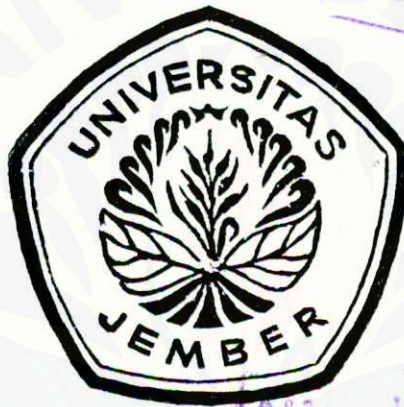


PROYEK AKHIR

KUAT TEKAN KARAKTERISTIK BETON DENGAN
MENGUNAKAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTENG
TANAH LIAT EX: AMBULU



Oleh : Hadi Wiyanto
Terima : Tgl. 07 OCT 2003
No. Induk :
Klass 691.4
WIT
ke 1

Hadi Wiyanto
NIM. 001903301133

JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2003

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR

**KUAT TEKAN KARAKTERISTIK BETON DENGAN
MENGUNAKAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTENG
TANAH LIAT EX ; AMBULU**

Diajukan Sebagai Syarat Yudisium pada Program Studi Diploma III
Jurusan Teknik Sipil - Program Studi Teknik
Universitas Jember

Oleh :


HADI WIYANTO
NIM. 001903301133

Telah diuji dan disetujui oleh:


Sonya Sulistyono, ST.
Dosen Pembimbing I / Ketua Sidang


Tanggal: 25-9-2003

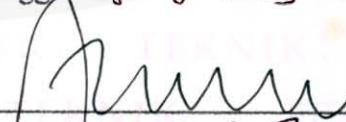
Ir. Krisnamurti
Dosen Pembimbing II / Sekretaris Sidang


Tanggal: 25-9-2003

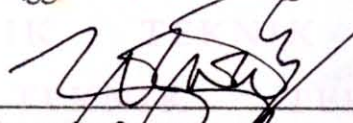
Ir. Hernu Suyoso
Anggota Sidang


Tanggal: 25-9-2003

Akhmad Hasanuddin, ST. MT.
Anggota Sidang


Tanggal: 25-9-2003

Jojob Widodo, ST. MT.
Anggota Sidang


Tanggal: 26.09.03

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR

**KUAT TEKAN KARAKTERISTIK BETON DENGAN
MENGUNAKAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTENG
TANAH LIAT EX. AMBULU**

Mengetahui :

Ketua
Jurusan Teknik Sipil



Ir. Hernu Suyoso
NIP. 131 660 768

Ketua
Program Studi Diploma III Teknik Sipil



Sonya Sulistyono, ST.
NIP. 132 231 418

Ketua
Program Studi Teknik



Dr. Ir. R. Sudaryanto, DEA.
NIP. 320 002 358

LEMBAR PERSEMBAHAN

*Karya ini kupersembahkan untuk kedua orang tuaku & semua
Teman-teman yang telah mendukung dan memotivasi
Atas terselesainya Proyek Akhir ini hingga
Aku dapat lulus dan meraih gelar Amd*

Terima kasih kepada :

1. Bapak Sonya Sulistyono, ST dan Bapak Ir. Krisnamurti, yang telah bersedia membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini.
2. Bapak dan Ibu tercinta yang mana telah mendidik serta menyekolahkan ananda sampai ke perguruan tinggi.
3. Mas Koko dan mbak Evie, yang mana telah memberikan suatu motivasi serta dorongan sampai terselesainya proyek akhir ini.
4. Semua rekan-rekan seangkatan 2000 yang selalu kompak dalam menuntut ilmu semasa kuliah, dan.
5. Semua teman-teman seangkatan BARONG diantaranya ; Tona, Titus, Jay, Agus dowbel, Ellen, Bibit, Kadar, Rudi cilik gede, Subur, Yayan, and Teni.

MOTTO :

“ Hampa akan terasa bila hidup tanpa adanya ilmu dan pengetahuan”.
(Orang bijak)

“ Tiada suatu kesuksesan tanpa adanya restu dari kedua orang tua”.
(Orang bijak)

“ Tirulah sifat padi dimana ia semakin berisi akan semakin merunduk”.
(Orang bijak)

“ Becik ketitik, alo panjenengan piambak”.
(Guyon)

“ ... Allah SWT. Akan mengangkat beberapa derajat lebih tinggi orang yang beriman diantara kamu dan orang – orang yang berilmu pengetahuan”.

(Al Qur'an , Al Mujadallah : 11)

**Kuat Tekan Karakteristik Beton Dengan
Menggunakan Agregat Kasar Pecahan Genteng
Tanah Liat Ex. Ambulu**

Hadi Wiyanto

00 - 1133

Abstrak

Genteng adalah salah satu komponen suatu bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap. Dimana di dalam produksi pembuatan genteng khususnya genteng tanah liat banyak terjadi suatu kegagalan akibat proses pembakaran dengan suhu tinggi sehingga menyebabkan genteng menjadi tidak layak pakai. Untuk itu pecahan genteng dicoba sebagai campuran beton sebagai agregat kasar.

Adapun tujuan dari pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan agregat kasar pecahan genteng tanah liat adalah untuk mengetahui seberapa besar kekuatan yang dapat dicapai dengan menggunakan pecahan genteng tersebut.

Untuk mengetahui sampai seberapa besar kuat tekan yang di capai dengan menggunakan agregat kasar pecahan genteng tersebut, maka di lakukan suatu pengujian kuat tekan. Kuat tekan di uji mulai beton berumur 7, 14, 21, dan 28 hari dengan mutu beton rencana K-125.

Nilai kuat tekan beton dengan menggunakan agregat kasar pecahan genteng masih memenuhi standart perencanaan kuat tekan beton karakteristik yaitu $K-125 \text{ kg/cm}^2$, dengan proporsi campuran 1 : 0.17 : 2.16 : 5.04 (dalam berat). Yaitu perbandingan antara semen : air : agregat halus : agregat kasar.

Dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan agregat kasar pecahan genteng di dapat kuat tekan rata-rata beton umur 28 hari sebesar 16.8Mpa, dan kuat tekan karakteristik sebesar 142.741 kg/cm^2 dengan standart deviasi sebesar 15.814 kg/cm^2 , berat volume beton segar sebesar 0.00304 kg/cm^3 ini berarti beton dengan menggunakan agregat kasar pecahan genteng tidak masuk dalam kategori beton ringan, karena menurut SK SNI T-15-1991-03 beton ringan mempunyai berat volume tidak lebih dari 0.0019 kg/cm^3 dan dengan batasan maksimum berat jenis beton ringan adalah 1850 kg/m^3 (Murdock .l.j. 1999).

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah senantiasa melimpahkan rahmat serta karunia - Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Proyek Akhir ini di susun untuk memenuhi persyaratan akademik dan pencapaian gelar Ahli Madya Program Study DIlpoma III Teknik Sipil Universitas Jember. Demikian pula hasil proyek Akhir ini didapat kan dari hasil pengalaman ilmu yang penulis dapat selama massa kuliah. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Dr. Ir. R. Sudaryanto, Msc., selaku Ketua Program Study Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Hernu Suyoso, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Program Studi Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Sonya Sulistyono, ST., selaku Ketua Program studi D III Teknik Sipil, Universitas Jember dan Dosen Pembimbing I Proyek akhir yang telah banyak membantu selama proses pengerjaan laporan Proyek Akhir, sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik dan sesuai yang di harapkan.
4. Bapak Ir. Krisnamurti, selaku Dosen Pembimbing II Proyek Akhir, yang telah banyak membantu dalam proses penyempurnaan laporan Proyek Akhir sehingga laporan ini sesuai dengan yang diharapkan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah banyak membantu kami dalam proses belajar mengajar selama ini.

6. Bapak Moch. Akhir selaku Teknisi dan pembimbing kami selama pengujian berlangsung di Laboratorium Program Studi D III Teknik Universitas Jember.
7. Semua teman-teman seperjuangan “2000 yang telah banyak membantu selama proses pelaksanaan Proyek Akhir hingga terselesainya laporan ini.
8. Bapak dan Ibu Marsup yang telah berjuang dengan tetesan keringat yang pedih demi pendidikan ananda tercinta sampai ke perguruan tinggi ini. Dan tak lupa Kakakku tercinta Mas Koko dan Mbak Evie yang dengan semangat memberikan dorongan dan bantuan kepada penulis baik moril maupun materiil selama massa study sampai dengan terselesainya Proyek Akhir ini.
9. Untuk semua teman seasrama Barong yang telah memberi dorongan semangat guna penyelesaian Proyek Akhir ini
10. Dan kepada semua pihak yang telah banyak membantu memberikan semangat dan dorongan secara langsung maupun tak langsung.

Penyusun sepenuhnya menyadari bahwa di dalam penyusunan proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna dan perlu kiranya memerlukan pembenahan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Proyek Akhir ini sangat kami harapkan dan akan kami terima dengan senang hati.

Kami berharap semoga laporan Proyek Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak, khususnya bidang konstruksi beton.

Jember, Agustus 2003

Penulis

DAFTAR ISI

HAL JUDUL.....	i
HAL PENGESAHAN.....	ii
HAL PERSEMBAHAN.....	iv
MOTTO.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Pengujian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Semen.....	4
2.2 Air.....	5
2.3 Agregat.....	5
2.3.1 Agregat Halus (pasir).....	6
2.3.2 Agregat Kasar (pecahan genteng).....	7
2.4 Genteng.....	8

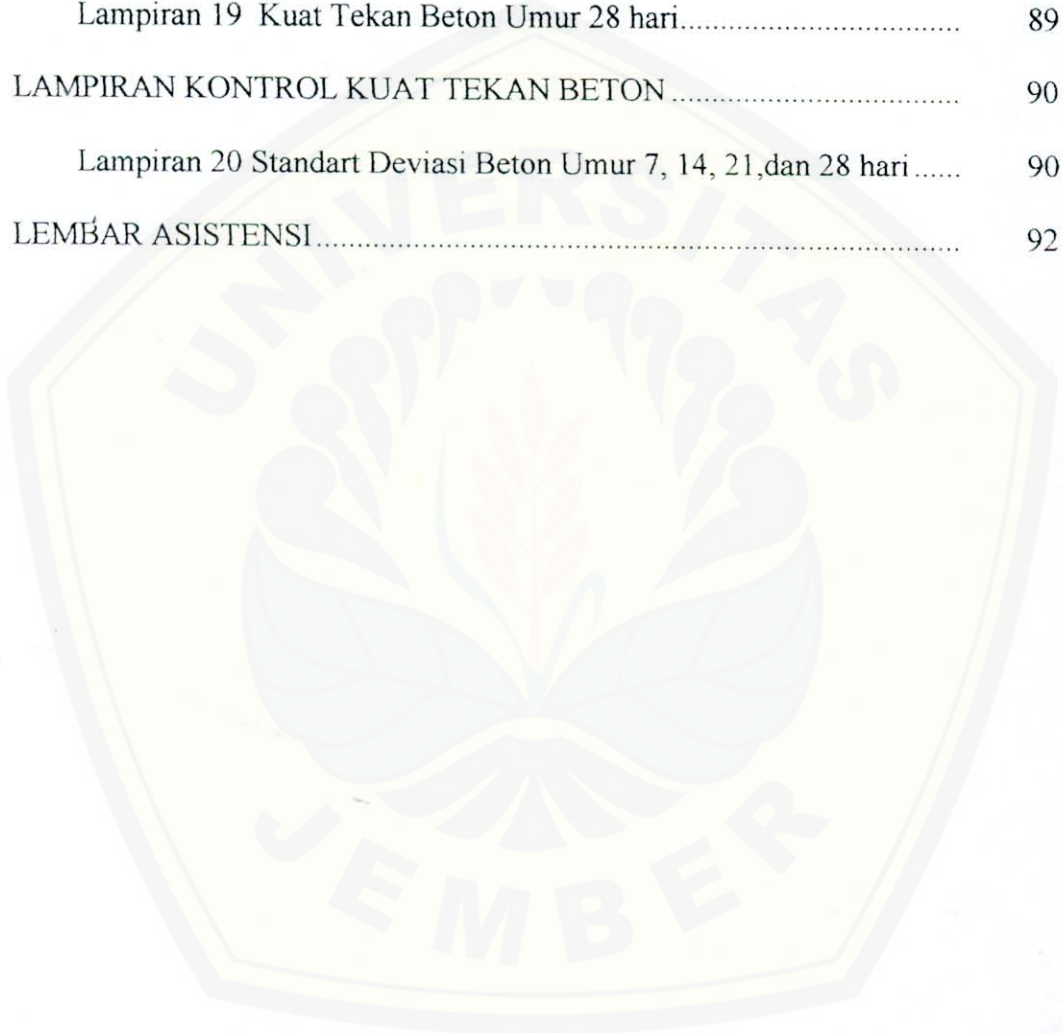
DARTAR ISI

HAL JUDUL.....	i
HAL PENGESAHAN.....	ii
HAL PERSEMBAHAN.....	iv
MOTTO.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Pengujian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Semen.....	4
2.2 Air.....	5
2.3 Agregat.....	5
2.3.1 Agregat Halus (pasir).....	6
2.3.2 Agregat Kasar (pecahan genteng).....	7
2.4 Genteng.....	8

2.5 Beton	10
2.6 Standart Deviasi	12
III. METODOLOGI PENGUJIAN	14
3.1 Diagram Alur Pelaksanaan Proyek Akhir	14
3.1.1 Study Kepustakaan	15
3.1.2 Pengumpulan Data	15
3.1.3 Analisa Pengujian Bahan	17
3.1.4 Mix Design	19
3.1.5 Pencampuran dan Pengujian	20
3.1.6 Pembahasan	20
3.1.7 Kesimpulan	21
IV. PENGUMPULAN DATA DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Data Laboratorium	22
4.1.1 Agregat Kasar	22
4.1.2 Agregat Halus	27
4.1.3 Pengujian Beton	32
4.2 Analisa dan Pembahasan	35
4.2.1 Agregat Kasar	35
4.2.2 Agregat Halus	39
4.2.3 Perencanaan Mix Design Cara DOE	46
4.2.3.1 Tahapan-Tahapan Dalam Perencanaan Campuran	46
4.2.3.2 Daftar Isian (Formulir) Rancangan Campuran	61
4.2.4 Pengujian Beton	62

4.3 Ringkasan Hasil Pembahasan.....	75
V. APLIKASI.....	77
VI. PENUTUP.....	78
6.1 Kesimpulan.....	78
6.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA.....	80
LAMPIRAN DATA PENGUJIAN AGREGAT.....	81
Lampiran 1 Berat Jenis Genteng.....	81
Lampiran 2 Berat Jenis Pasir.....	81
Lampiran 3 Penyerapan Air Genteng.....	81
Lampiran 4 Penyerapan Air Pasir.....	82
Lampiran 5 Kadar Air Genteng.....	82
Lampiran 6 Kadar Air Pasir.....	82
Lampiran 7 Ketahanan Agregat Dengan Compression Impact.....	83
Lampiran 8 Pengembangan Volume Pasir.....	83
Lampiran 9 Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Cara Basah.....	83
Lampiran 10 Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Cara Kering.....	84
Lampiran 11 Kebersihan Genteng Terhadap Lumpur Cara Kering ...	84
Lampiran 12 Berat Isi Pasir.....	84
Lampiran 13 Berat Isi Genteng.....	85
Lampiran 14 Analisa Saringan Genteng.....	86
Lampiran 15 Analisa Saringan Pasir.....	87

LAMPIRAN KUAT TEKAN BETON.....	88
Lampiran 16 Kuat Tekan Beton Umur 7 hari.....	88
Lampiran 17 Kuat Tekan Beton Umur 14 hari.....	88
Lampiran 18 Kuat Tekan Beton Umur 21 hari.....	89
Lampiran 19 Kuat Tekan Beton Umur 28 hari.....	89
LAMPIRAN KONTROL KUAT TEKAN BETON	90
Lampiran 20 Standart Deviasi Beton Umur 7, 14, 21,dan 28 hari	90
LEMBAR ASISTENSI.....	92



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Pengujian analisa saringan genteng	23
Tabel 4.2	Data pengujian berat jenis genteng	23
Tabel 4.3	Data pengujian penyerapan air genteng	24
Tabel 4.4	Data pengujian berat isi genteng	25
Tabel 4.5	Data pengujian ketahanan agregat	26
Tabel 4.6	Data pengujian kebersihan genteng thdp lumpur cara kering..	26
Tabel 4.7	Data pengujian kadar air genteng.....	27
Tabel 4.8	Data pengujian analisa saringan pasir.....	28
Tabel 4.9	Data pengujian berat jenis pasir.....	28
Tabel 4.10	Data pengujian penyerapan pasir	29
Tabel 4.11	Data pengujian berat isi pasir.....	29
Tabel 4.12	Data pengujian kebersihan pasir terhadap bahan organik	30
Tabel 4.13	Data pengujian pengembangan volume	30
Tabel 4.14	Data pengujian kebersihan pasir terhadap lumpur cara basah.	31
Tabel 4.15	Data pengujian kebersihan pasir terhadap lumpur cara kering	31
Tabel 4.16	Data pengujian kadar air pasir	32
Tabel 4.17	Data pengujian slump test	33
Tabel 4.18	Data pengujian berat volume beton segar	33
Tabel 4.19	Data pengujian kuat tekan	34
Tabel 4.20	Analisa pengujian saringan genteng.....	35
Tabel 4.21	Analisa Pengujian agregat kasar	37
Tabel 4.22	Analisa pengujian saringan pasir	39

Tabel 4.23	Analisa pengujian agregat halus.....	42
Tabel 4.24	Perkiraan kuat tekan (Mpa) dengan f.a.s 0.50.....	48
Tabel 4.25	Persyaratan f.a.s maksimum.....	49
Tabel 4.26	Penetapan nilai slump.....	50
Tabel 4.27	Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton.....	50
Tabel 4.28	Kebutuhan semen minimum.....	51
Tabel 4.29	Batas gradasi pasir.....	53
Tabel 4.30	Formulir rancangan campuran.....	61
Tabel 4.31	Analisa pengujian slump beton.....	62
Tabel 4.32	Analisa pengujian berat volume beton segar.....	62
Tabel 4.33	Data pengujian kuat tekan.....	63
Tabel 4.34	Analisa standart deviasi beton umur 7 hari.....	65
Tabel 4.35	Analisa standart deviasi beton umur 14 hari.....	67
Tabel 4.36	Analisa standart deviasi beton umur 21 hari.....	69
Tabel 4.37	Analisa standart deviasi beton umur 28 hari.....	71
Tabel 4.38	Kontrol kualitas kuat tekan.....	73
Tabel 4.39	Koevisien variasi.....	73
Tabel 4.40	Ringkasan pengujian agregat.....	75
Tabel 4.41	Ringkasan pembuatan mix desaign.....	75
Tabel 4.42	Ringkasan slump beton.....	76
Tabel 4.43	Ringkasan berat volume beton ringan.....	76
Tabel 4.44	Ringkasan kuat tekan beton.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Grafik gradasi agregat kasar butir maksimum 38 mm	36
Gambar 2.a	Grafik gradasi agregat halus zone I	40
Gambar 2.b	Grafik gradasi agregat halus zone II	41
Gambar 2.c	Grafik gradasi agregat halus zone III	41
Gambar 2.d	Grafik gradasi agregat halus zone IV	42
Gambar 3	Grafik faktor air semen.....	48
Gambar 4.a	Grafik prosentase agregat halus terhadap agregat campuran Untuk ukuran butiran maksimum 10 mm	54
Gambar 4.b	Grafik prosentase agregat halus terhadap agregat campuran Untuk ukuran butiran maksimum 20 mm	55
Gambar 4.c	Grafik prosentase agregat halus terhadap agregat campuran Untuk ukuran butiran maksimum 40 mm	56
Gambar 5	Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campu Ran dan berat beton.....	58
Gambar 6	Grafik kuat tekan karakteristik beton umur 7 hari	64
Gambar 7	Grafik kontrol kuat tekan beton umur 7 hari.....	65
Gambar 8	Grafik kuat tekan karakteristik beton umur 14 hari	66
Gambar 9	Grafik kontrol kuat tekan beton umur 14 hari	67
Gambar 10	Grafik kuat tekan karakteristik beton umur 21 hari	68
Gambar 11	Grafik kontrol kuat tekan beton umur 21 hari.....	69
Gambar 12	Grafik kuat tekan karakteristik beton umur 28 hari	70

Gambar 13	Grafik kontrol kuat tekan beton umur 28 hari.....	71
Gambar 14	Grafik kuat tekan karakteristik beton umur 7, 14, 21, dan 28 hari.....	72



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jember adalah kota terbesar ketiga di Jawa Timur yang merupakan kota kabupaten yang memiliki berbagai macam industri kecil rumah tangga yang sangat beraneka ragam. Diantaranya adalah industri pembuatan genteng.

