

**TUGAS AKHIR**

**NILAI KONVERSI  
MUTU BETON UNTUK VARIASI  
DIMENSI BENDA UJI KUBUS**



**Disusun oleh :**

**Edi Nuredy**

**No. Mhs. 91 310 083**

**Nirm. 910051013114120079**

**Fertanto**

**No. Mhs. 91 310 195**

**Nirm. 910051013114120189**

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

**1999**

**TUGAS AKHIR**

**NILAI KONVERSI**  
**MUTU BETON UNTUK VARIASI**  
**DIMENSI BENDA UJI KUBUS**

*Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Guna Memperoleh  
Derajat S-1 Pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan,  
Universitas Islam Indonesia*

Disusun oleh :

**Edi Nuredy**

No. Mhs. 91 310 083

Nirm. 910051013114120079

**Fertanto**

No. Mhs. 91 310 195

Nirm. 910051013114120189

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
1999

**TUGAS AKHIR**

**NILAI KONVERSI**

**MUTU BETON UNTUK VARIASI**

**DIMENSI BENDA UJI KUBUS**

Disusun oleh :

**Edi Nuredy**  
No. Mhs. 91 310 083  
Nirm. 910051013114120079

**Fertanto**  
No. Mhs. 91 310 195  
Nirm. 910051013114120189

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**Ir. H. Sarwidi, MSc, PhD**

Dosen Pembimbing I

**Ir. Suharyatmo, MT**

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 23/8/99



Tanggal : 23/8/99

## MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”  
( Q.S. Alam Nasyrah’, ayat 5 )

“ . . . Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman  
diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan . . . “  
( Q.S. Al- Mujaadilah’, ayat 11 )

“Janganlah engkau berhenti (tidak menuntut ilmu) apa saja  
yang belum engkau miliki . . . “  
( Q.S. Al- Israa’, ayat 36 )

## PERSEMBAHAN

**Fertanto**, untuk :

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT,  
Kupersembahkan Laporan Tugas Akhir ini “khusus” kepada,  
Bapak dan Ma’mi tercinta, terima kasih atas do’a restunya,  
serta kakak-kakakku tersayang,  
trims’ juga atas dorongan semangatnya.

**Edy**, untuk :

Dengan mengucapkan Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT,  
Kupersembahkan Laporan Tugas Akhir ini kepada,  
Ibu dan Bapakku tercinta, yang selalu memberikan doa, semangat,  
dorongan materil dan spirituil demi kelancaran proses Tugas Akhir ini,  
Istriku “LIA” & anakku “NADIA” yang tercinta dan tersayang,  
serta adik-adikku yang telah banyak memberikan dukungan,  
terima kasih atas segala pengorbanan dan doa restunya

## PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT, hanya dengan pertolongan dan karunian-Nya serta rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Alhamdulillah, walaupun banyak mengalami masalah dan rintangan, namun Tugas Akhir ini dapat diselesaikan guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh jenjang kesarjanaaan Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam Tugas Akhir ini diteliti mengenai nilai konversi mutu beton untuk variasi dimensi beda uji. Penelitian ini dilakukan di laboratorium BKT, Universitas Islam Indonesia untuk mencari nilai konversi dari benda uji kubus yang ukurannya lebih kecil dari benda uji kubus standart untuk mendapatkan kuat desak beton benda uji standart.

Selama dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini cukup banyak bantuan yang datang dari berbagai pihak yaitu dari awal pembuatan dan pengujian benda uji di laboratorium BKT, sampai pada penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Bantuan itu tidak hanya pada saat pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir saja, tetapi sejak mulai menempuh studi di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Oleh karena itu, diucapkan terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya kepada yang disebutkan dibawah ini.

1. Ibu dan Bapakku, istri, anakku serta kakak dan adik-adik kami yang tercinta dan terkasih, yang telah memberikan perhatian, doa dan motivasi tersendiri agar penyusunan Tugas Akhir ini selesai.
2. Bapak Ir.H.Sarwidi, MSCE, PhD dan Bapak Ir. Suharyatmo, MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan sejak awal hingga selesainya Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Widodo, MSCE, PhD selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan

Perencanaan dan Bapak Ir.Tadjuddin BMA, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.

4. Rekan-rekan Bientya Diwana, sahabat-sahabat kami dari FTSP – UII dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Semoga bantuan diberikan seikhlas-ikhlasnya sehingga menjadi amal baik dan mendapatkan imbalan dari Allah SWT, Amin.

Walaupun laporan Tugas Akhir ini telah selesai namun masih jauh dari sempurna, karena keterbatasan waktu dan pengetahuan dalam menghadapi berbagai permasalahan tentang teknologi beton yang cukup kompleks.

Kritik dan saran demi kesempurnaan serta kebaikan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini sangat diharapkan, mudah-mudahan hasil penelitian ini bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 30 July 1999

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>PRAKATA</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>ABSTRAKSI</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Umum .....	4
2.2 Pengujian Kuat Desak .....	5
2.3 Beton .....	6
2.4 Semen Portland .....	7
2.5 Agregat .....	8
2.5.1 Agregat kasar (kerikil) .....	9
2.5.2 Agregat halus (pasir) .....	10
2.6 Air .....	11
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	12
3.1 Umum .....	12
3.2 Landasan Teori .....	14
3.2.1 Variasi kekuatan kubus beton .....	14

3.2.2	Pembebanan benda uji kubus .....	17
3.3	Hipotesis .....	18
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>		<b>19</b>
4.1	Umum .....	19
4.2	Bahan Penelitian .....	19
4.3	Alat-alat .....	20
4.4	Pelaksanaan Penelitian .....	20
4.4.1	Persiapan material .....	20
4.4.2	Pemeriksaan agregat kasar (kerikil) .....	21
4.4.3	Pemeriksaan agregat halus (pasir) .....	22
4.4.4	Perancangan campuran adukan beton .....	23
4.4.5	Pembuatan benda uji .....	26
4.4.6	Perawatan benda uji .....	33
4.4.7	Pengujian benda uji .....	34
4.5	Hasil Penelitian .....	35
<b>BAB V HASIL, PEMBAHASAN DAN CONTOH PERHITUNGAN ....</b>		<b>36</b>
5.1	Hasil Penelitian .....	36
5.2	Pembahasan .....	50
5.3	Contoh Perhitungan .....	61
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>69</b>
6.1	Kesimpulan .....	69
6.2	Saran – saran .....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>72</b>
<b>LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Sampel benda uji kubus yang digunakan	19
Tabel 4.2	Alat-alat yang digunakan dalam penelitian	20
Tabel 4.3	Hasil gradasi kerikil asal Sungai Progo	23
Tabel 4.4	Hasil gradasi pasir asal Sungai Progo	24
Tabel 4.5	Nilai Deviasi Standar	27
Tabel 4.6	Nilai k untuk beberapa keadaan	27
Tabel 4.7	Faktor pengali simpangan baku	27
Tabel 4.8	Hubungan faktor air semen dan kuat kubus beton umur 28 hari	28
Tabel 4.9	Faktor air semen maksimum	28
Tabel 4.10	Nilai Slump	29
Tabel 4.11	Ukuran maksimum agregat	29
Tabel 4.12	Perkiraan kebutuhan air berdasarkan nilai slump ukuran maksimum agregat	29
Tabel 4.13	Perkiraan kebutuhan agregat kasar per m <sup>3</sup> beton beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus butir	30
Tabel 5.1	Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 5 cm	38
Tabel 5.2	Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 6 cm	39
Tabel 5.3	Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 7 cm	40
Tabel 5.4	Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 8 cm	41
Tabel 5.5	Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 9 cm	42

Tabel 5.6	Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 10 cm	43
Tabel 5.7	Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 11 cm	44
Tabel 5.8	Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 12 cm	45
Tabel 5.9	Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 13 cm	46
Tabel 5.10	Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 14 cm	47
Tabel 5.11	Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 15 cm	48
Tabel 5.12	Hasil kuat desak rata-rata dimensi benda uji kubus	50
Tabel 5.13	Hasil perhitungan Numerik hubungan kuat desak beton dengan berbagai variasi dimensi benda uji dengan menggunakan metode regresi linier	52
Tabel 5.14	Hasil perhitungan Numerik hubungan kuat desak beton dengan berbagai variasi dimensi benda uji dengan menggunakan metode regresi polinomial.	53
Tabel 5.15	Komputasi untuk analisis galat kecocokan linier dan analisis galat kecocokan polinomial kuadrat terkecil orde-kedua	58
Tabel 5.16	Nilai konversi mutu beton dan hasil kuat desak rata-rata dengan perhitungan numerik dari persamaan linier	60
Tabel 5.17	Hasil kuat desak beton dari benda uji berumur 28 hari	63
Tabel 5.18	Hasil kuat desak beton dari benda uji berumur 3 tahun	65
Tabel 5.19	Hasil kuat desak beton dari benda uji berumur 5 tahun	68

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Hubungan antara tinggi dan diameter benda uji terhadap kuat desaknya	12
Gambar 3.2	Pengaruh diameter silinder terhadap kuat hancur	13
Gambar 3.3	Contoh histogram dan sebuah kurva probabilitas normal	17
Gambar 4.1	Hubungan antara faktor k dan bagian dari hasil pemeriksaan yang diperkirakan jatuh dibawah kekuatan minimum	26
Gambar 5.1	Grafik hasil kuat desak beton dengan berbagai variasi dimensi benda uji	51
Gambar 5.2	Grafik hubungan hasil kuat desak dengan berbagai macam variasi dimensi benda uji dari hasil perhitungan numerik	56
Gambar l.	Menunjukkan grafik khusus mengenai bertambahnya kekuatan beton dengan bertambahnya usia.	Lampiran 20

## 4.1.1.1. PENDAHULUAN

Di berbagai negara di dunia kita telah mengenal berbagai macam bentuk benda uji yaitu silinder (tinggi 30 cm, diameter 15cm) dan kubus (sisi 15 cm), sebagai standart ISO (International Standardization Organization) untuk pengujian kuat desak beton. Dari ukuran standart tersebut, ternyata tinggi benda uji dalam hubungannya dengan lebarnya berpengaruh terhadap kuat desak yang diperoleh. Melihat permasalahan tersebut timbul pemikiran untuk mencari hubungan kuat desak beton terhadap variasi dimensi benda uji, khususnya benda uji kubus yang ukurannya lebih kecil dari dimensi kubus standart, sehingga diperoleh nilai konversi mutu beton dari benda uji tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan nilai konversi mutu beton pada variasi dimensi benda uji kubus (dari ukuran  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$  sampai ukuran  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ ) terhadap kuat desak beton dimensi benda uji kubus standar ( $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ ). Hasil nilai konversi tersebut dapat dipakai sebagai faktor pengali untuk mendapatkan nilai kuat desak beton kubus ukuran standar.

Hasil penelitian menunjukkan kecenderungan makin besarnya kuat desak beton dipengaruhi oleh ukuran dimensi benda uji tersebut, dimana dimensi benda uji kubus kecil ( $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ ) prosentase kenaikan kuat desaknya sebesar 18,389% terhadap kubus standart dan prosentase kenaikannya terhadap kubus ( $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ ) sebesar 8,422%.

Dengan menggunakan perhitungan regresi linier diperoleh persamaan garis  $Y = 127,1435 - 1,8312.X$ , dimana dari persamaan tersebut diperoleh nilai konversi mutu beton terhadap benda uji kubus ukuran standar, yaitu : X = 5 cm diperoleh Y = 84,47%; X= 6 cm diperoleh Y = 85,80%; X = 7 cm diperoleh Y = 87,17%; X = 8 cm diperoleh Y = 88,60%; X= 9 cm diperoleh Y = 90,06%; X = 10 cm diperoleh Y = 91,58%; X = 11 cm diperoleh Y = 93,15%; X = 12 cm diperoleh Y = 94,77%; X =13 cm diperoleh Y = 96,45%; X = 14 cm diperoleh Y = 98,19% dan untuk X = 15 cm diberikan nilai Y = 100%.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Bangunan mempunyai peranan penting dalam kehidupan masyarakat. Sebagian besar dari hidup manusia berada di sekitar atau di dalam bangunan, seperti perumahan, gedung perkantoran, pabrik-pabrik, rumah sakit, jembatan dan sebagainya. Pengaruh yang demikian luas itu mengakibatkan sektor bangunan memegang peranan penting dalam meningkatkan kesejahteraan dan perekonomian negara.

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Beton merupakan salah satu unsur struktur yang sangat penting. Hampir sebagian besar bangunan menggunakan beton sebagai struktur utama dikarenakan bahannya mudah didapat, mudah dibuat serta harganya murah.

Dalam pelaksanaannya dilapangan pekerjaan konstruksi pada gedung memerlukan perencanaan yang matang misalnya kebutuhan mutu beton harus sesuai dengan mutu beton yang telah direncanakan. Untuk menentukan kualitas/mutu beton kita telah menggunakan benda uji berupa silinder atau kubus. Benda uji tersebut diuji dilaboratorium untuk mengetahui kuat tekan dari beton

yang dipergunakan. Dari berbagai faktor alam dapat mempengaruhi struktur bangunan itu sendiri misalnya terjadi gempa bumi yang dapat menghancurkan struktur bangunan. Dari penelitian ini nantinya dapat kita ketahui mutu beton dari struktur bangunan tersebut dimana bongkahan reruntuhan bangunan dipotong hingga membentuk kubus yang diinginkan dan dilakukan pengujian desak di laboratorium. Pada penelitian ini digunakan benda uji kubus beton dengan berbagai variasi dimensi untuk mendapatkan nilai konversi mutu beton terhadap kuat kubus beton ukuran standar.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Dari penjelasan latar belakang dapat diambil suatu rumusan masalah yaitu pada keadaan tertentu kita tidak dapat memperoleh sampel benda uji karena keterbatasan alat / mahalnya harga alat ( *core drill* ) yang digunakan untuk mengambil sampel benda uji pada elemen struktur dilapangan, maka diadakan penelitian dengan menggunakan variasi dimensi benda uji dengan ukuran  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$  sampai ukuran  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$  selanjutnya dilakukan pengujian kuat desak untuk mendapatkan nilai konversi dari mutu beton tersebut.

### **1.3 Batasan Masalah**

Untuk mempermudah dalam pelaksanaan penelitian ini, permasalahan yang ditinjau dibatasi sebagai berikut ini.

1. Penelitian ini menggunakan variasi dimensi benda uji berupa kubus dengan sisi masing-masing 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 dan 15 cm.

2. Agregat yang dipergunakan adalah agregat buatan ( batu pecah ).
3. Agregat lolos saringan 20 mm.
4. Desain campuran beton menggunakan metode ACI ( American Concrete Institute ).
5. Kuat desak kubus beton direncanakan 22,5 Mpa
6. Dimensi benda uji standar berukuran  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ .

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan nilai konversi mutu beton pada variasi dimensi benda uji kubus terhadap kuat desak beton dimensi benda uji kubus ukuran standar.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah merupakan cara praktis untuk memperkirakan nilai kuat desak beton apabila didapatkan dimensi benda uji kubus yang ukurannya kurang dari ukuran standar ( $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ ), sehingga hanya dengan penggunaan beberapa benda uji maka mutu beton dapat diperkirakan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Kontrol mutu beton ditujukan untuk memproduksi suatu bahan seragam yang mempunyai sifat-sifat pokok seperti yang dituntut oleh pekerjaan yang dituju. Pada saat yang bersamaan harus dipertahankan dengan hati-hati suatu keseimbangan untuk menjamin agar kualitas beton memuaskan.

Pemilihan instalasi dan prosedur yang hendak digunakan, berpengaruh besar pada hasil yang diperoleh, dan bilamana kontrol kualitas beton yang efektif hendak dicapai, maka diskusi antara insinyur perencana dan pemborong pekerjaan harus diatur sejak masa perencanaannya. Dengan demikian kontrol yang terperinci dapat dikembangkan.

Ada hal yang menguntungkan disini, bahwa hampir semua sifat beton yang diinginkan tidak berubah bilamana kuat desaknya dinaikkan. Oleh karena itu, perlu di catat bahwa tidak cukup hanya mengadakan kontrol pada beton pada alat campurnya, tetapi perlu juga memberi pengawasan yang ekstra ketat pada proses selanjutnya ( **Murdock dan Brook, 1986**).



## 2.2 Pengujian Kuat Desak

Pengujian kuat desak beton pada benda uji yang berbentuk kubus beton atau silinder terhadap kuat desaknya telah diterima secara meluas sebagai cara yang paling mudah untuk mengontrol kualitas / mutu beton yang dihasilkan, baik dilapangan atau pada instalasi campuran beton ( "*ready mix*"). Meskipun demikian pengujian benda uji kubus tak lain hanyalah merupakan pengukuran kualitas beton yang dihasilkan pada mesin campur, dan karena jumlah beton yang dipakai untuk membuat benda uji kubus hanya merupakan proporsi sangat kecil dari kualitas beton yang dicor pada bangunan, dan hanya diambil dari beberapa takar campuran, maka pengujian secara individu hanya dianggap memberikan petunjuk umum kualitas beton.

Meskipun kuat desak benda uji kubus dapat diterima maupun ditolak berdasar pada lolos atau gagalnya memenuhi batasan tertentu, ini dapat dihubungkan dengan kuat karakteristik atau kekuatan minimum, benda uji kubus ini harus juga diperiksa dalam hubungannya dengan kuat rata-rata yang diharapkan dari perhitungan desain campuran.

Bilamana kekuatan benda uji kubus berada dalam daerah kekuatan rata-rata, maka di sini dinyatakan bahwa beton yang diproduksi pada mesin campur berada di dalam standar yang baik, tetapi bila kekuatan benda uji kubus mendekati batasan atas atau bawah, maka keadaan mesin campurnya harus diteliti. Harus diingat di sini bahwa prosedur untuk membuat dan menguji benda uji kubus

mempunyai andil yang nyata di dalam mendapatkan hasil yang akurat ( **Murdock dan Brook, 1986**).

### **2.3 Beton**

Beton adalah campuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton.

Nilai kekuatan serta daya tahan ( *durability* ) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya.

Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% saja dari kuat tekannya. Penggunaan bahan agregat dalam adukan beton mencapai  $\pm 70\% - 75\%$  dari seluruh volume massa padat beton. Untuk mencapai kuat tekan beton baik perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya, karena umumnya semakin padat dan keras massa agregat akan makin tinggi kekuatan dan durability-nya ( daya tahan terhadap penurunan mutu akibat pengaruh cuaca ). Untuk membentuk massa padat diperlukan susunan gradasi

butiran yang baik. Nilai kuat tekan beton yang dicapai ditentukan oleh mutu bahan agregat ini ( Dipohusodo, 1994).

#### **2.4 Semen Portland**

Semen Portland merupakan bahan ikat hidrolik. Yang disebut semen hidrolik adalah suatu bahan pengikat yang mengeras, jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Bahan dasar semen portland terdiri dari bahan-bahan yang terutama mengandung kapur, silikat, aluminat dan oksida besi, maka bahan-bahan ini menjadi unsur-unsur pokok pembentuk semen. Pada bahan pembentuk semen terdiri dari 4 unsur penting berikut ini.

1. Trikalsium silikat
2. Dikalsium silikat
3. Trikalsium aluminat
4. Tetrakalsium aluminoforit.

Untuk tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia menurut (PUBI – 1982) dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

1. jenis I. Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan- persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain,
2. jenis II. Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang,
3. jenis III. Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi,

4. jenis IV. Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah, dan
5. jenis V. Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

## 2.5 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat – sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton.

Berdasarkan ukuran butirannya, agregat dapat dibedakan menjadi 2 yaitu agregat kasar ialah agregat yang mempunyai ukuran butir-butir lebih besar dari 4,8 mm, dan agregat halus ialah agregat yang mempunyai ukuran butir-butir lebih kecil dari 4,8 mm. Agregat yang butirannya lebih kecil dari 1,2 mm kadang-kadang disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm silt (lumpur), dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut clay (tanah liat).

Dalam praktek agregat umumnya digolongkan dalam 3 kelompok, yaitu :

1. batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm,
2. krikil, untuk butiran antara 5 mm dan 40 mm, dan
3. pasir, untuk butiran antara 0,15 mm dan 5 mm.

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik (Tjokrodimulyo, 1995, hal 3.2).

### 2.5.1 Agregat kasar (kerikil)

Agregat kasar untuk beton dapat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran atau dapat pula diperoleh dengan cara memecah batu alami. Pada umumnya agregat kasar yang digunakan adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm dan lebih kecil dari 40 mm.

Pemilihan agregat berdasarkan kekuatan dan keuletan agregat yang tergantung dari bahan pembentuk batuanannya. Kuat tekan agregat harus lebih tinggi daripada beton yang dibuat dari agregat tersebut agar menghasilkan beton yang kekuatannya dapat diandalkan.

Agregat kasar dapat dibedakan menjadi beberapa bentuk yaitu agregat bulat, bulat sebagian, bersudut, panjang, dan pipih. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih bisa dipakai, bila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya.

Tekstur permukaan agregat dapat dibedakan menjadi : sangat halus, halus, granuler, kasar, berkristal, berpori dan berlubang-lubang. Agregat dengan permukaan yang berpori dan kasar lebih disukai daripada agregat dengan permukaan yang halus, karena agregat dengan tekstur kasar dapat meningkatkan rekatan antara agregat dan semen.

