melakukan coba-coba.

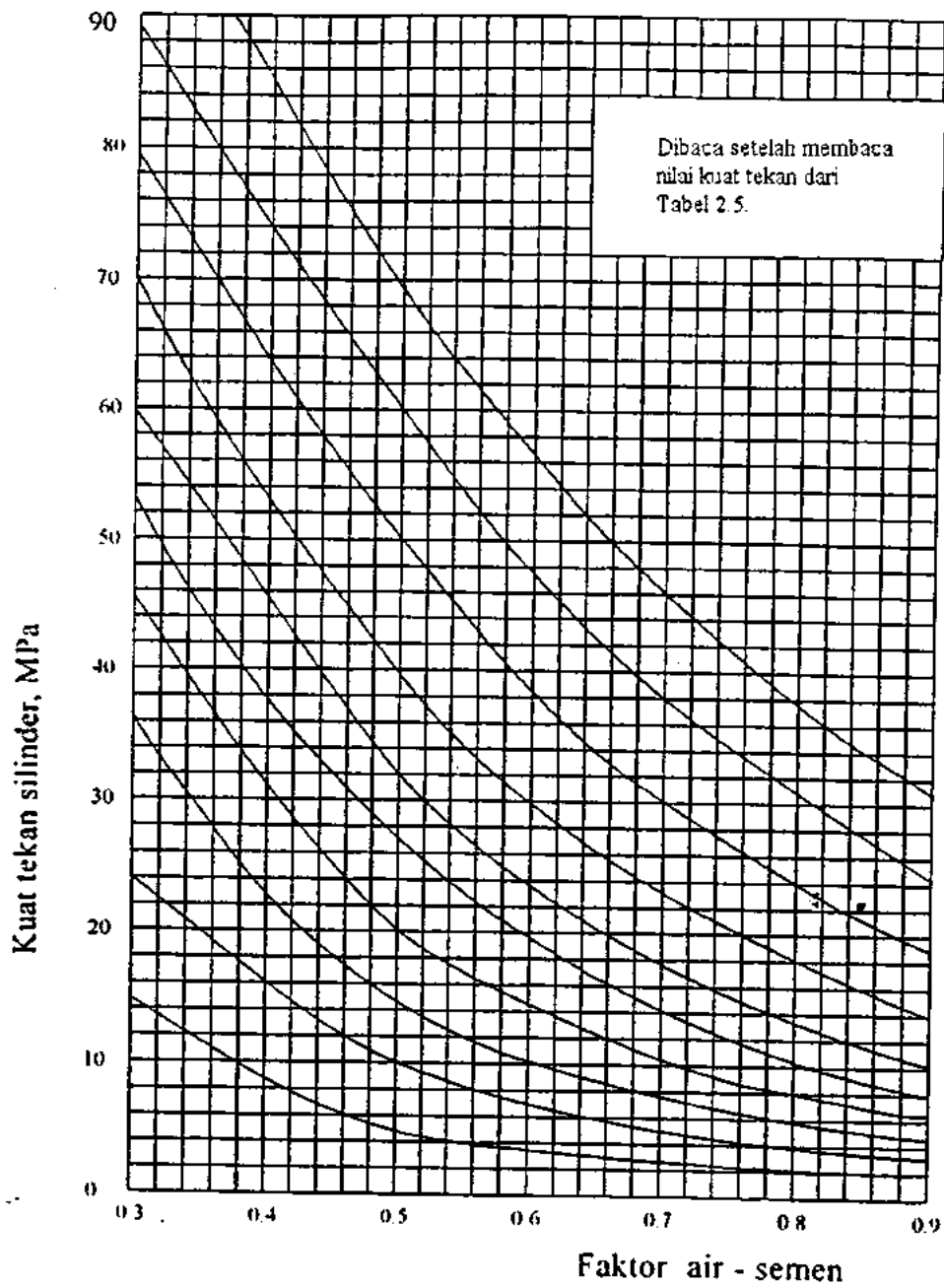
5.2. Saran

1. Melihat slump yang terjadi pada penelitian ini $< 2,5$ cm, sehingga sulit dalam pematatannya, sebaiknya diusahakan hal-hal antara lain : memperbaiki gradasi dari campuran, menambah proporsi air dan semen, dan pemakaian bahan tambah yang sifatnya memperlambat pengerasan.
2. Untuk mendapatkan mutu benda uji yang lebih baik, maka diperlukan alat-alat pematatan yang lebih baik.
3. Penelitian beton mutu tinggi perlu ditingkatkan, sehingga hasilnya dapat segera terrealisir.
4. Perlu pemakaian plasticizer untuk mempermudah pengerjaan.

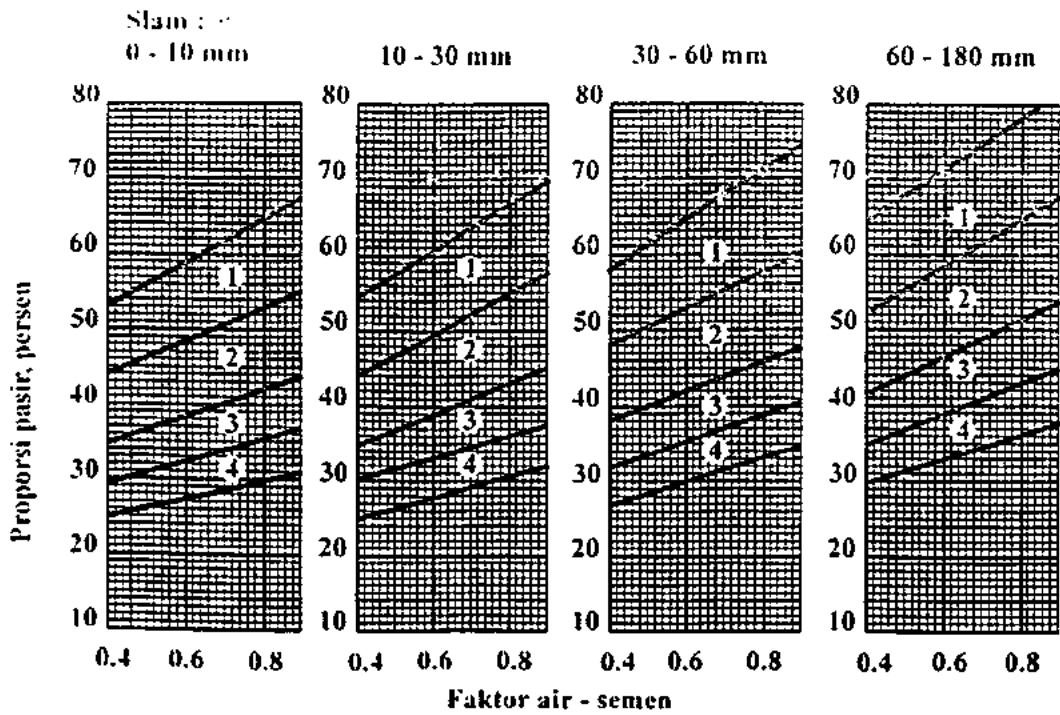
DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum, 1991, **TATA CARA PERHITUNGAN STRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG**, SKSNI T-15-1991-03, Yayasan LPMB.
2. R. Sagel, P.Kole, Gideon H. Kusuma, 1993, **PEDOMAN Pengerjaan Beton**, Erlangga.
3. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1979, **PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA 1971, NI-2**, Cetakan ke 7.
4. Edward G. Nawy, 1990, **BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR**, PT. ERESKO.
5. Kardiono Tjokrodimulyo, 1992, **TEKNOLOGI BETON**, Catatan kuliah pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
6. SKSNIS-18-1990-03, **SPESIFIKASI BAHAN TAMBAH UNTUK BETON**, Departemen Pekerjaan Umum.

