

TUGAS AKHIR

PENGARUH JUMLAH TULANGAN DALAM SATU BERKAS PADA KUAT LEKAT ANTARA BETON NORMAL DAN TULANGAN BAJA ULIR

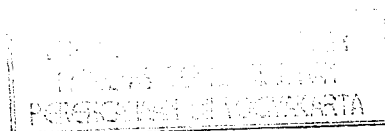
**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil**



Di susun oleh :

1. Nama : SYAFRIZAL
No. Mhs : 98511247
2. Nama : KHOLIDAENI
No. Mhs : 98511307

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2003**



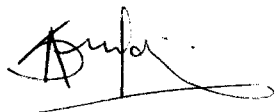
HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PENGARUH JUMLAH TULANGAN DALAM SATU
BERKAS PADA KUAT LEKAT ANTARA BETON
NORMAL DAN TULANGAN BAJA ULIR

Nama : Syafrizal
No. Mhs : 98511247
Nama : Kholidaeni
No. Mhs : 98511307

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. M. Samsudin, MT.
Dosen Pembimbing I

Ir. H. Suharyatmo, MT.
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 24 / -03


Tanggal 24 07-03

KATA PENGANTAR



Assalamu' alaikum Wr.Wb

Puji dan syukur senantiasa dipanjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan karunia-Nya baik berupa kenikmatan maupun kesehatan lahir dan batin sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul PENGARUH JUMLAH TULANGAN DALAM BERKAS PADA KUAT LEKAT ANTARA BETON NORMAL DAN TULANGAN BAJA ULIR.

Laporan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Selama melaksanakan menyusun laporan, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
2. Ir. H. Munadhir, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia,
3. Ir. H. M. Samsudin, MT, selaku dosen pembimbing I penyusunan laporan tugas akhir,

4. Ir. H. Suharyatmo, MT, selaku dosen pembimbing II penyusunan laporan tugas akhir,
5. Ayahanda dan Ibunda yang telah membimbing dan kasih sayangnya,
6. Kakak dan adikku tersayang, terima kasih atas do'a, dorongan semangat dan bantuannya,
7. Teman angkatan ,98 kelas D yang banyak membantu selama penyelesaian tugas akhir,
8. Teman-teman kost Swandono dan Sumi house yang telah menemani-Ku setiap hari.

Dalam penyusunan Laporan ini disadari masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca akan sangat membantu demi perbaikan dikemudian hari. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan bagi siapa saja yang membutuhkan.

Wabillahittauḥiq wal hidayah

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, Juli 2003

Penyusun

Syafrizal dan Kholidaeni

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
DAFTAR ISTILAH.....	xiii
INTISARI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
BAB III LANDASAN TEORI.....	7
3.1. Beton	7
3.2. Berkas Tulangan.....	9
3.3. Kuat Lekat Antara Beton dan Baja Tulangan.....	11

3.4. Penyaluran Tegangan Lekatan.....	12
3.5. Panjang Penyaluran Untuk Tulangan Gabungan.....	14
3.6. Hitungan Kuat Lekat Antara Beton dan Baja Tulangan.....	15
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN.....	23
4.1. Bahan.....	23
4.1.1. Beton.....	23
4.1.2. Baja Tulangan.....	23
4.1.3. Model Benda Uji.....	24
4.1.3.1. Model Benda Uji Untuk Uji Desak Beton.....	24
4.1.3.2. Model Benda Uji Untuk Uji Kuat Lekat	24
4.1.4. Peralatan Pengujian.....	26
4.2. Pelaksanaan Penelitian.....	28
4.2.1. Perancangan Campuran Beton	28
4.2.2. Pembuatan Benda Uji.....	30
4.2.3. Pengujian Kuat Desak Beton.....	32
4.2.4. Pengujian Tarik Baja.....	33
4.2.5. Pengujian <i>Pull Out</i>	34
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	36
5.1. Hasil Penelitian.....	36
5.1.1. Uji Kuat Desak Beton.....	36
5.1.2. Uji Tarik Baja.....	42
5.1.3. Uji Lekatan Beton dan Tulangan.....	43