Jember khususnya di kecamatan Ambulu banyak terdapat industri pembuatan genteng yang cukup dikenal di kawasan Jember. Salah satunya jenis genteng yang di hasilkan adalah genteng pres dari tanah liat yang diproses melalui pembakaran. Dalam proses pembakaran tersebut banyak terdapat genteng hasil dari pembakaran mengalami pecah. Akibat dari proses pembakaran tersebut maka pecahan genteng tidak dapat diolah untuk dijadikan genteng, sehingga pecahan genteng tersebut dibuang karena sulit untuk diproses daur ulang dan tidak dimanfaatkan kembali.

Latar belakang yang mendasari dilakukannya penelitian dengan judul “**Kuat Tekan Karakteristik Beton dengan Menggunakan Agregat Kasar Pecahan Genteng Tanah Liat Ex. Ambulu**” adalah untuk memanfaatkan pecahan genteng sebagai bahan campuran beton, sebagai alternatif pemanfaatan bahan terbuang. Diharapkan pecahan genteng tersebut dapat dipakai sebagai bahan campuran beton.



1.2 Rumusan Masalah

Industri genteng di Ambulu cukup banyak, dari masing-masing menghasilkan limbah berupa pecahan genteng yang tidak dapat dipasarkan. Dengan cukup banyaknya limbah berupa pecahan genteng maka limbah genteng dimanfaatkan sebagai bahan campuran beton dimungkinkan. Dalam rencana pengujian ini kami merumuskan permasalahan :

1. Sampai seberapa besar kuat tekan yang dapat dicapai dengan menggunakan pecahan genteng ?
2. Berapa besar berat volume beton yang dicapai ?
3. Apakah campuran dengan menggunakan pecahan genteng tersebut tergolong dalam kategori beton ringan ?

1.3 Tujuan Pengujian

Adapun tujuan dari pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan agregat kasar pecahan genteng tanah liat adalah untuk mengetahui seberapa besar kekuatan yang dapat dicapai dengan menggunakan pecahan genteng tersebut.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan seperti tersebut di atas, data-data dan batasan-batasan yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

1. Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari semen, agregat kasar (pecahan genteng), agregat halus (pasir), dan air.

2. Pengujian dilakukan di laboratorium struktur Jurusan Teknik Sipil – Program Studi Teknik Universitas Jember.
3. Pecahan genteng yang digunakan berasal dari tanah liat jenis genteng pres produksi BIMA Ambulu, yang telah mengalami proses pembakaran dan tanpa dilakukan pengujian secara kusus.
4. Semen yang digunakan adalah semen Gresik type I dengan pertimbangan mudah diperoleh di pasaran.
5. Agregat halus yaitu pasir yang diperoleh dari sungai Wirolegi Jember.
6. Untuk mengetahui agregat kasar dan halus dilakukan analisa ayakan terhadap pecahan genteng dan pasir.
7. Air yang digunakan berasal dari PDAM Jember yang terdapat di lokasi penelitian dan tidak dilakukan pengujian secara kusus.
8. Benda uji berupa kubus beton dengan jumlah sample 34 benda uji.
9. Uji tekan dilakukan pada saat umur 7, 14, 21 dan 28 hari pada mutu beton acuan dalam pencampuran adalah K-125.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Semen

Semen adalah bahan pengikat yang merupakan campuran dari tanah liat, batu kapur, pasir silika, pasir besi, dan gypsum yang merupakan bahan pencampur melalui proses pembakaran sehingga menjadi kliker, kemudian digiling halus dan dicampur dengan gips. Semen adalah salah satu bagian terpenting dalam perencanaan sebuah bangunan. Semen disini merupakan sebuah komponen dasar pembuatan beton karena semen menjadi bahan pengikat antara pasir, agregat dan air menjadi satu kesatuan bahan yang mampu menerima beban. Dalam pengertian umum disebutkan, yaitu bahan pengikat yang dipakai bersama-sama dengan bahan campuran beton lainnya.

Komponen utama dari semen portland adalah :

- Batu kapur yang mengandung komponen CaO (kapur,lime)
- Lempung yang mengadung komponen SiO_2 (silika), Al_2O_3 (oksida alumina), Fe_2O_3 (oksida besi).

Bahan-bahan ini dengan pengawasan yang ketat, digiling dan dicampur menurut suatu proses tertentu. Campuran ini dipanaskan dalam oven dalam suhu ± 1450 °C sampai menjadi klinker. Kliker ini dipindahkan, digiling sampai halus disertai penabahan 3 – 5 % gips untuk mengedalikan waktu mengikat semen supaya tidak berlangsung terlalu cepat.



2.2 Air

Air yang digunakan untuk proses pencampuran beton tidak boleh mengandung minyak, asam, garam, serta bahan-bahan organis lain atau bahan lain yang dapat merusak kekuatan beton.

Sebaiknya air yang digunakan berasal dari PDAM atau air tanah yang umumnya dapat diminum, baik air yang melalui pengolahan maupun tanpa di olah, dapat dipakai untuk campuran beton. Jumlah air yang dipakai untuk membuat campuran beton dapat ditentukan dengan ukuran volume atau beratnya.

2.3 Agregat

Dalam PBI-71, agregat didefinisikan sebagai butiran-butiran mineral yang dicampurkan dengan semen portland dan air untuk menghasilkan beton .

Agregat ada dua macam yaitu agregat kasar dan agregat halus,

- Agregat kasar adalah agregat yang semua butirnya tertinggal di atas ayakan 4,8mm.
- Agregat halus adalah agregat yang semua butirnya lolos ayakan 4,8 mm.

Sifat paling penting dari agregat (batu-batuan , kerikil , pasir, dan lain-lain) adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan.

2.3.1 Agregat Halus (Pasir)

Syarat-syarat agregat halus menurut PBI 1971 :

- (1) Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu.
- (2) Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- (3) Agregat halus tidak boleh mengandung lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0.063 mm. Apabila kadar lumpur melalui 5 %, maka agregat halus harus dicuci.
- (4) Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams – Harder (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95 % dari kekuatan adukan yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3 % NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan air, pada umur yang sama.

(5) Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya apabila diayak dengan susunan ayakan yang telah ditentukan, harus memenuhi syarat-syarat berikut :

- Sisa diatas ayakan 4 mm, harus minimum 2 % berat;
- Sisa diatas ayakan 1 mm 10 % berat;
- Sisa diatas ayakan 0.25 mm, harus bekisar antara 80 % dan 90 % berat.

2.3.2 Agregat Kasar (Crushed Aggregate)

Syarat-syarat agregat kasar menurut PBI 1971 :

- (1) Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksudkan dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm.
- (2) Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih tidak melampaui 20 % dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- (3) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur

adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0.063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1 %, maka agregat kasar harus dicuci.

- (4) Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
- (5) Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang berneka ragam besarnya yang apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus memenuhi syarat-syarat berikut :
 - Sisa diatas ayakan 31.5 mm, harus 0 % berat.
 - Sisa diatas ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90 % dan 98 % berat.
 - Selisih antar sisa-sisa kumulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60 % dan minimum 10 % berat.

2.4 Genteng

Genteng adalah unsur bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap, agar bangunan tidak terkena air hujan, dan panas matahari, dan lainnya. Dalam buku persyaratan umum bahan bangunan di Indonesia (PUBI -1982) ada beberapa macam genteng, yaitu diantaranya adalah genteng tanah liat.

Genteng tanah liat adalah suatu unsur bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap, yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain, yang di bakar pada suhu yang sangat tinggi sehingga tidak hancur jika direndam air (Bahan Bangunan, UGM, 1992).

2.5 Beton

Beton merupakan bahan konstruksi yang banyak di gunakan yang di peroleh dengan mencampurkan semen porland, agregat kasar , agregat halus, dan air.

Sifat-sifat beton dapat di tentukan terlebih dahulu dengan mengandalkan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan – bahan yang dipilih. Bahan-bahan pilihan itu adalah ikatan keras yang di timbulkan oleh reaksi kimia antara semen dan air, serta agregat dimana semen yang mengeras itu beradhesi dengan baik maupun kurang baik. Agregat boleh berupa kerikil, batu pecah, sisa bahan mentah tambang, agregat ringan buatan, pasir, atau bahan jenis lainnya.

Agregat, semen dan air di campur bersama-sama dimana keadaan ini bersifat plastis dan mudah di kerjakan. Sifat-sifat ini memungkinkan campuran itu dapat dicetak dalam bentuk yang diinginkan. Dalam beberapa jam selama penyediaan campuran ini, semen dan air mengalami reaksi kimia, pada umumnya bersifat hidrasi, yang menghasilkan suatu pengerasan dan penanbahan kekuatan.

Kualitas beton yang harus dipertimbangkan dalam hubungannya dengan kualitas yang ditentukan untuk tujuan konstruksi adalah dapat memenuhi harapan maksimal yang tepat, secara umum mutu beton harus memenuhi persyaratan diantaranya :

- a. Kuat tekan.
- b. Modulus elastisitas.
- c. Berat volume.

Kuat tekan adalah kemampuan benda uji untuk menahan gaya tekan atau kemampuan maksimum benda uji dalam menahan gaya tersebut yang menyebabkan kehancuran. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

- a. Jenis semen dan kualitas.
- b. Jenis dan tekstur permukaan agregat.
- c. Perawatan.
- d. Suhu.

Dimana kuat tekan dapat di hitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_c = \frac{\text{pambacaandial} \times 100}{A \times \text{kalibrasi}} \dots \dots \dots (\text{persamaan 2.1}).$$

Dimana ; f_c = kuat tekan beton

A = luas benda uji kubus 225 cm².

Kalibrasi = beton umur 7 hari = 0.65

= beton umur 14 hari = 0.88

= beton umur 21 hari = 0.95

= beton umur 28 hari = 1.00

Kuat tekan rata-rata adalah nilai rata-rata kuat tekan beton dari sejumlah beton yang sama jenisnya. Dimana kuat tekan rata-rata di hitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$f_c^m = \frac{\sum f_c'}{n} \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.2}).$$

Dimana ; f_c^m = kuat tekan rata-rata

$\sum f_c'$ = jumlah nilai kuat tekan

n = jumlah benda uji untuk satu jenis perlakuan

Kuat tekan karakteristik beton adalah kuat tekan dimana dari sejumlah pemeriksaan ada kemungkinan kuat tekan yang kurang dari kuat tekan yang disarutkan terbatas sampai 5 % (Samekto, 2001). Dimana kuat tekan karakteristik dapat di hitung dengan menggunakan rumus.

$$f_c^k = f_c^m - 1.64 S \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.3}).$$

Dimana ; f_c^k = kuat tekan karakteristik

f_c^m = kuat tekan rata-rata

S = standart deviasi

Untuk menentukan besarnya batas bawah dan batas atas dari kuat tekan karakteristik maka dilakukan perhitungan f_c^{up} dan f_c^{down} . f_c^{up} adalah suatu garis yang menyatakan penyimpangan paling tinggi dari nilai baku, sedangkan f_c^{down} adalah garis yang merupakan batas kontrol bawah yang merupakan penyimpangan paling rendah yang di ijinakan. Dimana f_c^{up} dan f_c^{down} dihitung dengan menggunakan rumus :

$$f_c^k = f_c^m \pm 1.64 S \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.4})$$

Dan apabila semua titik – titik pengujian berada di daerah yang di batasi oleh garis f_c^{up} dan f_c^{down} di katakan proses dalam kontrol. Ini berarti bahwa proses berlangsung atau beroperasi di bawah penyebab wajar sebagai mana yang

wajar sebagai mana yang di harapkan. Dan apabila terdapat suatu titik yang jauh berada di bawah f_c' up dan f_c , down, maka dikatakan bahwa diduga telah terjadi hal yang tidak wajar dan perlu diadakan suatu perbaikan.

Berat volume beton sangat penting dalam menentukan kuat tekan beton dan ketahanan beton. Banyak sekali kegagalan beton diakibatkan karena kurangnya pemadatan dan terjadi keropos.

Menurut ASTM (330-82a), definisi beton ringan adalah beton yang mempunyai berat jenis antara $1400 - 1800 \text{ kg/m}^3$ dengan kekuatan silinder tidak kurang dari 17 Mpa pada saat umur beton mencapai 28 hari (Neville, dalam Hidayat, 1998).

Berat jenis beton dengan agregat ringan yang kering udara sangat bervariasi, tergantung dari pemilihan agregatnya, apakah pasir alam atau agregat pecah yang ringan halus, yang dipergunakan. Berat jenis sebesar 1850 kg/cm^3 dapat dianggap sebagai batasan atas dari beton ringan yang sebenarnya, meskipun nilai ini kadang-kadang melebihi. (J. Murdock, 1999).

Menurut SK SNI T-09 – 1993 – 03, beton ringan struktural mempunyai kuat tekan minimal sebesar 17,24 Mpa dan maksimum sebesar 41,36 Mpa. (Nadiroh, dalam Hidayat, 1998).

2.6 Pengujian statistik

Dalam pengujian statistik ini dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis perhitungan yaitu meliputi :

1. Variasi

Variasi kekuatan kubus disebabkan oleh berbagai faktor yang berbeda. Faktor ini cenderung mengurangi kekuatan tekan, meskipun terdapat pula faktor yang mengakibatkan peningkatan kekuatan beton. Jadi sebenarnya kuat tekan yang diperoleh tergantung pada keseimbangan besarnya pengaruh positif dan negatif. Sedangkan besarnya penyimpangan (deviasi) dari harga rata-rata tergantung dari penjumlahan pengaruh positif dan negatif. Pada umumnya dijumpai bahwa hasil keseluruhan kuat tekan terletak di dekat nilai rata-rata dengan angka penurunan menunjukkan penyimpangan (J. Murdock, 1999). Dimana variasi di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Variasi} = \frac{S}{f_c' m} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{persamaan 2.5}).$$

Dimana ; S = standart deviasi

$f_c' m$ = kuat tekan rata-rata

Analisa kuat tekan yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai distribusinya ada hubunganya dengan teori probabilitas (Kemungkinan) jadi hasilnya mengikuti suatu distribusi normal (Gaussen). Distribusi Gaussen memepunyai sifat yang keseluruhannya di tentuka nilai rata-rata seperangkat hasil pengujian beserta standart deviasi (J. Murdock, 1999).

2. Standart deviasi

Standart deviasi dengan notasi “s” merupakan bentuk simpangan rata-rata yang diperbarui dan juga merupakan ukuran dispersi yang lebih umum dipergunakan. Dalam kenyataanya standart deviasi adalah demikian pentingnya sehingga menjadi standart ukuran dispersi. Kuadrat dri standart deviasi disebut varians s^2 . Dimana standart deviasi di hitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut;

$$S = \sqrt{\frac{\sum(fc' - fc'm)^2}{n - 1}} \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.6}).$$

Dimana ; S = standart deviasi

fc' = kuat tekan beton

$fc'm$ = kuat tekan rata-rata

n = jumlah benda uji.

3. Rata-rata \bar{x}

Rata-rata ialah suatu rata-rata hitung data kuantitatif yang terdapat dalam sebuah sampel di hitung dengan jalan membagi jumlah nilai data oleh banyak data.

4. Interval (i)

Interval ialah perbandingan antara jumlah nilai tertinggi dikurangi nilai terendah dan dibagi dengan banyaknya kelas. Dalam penentuan besarnya interval di gunakan metode Arbitrary yang berpedoman bahwa interval ditetapkan dengan kelipatan 5, 10, 15 dst.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Pelaksanaan Proyek Akhir



3.1.1 Study Kepustakaan

Dilakukan guna memperoleh data-data dan informasi mengenai pengujian yang akan dilakukan, yang merupakan hasil penelitian yang telah dilakukan atau dari buku petunjuk praktikum yang ada dan literatur-literatur lain yang berhubungan dengan penelitian proyek akhir. Study kepustakaan nantinya akan dipakai sebagai landasan atau dasar penelitian proyek akhir.

3.1.2 Pengumpulan Data

a. Pengujian Laboratorium

Pengujian dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Program Studi Teknik Universitas Jember, sedangkan pelaksanaannya dilaksanakan pada bulan Mei 2003 s/d juni 2003.

Pengumpulan data untuk pengujian agregat masing-masing dilakukan 3 kali dan data yang digunakan adalah data rata-rata hasil pengujian tersebut. Sedang pengujian beton dilakukan dengan membuat benda uji sebanyak 34 buah benda uji.

Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang di gunakan dalam pengujian antara lain :

1. Alat

- 1 set ayakan yang terdiri dari atas \emptyset 38.1 mm ($1\frac{1}{2}$ ") ; \emptyset 25 mm (1") ; \emptyset 19 mm ($\frac{3}{4}$ ") ; 12,5 mm ($\frac{1}{2}$ ") ; \emptyset 9,50 mm ($\frac{3}{8}$ ") ; \emptyset 4.75 mm (no. 4) ; \emptyset 2.36 mm (no. 8) ; \emptyset 1.18 mm (no.16) ; \emptyset 0.6

mm (no.30) ; \varnothing 0.3 mm (no. 50) ; \varnothing 0.15 mm (no.100) ; \varnothing 0.075 mm (no. 20) ; pan.

- Timbangan analitis kapasitas 20 kg.
- Mesin pencampur bahan atau molen kapasitas 100 kg.
- Cetakan beton kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm
- Sekop, cetok, talam, dan timba
- Gelas ukur 1000 cc
- Batang perojok \varnothing 1,6 cm dan panjang 60 cm
- Picnometer
- Oven
- Mesin uji tekan (*compression testing machine*)
- Dan alat-alat bantu lainnya

2. Bahan

- Semen PC type I (Semen Gresik)
- Agregat kasar (pecahan genteng) dari Ambulu
- Agregat halus (pasir) dari sungai wirolegi, Jember
- Air bersih (PDAM)

b. Tinjauan Pustaka

Dilakukan guna memperoleh data-data dan informasi mengenai pengujian yang akan dilakukan, yang merupakan hasil dari para penyelidik terdahulu atau dari buku petunjuk praktikum yang ada dan literatur-literatur lainnya yang

berhubungan dengan penelitian proyek akhir ini. Study kepustakaan nantinya akan dipakai sebagai landasan atau dasar penelitian proyek akhir.

3.1.3 Analisa Pengujian Bahan

Analisa untuk metode yang digunakan dalam pengujian di laboratorium antara lain pengujian :

(1) Analisa Saringan

Analisa saringan dilakukan pada pecahan genteng dan pasir dengan maksud untuk mengetahui gradasi agregat dan modulus kehalusannya, masuk ke dalam daerah zone berapa yang menentukan keseragaman dan keanekaragaman butiran. Sehingga dapat mengetahui kuat tekan beton apabila keseragaman butiran mempunyai gradasi yang baik. Gradasi yang baik adalah agregat yang mempunyai susunan butiran dengan ukuran maksimum yang di tetapkan, yaitu 40 mm merata sampai ukuran yang terkecil.

(2) Berat jenis

Berat jenis agregat mempengaruhi kuat tekan beton, semakin kecil berat jenis agregat semakin kecil kuat tekan betonnya karna mempunyai bahan yang lunak, berpori dengan daya absorsi yang besar. Sedang berat jenis agregat yang besar (2.55 – 2.65) kuat tekan betonnya akan besar, hal ini dikarenakan bahannya keras, tidak berpori dengan daya absorsi yang kecil.

(3) Penyerapan (absorpsi)

Proses penyerapan air dalam bahan beton mempengaruhi waktu pengerasan beton. Masing-masing bahan campuran beton mempunyai tingkat penyerapan yang berbeda-beda, tergantung dari jumlah rongga udara yang terjadi. Semakin besar tingkat penyerapan air semakin kecil kuat tekan beton semakin kecil tingkat penyerapan air semakin besar kuat tekan betonnya.