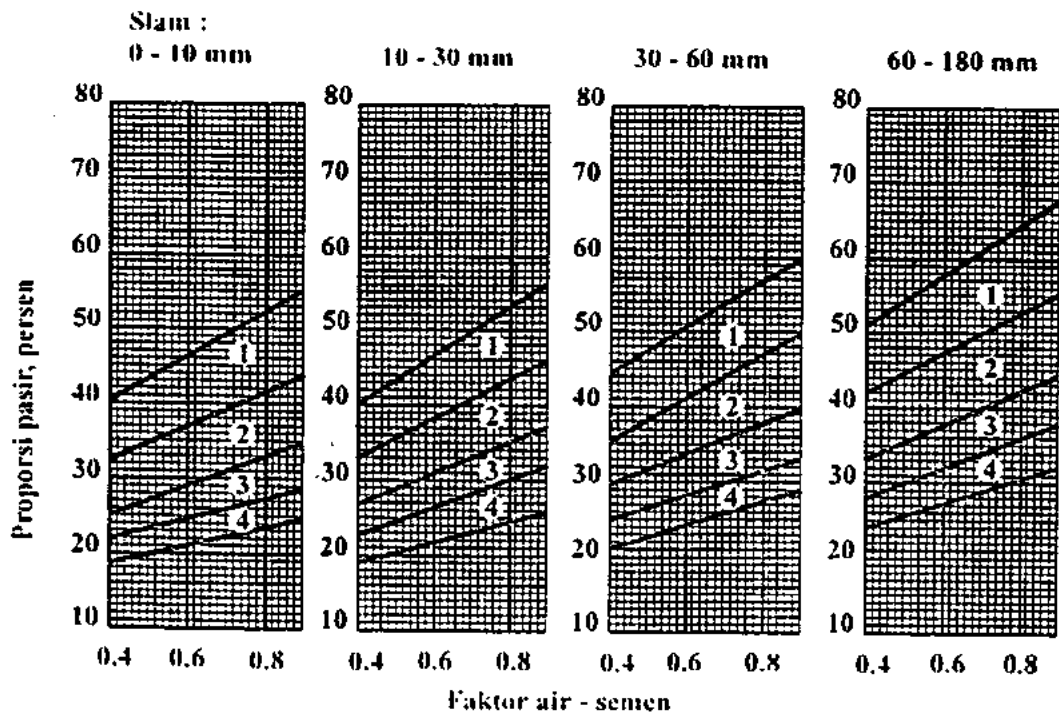
LAMPIRAN



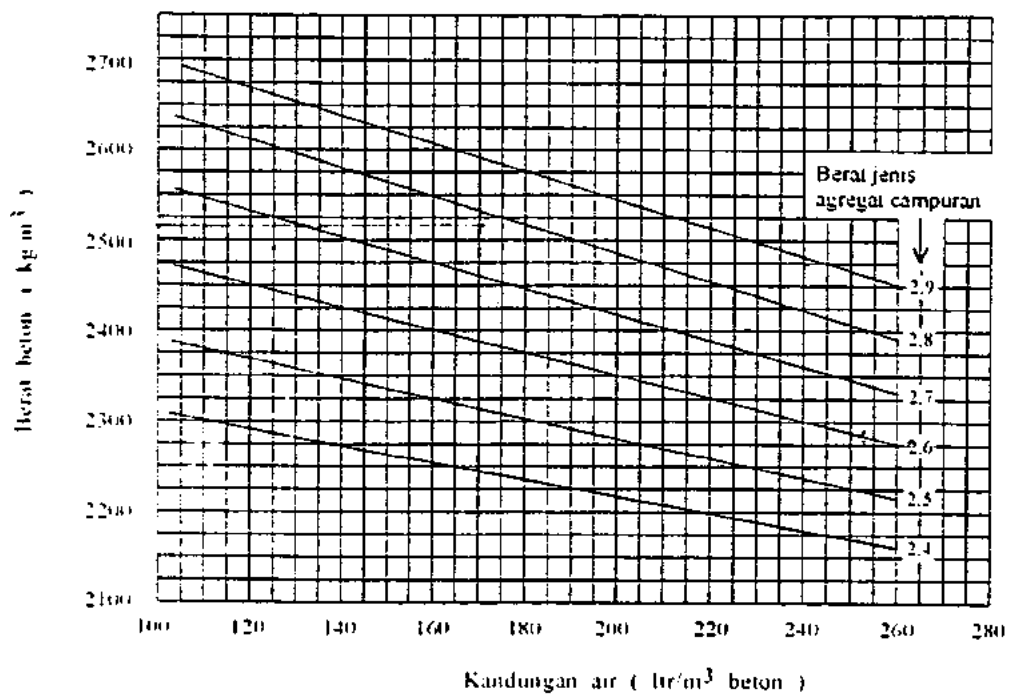
Gambar 1. Grafik mencari faktor air semen