5.1.4. Pengaruh Jumlah Tulangan Terhadap Tegangan Lekat.....	49
5.2. Pembahasan.....	52
5.2.1. Pengaruh Mutu Beton Terhadap Tegangan Lekat.....	52
5.2.2. Analisis Panjang Penyaluran.....	55
5.2.3. Analisis Perimeter Efektif.....	58
5.2.4. Jenis Kerusakan.....	60
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
6.1. Kesimpulan.....	62
6.2. Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

- Tabel 3.1. Perimeter Efektif pada Berkas Tulangan
- Tabel 5.1. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton
- Tabel 5.2. Hasil Perhitungan Mutu Beton yang Diisyaratkan
- Tabel 5.3. Modulus Elastisitas Beton
- Tabel 5.4. Hasil Perhitungan Tegangan Lekat Beton 20 MPa
- Tabel 5.5. Hasil Perhitungan Tegangan Lekat Beton 25 MPa
- Tabel 5.6. Hasil Perhitungan Tegangan Lekat Beton 30 MPa
- Tabel 5.7. Perbandingan Tegangan Lekat Hasil Penelitian dan Cara Analitis
- Tabel 5.8. Hasil Perhitungan Faktor Pengali Panjang Penyaluran Berkas Tulangan
Mutu Beton 20 MPa
- Tabel 5.9. Hasil Perhitungan Faktor Pengali Panjang Penyaluran Berkas Tulangan
Mutu Beton 25 MPa
- Tabel 5.10. Hasil Perhitungan Faktor Pengali Panjang Penyaluran Berkas Tulangan
Mutu Beton 30 MPa
- Tabel 5.11. Perbandingan Perimeter Efektif pada Berkas Tulangan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Percobaan *Pull-out*

Gambar 3.2. Percobaan *Embedded-rod*

Gambar 4.1. Perlakuan Berkas Tulangan

Gambar 4.2. Mesin Uji Kuat Lekat

Gambar 4.3. Foto pengujian *pull out*

Gambar 5.1. Pengaruh Jumlah Tulangan Dalam Berkas Terhadap Tegangan Lekat
dengan Mutu Beton 20 MPa

Gambar 5.2. Pengaruh Jumlah Tulangan Dalam Berkas Terhadap Tegangan Lekat
dengan Mutu Beton 25 MPa

Gambar 5.3. Pengaruh Jumlah Tulangan Dalam Berkas Terhadap Tegangan Lekat
dengan Mutu Beton 30 MPa

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 : Hasil pengujian SSD, Berat jenis agregat, dan MHB
2. Lampiran 2 : Hasil uji tarik baja
3. Lampiran 3 : *Mix design*
4. Lampiran 4 : Hasil uji desak beton
5. Lampiran 5 : Hasil pengujian kuat lekat
6. Lampiran 6 : Foto penelitian
7. Lampiran 7 : Kartu peserta Tugas Akhir.

DAFTAR NOTASI

A_b	Luas permukaan baja yang tertanam dalam beton (mm^2)
A_{baja}	Luas permukaan baja (mm^2)
A_{lekat}	Keliling baja (mm^2)
d_b	Diameter tulangan (mm)
E_c	Modulus elastisitas (MPa)
f_c	Kuat tekan benda uji silinder beton (MPa)
f_{cr}	Kuat tekan benda uji silinder beton rata-rata (MPa)
f_c'	Mutu beton rencana (MPa)
f_c	Mutu beton yang diisyaratkan (MPa)
f_{cr}	Mutu beton rata-rata yang diisyaratkan (MPa)
f_s	Mutu baja (MPa)
F_y	Tegangan leleh baja (MPa)
l_d	Panjang penyaluran (mm)
l_{dh}	Panjang penyaluran dasar (mm)
m	Faktor modifikasi panjang penyaluran
n	Jumlah tulangan dalam berkas
P_{baja}	Beban tarik baja (KN)
P_{beton}	Beban lekat beton (KN)
P_{maks}	Beban tarik maksimum (KN)