Berdasarkan jenisnya agregat dapat dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu :

1. agregat normal, berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7 gr/cm<sup>3</sup>,

2. agregat ringan, berat jenisnya kurang dari 2,0 gr/cm<sup>3</sup>, dan
3. agregat berat, mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 gr/cm<sup>3</sup>.

### **2.5.2. Agregat halus (pasir).**

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam atau pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %. Pada umumnya pasir dapat digolongkan menjadi 3 macam , yaitu : pasir galian, pasir sungai, dan pasir laut. Adapun penjelasannya seperti berikut ini.

1. Pasir galian, diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran dengan jalan dicuci.
2. Pasir sungai, diperoleh langsung dari dasar sungai, yang umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan.
3. Pasir laut, diperoleh dari pantai, butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena banyak mengandung garam-garaman. Garam-garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan ini mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan.

### **2.6. Air**

Air merupakan salah satu bahan dasar pembuat beton. Air diperlukan

untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut ini.

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gr/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 2 gr/liter.
3. Tidak mengandung khlorida (cl) lebih dari 0,5 gr/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat (SO<sub>4</sub>) lebih dari 1 gr/liter.

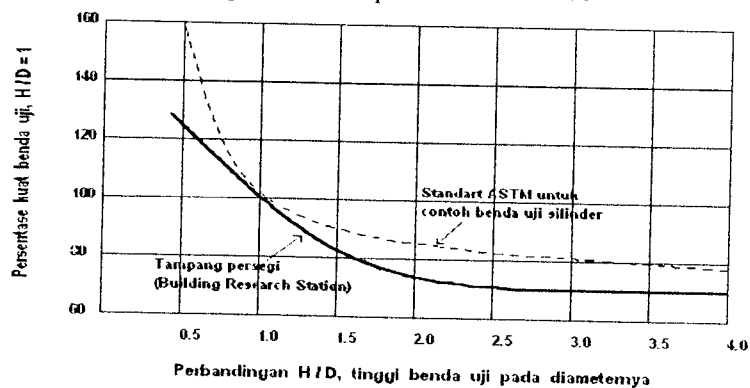
## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Umum

Di berbagai negara di dunia kita telah mengenal berbagai macam bentuk benda uji yaitu silinder dan kubus untuk pengujian kuat desak beton. Di Inggris, pengujian desak biasanya dilaksanakan dengan menggunakan kubus bersisi 15 cm, sedangkan di Amerika contoh benda uji berbentuk silinder, yang tingginya 30 cm dan diameternya 15 cm, telah dipakai sebagai standart ISO (International Standardization Organization).

Dari ukuran standart tersebut, tinggi dari benda uji dalam hubungannya dengan lebarnya berpengaruh besar terhadap prosentasi kuat desak yang diperoleh, sebagaimana digambarkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Hubungan antara tinggi dan diameter benda uji terhadap kuat desaknya ( sumber : Murdock dan Brook, 1986 )



Kuat desak benda uji yang berbentuk silinder yang dipergunakan di Amerika hanya dapat dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari kubus bersisi 15 cm di negara ini dengan menerapkan faktor koreksi yang tepat. Faktor koreksi pada perhitungan kuat kubus (15 cm) ekuivalen terhadap silinder dengan berbagai perbandingan panjang / diameter (L/D). Koreksi tersebut dapat disederhanakan dalam rumus berikut ini .

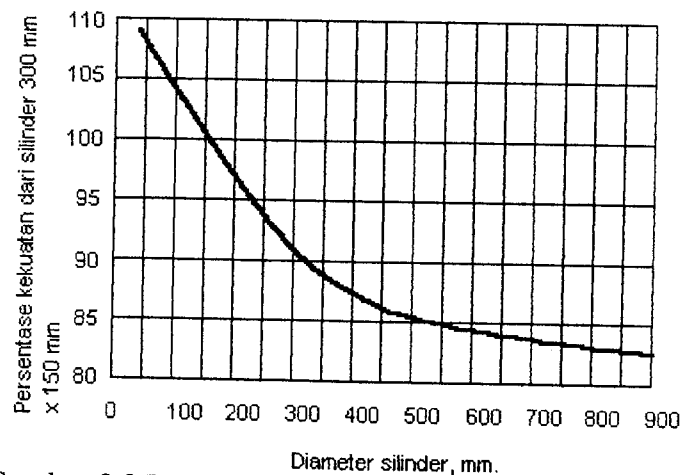
$$C = \frac{L}{10D} + 1,05 \quad (3.1)$$

dimana : C = faktor untuk mengalikan kekuatan selinder agar diperoleh kuat kubus yang ekuivalen.

L = panjang silinder

D = diameter silinder

Ukuran benda uji juga berpengaruh terhadap kuat desak, misalnya dibandingkan dengan kubus 15 cm (standart), maka kubus yang ukurannya 10 cm dengan mutu beton yang sama kira-kira 4 persen lebih kuat dari ukuran standart. Begitu juga, kubus 20 cm kira-kira 10 – 12 persen lebih lemah dari ukuran 15 cm.



Gambar 3.2 Pengaruh diameter silinder terhadap kuat hancur  
( sumber : Murdock dan Brook, 1986 )

Hubungan antara diameter dan kekuatan silinder beton seperti digambarkan pada Gambar 3.2, oleh sebuah kurva yang berdasarkan pada hasil dari sejumlah pengujian yang dilakukan di Amerika ( **Murdock dan Brook, 1986**).

### **3.2 Landasan Teori**

Kita ketahui bahwa timbulnya variasi dari pengujian beton disebabkan oleh faktor yang berbeda-beda, seperti kuat karakteristik semen, perbandingan air/semen, perubahan gradasi bahan, kandungan rongga udara pada beton yang telah dipadatkan, perawatan, suhu dan kesalahan pengujian.

#### **3.2.1 Variasi kekuatan kubus beton**

Variasi kekuatan kubus beton disebabkan antara lain oleh beberapa hal berikut ini.

1. Ketidaktepatan di dalam mengadakan proporsi kerikil, pasir dan semen. Hal ini mungkin penyebab tunggal yang terbesar pada variasi di lapangan.
2. Variasi pada faktor air/semennya. Variasi semacam ini lebih dipersulit lagi oleh kebutuhan akan kemudahan pengerjaan (*workabilitas*) yang baik untuk mengecor bilamana mempergunakan suatu campuran dimana proporsi kerikil, pasir dan semen sangat bervariasi.
3. Variasi gradasi agregat yang memerlukan perubahan faktor air/semen, bila hendak dipertahankan suatu *workabilitas* yang seragam (*uniform*).
4. Pematatannya kurang. Gelembung udara yang sangat kecil persentasenya menyebabkan reduksi kekuatannya sangat besar.

5. Perawatannya tidak memuaskan. Bilamana kubus dibiarkan mengering selama 24 jam yang pertama, kehilangan kekuatan mencapai 50 %, yang tak akan dicapai kembali sepenuhnya dengan membasahi pada periode yang berikutnya.
6. Variasi suhu. Ini pengaruhnya paling menonjol pada umur beton muda.
7. Variasi kualitas semen.

Sangat disayangkan karena variasi ini tidak bersifat menambah kualitas, sebab beberapa faktor cenderung untuk memperbaiki beton, sedangkan lainnya cenderung menyebabkan penurunan kualitas. Akibatnya kekuatan kubus beton bervariasi di sekitar angka rata-ratanya secara demikian sehingga meskipun sebagian besar harganya memperlihatkan deviasi yang kecil ke atas maupun ke bawah, penurunan angkanya secara berangsur-angsur bervariasi angka yang lebih besar. Analisa kuat kubus yang diperoleh pada sejumlah besar lapangan pekerjaan telah menunjukkan bahwa nilai distribusinya adalah ada hubungannya dengan teori probabilitas (kemungkinan), jadi hasil ini mempunyai distribusi normal atau Gaussian, yang digambarkan oleh kurva pada Gambar 3.3 (**Murdock dan Brook, 1986**).

Dengan menganggap bahwa nilai-nilai hasil pengujian tersebut terdistribusi normal, Perhitungan secara statistik dapat dilakukan. Distribusi Gaussian dengan kekuatan tekan rata-rata  $f_{cr}$  dan deviasi standar ( $s$ ), akan berlaku hubungan :

$$f_c' = f_{cr}' - 1,64s \quad (3.2)$$

Harga deviasi standar ini tergantung pada kekuatan tekan beton yang secara

tidak langsung dipengaruhi oleh metode pelaksanaan dan diformulasikan sebagai berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum (fc' - fcr')^2}{n-1}} \quad (3.3)$$

Di mana :  $s$  = deviasi standar

$fc'$  = kuat tekan beton yang diperoleh dari masing-masing benda uji

$fcr'$  = kuat tekan beton rata-rata ( $\text{kg/cm}^2$ ), dimana :

$$fcr' = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} fc(i)}{n} \quad (3.4)$$

$n$  = banyaknya benda uji (**Laurentius dan Syahril, 1997**).

Koefisien variasi diperoleh dengan membagi standar deviasi ( $s$ ) dengan harga rata-rata  $m$  dan biasanya dinyatakan dalam bilangan tak berdimensi, yaitu :

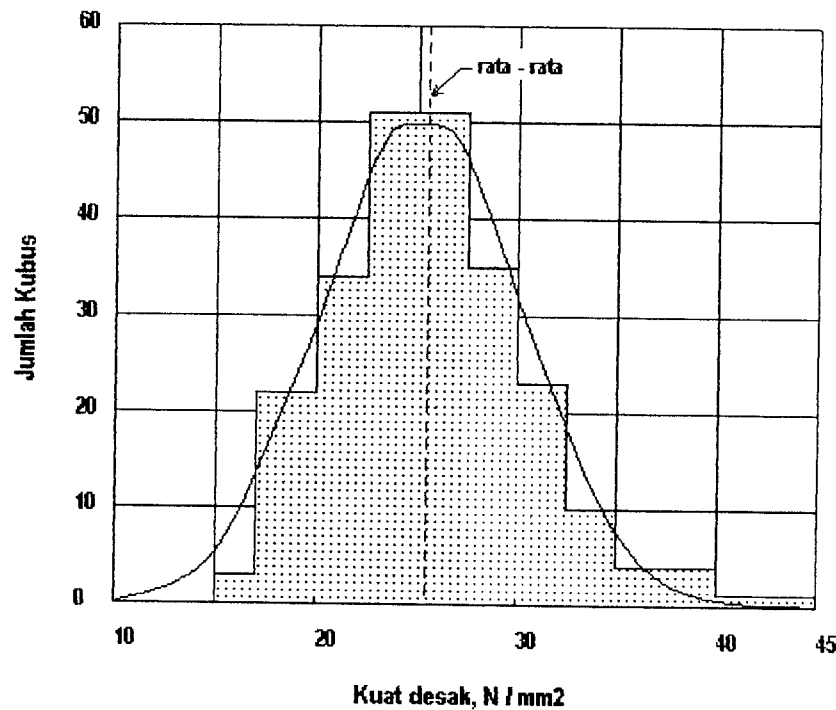
$$v = \frac{s}{m} \times 100 \quad (3.5)$$

Dimana :  $v$  = koefisien variasi beton uji (%)

$s$  = deviasi standar

$m$  = harga rata-rata

Kurva distribusi normal dapat digunakan untuk menghitung proporsi perbedaan kubus dengan rata-ratanya dengan setiap perkalian standar deviasinya. Standar deviasi memberi dasar yang bermanfaat terhadap kontrol kualitas beton bilamana sejumlah besar kubus dibuat dari satu macam kualitas beton dan diuji dalam periode yang singkat dan dapat dipertanggungjawabkan, terutama selama umur awal dari konstruksi (**Murdock dan Brook, 1986**).



Gambar 3.3 Contoh histogram dan sebuah kurva probabilitas normal  
( sumber : Murdock dan Brook, 1986 )

### 3.2.2 Pembebanan pada benda uji kubus

Kapasitas pembebanan yang terjadi pada benda uji kubus tidak tergantung pada panjang benda uji tersebut karena kubus dapat dianggap sebagai kolom pendek, apabila mengalami pembebanan berlebihan, benda uji tersebut akan mengalami kegagalan karena hancurnya material. Dengan demikian kapasitas pikul beban batas bergantung pada kekuatan material yang digunakan.

Pembebanan pada benda uji kubus juga menerima adanya beban aksial yang bekerja bertitik tangkap tepat pada pusat berat penampang elemen, maka yang akan timbul adalah tegangan tekan merata yang besarnya adalah

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

Kegagalan akan terjadi apabila tegangan langsung aktual melebihi tegangan hancur material (  $f_c \geq F_y$  ).

### **3.3 Hipotesis**

Dari uraian rencana penelitian di atas maka dapat dihipotesiskan bahwa dimensi benda uji kubus dengan ukuran lebih kecil dari ukuran standar  $15 \times 15 \times 15$  cm<sup>3</sup> dengan mutu beton yang sama cenderung ada peningkatan nilai kuat desak betonnya.

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Umum

Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilakukan untuk mencari pemecahan masalah, agar didapatkan hasil yang memuaskan digunakan metode penelitian dalam pelaksanaannya. Pelaksanaan metode penelitian yang dibahas dalam bab ini meliputi :

1. persiapan bahan penelitian,
2. alat-alat yang digunakan,
3. pelaksanaan penelitian, dan
4. hasil penelitian

Adapun jumlah benda uji kubus beton dalam penelitian ini sebanyak 176 buah sampel sebagaimana yang tercantum dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Sampel benda uji kubus yang digunakan

UKURAN BENDA UJI (cm)	BENDA UJI KUBUS				Jumlah	v (m <sup>3</sup> )	Σv (m <sup>3</sup> )
	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari			
5	4	4	4	4	16	1,250.10 <sup>-4</sup>	2,000.10 <sup>-3</sup>
6	4	4	4	4	16	2,160.10 <sup>-4</sup>	3,456.10 <sup>-3</sup>
7	4	4	4	4	16	3,430.10 <sup>-4</sup>	5,488.10 <sup>-3</sup>
8	4	4	4	4	16	5,120.10 <sup>-4</sup>	8,192.10 <sup>-3</sup>

9	4	4	4	4	16	$7,290.10^{-4}$	$11,664.10^{-3}$
10	4	4	4	4	16	$1,000.10^{-3}$	$1,600.10^{-2}$
11	4	4	4	4	16	$1,331.10^{-3}$	$2,129.10^{-2}$
12	4	4	4	4	16	$1,728.10^{-3}$	$2,764.10^{-2}$
13	4	4	4	4	16	$2,197.10^{-3}$	$3,515.10^{-2}$
14	4	4	4	4	16	$2,744.10^{-3}$	$4,390.10^{-2}$
15	4	4	4	4	16	$3,375.10^{-3}$	$5,400.10^{-2}$
<b>JUMLAH</b>					<b>176 buah</b>	<b><math>0,0143 \text{ m}^{-3}</math></b>	<b><math>0,2288 \text{ m}^{-3}</math></b>

#### 4.2 Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan bahan material berupa semen portland, air, agregat kasar dan halus. Bahan campuran beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Semen Portland Pozolan merk Gresik kemasan 40 kg jenis 1.
2. Agregat kasar dan agregat halus berasal dari sungai Progo, Yogyakarta dimana agregat kasar/kerikil lolos saringan 20 mm dan agregat halus/pasir lolos saringan 4,75 mm.
3. Air diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas teknik dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

#### 4.3 Alat - alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 4.2

Tabel 4.2 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

No	ALAT	KEGUNAAN
1	Oven	Pengering agregat
2	Piring logam	Menampung agregat di oven



3	Mesin Siever	Pengayak mekanik
4	Ayakan	Menyaring agregat
5	Timbangan	Menimbang bahan-bahan
6	Gelas ukur	Menakar air
7	Ember	Menampung agregat
8	Kerucut Abrams	Pengujian slump
9	Mixer listrik	Pencampuran adukan beton
10	Sekop besar	Mengaduk agregat
11	Sekop kecil	Memasukkan adukan beton ke cetakan kubus
12	Penggaris	Mengukur slump
13	Tongkat penumbuk	Memadatkan benda uji
14	Cetakan kubus	Tempat mencetak benda uji
15	Kaliper	Mengukur benda uji
16	Mesin uji desak merk "Control"	Tes desak beton
17	Karung basah atau kolam penampung benda uji	Menjaga kelembaban beton / perawatan beton

#### 4.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Urutan pelaksanaan penelitian ini meliputi persiapan material, pemeriksaan agregat kasar (kerikil), pemeriksaan agregat halus (pasir), mengatur gradasi krikil, merencanakan bahan susun adukan beton, pembuatan benda uji, pengujian slump, dan pengujian kuat desak benda uji.

##### 4.4.1 Persiapan material

Bahan campuran beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Semen Portland Pozoloan merk Gresik kemasan 40 kg jenis 1.
2. Agregat kasar dan agregat halus berasal dari sungai Progo.

3. Air diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas teknik dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

#### **4.4.2 Pemeriksaan agregat kasar (kerikil)**

Pemeriksaan agregat kasar dari sungai Progo meliputi pemeriksaan berat jenis kerikil, analisis saringan dan modulus halus butir (mhb). Adapun penjelasannya sebagai berikut ini.

##### **1. Pemeriksaaan berat jenis kerikil**

Pemeriksaan berat jenis dan berat kering tusuk (saturated surface dry = ssd), diperoleh berat jenis kerikil 2,5806 gr/cc dan berat kering tusuk kerikil (ssd) 1,434 gr/cm<sup>3</sup>.

##### **2. Analisis saringan dan modulus halus butir (mhb)**

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

1. Susunan ayakan dipasang sesuai dengan aturan diameter yaitu dari atas ke bawah mulai dari diameter 38.1mm, 19.0 mm, 9.5 mm, 4.75 mm.
2. Contoh kerikil ditimbang sesuai kebutuhan lalu dimasukkan kedalam ayakan yang paling atas dan kemudian ditutup rapat-rapat.
3. Susunan ayakan digetarkan dengan mesin Siever selama kurang lebih 15 menit.
4. Kerikil yang tertinggal dari masing-masing ayakan dipindahkan kedalam piring , kemudian ditimbang.

5. Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB) dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$\text{MHB} = \frac{\% \text{ Komulatif berat tertinggal}}{100\%} \quad (4.1)$$

Hasil pemeriksaan analisis saringan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil gradasi kerikil asal Sungai Progo

No	Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan		Berat tertahan komulatif (%)	Berat lolos komulatif (%)	Syarat British Standart
		gram	%			
1	38,1	0,0	0,00	0,00	100	95,0 – 100
2	19,0	480,0	24,00	24,00	76	30,0 – 70,0
3	9,50	1200,5	60,03	84,03	15,975	10,0 – 35,0
4	4,75	251,0	12,55	96,57	3,425	0,0 – 5,0
5	2,36	67,5	3,42	100,00	0	0,0
6	1,18	0,0	0,00	100,00	0	0,0
7	0,60	0,0	0,00	100,00	0	0,0
8	0,30	0,0	0,00	100,00	0	0,0
9	0,15	0,0	0,00	100,00	0	0,0
		2000,0	100,00	704,60		

Adapun hasil perhitungan Modulus Halus Butir (MHB) adalah sebagai berikut :

$$\text{MHB} = \frac{\% \text{ Komulatif berat tertinggal}}{100\%} = \frac{704,6}{100} \times 100 = 7,05$$

#### 4.4.3. Pemeriksaan agregat halus (pasir)

Pemeriksaan agregat halus (pasir) yang berasal dari Sungai Progo meliputi pemeriksaan berat jenis pasir, analisis saringan dan modulus halus butir (MHB), dan pemeriksaan kandungan lumpur. Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut ini.

##### 1. Pemeriksaan berat jenis pasir

Pemeriksaan berat jenis pasir (ssd) dari laboratorium diperoleh 2,5 gr/cc.

## 2. Analisis saringan dan modulus halus butir (mhb)

Analisis saringan untuk mengetahui gradasi agregat halus dan menentukan Modulus Halus Butir (mhb) dengan menggunakan saringan. Adapun cara pelaksanaan

analisis saringan dan modulus halus butir adalah sebagai berikut :

1. susunan ayakan dipasang sesuai dengan aturan diameter butiran dari atas ke bawah yaitu 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.60 mm, 0.30 mm, 0.15 mm, dan PAN,
2. agregat halus (pasir) ditimbang sesuai kebutuhan lalu dimasukkan kedalam ayakan yang paling atas dan kemudian ditutup rapat-rapat,
3. Susunan ayakan digetarkan dengan mesin Siever selama  $\pm 15$  menit, dan
4. Pasir yang tertinggal dari masing-masing ayakan dipindahkan kedalam piring , kemudian ditimbang.