Gambar 2. Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 10 mm



Gambar 3. Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm



Gambar 4. Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton.



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

AASHTO T 96 - 77

Contoh dari : Sungai Progo Dikerjakan Oleh : _____
Jenis Contoh : Batu Pecah
DI TEST TANGGAL : 4 Januari 1995 DIPERIKSA : _____
Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir (TA)

JENIS GRADASI			
SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")		
63,5mm (2,5")	50,8 mm (2")		
50,8mm (2")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")		
25,4mm (1")	19,0 mm (3/4")		
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")		
12,5 mm (0,5")	09,5 mm (3/8")	2500	
09,5 mm (3/8")	06,3 mm (1/4")	2500	
06,3 mm (1/4")	4,75 mm (No 4)		
4,75 mm (No 4)	2,36 mm (No 8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		4216	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} \times 100 \%$		15,68 %	

Yogyakarta, 4 Januari 1995

Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Syamsudin



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : _____ Diperiksa Oleh : _____
Jenis Contoh : Pasir Progo _____
Diperiksa tgl : 9 Januari 1996 _____

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAMKEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	694	
BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)	1013	
BERAT SAMPE KERING OVEN (BK)	495	
BERAT JENIS = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,734	
BERAT SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,762	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,812	
PENYERAPAN = $\frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100 \%$	1,010	

Yogyakarta, 11 Januari 1996



Bambang S. MSC



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

SAND EQUIVALENT DATA AASHTO T 176 - 73

No. Sample : _____ Dikerjakan Oleh : _____
Lokasi : _____
Ditest Tgl. : 10 Januari 1996 Diperiksa Oleh : Syamsudin
Selesai Tgl. : 11 Januari 1996

TRIAL NUMBER		1	2	3
Seaking (10.1 Min)	Start	9.05		
	Stop	9.08		
Sedimentation Time (20 Min - 15 Sec)	Start	9.10		
	Stop	9.30		
Clay Reading		4,9		
Sand Reading		4,7		
$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$		95,91		
Average Sand Equivalent		4,081		
Remark : _____				

Yogyakarta, 11 Januari 1996

Kepala



Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Bambang S. MSC)