S_d	Standar deviasi (MPa)
σ_{lkt}	Tegangan lekat (MPa)
σ_{kl}	Tegangan lekat pada tulangan tunggal (MPa)
σ_{kn}	Tegangan lekat pada n tulangan (MPa)
ΣA	Jumlah luas penampang berkas tulangan

DAFTAR ISTILAH

<i>Adhesi</i>	Lekatan
<i>Controls</i>	Mesin uji kuat desak
<i>Deform</i>	Baja tulangan ulir
<i>Ekstensometer</i>	Alat untuk mengukur pertambahan panjang (ΔL)
<i>Embedded-rod</i>	Uji lolos tarik antara baja tulangan dan beton
<i>Friction</i>	Gesekan
<i>Gripping</i>	Memegang
<i>Mixer</i>	Mesin pengaduk beton
<i>Mix design</i>	Perencanaan campuran adukan
<i>Pull out</i>	Uji kuat lekat antara beton dan baja tulangan.
<i>Shimadzu</i>	Mesin uji kuat tarik
<i>Slump</i>	Suatu cara untuk mengetahui kekentalan/keenceran adukan.

INTISARI

Perencanaan beton bertulang dengan menggunakan tulangan tunggal dibatasi dengan jarak antara tulangan sehingga kolom atau balok yang menahan beban besar mempunyai dimensi yang besar, sedangkan dari segi arsitektur kolom atau balok yang besar kurang bagus. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan penggunaan berkas tulangan. Berkas tulangan yaitu kumpulan dari tulangan tunggal sejajar yang diikat dalam satu berkas dengan kawat bendrat. Baja tulangan yang digunakan berdiameter 13 mm (tulangan ulir), panjang penyaluran 170 mm dengan variasi mutu beton 20 MPa, 25 MPa dan 30 MPa. Benda uji berupa silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dengan perlakuan tulangan yaitu satu tulangan, dua tulangan dalam berkas, tiga tulangan dalam berkas, dan empat tulangan dalam berkas (masing-masing tiga sampel untuk setiap mutu beton).

Dari hasil penelitian di dapat tegangan lekat rata-rata untuk mutu beton 20 MPa dengan jumlah tulangan dalam berkas: satu tulangan, dua tulangan, tiga tulangan, dan empat tulangan berturut-turut yaitu 5,389 MPa, 4,509 MPa, 3,187 MPa dan 2,187 MPa. Mutu beton 25 MPa sebesar 5,501 MPa, 3,898 MPa, 3,285 MPa, dan 2,767 MPa dan mutu beton 30 MPa sebesar 5,850 MPa, 4,322 MPa, 4,137 MPa, dan 3,774 MPa.

Beban tarik meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah tulangan dalam berkas, tetapi sebaliknya tegangan lekat menurun dengan bertambahnya jumlah tulangan dalam berkas (dua tulangan, tiga tulangan dan empat tulangan), selain itu tegangan lekat beton naik dengan naiknya mutu beton. Penggunaan berkas tulangan ada beberapa sisi tulangan yang tidak bersentuhan dengan beton yaitu sebesar 0,485 kali luas tulangan tunggal untuk dua tulangan dalam berkas, 1,117 kali luas tulangan tunggal untuk tiga tulangan dalam berkas, dan 1,781 kali luas tulangan tunggal untuk empat tulangan dalam berkas. Dengan hasil ini dapat ditentukan faktor pengali panjang penyaluran untuk penggunaan berkas tulangan dan mutu beton yang berbeda.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Struktur bangunan didesain sedemikianrupa menggunakan beton bertulang, yaitu gabungan dari beton dan baja tulangan sehingga dapat menahan beban yang dipikulnya. Fungsi dari beton yaitu untuk menahan kuat tekan atau desak sedangkan baja tulangan memberikan kekuatan tarik.