Hasil pemeriksaan Modulus Halus Butir agregat halus (pasir) dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil gradasi pasir asal Sungai Progo

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertahan		Berat tertahan komulatif (%)	Berat lolos komulatif (%)	Syarat British Standart
		gram	%			
1	4,75	0	0,00	0,00	100,00	90,0 – 100,0
2	2,36	196	9,80	9,80	90,20	75,0 – 100,0
3	1,18	370	18,50	28,30	71,70	55,0 – 90,0
4	0,60	693	34,65	62,95	37,05	35,0 – 59,0
5	0,30	462	23,10	86,05	13,95	8,0 – 30,0
6	0,15	227	11,35	97,40	2,60	0,0 – 10,0
7	PAN	52	2,60			
		2000	100,00	284,50		

Adapun hasil perhitungan Modulus Halus Butir (MHB) adalah sebagai berikut :

$$\text{MHB} = \frac{\% \text{ Kumulatif berat tertinggal}}{100\%} = \frac{284,50}{100} \times 100 = 2,8450$$

### 3. Pemeriksaan kandungan lumpur

Tujuan dari pemeriksaan kadar lumpur adalah untuk mengetahui besarnya kandungan lumpur dalam agregat halus ( pasir ) yang akan dipergunakan sebagai campuran adukan beton. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %.

Cara pelaksanaan pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir sebagai berikut ini.

1. Pasir secukupnya dioven kurang lebih sehari semalam.
2. Pasir kering oven/tungku ditimbang sebanyak 100 gram dan dimasukkan kedalam gelas ukur 250 cc.
3. Gelas ukur diisi air sampai ketinggian 12 cm dari permukaan pasir.
4. Gelas ukur ditutup rapat dan dikocok berkali-kali sampai airnya keruh.
5. Biarkan selama 1 menit kemudian airnya dibuang secara perlahan-lahan dan jangan sampai pasirnya ikut terbang.
6. Mengulangi pekerjaan 3, 4, dan 5 hingga airnya jernih.
7. Pindahkan pasir dari gelas ukur kedalam piring, kemudian dimasukkan kedalam oven dengan temperatur 105° C selama ± 36 jam.
8. Pasir dikeluarkan dan didinginkan kedalam aksikator selama ± 1 jam.
9. Pasir ditimbang (berat pasir = B gram).

10. Kandungan lumpur dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$\frac{100 - B}{100} \times 100 \%$$

Hasil pemeriksaan kandungan lumpur diperoleh dari laboratorium sebesar 1,225 %.

#### 4.4.4 Perancangan campuran adukan beton

Penelitian ini menggunakan peraturan ACI (American Concrete Institute) sebagai perancangan dasar campuran. Salah satu tujuan yang hendak dicapai dengan perancangan campuran ACI adalah menghasilkan beton yang mudah dikerjakan. Ukuran derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat pada pengujian slump. Urutan langkah - langkah perencanaan menurut ACI (*American Concrete Institute*).

1. Menghitung kuat desak rata-rata beton, berdasarkan kuat desak beton yang disyaratkan dan nilai margin yang tergantung tingkat pengawasan mutunya.

Nilai margin adalah :

$$m = k \cdot sd \quad (4.2)$$

Dimana  $sd$  adalah nilai deviasi standart yang diambil dari Tabel 4.5, sedangkan faktor  $k$  diperoleh dari tabel 4.6 & Gambar 4.1. Kuat desak rata-rata dihitung dari kuat desak yang disyaratkan ditambah margin :

$$f'_{cr} = f'_c + m \quad (4.3)$$

dimana :  $f'_{cr}$  = kuat desak rata-rata (Mpa)

$f'_c$  = kuat desak rencana (Mpa)

$m$  = nilai margin (Mpa)

Tabel 4.5 Nilai Deviasi Standar ( $\text{kg/cm}^2$ )

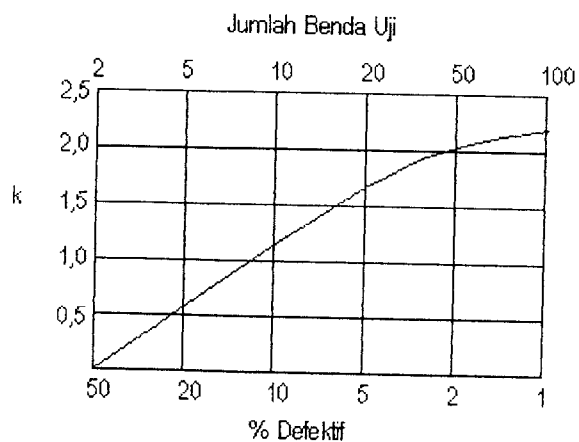
Volume pekerjaan ( $\text{m}^3$ )		Mutu pekerjaan		
		Baik sekali	Baik	Cukup
Kecil	<1000	$45 < s < 55$	$55 < s < 65$	$65 < s < 85$
Sedang	1000 – 3000	$35 < s < 45$	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 75$
Besar	>3000	$25 \leq s < 45$	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 65$

Tabel 4.6 Nilai k untuk beberapa keadaan

Keadaan	Nilai k
k untuk 10 % defektif	1,28
k untuk 5 % defektif	1,64
k untuk 2,5 % defektif	1,96
k untuk 1 % defektif	2,33

Tabel 4.7 Faktor modifikasi simpangan baku jika data tes yang tersedia kurang dari 30

Banyaknya tes	Faktor pengali deviasi standar
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00



Gambar 4.1 Hubungan antara faktor k dan bagian dari hasil pemeriksaan yang diperkirakan jatuh dibawah kekuatan minimum

2. Faktor air semen terendah berdasarkan kuat desak rata-rata pada umur yang dikehendaki (lihat Tabel 4.8) dan keawetannya (berdasarkan jenis struktur dan kondisi lingkungan), (lihat Tabel 4.9).

Tabel 4.8 Hubungan faktor air semen dan kuat kubus beton umur 28 hari

Faktor air semen	Perkiraan kuat desak (Mpa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

Tabel 4.9 Faktor air semen maksimum

Beton didalam ruangan bangunan :	
a. Keadaan keliling non-korosif	0,60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	0,52
Beton di luar ruangan bangunan :	
a. Tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
b. Terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk dalam tanah :	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	0,52
Beton yang kontinyu berhubungan dengan air :	
a. Air tawar	0,57
b. Air laut	0,52

3. Berdasarkan jenis strukturnya tetapkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat (Tabel 4.10 dan Tabel 4.11)
4. Menetapkan jumlah air yang diperlukan pada adukan beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump yang diinginkan (Tabel 4.12).
5. Perhitungan semen yang diperlukan dalam adukan beton, berdasarkan langkah 2 dan 4.



Tabel 4.10 Nilai slump (cm)

Pemakaian beton	Maksimum	Minimum
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur bawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massal	7,5	2,5

Tabel 4.11 Ukuran maksimum agregat (mm)

Dimensi minimum (mm)	Balok/kolom	Plat
62,5	12,5	20
150	40	40
300	40	80
750	80	80

6. Menetapkan volume agregat kasar yang diperlukan persatuan volume beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus halus butiran (MHB) dari agregat halusnya (Tabel 4.13).
7. Perhitungan volume agregat halus yang diperlukan, berdasarkan jumlah air, semen, dan agregat kasar yang diperlukan serta udara yang terperangkap dalam adukan beton (Tabel 4.12) dengan hitungan volume absolut.

Tabel 4.12 Perkiraan kebutuhan air berdasarkan nilai slump ukuran maksimum agregat (liter)

Slump (mm)	Ukuran maksimum agregat (mm)		
	10	20	40
25 - 50	206	182	162
75 - 100	226	203	177
150 - 175	240	212	188
Udara terperangkap	3%	2%	1%

Tabel 4.13 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per m<sup>3</sup> beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus butir (m<sup>3</sup>)

Ukuran maksimum agregat (mm)	Modulus halus butir pasir			
	2,4	2,6	2,8	3,0
10	0,46	0,44	0,42	0,40
20	0,65	0,63	0,61	0,59
40	0,76	0,74	0,72	0,70
80	0,84	0,82	0,80	0,78
150	0,90	0,88	0,86	0,84

Uraian perencanaan campuran beton berdasarkan cara American Concrete Institute (ACI) dengan mempergunakan data-data perhitungan sebagai berikut :

1. Kuat desak rencana : 22,5 MPa
2. Diameter maksimum agregat kasar : 20 mm
3. Modulus halus butir (MHB) pasir : 2,8450
4. Berat jenis pasir (SSD) : 2,5 gr/cm<sup>3</sup>
5. Berat jenis kerikil (SSD) : 2,5806 gr/cm<sup>3</sup>
6. Berat jenis kerikil kering tusuk (SSD) : 1,4336 gr/cm<sup>3</sup>
7. Berat jenis semen : 3,15 gr/cm<sup>3</sup>

Perhitungan rencana campuran beton :

1. Menghitung kuat desak rata-rata

Berdasarkan Tabel 4.5 untuk volume pekerjaan kecil dengan pengawasan baik nilai  $s_d = 6,0$  MPa. Dari Tabel 4.6 dan Gambar 4.1 diperoleh nilai  $k=1,496$  dan berdasarkan Tabel 4.7. dengan interpolasi diperoleh faktor modifikasi simpangan baku sebesar 1.144 (faktor pengali deviasi standart )

mutu beton  $f'_{cr} = f'_c + k.s_d$

$$= 22,5 + 1,496 \cdot (1,144 \times 6,0) = 32,77 \text{ MPa}$$

## 2. Menetapkan faktor air semen

a. Berdasarkan Tabel 4.8 dan kekuatan umur yang dikehendaki didapatkan nilai fas dengan interpolasi fas = 0,468671428

b. Berdasarkan Tabel 4.9 beton yang tidak terlindung dari hujan dan sinar matahari langsung didapat nilai fas = 0,60

c. Dari dua nilai fas diatas, dipakai nilai fas yang terkecil yaitu 0,468671428

## 3. Menetapkan nilai slump

Berdasarkan Tabel 4.10 untuk jenis struktur balok dan kolom didapat nilai slump 75 – 120 mm

## 4. Menetapkan kebutuhan air

Berdasarkan Tabel 4.12, untuk nilai slump 75–120 mm dan agregat maksimum 20 mm didapat kebutuhan air ( $V_a$ ) 203 liter dan udara terperangkap ( $V_u$ ) 2%

## 5. Menghitung kebutuhan semen

$$\text{Fas} = \frac{W \text{ air}}{W \text{ semen}}$$

$$W \text{ semen} = \frac{W \text{ air}}{\text{Fas}} = \frac{203}{0,468671428} = 433,139 \text{ kg}$$

$$\text{Vol. semen } (V_s) = \frac{W \text{ semen}}{B_j \text{ semen}} = \frac{0,433139269}{3,15} = 0,137504529 \text{ m}^3$$

6. Menetapkan volume agregat kasar per meter kubik beton berdasarkan Tabel 4.13. Untuk agregat kasar diameter maksimum 20 mm dan modulus halus butir agregat halus (mhb) = 2,8450 didapat :

$$\text{Volume agregat kasar (Vk)} = 0,6055 \text{ m}^3 \text{ ( hasil Intrepolasi )}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat kasar} &= \text{Vk} \times \text{Bj kerikil kering tusuk} \\ &= 0,6055 \times 1,4336 \\ &= 0,868045 \text{ ton} = 868,045 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Vol. agregat} = \frac{\text{berat kerikil}}{\text{Bj kerikil (SSD)}} = \frac{0,868045}{2,5806} = 0,336373 \text{ m}^3$$

7. Menghitung volume pasir (Vp)

$$\begin{aligned} \text{Vol. pasir (Vp)} &= 1 - ( \text{Va} + \text{Vs} + \text{Vk} + \text{Vu} ) \\ &= 1 - ( 0,203 + 0,137504529 + 0,336373 + 0,02 ) \\ &= 0,30312247 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} &= \text{Vp} \times \text{Bj pasir (SSD)} \\ &= 0,30312247 \times 2,508 \\ &= 0,760231155 \text{ ton} = 760,231 \text{ kg} \end{aligned}$$

8. Kebutuhan meterial dalam 1 m<sup>3</sup> adukan beton :

a. Semen = 433,139 kg

b. Pasir = 760,231 kg

c. Kerikil = 868,045 kg

d. Air = 203 liter

$$\text{Perbandingan : } \text{Pc} : \text{Ps} : \text{Kr} \implies 1 : 1,755 : 2,018$$

#### 4.4.5 Pembuatan benda uji

Cara-cara yang ditempuh dalam pembuatan benda uji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Bahan-bahan dan alat yang dipergunakan dipersiapkan terlebih dahulu, sesuai dengan kebutuhan rencana pembuatan campuran beton.
2. Bahan-bahan yang telah dipersiapkan sebagian dimasukkan kedalam mixer, dan mixer dihidupkan dengan melakukan penambahan sedikit demi sedikit. Pengadukan dilakukan sampai warna adukan tampak rata, kelecakan yang cukup (tidak cair tidak padat), dan tampak campurannya juga homogen.
3. Pengukuran Slump dilakukan segera setelah adukan beton tercampur rata, dengan menggunakan kerucut 'Abrams' yaitu berupa kerucut terpancung dengan ukuran diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm dengan tinggi 30 cm. Dengan menggunakan sekop kecil (cetok) campuran beton dimasukkan kedalam kerucut 'Abrams' secara bertahap sebesar 1/3 bagian dari tinggi kerucut dan dilakukan pemadatan dengan penusukan sebanyak 25 kali. Setelah kerucut penuh dan sisi atas diratakan lalu didiamkan selama  $\pm 30$  detik sambil menekan kerucut tersebut. Selanjutnya kerucut diangkat perlahan-lahan keatas. Nilai slump diperoleh dengan mengukur tinggi jatuh adukan dari sisi atas kerucut kesisi atas adukan beton. Uji slump pada adukan beton ini menggunakan nilai slump antara 7,5 – 12 cm.

4. Pengisian adukan sedikit demi sedikit dengan menggunakan cetok kedalam cetakan yang telah dipersiapkan dengan terlebih dahulu diolesi oli dan ditusuk-tusuk agar tidak keropos.
5. Setelah pengisian dan pemadatan selesai, permukaan cetakan diratakan kemudian diletakkan ditempat yang terlindung dan setelah 24 jam cetakan dapat dibuka.
6. Benda uji yang telah dilepas dari cetakan diberi kode agar tidak tertukar dan mudah dikelompokkan.

#### **4.4.6 Perawatan benda uji**

Setelah 24 jam cetakan kubus beton dibuka, kemudian dilakukan perawatan beton. Perawatan beton ialah suatu pekerjaan menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dengan pasir) berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, akan terjadi beton yang kurang kuat, dan juga timbul retak-retak. Selain itu, kelembaban permukaan tadi juga menambah beton lebih tahan cuaca, dan lebih kedap air.

Beberapa cara perawatan beton yang biasa dilakukan, yaitu :

1. menaruh beton segar di dalam ruangan yang lembab,
2. menaruh beton segar di genangan air,
3. menaruh beton segar di dalam air,
4. menyelimuti permukaan beton dengan karung basah,

## BAB V

### HASIL, PEMBAHASAN DAN CONTOH PERHITUNGAN

#### 5.1 Hasil Penelitian

Pengujian kuat desak beton dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia. Hasil penelitian diperoleh setelah dilakukan uji desak beton dengan menggunakan mesin "Control" pada benda uji kubus beton. Pengujian kuat desak beton dilakukan 4 tahap, yaitu : pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari. Setiap benda uji diberi kode atau identitas untuk menghindari kerancuan pada saat pengujian berlangsung. Untuk benda uji ukuran 15 cm diberi kode A dan seterusnya, sampai dengan benda uji ukuran 5 cm dengan kode K.

Perhitungan hasil kuat desak rata-rata yang disyaratkan ( $f'_c$ ) diperoleh dari hasil uji desak beton, dimana dari perhitungan tersebut dapat diketahui mutu beton dari benda uji tersebut. Perhitungan ini didasarkan pada ketentuan sebagai berikut :  $f'_c = f'_{cr} - k \cdot s_d$

dimana :  $k = 1,496$  diperoleh berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.1

( tatacara penggunaan campuran menurut ACI ),

$f'_c$  = kuat desak yang disyaratkan ( MPa ),

$f'_{cr}$  = kuat desak rata-rata ( MPa ), *dit*

$s = sd$  = deviasi standar (MPa) ,

Untuk mencari deviasi standar digunakan rumus sebagai berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum(f'c - f'_{cr})^2}{n-1}}$$

Keterangan :  $s = sd$  = deviasi standar ( MPa ) ,

$f'c$  = kuat desak masing-masing benda uji ( Mpa ) ,

$f'_{cr}$  = kuat desak beton rata-rata ( MPa ) , *dit*

$n$  = jumlah benda uji .

Perhitungan kuat desak beton yang disyaratkan untuk dimensi benda uji ukuran 5 cm seperti pada contoh berikut ini.

Diketahui : Beban maksimum  $P = 89 \text{ KN} = 89 \times 101,9367 \text{ kg} \longrightarrow$  ( kode  $K_1$  )  
 $= 9072,3663 \text{ kg}$

Luas kubus beton  $A = 5.01 \times 5.14 = 25,75 \text{ cm}^2$

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{9072,3663}{25,75} = 352,3249 \text{ kg/cm}^2 = 34,563 \text{ MPa}$$

$f'_{c7} = 34,563$  : faktor umur

$$= 34,563 : 0,65$$

$$= 53,171 \text{ MPa} \longrightarrow K_1 \text{ ( umur 7 hari )}$$

$$\sum f'c = ( K_1 + K_2 + \dots + K_{16} ) = 797,577 \text{ MPa}$$

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) =  $f'_{cr}$

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'c}{n} = \frac{797,577}{16} = 49,849 \text{ Mpa}$$



$$\begin{aligned}
\text{maka } (f'_c - f'_{cr}) &= 53,171 - 49,849 \\
&= 3,323 \\
(f'_c - f'_{cr})^2 &= (3,323)^2 \\
&= 11,039 \longrightarrow K_1 \\
\sum (f'_c - f'_{cr})^2 &= (K_1 + K_2 + \dots + K_{16})^2 = 421,630
\end{aligned}$$

Sehingga deviasi standar untuk semua benda uji ( $K_1$  s/d  $K_{16}$ ) adalah :

$$\begin{aligned}
s &= \sqrt{\frac{\sum (f'_c - f'_{cr})^2}{n-1}} \\
s &= \sqrt{\frac{421,630}{16-1}} = 5,302 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

Kuat desak rata-rata yang diperoleh ( $f'_c$ ) untuk benda uji ukuran 5 cm adalah :

$$\begin{aligned}
f'_{cr} &= f'_c + k.sd \\
f'_c &= 49,849 - 1,496 \cdot (1,144 \times 5,302) \longrightarrow \text{(dimana 1,144 adalah faktor} \\
&\quad \text{pengali deviasi standar didapat dari hasil interpolasi pada Tabel 4.7)} \\
&= 40,775 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

Hasil kuat desak rata-rata dikonversikan kedalam silinder yaitu :

$$f'_c_{\text{silinder}} = f'_c_{\text{kubus}} \times C$$

dimana :  $C = 0,83$  adalah faktor untuk mengalikan kekuatan kubus agar diperoleh kuat silinder yang ekuivalen. (PBBI 1971, NI-2)

$$f'_c_{\text{silinder}} = 40,775 \times 0,83 = 33,843 \text{ MPa}$$

Dari perhitungan uji kuat desak beton diatas maka dapat diketahui nilai kuat desak beton yang dapat dicapai, untuk setiap variasi benda uji. Hasil perhitungan penelitian ini disusun kedalam tabel dan dapat dilihat pada Tabel 5.1 s/d Tabel 5.11.