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

Cetakan I

No	Tanggal		Umur Hari	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Perkiraan Kuat Tekan umur 28 hari (Kg/cm ²)	Keterangan
	Cetak	Test			p (cm)	l (cm)					
1	13-1-96	16-1-96	3	0,868	7,11	7,12	7,15	198			Cetakan : Besi Fas : 0,324 PC : Pasir : Kritikal : Campuran perbandingan : 1 : 1,31 : 2,182
2	13-1-96	16-1-96	3	0,849	7,20	7,09	7,13	157			
3	13-1-96	16-1-96	3	0,819	6,96	7,10	7,16	139			
4	13-1-96	16-1-96	3	0,852	7,21	7,08	7,12	159			
5	13-1-96	16-1-96	3	0,862	7,16	7,01	7,18	142			
6	13-1-96	20-1-96	7	0,886	7,15	7,20	7,25	225			
7	13-1-96	20-1-96	7	0,838	7,05	7,20	7,20	165			
8	13-1-96	20-1-96	7	0,818	7,05	7,20	7,10	163			
9	13-1-96	20-1-96	7	0,858	7,05	7,15	7,20	155			
10	13-1-96	20-1-96	7	0,808	7,10	7,20	7,15	120			
11	13-1-96	10-2-96	28	0,871	7,29	7,11	7,25	301			
12	13-1-96	10-2-96	28	0,863	7,15	7,05	7,18	290			
13	13-1-96	10-2-96	28	0,793	6,97	7,20	7,20	295			
14	13-1-96	10-2-96	28	0,823	7,10	7,11	7,02	298			

Catatan :

Mengetahui :
 Koordinator Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Jurusan Teknik Sipil FTSP UII Yogya



Yogyakarta, 26 Pebruari 1996
 Diuji Oleh :

Edi Sutopo

Ir. Ilman Noor, MSCe



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895830 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

Cetakan II

No	Tanggal		Bentuk	Umur Hari	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Perkiraan Kuat Tekan umur 28 hari (Kg/cm ²)	Keterangan
	Cetak	Test				p (cm)	l (cm)					
1	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,891	7,21	7,08	7,21	186			Cetakan : Besi Fas : 0,328 PC : Pasir : Krikil : Campuran per- bandingan : 1 : 1,41 : 2,25
2	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,867	7,12	6,91	7,31	124			
3	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,886	7,19	7,23	7,11	176			
4	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,885	7,07	7,17	7,15	185			
5	13-1-96	16-1-96	kubus	3	0,881	7,14	7,04	7,11	153			
6	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,874	7,20	7,10	7,15	210			
7	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,856	7,10	7,00	7,20	195			
8	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,895	7,20	7,20	7,15	285			
9	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,878	7,00	7,15	7,25	215			
10	13-1-96	20-1-96	kubus	7	0,873	7,00	7,20	7,10	205			
11	13-1-96	10-2-96	kubus	28	0,867	7,00	7,02	7,25	343			
12	13-1-96	10-2-96	kubus	28	0,849	7,00	7,10	7,20	397			
13	13-1-96	10-2-96	kubus	28	0,850	7,02	7,03	7,20	341			
14	13-1-96	10-2-96	kubus	28	0,872	7,15	7,15	7,20	353			

Catatan :

Mengetahui :

Koordinator Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Jurusan Teknik Sipil FTSP UIH Yogya

Ir. Iman Noor, MScE



Yogyakarta, 26 Pebruari 1996
 Diuji Oleh :

(Signature)
 Edi Sutopo



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kalurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