(4) Berat isi

Berat isi / volume agregat sangat penting dalam menentukan kekuatan beton dan ketahanan beton. Banyak sekali kegagalan beton diakibatkan karena kurangnya pemadatan. Dalam praktek, bahaya akibat kurangnya pemadatan lebih banyak terjadi dibandingkan dengan kelebihan pemadatan.

(5) Ketahanan Agregat

Ketahanan atau kekerasan agregat diperlukan karena pada waktu pembuatan beton bahan-bahan ini harus mengalami gerakan-gerakan yang keras dalam molen (*mixer*), demikian juga harus menerima gesekan pada saat pengecoran dan pemadatan. Agregat harus dapat menahan pengausan, pemecahan degradasi (penurunan mutu) serta disintegrasi (penguraian).

(6) Kebersihan Bahan Organik

Agregat yang baik harus bebas dari bahan organik, lempung partikel yang lebih kecil dari saringan No. 100 atau bahan-bahan lain

yang merusak campuran beton. Substansi-substansi ini biasanya mengandung asam yang dapat mencegah berlangsungnya hidrasi dari semen, sehingga akan mengurangi kekuatan beton.

(7) Kebersihan Agregat Terhadap Lumpur

Kadar lumpur dalam agregat dapat menambah kebutuhan air dalam suatu campuran beton, sehingga kekuatan beton serta keawetannya akan menurun dan juga akan mempengaruhi ikatan antara pasta dan agregat.

(8) Pengembangan Volume

Pengembangan volume agregat dalam campuran beton digunakan untuk menentukan prosentase volume udara yang terkandung dalam rongga antar butir. Semakin besar volume rongga udara maka volume beton akan semakin padat dan akan mempunyai kekuatan yang lebih tinggi.

(9) Kadar Air

Kadar air atau kelembaban agregat akan mempengaruhi kekuatan beton yang akan dibentuk. Kelembaban agregat dipengaruhi oleh kondisi agregat, besar pori, daya hisap, gradasi dan jenis agregat yang digunakan.

3.1.4 Mix Design

Di dalam penentuan proporsi campuran dilakukan pembuatan mix design, yang akan berfungsi sebagai acuan perbandingan dalam pencampuran.

3.1.5 Pencampuran dan Pengujian

Pencampuran adalah proses campuran dari beberapa material penyusun beton yang terdiri dari semen, air, agregat halus, agregat kasar, yang di campur menjadi suatu beton segar yang siap di cetak. Namun untuk mengetahui tentang kekentalan atau workabilitas maka perlu dilakukan pengujian slump test.

Slump test merupakan salah satu cara untuk menentukan mengukur perbedaan tinggi antar wadah workabilitas (tingkat pengerjaan) beton yang diperoleh dengan berbentuk kerucut terpancung dan tinggi beton setelah wadah diangkat. Semakin besar nilai slump semakin mudah tingkat pengerjaan beton, namun jangan sampai beton terlalu basah / terlalu banyak menggunakan air campuran, hal ini akan mempengaruhi kekuatan beton. Begitu juga sebaiknya, nilai slump yang terlalu kecil menunjukkan kekentalan beton yang tinggi sehingga tingkat pengerjaan beton sukar dan beton akan menjadi keropos.

Dalam penelitian yang dilakukan, metode yang digunakan berdasarkan SNI PBI 1976 dan PBI 1971. Adapun perlakuan dalam penelitian ini adalah pencampuran semen + agregat (pecahan genteng) + agregat halus (pasir) sesuai dengan perbandingan yang telah ditetapkan

3.1.6 Pembahasan

Inti dari pembahasan nantinya adalah membahas dan menganalisa hasil pengujian-pengujian laboratorium yang telah dilaksanakan dibandingkan dengan standart-standart yang ada, apakah sudah memenuhi standart atau tidak.

3.1.7 Kesimpulan

Kesimpulan yang akan disampaikan adalah meliputi :

- a. Analisa pengujian laboratorium.
- b. Menyimpulkan permasalahan yang telah disampaikan pada rumusan masalah.
- c. Saran yang membangun guna keterlanjutan penelitian selanjutnya.



IV. PENGUMPULAN DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Laboratorium

4.1.1 Agregat kasar

Dalam pengujian agregat kasar dilakukan jenis pengujian, yaitu meliputi pengujian :

(1) Analisa Saringan

- a. Pengujian analisa saringan ini dimaksudkan untuk mengetahui keaneka ragaman butiran (gradasi agregat) dan modulus kehalusan (*finenes modulus*).
- b. Prinsip pengujian adalah memasukkan agregat kasar ke dalam ayakan dengan ukuran saringan paling besar di atas dan digetarkan dengan mesin penggetar selama ± 10 menit. Setelah itu agregat kasar yang ada dalam masing-masing ayakan ditimbang beratnya dan akan diketahui prosentase kelolosannya.



Milik UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER

Tabel 4.1 : Data Pengujian Analisa Saringan

Saringan No.	Diameter (mm)	Tertahan saringan (gram)
1 ³ / ₄ "	44.4	-
1 ¹ / ₂ "	38.1	376
1 ¹ / ₄ "	31.7	1983
1"	25.4	1025
7/8"	22.2	870
3/4"	19	804
1/2"	12.7	862
3/8"	9.5	691
4	4.75	962
8	2.36	536
16	1.18	660
30	0.6	510
50	0.3	384
100	0.15	302
200	0.075	33
PAN	-	2
Jumlah	-	10000

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

(2) Berat Jenis

- Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis agregat kasar (*specific gravity*) kondisi SSD (kering permukaan).
- Prinsip pengujian adalah agregat kasar kondisi SSD ditimbang, setelah itu timbang pula beratnya di dalam air dengan menggunakan keranjang kawat kapasitas 5 kg.

Tabel 4.2 : Data Pengujian Berat Jenis

No. Pengujian	Berat agregat (gram)	Berat agregat dalam air (gram)
I	3000	1722
II	3000	1724
III	3000	1729

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

(3) Penyerapan Air

- a. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan menyerap air dari agregat kasar (absorpsi).
- b. Prinsip pengujiannya adalah timbang agregat kasar kondisi SSD dan masukan dalam oven selama 24 jam dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, setelah itu timbang agregat kasar dalam keadaan dingin.

Tabel 4.3 :Data Pegujian Penyerapan Air

No Pengujian	Berat agregat (gram)	Berat agregat dalam air (gram)
I	500	440
II	500	441
III	500	448

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

(4) Berat Isi

- a. Pengujian berat isi dimaksudkan untuk mengetahui besarnya berat isi atau volume agregat kasar, yaitu perbandingan berat agregat dengan volume cetakan.
- b. Prinsip pengujian ini ada dua macam cara, yaitu berat volume tanpa rojokan dan berat volume dengan rojokan. Berat volume tanpa rojokan prinsip kerjanya adalah benda uji dimaksudkan dalam cetakan dan dirojok, kemudian diratakan dengan sendok perata dan dihitung beratnya. Sedang berat volume dengan rojokan prinsip kerjanya adalah cetakan diisi dengan benda uji dalam 3 lapis, setiap lapis dirojok dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali. Setelah itu diratakan dengan sendok perata dan kemudian dihitung beratnya.

Tabel 4.4 : Data Pengujian Berat Isi

No. Pengujian	Dengan Rojokan	Tanpa Rojokan
I	1.01	0.88
II	1.02	0.88
III	1.02	0.90

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

- Berat Silinder = 7260 gram
- Tinggi Silinder = 25 cm
- Diameter Silinder = 2167 cm

(5) Ketahanan Agregat Dengan Compression Impact

- a. Pengujian ketahanan agregat dengan compression impact dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan agregat yang mengalami beban kejut, yaitu tingkat kehancuran agregat.
- b. Prinsip pengujiannya adalah agregat kasar lolos ayakan $\frac{1}{2}$ " dan $\frac{3}{8}$ " dalam keadaan SSD dan isikan dalam tabung penakar setinggi 1.3 bagian dan tumbuk sebanyak 25 kali, ulangi pengujian untuk lapis 2 dan 3. Timbang agregat dan masukkan dalam mould dan tumbuk 25 kali pada bagian atas. Atur tinggi palu penumbuk 380 mm di atas permukaan mould, lakukan sebanyak 15 kali dengan interval waktu tidak kurang dari 1 detik palu diangkat agar menyentuh pelatuk atas dan palu pemadat akan turun secara otomatis. Timbang agregat tadi dan saring dengan saringan No.8. Kemudian agregat yang lolos pada saringan, timbang kembali dan hitung nilai impactnya.

Tabel 4.5 : Data Pengujian Ketahanan Agregat

No. Pengujian	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)
I	560	275
II	575	265.5
III	565	275.5

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

•Berat moule = 3002 gram

(6) Kebersihan Terhadap Lumpur Cara Kering

- a. Pengujian kebersihan agregat kasar cara kering untuk menentukan kadar lumpur dalam agregat kasar (ditentukan terhadap berat kering).
- b. Prinsip pengujianya adalah menimbang agregat kasar dan cuci hingga bersih, kemudian oven agregat kasar yang tertinggal dalam saringan dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap, setelah kering timbang dan catat beratnya.

Tabel 4.6 Data Pengujian Terhadap Lumpur Cara Kering

No. Pengujian	Berat Kering Oven (gram)	Berat bersih kering (gram)
I	500	420
II	500	424
III	500	420

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

(7) Kadar Air

- a. Pengujian kadar air dimaksud untuk mengetahui kadar air agregat kasar dengan cara pengeringan
- b. Prinsip pengujianya menimbang agregat kasar dalam keadaan asli dan dimasukkan agregat kasar dalam oven selama 24 jam dengan

suhu (110 ± 5) $^{\circ}$ C sampai berat tetap, setelah kering timbang dan catat beratnya.

Tabel 4.7 : Data Pengujian Kadar Air

No. Pengujian	Berat Asli (gram)	Berat Kering Oven (gram)
I	500	440
II	500	441
III	500	448

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

4.1.2 Agregat Halus

Dalam pengujian agregat halus dilakukan beberapa jenis pengujian yaitu meliputi pengujian :

(1) Analisa Saringan

- a. Pengujian analisa saringan ini dimaksudkan untuk mengetahui keanekaragaman butiran (gradasi agregat) dan modulus kehalusan (finenes modulus).
- b. Prinsip pengujian adalah memasukkan agregat kasar ke dalam ayakan dengan ukuran saringan paling besar di atas dan digetarkan dengan mesin pengetar selama ± 10 menit. Setelah itu agregat kasar yang ada dalam masing-masing ayakan ditimbang beratnya dan akan diketahui prosentase kelolosanya.

Tabel 4.8 : Data Pengujian Analisa Saringan

No.Saringan	Diameter (mm)	Tertahan Saringan (gram)
1/2"	12.7	2
3/8"	9.5	17
4	4.75	47
8	2.36	150
16	1.18	202
30	0.6	286
50	0.3	197
100	0.15	78
200	0.075	17
PAN		4
Jumlah		1000

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

(2) Berat Jenis

- Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis agregat kasar (*specific gravity*) kondisi SSD (kering permukaan).
- Prinsip Pengujian adalah timbang agregat halus kondisi SSD dan dimasukkan dalam picnometer dan timbang kembali, kemudian isi air sampai penuh putar hingga tidak terdapat gelembung udara dan timbang. Setelah itu picnometer kosong diisi air hingga batas kapasitas dan timbang beratnya.

Tabel 4.9 Pengujian Berat Jenis

No. Pengujian	Berat agregat (gram)	Picno + Benda + Air (gram)	Picno + Air (gram)
I	50	163.8	133.6
II	50	162.5	131.5
III	50	162.2	132.7

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

(3) Penyerapan Air

- Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan menyerap air dari agregat kasar (*absorsi*).

- b. Prinsip pengujiannya adalah timbang agregat kasar kondisi SSD dan masukkan dalam oven selama 24 jam dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, setelah itu timbang agregat kasar dalam keadaan dingin.

Tabel 4.10 :Data Pegujian Penyerapan Air

No Pengujian	Berat agregat (gram)	Berat dalam air (gram)
I	500	464
II	500	462
III	500	460

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

(4) Berat Isi

- a. Pengujian dilakukan untuk menentukan berat isi agregat halus
- b. Pinsip pengujian ;
 - Berat isi lepas : Timbang dan masukan agregat halus dengan ketinggian maksimum 5 cm sampai penuh dan ratakan permukaan, setelah itu timbang wadah dan agregat halus.
 - Berat isi dengan rojokan ; Isilah wadah dengan agregat halus dalam tiga lapis dan padatkan sebanyak 25 kali tusukan secara merata dan ratakan dengan mistar, setelah itu timbang wadah dan agregat halus.

Tabel 4.11 : Data Pengujian Berat Isi

No. Pengujian	Dengan Rojokan	Tanpa Rojokan
I	1.47	1.29
II	1.46	1.27
III	1.47	1.29

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

- Berat Silinder = 7260 gram
- Tinggi Silinder = 25 cm
- Diameter Silinder = 2167 cm

(5) Kebersihan Terhadap Bahan Organik

- a. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan adanya bahan organik dalam agregat halus yang digunakan sebagai bahan campuran beton.
- b. Prinsip pengujian adalah agregat halus di masukkan dalam gelas ukur dan tambahkan NaOH 3%, kocok dan isinya harus mencapai $\frac{2}{3}$ isi gelas ukur dan biarkan selama 24 jam. Bandingkan warna cairan di atas benda uji dengan warna standart.

Tabel 4.12 : Data Pengujian Kebersihan Terhadap Bahan Organik

No. Pengujian	Warna Larutan Pemanding	Warna larutan Agregat halus
I	Kuning	Kuning muda
II	Kuning	Kuning muda
III	Kuning	Kuning muda

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

(6) Pengembangan Volume

- a. Pengujian dilakukan untuk mengukur prosentase volume udara yang terkandung dalam rongga antar butir agregat.
- b. Prinsip pengujiannya adalah masukkan agregat halus dalam gelas ukur $\frac{3}{4}$ bagian, dan catat volumenya. Kemudian isi kembali gelas ukur dengan air $\frac{1}{2}$ bagian masukkan kembali agregat halus dalam gelas ukur dan aduk, diamkan dan catat endapannya.

Tabel 4.13 : Data Pengujian Pengembangan Pasir

No Pengujian	Tinggi Pasir (cm)	Tinggi Pasir Dalam Air (cm)
I	20	15.5
II	20	15.4
III	20	14.9

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

- Diameter gelas ukur = 7 cm

(7) Kebersihan Terhadap Lumpur Cara Basah

- Pengujian ini dilakukan untuk menentukan besarnya kadar lumpur dalam agregat halus.
- Prinsip pengujianya adalah memasukkan agregat halus dalam gelas ukur dan tambahkan air hingga penuh dan aduk, diamkan sebentar dan ukur endapan lumpurnya beserta agregat halusya.

Tabel 4.14 : Data Pengujian kebersihan Terhadap Lumpur Cara Basah

No. Pengujian	Tinggi lumpur (mm)	Tinggi Agregat Halus (mm)
I	1.5	50
II	1.2	47
III	1.7	56

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

(8) Kebersihan Terhadap Lumpur Cara Kering

- Pengujian dilakukan dengan maksud untuk menentukan kadar lumpur dalam agregat halus (ditentukan terhadap berat kering).
- Prinsip pengujiannya adalah timbang agregat halus oven dan cuci hingga bersih dengan mengaduk agregat halus dan air dalam saringan hingga air jernih. Kemudian masukkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap, setelah kering timbang dan catat.

Tabel 4.15 : Data Pengujian Kebersihan Terhadap Lumpur Cara Kering

No. Pengujian	Berat Kering Oven (gram)	Berat Kering Bersih (gram)
I	500	475
II	500	486
III	500	488

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

(9) Kadar Air

- a. Pengujian dilakukan untuk menentukan kadar air agregat halus dengan cara pengeringan.
- b. Prinsip pengujian adalah agregat halus dalam keadaan asli dimasukkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ selama 24 jam, setelah dingin timbang beratnya.

Tabel 4.16 : Data Pengujian Kadar Air

NO. Pengujian	Berat Asli (gram)	Berat Kering Oven (gram)
I	500	479
II	500	477
III	500	480

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

4.1.3 Pengujian Beton

Dalam penelitian dilakukan beberapa jenis pengujian, yaitu meliputi pengujian :

(1) Slump Test

- a. Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan slump beton, yaitu ukuran kekentalan beton segar.
- b. Prinsip pengujiannya adalah cetakan diletakan di atas plat, kemudian di isi dengan beton muda dalam tiga lapis setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan dan ratakan permukaan dengan mistar perata. Setelah itu cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas dan ukur besar slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.

Tabel 4.17 : Data Pengujian Slump Test

No. Pengujian	Tinggi cetakan (cm)	Tinggi Slump (mm)
I	30.5	50
II	30.5	45
III	30.5	50

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

(2) Pengujian Berat Volume Beton

- a. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui berat volume beton.
- b. Prinsip pengujian ini adalah timbang cetakan kosong, setelah campuran beton benar-benar homogen campuran dimasukkan ke dalam cetakan. Cetakan diisi 1/3 bagian dan dirojok 25 kali demikian hingga penuh dan ratakan, kemudian timbang.

Tabel 4.18 : Data Pengujian Berat Volume Beton

No. Pengujian	Berat cetakan (gram)	Berat cetakan + Beton (gram)
I	14850	21360
II	13850	20980
III	14250	21150

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

(3) Kuat Tekan

- a. Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kekuatan beton, yaitu beban persatuan luas berbentuk kubus ukuran 15x15x15 cm yang menyebabkan beton hancur.
- b. Prinsip pengujianya adalah letakkan benda uji pada mesin tekan dan jalankan dengan penambahan beban yang konstan. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji .

Tabel 4.19 : Data pengujian Kuat Tekan

No.	Umur Beton (Hari)	Luas (cm ²)	Berat Benda Uji (gram)	P (KN)
1	7	225	6820	275
2	7	225	6847	280
3	7	225	6836	270
4	7	225	6858	270
5	7	225	6875	270
6	7	225	6790	275
7	7	225	6795	280
8	7	225	6872	275
9	14	225	6944	400
10	14	225	6744	295
11	14	225	6930	315
12	14	225	6837	295
13	14	225	6475	270
14	14	225	6685	285
15	14	225	6773	280
16	14	225	6850	275
17	21	225	6552	280
18	21	225	6790	370
19	21	225	6922	370
20	21	225	6913	410
21	21	225	6753	365
22	21	225	6875	369
23	21	225	6890	385
24	21	225	6885	365
25	28	225	6985	380
26	28	225	6814	360
27	28	225	6984	375
28	28	225	6975	380
29	28	225	6985	350
30	28	225	6913	390
31	28	225	6850	370
32	28	225	6885	410
33	28	225	6885	385
34	28	225	6868	370

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

4.2 Analisa dan Pembahasan

4.2.1 Agregat Kasar

Dalam pengujian agregat kasar dilakukan beberapa jenis pengujian, yaitu Meliputi pengujian :

(1) Analisa Saringan

Tabel 4.20 : Analisa Pengujian Saringan

No. Saringan	Diameter (mm)	Prosentase tertahan	Prosentase Kumulatif	
			Tertahan	Lolos
1 3/4"	44.4	-	-	-
1 1/2"	38.1	3.76	3.76	96.24
1 1/4"	31.7	19.83	23.59	76.41
1"	25.4	10.25	33.84	66.16
7/8"	22.2	8.70	42.54	57.46
3/4"	19	8.04	50.58	49.42
1/2"	12.7	8.62	59.2	40.8
3/8"	9.5	6.91	66.11	33.89
4	4.75	9.62	75.73	24.27
8	2.36	5.36	81.09	18.91
16	1.18	6.60	87.69	12.31
30	0.6	5.10	92.79	7.21
50	0.3	3.84	96.63	3.37
100	0.15	3.02	99.65	0.35
200	0.075	0.33	99.98	0.02
PAN	-	0.02	100	0
Jumlah	-	100	-	-

Sumber : Analisa Pengujian Laboratorium

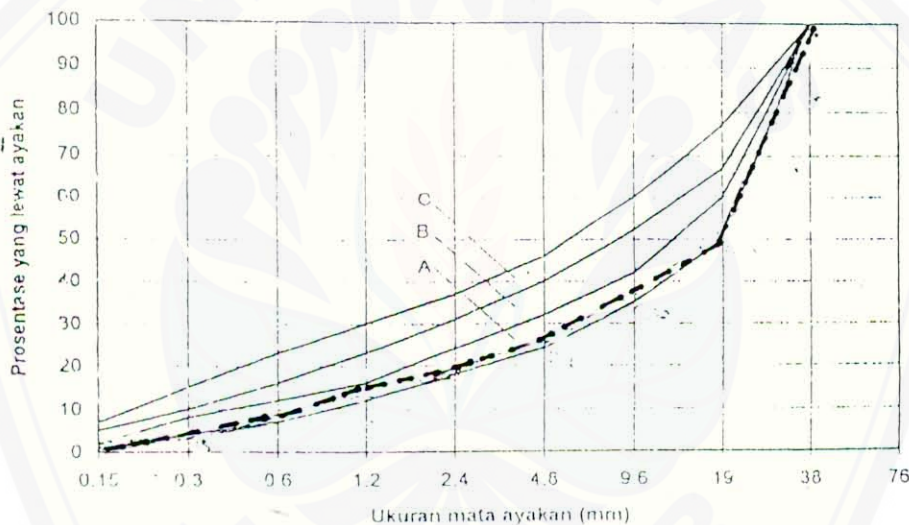
$$\text{Modulus Kehalusan} = \frac{3.76 + 50.58 + 66.11 + 75.73 + 81.09 + 400}{100} - 6.77$$

Modulus kehalusan agregat kasar diperoleh dengan menjumlah prosentase yang tertinggal kumulatif pada masing-masing ayakan : 1 1/2" (38.14 mm), 3/4" (19 mm), 3/8" (9.5 mm), No.4 (4.75 mm), No. 8 (2.36 mm) lalu ditambah angka 400, dan semuanya dibagi 100 (ASTM C 33 – 78). Angka 400 diperoleh dari ayakan

yang lebih kecil, yaitu No.16 (1.18 mm), No 30 (0.6 mm), No. 50 (0.3 mm), No. 100 (0.15 mm) dikalikan 100 % = (4 x 100% = 400%).

Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beranekaragam besarnya dan modulus kehalusannya antara 6.0 –7.1 (SII 0052 – 80). Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, agregat yang telah memenuhi syarat-syarat yang telah ditentukan dalam PBI 1971 dan modulus kehalusannya adalah 6.77

Daerah gradasi (zone) agregat kasar dapat dilihat pada grafik berikut :



Sumber : British Standard BS 882-73

Grafik 1 : Grafik gradasi agregat kasar besar butir maksimum 38 mm

Dari grafik 1 didapatkan bahwa agregat kasar masuk pada daerah gradasi (zone) satu. Artinya bahwa agregat kasar mempunyai gradasi yang paling kasar, maksudnya keseragaman butiran dari yang terbesar sampai yang terkecil mempunyai prosentase kelolosan yang kecil.

Tabel 4.21 : Analisa Pengujian Agregat Kasar

No. Pengujian	I	II	III	Rata-rata	Ket
Jenis Pengujian :					
1. Berat Jenis	2.34	2.35	2.34	2.34	Lamp 1
2. Penyerapan Air (%)	12	11.8	10.4	11.4	Lamp 3
3. Berat Isi (gram/cm ³)					
a. Dengan rojokan	1.01	1.02	1.02	1.016	Lamp 13
b. Tanpa rojokan	0.88	0.88	0.90	0.9	Lamp 13
4. Ketahanan agregat (%)	50.08	50.03	50.12	50.19	Lamp 7
5. Kadar Lumpur Cara Kering	16	15.2	16	15.73	Lamp 11
6. kadar Air (%)	0.22	0.23	0.19	0.214	Lamp 5

Sumber : Analisa Pengujian Laboratorium

(2) Berat Jenis

Agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton berukuran maksimum 40 mm. Menurut standart SNI PB – 0202 – 76 berat jenis agregat kasar yang baik berkisar antara 2.55 – 2.65. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, didapatkan berat jenis kerikil rata-ratanya adalah 2.34 (lihat tabel 4.21), sehingga berat jenis agregat kasar tidak masuk sesuai dengan standart yang ada.

(3) Penyerapan Air

Proses penyerapan air dalam bahan beton mempengaruhi waktu pengerasan beton. Masing-masing bahan campuran beton mempunyai tingkat penyerapan yang berbeda-beda, tergantung dari jumlah rongga udara yang terjadi (SNI PB – 0202 –76). Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan nilai rata-rata penyerapan air agregat kasar adalah 11.4% (lihat tabel 4.21).

(4) Berat Isi

Berat isi / volume agregat kasar sangat penting dalam menentukan kekuatan beton dan ketahanan beton. Banyak sekali kegagalan beton diakibatkan karena kurangnya pemadatan. Dalam praktek, bahaya akibat kurangnya pemadatan lebih banyak terjadi dibandingkan dengan kelebihan pemadatan (SNI PB - 0204 -76). Dari hasil pengujian didapatkan nilai rata-rata berat isi agregat kasar dengan rojokan = 1.016 gram / cm³ dan berat isi tanpa rojokan = 0.88 gram/cm³ (lihat tabel 4.21).

(5) Ketahanan agregat Dengan Compression impact

Tingkat ketahanan / kehancuran agregat akan mempengaruhi kekuatan beton yang akan dibentuk (yang diinginkan). Kehancuran adalah tingkat kerapuhan bahan yang ditentukan dengan menggunakan alat *Compression Impact* (SNI PB - 0206 - 76). Menurut PBI 1971, prosentase maximum tingkat kehancuran agregat adalah 50 % dan dari hasil pengujian didapatkan nilai rata-rata kehancuran agregat adalah 50.19 %. (lihat tabel 4.21) tidak memenuhi.

(6) Kebersihan Terhadap Lumpur Cara Kering

Agregat kasar yang baik tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % (ditentukan terhadap berat kering). Yang di artikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melaluli ayakan 0.075 mm (No. 200). Apabila kadar lumpur melampaui 1 %, maka agregat kasar

harus dicuci (SNI PB -0208 - 76). Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan kadar lumpur rata-rata agregat kasar adalah 15.7 % (lihat tabel 4.21), sehingga kadar lumpur yang diperoleh lebih dari 1 % dan agregat kasar sebelum digunakan sebagai campuran beton harus dicuci terlebih dahulu.

(7) Kadar Air

Kelembaban / kadar air agregat kasar akan mempengaruhi kekuatan beton yang akan dibentuk (yang diinginkan). Kelembaban agregat kasar dipengaruhi oleh kondisi agregat kasar, besar pori, daya hisap, gradasi dan jenis agregat kasar (SNI PB - 0210 - 76). Dari hasil pengujian didapatkan kadar air agregat kasar rata-rata sebesar 11.4 % (lihat tabel 4.21).

4.2.2 Agregat Halus

Dalam pengujian agregat halus dilakukan beberapa pengujian, yaitu meliputi pengujian :

(1) Analisa Saringan

Tabel 4.22 : Analisa Pengujian Saringan

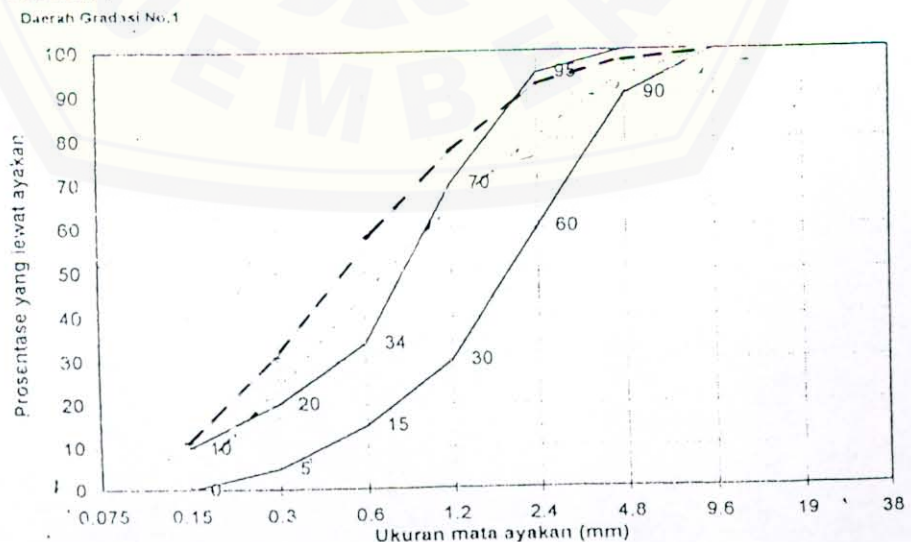
Saringan No.	Diameter (mm)	Prosentase tertahan	% Kumulatif	
			Tertahan	Lolos
¾"	-	-	-	-
½"	12.7	0.2	0.2	99.8
3/8"	9.5	1.7	1.9	98.1
4	4.75	4.7	6.6	93.4
8	2.36	15.0	21.6	78.4
16	1.18	20.2	41.8	58.2
30	0.6	28.6	70.4	29.6
50	0.3	19.7	90.1	9.9
100	0.15	7.8	97.9	2.1
200	0.075	2.0	99.6	0.4
PAN		0.1	100	0
Jumlah	-	100	-	-

$$\begin{aligned} \text{Modulus kehalusan} &= \frac{0.2+1.9+6.6+21.6+41.8+70.4+90.1+97.9}{100} \\ &= 3.305 \end{aligned}$$

Modulus kehalusan agregat halus diperoleh dengan menjumlah prosentase yang tertinggal kumulatif pada masing-masing ayakan :3/8" (9.5 mm), No.4 (4.75 mm), No.8 (2.36 mm), NO.16 (1.18 mm), No. 30 (0.6 mm), No. 50 (0.3 mm), No. 100 (0.15 mm) lalu dibagi 100 (ASTM C 33 – 78). Agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos lebih dari 45 % pada suatu ayakan dan tertahan pada ayakan berikutnya. Modulus kehalusan agregat halus berkisar antara 1.5 – 3.8 (SII 0052 – 80), jika nilai modulus kehalusanya makin besar artinya agregat halus tersebut makin kasar.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, agregat halus memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan dalam PBI 1971 dan modulus kehalusannya adalah 3.305 (memenuhi).

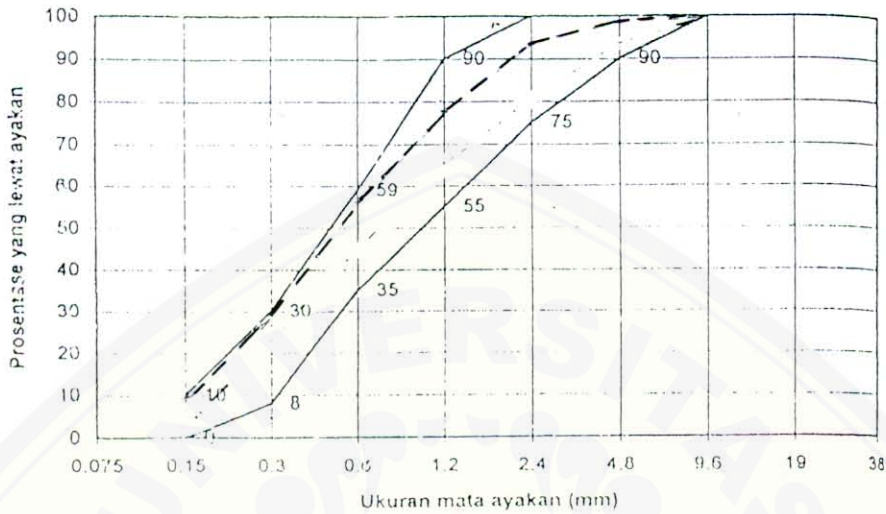
Daerah gradasi (zone) agregat halus dapat dilihat pada grafik berikut :



Sumber : British Standard BS 882 - 75

Grafik 2.a : Grafik daerah gradasi (zone) I

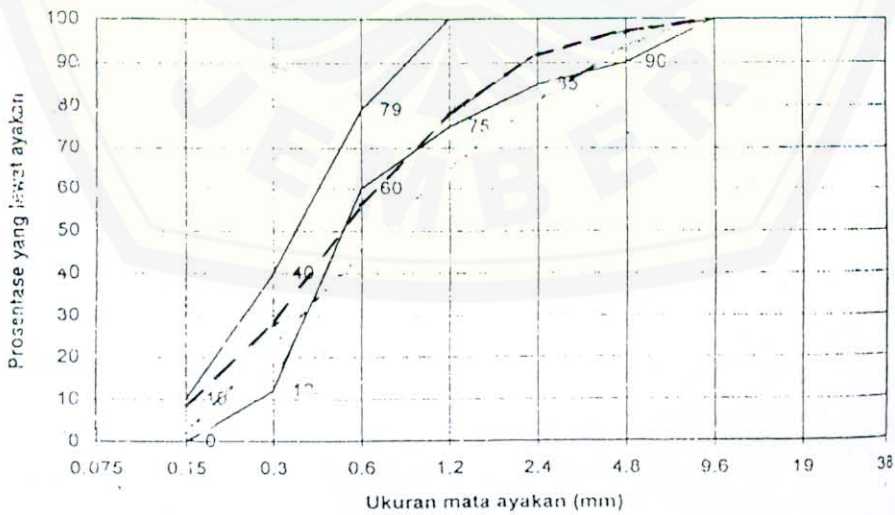
Daerah gradasi No.2



Sumber : British Standard BS 882 - 73

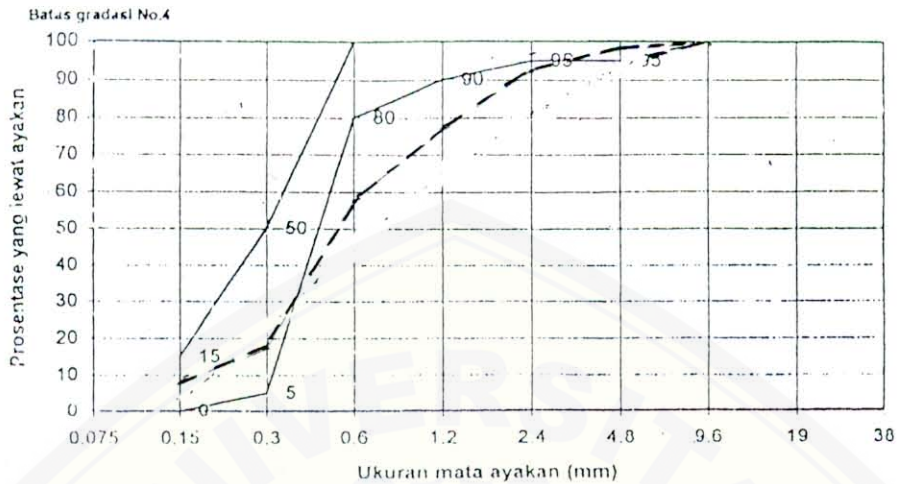
Grafik 2.b : Grafik daerah gradasi (zone) II

Daerah gradasi No.3



Sumber : British Standard BS 882 - 73

Grafik 2.c : Grafik daerah gradasi (zone) III



Sumber : British Standard BS 882 - 73

Grafik 2.d : Grafik daerah gradasi (zone) IV

Dari grafik 2.b didapatkan bahwa agregat halus masuk pada daerah gradasi (zone) II. Maksudnya makin kecil nomor zone pasir makin kasar yang digunakan. Untuk zone II didapatkan antara 30 –40 % pasir, sehingga pasir yang digunakan memenuhi standart tidak terlalu kasar dan tidak terlalu halus.

Tabel 4 23 : Analisa pengujian agregat halus

No. Pengujian	I	II	III	Rata-rata
Jenis Pengujian :				
1. Berat Jenis	2.52	2.63	2.43	2.52
2. Penyerapan Air (%)	7.2	7.6	8	7.6
3. Berat Isi (gram /cm)				
a. Dengan Rojokan	1.47	1.46	1.47	1.466
b. Tanpa Rojokan	1.29	1.27	1.29	1.283
4. Kebersihan Bahan Organik				
5. Pengembangan Volume (%)	33.44	29.15	36.18	32.93
6. Kadar Lumpur Cara Basah (%)	3	2.55	3.03	2.86
7. Kebersihan Lumpur Cara Kering (%)	5	2.8	2.4	3.4
8. Kadar Air (%)	4.2	4.6	4	4.26

Sumber : Analisa pengujian Laboratorium

(2) Berat Jenis

Bahan agregat halus yang lunak, berpori dengan daya absorpsi yang besar mempunyai berat jenis kecil, sedangkan agregat halus bermutu tinggi pada umumnya memiliki berat jenis yang besar. Berat jenis agregat halus yang baik berkisar antara 2.6 (SNI PB –0203 – 76). Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan nilai berat jenis agregat halus rata-rata 2.52 (lihat tabel 4.23).

(3) Penyerapan Air

Proses penyerapan air dalam bahan beton mempengaruhi waktu pengerasan beton. Masing-masing bahan campuran beton mempunyai tingkat penyerapan yang berbeda-beda, tergantung dari jumlah rongga udara yang terjadi (SNI PB – 0203 – 76). Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan nilai rata-rata penyerapan air agregat halus adalah 7.6 % (lihat tabel 4.23).

(4) Berat Isi

Berat isi / volume agregat halus sangat penting dalam menentukan kekuatan beton dan ketahanan beton dan sebagai bahan pengisi. Banyak sekali kegagalan beton di akibatkan kurangnya pemadatan dan terjadi keropos pada beton. Dalam praktek bahaya akibat kurangnya pemadatan lebih banyak sekali terjadi dibandingkan dengan kelebihan pemadatan (SNI PB – 0204 – 76). Dari hasil pengujian didapatkan

nilai rata-rata berat isi agregat halus dengan rojokan = 1.466 gram/cm² dan tanpa rojokan = 1.283 gram/cm² (lihat tabel 4.23).

(5) Kebersihan Terhadap Bahan Organik

Agregat halus yang baik harus bersih dari bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 100 atau bahan-bahan lain yang bisa merusak campuran beton. Bila diuji dengan menggunakan larutan Natrium Sulfat (NaOH) dan dibandingkan dengan warna standart, tidak berwarna lebih tua dari warna standart (SNI PB – 0207 – 76). Dari pengujian yang telah dilakukan (lihat tabel 4.23), didapatka warna benda uji lebih muda dibandingkan dengan warna standart yang ada. Hal ini menandakan biasanya benda uji (agregat halus) mengandung sedikit bahan-bahan yang dapat merusak campuran beton (organik, lempung) dan layak sebagai campuran beton yang baik.

(6) Pengembangan Volume

Pengembangan volume agregat halus dalam campuran beton digunakan untuk menentukan prosentase volume udara yang terkandung dalam rongga antar butir. Semakin kecil volume rongga udara maka volume beton akan semakin padat dan akan mempunyai kekuatan yang lebih tinggi (SNI PB – 0207 – 76). Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, didapat nilai bulking rata-rata adalah 32.93 (lihat tabel 4.23).

(7) Kebersihan Lumpur Cara Basah

Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %. Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0.075 mm (No. 200). Apabila kadar lumpur melampaui dari 5 % berat, maka agregat halus harus dicuci (SNI PB – 0208 – 76). Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan nilai rata-rata kadar lumpurnya adalah 2.86 (lihat tabel 4.23), sehingga kandungan lumpur yang ada dalam agregat halus kurang dari 5 % dan agregat halus layak digunakan sebagai campuran beton.

(8) Kebersihan Terhadap Lumpur Cara Kering

Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % (ditentukan terhadap berat ringan). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0.075 mm (No. 200). Apabila kadar lumpur melampaui dari 5 % berat, maka agregat halus harus dicuci (SNI PB – 0208 – 76). Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan nilai rata-rata kadar lumpurnya adalah 3.4 (lihat tabel 4.23), sehingga kandungan lumpur yang ada dalam agregat halus kurang dari 5 % dan agregat halus layak digunakan sebagai campuran beton.

(9) Kadar Air

Kelembaban agregat halus dipengaruhi oleh kondisi agregat halus, besar pori, daya hisap, gradasi dan jenis agregat halus (SNI PB – 0210 – 76). Dari hasil pengujian kadar air agregat halus rata-rata 4.26 % (lihat tabel 4.23).

4.2.3 Perencanaan Campuran Adukan Beton (Mix Design) Cara DOE**4.2.3.1 Tahapan-Tahapan Dalam Perencanaan Campuran**

1. Penetapan kuat beton yang disaratkan (f_c') pada umur tertentu.

Kuat tekan beton yang disaratkan ditetapkan (f_c') = 125 kg/cm² yang diperkirakan pada umur beton 28 hari.