Tabel 5.1 Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 5 cm

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umu	Faktor Umur	F'c (MPa)	(f'c-f'cr)	(f'c-f'cr) <sup>2</sup>	s (MPa)	Slump (cm)	Ket
1	K1	0,3146	5,01	5,14	5,07	25,75	89	352,31	7	0,65	53,171	3,323	11,039		8,3	Ok
2	K2	0,3399	5,07	5,08	5,07	25,76	91	360,16	7	0,65	54,357	4,509	20,327		8,3	Ok
3	K3	0,3330	5,00	5,14	5,11	25,70	94	372,84	7	0,65	56,271	6,422	41,242		8,3	Ok
4	K4	0,3288	5,04	5,07	5,13	25,55	90	359,03	7	0,65	54,186	4,338	18,817		8,3	Ok
5	K5	0,3380	5,14	5,08	5,12	26,11	90	351,36	14	0,83	39,168	-10,680	114,072		8,3	Ok
6	K6	0,3153	5,01	5,05	5,04	25,30	103	414,99	14	0,88	46,262	-3,586	12,863		8,3	Ok
7	K7	0,3307	5,11	5,07	5,11	25,91	110	432,81	14	0,88	48,248	-1,600	2,561		8,3	Ok
8	K8	0,3190	5,13	5,05	5,08	25,91	115	452,50	14	0,88	50,444	0,595	0,354		8,3	Ok
9	K9	0,3178	5,14	5,08	5,13	26,11	107	417,72	21	0,95	43,135	-6,713	45,067		8,3	Ok
10	K10	0,3327	5,11	5,05	5,14	25,81	136	537,23	21	0,95	55,476	5,627	31,665		8,3	Ok
11	K11	0,3264	5,03	5,06	5,03	25,45	118	472,60	21	0,95	48,802	-1,046	1,095		8,3	Ok
12	K12	0,3392	5,13	5,06	5,06	25,96	107	420,19	21	0,95	43,390	-6,458	41,710		8,3	Ok
13	K13	0,3274	5,07	5,12	5,07	25,96	120	471,23	28	1,00	46,228	-3,621	13,110		8,3	Ok
14	K14	0,3312	5,08	5,11	5,07	25,96	125	490,86	28	1,00	48,153	-1,695	2,874		8,3	Ok
15	K15	0,3412	5,07	5,10	5,05	25,86	148	583,46	28	1,00	57,238	7,389	54,602		8,3	Ok
16	K16	0,3157	4,99	5,10	5,13	25,45	135	540,75	28	1,00	53,047	3,199	10,232		8,3	Ok
Keterangan :												797,577	421,630	5,302		

Ok = kuat desak yg ditargetkan > kuat desak rencana

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) :  $f'_{cr} = 797,577 : 16 = 49,849$  MPa

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan :  $f'_{cr} = f'_{c} + k.s$

$$f'_{c} = f'_{cr} - k.s$$

$$= 49,849 - 1,496x(1,144 x 5,302) = 40,775 \text{ MPa}$$

$$f'_{c} = f'_{cr} - k.s$$

$$= 40,775 x 0,83 = 33,843 \text{ MPa}$$

Kuat desak rata-rata dikonversikan ke silinder :  $f'_{c} \text{ silinder} = f'_{c} \text{ kubus} x 0,83$

$$= 40,775 x 0,83 = 33,843 \text{ MPa}$$

Tabel 5.2 Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 6 cm

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F'c (MPa)	(f'c-f'cr)	(f'c-f'cr) <sup>2</sup>	s (MPa)	Slump (cm)	Ket
1	J1	0,4986	5,91	6,07	5,92	35,87	135	383,61	7	0,65	57,895	9,135	83,445		8,3	Ok
2	J2	0,5194	5,96	6,07	6,00	36,18	126	355,03	7	0,65	53,582	4,822	23,250		8,3	Ok
3	J3	0,5140	6,08	6,13	5,98	37,27	130	355,56	7	0,65	53,662	4,901	24,022		8,3	Ok
4	J4	0,5180	6,07	6,07	5,92	36,84	124	343,06	7	0,65	51,776	3,016	9,094		8,3	Ok
5	J5	0,5106	6,12	6,05	6,10	37,03	140	385,44	14	0,88	42,967	-5,793	33,562		8,3	Ok
6	J6	0,5143	6,01	6,08	6,05	36,54	146	407,29	14	0,88	45,404	-3,357	11,268		8,3	Ok
7	J7	0,5050	6,10	6,16	6,12	37,58	145	393,36	14	0,88	43,851	-4,910	24,109		8,3	Ok
8	J8	0,5087	5,94	6,13	6,06	36,41	142	397,53	14	0,88	44,316	-4,445	19,756		8,3	Ok
9	J9	0,4978	5,85	6,03	6,00	35,28	150	433,46	21	0,95	44,760	-4,000	16,001		8,3	Ok
10	J10	0,5021	6,04	6,06	5,87	36,60	152	423,32	21	0,95	43,713	-5,048	25,479		8,3	Ok
11	J11	0,5170	6,09	6,13	5,95	37,33	153	417,78	21	0,95	43,141	-5,620	31,580		8,3	Ok
12	J12	0,5100	6,12	6,04	5,94	36,96	155	427,44	21	0,95	44,139	-4,622	21,362		8,3	Ok
13	J13	0,4121	5,99	6,04	6,06	36,18	192	540,96	28	1,00	53,069	4,308	18,559		8,3	Ok
14	J14	0,5123	5,95	6,05	6,05	36,00	193	546,53	28	1,00	53,615	4,854	23,563		8,3	Ok
15	J15	0,5283	6,05	6,10	6,10	36,91	191	527,57	28	1,00	51,755	2,994	8,963		8,3	Ok
16	J16	0,5298	5,93	6,10	6,10	36,17	190	535,43	28	1,00	52,525	3,765	14,173		8,3	Ok
											780,170		388,187	5,087		

Keterangan :

Ok = kuat desak yg ditargetkan > kuat desak rencana

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) :  $f'_{cr} = 780,170$  ;  $16 = 48,761$  MPa

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan :  $f'_{cr} = f'_{c} + k.s$

$$f'_{c} = f'_{cr} - k.s$$

$$= 48,761 - 1,496 \times (1,144 \times 5,087) = 40,055 \text{ MPa}$$

$$\text{Kuat desak rata-rata dikonversikan ke silinder : } f'_{c \text{ silinder}} = f'_{c \text{ kubus}} \times 0,83$$

$$= 40,055 \times 0,83 = 33,246 \text{ MPa}$$

Tabel 5.3 Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 7 cm

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F'c (MPa)	(f'c-f'cr)	(f'c-f'cr) <sup>2</sup>	s (MPa)	Slump (cm)	Ket
1	I1	0,8292	7,08	6,93	7,11	49,06	142	295,02	7	0,65	44,525	-4,096	16,777		8,3	Ok
2	I2	0,8472	7,09	7,11	7,09	50,41	165	333,66	7	0,65	50,356	1,735	3,010		8,3	Ok
3	I3	0,8438	7,05	7,04	6,97	49,63	169	347,10	7	0,65	52,386	3,764	14,169		8,3	Ok
4	I4	0,8495	7,08	7,13	7,07	50,48	166	335,21	7	0,65	50,591	1,969	3,879		8,3	Ok
5	I5	0,8167	7,06	7,08	6,92	49,98	195	397,67	14	0,88	44,332	-4,290	18,402		8,3	Ok
6	I6	0,8098	7,00	7,09	7,08	49,63	185	379,98	14	0,88	42,359	-6,263	39,219		8,3	Ok
7	I7	0,8106	6,95	7,11	7,09	49,41	189	389,89	14	0,88	43,464	-5,158	26,604		8,3	Ok
8	I8	0,7882	6,97	7,08	7,10	49,35	157	324,31	14	0,88	36,154	-12,468	155,448		8,3	Ok
9	I9	0,7866	6,99	7,02	7,02	49,07	210	436,25	21	0,95	45,049	-3,573	12,765		8,3	Ok
10	I10	0,8035	7,08	6,98	7,04	49,42	245	505,37	21	0,95	52,186	3,565	12,706		8,3	Ok
11	I11	0,8131	7,12	6,96	7,05	49,56	247	508,09	21	0,95	52,467	3,845	14,787		8,3	Ok
12	I12	0,8049	7,07	6,93	6,95	49,00	232	482,69	21	0,95	49,844	1,222	1,494		8,3	Ok
13	I13	0,8114	7,12	6,95	7,10	49,48	264	543,84	28	1,00	53,351	4,729	22,365		8,3	Ok
14	I14	0,7874	7,00	6,95	7,13	48,65	243	509,16	28	1,00	49,949	1,327	1,761		8,3	Ok
15	I15	0,8348	7,04	7,05	7,07	49,63	275	564,81	28	1,00	55,408	6,786	46,055		8,3	Ok
16	I16	0,8071	6,97	7,08	6,93	49,35	274	566,00	28	1,00	55,524	6,903	47,652		8,3	Ok
Keterangan :												777,943	437,093	5,398		

Ok = kuat desak yg ditargetkan > kuat desak rencana

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) :  $f'_{cr} = 777,943 : 16 = 48,621 \text{ MPa}$

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan :  $f'_{cr} = f'_{cr} + k.s$

$$f'_{cr} = f'_{cr} - k.s$$

$$= 48,621 - 1,496 \times (1,144 \times 5,398) = 39,383 \text{ MPa}$$

Kuat desak rata-rata dikonversikan ke silinder :  $f'_{c \text{ silinder}} = f'_{c \text{ kubus}} \times 0,83$

$$= 39,383 \times 0,83 = 32,688 \text{ MPa}$$

Tabel 5.4 Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 8 cm

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F'c (MPa)	(f'c-f'cr) <sup>2</sup>	s (MPa)	Slump (cm)	Ket
1	H1	1,1811	7,91	7,92	7,94	62,65	220	357,97	7	0,65	54,027	6,388	40,812	8,3	Ok
2	H2	1,1660	7,95	8,00	7,97	63,60	229	367,04	7	0,65	55,394	7,756	60,157	8,3	Ok
3	H3	1,1682	8,08	7,94	7,94	64,16	225	357,50	7	0,65	53,956	6,317	39,911	8,3	Ok
4	H4	1,1518	8,00	8,10	7,90	64,80	228	358,67	7	0,65	54,131	6,493	42,157	8,3	Ok
5	H5	1,1639	8,00	8,11	8,07	64,88	265	416,36	14	0,88	46,414	-1,224	1,498	8,3	Ok
6	H6	1,2295	8,03	8,06	8,12	64,72	231	363,82	14	0,88	40,558	-7,080	50,126	8,3	Ok
7	H7	1,1874	8,06	7,96	7,98	64,16	239	379,74	14	0,88	42,332	-5,306	28,158	8,3	Ok
8	H8	1,1300	7,99	7,95	7,93	63,52	268	430,08	14	0,88	47,944	0,306	0,094	8,3	Ok
9	H9	1,2074	8,02	7,96	7,91	63,84	261	416,76	21	0,95	43,036	-4,602	21,183	8,3	Ok
10	H10	1,2359	8,10	8,03	8,12	65,04	266	416,88	21	0,95	43,048	-4,590	21,066	8,3	Ok
11	H11	1,1744	8,04	8,07	7,90	64,88	252	395,91	21	0,95	40,883	-6,755	45,627	8,3	Ok
12	H12	1,2013	8,07	8,06	8,00	65,04	266	416,87	21	0,95	43,048	-4,591	21,073	8,3	Ok
13	H13	1,1932	7,95	8,13	8,08	64,63	334	526,77	28	1,00	51,676	4,038	16,304	8,3	Ok
14	H14	1,1990	7,95	8,12	8,10	64,55	335	529,00	28	1,00	51,895	4,256	18,116	8,3	Ok
15	H15	1,1566	8,10	7,95	8,09	64,40	302	478,06	28	1,00	46,898	-0,740	0,548	8,3	Ok
16	H16	1,1731	8,01	8,08	8,02	64,72	304	478,81	28	1,00	46,971	-0,667	0,445	8,3	Ok
											762,211	407,273	5,211		

Keterangan :

Ok = kuat desak yg ditargetkan > kuat desak rencana

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) :  $f'_{cr} = 762,211 : 16 = 47,638$  MPa

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan :  $f'_{cr} = f'_{cr} + k.s$

$$f'_{cr} = f'_{cr} - k.s$$

$$= 47,638 - 1,496 \times (1,144 \times 5,211) = 38,720$$
 MPa

Kuat desak rata-rata dikonversikan ke silinder :  $f'_{c \text{ silinder}} = f'_{c \text{ kubus}} \times 0,83$

$$= 38,720 \times 0,83 = 32,137$$
 MPa

Tabel 5.5 Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 9 cm

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F'c (MPa)	(f'c-f'cr)	(f'c-f'cr) <sup>2</sup>	s (MPa)	Slump (cm)	Ket
1	G1	1,7919	9,05	9,04	9,06	81,81	296	368,81	7	0,65	55,662	8,348	69,682		8,3	Ok
2	G2	1,7984	9,05	9,08	9,10	82,17	296	367,19	7	0,65	55,417	8,102	65,648		8,3	Ok
3	G3	1,7575	9,04	9,05	9,06	81,81	294	366,32	7	0,65	55,286	7,971	63,544		8,3	Ok
4	G4	1,7749	9,09	9,08	9,10	82,54	291	359,40	7	0,65	54,241	6,927	47,976		8,3	Ok
5	G5	1,7537	8,90	9,07	9,08	80,72	332	419,25	14	0,88	46,737	-0,578	0,334		8,3	Ok
6	G6	1,8126	9,09	9,06	9,09	82,36	331	409,70	14	0,88	45,672	-1,642	2,698		8,3	Ok
7	G7	1,7730	9,08	9,03	9,13	81,99	330	410,27	14	0,88	45,736	-1,579	2,493		8,3	Ok
8	G8	1,7323	9,10	9,08	9,10	82,63	328	404,65	14	0,88	45,109	-2,206	4,865		8,3	Ok
9	G9	1,7096	9,04	9,00	8,96	81,36	348	436,01	21	0,95	45,024	-2,291	5,247		8,3	Ok
10	G10	1,7618	9,08	9,11	8,92	82,72	345	425,15	21	0,95	43,903	-3,412	11,642		8,3	Ok
11	G11	1,7700	9,07	9,09	8,92	82,45	335	414,19	21	0,95	42,771	-4,544	20,645		8,3	Ok
12	G12	1,6746	9,10	8,93	8,93	81,26	306	383,85	21	0,95	39,637	-7,677	58,942		8,3	Ok
13	G13	1,7478	9,05	8,90	9,06	80,55	405	512,56	28	1,00	50,282	2,968	8,807		8,3	Ok
14	G14	1,7288	8,95	9,05	9,07	81,00	385	484,53	28	1,00	47,532	0,218	0,047		8,3	Ok
15	G15	1,7104	9,05	8,96	9,04	81,09	367	461,36	28	1,00	45,259	-2,055	4,224		8,3	Ok
16	G16	1,6973	9,13	8,90	9,04	81,26	315	395,17	28	1,00	38,766	-8,549	73,083		8,3	Ok
Keterangan :												757,036	439,879	5,415		

Ok = kuat desak yg ditargetkan > kuat desak rencana

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) :  $f'_{cr} = 757,036 : 16 = 47,315 \text{ MPa}$

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan :  $f'_{cr} = f'_{cr} + k.s$

$$f'_{cr} = f'_{cr} - k.s$$

$$= 47,315 - 1,496 \times (1,144 \times 5,415) = 38,048 \text{ MPa}$$

$$f'_{cr} \text{ silinder} = f'_{cr} \text{ kubus} \times 0,83$$

$$= 38,048 \times 0,83 = 31,580 \text{ MPa}$$

Tabel 5.6 Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 10 cm

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F <sub>c</sub> (MPa)	(f <sub>c</sub> -f <sub>cr</sub> )	(f <sub>c</sub> -f <sub>cr</sub> ) <sup>2</sup>	s	Slump (cm)	Ket
1	F1	2,297	9,97	10,11	10,09	100,80	308	311,48	7	0,65	47,010	0,584	0,341		7,5	Ok
2	F2	2,372	10,08	10,09	10,04	101,71	330	330,74	7	0,65	49,917	3,491	12,189		7,5	Ok
3	F3	2,322	10,10	9,92	9,97	100,19	328	333,71	7	0,65	50,365	3,939	15,516		7,5	Ok
4	F4	2,401	10,08	10,05	9,93	101,30	355	357,22	7	0,65	53,912	7,487	56,048		7,5	Ok
5	F5	2,375	10,07	10,06	10,01	101,30	345	347,15	14	0,88	38,700	-7,726	59,691		7,5	Ok
6	F6	2,474	10,11	10,09	10,04	102,01	351	350,75	14	0,88	39,100	-7,325	53,661		7,5	Ok
7	F7	2,457	10,09	10,10	10,10	101,91	381	381,10	14	0,88	42,484	-3,941	15,535		7,5	Ok
8	F8	2,398	10,05	9,99	10,02	100,40	356	361,45	14	0,88	40,294	-6,132	37,605		7,5	Ok
9	F9	2,409	10,12	10,09	10,12	102,11	400	399,32	21	0,95	41,235	-5,191	26,946		7,5	Ok
10	F10	2,408	10,10	10,06	10,12	101,61	460	461,50	21	0,95	47,656	1,230	1,513		7,5	Ok
11	F11	2,408	10,04	10,05	10,12	100,90	410	414,20	21	0,95	42,772	-3,654	13,350		7,5	Ok
12	F12	2,379	10,11	10,10	10,07	102,11	415	414,29	21	0,95	42,781	-3,645	13,284		7,5	Ok
13	F13	2,361	10,10	10,03	10,09	101,30	520	523,25	28	1,00	51,331	4,905	24,062		7,5	Ok
14	F14	2,356	9,93	9,96	10,05	98,90	520	535,95	28	1,00	52,577	6,151	37,835		7,5	Ok
15	F15	2,327	9,97	9,91	10,06	98,80	510	526,18	28	1,00	51,618	5,192	26,959		7,5	Ok
16	F16	2,291	9,91	9,98	10,03	98,90	505	520,50	28	1,00	51,061	4,635	21,483		7,5	Ok
Keterangan :												742,813	416,016	5,266		

Ok = kuat desak yg ditargetkan > kuat desak rencana

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) :  $f_{cr} = 742,813 : 16 = 46,426 \text{ MPa}$

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan :  $f_{cr} = f'_{c} + k.s$

$$f'_{c} = f'_{cr} - k.s$$

$$= 46,426 + 1,496 \times (1,144 \times 5,266) = 37,414 \text{ MPa}$$

$$f'_{c} \text{ silinder} = f'_{c} \text{ kubus} \times 0,83$$

$$= 37,414 \times 0,83 = 31,053 \text{ MPa}$$

Tabel 5.7 Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 11 cm

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F <sub>c</sub> (MPa)	(f <sub>c</sub> -f <sub>cr</sub> )	(f <sub>c</sub> -f <sub>cr</sub> ) <sup>2</sup>	s (MPa)	Slump (cm)	Ket	
1	E1	3,001	11,05	10,90	10,87	120,45	363	307,22	7	0,65	46,367	1,013	1,026		7,5	Ok	
2	E2	3,140	11,07	11,06	11,00	122,43	385	320,54	7	0,65	48,378	3,024	9,145		7,5	Ok	
3	E3	3,130	11,11	10,95	11,11	121,65	410	343,55	7	0,65	51,849	6,496	42,194		7,5	Ok	
4	E4	3,257	11,12	11,12	11,07	123,65	455	375,09	7	0,65	56,609	11,256	126,693		7,5	Ok	
5	E5	3,150	10,92	11,09	11,06	121,10	425	357,74	14	0,88	39,880	-5,474	29,963		7,5	Ok	
6	E6	3,198	11,05	11,12	11,10	122,88	480	398,20	14	0,88	44,391	-0,963	0,927		7,5	Ok	
7	E7	3,213	11,00	11,04	10,95	121,44	420	352,55	14	0,88	39,301	-6,052	36,632		7,5	Ok	
8	E8	3,181	11,05	11,08	10,96	122,43	404	336,36	14	0,88	37,497	-7,857	61,726		7,5	Ok	
9	E9	3,086	11,11	10,98	10,95	121,99	486	406,12	21	0,95	41,937	-3,417	11,674		7,5	Ok	
10	E10	3,165	11,08	11,09	11,10	122,88	515	427,24	21	0,95	44,118	-1,236	1,528		7,5	Ok	
11	E11	3,096	11,03	11,10	11,02	122,43	490	407,97	21	0,95	42,128	-3,225	10,402		7,5	Ok	
12	E12	3,113	11,04	10,92	11,06	120,56	505	427,00	21	0,95	44,094	-1,260	1,587		7,5	Ok	
13	E13	3,103	11,07	10,98	11,06	121,55	565	473,84	28	1,00	46,483	1,130	1,277		7,5	Ok	
14	E14	3,047	11,01	10,97	11,08	120,78	580	489,51	28	1,00	48,021	2,668	7,117		7,5	Ok	
15	E15	3,088	11,04	11,00	11,10	121,44	530	444,88	28	1,00	43,643	-1,711	2,926		7,5	Ok	
16	E16	3,079	11,06	11,00	11,06	121,66	620	519,49	28	1,00	50,962	5,608	31,451		7,5	Ok	
												725,657		376,268	5,008		

Keterangan :

Ok = kuat desak yg ditargetkan > kuat desak rencana

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) :  $f_{cr} = 725,657 : 16 = 45,354$  MPa

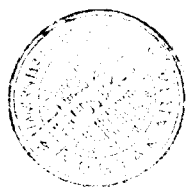
Kuat desak rata-rata yang ditargetkan :  $f_{cr} = f_{cr} + k.s$

$$f_c = f_{cr} - k.s$$

$$= 45,354 - 1,496 \times (1,144 \times 5,008) = 36,783 \text{ MPa}$$

Kuat desak rata-rata dikonversikan ke silinder :  $f_{c \text{ silinder}} = f_{c \text{ kubus}} \times 0,83$

$$= 36,783 \times 0,83 = 30,530 \text{ MPa}$$





Tabel 5.8 Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 12 cm

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F'c (MPa)	(f'c-f'cr)	(f'c-f'cr) <sup>2</sup>	s (MPa)	Slump (cm)	Ket
1	D1	3,851	11,97	12,08	12,02	144,60	481	339,09	7	0,65	51,177	6,739	45,410		10	Ok
2	D2	4,027	11,98	12,12	12,12	145,20	492	345,41	7	0,65	52,131	7,693	59,178		10	Ok
3	D3	3,981	12,02	12,00	12,11	144,24	495	349,82	7	0,65	52,797	8,359	69,869		10	Ok
4	D4	3,975	11,93	11,99	12,07	143,04	480	342,07	7	0,65	51,626	7,188	51,669		10	Ok
5	D5	3,964	12,02	12,01	11,95	144,36	535	377,78	14	0,88	42,114	-2,324	5,402		10	Ok
6	D6	3,953	11,99	12,00	11,93	143,88	522	369,83	14	0,88	41,228	-3,210	10,306		10	Ok
7	D7	3,994	12,05	11,99	12,02	144,48	545	384,52	14	0,88	42,865	-1,572	2,472		10	Ok
8	D8	3,897	11,96	11,99	12,09	143,40	525	373,20	14	0,88	41,603	-2,835	8,035		10	Ok
9	D9	3,896	11,98	11,90	12,12	142,56	565	403,99	21	0,95	41,718	-2,720	7,399		10	Ok
10	D10	3,912	11,90	11,95	11,93	142,21	530	379,92	21	0,95	39,232	-5,206	27,104		10	Ok
11	D11	3,940	12,06	11,90	12,04	143,51	550	390,66	21	0,95	40,341	-4,097	16,785		10	Ok
12	D12	3,923	12,00	12,00	11,96	144,00	520	368,11	21	0,95	38,012	-6,426	41,295		10	Ok
13	D13	4,005	12,06	11,98	11,96	144,48	647	456,49	28	1,00	44,782	0,344	0,118		10	Ok
14	D14	3,971	12,07	11,98	11,98	144,60	620	437,08	28	1,00	42,877	-1,561	2,435		10	Ok
15	D15	3,965	12,01	12,00	11,96	144,12	645	456,21	28	1,00	44,754	0,317	0,100		10	Ok
16	D16	3,845	11,96	12,04	11,95	144,00	630	445,98	28	1,00	43,750	-0,687	0,472		10	Ok
												711,005	348,051	4,817		