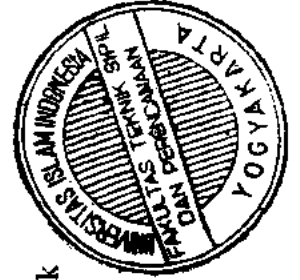
Cetakan III

No	Tanggal		Bentuk	Umur Hari	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Perkiraan Kuat Tekan umur 28 hari (Kg/cm ²)	Keterangan
	Cetak	Test				p (cm)	l (cm)					
1	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,860	7,10	7,10	7,10	179			Cetakan : Besi Fas : 0,324 PC : Pasir : Krikil : Campuran per- bandingan : f : 1,195 : 1,992
2	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,884	7,11	7,11	7,11	190			
3	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,870	7,15	7,10	7,15	181			
4	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,875	7,05	7,05	7,40	176			
5	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,874	7,15	7,15	7,10	183			
6	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,859	7,09	7,11	7,16	261			
7	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,867	7,11	7,10	7,29	259			
8	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,859	7,18	7,00	7,14	271			
9	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,877	7,05	7,11	7,30	260			
10	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,868	7,10	7,10	7,20	262			
11	18-1-96	15-2-96	kubus	28	0,876	7,11	7,10	7,30	395			
12	18-1-96	15-2-96	kubus	28	0,882	7,08	7,10	7,32	399			
13	18-1-96	15-2-96	kubus	28	0,836	7,05	7,05	7,10	390			
14	18-1-96	15-2-96	kubus	28	0,889	7,20	7,15	7,25	410			

Catatan :

Mengetahui :

Koordinator Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Jurusan Teknik Sipil FTSP UII Yogya



Yogyakarta, 26 Pebruari 1996
 Ditujikan Oleh :

Edi Sutopo

Ir. Ilman Noor, MSCE



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

Cetakan IV

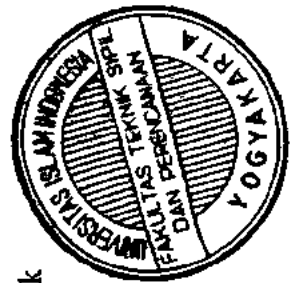
No	Tanggal		Bentuk	Umur	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Perkiraan Kuat Tekan umur 28 hari (Kg/cm ²)	Keterangan
	Cetak	Test				p (cm)	l (cm)					
1	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,883	7,20	7,10	7,15	180			Cetakan : Besi Fas : 0328 PC : Pasir : Kritid : Campuran per- bandingan : 1 : 1,288 : 2,057
2	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,889	7,12	7,10	7,15	190			
3	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,896	7,15	7,25	7,15	199			
4	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,885	7,10	7,15	7,05	194			
5	18-1-96	21-1-96	kubus	3	0,880	6,95	7,15	7,25	170			
6	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,895	7,03	7,18	7,20	249			
7	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,875	7,10	7,05	7,10	237			
8	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,868	7,10	6,97	7,02	230			
9	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,869	7,00	7,19	7,23	225			
10	18-1-96	25-1-96	kubus	7	0,873	7,16	7,15	7,00	232			
11	18-1-96	15-1-96	kubus	28	0,869	7,15	7,10	7,10	380			
12	18-1-96	15-1-96	kubus	28	0,862	7,20	7,05	7,10	375			
13	18-1-96	15-1-96	kubus	28	0,883	7,20	7,05	7,20	396			
14	18-1-96	15-1-96	kubus	28	0,889	6,95	7,15	7,40	387			

Catatan :

Mengetahui :

Koordinator Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Jurusan Teknik Sipil FTSP UII Yogy

Ir. Ilman Noor, MSc



Yogyakarta, 26 Pebruari 1996
 Diuji Oleh :

(Signature)

Edi Sutopo



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

Cetakan V

No	Tanggal		Bentuk	Umur Hari	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Perkiraan Kuat Tekan umur 28 hari (Kg/cm ²)	Keterangan
	Cetakan	Test				p (cm)	l (cm)					
1	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,874	7,07	7,11	7,20	260			Cetakan : Besi Fas : 0,324 PC : Pasir : Krikil : Campuran perbandingan : 1 : 1,31 : 2,182
2	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,868	7,18	6,94	7,30	258			
3	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,881	7,00	7,19	7,29	266			
4	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,850	7,12	6,96	7,12	246			
5	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,898	7,10	7,19	7,24	280			
6	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,858	7,08	7,09	7,10	260			
7	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,881	7,20	7,09	7,30	275			
8	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,889	7,17	7,10	7,20	281			
9	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,867	7,10	7,11	7,21	255			
10	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,867	7,14	7,12	7,05	285			
11	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,870	7,12	7,04	7,12	259			
12	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,903	7,10	7,22	7,36	287			
13	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,878	7,07	7,17	7,10	260			
14	19-1-96	26-1-96	kubus	7	0,868	7,22	7,10	7,05	258			