2. Standart deviasi rencana

Sandart yang direncanakan adalah 70 kg/cm² atau tanpa data dengan faktor pengali ($K = 1,64$).

3. Perhitungan nilai tambah (*margin*)

Nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standart (S) dengan rumus:

$$M = K \times S$$

Dengan : M = Nilai tambah (kg/cm²)

K = Konstanta (ditetapkan 1,64)

S = Deviasi Standart (kg/cm²)

Maka :

$$M = 1,64 \times 70$$

$$= 114,8 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

4. Penetapan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

Kuat tekan beton yang direncanakan diperoleh dengan rumus :

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

Dengan : f_{cr}' = Kuat tekan rata-rata (kg/cm^2)

f_c' = Kuat tekan yang disyaratkan (kg/cm^2)

M = Nilai tambah (kg/cm^2)

Maka :

$$\begin{aligned} f_{cr}' &= 125 + 114,8 \\ &= 239,8 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \\ &= 24 \text{ Mpa.} \end{aligned}$$

5. Penetapan jenis semen portland

Semen yang digunakan Semen Portland (Semen Gresik) Type I

6. Penetapan jenis agregat

Jenis agregat yang ditetapkan yaitu :

- a. agregat kasar jenis batu pecah
- b. arggat halus jenis pasir alami

7. Penepatan faktor air semen

Penepatan faktor air semen dilakukan berdasarkan jenis semen yang dipakai jenis agregat kasar dan kuat tekan rata-rata yang direncanakan pada umur 28 hari.

- a. Dengan tabel di bawah ini ditetapkan kuat tekan beton memakai

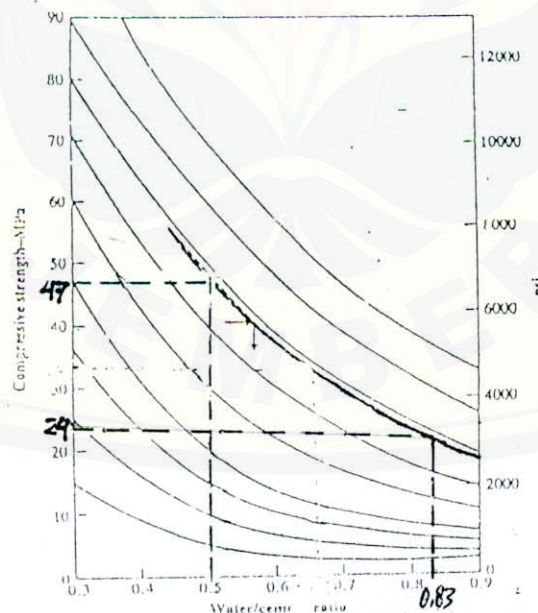
$$f.a.s=0,50.$$

Tabel 4.24. Perkiraan Kuat tekan beton (Mpa) dengan f.a.s 0,50

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat ekan Beton (Mpa)			
		3 hari	7 hari	28 hari	91 hari
Type I	Koral	18	27	40	48
	Split	23	33	47	55
Type III	Koral	25	34	53	53
	Split	30	40	60	60

Dari tabel di atas diperoleh kuat tekan beton pada 24 Mpa untuk nilai f.a.s 0,83.

- b. Dengan grafik di bawah ini, diletakkan dengan nilai f.a.s = 0, 50 (absis) dan kuat tekan yang diperoleh (ordinat). Dari nilai kuat tekan rencana (f_{cr}) diperoleh nilai f.a.s.



Sumber : "Properties of Concrete" by AM. Neville

Grafik 3 : Grafik Faktor Air Semen.

Dari grafik diatas diperoleh f.a.s = 0.83

8. Penetapan faktor air semen maksimum

Faktor air semen ditetapkan untuk beton di dalam ruang bangunan dengan keadaan kelilingan non korosif.

Tabel 4.25. Persyaratan Faktor Air Semen Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus.

Jenis Pembetonan	f.a.s maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :	
a. Keadaan keliling non korosif	0.60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0.52
Beton di luar ruang bangunan	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.55
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.60
Beton yang masuk ke dalam tanah	
a. Mengalami keadaan kering dan basah berganti-ganti	0.55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	0.52
Beton selalu berhubungan dengan air tawar atau payau atau laut	0.52-0.75

Sumber : PBI 197

Ditetapkan f.a.s maksimum dari tabel 23 adalah : $f.a.s._{max} = 0,60$

Kesimpulan :

- a. Untuk semen tanpa kapur nilai f.a.s.(w/c) diambil yang maximum yaitu 0,60
- b. Untuk semen penambahan kapur nilai f.a.s. menjadi $w/(c+k)$, yaitu membagi jumlah air dengan berat semen ditambah berat kapur.

9. Penetapan nilai slump

Nilai slump yang digunakan dalam pengujian ditetapkan untuk pembetonan masal.

Tabel 4.26 : Penetapan Nilai Slump (cm)

Pemakaian Beton	Maks	Min
- Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang.	12,5	5,0
- Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur dibawah tanah.	9,0	2,5
- Pelat, balok, kolom dan dinding.	15,0	7,5
- Perkerasan jalan.	7,5	5,0
- Pembetonan masal.	7,5	2,5

Sumber : PBI 1971

Ditetapkan : Nilai slump = 30 - 60 mm

10. Penetapan besar butir agregat maksimum

Ditetapkan besar butir agregat maksimum = 40 mm.

11. Penetapan jumlah air yang diperlukan per m³ beton

Ditetapkan jumlah air per meter kubik campuran beton untuk agregat jenis split dan besar butir 40 mm dengan nilai slump 30 – 60 mm.

Tabel 4.27 : Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (kg/m³)

Besar Ukuran Maks. Kerikil (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 80
10	Koral	150	180	205	225
	Split	180	205	230	250
20	Koral	135	160	180	195
	Split	170	190	210	225
40	Koral	115	140	160	175
	Split	155	175	190	205

Sumber : "Properties of Concrete" by AM. Neville

Diperoleh jumlah air yang dibutuhkan adalah 190 kg/m³.

12. Berat semen yang dibutuhkan.

$$\begin{aligned} \text{Berat semen} &= \frac{\text{jumlahair}}{\text{faktorairsemen}} = \frac{190}{0.6} \\ &= 316.67 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

13. Kebutuhan semen minimum.

Kebutuhan semen minimum ditetapkan untuk beton didalam ruang bangunan dengan keadaan keliling non korosif.

Tabel 4.28 : Kebutuhan Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus.

Jenis Pembetonan :	Semen Minimum
Beton di dalam ruang bangunan	
a. Keadaan keliling non korosif.	275
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	325
Beton di luar ruang bangunan	
a. Tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung.	325
b. Terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung.	275
Beton yang masuk kedalam tanah :	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti.	325
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.	375
Beton yang selalu berhubungan dengan air :	
a. Air tawar	275
b. Air laut	375

Sumber : PBI 1971

Ditetapkan kebutuhan semen minimum dari tabel 27 adalah :

$$\text{kandungan semen}_{\text{mim}} = 275 \text{ kg}$$

14. Penyesuaian kebutuhan semen

Jika kebutuhan semen yang diperoleh ternyata lebih sedikit dari pada kebutuhan semen minimum maka kebutuhan semen harus pakai yang minimum (yang lebih besar) Selanjutnya ditetapkan kebutuhan semen = 316.67 kg.

15. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen (f.a.s)

Hal ini dilakukan jika kebutuhan air lebih kecil dari kebutuhan air minimum yang disyaratkan.

Dalam hal ini dapat dilakukan dengan:

a. Cara 1

Faktor air semen dihitung kembali dengan cara mambagi jumlah air dengan jumlah semen minimum (akan menurunkan faktor air semen).

b. Cara 2

Jumlah air disesuaikan dengan mengalikan jumlah semen minimum dengan FAS, (akan jumlah air yang diperlukan).

16. Penentuan daerah gradasi agregat halus.

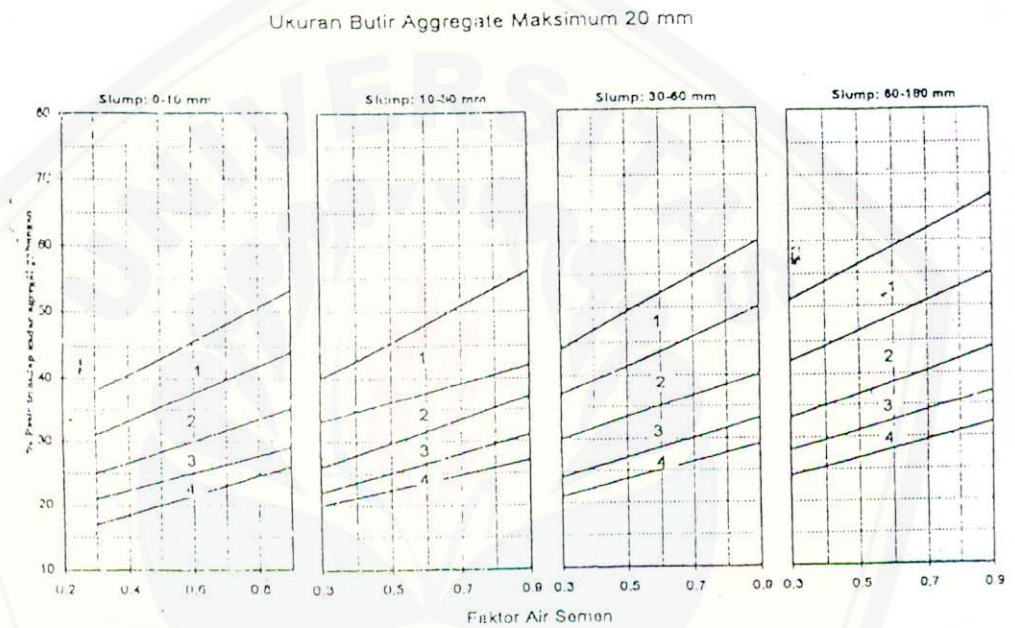
Diperoleh dari hasil analisa ayakan yang dilakukan dilaboratorium. Daerah gradasi dapat dikelompokkan menjadi 4, sesuai dengan tabel dibawah ini.

Tabel 4.29 : Batas gradasi pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	15-34	35-59	60-79	15-50
0.3	5-20	8-30	12-40	0-15
0.15	0-20	0-10	0-10	

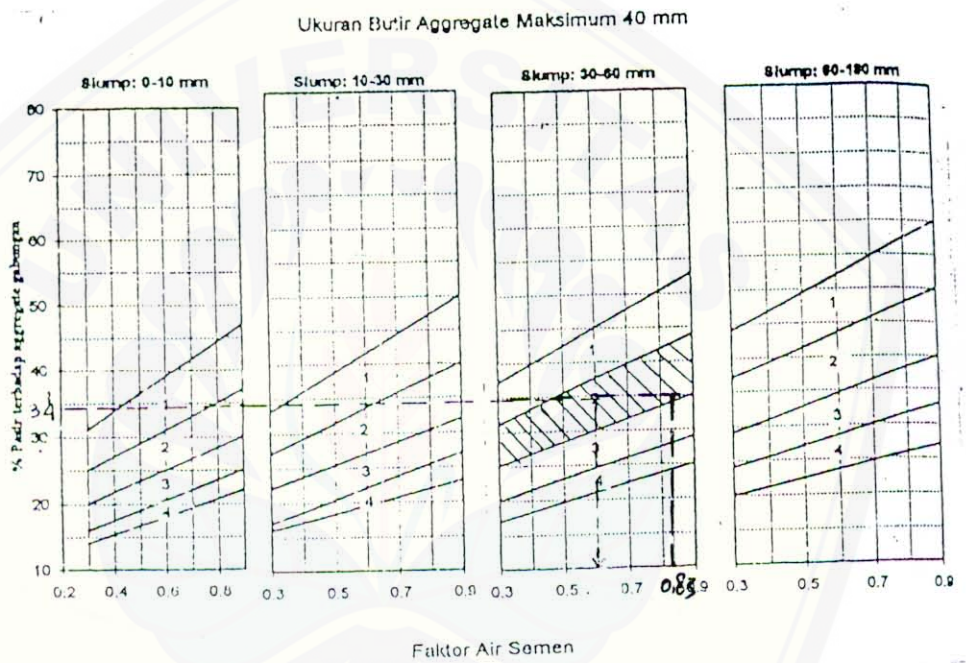
Sumber: PBI 1971

Ditetapkan agregat halus termasuk dalam daerah gradasi Zone II.



Sumber : "Properties of Concrete" by AM. Neville

Grafik 4.b : Grafik Prosentase Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm.



Sumber : "Properties of Concrete" by AM. Neville

Grafik 4.c : Grafik Prosentase Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran Untuk Ukuran Butir Maksimum 40 mm.

Dari grafik diperoleh prosentase berat agregat halus terhadap agregat campuran = 34%.

18. Berat jenis relatif agregat campuran.

Berat jenis agregat dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Bj camp} &= \left[\frac{P}{100} \times \text{Bj.P} \right] + \left[\frac{\text{PG}}{100} \times \text{Bj.PG} \right] \\ &= \left[\frac{34}{100} \times 2.52 \right] + \left[\frac{66}{100} \times 2.34 \right] \\ &= 2.404 \text{ kg/cm}^3 \end{aligned}$$

Dengan :

BJ Camp = Berat jenis agregat campuran.

BJ.P = Berat jenis agregat halus.

BJ. PG = Berat jenis agregat pecahan genteng.

P = Prosentase agregat halus terhadap agregat campuran.

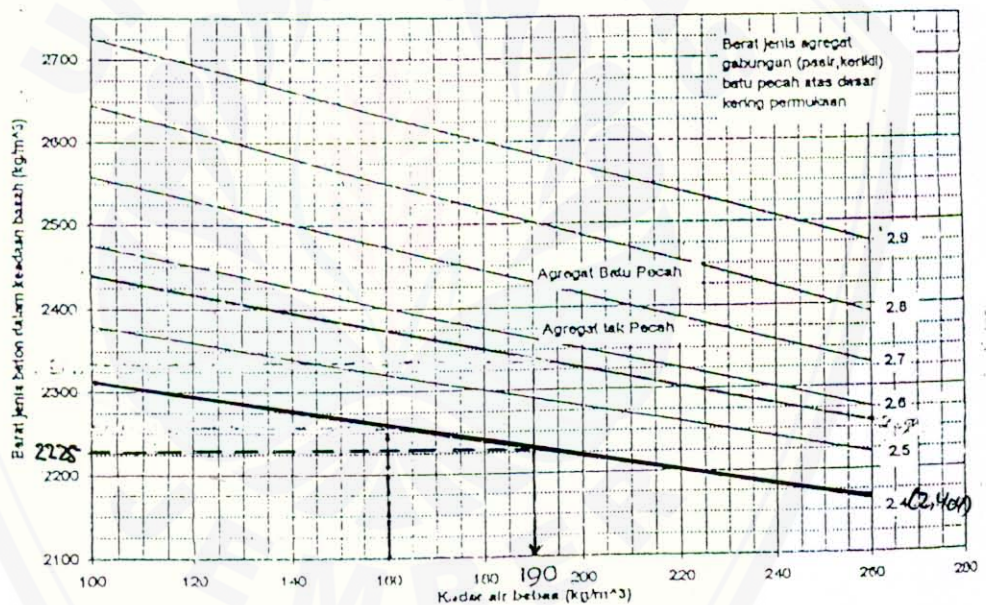
PG = Prosentase agregat kasar terhadap agregat campuran.

19. Penentuan berat jenis beton

Dari perhitungan sebelumnya diperoleh:

- a. Berat jenis agregat campuran = $2,404 \text{ kg/m}^3$
- b. Kebutuhan air = 190 kg/m^3

Sehingga berat jenis beton dapat diperkirakan dengan menggunakan grafik dibawah ini:



Sumber : "Properties of Concrete" by AM. Neville

Grafik 5 : Grafik Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran dan Berat Beton.

Diperoleh berat jenis beton = 2225 kg/m^3

20. Kebutuhan agregat campuran

$$\begin{aligned}\text{Agregat campuran} &= \text{berat beton per m}^3 - \text{Kadar semen} - \text{Kadar air bebas} \\ &= 2225 - 316.67 - 190 \\ &= 1778.33 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

21. Kebutuhan agregat halus

$$\begin{aligned}\text{Agregat halus} &= \text{agregat campuran} \times \text{persen berat agregat halus} \\ &\quad \text{terhadap agregat campuran} \\ &= 0.34 \times 1718.33 \\ &= 584.23 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

22. Kebutuhan agregat kasar

$$\begin{aligned}\text{Agregat kasar} &= \text{agregat campuran} - \text{agregat halus} \\ &= 1718.33 - 584.23 \\ &= 1134.10 \text{ kg}\end{aligned}$$

23. Resume:

1. Untuk 1 m^3 beton (berat betonnya kg) dibutuhkan:

- a. Air = 190 kg
- b. Agregat halus = 584.23 kg
- c. Agregat kasar = 1134.10 kg
- d. Semen = 316,67 kg

2. Koreksi terhadap kadar air:

- a. Semen = 316.67 kg
- b. Pasir = kadar pasir - {(resapan - kadar air) x kadar pasir}
= $584.23 - \{(7.6\% - 4.26\%) \times 584.23\}$
= 564.72 kg
- c. Genteng = kadar genteng - {(resapan - kadar air) x kadar genteng}
= $1134.1 - \{(11.4\% - 0.214\%) \times 1134.1\}$
= 1007.24 kg.
- d. Air = $190 + \{(7.6\% - 4.26\%) \times 584.23\} + \{(11.4\% - 0.24\%) \times 1134.1\}$
= 336.07 kg

3. Banyaknya bahan ditimbang 0.05 m^3 .

- a. Semen = $316.67 \times 0.05 = 15.83 \text{ kg}$.
- b. Pasir = $564.72 \times 0.05 = 28.24 \text{ kg}$.
- c. Genteng = $1007.24 \times 0.05 = 50.36 \text{ kg}$.
- d. Air = $336.07 \times 0.05 = 16.80 \text{ kg}$.

4. Perbandingan campuran dalam berat (kg) :

Semen : Air : Pasir : Genteng
 1 : 1.06 : 1,78 : 3,18

4.2.3.2 Daftar Isian (Formulir) Rancangan Campuran

Dari tahapan-tahapan perencanaan campuran diatas kemudian diisikan ke dalam formulir rancangan campuran seperti terlampir dalam tabel berikut :

Tabel 4.30 : Formulir Rancangan Campuran

No	Uraian	Tabel/Grafik	Nilai
1.	Kekuatan tekan karakteristik	ditetapkan	125 kg/cm ² pada umur 28 hari.
2.	Standat deviasi	diketahui	70 kg/tanpa data (k=1.64)
3.	Nilai tambah		1.64 x 70 = 114.8 kg/cm
4.	Nilai rata-rata yg hendak dicapai	1 + 3	125 + 114.8 = 239.8 kg/cm ² (24 Mpa)
5.	Jenis semen /type semen (PC)	Ditetapkan	PC type I
6.	Jenis agregat : kasar ,halus	Ditetapkan	genteng, pasir
7.	Faktor air semen bebas	Gambar 2	0.83
8.	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan PBI	0.6
9.	Slump	Ditetapkan PBI	30 – 60 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan PBI	40 mm
11.	Kadar air bebas	Tabel 4	190 kg/m ³
12.	Kadar semen		190 : 0.6 = 316.67 kg/m ³
13.	Kadar semen minimum	Ditetapkan PBI	275 kg/m ³
14.	Kadar semen maksimal	Ditetapkan PBI	-
15.	Faktor air semen yang disesuaikan		-
16.	Besar butir agregat halus	Grafik gradasi	Zona II
17.	Prosentase agregat halus	Dihitung	Diambil 34 %
18.	BJ relatif agregat (SSD)	Dihitung	(34% x 2.52)+(66%x 2.34)=2.404
19.	Berat jenis beton	Gambar	2225 kg/m ³
20.	Kadar total agregat gabungan	19-12-11	2225 - 316.67 - 190 = 1718.33kg/m ³
21.	Kadar agregat halus	17 x 20	34 %x 1718.33=584.23kg/m ³
22.	Kadar agregat kasar	20 - 21	1718.33 – 584.23 = 1134.10 kg/m ³
Banyaknya bahan (teoritis)		semen Air Agrt halus Agrt kasar	
a. Tiap m ³ dengan ketelitian 5kg		316.67 190 584.23 1134.10	
b. Tiap campuran uji 0.05 m ³		15.83 9.5 29.21 56.70	
Banyaknya bahan ditimbang		semen Air Agrt halus Agrt kasar	
a. Tiap m ³ dengan ketelitian 5kg		316.67 336.07 564.72 1007.24	
b. Tiap campuran uji 0.05 m ³		15.83 16.80 28.24 50.36	
Perbandingan campuran Komposisi campuran (kg)		semen Air Agrt halus Agrt kasar 1 : 1.06 : 1.78 : 3.18	

Sumber : Analisa pengujian laboratorium

4.2.4 Pengujian Beton

Dalam Pengujian beton dilakukan beberapa jenis pengujian, yaitu meliputi pengujian :

(1) Slump Test

Tabel 4.31 : Analisa Pengujian Slump Beton

Campuran	I	II	III	Rata-rata	Rencana	Ket
Besar Slump	50	45	50	48.33	30 - 60	Memenuhi

Sumber : Analisa Pengujian Laboratorium

Dari tiga pencampuran slump beton di atas menunjukkan bahwa nilai slumpnya memenuhi slump rencana, yaitu 30 – 60 mm sehingga ukuran kekentalan beton segar dianggap memenuhi syarat.