Keterangan :

Ok = kuat desak yg ditargetkan > kuat desak rencana

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) :  $f'_{cr} = 711,005 : 16 = 44,438 \text{ MPa}$

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan :  $f'_{cr} = f'_{c} + k.s$

$$f'_{c} = f'_{cr} - k.s$$

$$= 44,438 - 1,496 \times (1,144 \times 4,817) = 36,194 \text{ MPa}$$

Kuat desak rata-rata dikonversikan ke silinder :  $f'_{c \text{ silinder}} = f'_{c \text{ kubus}} \times 0,83$

$$= 36,194 \times 0,83 = 30,041 \text{ MPa}$$

Tabel 5.9 Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 13 cm

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F'c (MPa)	(f'c-f'cr) <sup>2</sup>	s (MPa)	Slump (cm)	Ket	
1	C1	5,145	12,94	13,12	13,01	169,77	515	309,22	7	0,65	46,669	3,186	10,149	10	Ok	
2	C2	5,287	13,07	13,06	13,02	170,69	500	298,59	7	0,65	45,065	1,582	2,502	10	Ok	
3	C3	5,325	12,95	13,11	13,09	169,77	555	333,24	7	0,65	50,293	6,810	46,376	10	Ok	
4	C4	5,251	12,97	13,07	13,04	169,52	505	303,67	7	0,65	45,831	2,348	5,515	10	Ok	
5	C5	5,114	12,97	13,08	13,12	169,65	605	363,53	14	0,88	40,525	-2,958	8,749	10	Ok	
6	C6	5,110	13,10	12,90	13,03	168,99	601	362,53	14	0,88	40,414	-3,069	9,419	10	Ok	
7	C7	5,141	13,11	13,12	12,93	172,00	570	337,81	14	0,88	37,658	-5,825	33,932	10	Ok	
8	C8	5,171	13,05	13,09	13,05	170,82	535	319,25	14	0,88	35,589	-7,894	62,308	10	Ok	
9	C9	5,117	12,96	13,11	13,06	169,91	630	377,98	21	0,95	39,031	-4,452	19,821	10	Ok	
10	C10	4,926	12,98	13,14	13,02	170,56	640	382,51	21	0,95	39,499	-3,984	15,872	10	Ok	
11	C11	5,170	13,10	13,04	13,03	170,82	670	399,81	21	0,95	41,286	-2,197	4,827	10	Ok	
12	C12	5,163	13,03	13,09	13,11	170,56	670	400,43	21	0,95	41,349	-2,134	4,553	10	Ok	
13	C13	5,315	13,05	13,10	13,05	170,96	829	494,31	28	1,00	48,492	5,009	25,093	10	Ok	
14	C14	5,309	13,07	13,05	13,06	170,56	840	502,02	28	1,00	49,249	5,766	33,241	10	Ok	
15	C15	5,115	12,96	12,99	13,05	168,35	770	466,24	28	1,00	45,738	2,255	5,085	10	Ok	
16	C16	5,291	13,05	13,11	13,06	171,09	839	499,90	28	1,00	49,040	5,557	30,878	10	Ok	
Keterangan :												695,728	318,320	4,607		

Ok = kuat desak yg ditargetkan > kuat desak rencana

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) :  $f'_{cr} = 695,728 : 16 = 43,483 \text{ MPa}$

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan :  $f'_{cr} = f'_{c} + k.s$

$f'_{c} = f'_{cr} - k.s$

$= 43,483 - 1,496 \times (1,144 \times 4,607) = 35,598 \text{ MPa}$

$f'_{c \text{ silinder}} = f'_{c \text{ kubus}} \times 0,83$

$= 35,598 \times 0,83 = 29,547 \text{ MPa}$

Tabel 5.10 Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 14 cm

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F'c (MPa)	(f'c-f'cr)	(f'c-f'cr) <sup>2</sup>	s (MPa)	Slump (cm)	Ket
1	B1	6,213	13,90	13,98	13,98	194,32	545	285,89	7	0,65	43,148	0,215	0,046		11	Ok
2	B2	6,350	13,94	14,02	14,12	195,44	660	344,24	7	0,65	51,954	9,021	81,381		11	Ok
3	B3	6,253	13,94	14,02	13,93	195,44	670	349,46	7	0,65	52,741	9,808	96,204		11	Ok
4	B4	6,228	14,09	13,90	13,93	195,85	575	299,28	7	0,65	45,168	2,235	4,995		11	Ok
5	B5	6,378	13,93	13,98	14,10	194,74	707	370,08	14	0,88	41,255	-1,678	2,815		11	Ok
6	B6	6,410	13,93	14,00	14,06	195,02	690	360,66	14	0,88	40,206	-2,727	7,438		11	Ok
7	B7	6,519	13,90	14,06	14,07	195,43	695	362,51	14	0,88	40,411	-2,522	6,359		11	Ok
8	B8	6,323	13,95	14,04	14,01	195,86	597	310,72	14	0,88	34,638	-8,295	68,809		11	Ok
9	B9	6,180	13,91	13,90	13,96	193,35	730	384,87	21	0,95	39,743	-3,190	10,178		11	Ok
10	B10	6,279	14,10	13,90	14,03	195,99	730	379,68	21	0,95	39,207	-3,726	13,881		11	Ok
11	B11	6,302	14,06	13,96	14,00	196,28	760	394,71	21	0,95	40,759	-2,174	4,728		11	Ok
12	B12	6,220	13,90	13,90	14,03	193,21	745	393,06	21	0,95	40,589	-2,344	5,496		11	Ok
13	B13	6,245	13,93	14,10	13,94	196,41	910	472,28	28	1,00	46,331	3,398	11,546		11	Ok
14	B14	6,260	14,06	13,98	14,04	196,56	830	430,44	28	1,00	42,227	-0,706	0,499		11	Ok
15	B15	6,465	14,12	14,03	13,98	198,10	900	463,11	28	1,00	45,431	2,498	6,239		11	Ok
16	B16	6,145	14,02	14,06	13,97	197,12	850	439,56	28	1,00	43,121	0,188	0,035		11	Ok
Keterangan :												686,927		320,650	4,623	

Ok = kuat desak yg ditargetkan > kuat desak rencana

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) :  $f'_{cr} = 686,927 : 16 = 42,933 \text{ MPa}$

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan :  $f'_{cr} = f'_{cr} + k.s$

$f'_{cr} = f'_{cr} - k.s$

$= 42,933 - 1,496 \times (1,144 \times 4,623) = 35,021 \text{ MPa}$

Kuat desak rata-rata dikonsversikan ke silinder :  $f'_{c \text{ silinder}} = f'_{c \text{ kubus}} \times 0,83$

$= 35,021 \times 0,83 = 29,068 \text{ MPa}$

Tabel 5.11 Hasil kuat desak beton dengan benda uji ukuran 15 cm

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F <sup>o</sup> c (MPa)	(f <sup>o</sup> c-f <sup>o</sup> cr)	(f <sup>o</sup> c-f <sup>o</sup> cr) <sup>2</sup>	s	Slump (cm)	Ket
1	A1	8,140	15,10	15,05	15,10	227,26	740	331,93	7	0,65	50,096	7,503	56,293		7,5	Ok
2	A2	8,047	14,93	15,04	15,06	224,55	750	340,47	7	0,65	51,385	8,792	77,301		7,5	Ok
3	A3	7,972	15,04	15,01	15,07	225,75	690	311,57	7	0,65	47,023	4,429	19,619		7,5	Ok
4	A4	8,148	14,95	15,10	15,06	225,75	735	331,89	7	0,65	50,091	7,497	56,208		7,5	Ok
5	A5	8,165	14,91	15,05	15,08	224,40	775	352,06	14	0,88	39,247	-3,347	11,199		7,5	Ok
6	A6	8,126	15,07	15,04	15,10	226,65	745	335,06	14	0,88	37,352	-5,241	27,473		7,5	Ok
7	A7	8,261	15,10	15,09	15,08	227,86	715	319,87	14	0,88	35,658	-6,935	48,099		7,5	Ok
8	A8	8,324	15,10	15,12	15,10	228,31	770	343,79	14	0,88	38,325	-4,269	18,221		7,5	Ok
9	A9	8,058	15,13	15,10	14,99	228,46	870	388,18	21	0,95	40,085	-2,509	6,293		7,5	Ok
10	A10	8,138	15,00	15,00	15,07	225,00	850	385,09	21	0,95	39,766	-2,827	7,994		7,5	Ok
11	A11	7,922	14,92	15,05	14,93	224,55	875	397,22	21	0,95	41,018	-1,575	2,480		7,5	Ok
12	A12	8,123	15,04	15,08	15,04	226,80	935	420,24	21	0,95	43,395	0,802	0,642		7,5	Ok
13	A13	7,840	15,00	14,98	15,12	224,70	955	433,24	28	1,00	42,501	-0,092	0,009		7,5	Ok
14	A14	7,855	15,09	15,01	15,13	226,50	995	447,80	28	1,00	43,929	1,336	1,784		7,5	Ok
15	A15	8,003	15,01	15,07	15,05	226,20	925	416,85	28	1,00	40,893	-1,700	2,892		7,5	Ok
16	A16	8,165	15,10	15,04	15,12	227,10	925	415,19	28	1,00	40,730	-1,863	3,471		7,5	Ok
											681,494		339,978	4,761		

Keterangan :

Ok = kuat desak yg ditargetkan > kuat desak rencana

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) :  $f_{cr} = 681,494 : 16 = 42,593 \text{ MPa}$

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan :  $f_{cr} = f_c + k.s$

$$f_c = f_{cr} - k.s$$

$$= 42,593 - 1,496 \times (1,144 \times 4,761) = 34,445 \text{ MPa}$$

$$f_c \text{ silinder} = f_c \text{ kubus} \times 0,83$$

$$= 34,445 \times 0,83 = 28,589 \text{ MPa}$$

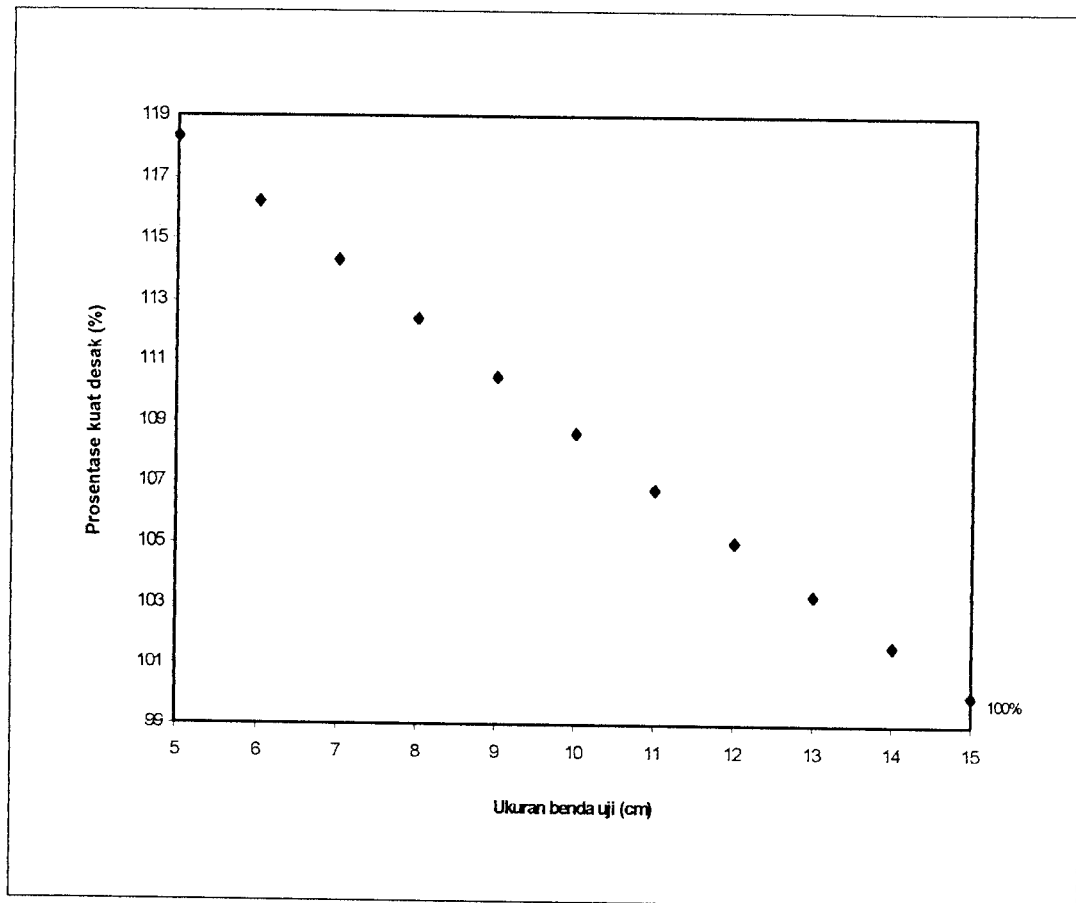
## 5.2 Pembahasan

Hasil penelitian uji desak beton pada berbagai variasi dimensi benda uji ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik agar lebih mudah dalam pembahasan. Pembahasan penelitian ini dibatasi sesuai dengan batasan masalah, untuk mengetahui hubungan antara dimensi benda uji kubus terhadap kuat desak beton. Hasil kuat desak beton rata-rata dimensi benda uji kubus yang diperoleh dengan deviasi standar yang bervariasi antara 4,607 %<sub>d</sub> 5,415 dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Hasil kuat desak rata-rata dimensi benda uji kubus

Ukuran benda uji (cm)	f <sub>c</sub> rencana (Mpa)	Kuat desak kubus (Mpa)	Kuat desak kubus dikonversikan ke silinder (Mpa)	Prosentase kuat desak benda uji kubus (%)
5	22.5	40,775	33,843	118,378
6	22.5	40,055	33,246	116,289
7	22.5	39,383	32,688	114,338
8	22.5	38,720	32,137	112,410
9	22.5	38,048	31,580	110,462
10	22.5	37,414	31,053	108,619
11	22.5	36,783	30,530	106,789
12	22.5	36,194	30,041	105,079
13	22.5	35,598	29,547	103,351
14	22.5	35,021	29,068	101,675
15	22.5	34,445	28,589	100,000

Hasil kuat desak beton benda uji kubus dalam pembahasan ini digunakan dalam bentuk prosen sehingga hubungan hasil kuat desak beton dengan berbagai macam variasi dimensi benda uji dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Grafik hasil kuat desak beton dengan berbagai variasi dimensi benda uji kubus ( kuat desak 100% adalah benda uji kubus standart :  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$  )

Dari hasil kuat desak beton dengan berbagai variasi dimensi benda uji dapat dibuat perhitungan Numerik dengan menggunakan metode regresi linier dan metode regresi polinomial pangkat dua dimana hasil yang diperoleh dari kedua metode tersebut akan dibandingkan untuk memperoleh persamaan yang lebih mudah digunakan.

## 1. Metode regresi linier

Perhitungan numerik dilakukan dengan menggunakan metode regresi linier dimana perhitungannya menggunakan Tabel 5.13.

Tabel 5.13. Hasil perhitungan Numerik hubungan kuat desak beton dengan berbagai variasi dimensi benda uji kubus dengan metode regresi linier

No	$x_i$	$y_i$	$x_i \cdot y_i$	$x_i^2$
1	5	118,378	591,890	25
2	6	116,289	697,734	36
3	7	114,338	800,366	49
4	8	112,410	899,280	64
5	9	110,462	994,158	81
6	10	108,619	1086,190	100
7	11	106,789	1174,679	121
8	12	105,079	1260,948	144
9	13	103,351	1343,563	169
10	14	101,675	1423,450	196
11	15	100,000	1500,000	225
$\Sigma$	110	1197,390	11772,258	1210

Nilai rerata dari x dan y adalah :

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{110}{11} = 10$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{n} = \frac{1197,148}{11} = 108,8316$$

Persamaan garis yang mewakili titik data adalah :  $Y = a + b \cdot X$

dimana :  $Y$  = kuat desak (%), dan

$X$  = ukuran dimensi benda uji (cm).

$$b = \frac{n \cdot \Sigma x_i \cdot y_i - \Sigma x_i \cdot \Sigma y_i}{n \cdot \Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2} = \frac{11 \cdot 11770,049 - 110 \cdot 1197,148}{11 \cdot 1210 - (110)^2} = -1,8331$$

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x} = 108,8316 - (-1,8312 \cdot 10) = 127,1847$$

Sehingga diperoleh persamaan garis adalah  $Y = 127,1847 - 1,8331 \cdot X$  (5.1)

Untuk menentukan perhitungan kuat desak dalam satuan (MPa), data yang

diperoleh dari hasil laboratorium dalam satuan (MPa) diplotkan kedalam Tabel 5.13. pada kolom (  $y_i$  ), dengan cara perhitungan yang sama dengan perhitungan di atas maka diperoleh persamaan garis dalam satuan (MPa) adalah :  $Y = 36,3608 - 0,5241.X$  (5.2)

## 2. Metode regresi polinomial pangkat dua

Perhitungan numerik dengan metode regresi polinomial pangkat dua dilakukan dengan menggunakan Tabel 5.14.

Tabel 5.14. Hasil perhitungan numerik hubungan kuat desak beton dengan berbagai variasi dimensi benda uji kubus dengan menggunakan metode regresi polinomial pangkat dua.

No	$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$x_i^3$	$x_i^4$	$x_i \cdot y_i$	$x_i^2 \cdot y_i$
1	5	118,378	25	125	625	591,890	2959,450
2	6	116,289	36	216	1296	697,734	4186,404
3	7	114,338	49	343	2401	800,366	5602,562
4	8	112,410	64	512	4096	899,280	7194,240
5	9	110,462	81	729	6561	994,158	8947,422
6	10	108,619	100	1000	10000	1086,190	10861,900
7	11	106,789	121	1331	14641	1174,679	12921,469
8	12	105,079	144	1728	20736	1260,948	15131,376
9	13	103,351	169	2197	28561	1343,563	17466,319
10	14	101,675	196	2744	38416	1423,450	19928,300
11	15	100,000	225	3375	50625	1500,000	22500,000
JML	110	1197,390	1210	14300	177958	11772,258	127699,442

Nilai rerata dari x dan y adalah :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{110}{11} = 10$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{1197,148}{11} = 108,8316$$

Persamaan regresi polinomial pangkat dua :

$$\begin{pmatrix} n & \sum X_i & \sum X_i^2 \\ \sum X_i & \sum X_i^2 & \sum X_i^3 \\ \sum X_i^2 & \sum X_i^3 & \sum X_i^4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum Y_i \\ \sum X_i \cdot Y_i \\ \sum X_i^2 \cdot Y_i \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} 11 & 110 & 1210 \\ 110 & 1210 & 14300 \\ 1210 & 14300 & 177958 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1197,390 \\ 11772,258 \\ 127699,442 \end{pmatrix}$$

Persamaan kurva yang mewakili titik data adalah :  $Y = a_0 + a_1.X + a_2.X^2$

dimana :  $Y =$  kuat desak (%), dan

$X =$  ukuran dimensi benda uji (cm).