Perencanaan beton bertulang dengan menggunakan tulangan tunggal dibatasi dengan jarak antar tulangan sehingga kolom atau balok yang diperlukan untuk menahan beban yang besar mempunyai dimensi yang besar, sedangkan dari segi arsitektur dimensi kolom atau balok yang besar kurang bagus. Ada beberapa cara untuk mengatasi permasalahan tersebut diantaranya dengan penggunaan mutu bahan yang tinggi, penggunaan beton pratekan, dan penggunaan berkas tulangan. Dengan penggunaan berkas tulangan dimensi kolom atau balok dapat diperkecil, dimana penggunaan berkas tulangan terdapat batasan jarak minimum antar tulangan yang kecil.

Pada balok atau kolom dengan penulangan yang rapat, sering timbul beton yang berongga, dan tidak padat. Pemasangan tulangan dan penuangan serta pemadatan adukan beton untuk hal tersebut memiliki tingkat kesulitan yang relatif tinggi. Untuk mengatasi permasalahan itu, beton pada tulangan struktur yang rapat dapat berlangsung dengan baik maka adukan beton harus lebih encer. Untuk

mendapatkan beton yang encer harus ditambahkan air secukupnya. Sedangkan faktor air semen berbanding terbalik dengan kuat desak beton, hal ini mengakibatkan kuat desak beton menjadi rendah.

Penggunaan berkas tulangan ada beberapa bagian yang tidak berhubungan langsung dengan beton sehingga tegangan lekat antara baja dan beton berkurang. Dengan demikian penggunaan berkas tulangan mempunyai tegangan lekat yang lebih rendah dibandingkan dengan pemakaian tulangan tunggal yang dipasang secara merata pada jarak tulangan yang sama.

Agar tidak terjadi penggelinciran antara baja tulangan dan beton diperlukan efek penjangkaran ujung-ujung baja tulangan didalam beton. Penjangkaran ujung tulangan baja akan berlangsung baik apabila baja tulangan tersebut tertanam didalam beton pada jarak kedalaman tertentu yang disebut panjang penyaluran (Dipohusodo,94).

1.2. Rumusan Masalah

Tegangan lekat antara beton dan baja tulangan dipengaruhi oleh diameter baja tulangan serta mutu betonnya. Untuk itu perlu diteliti penurunan tegangan lekat berkas tulangan dan beton dengan berbagai mutu sehingga dalam perencanaan dapat diketahui tegangan lekatnya dan panjang penyaluran berkas tulangan.

1.3. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui tegangan lekat dalam satu berkas tulangan, faktor pengali panjang penyaluran, dan luas efektif berkas tulangan dengan beton yang memiliki kualitas atau mutu beton 20 MPa, 25 MPa, 30 MPa dengan panjang penyaluran 170 mm.

1.4. Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan dapat membandingkan penggunaan tulangan tunggal dan penggunaan berkas tulangan sehingga dalam perencanaan dapat mendesain dengan seefisien mungkin.

1.5. Batasan Penelitian

Penelitian ini ditujukan untuk beton normal dan baja tulangan ulir. Agar penelitian ini tidak melampaui luas dan lebih terarah, maka ada batasan-batasan dari penelitian ini :

1. Nilai *slump* yang direncanakan 7,5-10 cm,
2. Tulangan *deform* atau ulir yang digunakan diameter 13 mm,
3. Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 20$ MPa, $f_c' = 25$ Mpa, $f_c' = 30$ Mpa,
4. Dimensi silinder dengan diameter 15 cm, dan tinggi 30 cm,

5. Pengujian tarik dilakukan setelah beton berumur 28 hari, dan
6. Panjang penyaluran yang digunakan adalah 170 mm.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Wang Salmon (1986), Beton didapat dengan mencampurkan semen, agregat, halus, agregat kasar, air, dan kadang-kadang campuran lain. Bila baja penguat ditempatkan di dalam suatu acuan dan campuran beton basah dituangkan disekitar baja, massa akhirnya mengeras menjadi beton bertulang. Kekuatan beton bertulang tergantung dari banyak faktor: proporsi dari campuran, kondisi temperatur dan kelembaban dari tempat dimana campuran diletakkan dan mengeras.