(2) Berat Volume Beton

Tabel 4.32 : Analisa Pengujian Berat volume Baton

Percobaan	I	II	III	Rata-rata	Standart	Ket
Berat Volume	0.0028	0.0032	0.0031	0.00304	0.0019	Tdk masuk

Sumber : Analisa Pengujian Laboratorium

Dari pengujian berat volume beton didapat nilai rata-rata pengujian sebesar 0.00304 kg/cm^3 , sedangkan standart berat volume beton ringan sebesar 0.0019 kg/cm^3 , sehingga berat volume beton dari hasil pengujian tidak memenuhi standart beton ringan.

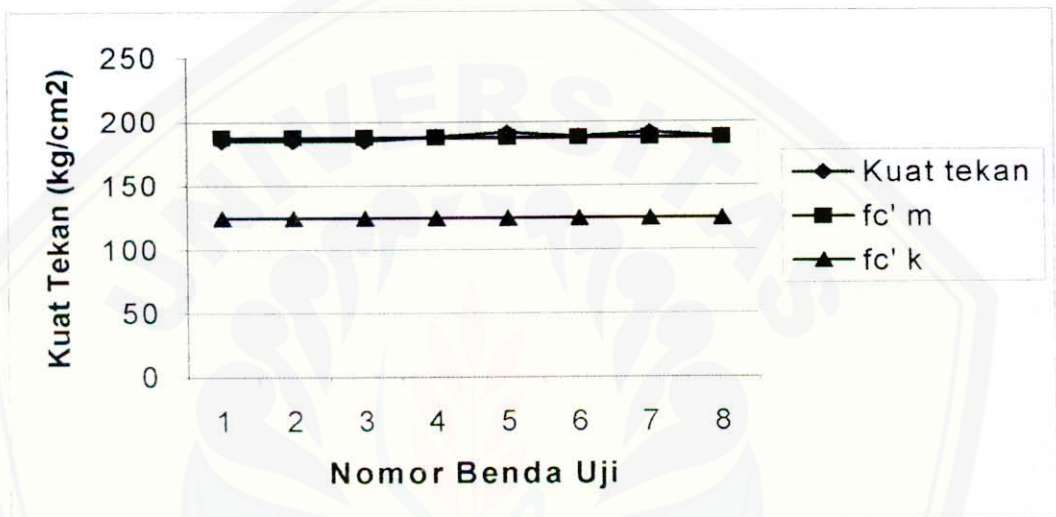
(3) Kuat Tekan

Tabel 4.33 : Data Pengujian Kuat Tekan

No	Umur Beton (hari)	f_c' (kg/cm ²)	$F_c'm$ (kg/cm ²)
1	7	188.03	
2	7	191.45	
3	7	184.61	
4	7	184.61	
5	7	184.61	187.60
6	7	188.03	
7	7	191.45	
8	7	188.03	
9	14	136.36	
10	14	146.46	
11	14	148.99	
12	14	159.09	145.83
13	14	151.52	
14	14	143.93	
15	14	141.41	
16	14	138.88	
17	21	172.63	
18	21	180.11	
19	21	170.76	
20	21	177.77	
21	21	173.09	173.67
22	21	173.09	
23	21	175.43	
24	21	170.76	
25	28	168.89	
26	28	160.00	
27	28	166.67	
28	28	168.89	
29	28	164.44	167.55
30	28	173.33	
31	28	164.44	
32	28	164.44	
33	28	182.22	
34	28	171.11	

Sumber : Analisa Pengujian Laboratorium

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada tabel 4.31 di atas di peroleh nilai kuat tekannya memenuhi standart dari nilai kuat tekan karakteristik yang telah di tetapkan, yaitu 125 kg/cm^2 . Untuk mengetahui sampai seberapa besar kuat tekan pada tiap masing-masing umur pengujian maka dapat dilihat pada analisa pengujian sebagai berikut:



Grafik 6a : Kuat Tekan Karakteristik Beton Umur 7 hari

Dari grafik di atas didapat kuat tekan rata-rata beton umur 7 hari sebesar 187.60 kg/cm^2 memenuhi standart kuat tekan rencana yaitu $K-125 \text{ kg/cm}^2$. Dari hasil kuat tekan tersebut perlu adanya kontrol kualitas untuk mengetahui kuat tekan karakteristik apakah pada saat beton umur 7 hari masuk dalam standart kuat tekan yang di saratkan maka di lakukan analisa sebagai berikut :

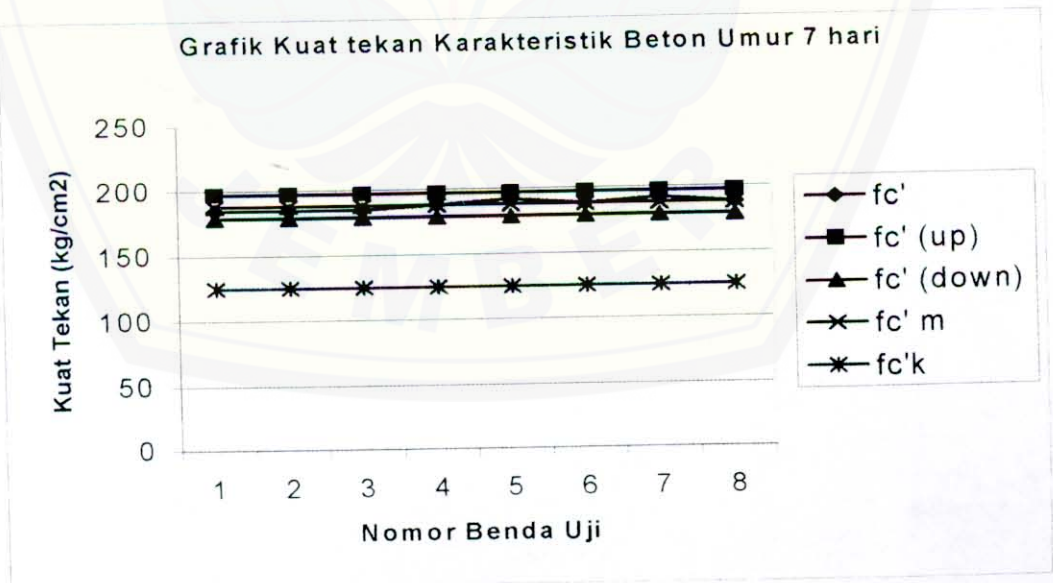
Tabel 4.34 : Analisa Standar Deviasi Beton Umur 7 hari

No	fc' (kg/cm ²)	fc'm (kg/cm ²)	(fc' - fc'm)	(fc' - fc'm) ²
1	184.61	187.60	-2.05	4.202
2	184.61		-2.05	4.202
3	184.61		-2.05	4.202
4	188.03		1.37	1.877
5	191.45		4.79	22.944
6	188.03		1.37	1.877
7	191.45		4.79	22.944
8	188.03		1.37	1.877
N = 8				Σ = 64.125

Sumber : Analisa Pengujian Laboratorium

Catatan :

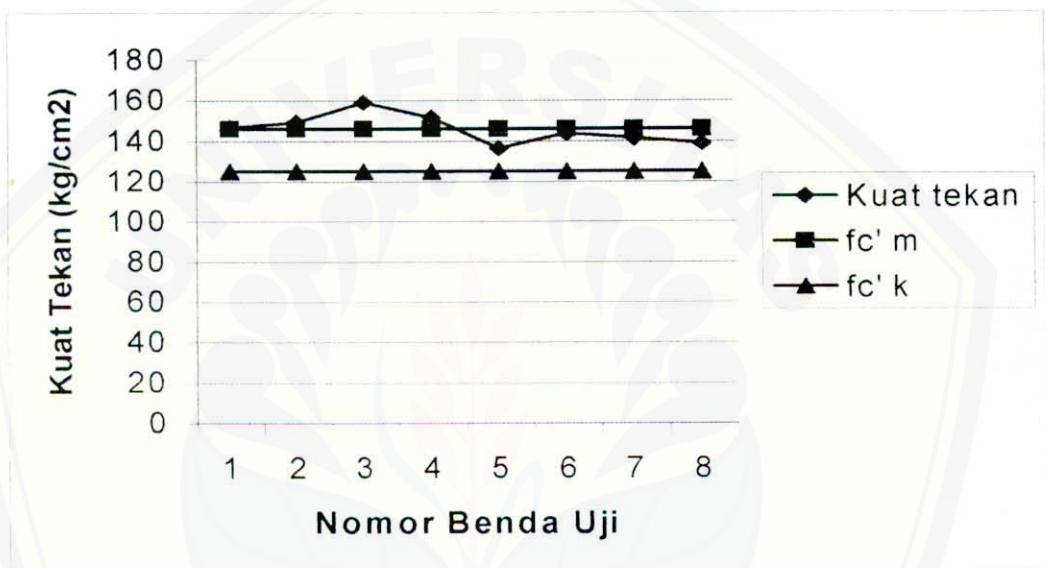
- Standart deviasi dari persamaan 2.5 didapat = 4.145 kg/cm²
- Dari persamaan 2.4 di dapat variasi sebesar = 2.21 %
- fc'k = fc'm ± k (1.64 S) , Untuk N = 8
- fc'k up = fc'm + 1.23 (1.64 S)
= 187.60 + 1.37 (1.64 x 4.145)
= 196.912 kg/cm²
- fc'k down = fc'm - 1.23 S
= 187.60 - 1.37 (1.64 x 4.145)
= 178.287 kg/cm².
- Dari persamaan 2.3 Kuat tekan karakteristik beton sebesar = 180.802 kg/cm².



Grafik 7 : Kontrol Kuat Tekan Beton Umur 7 hari

Pada grafik di atas nampak bahwa semua nilai kuat tekan masih berada dalam batasan standart yang di rencanakan, dan didapat kuat tekan karakteristik

beton sebesar 180.802 kg/cm^2 , standart deviasi masih memenuhi yaitu 4.145 kg/cm^2 dan variasi penyimpangan amat baik sebesar 2.21% . Sehingga dari grafik diatas dapat di jelaskan bahwa kontrol kualitas beton pada saat pengujian umur 7 hari dengan faktor koreksi 0.65 masih memenuhi standart kekuatan yang telah di syartkan yaitu $K - 125 \text{ kg/cm}^2$.



Grafik 8 : Kuat Tekan Karakteristik Beton Umur 14 hari

Dari grafik di atas didapat kuat tekan rata-rata beton umur 14 hari sebesar 145.83 kg/cm^2 memenuhi standart kuat tekan rencana yaitu $K-125 \text{ kg/cm}^2$. Dari hasil kuat tekan tersebut perlu adanya kontrol kualitas untuk mengetahui kuat tekan karakteristik apakah pada saat beton umur 14 hari masuk dalam standart kuat tekan yang di saratkan maka di lakukan analisa sebagai berikut :

Tabel 4.35 : Analisa Standar Deviasi Beton Umur 14 hari

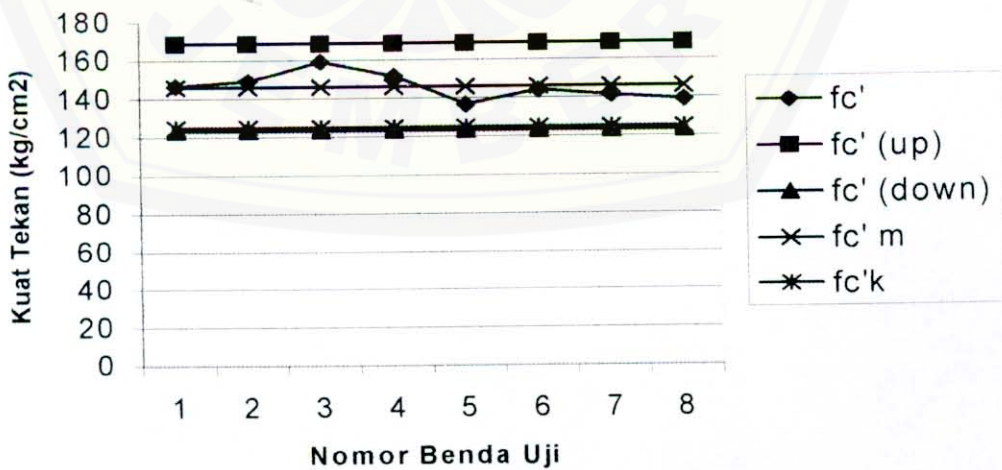
No	fc' (kg/cm ²)	fc'm (kg/cm ²)	(fc' - fc'm)	(fc' - fc'm) ²
1	146.46	145.83	0.63	0.397
2	148.99		3.16	9.985
3	159.09		13.26	175.827
4	151.52		5.69	32.376
5	136.36		-9.47	89.680
6	143.93		-1.90	3.61
7	141.41		-4.42	19.536
8	138.88		-6.95	48.302
N = 8				Σ = 379.713

Sumber : Analisa Pengujian Laboratorium

Catatan :

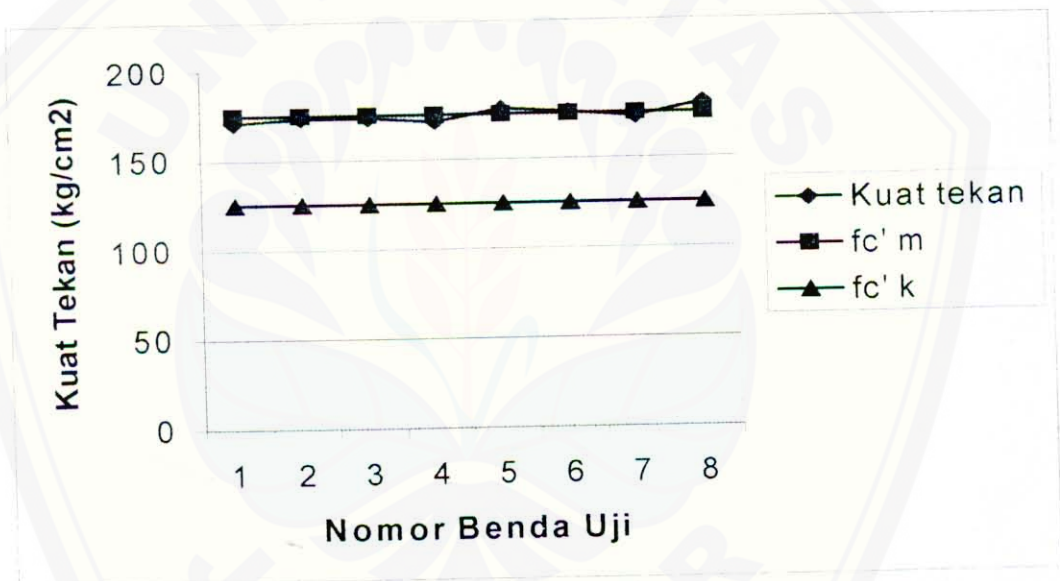
- Standart deviasi dari persamaan 2.5 didapat = 10.090 kg/cm²
- Dari persamaan 2.4 di dapat variasi sebesar = 6.919 %
- fc'k = fc'm ± k (1.64 S) , Untuk N = 8
- fc'k up = fc'm + 1.23 (1.64 S)
= 145.83 + 1.37 (1.64 x 10.090)
= 168.500 kg/cm²
- fc'k down = fc'm - 1.23 S
= 145.83 - 1.37 (1.64 x 10.090)
= 123.159 kg/cm².
- Dari persamaan 2.3 di dap-at kuat tekan karakteristik sebesar = 129.282 kg/cm².

Grafik Kuat Tekan Karakteristik Beton Umur 14 hari



Grafik 9 : Kontrol Kuat Tekan Beton Umur 14 hari

Pada grafik di atas nampak bahwa semua nilai kuat tekan masih berada dalam batasan standart yang di rencanakan, dan didapat kuat tekan karakteristik beton sebesar 129.282 kg/cm^2 dan standart deviasi masih memenuhi yaitu sebesar 10.090 kg/cm^2 dan variasi yang terjadi amat baik yaitu 6.919% . Sehingga dari grafik diatas dapat di jelaskan bahwa kontrol kualitas beton pada saat pengujian umur 14 hari dengan faktor koreksi 0.88 masih memenuhi standart kekuatan yang telah di syaratkan yaitu $K125 \text{ kg/cm}^2$.



Grafik 10 : Kuat Tekan Karakteristik Beton Umur 21 hari

Dari grafik di atas didapat kuat tekan rata-rata beton umur 21 hari sebesar 174.78 kg/cm^2 memenuhi standart kuat tekan rencana yaitu $K-125 \text{ kg/cm}^2$. Dari hasil kuat tekan tersebut perlu adanya kontrol kualitas untuk mengetahui kuat tekan karakteristik apakah pada saat beton umur 21 hari masuk dalam standart kuat tekan yang di saratkan maka di lakukan analisa sebagai berikut :

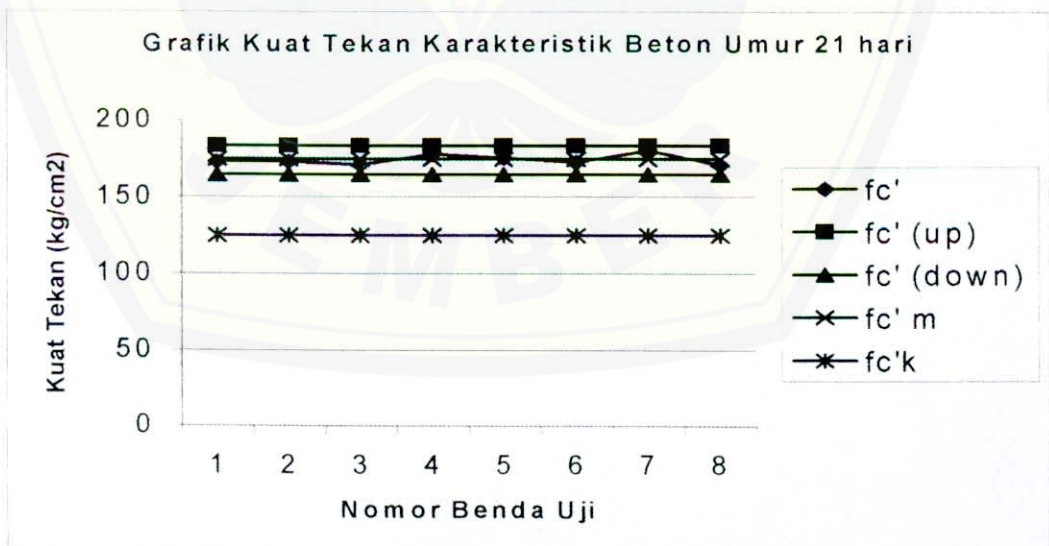
Tabel 4.36 : Analisa Standar Deviasi Beton Umur 21 hari

No	fc'(kg/cm ²)	fc'm (kg/cm ²)	(fc' - fc'm)	(fc' - fc'm) ²
1	173.09	174.78	-1.69	2.856
2	173.09		-1.69	2.856
3	170.76		-4.02	16.160
4	172.63		-2.15	4.622
5	175.43		0.65	0.422
6	177.77		2.99	8.940
7	180.11		5.33	28.408
8	175.43		0.65	0.422
N = 8				Σ = 64.686

Sumber : Analisa Pengujian Laboratorium

Catatan :

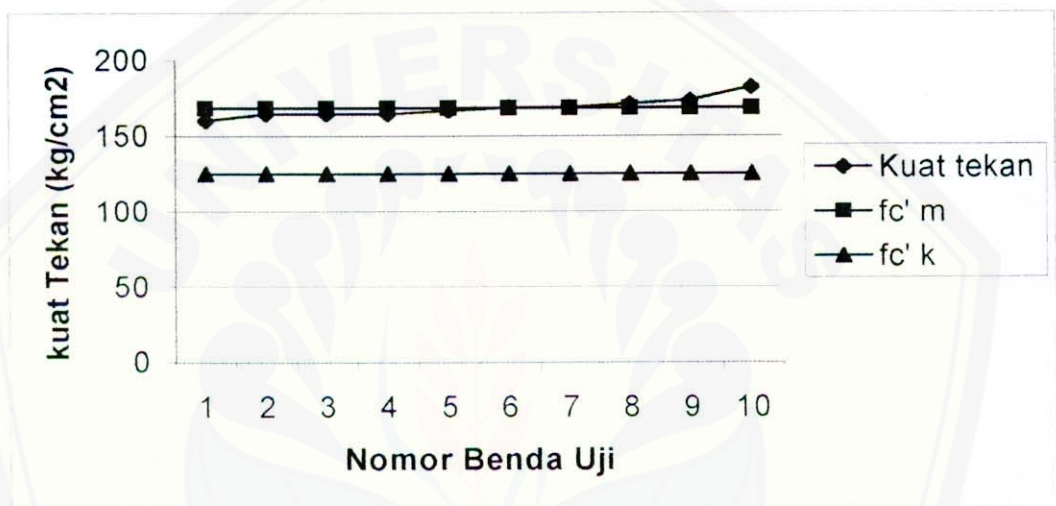
- Standart deviasi dari persamaan 2.5 didapat = 4.163 kg/cm²
- Dari persamaan 2.4 di dapat variasi sebesar = 2.389 %
- fc'k = fc'm ± k (1.64 S) , Untuk N = 8
- fc'k up = fc'm + 1.23 (1.64 S)
= 174.78 + 1.37 (1.64 x 4.163)
= 183.353 kg/cm²
- fc'k down = fc'm - 1.23 S
= 174.78 - 1.37 (1.64 x 4.163)
= 164.646 kg/cm²
- Dari persamaan 2.3 di dap-at kuat tekan karakteristik sebesar = 167.952 kg/cm².