Untuk nilai  $a_0$ ,  $a_1$  dan  $a_2$  dapat ditentukan dengan menggunakan metode cramer

$$D = \begin{pmatrix} n & \sum X_i & \sum X_i^2 \\ \sum X_i & \sum X_i^2 & \sum X_i^3 \\ \sum X_i^2 & \sum X_i^3 & \sum X_i^4 \end{pmatrix}$$

$$D1 = \begin{pmatrix} \sum Y_i & \sum X_i & \sum X_i^2 \\ \sum X_i \cdot Y_i & \sum X_i^2 & \sum X_i^3 \\ \sum X_i^2 \cdot Y_i & \sum X_i^3 & \sum X_i^4 \end{pmatrix}$$

$$D2 = \begin{pmatrix} n & \sum Y_i & \sum X_i^2 \\ \sum X_i & \sum X_i \cdot Y_i & \sum X_i^3 \\ \sum X_i^2 & \sum X_i^2 \cdot Y_i & \sum X_i^4 \end{pmatrix}$$

$$D3 = \begin{pmatrix} n & \sum X_i & \sum Y_i \\ \sum X_i & \sum X_i^2 & \sum X_i \cdot Y_i \\ \sum X_i^2 & \sum X_i^3 & \sum X_i^2 \cdot Y_i \end{pmatrix}$$

$$a_0 = \frac{D1}{D}$$

$$a_1 = \frac{D2}{D}$$

$$a_2 = \frac{D3}{D}$$

$$D = \begin{pmatrix} 11 & 110 & 1210 \\ 110 & 1210 & 14300 \\ 1210 & 14300 & 177958 \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned}
&= 2368620980 + 1903330000 + 1903330000 - 1771561000 - 2249390000 \\
&\quad - 2153291800 \\
&= 1038180
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D1 &= \begin{pmatrix} 1197,390 & 110 & 1210 \\ 11772,258 & 1210 & 14300 \\ 127699,442 & 14300 & 177958 \end{pmatrix} \\
&= 2,57833E+11 + 2,00871E+11 + 2,03695E+11 - 1,86965E+11 \\
&\quad - 2,44854E+11 - 2,30446E+11 \\
&= 134151340
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D2 &= \begin{pmatrix} 11 & 1197,390 & 1210 \\ 110 & 11772,258 & 14300 \\ 1210 & 127699,442 & 177958 \end{pmatrix} \\
&= 23044642381 + 20718439170 + 16996795730 - 17235762938 \\
&\quad - 20087122227 - 23439364258 \\
&= -2372142
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D3 &= \begin{pmatrix} 11 & 110 & 1197,390 \\ 110 & 1210 & 11772,258 \\ 1210 & 14300 & 127699,442 \end{pmatrix} \\
&= 1699679573,0 + 1566887539,8 + 1883494470,0 - 1753098699,0 \\
&\quad - 1851776183,4 - 1545163248,2 \\
&= 23452,22
\end{aligned}$$

$$a_0 = \frac{D1}{D} = \frac{134151340}{1038180} = 129,2178$$

$$a_1 = \frac{D2}{D} = \frac{-2372142}{1038180} = -2,2849$$

$$a_2 = \frac{D3}{D} = \frac{23452,22}{1038180} = 0,02259$$

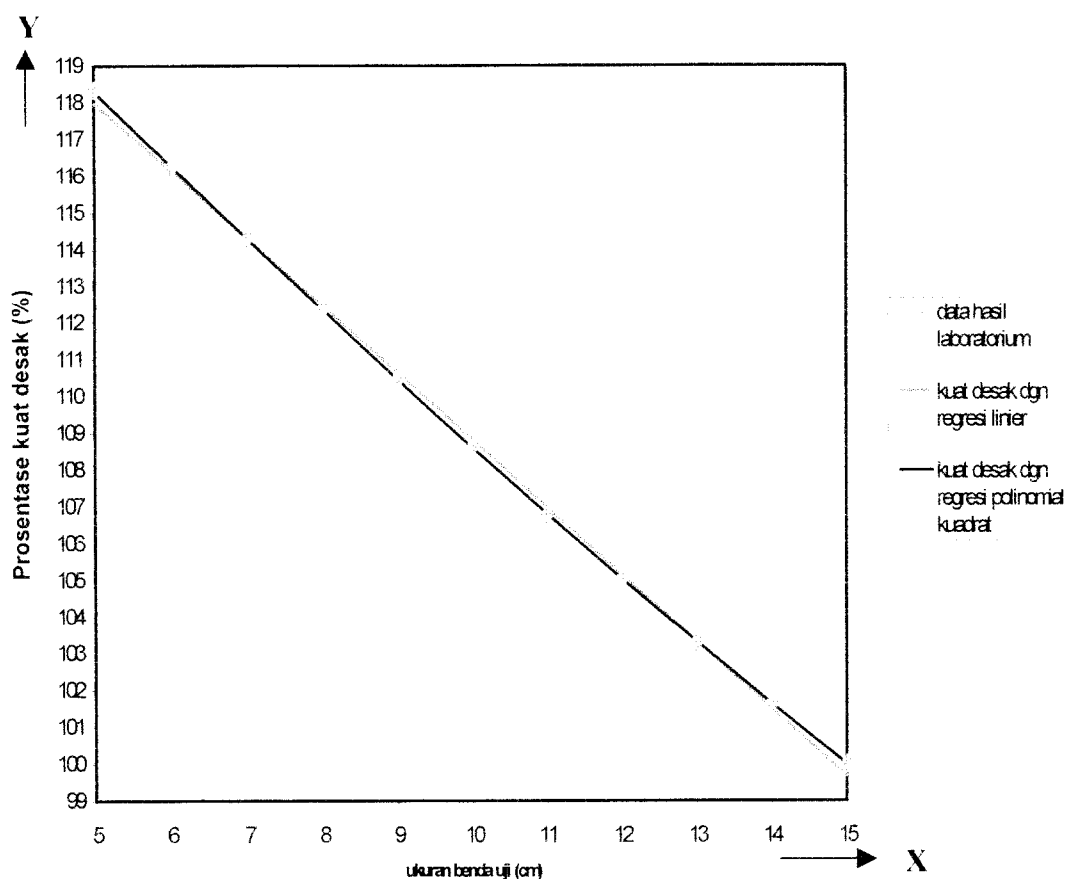
Sehingga diperoleh persamaan kurva adalah :

$$Y = 129,2178 - 2,2849.X + 0,02259.X^2 \quad (5.3)$$

Untuk menentukan perhitungan kuat desak dalam satuan (MPa), data yang diperoleh dari hasil laboratorium dalam satuan (MPa) diplotkan kedalam

Tabel 5.14. pada kolom (  $y_i$  ), dengan cara perhitungan yang sama dengan perhitungan di atas maka diperoleh persamaan kurva dalam satuan (MPa), adalah :  $Y = 36,9420 - 0,6532.X + 0,00646.X^2$  (5.4)

Dari kedua persamaan diatas maka hasil perhitungan tersebut dapat digambarkan ke dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik hubungan hasil kuat desak dengan berbagai macam variasi dimensi benda uji kubus dari hasil perhitungan numerik

Untuk memilih salah satu dari kedua hasil yang terbaik dari kedua persamaan tersebut di atas maka dihitung nilai koefisien korelasinya. Koefisien korelasi dapat dihitung dengan menggunakan Tabel 5.15 dan rumus berikut ini.

$$S_y = \sqrt{\frac{St}{n-1}} \quad (5.5)$$

$$S_{y.x} = \sqrt{\frac{Sr}{n-(m+1)}} \quad (5.6)$$

$$r = \sqrt{\frac{St - Sr}{St}} \quad (5.7)$$

$$g(x_i) = a_0 + a_1.x + a_2.x^2 + \dots + a_n.x^n \quad (5.8)$$

dimana :  $r$  = koefisien korelasi,

$m$  = jumlah orde,

$n$  = jumlah data,

$St$  = jumlah total kuadrat dari sisa-sisa (residu), yaitu :

$$St = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (5.9)$$

$Sr$  = jumlah kuadrat dari kesalahan, yaitu :

$$\bullet \text{ linier} \rightarrow Sr = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1.x)^2 \quad (5.10)$$

$$\bullet \text{ polinomial} \rightarrow Sr = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1.x - a_2.x^2)^2 \quad (5.11)$$

$S_{y.x}$  = galat baku taksiran ,

$S_y$  = simpangan baku total, dan

$g(x_i)$  = persamaan garis atau kurva.

Tabel 5.15. Komputasi untuk analisis galat kecocokan linier dan analisis galat kecocokan polinomial kuadrat terkecil orde-kedua

No	Xi	Yi	Linier			Polinomial kuadrat		
			g(xi)	$(yi - a_0 - a_1x)^2$	$(yi - y)^2$	g(xi)	$(yi - a_0 - a_1x - a_2x^2)^2$	$(yi - y)^2$
1	5	118,378	118,019	0,128750488	90,713503	118,358	0,000398882	90,713503
2	6	116,289	116,186	0,010594023	55,284632	116,322	0,001063490	55,284632
3	7	114,338	114,353	0,000223910	30,078244	114,330	0,000058158	30,078244
4	8	112,410	112,520	0,012068021	12,647722	112,384	0,000659664	12,647722
5	9	110,462	110,687	0,050510519	2,586834	110,483	0,000459578	2,586834
6	10	108,619	108,854	0,055054223	0,055054	108,628	0,000076369	0,055054
7	11	106,789	107,021	0,053604878	4,262723	106,817	0,000796345	4,262723
8	12	105,079	105,187	0,011754502	14,247880	105,052	0,000735510	14,247880
9	13	103,351	103,354	0,000010950	30,279007	103,332	0,000371744	30,279007
10	14	101,675	101,521	0,023654440	51,532820	101,657	0,000333484	51,532820
11	15	100,000	99,688	0,097287281	78,386877	100,027	0,000725605	78,386877
Σ	110	1197,390	Σ	0,443513236	370,075297	Σ	0,005678826	370,075297

1. Mencari nilai koefisien korelasi dari metode regresi linier, yaitu :

Perhitungan simpangan baku total menggunakan persamaan (5.5)

$$S_y = \sqrt{\frac{St}{n-1}} = \sqrt{\frac{370,075297}{11-1}} = 6,083381436882$$

Dan galat baku taksiran menggunakan persamaan (5.6)

$$S_{y \cdot x} = \sqrt{\frac{Sr}{n-(m+1)}} = \sqrt{\frac{0,443513236}{11-(1+1)}} = 0,2219892980393$$

Karena  $S_{y \cdot x} < S_y$ , model regresi linier mempunyai kebaikan sehingga tingkat perbaikan diukur oleh nilai koefisien korelasi dengan menggunakan persamaan (5.7)

$$r = \sqrt{\frac{St - Sr}{St}} = \sqrt{\frac{370,075297 - 0,443513236}{370,075297}} = 0,9994006$$

2. Mencari nilai koefisien korelasi dari metode regresi polinomial, yaitu :

Perhitungan simpangan baku total menggunakan persamaan (5.5)

$$S_y = \sqrt{\frac{St}{n-1}} = \sqrt{\frac{370,075297}{11-1}} = 6,08338143223$$

Dan galat baku taksiran menggunakan persamaan (5.6)

$$S_{y,x} = \sqrt{\frac{Sr}{n-(m+1)}} = \sqrt{\frac{0,005678826}{11-(2+1)}} = 0,02511932854729$$

Karena  $S_{y,x} < S_y$ , model regresi polinomial mempunyai kebaikan sehingga tingkat perbaikan diukur oleh nilai koefisien korelasi dengan menggunakan persamaan (5.7)

$$r = \sqrt{\frac{St - Sr}{St}} = \sqrt{\frac{370,075297 - 0,005678826}{370,075297}} = 0,999992327$$

Dari kedua persamaan tersebut di atas diperoleh nilai koefisien korelasi untuk regresi linier sebesar 0,9994006 dan regresi polinomial sebesar 0,999992327 dimana selisih yang diperoleh dari kedua persamaan tersebut tidak besar yaitu 0,000591727 sehingga untuk penerapannya, persamaan yang dipakai cukup menggunakan persamaan regresi linier karena merupakan persamaan garis dimana faktor kesalahannya relatif sama dengan persamaan kurva berderajat yang lebih tinggi.

Dari hasil perhitungan kuat desak dari persamaan regresi linier dapat ditentukan nilai konversi mutu beton dari benda uji tersebut. Nilai konversi ini diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Nk = \frac{fc'}{fc'_n}$$

dimana :  $Nk$  = nilai konversi mutu beton,

$fc'_n$  = kuat desak beton ukuran benda uji (  $n$  ), dan

$f'c$  = kuat desak beton yang dikonversikan dengan benda uji kubus ukuran standar ( $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ )

Adapun perhitungan nilai konversi mutu beton untuk benda uji kubus ukuran 5 cm dari hasil perhitungan persamaan regresi linier seperti pada contoh berikut ini :

Diketahui : Kuat desak beton ukuran benda uji (5 cm)  $f'c_5 = 118,019 \%$

Kuat desak beton yang dikonversikan  $f'c = 99,688 \%$

$$Nk = \frac{f'c}{f'c_5}$$

$$Nk = \frac{99,688}{118,019} = 0,8447$$

Nilai konversi mutu beton untuk benda uji ukuran 5 cm adalah 0,8447 dimana hasil perhitungan nilai konversi mutu beton tersebut selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.1.6.

Tabel 5.16 Nilai konversi mutu beton dan hasil kuat desak rata-rata benda uji kubus dengan perhitungan numerik dari persamaan linier

Ukuran benda uji (cm)	$f'c$ rencana (Mpa)	Kuat desak hasil perhitungan numerik (Mpa)	Prosentase kuat desak benda uji kubus (%)	Nilai konversi mutu beton
5,0	22,5	33,741	118,019	0,8447
5,5	22,5	33,478	117,103	0,8513
6,0	22,5	33,216	116,186	0,8580
6,5	22,5	32,954	115,270	0,8648
7,0	22,5	32,692	114,353	0,8718
7,5	22,5	32,430	113,436	0,8788
8,0	22,5	32,168	112,520	0,8860
8,5	22,5	31,906	111,603	0,8932
9,0	22,5	31,644	110,687	0,9006
9,5	22,5	31,382	109,770	0,9082
10,0	22,5	31,120	108,854	0,9158
10,5	22,5	30,858	107,937	0,9236

11,0	22,5	30,596	107,021	0,9315
11,5	22,5	30,334	106,104	0,9395
12,0	22,5	30,072	105,187	0,9477
12,5	22,5	29,810	104,271	0,9560
13,0	22,5	29,548	103,354	0,9645
13,5	22,5	29,286	102,438	0,9732
14,0	22,5	29,024	101,521	0,9819
14,5	22,5	28,762	100,605	0,9909
15,0	22,5	28,500	99,688	1,0000

Hasil perhitungan Numerik dengan metode regresi linier diperoleh kuat desak untuk kubus ukuran sisi 15 cm (standard) didapatkan kuat desak sebesar 28,500 Mpa. Sedangkan untuk kubus ukuran sisi 5 cm kuat desaknya didapatkan 33,741 Mpa. sehingga prosentase peningkatan kuat desak kubus ukuran sisi 5 cm terhadap kubus ukuran sisi 15 cm (standard) sebesar 18,389% dan prosentase peningkatan kuat desak terhadap kubus ukuran sisi 10 cm sebesar 8,422%. Untuk kubus ukuran sisi 10 cm didapatkan kuat desak sebesar 31,120 Mpa, dan prosentase peningkatan kuat desaknya terhadap kubus ukuran sisi 15 cm adalah 9,193 %.

Dari Gambar 5.2 diatas dapat dilihat bahwa semakin kecil dimensi kubus ( $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ ), akan berpengaruh terhadap kuat desaknya dimana nilai kuat desak beton yang dihasilkan melebihi nilai kuat desak kubus beton ukuran standart ( $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ ).

### 5.3 Contoh Perhitungan

Adapun 3 buah contoh pemanfaatan hasil penelitian ini dapat peneliti berikan, yaitu untuk memperkirakan mutu beton dari benda uji yang diperoleh



apabila terjadi kasus di lapangan seperti berikut ini.

### 1. Benda uji berbentuk kubus umur 28 hari

Suatu bangunan mempunyai mutu beton rencana sebesar  $f'_c = 17,5$  MPa dimana tingkat pengendalian mutu pekerjaan baik. Dari pengambilan sampel benda uji dari bangunan tersebut diperoleh sampel dengan ukuran masing-masing yaitu : 5,5 cm, 7 cm, 10,5 cm, dan 12 cm. Setelah dilakukan test desak beton di laboratorium terhadap sampel benda uji tersebut diperoleh kuat desaknya masing-masing sebesar 5,5 cm = 144,467 KN ; 7 cm = 226,429 KN ; 10,5 cm = 447,366 KN dan 12 cm = 580,964 KN. Perkirakan mutu beton dari benda uji tersebut bila umur beton 28 hari dengan menggunakan hasil penelitian ini ( persamaan.5.1)

Penyelesaian :

Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan dimana nilai  $k = 1,64$  dan tingkat pengendalian mutu pekerjaan baik (  $sd = 6,0$ ) sehingga kuat tekan rata-rata yang direncanakan dihitung dengan rumus berikut ini.

$$\begin{aligned} \bar{f}'_{cr} &= f'_c + k.sd \\ &= 17,5 + 1,64.6,0 \\ &= 27,34 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Benda uji kubus ukuran sisi 5,5 cm sebesar  $P = 144,467 \text{ KN} = 144467 \text{ N}$

Luas permukaan kubus beton  $A = 5,5 \times 5,5 = 30,25 \text{ cm}^2 = 3025 \text{ mm}^2$

$$f'_c = \frac{P}{A} = \frac{144467}{3025} = 47,758 \text{ MPa}$$

Umur beton sekitar 28 hari diperoleh faktor umur sebesar 1,0 (sumber : Winter & Nilson, 1993, hal 17 ).

$$\begin{aligned}
 f_c &= 47,758 / \text{faktor umur} \\
 &= 47,758 / 1,0 \\
 &= 47,758 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Hasil kuat desak rata-rata dikonversikan kedalam silinder yaitu :

$$f_c^{\text{silinder}} = f_c^{\text{kubus}} \times C$$

dimana :  $C = 0,83$  adalah faktor untuk mengalikan kekuatan kubus agar diperoleh kuat silinder yang ekuivalen. ( PBTI 1971, NI- 2 )

$$f_c^{\text{silinder}} = 47,758 \times 0,83 = 39,639 \text{ MPa}$$

Hasil kuat desak beton setelah dikalikan nilai konversi dari hasil penelitian ini (persamaan 5.1) adalah sebagai berikut ini.

$$f_c = 39,639 \times 0,8513 = 33,745 \text{ MPa}$$

Maka diperoleh mutu beton untuk benda uji ukuran 5,5 cm adalah 33,745 MPa dimana hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Hasil kuat desak beton dari benda uji berumur 28 hari

Ukuran Benda uji (cm)	Nilai konversi mutu beton	Faktor umur	$f_c^{\text{silinder}}$ (MPa)	$f_c$ (MPa)	$(f_c - f_{cr})$	$(f_c - f_{cr})^2$	s (MPa)
5,5	0,8513	1,0	39,639	33,745	1,239	1,535	
7,0	0,8718	1,0	38,354	33,437	0,932	0,868	
10,5	0,9236	1,0	33,679	31,106	-1,400	1,959	
12,0	0,9477	1,0	33,486	31,735	-0,771	0,594	
				130,023		12,451	2,037

Sehingga perkiraan mutu beton yang diperoleh dari bangunan tersebut adalah sebagai berikut :

$$f_{cr} = 130,023 / 4 = 32,506 \text{ MPa}$$

$$f_c = f_{cr} - k.s$$

$$= 32,506 - 1,64 * 2,037$$

$$= 29,1647 \text{ MPa} > \bar{f}'c_{\text{rencana}} = 27,34 \text{ MPa} \dots \text{Ok!}$$

Perkiraan mutu beton dari bangunan tersebut adalah 29,1647 MPa dimana mutu beton tersebut memenuhi syarat dari mutu beton yang telah direncanakan.

## 2. Benda uji berbentuk kubus umur > 28 hari

Suatu bangunan mempunyai mutu beton rencana sebesar  $\bar{f}'c = 17,5 \text{ MPa}$  dimana tingkat pengendalian mutu pekerjaan baik. Dari pengambilan sampel benda uji dari bangunan tersebut diperoleh sampel dengan ukuran masing-masing yaitu : 5,5 cm, 7 cm, 10,5 cm, dan 12 cm. Setelah dilakukan test desak beton di laboratorium terhadap sampel benda uji tersebut diperoleh kuat desaknya masing-masing sebesar 5,5 cm = 144,467 KN ; 7 cm = 226,429 KN ; 10,5 cm = 447,366 KN dan 12 cm = 580,964 KN. Perkirakan mutu beton dari benda uji tersebut bila umur beton sekitar 3 tahun dengan menggunakan hasil penelitian ini ( persamaan.5.1).