Catatan :

Mengetahui :

Koordinator Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Jurusan Teknik Sipil FTSP UII Yogya



Yogyakarta, 26 Pebruari 1996
 Diuji Oleh :

Edi Sutopo

Ir. Iman Noor, MSCe



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

Cetakan VI

No	Tanggal		Umur	Berat	Luas (cm ²)		Tinggi	Beban	Kuat Tekan	Perkiraan Kuat Tekan umur 28 hari (Kg/cm ²)	Keterangan
	Cetak	Test			p (cm)	l (cm)					
1	19-1-96	26-1-96	7	0,874	7,11	7,16	7,16	250			Cetakan : Besi Fas : 0,302 PC : Pasir : Kritikal : Campuran per- bandingan : 1 : 1,185 : 1,892
2	19-1-96	26-1-96	7	0,850	7,04	7,15	7,15	261			
3	19-1-96	26-1-96	7	0,855	7,03	7,10	7,10	299			
4	19-1-96	26-1-96	7	0,857	7,15	7,05	7,05	258			
5	19-1-96	26-1-96	7	0,855	6,96	7,05	7,05	235			
6	19-1-96	26-1-96	7	0,862	7,06	7,12	7,12	281			
7	19-1-96	26-1-96	7	0,844	7,00	7,10	7,10	253			
8	19-1-96	26-1-96	7	0,854	7,16	7,20	7,20	215			
9	19-1-96	26-1-96	7	0,897	7,21	7,28	7,28	258			
10	19-1-96	26-1-96	7	0,861	7,13	7,07	7,07	247			
11	19-1-96	26-1-96	7	0,899	7,22	7,19	7,19	300			
12	19-1-96	26-1-96	7	0,854	7,04	7,17	7,17	270			
13	19-1-96	26-1-96	7	0,874	7,20	7,21	7,21	272			
14	19-1-96	26-1-96	7	0,862	7,00	7,09	7,09	265			

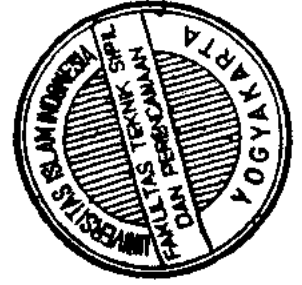
Catatan :

Mengetahui :

Koordinator Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Jurusan Teknik Sipil FTSP UII Yogya

Ir. Ilman Noor, MScE

Yogyakarta, 26 Pebruari 1996
 Diuji Oleh :



Edi Sutopo



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

Cetakan VII

No	Tanggal		Bentuk	Umur Hari	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Perkiraan Kuat Tekan umur 28 hari (Kg/cm ²)	Keterangan
	Cetak	Test				p (cm)	l (cm)					
1	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,872	7,06	7,09	7,17	305			Cetakan : Besi Fas : 0,276 PC : Pasir : Krikil : Campuran per- bandingan : 1 : 1,018 : 1,696
2	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,868	7,00	7,10	7,17	303			
3	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,860	7,08	6,90	7,09	275			
4	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,866	7,11	7,02	7,06	297			
5	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,868	7,11	7,10	7,11	301			
6	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,855	7,02	7,03	7,10	296			
7	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,861	7,00	7,20	7,10	272			
8	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,873	7,11	7,11	7,10	304			
9	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,842	7,04	7,15	7,03	264			
10	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,866	7,07	7,17	7,23	283			
11	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,850	7,11	7,07	7,10	290			
12	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,860	7,09	7,10	7,15	308			
13	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,861	7,10	7,24	7,16	305			
14	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,845	7,20	7,13	7,11	266			

Catatan :

Mengetahui :

Koordinator Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Jurusan Teknik Sipil FTSP UII Yogya