Grafik 11: Kontrol Kuat Tekan Beton Umur 21 hari

Pada grafik di atas nampak bahwa semua nilai kuat tekan masih berada dalam batasan standart yang di rencanakan, dan didapat kuat tekan karakteristik

beton sebesar 167.952 kg/cm^2 , standart deviasi dari hasil perhitungan di dapat sebesar 4.163 kg/cm^2 dan variasi yang terjadi amat baik yaitu sebesar 2.389 %. Sehingga dari grafik diatas dapat di simpulkan bahwa kontrol kualitas beton pada saat pengujian umur 21 hari dengan faktor koreksi 0.95 masih memenuhi standart kekuatan yang telah di syaratkan yaitu $K - 125 \text{ kg/cm}^2$.



Grafik 12 : Kuat Tekan Karakteristik Beton Umur 28 hari

Dari grafik di atas didapat kuat tekan rata-rata beton umur 28 hari sebesar 168.44 kg/cm^2 memenuhi standart kuat tekan rencana yaitu $K-125 \text{ kg/cm}^2$. Dari hasil kuat tekan tersebut perlu adanya kontrol kualitas untuk mengetahui kuat tekan karakteristik apakah pada saat beton umur 28 hari masuk dalam standart kuat tekan yang di saratkan maka di lakukan analisa sebagai berikut :

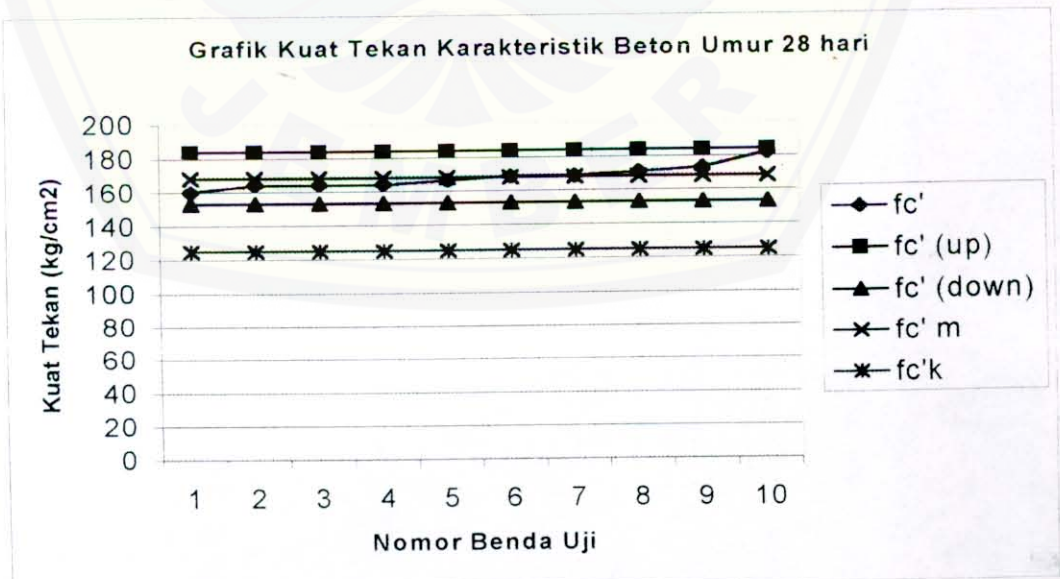
Tabel 4.37 : Analisa Standar Deviasi Beton Umur 28 hari

No	f_c' (kg/cm ²)	$f_c'm$ (kg/cm ²)	$(f_c' - f_c'm)$	$(f_c' - f_c'm)^2$
1	160	168.44	-8.44	71.234
2	164.44		-4	16
3	164.44		-4	16
4	164.44		-4	16
5	166.67		-1.77	3.133
6	168.89		0.45	0.202
7	168.89		0.45	0.202
8	171.11		2.67	7.128
9	173.33		4.89	23.912
10	182.22		13.78	189.888
N=10				$\Sigma = 343.699$

Sumber : Analisa Pengujian Laboratorium

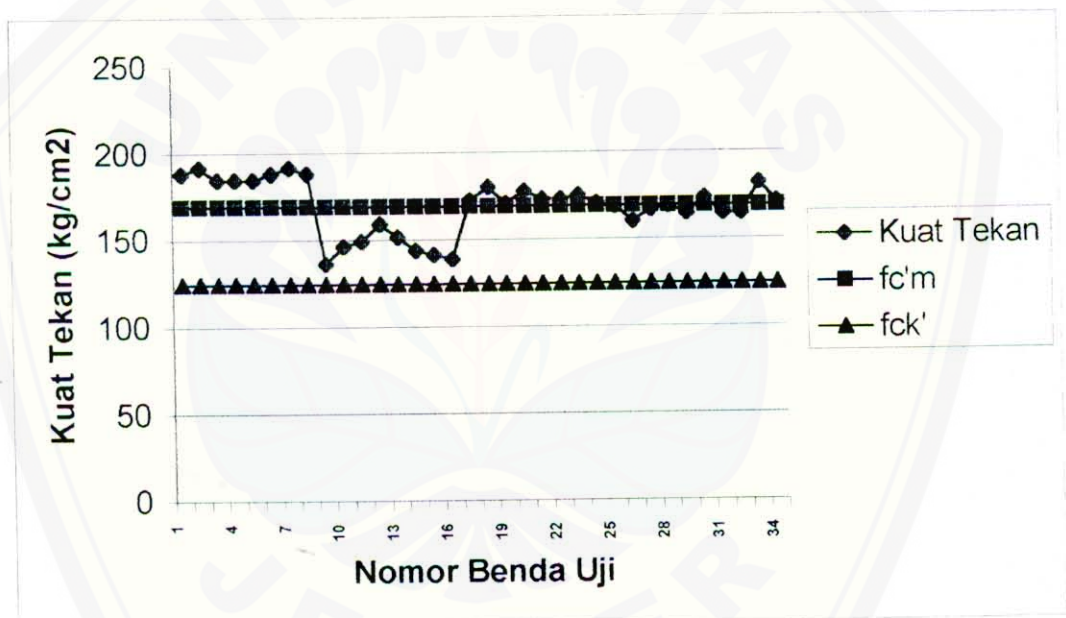
Catatan :

- Standart deviasi dari persamaan 2.5 didapat = 7.600 kg/cm²
- Dari persamaan 2.4 di dapat variasi sebesar = 4.512 %
- $f_c'k = f_c'm \pm k (1.64 S)$,Untuk N = 10
- $f_c'k \text{ up} = f_c'm + 1.23 (1.64 S)$
 $= 168.44 + 1.23 (1.64 \times 7.600)$
 $= 183.770 \text{ kg/cm}^2$
- $f_c'k \text{ down} = f_c'm - 1.23 S$
 $= 168.44 - 1.23 (1.64 \times 7.600)$
 $= 153.109 \text{ kg/cm}^2$
- Dari persamaan 2.3 didapat kuat tekan karakteristik sebesar = 153.109 kg/cm².



Grafik 13 : Kontrol Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

Pada grafik di atas nampak bahwa semua nilai kuat tekan masih berada dalam batasan standart yang di rencanakan, dan didapat kuat tekan karakteristik beton sebesar 155.976 kg/cm^2 , standart deviasi di dapat sebesar 7.600 kg/cm^2 dan variasi yang terjadi pada saat umur 28 hari amat baik yaitu sebesar 4.512% . Sehingga dari grafik diatas dapat di simpulkan bahwa kontrol kualitas beton pada saat pengujian umur 28 hari dengan faktor koreksi 1.00 masih memenuhi standart kekuatan yang telah di syaratkan yaitu $K-125 \text{ kg/cm}^2$.



Grafik 14: Kuat Tekan Karakteristik Beton Umur 7, 14, 21, dan 28 hari

Dari grafik di atas dapat di jelaskan bahwa nilai kuat tekan beton bervariasi, akan tetapi pada saat umur pengujian 14 hari terjadi penurunan akan tetapi semua nilai kuat tekan masih memenuhi mutu rencana $K-125$. Sehingga nilai kuat tekan pada setiap umur pengujian di konversikan pada beton umur 28 hari maka di dapat kuat tekan karakteristik beton sebesar 142.741 kg/cm^2 (terlampir) dan kuat tekan rata-rata sebesar 168.676 kg/cm^2 . Dan di peroleh

standart deviasi sebesar 15.814 kg/cm² dan terjadi variasi yang amat baik yaitu sebesar 9.375 %. Sehingga dari grafik di atas dapat di simpulkan bahwa kontrol kualitas beton pada setiap umur pengujian memenuhi mutu rencana yaitu k 125.

(4) Kontrol Kualitas Menurut PBI 1971

Bahan beton merupakan bahan yang mempunyai sifat fisik dan mekanik yang bervariasi. Dalam menjaga apakah mutu beton dapat dicapai perlu adanya kontrol kualitas seperti berikut :

Tabel 4.38 : Kontrol Kualitas Kuat Tekan Beton

Parameter	Umur				Umur
	7	14	21	28	7, 14, 21, dan 28
S (kg/cm ²)	4.14	10.090	4.163	7.600	15.814
V (%)	2.21	6.919	2.389	4.512	9.375

Sumber : Analisa Pengujian Laboratorium

Tabel 4.39 : Koefisien Variasi (V)

Parameter	Mutu Beton			
	Amat Baik	Baik	Cukup	Kurang
V (%)	V < 10	10 < V < 15	15 < V < 20	> 20

Sumber : USBR 1965

Dari hasil perhitungan standart deviasi umur beton 7, 14, 21, dan 28 hari di dapatkan nilai standart deviasi yang masih memenuhi standart yang ditetapkan, yaitu 70 kg/cm² dan variasinya amat baik pada setiap umur pengujian. Sehingga untuk kontrol kualitas kuat tekan beton pada setiap umur pengujian dilakukan kontrol kualitas.

4.2.5 Ringkasan Hasil Pembahasan

Dari hasil pengujian dan analisa pembahasan, didapatkan ringkasan hasil pembahasan sebagai berikut :

Tabel 4.40 : Ringkasan Pengujian Agregat

No.	Parameter	Hasil	Standart	Catatan
A	Agregat Kasar :			
1	Analisa Saringan	Zone I	-	
	Modulus kehalusan	6.77	6.0 - 7.1	Memenuhi
2	Berat jenis	2.34	2.55 - 2.65	Memenuhi
3	Penyerapan Air	0.214 %	-	
4	Berat Isi			
	- Dengan Rojokan	1.016 gr/cm ³	-	
	- Tanpa Rojokan	0.9 gr/cm ³	-	
5	Ketahanan agregat	50.19 %	50 %	Tdk Memenuhi
6	Kadar Lumpur Cara Kering	15.73 %	1 %	Tdk Memenuhi
7	Kadar air	11.4 %	-	
B	Agregat Halus :			
1	Analisa Saringan	Zone II	-	
	Modulus Kehalusan	3.305	1.5 - 3.8	Memenuhi
2	Berat Jenis	2.52	2.6	Memenuhi
3	Penyerapan air	7.65 %	-	
4	Berat Isi :			
	- Dengan Rojokan	1.466 gr/cm ³	-	
	- Tanpa Rojokan	1.283 gr/cm ³	-	
5	Kebersihan Bahan Organik	Kuning Muda	Kuning	Memenuhi
6	Pengembangan Volume	32.93 %	-	
7	Kadar Lumpur Cara Basah	2.86 %	5%	Memenuhi
8	Kadar Lumpur Cara Kering	3.4 %	5%	Memenuhi
9	Kadar Air	4.26 %	-	

Sumber : Analisa Pengujian Laboratorium

Tabel 4.41 : Ringkasan Pembuatan Mix Design

Perbandingan Campuran	Semen	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar
- Dalam Berat	1	0.26	1.78	3.18

Sumber : Analisa Hasil Pengujian

Tabel 4.42 : Ringkasan Pembuatan Benda Uji

Campuran	I	II	III	Rata-rata	Rencana	Ket
Besar Slump	50	45	50	48.33	30 - 60	Memenuhi

Sumber : Analisa Pungujian Laboratorium

Tabel 4.43: Analisa Pengujian Berat volume Baton Segar

Percobaan	I	II	III	Rata-rata	Standart	Ket
Berat Volume	28.933	31.688	30.666	30.429	0.0019	Tdk masuk

Sumber : Analisa Pungujian Laboratorium

Tabel 4.44 : Ringkasan Kuat Tekan Beton

No.	Parameter	Fc' (kg/cm ²)		Fcr (kg/cm ²)	Sd (kg/cm ²)	Variasi (%)	σ`bk _{up} (kg/cm ²)	σ`bk _{do} _{wn} (kg/cm ²)	Catatan
		min	min						
A	Umur - 7 hari	184.61	191.45	187.60	4.145	2.21	196.912	178.287	Memenuhi
B	Umur - 14 hari	136.36	159.09	145.83	10.090	6.919	168.500	123.159	Memenuhi
C	Umur - 21 hari	170.76	180.11	174.78	4.163	2.389	183.353	164.646	Memenuhi
D	Umur - 28 hari	160	182.22	168.44	7.600	4.512	183.770	153.109	Memenuhi

Sumber : Analisa Pungujian Laboratorium

V. APLIKASI

Di Era Globalisasi yang begitu pesat dimana banyak berdiri berbagai macam industri, yang selalu diikuti persaingan antara industri satu dengan industri yang lain, dari masing-masing industri selalu menghasilkan limbah atau hasil industri yang tak layak pakai.

Dengan memanfaatkan pecahan genteng dalam campuran beton sebagai agregat kasar ternyata dari hasil penelitian di dapat kuat tekan rata-rata pada saat beton berumur 28 hari sebesar 168.44 kg/cm^2 dan kuat tekan karakteristik sebesar 183.770 kg/cm^2 . Sehingga dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa beton dengan menggunakan agregat kasar pecahan genteng dapat di gunakan.

Pemanfaatan pecahan genteng tersebut apabila dipakai dilapangan ternyata agak kesulitan, apabila di dalam pekerjaan tersebut membutuhkan jumlah agregat yang cukup banyak, karena di tempat produksi pembuatan genteng tersebut kebanyakan pecahan genteng tersebut di giling untuk di jadikan sebagai semen merah.

Dan apabila dalam pelaksanaan terjadi hal-hal yang menunjukkan mutu beton tidak memenuhi mutu yang disyaratkan, maka diperlakukan tindakan-tindakan perbaikan untuk menghindari di tolaknya beton pada akhir pekerjaan berdasarkan PBI 1971 yang dipergunakan.





6.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan hasil pengujian yang dilakukan dalam pelaksanaan proyek akhir yang berjudul “ **Kuat Tekan Beton Karakteristik dengan Menggunakan Agregat Kasar Pecahan Genteng Tanah Liat Ex ; Ambulu**” dapat di paparkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Nilai kuat tekan beton dengan menggunakan agregat kasar pecahan genteng masih memenuhi standart perencanaan kuat tekan beton karakteristik yaitu $K-125 \text{ kg/cm}^2$, dengan proporsi campuran 1 : 0.17 : 2.16 : 5.04 (dalam berat).
2. Beton dengan menggunakan agregat kasar pecahan genteng mempunyai berat volume beton segar sebesar 0.00304 kg/cm^3 .
3. Dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan agregat kasar pecahan genteng di dapat kuat tekan rata-rata beton umur 28 hari sebesar 16.8Mpa, dan kuat tekan karakteristik sebesar 142.741 kg/cm^2 dengan standart deviasi sebesar 15.814 kg/cm^2 , berat volume beton segar sebesar 0.00304 kg/cm^3 ini berarti beton dengan menggunakan agregat kasar pecahan genteng tidak masuk dalam kategori beton ringan, karena menurut SK SNI T – 15 - 1991– 03 beton ringan mempunyai berat volume tidak lebih dari 0.0019 kg/cm^3 dan dengan batasan maksimum berat jenis beton ringan adalah 1850 kg/m^3 (Murdock .I.j. 1999).