Penyelesaian :

Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan dimana nilai  $k = 1,64$  dan tingkat pengendalian mutu pekerjaan baik (  $sd = 6,0$ ) sehingga kuat tekan rata-rata yang direncanakan dihitung dengan rumus berikut ini.

$$\begin{aligned} \bar{f}'c_r &= \bar{f}'c + k.sd \\ &= 17,5 + 1,64.6,0 \\ &= 27,34 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Benda uji kubus ukuran sisi 5,5 cm sebesar  $P = 144,467 \text{ KN} = 144467 \text{ N}$

Luas permukaan kubus beton  $A = 5,5 \times 5,5 = 30,25 \text{ cm}^2 = 3025 \text{ mm}^2$

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{144467}{3025} = 47,758 \text{ MPa}$$

Umur beton sekitar 3 tahun diperoleh faktor umur sebesar 1,17 (sumber : Winter & Nilson, 1993, hal 17 ).

$$\begin{aligned} f_c &= 47,758 / \text{faktor umur} \\ &= 47,758 / 1,17 \\ &= 40,819 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Hasil kuat desak rata-rata dikonversikan kedalam silinder yaitu :

$$f_c^{\text{silinder}} = f_c^{\text{kubus}} \times C$$

dimana : C = 0,83 adalah faktor untuk mengalikan kekuatan kubus agar diperoleh kuat silinder yang ekuivalen. ( P B B I 1971, N1- 2 )

$$f_c^{\text{silinder}} = 40,819 \times 0,83 = 33,879 \text{ MPa}$$

Hasil kuat desak beton setelah dikalikan nilai konversi dari hasil penelitian ini (persamaan 5.1) adalah sebagai berikut ini.

$$f_c = 33,879 \times 0,8513 = 28,842 \text{ MPa}$$

Maka diperoleh mutu beton untuk benda uji ukuran 5,5 cm adalah 28,842 MPa dimana hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Hasil kuat desak beton dari benda uji berumur 3 tahun

Ukuran Benda uji (cm)	Nilai konversi mutu beton	Faktor umur	$f_c^{\text{silinder}}$ (MPa)	$f_c$ (MPa)	$(f_c - f_{cr})$	$(f_c - f_{cr})^2$	s (MPa)
5,5	0,8513	1,17	33,879	28,842	1,059	1,121	
7,0	0,8718	1,17	32,781	28,579	0,796	0,634	
10,5	0,9236	1,17	28,786	26,586	-1,196	1,431	
12,0	0,9477	1,17	28,621	27,124	-0,659	0,434	
				111,131		11,115	1,925

Sehingga perkiraan mutu beton yang diperoleh dari bangunan tersebut adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \bar{f}_{cr} &= 111,131 / 4 = 27,783 \text{ MPa} \\ \bar{f}_c &= \bar{f}_{cr} - k.s \\ &= 27,783 - 1,64 * 1,925 \\ &= 24,6259 \text{ MPa} < \bar{f}_c_{rencana} = 27,34 \text{ MPa} \dots \text{Tdk Ok!} \end{aligned}$$

Perkiraan mutu beton dari bangunan tersebut adalah 24,6259 MPa dimana mutu beton tersebut tidak memenuhi syarat dari mutu beton yang telah direncanakan.

### **3. Benda uji berbentuk balok dengan permukaan desak sama sisi (*paving blok*)**

Diketahui mutu beton rencana dari suatu bangunan sebesar 22.5 MPa dimana tingkat pengendalian mutu pekerjaan baik. Dari pengambilan sampel benda uji dari bangunan tersebut diperoleh sampel benda uji sebanyak 4 buah yaitu : sampel I :  $5 \times 5 \times 10 \text{ cm}^3$ , sampel II :  $7 \times 7 \times 14 \text{ cm}^3$ , sampel III :  $9 \times 9 \times 18 \text{ cm}^3$ , dan sampel IV :  $12 \times 12 \times 24 \text{ cm}^3$ . Setelah dilakukan pengujian di laboratorium diperoleh kuat desaknya adalah : sampel I = 113,864 KN, sampel II = 226,255 KN, sampel III = 356,094 KN, dan sampel IV = 594,604 KN. Perkiraan mutu betonnya bila umur benda uji sekitar 5 tahun dengan menggunakan hasil penelitian ini ( persamaan.5.1).

Penyelesaian :

Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan dimana nilai  $k = 1,64$  dan

tingkat pengendalian mutu pekerjaan baik (  $sd = 6,0$  ) sehingga kuat tekan rata-rata yang direncanakan dihitung dengan rumus berikut ini.

$$\begin{aligned} \bar{f}'_{cr} &= \bar{f}'_c + k \cdot sd \\ &= 22,5 + 1,64 \cdot 6,0 \\ &= 32,34 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Benda uji I ukuran  $5 \times 5 \times 10 \text{ cm}^3$  sebesar  $P = 113,864 \text{ KN} = 113864 \text{ N}$

Luas tampang beton  $A = 5 \times 5 = 25,00 \text{ cm}^2 = 2500 \text{ mm}^2$

$$\bar{f}'_c = \frac{P}{A} = \frac{113864}{2500} = 45,546 \text{ MPa}$$

Umur beton sekitar 5 tahun diperoleh faktor umur sebesar 1,18 (sumber : Winter & Nilson, 1993, hal 17 ).

$$\begin{aligned} \bar{f}'_c &= 45,546 / \text{faktor umur} \\ &= 45,546 / 1,18 \\ &= 38,598 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Menurut Gambar 3.1, perbandingan  $H/D = 10/5 = 2,0$  diperoleh prosentase kuat desak benda uji kira-kira 75% kuat desak kubus standar maka kuat desak benda uji I dikonversikan ke benda uji kubus ukuran standar, yaitu :

$$\bar{f}'_{c_{kubus}} = 38,598 \times 1/0,75 = 51,464 \text{ MPa}$$

Dan hasil kuat desak benda uji kubus dikonversikan lagi ke silinder yaitu :

$$f'_{c_{silinder}} = f'_{c_{kubus}} \times C$$

dimana :  $C = 0,83$  adalah faktor untuk mengalikan kekuatan kubus agar diperoleh kuat silinder yang ekuivalen. ( PBBI 1971, NI- 2 )

$$f'_{c_{silinder}} = 51,464 \times 0,83 = 42,715 \text{ MPa}$$

Hasil kuat desak rata-rata setelah dikalikan nilai konversi dari hasil penelitian ini (persamaan 5.1) adalah sebagai berikut ini

$$f_c = 42,715 \times 0,8447 = 36,081 \text{ MPa}$$

Maka diperoleh mutu beton untuk benda uji ukuran  $5 \times 5 \times 10 \text{ cm}^3$  adalah 36,081 MPa dimana hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Hasil kuat desak beton dari benda uji berumur 5 tahun

Ukuran Benda uji (cm)	Nilai konversi mutu beton	Faktor umur	$f_{c \text{ silinder}}$ (MPa)	$f_c$ (MPa)	$(f_c - f_{cr})$	$(f_c - f_{cr})^2$	s (MPa)
5,0	0,8447	1,18	42,715	36,081	-0,835	0,698	
7,0	0,8718	1,18	43,305	37,753	0,836	0,700	
9,0	0,9006	1,18	41,230	37,132	0,215	0,046	
12,0	0,9477	1,18	38,726	36,700	-0,216	0,047	
				147,667		3,159	1,026

Sehingga perkiraan mutu beton yang diperoleh dari bangunan tersebut adalah sebagai berikut :

$$f_{cr} = 147,667 / 4 = 36,917 \text{ MPa}$$

$$f_c = f_{cr} - k.s$$

$$= 36,917 - 1,64 * 1,026$$

$$= 35,2339 \text{ MPa} > f_{c \text{ rencana}} = 32,34 \text{ MPa} \dots \text{Ok!}$$

Perkiraan mutu beton dari bangunan tersebut adalah 35,2339 MPa dimana mutu beton tersebut memenuhi syarat dari mutu beton yang telah direncanakan.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang mutu beton dengan berbagai variasi dimensi benda uji, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Dari hasil perhitungan persamaan regresi linear dan persamaan regresi polinomial pangkat dua, diperoleh koefisien korelasi untuk regresi linier sebesar 0,9994006 dan regresi polinomial pangkat dua sebesar 0,999992327 dimana selisih yang diperoleh dari kedua persamaan tersebut tidak besar yaitu 0,000591727 sehingga cukup digunakan persamaan regresi linier yaitu :  
$$Y = 127,1847 - 1,8331.X$$
(dimana X = ukuran benda uji kubus dalam cm dan Y = nilai kuat desak kubus dalam %), karena persamaan tersebut merupakan persamaan garis dimana faktor kesalahannya relatif sama dengan persamaan kurva berderajat yang lebih tinggi sehingga lebih mudah digunakan dalam perhitungan.
2. Dari persamaan tersebut diatas diperoleh nilai konversi mutu beton untuk X = 5 cm diperoleh 84,47% ; X = 6 cm diperoleh 85,80% ; X = 7 cm diperoleh 87,17% ; X = 8 cm diperoleh 88,60% ; X = 9 cm diperoleh 90,06%



- ; X = 10 cm diperoleh 91,58% ; X = 11 cm diperoleh 93,15% ; X = 12 cm diperoleh 94,77% ; X = 13 cm diperoleh 96,45% ; X = 14 cm diperoleh 98,19% dan untuk X = 15 cm diberikan nilai 100%.
3. Kecenderungan makin besarnya kuat desak beton dipengaruhi oleh ukuran dimensi benda uji tersebut, dimana dimensi benda uji kubus kecil ( $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ ) prosentase kenaikannya sebesar 18,389% terhadap dimensi benda uji kubus besar atau standart ( $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ ) dan prosentase peningkatan kuat desak terhadap benda uji kubus ( $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ ) sebesar 8,422%.
  4. Ukuran dimensi benda uji 5 cm menghasilkan kuat desak beton rata – rata sebesar 33,741 MPa, sedangkan untuk ukuran 15 cm (standart) menghasilkan kuat desak beton rata – rata sebesar 28,500 MPa. Untuk kubus ukuran 10 cm didapatkan kuat desak rata – rata sebesar 31,120 Mpa.

## 6.2 Saran–saran

Dari hasil penelitian yang dilaksanakan, penulis dapat memberikan saran -saran yang diharapkan dapat berguna bagi penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan berbagai macam variasi yang lain misalnya fas ( faktor air semen ) , gradasi dan slump.
2. Cetakan yang digunakan harus benar – benar siku / simetris agar didalam pengetesan benda uji dapat menghasilkan kuat desak beton yang seideal mungkin.
3. Perlu diteliti lebih lanjut dengan penggunaan bentuk benda uji lain misalnya

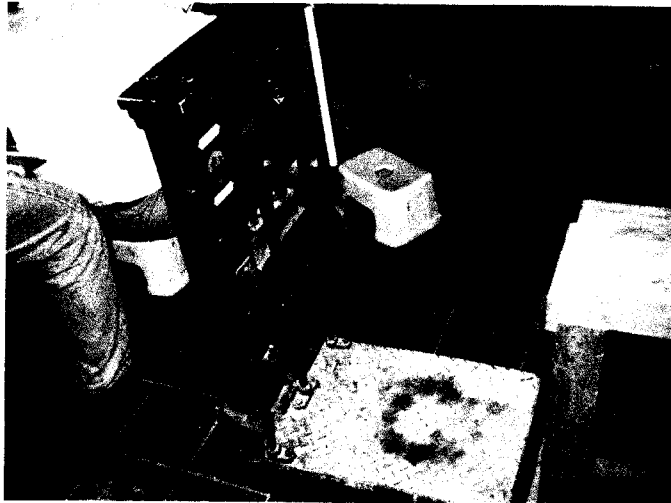
silinder dan balok dengan permukaan desak sama sisi ( *paving blok* ).

4. Perlu diteliti lebih lanjut dengan penggunaan bahan tambah pada campuran beton.
5. Perlu diteliti lebih lanjut pengaruh deviasi standar terhadap hasil kuat desak yang diperoleh.

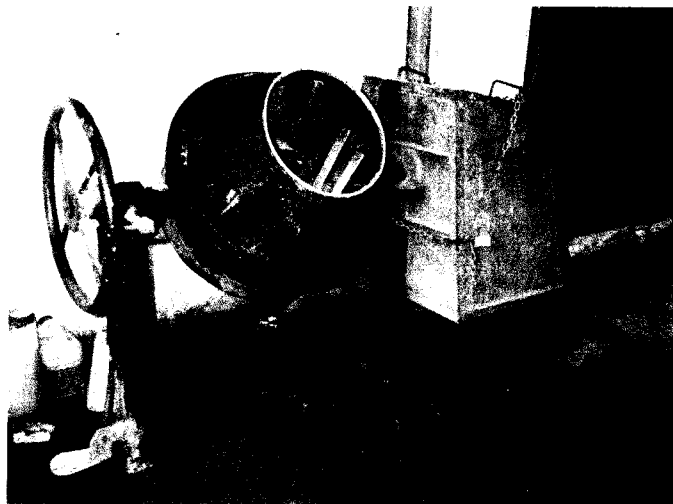
## DAFTAR PUSTAKA

- Chapra, S. C. dan R. P. Canale, (1991), "**METODE NUMERIK**", Edisi Kedua (Alih Bahasa Oleh: I Nyoman S), Erlangga, Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan, (1994), "**STRUKTUR BETON BERTULANG**", Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, (1979), "**PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA 1971 N.I-2**", Cetakan ke 7, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Kusnadi, (1989), "**TEKNOLOGI BETON**", Departemen Sipil Fakultas Teknik Sipil ITB, Bandung.
- Mindness, S. dan J.F. Young, (1981), "**CONCRETE**", English Language Book, Prentice Hall, New Jersey.
- Murdock, L. J. And K.M. Brook., (1986), "**BAHAN DAN PRAKTEK BETON**", Edisi Keempat (Alih Bahasa Oleh: S. Hendarko), Erlangga, Jakarta.
- Tjokrodimulyo, Kardiyono, (1992), "**TEKNOLOGI BETON**", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang, (1992), "**METODE NUMERIK**", Beta Offset, Yogyakarta.
- Wahyudi, L dan S. A. Rahim, (1997), "**STRUKTUR BETON BERTULANG STANDART BARU SNI T-15-1991-03**", Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winter, G dan A. H. Nilson, (1993), "**PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG**", (Alih Bahasa Oleh: Tim Penerjemah dan Editor ITB), Pradnya Paramita, Jakarta.

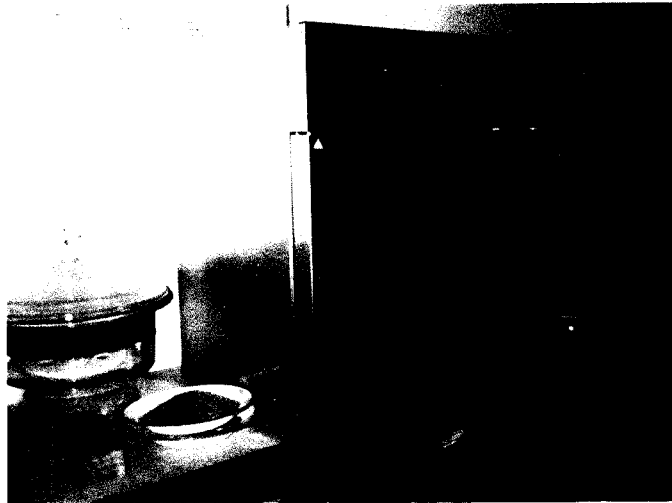
# LAMPIRAN



Gambar 1. Alat penimbang bahan dan agregat



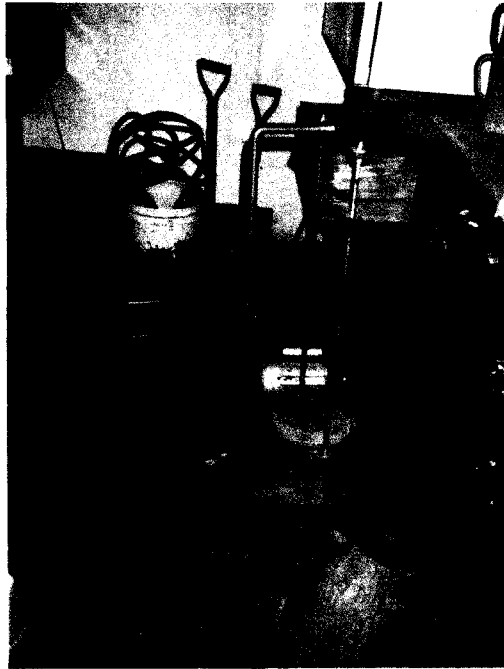
Gambar 2. Mesin pencampur adukan beton (mixer listrik)



Gambar 3. Alat pengering agregat (Oven)



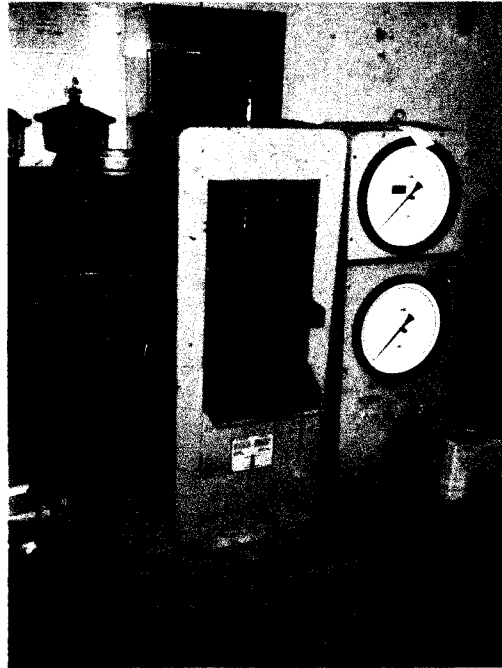
Gambar 4. Alat penimbang benda uji



Gambar 5. Mesin pengayak mekanik (Mesin Siever)



Gambar 6. Ayakan penyaring agregat



Gambar 7. Mesin uji desak merk "Control"



Gambar 8. Pembuatan campuran beton





Gambar 9. Sampel benda uji kubus



Gambar 10. Penimbang benda uji



Gambar 11. Pengukuran benda uji



Gambar 12. Benda uji sisi 8 cm sebelum di uji desak



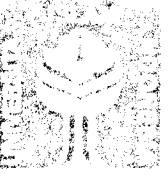
Gambar 13. Benda uji sisi 8 cm setelah di uji desak



### PENGAMATAN DESAK KUBUS BETON

#### BENDA UJI KUBUS UKURAN 5 CM

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (kN)	P max (Kglcm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F'c (MPa)	Slump (cm)
1	K1	0,3146	5,01	5,14	5,07	25,75	89	352,31	7	0,65	53,171	8,3
2	K2	0,3399	5,07	5,08	5,07	25,76	91	360,16	7	0,65	54,357	8,3
3	K3	0,3330	5,00	5,14	5,11	25,70	94	372,84	7	0,65	56,271	8,3
4	K4	0,3288	5,04	5,07	5,13	25,55	90	359,03	7	0,65	54,186	8,3
5	K5	0,3380	5,14	5,08	5,12	26,11	90	351,36	14	0,88	39,168	8,3
6	K6	0,3153	5,01	5,05	5,04	25,30	103	414,99	14	0,88	46,262	8,3
7	K7	0,3307	5,11	5,07	5,11	25,91	110	432,81	14	0,88	48,248	8,3
8	K8	0,3190	5,13	5,05	5,08	25,91	115	452,50	14	0,88	50,444	8,3
9	K9	0,3178	5,14	5,08	5,13	26,11	107	417,72	21	0,95	43,135	8,3
10	K10	0,3327	5,11	5,05	5,14	25,81	136	537,23	21	0,95	55,476	8,3
11	K11	0,3264	5,03	5,06	5,03	25,45	118	472,60	21	0,95	48,802	8,3
12	K12	0,3392	5,13	5,06	5,06	25,96	107	420,19	21	0,95	43,390	8,3
13	K13	0,3274	5,07	5,12	5,07	25,96	120	471,23	28	1,00	46,228	8,3
14	K14	0,3312	5,08	5,11	5,07	25,96	125	490,86	28	1,00	48,153	8,3
15	K15	0,3412	5,07	5,10	5,05	25,86	148	583,46	28	1,00	57,238	8,3
16	K16	0,3157	4,99	5,10	5,13	25,45	135	540,75	28	1,00	53,047	8,3



**PENGAMATAN DESAK KUBUS BETON**

**BENDA UJI KUBUS UKURAN 6 CM**

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kj/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F <sub>c</sub> (MPa)	Slump (cm)
1	J1	0,4986	5,91	6,07	5,92	35,87	135	383,61	7	0,65	57,895	8,3
2	J2	0,5194	5,96	6,07	6,00	36,18	126	355,03	7	0,65	53,582	8,3
3	J3	0,5140	6,08	6,13	5,98	37,27	130	355,56	7	0,65	53,662	8,3
4	J4	0,5180	6,07	6,07	5,92	36,84	124	343,06	7	0,65	51,776	8,3
5	J5	0,5106	6,12	6,05	6,10	37,03	140	385,44	14	0,88	42,967	8,3
6	J6	0,5143	6,01	6,08	6,05	36,54	146	407,29	14	0,88	45,404	8,3
7	J7	0,5050	6,10	6,16	6,12	37,58	145	393,36	14	0,88	43,851	8,3
8	J8	0,5087	5,94	6,13	6,06	36,41	142	397,53	14	0,88	44,316	8,3
9	J9	0,4978	5,85	6,03	6,00	35,28	150	433,46	21	0,95	44,760	8,3
10	J10	0,5021	6,04	6,06	5,87	36,60	152	423,32	21	0,95	43,713	8,3
11	J11	0,5170	6,09	6,13	5,95	37,33	153	417,78	21	0,95	43,141	8,3
12	J12	0,5100	6,12	6,04	5,94	36,96	155	427,44	21	0,95	44,139	8,3
13	J13	0,4121	5,99	6,04	6,06	36,18	192	540,96	28	1,00	53,069	8,3
14	J14	0,5123	5,95	6,05	6,05	36,00	193	546,53	28	1,00	53,615	8,3
15	J15	0,5283	6,05	6,10	6,10	36,91	191	527,57	28	1,00	51,755	8,3
16	J16	0,5298	5,93	6,10	6,10	36,17	190	535,43	28	1,00	52,525	8,3