Edward G. Nawi (1990), Beton kuat terhadap tekan, tetapi lemah terhadap tarik. Oleh karena itu perlu tulangan untuk menahan gaya tarik untuk memikul beban-beban yang bekerja pada beton. Adanya tulangan ini sering kali digunakan untuk memperkuat daerah pada penampang balok. Tulangan tersebut perlu untuk beban-beban berat dalam hal untuk mengurangi lendutan jangka panjang.

Winter dan Nilson (1983), Di dalam struktur beton, baja tulangan dipakai sebagai penguat atau sebagai baja prategang. Tegangan-tegangan yang terjadi pada baja, seperti juga tegangan yang terjadi pada beton yang telah mengeras, hanya disebabkan oleh beban yang bekerja pada struktur, kecuali apabila terjadi kemungkinan timbulnya tegangan-tegangan sekunder seperti disebabkan oleh penyusutan atau sebab-sebab lainnya. Supaya pemakaian tulangan efektif, diusahakan agar tulangan dan beton dapat mengalami deformasi bersama-sama, yaitu terdapat ikatan yang cukup kuat di antara kedua material tersebut.

Pada penelitian ini digunakan juga tinjauan pustaka dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yaitu penelitian **Enny Yustikarini (2001)** dari Universitas Gajah Mada. Pokok bahasan yang diambil adalah pengaruh jumlah tulangan dalam satu berkas pada kuat lekat antara baja tulangan polos dan beton dengan panjang penyaluran 150 mm. Pada penelitian ini menggunakan satu mutu beton tidak bervariasi dan baja tulangan polos.

Adapun kesimpulan yang diambil dari penelitian tersebut adalah:

1. beban maksimum meningkat untuk berkas tulangan dengan jumlah tulangan yang lebih banyak,
2. dengan jumlah dan diameter tulangan yang sama penggunaan berkas tulangan akan mengurangi luas bidang kontak antara tulangan dan beton yang menyebabkan penurunan kuat lekat,
3. distribusi tegangan lekat tidak sepenuhnya seragam sepanjang 150 mm, sebagaimana anggapan yang dipakai dalam perhitungan tegangan lekat.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Beton

Beton merupakan bahan bangunan yang dihasilkan dari campuran atas semen portland, pasir, kerikil dan air. Beton ini biasanya dalam praktek dipasang bersama-sama dengan batang baja, sehingga disebut beton bertulang (batang baja berada dalam beton) (Kardiyono,1992).

Beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat tekan tinggi, kuat tarik tinggi, kuat lekat tinggi, rapat air, tahan ausan, tahan cuaca (panas-dingin, sinar matahari, hujan), tahan terhadap zat-zat kimia (terutama sulfat), susutan pengerasannya kecil, elastisitasnya (modulus elastisitas) tinggi. Sifat paling penting dari beton pada umumnya adalah kuat tekan. Kuat tekan biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya bila kuat tekannya tinggi, sifat-sifat yang lain juga baik.

Untuk mendapatkan mutu beton yang baik, disamping mendesain campuran beton secara baik dan teliti, perlu juga diperhatikan faktor-faktor di bawah ini (Kardiyono, 1992) :

1. Faktor air semen

Faktor air semen ialah perbandingan berat air dan berat semen di dalam campuran beton. Jika air semen dalam campuran beton terlalu banyak atau terlalu sedikit maka akan menurunkan kualitas beton.

2. Umur beton

Kekuatan beton akan bertambah sejalan dengan bertambahnya umur beton, umur beton yang disyaratkan yaitu 28 hari, karena pada masa tersebut campuran beton masih bereaksi untuk mencapai kekuatan maksimum.

3. Pengaruh agregat

Pengaruh agregat terutama dilihat dari bentuk agregat, tekstur/ permukaan, dan ukuran maksimum agregat yang digunakan.