6.2 Saran

Dalam Pengujian pelaksanaan proyek akhir ini dapat di sajikan beberapa saran yang berhubungan dengan pengujian yang telah di lakukan, yaitu:

1. Apabila dari hasil pemeriksaan pendahuluan, agregat kasar pecahan genteng tersebut tidak memenuhi batas-batas ketentuan maka di perlukan suatu tindakan-tindakan yaitu dengan cara merubah fungsi dari kegunaan beton tersebut berdasarkan standar PBI 1971 yang digunakan sebagai acuan.
2. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan mutu rencana K-125 masih memenuhi maka perlu adanya keterlanjutan pengujian dengan mutu beton yang lebih tinggi,
3. Perlunya keterlanjutan dari penelitian ini untuk kesempurnaan hasil pengujian yang dapat digunakan sebagai tambahan ilmu pengetahuan khususnya di bidang teknologi beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1979, Peraturan Beton Bertulang Indonesia, PBI 1971, **Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.**
- Anonim, 1990, *Tata Cara Pembuatan Beton Normal* , SK SNI-15-1990-03, **Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.**
- Chu-Kia Wang, Salmon CG, 1992, *Desain Beton Bertulang*, Penerbit Air Langga, Jakarta.**
- Subakti,A., 1995, *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.**
- Kh. Sunggono., 1995, Teknik sipil, Penerbit NOVA, Bandung.**
- Sudjana, 1996, *Metoda Statistika*, Penerbit Tarsito, Bandung.**
- Murdock L.J dan Brook K.M, 1999, *Bahan dan Praktek Beton*, Penerbit Air Langga, Jakarta.**
- Astanta, T.B., 2001, *Konstruksi Beton Bertulang*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.**
- Samekto, W., Rahmadiyanto, C., 2001, *Teknologi Beton*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.**
- Murti, K., Yunita, D., 2001, *Diktat Bahan Bangunan Beton*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember, Jember.**





LAMPIRAN

Lampiran 1 : Berat Jenis Genteng

Penguji : Hadi Wiyanto
 Tanggal : 25 Mei 2003
 Suhu : 30 C
 Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat Benda Uji SSD (W1) gram	3000	3000	3000
Berat benda Uji SSD didalam air (W2) gram	1722	1724	1719
$B_j \text{ Genteng} = \frac{w_1}{w_1 - w_2}$	2.34	2.35	2.34
Rata-rata	2.34		

Lampiran 2 : Berat Jenis Pasir

Penguji : Hadi Wiyanto
 Tanggal : 25 Mei 2003
 Suhu : 30 C
 Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat Benda Uji SSD gram	50	50	50
Berat picnometer + benda uji + air (W1) gram	163.8	162.5	162.2
Berat picnometert diisi air (W2) gram	133.6	131.5	132.7
$B_J \text{ Pasir} = \frac{50}{(50 - w_1 + w_2)}$	2.52	2.63	2.43
Rata-rata	2.52		

Lampiran 3 : Penyerapan Air Genteng

Penguji : Hadi Wiyanto
 Tanggal : 25 Mei 2003
 Suhu : 30 C
 Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat Benda Uji SSD (W1) gram	500	500	500
Berat benda Uji Kering oven (W2) gram	440	441	448
$\text{Resapan Genteng} = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100 \%$	12	11.8	10.4
Rata-rata	11.4 %		

Lampiran 4 : Penyerapan Air Pasir

Penguji : Hadi Wiyanto

Tanggal : 25 Mei 2003

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat Benda Uji SSD (W1) gram	500	500	500
Berat benda Uji Kering oven (W2) gram	464	462	460
Resapan Pasir = $\frac{500 - w1}{w1} \times 100 \%$	7.2	7.6	8
Rata-rata	7.6		

Lampiran 5 : Kadar Air Genteng

Penguji : Hadi Wiyanto

Tanggal : 25 Mei 2003

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat Benda Uji SSD (W1) gram	500	500	500
Berat benda Uji Kering oven (W2) gram	324	316	338
Resapan Genteng = $\frac{w1 - w2}{w1} \times 100 \%$	0.22	0.23	0.19
Rata-rata	0.214		

Lampiran 6 : Kadar Air Pasir

Penguji : Hadi Wiyanto

Tanggal : 25 Mei 2003

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat Benda Uji SSD (W1) gram	500	500	500
Berat benda Uji Kering oven (W2) gram	479	477	480
Kadar Air Pasir = $\frac{w1 - w2}{w1} \times 100 \%$	4.2	4.6	4
Rata-rata	4.26		

Lampiran 7 : Ketahanan Agregat Dengan Compression Impact

Penguji : Hadi Wiyanto

Tanggal : 25 Mei 2003

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat awal agregat (A) gram	560	575	565
Berat akhir agregat tertahan saringan No# 8 (B) gram	275	265.5	275.5
Resapan Genteng = $\frac{A - B}{A} \times 100 \%$	50.08	50.038	50.12
Rata-rata	50.19		

Lampiran 8 : Pengembangan Volume Pasir

Penguji : Hadi Wiyanto

Tanggal : 25 Mei 2003

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Diameter gelas ukur cm	7	7	7
Tinggi pasir (t1) cm	20	20	20
Tinggi pasir dalam air (t2) cm	15	15.5	14.7
Volume pasir (W1) gram	770	770	770
Volume pasir dalam air (W2) gram	577	596.2	565.4
Pengembangan Volume = $\frac{(w1 - w2)}{w2} \times 100 \%$	33.45	29.15	36.18
Rata-rata	32.93		

Lampiran 9 : Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Cara Basah

Penguji : Hadi Wiyanto

Tanggal : 25 Mei 2003

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Tinggi lumpur (h) mm	1.5	1.2	1.7
Tinggi Pasir (H) mm	50	47	56
Kadar Lumpur = $\frac{h}{H} \times 100 \%$	3	2.55	3.03
Rata-rata	2.86		

Lampiran 10 : Kebersihan Pasir Thd Lumpur Cara Kering

Penguji : Hadi Wiyanto

Tanggal : 25 Mei 2003

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat pasir kering (W1) gram	500	500	500
Berat pasir bersih kering (W2) gram	475	486	488
Kadar lumpur = $\frac{(w1 - w2)}{w2} \times 100 \%$	5.0	2.8	2.4
Rata-rata	3.4		

Lampiran11 : Kebersihan Genteng Thd Lumpur Cara Kering

Penguji : Hadi Wiyanto

Tanggal : 25 Mei 2003

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat pasir kering (W1) gram	500	500	500
Berat pasir bersih kering (W2) gram	420	424	420
Kadar lumpur = $\frac{(w1 - w2)}{w2} \times 100 \%$	16	15.2	16
Rata-rata	15.73		

Lampiran 12 : Berat Isi Pasir

Penguji : Hadi Wiyanto

Tanggal : 25 Mei 2003

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Kerangan	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	I	II	III	I	II	III
Berat Silinder (w1) gram	7260	7260	7260	7260	7260	7260
Berat silinder + pasir (w2) gram	20770	20740	20780	19230	19000	19150
Berat benda uji (W ₂ - W ₁) gram	13510	13480	13520	11970	11740	11890
Volume silinder cm ³	9215.	9215.	9215.	9215.	9215.	9215.
	68	68	68	68	68	68
Berat Isi pasir = $\frac{(w2 - w1)}{V}$	1.47	1.46	1.47	1.29	1.27	1.29
Rata-rata	1.466			1.283		

Lampiran 13 : Berat Isi Genteng

Penguji : Hadi Wiyanto

Tanggal : 25 Mei 2003

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Kerangan	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	I	II	III	I	II	III
Berat Silinder (w1) gram	7260	7260	7260	7260	7260	7260
Berat silinder + genteng (w2) gram	16560	16700	16620	15330	15400	15370
Berat benda uji (W ₂ - W ₁) gram	9300	9440	9360	8070	8140	8310
Volume silinder cm ³	9215. 68	9215. 68	9215. 68	9215. 68	9215. 68	9215. 68
Berat Isi genteng = $\frac{(w_2 - w_1)}{V}$	1.01	1.02	1.02	0.88	0.88	0.90
	1.016			0.886		
Rata-rata						

Lampiran 14 : Pengujian Berat Volume Beton

Penguji : Hadi Wiyanto

Tanggal : 12 juni 2003

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat beton gram	6510	7130	6900
Volume kubus	225	225	225
Kadar lumpur = $\frac{\text{Beratbeton}}{V} \times 100 \%$	28.93	31.68	30.66
	30.43		
Rata-rata			

gambar 18 : Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari

No	Tanggal		Umur Beton	Luas (cm)	Berat (gram)	P (KN)	Koreksi Umur	fc' (kg/cm ²)	fcr (kg/cm ²)	Keterangan		fc' (up)	fc' (down)	fc'm (kg/cm ²)
	Cetak	Test								Sebelum	Sesudah			
1	04/06/03	24/06/03	21 Hari	225	6790	370	0.95	173.09		Keropos	183.353	164.646	174.78	
2		24/06/03	21	225	6922	370	0.95	173.09		-	183.353	164.646	174.78	
3		24/06/03	21	225	6753	365	0.95	170.76		-	183.353	164.646	174.78	
4		24/06/03	21	225	6913	380	0.95	177.77	174.78	-	183.353	164.646	174.78	
5		24/06/03	21	225	6552	375	0.95	175.43		-	183.353	164.646	174.78	
6		24/06/03	21	225	6875	369	0.95	172.63		-	183.353	164.646	174.78	
7		24/06/03	21	225	6890	385	0.95	180.11		-	183.353	164.646	174.78	
8		24/06/03	21	225	6885	365	0.95	170.76		-	183.353	164.646	174.78	

gambar 19 : Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

No	Tanggal		Umur Beton	Luas (cm)	Berat (gram)	P (KN)	Koreksi Umur	fc' (kg/cm ²)	fcr (kg/cm ²)	Keterangan		fc' (up)	fc' (down)	fc'm (kg/cm ²)
	Cetak	Test								Sebelum	Sesudah			
1	04/06/03	01/06/03	28 Hari	225	6984	375	1	160		Keropos	183.770	153.109	168.44	
2		01/06/03	28	225	6985	370	1	164.44		-	183.770	153.109	168.44	
3		01/06/03	28	225	6850	370	1	164.44		-	183.770	153.109	168.44	
4		01/06/03	28	225	6868	370	1	164.44		-	183.770	153.109	168.44	
5		01/06/03	28	225	6984	375	1	166.67	168.44	-	183.770	153.109	168.44	
6		01/06/03	28	225	6975	380	1	168.89		-	183.770	153.109	168.44	
7		01/06/03	28	225	6985	370	1	168.89		-	183.770	153.109	168.44	
8		01/06/03	28	225	6885	385	1	171.11		-	183.770	153.109	168.44	
9		01/06/03	28	225	6913	390	1	173.33		-	183.770	153.109	168.44	
10		01/06/03	28	225	6885	410	1	182.22		-	183.770	153.109	168.44	

Diagram 16 : Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Cetak	Tanggal	Umur Beton	Luas (cm)	Berat (gram)	P (KN)	Koreksi Umur	fc' (kg/cm ²)	fcr (kg/cm ²)	Keterangan		fc' (up)	fc' (down)	fc'm (kg/cm ²)
	Test								Sebelum	Sesudah			
04/06/03	10/06/03	7 Hari	225	6836	270	0.65	184.61		Keropos		196.9	178.28	187.60
	10/06/03	7	225	6836	270	0.65	184.61		-		196.6	178.28	187.60
	10/06/03	7	225	6836	270	0.65	184.61		-		196.6	178.28	187.60
	10/06/03	7	225	6820	275	0.65	188.03	187.60	-		196.6	178.28	187.60
	10/06/03	7	225	6847	280	0.65	191.45		-		196.6	178.28	187.60
	10/06/03	7	225	6790	275	0.65	188.03		-		196.6	178.28	187.60
	10/06/03	7	225	6795	280	0.65	191.45		-		196.6	178.28	187.60
	10/06/03	7	225	6872	275	0.65	188.03		-		196.6	178.28	187.60

Diagram 17 : Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Cetak	Tanggal	Umur Beton	Luas (cm)	Berat (gram)	P (KN)	Koreksi Umur	fc' (kg/cm ²)	fcr (kg/cm ²)	Keterangan		fc' (up)	fc' (down)	fc'm (kg/cm ²)
	Test								Sebelum	Sesudah			
04/06/03	17/06/03	14 Hari	225	6944	290	0.88	146.36		Keropos		168.50	123.159	145.83
	17/06/03	14	225	6744	295	0.88	148.99		-		168.50	123.159	145.83
	17/06/03	14	225	6930	315	0.88	159.09		-		168.50	123.159	145.83
	17/06/03	14	225	6868	300	0.88	151.52	145.83	-		168.50	123.159	145.83
	17/06/03	14	225	6475	270	0.88	136.36		-		168.50	123.159	145.83
	17/06/03	14	225	6685	285	0.88	143.93		-		168.50	123.159	145.83
	17/06/03	14	225	6773	280	0.88	141.41		-		168.50	123.159	145.83
	17/06/03	14	225	6850	275	0.88	138.88		-		168.50	123.159	145.83

DATA PENGUJIAN AGREGAT

Lampiran 15 : Analisa Saringan Genteng
 Penguji : Hadi Wiyanto

Tanggal : 25 Mei 2003
 Suhu : 30 C

No	Saringan diameter	Tertahan Saringan			% Tertahan			% Kumulatif						Rata-rata
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1 ¼	44.4	-	-	-	-	-	-	0	0	0	100	100	100	100.00
1 ½	38.1	361	386	376	3.16	3.86	3.76	3.16	3.86	3.76	96.84	96.14	96.24	3269.0 2
1 ¼	31.7	3300	3224	1983	33.00	32.24	19.83	36.16	36.1	23.59	63.84	63.9	76.41	68.05
I	25.4	2807	2816	1025	28.07	28.16	10.25	64.23	64.26	33.84	35.77	35.74	66.16	45.89
7/8	22.2	986	656	870	9.86	6.56	8.70	74.09	70.82	42.54	25.91	29.18	57.46	37.516
¾	19	963	639	804	9.63	6.39	8.04	83.72	77.21	50.58	16.28	22.79	49.42	29.496
½	12.7	959	811	862	9.59	8.11	8.62	93.31	85.32	59.2	6.69	14.68	40.8	20.723
3/8	9.5	313	385	691	3.13	3.85	6.91	96.44	89.17	66.11	3.56	10.83	33.89	16.093
4	4.75	168	469	962	1.68	4.69	9.62	98.12	93.86	75.73	1.88	6.14	24.27	10.763
8	2.36	52	251	536	0.52	2.51	5.36	98.64	96.37	81.09	1.36	3.63	18.91	7.966
16	1.18	45	101	660	0.45	1.01	6.60	99.09	97.38	87.69	0.91	2.62	12.31	5.28
30	0.6	37	92	510	0.37	0.92	5.10	99.46	98.3	92.69	0.54	1.7	7.21	3.15
50	0.3	28	82	384	0.28	0.82	3.84	99.74	99.12	96.63	0.26	0.88	3.37	1.503
100	0.15	12	52	302	0.12	0.52	3.02	99.86	99.64	99.65	0.14	0.36	0.35	0.283
200	0.075	11	29	33	0.11	0.29	0.33	99.97	99.93	99.98	0.03	0.07	0.02	0.04
PAN		3	7	2	0.03	0.07	0.02	100	100	100	0	0	0	0
Jumlah		1000	10000	10000	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-

DATA PENGUJIAN AGREGAT

Lampiran 14 : Analisa Saringan Pasir
 Penguji : Hadi Wiyanto

Tanggal : 25 Mei 2003
 Suhu : 30 C

Saringan	Tertahan Saringan			% Tertahan			Tertahan			% Kumulatif			Rata-rata
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
No diameter													
1 ³ / ₄	-	-	-	-	-	-	0	0	0	100	100	100	100.00
1 ¹ / ₂	-	-	-	-	-	-	0	0	0	100	100	100	100.00
1 ¹ / ₄	-	-	-	-	-	-	0	0	0	100	100	100	100.00
1	-	-	-	-	-	-	0	0	0	100	100	100	100.00
7/8	-	-	-	-	-	-	0	0	0	100	100	100	100.00
3/4	-	-	-	-	-	-	0	0	0	100	100	100	100.00
1/2	10	11	2	1.0	1.1	0.2	1.0	1.1	0.2	99	98.9	99.8	99.23
3/8	23	28	17	2.3	2.8	1.7	3.3	3.9	1.9	96.7	96.1	98.1	96.96
4	56	48	47	5.6	4.8	4.7	8.9	8.7	6.6	91.1	91.3	93.4	91.93
8	172	150	150	17.2	15.0	15.0	26.1	23.7	21.6	73.9	76.3	78.4	76.37
16	200	204	202	20.0	20.4	20.2	46.1	44.1	41.8	53.9	55.9	58.2	56.30
30	272	273	286	27.2	27.3	28.6	73.3	71.4	70.4	27.7	28.6	29.6	29.33
50	183	187	197	18.3	18.7	19.7	91.6	90.1	90.1	8.4	9.9	9.9	10.60
100	74	78	78	7.4	7.8	7.8	99	97.9	97.1	1.0	2.1	2.1	2.47
200	8	20	17	0.8	2.0	1.7	99.8	99.9	99.6	0.2	0.1	0.4	0.23
PAN	2	1	4	0.2	0.1	0.4	100	100	100	0	0	0	0.00
Jumlah	1000	1000	1000	100	100	100							

LAMPIRAN

Tabel : Analisa pengujian kuat tekan beton umur 7, 14, 21 dan 28 hari.

Interval kelas	Frek (N)	Frek relatif (Ni)	Tengah interval (fc')	$\sum Fc'$ kg/cm ²	Fc' - fc'm Kg/cm ²	(fc' - fc'm) ² kg/cm ²	$\sum (fc' - fc'm)^2$ kg/cm ²
130 ≤ 135	0	0	132.5	0	-36.17	1308.26	0
135 ≤ 140	2	0.058	137.5	275	-31.17	971.56	1943.14
140 ≤ 145	2	0.058	142.5	285	-26.17	684.86	1369.74
145 ≤ 150	2	0.058	147.5	295	-21.17	448.16	896.34
150 ≤ 155	1	0.029	152.5	152.5	-16.17	261.46	261.47
155 ≤ 160	2	0.058	157.5	315	-11.17	124.76	249.54
160 ≤ 165	3	0.088	162.5	487.5	-6.17	38.06	114.21
165 ≤ 170	3	0.088	167.5	502.5	-1.17	1.36	4.11
170 ≤ 175	7	0.205	172.5	1207.5	3.83	14.66	102.68
175 ≤ 180	2	0.058	177.5	355	8.83	77.96	155.94
180 ≤ 185	5	0.147	182.5	912.5	13.83	191.26	956.34
185 ≤ 190	3	0.088	187.5	562.5	18.83	354.56	1063.71
190 ≤ 195	2	0.058	192.5	385	23.83	567.86	1135.74
195 ≤ 200	0	0	197.5	0	28.83	831.16	0
200 ≤ 205	0	0	202.5	0	33.83	1144.46	0
205 ≤ 210	0	0	207.5	0	38.83	1507.76	0
210 ≤ 215	0	0	212.5	0	43.83	1921.06	0
215 ≤ 220	0	0	217.5	0	48.83	2384.36	0
220 ≤ 225	0	0	222.5	0	53.83	2897.66	0
225 ≤ 230	0	0	227.5	0	58.83	3460.96	0
230 ≤ 235	0	0	232.5	0	63.83	4074.26	0
235 ≤ 240	0	0	237.5	0	68.83	4737.56	0
240 ≤ 245	0	0	242.5	0	73.83	5450.86	0
245 ≤ 250	0	0	247.5	0	78.83	6214.16	0
250 ≤ 255	0	0	252.5	0	83.83	7027.46	0
255 ≤ 260	0	0	257.5	0	88.83	7890.76	0
260 ≤ 265	0	0	262.5	0	93.83	8804.06	0
265 ≤ 270	0	0	267.5	0	98.83	9767.36	0
270 ≤ 275	0	0	272.5	0	103.83	10780.66	0
275 ≤ 280	0	0	277.5	0	108.83	11843.96	0
280 ≤ 285	0	0	282.5	0	113.83	12957.56	0
285 ≤ 290	0	0	287.5	0	118.83	14120.56	0
290 ≤ 295	0	0	292.5	0	123.83	15333.86	0
295 ≤ 300	0	0	297.5	0	128.83	16597.16	0
	34			5735			8252.96
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII





Catatan :

1. Standart deviasi dari persamaan 2.6 didapat = 15.814 kg/cm^2
2. Dari persamaan 2.5 di dapat variasi sebesar = 9.375%
3. Dari persamaan 2.3 didapat kuat tekan karakteristik sebesar = 142.741 kg/cm^2 .
4. Dari persamaan 2.2 didapat kuat tekan rata-rata sebesar = 168.676 kg/cm^2 .



LEMBAR ASISTENSI

Nama Mahasiswa : Hadi Wiyanto
 NIM : 001903301133
 Pembimbing I : Sonya Sulistyono, ST.

No.	TANGGAL	URAIAN	PARAF
1	4-7-2003	- Pelajari bab 1, 2 - Buat analisa P& trap umur pengujian	
2	17-7-2003	Graphik & pembahasan & buyer maksud lamp. Ray w/ gambar list.	
3.	20-07-2003	- pembahasan & buyer - pembahasan & buyer	
4.	28-07-03	Buat paper seminar (2 pt)	

LEMBAR ASISTENSI

Nama Mahasiswa : Hadi Wiyanto
 NIM : 001903301133
 Pembimbing II : Ir. Krisnamurti

No.	TANGGAL	URAIAN	PARAF
1	23-6-2003	Perbaikian T, 2 & flow chart	
	24-7-2003	penjelasan mengenai pembuatan pergunakan alat dan praktik	
3	24-7-2003	Suplemen buku	
4	26-7-2003	Perbaikian flow chart	
5	1-8-2003	Perbaikian flow chart & semakan notasi	
6	13-8-2003	lampiran hasil pembacaan pengujian limbah & lion versuyn	