Ir. Iman Noor, MSCE



Yogyakarta, 26 Februari 1996
 Diuji Oleh :

(Signature)
 Edi Sutopo



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kalurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

Cetakan VIII

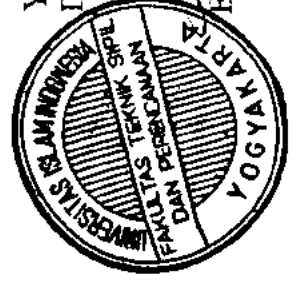
No	Tanggal		Bentuk	Umur Hari	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Perkiraan Kuat Tekan umur 28 hari (Kg/cm ²)	Keterangan
	Cetak	Test				p (cm)	l (cm)					
1	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,890	7,15	7,15	7,12	319			Cetakan : Besi Fas : 0,257
2	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,861	7,18	7,06	7,12	294			PC :
3	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,863	7,16	7,08	7,32	296			Pasir :
4	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,848	7,03	7,13	7,15	281			Krikil :
5	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,875	7,17	6,98	7,03	304			Campuran per- bandingan :
6	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,875	7,25	7,25	7,10	321			1 : 0,947 : 1,579
7	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,865	6,99	7,09	7,10	301			
8	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,871	7,09	7,12	7,15	287			
9	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,868	7,12	7,10	7,14	293			
10	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,858	7,10	7,19	7,12	290			
11	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,859	7,09	7,13	7,06	302			
12	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,840	7,20	6,93	7,00	280			
13	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,862	7,15	6,96	7,37	300			
14	27-1-96	3-2-96	kubus	7	0,875	7,17	7,10	7,20	305			

Catatan :

Mengetahui :

Koordinator Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Jurusan Teknik Sipil FTSP UII Yogya

Yogyakarta, 26 Pebruari 1996
 Diuji Oleh :



Ir. Iman Noor, MScE

Edi Sutopo



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

Cetakan IX

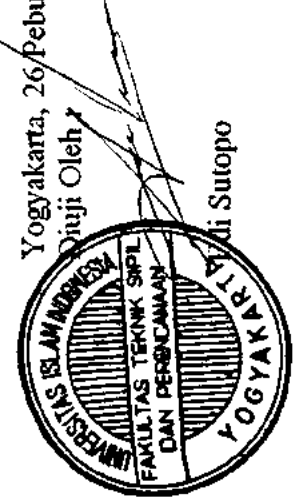
No	Tanggal		Umur Hari	Bentuk	Berat (Kg)	Luas (cm ²)		Tinggi t (cm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Perkiraan Kuat Tekan umur 28 hari (Kg/cm ²)	Keterangan
	Cetak	Test				p (cm)	f (cm)					
1	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,880	7,08	7,10	7,19	249			Cetakan : Besi Fas : 0,324 PC : Pasir : Krikil : Campuran per- bandingan : 1 : 0,947 : 1,579
2	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,876	7,00	7,15	7,20	231			
3	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,884	7,24	7,14	7,23	253			
4	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,865	7,05	7,11	7,20	216			
5	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,868	7,00	7,10	7,14	213			
6	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,857	7,06	7,11	7,11	214			
7	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,864	7,12	7,12	7,11	221			
8	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,898	7,20	7,14	7,22	255			
9	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,885	7,16	7,01	7,25	245			
10	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,868	6,94	7,20	7,09	278			
11	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,893	7,04	7,13	7,29	255			
12	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,871	7,22	6,96	7,16	219			
13	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,881	7,10	7,24	7,00	244			
14	29-1-96	5-2-96	7	kubus	0,882	7,11	7,20	7,16	253			

Catatan :

Mengetahui :

{ Koordinator Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Jurusan Teknik Sipil FTSP UII Yogya

Yogyakarta, 26/Pebruari 1996
 Diuji Oleh :



Ir. Ilman Noor, MScE