### PENGAMATAN DESAK KUBUS BETON

#### BENDA UJI KUBUS UKURAN 7 CM

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kgl/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F'c (MPa)	Slump (cm)
1	I1	0,8292	7,08	6,93	7,11	49,06	142	295,02	7	0,65	44,525	8,3
2	I2	0,8472	7,09	7,11	7,09	50,41	165	333,66	7	0,65	50,356	8,3
3	I3	0,8438	7,05	7,04	6,97	49,63	169	347,10	7	0,65	52,386	8,3
4	I4	0,8495	7,08	7,13	7,07	50,48	166	335,21	7	0,65	50,591	8,3
5	I5	0,8167	7,06	7,08	6,92	49,98	195	397,67	14	0,88	44,332	8,3
6	I6	0,8098	7,00	7,09	7,08	49,63	185	379,98	14	0,88	42,359	8,3
7	I7	0,8106	6,95	7,11	7,09	49,41	189	389,89	14	0,88	43,464	8,3
8	I8	0,7882	6,97	7,08	7,10	49,35	157	324,31	14	0,88	36,154	8,3
9	I9	0,7866	6,99	7,02	7,02	49,07	210	436,25	21	0,95	45,049	8,3
10	I10	0,8035	7,08	6,98	7,04	49,42	245	505,37	21	0,95	52,186	8,3
11	I11	0,8131	7,12	6,96	7,05	49,56	247	508,09	21	0,95	52,467	8,3
12	I12	0,8049	7,07	6,93	6,95	49,00	232	482,69	21	0,95	49,844	8,3
13	I13	0,8114	7,12	6,95	7,10	49,48	264	543,84	28	1,00	53,351	8,3
14	I14	0,7874	7,00	6,95	7,13	48,65	243	509,16	28	1,00	49,949	8,3
15	I15	0,8348	7,04	7,05	7,07	49,63	275	564,81	28	1,00	55,408	8,3
16	I16	0,8071	6,97	7,08	6,93	49,35	274	566,00	28	1,00	55,524	8,3



### PENGAMATAN DESAK KUBUS BETON

#### BENDA UJI KUBUS UKURAN 8 CM

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F <sub>c</sub> (MPa)	Slump (cm)
1	H1	1,1811	7,91	7,92	7,94	62,65	220	357,97	7	0,65	54,027	8,3
2	H2	1,1660	7,95	8,00	7,97	63,60	229	367,04	7	0,65	55,394	8,3
3	H3	1,1682	8,08	7,94	7,94	64,16	225	357,50	7	0,65	53,956	8,3
4	H4	1,1518	8,00	8,10	7,90	64,80	228	358,67	7	0,65	54,131	8,3
5	H5	1,1639	8,00	8,11	8,07	64,88	265	416,36	14	0,88	46,414	8,3
6	H6	1,2295	8,03	8,06	8,12	64,72	231	363,82	14	0,88	40,558	8,3
7	H7	1,1874	8,06	7,96	7,98	64,16	239	379,74	14	0,88	42,332	8,3
8	H8	1,1300	7,99	7,95	7,93	63,52	268	430,08	14	0,88	47,944	8,3
9	H9	1,2074	8,02	7,96	7,91	63,84	261	416,76	21	0,95	43,036	8,3
10	H10	1,2359	8,10	8,03	8,12	65,04	266	416,88	21	0,95	43,048	8,3
11	H11	1,1744	8,04	8,07	7,90	64,88	252	395,91	21	0,95	40,883	8,3
12	H12	1,2013	8,07	8,06	8,00	65,04	266	416,87	21	0,95	43,048	8,3
13	H13	1,1932	7,95	8,13	8,08	64,63	334	526,77	28	1,00	51,676	8,3
14	H14	1,1990	7,95	8,12	8,10	64,55	335	529,00	28	1,00	51,895	8,3
15	H15	1,1566	8,10	7,95	8,09	64,40	302	478,06	28	1,00	46,898	8,3
16	H16	1,1731	8,01	8,08	8,02	64,72	304	478,81	28	1,00	46,971	8,3



### PENGAMATAN DESAK KUBUS BETON

#### BENDA UJI KUBUS UKURAN 9 CM

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F'c (MPa)	Slump (cm)
1	G1	1,7919	9,05	9,04	9,06	81,81	296	368,81	7	0,65	55,662	8,3
2	G2	1,7984	9,05	9,08	9,10	82,17	296	367,19	7	0,65	55,417	8,3
3	G3	1,7575	9,04	9,05	9,06	81,81	294	366,32	7	0,65	55,286	8,3
4	G4	1,7749	9,09	9,08	9,10	82,54	291	359,40	7	0,65	54,241	8,3
5	G5	1,7537	8,90	9,07	9,08	80,72	332	419,25	14	0,88	46,737	8,3
6	G6	1,8126	9,09	9,06	9,09	82,36	331	409,70	14	0,88	45,672	8,3
7	G7	1,7730	9,08	9,03	9,13	81,99	330	410,27	14	0,88	45,736	8,3
8	G8	1,7323	9,10	9,08	9,10	82,63	328	404,65	14	0,88	45,109	8,3
9	G9	1,7096	9,04	9,00	8,96	81,36	348	436,01	21	0,95	45,024	8,3
10	G10	1,7618	9,08	9,11	8,92	82,72	345	425,15	21	0,95	43,903	8,3
11	G11	1,7700	9,07	9,09	8,92	82,45	335	414,19	21	0,95	42,771	8,3
12	G12	1,6746	9,10	8,93	8,93	81,26	306	383,85	21	0,95	39,637	8,3
13	G13	1,7478	9,05	8,90	9,06	80,55	405	512,56	28	1,00	50,282	8,3
14	G14	1,7288	8,95	9,05	9,07	81,00	385	484,53	28	1,00	47,532	8,3
15	G15	1,7104	9,05	8,96	9,04	81,09	367	461,36	28	1,00	45,259	8,3
16	G16	1,6973	9,13	8,90	9,04	81,26	315	395,17	28	1,00	38,766	8,3





### PENGAMATAN DESAK KUBUS BETON

BENDA UJI KUBUS UKURAN 10 CM

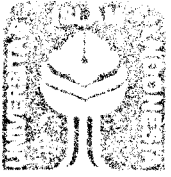
No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (kN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F <sub>c</sub> (MPa)	Slump (cm)
1	F1	2.297	9.97	10.11	10.09	100.80	308	311,48	7	0.65	47,010	7,5
2	F2	2.372	10.08	10.09	10.04	101.71	330	330,74	7	0.65	49,917	7,5
3	F3	2.322	10.10	9.92	9.97	100.19	328	333,71	7	0.65	50,365	7,5
4	F4	2.401	10.08	10.05	9.93	101.30	355	357,22	7	0.65	53,912	7,5
5	F5	2.375	10.07	10.06	10.01	101.30	345	347,15	14	0.88	38,700	7,5
6	F6	2.474	10.11	10.09	10.04	102.01	351	350,75	14	0.88	39,100	7,5
7	F7	2.457	10.09	10.10	10.10	101.91	381	381,10	14	0.88	42,484	7,5
8	F8	2.398	10.05	9.99	10.02	100.40	356	361,45	14	0.88	40,294	7,5
9	F9	2.409	10.12	10.09	10.12	102.11	400	399,32	21	0.95	41,235	7,5
10	F10	2.408	10.10	10.06	10.12	101.61	460	461,50	21	0.95	47,656	7,5
11	F11	2.408	10.04	10.05	10.12	100.90	410	414,20	21	0.95	42,772	7,5
12	F12	2.379	10.11	10.10	10.07	102.11	415	414,29	21	0.95	42,781	7,5
13	F13	2.361	10.10	10.03	10.09	101.30	520	523,25	28	1.00	51,331	7,5
14	F14	2.356	9.93	9.96	10.05	98.90	520	535,95	28	1.00	52,577	7,5
15	F15	2.327	9.97	9.91	10.06	98.80	510	526,18	28	1.00	51,618	7,5
16	F16	2.291	9.91	9.98	10.03	98.90	505	520,50	28	1.00	51,061	7,5



### PENGAMATAN DESAK KUBUS BETON

BENDA UJI KUBUS UKURAN 11 CM

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (kN)	P max (kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Usmur	F <sub>c</sub> (MPa)	Slump (cm)
1	E1	3,001	11,05	10,90	10,87	120,45	363	307,22	7	0,65	46,367	7,5
2	E2	3,140	11,07	11,06	11,00	122,43	385	320,54	7	0,65	48,378	7,5
3	E3	3,130	11,11	10,95	11,11	121,65	410	343,55	7	0,65	51,849	7,5
4	E4	3,257	11,12	11,12	11,07	123,65	455	375,09	7	0,65	56,609	7,5
5	E5	3,150	10,92	11,09	11,06	121,10	425	357,74	14	0,88	39,880	7,5
6	E6	3,198	11,05	11,12	11,10	122,88	480	398,20	14	0,88	44,391	7,5
7	E7	3,213	11,00	11,04	10,95	121,44	420	352,55	14	0,88	39,301	7,5
8	E8	3,181	11,05	11,08	10,96	122,43	404	336,36	14	0,88	37,497	7,5
9	E9	3,086	11,11	10,98	10,95	121,99	486	406,12	21	0,95	41,937	7,5
10	E10	3,165	11,08	11,09	11,10	122,88	515	427,24	21	0,95	44,118	7,5
11	E11	3,096	11,03	11,10	11,02	122,43	490	407,97	21	0,95	42,128	7,5
12	E12	3,113	11,04	10,92	11,06	120,56	505	427,00	21	0,95	44,094	7,5
13	E13	3,103	11,07	10,98	11,06	121,55	565	473,84	28	1,00	46,483	7,5
14	E14	3,047	11,01	10,97	11,08	120,78	580	489,51	28	1,00	48,021	7,5
15	E15	3,088	11,04	11,00	11,10	121,44	530	444,88	28	1,00	43,643	7,5
16	E16	3,079	11,06	11,00	11,06	121,66	620	519,49	28	1,00	50,962	7,5



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

Jl. Sekeloa Selatan 1, Jakarta Selatan 12560, Telp. (021) 7260011, Fax. (021) 7263000

Lampiran 16

### PENGAMATAN DESAK KUBUS BETON

BENDA UJI KUBUS UKURAN 12 CM

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F <sub>c</sub> (MPa)	Slump (cm)
1	D1	3,851	11,97	12,08	12,02	144,60	481	339,09	7	0,65	51,177	10
2	D2	4,027	11,98	12,12	12,12	145,20	492	345,41	7	0,65	52,131	10
3	D3	3,981	12,02	12,00	12,11	144,24	495	349,82	7	0,65	52,797	10
4	D4	3,975	11,93	11,99	12,07	143,04	480	342,07	7	0,65	51,626	10
5	D5	3,964	12,02	12,01	11,95	144,36	535	377,78	14	0,88	42,114	10
6	D6	3,953	11,99	12,00	11,93	143,88	522	369,83	14	0,88	41,228	10
7	D7	3,994	12,05	11,99	12,02	144,48	545	384,52	14	0,88	42,865	10
8	D8	3,897	11,96	11,99	12,09	143,40	525	373,20	14	0,88	41,603	10
9	D9	3,896	11,98	11,90	12,12	142,56	565	403,99	21	0,95	41,718	10
10	D10	3,912	11,90	11,95	11,93	142,21	530	379,92	21	0,95	39,232	10
11	D11	3,940	12,06	11,90	12,04	143,51	550	390,66	21	0,95	40,341	10
12	D12	3,923	12,00	12,00	11,96	144,00	520	368,11	21	0,95	38,012	10
13	D13	4,005	12,06	11,98	11,96	144,48	647	456,49	28	1,00	44,782	10
14	D14	3,971	12,07	11,98	11,98	144,60	620	437,08	28	1,00	42,877	10
15	D15	3,965	12,01	12,00	11,96	144,12	645	456,21	28	1,00	44,754	10
16	D16	3,845	11,96	12,04	11,95	144,00	630	445,98	28	1,00	43,750	10

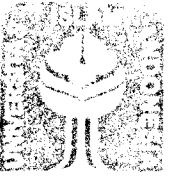
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
ENJINERAN SIPIL DAN PERENCANAAN



### PENGAMATAN DESAK KUBUS BETON

BENDA UJI KUBUS UKURAN 13 CM

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	P max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F <sub>c</sub> (MPa)	Slump (cm)
1	C1	5,145	12,94	13,12	13,01	169,77	515	309,22	7	0,65	46,669	10
2	C2	5,287	13,07	13,06	13,02	170,69	500	298,59	7	0,65	45,065	10
3	C3	5,325	12,95	13,11	13,09	169,77	555	333,24	7	0,65	50,293	10
4	C4	5,251	12,97	13,07	13,04	169,52	505	303,67	7	0,65	45,831	10
5	C5	5,114	12,97	13,08	13,12	169,65	605	363,53	14	0,88	40,525	10
6	C6	5,110	13,10	12,90	13,03	168,99	601	362,53	14	0,88	40,414	10
7	C7	5,141	13,11	13,12	12,93	172,00	570	337,81	14	0,88	37,658	10
8	C8	5,171	13,05	13,09	13,05	170,82	535	319,25	14	0,88	35,589	10
9	C9	5,117	12,96	13,11	13,06	169,91	630	377,98	21	0,95	39,031	10
10	C10	4,926	12,98	13,14	13,02	170,56	640	382,51	21	0,95	39,499	10
11	C11	5,170	13,10	13,04	13,03	170,82	670	399,81	21	0,95	41,286	10
12	C12	5,163	13,03	13,09	13,11	170,56	670	400,43	21	0,95	41,349	10
13	C13	5,315	13,05	13,10	13,05	170,96	829	494,31	28	1,00	48,492	10
14	C14	5,309	13,07	13,05	13,06	170,56	840	502,02	28	1,00	49,249	10
15	C15	5,115	12,96	12,99	13,05	168,35	770	466,24	28	1,00	45,738	10
16	C16	5,291	13,05	13,11	13,06	171,09	839	499,90	28	1,00	49,040	10



## PENGAMATAN DESAK KUBUS BETON

BENDA UJI KUBUS UKURAN 14 CM

No	Kode prod	Berat (kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (kN)	P max (kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F <sub>c</sub> (MPa)	Slump (cm)
1	B1	6,213	13,90	13,98	13,98	194,32	545	285,89	7	0,65	43,148	11
2	B2	6,350	13,94	14,02	14,12	195,44	660	344,24	7	0,65	51,954	11
3	B3	6,253	13,94	14,02	13,93	195,44	670	349,46	7	0,65	52,741	11
4	B4	6,228	14,09	13,90	13,93	195,85	575	299,28	7	0,65	45,168	11
5	B5	6,378	13,93	13,98	14,10	194,74	707	370,08	14	0,88	41,255	11
6	B6	6,410	13,93	14,00	14,06	195,02	690	360,66	14	0,88	40,206	11
7	B7	6,519	13,90	14,06	14,07	195,43	695	362,51	14	0,88	40,411	11
8	B8	6,323	13,95	14,04	14,01	195,86	597	310,72	14	0,88	34,638	11
9	B9	6,180	13,91	13,90	13,96	193,35	730	384,87	21	0,95	39,743	11
10	B10	6,279	14,10	13,90	14,03	195,99	730	379,68	21	0,95	39,207	11
11	B11	6,302	14,06	13,96	14,00	196,28	760	394,71	21	0,95	40,759	11
12	B12	6,220	13,90	13,90	14,03	193,21	745	393,06	21	0,95	40,589	11
13	B13	6,245	13,93	14,10	13,94	196,41	910	472,28	28	1,00	46,331	11
14	B14	6,260	14,06	13,98	14,04	196,56	830	430,44	28	1,00	42,227	11
15	B15	6,465	14,12	14,03	13,98	198,10	900	463,11	28	1,00	45,431	11
16	B16	6,145	14,02	14,06	13,97	197,12	850	439,56	28	1,00	43,121	11

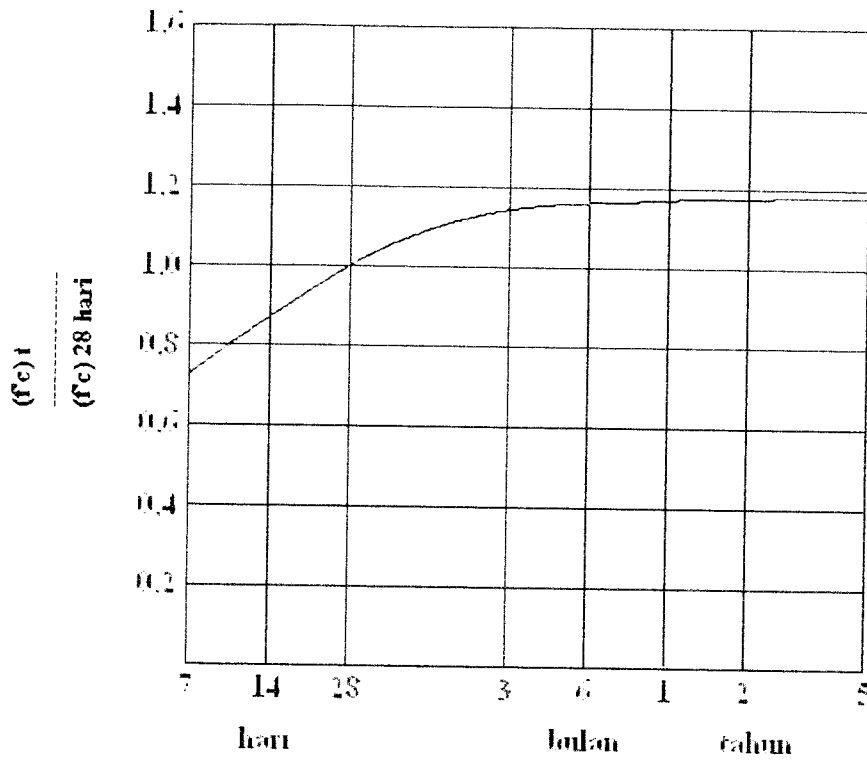


Lampiran 19

### PENGAMATAN DESAK KUBUS BETON

BENDA UJI KUBUS UKURAN 15 CM

No	Kode prod	Berat (Kg)	P	L	T	Luas (cm <sup>2</sup> )	P max (kN)	P max (kg/cm <sup>2</sup> )	Umur	Faktor Umur	F <sub>c</sub> (MPa)	Slump (cm)
1	A1	8,140	15,10	15,05	15,10	227,26	740	331,93	7	0,65	50,096	7,5
2	A2	8,047	14,93	15,04	15,06	224,55	750	340,47	7	0,65	51,385	7,5
3	A3	7,972	15,04	15,01	15,07	225,75	690	311,57	7	0,65	47,023	7,5
4	A4	8,148	14,95	15,10	15,06	225,75	735	331,89	7	0,65	50,091	7,5
5	A5	8,165	14,91	15,05	15,08	224,40	775	352,06	14	0,88	39,247	7,5
6	A6	8,126	15,07	15,04	15,10	226,65	745	335,06	14	0,88	37,352	7,5
7	A7	8,261	15,10	15,09	15,08	227,86	715	319,87	14	0,88	35,658	7,5
8	A8	8,324	15,10	15,12	15,10	228,31	770	343,79	14	0,88	38,325	7,5
9	A9	8,058	15,13	15,10	14,99	228,46	870	388,18	21	0,95	40,085	7,5
10	A10	8,138	15,00	15,00	15,07	225,00	850	385,09	21	0,95	39,766	7,5
11	A11	7,922	14,92	15,05	14,93	224,55	875	397,22	21	0,95	41,018	7,5
12	A12	8,123	15,04	15,08	15,04	226,80	935	420,24	21	0,95	43,395	7,5
13	A13	7,840	15,00	14,98	15,12	224,70	955	433,24	28	1,00	42,501	7,5
14	A14	7,855	15,09	15,01	15,13	226,50	995	447,80	28	1,00	43,929	7,5
15	A15	8,003	15,01	15,07	15,05	226,20	925	416,85	28	1,00	40,893	7,5
16	A16	8,165	15,10	15,04	15,12	227,10	925	415,19	28	1,00	40,730	7,5



Gambar 1. Menunjukkan grafik khusus mengenai bertambahnya kekuatan beton dengan bertambahnya usia (sumber : Winter & Nilson, 1993, hal 17)



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Jl. Kalitirang Km. 14,4 Telp. 953330 Yogyakarta

Lampiran 21

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi

JUDUL TUGAS AKHIR : .....

Dosen Pembimbing I :  
Dosen Pembimbing II :

1



2



Yogyakarta,  
De k a n,



# CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	KETERANGAN	Paraf
1)			Siapa bisa ambil 2 kelas, perbandingan / proses	
2)			Apa dapat di lanjutkan Lab / simulator	
3)			Perbaiki esensi pokoknya	
4)			lanjutkan praktik	
5)			Formulas program	
6)			$f_c = 22,5 \text{ MPa}$	
7)			$f_c' = 22,5 \text{ MPa} \rightarrow$ $\rightarrow$ konversi ke kulus $\rightarrow$ krus kulus $\rightarrow$ krus kulus $\rightarrow$ krus	
8)			lanjutkan ke DP I	

1) Berikanlah foto hasil pengujian untuk dokumentasi  
 2) Berikanlah ke DP II untuk program presentasi

5/11/19