Baja dan beton dapat bekerja sama atas dasar beberapa alasan (Edward G. Nawy, 1990) :

1. lekatan (*bond*, atau interaksi antara batangan baja dengan beton keras sekeliling) yang mencegah selip dari baja relatif terhadap beton,
2. campuran beton yang memadai memberikan sifat anti resap yang cukup dari beton untuk mencegah karat baja,

Rumus-rumus yang digunakan dalam menghitung kuat desak yang diisyaratkan yaitu (Kardiyono, 1992) :

$$f'c = f_{cm} - k \cdot S_d \quad ; \text{dimana}$$

$$S_d = \left[\frac{(f_c - f_{cm})^2}{n - 1} \right]^{0.5}$$

dan : $f'c$ = Kuat tekan yang diisyaratkan (MPa)

f_c = Kuat tekan masing-masing benda uji (MPa)

f_{cm} = Kuat tekan rata-rata semua benda uji (MPa)

Sd = Deviasi standar (MPa)

n = Jumlah benda uji

k = Faktor yang tergantung pada nilai kemungkinan

Sedangkan besarnya nilai modulus elastisitas (E_c) dapat dihitung dengan rumus (Kardiyono, 1992) :

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c} ; \text{ dengan}$$

f'_c = Kuat tekan beton yang diisyaratkan (MPa)

E_c = Modulus elastisitas (MPa)

3.2. Berkas Tulangan

Berkas tulangan adalah kumpulan dari tulangan tunggal sejajar yang tersusun dalam satu berkas dan bekerja dalam satu kesatuan, dan berkas tulangan harus diletakkan didalam sengkang atau pengikat.

Untuk balok tulangan yang lebih besar dari D-36 tidak boleh dibentuk menjadi berkas tulangan. Masing-masing batang tulangan yang terdapat dalam satu berkas tulangan yang berakhir pada bentang komponen struktur lentur harus diakhiri pada titik-titik yang berlainan, paling sedikit pada jarak 40 db secara berselang (SKSNI T-15-1991-03). Jika pembatasan jarak dan selimut beton minimum didasarkan pada diameter tulangan db, maka satu unit berkas tulangan harus diperhitungkan sebagai tulangan tunggal dengan diameter yang didapat dari luas ekuivalen penampang gabungan.

Berkas tulangan hanya boleh terdiri dari 2, 3, atau 4 batang yang sejajar. Batang-batang tersebut harus saling bersentuhan, terdiri dari batang-batang yang diprofilkan dengan diameter tidak kurang dari 19 mm. Diameter batang-batang tulangan didalam berkas tidak boleh berselisih yang satu terhadap yang lainnya lebih dari 3 mm pada setiap penampang, dan harus diikat kuat dengan kawat pengikat dengan diameter minimum 2,5 mm dan jarak pengikat tidak lebih dari 24 kali diameter pengenal batang terkecil. Di dalam perhitungan-perhitungan, suatu berkas tulangan dianggap sebagai satu batang tunggal dengan satu diameter ekivalen d_e sebesar $\sqrt{4 \sum A / \pi}$, dimana ΣA adalah jumlah luas penampang-penampang batang di dalam berkas tulangan.

ACI (1983) dan SK SNI T 15-1991-03 menyatakan bahwa perimeter efektif yaitu parameter yang menentukan luas bidang kontak atau bidang lekat antara permukaan berkas tulangan dan beton. Tabel 3.1 di bawah ini adalah persyaratan dari ACI (1989) dan SK SNI T 15-1991-03 tentang perimeter efektif pada berkas tulangan.

Tabel 3.1 Perimeter efektif pada berkas tulangan

No.	Jumlah tulangan	Perimeter efektif pada berkas tulangan
1	2	2,000
2	3	2,500
3	4	3,000

3.3. Kuat Lekat Antara Beton dan Baja Tulangan

Kuat lekat merupakan kemampuan dari kombinasi antara batang tulangan dan beton yang mengelilinginya dalam menahan gaya-gaya dari luar ataupun faktor lain yang menyebabkan terlepasnya lekatan antara batang tulangan dan beton (Edward G. Nawy, 1995).

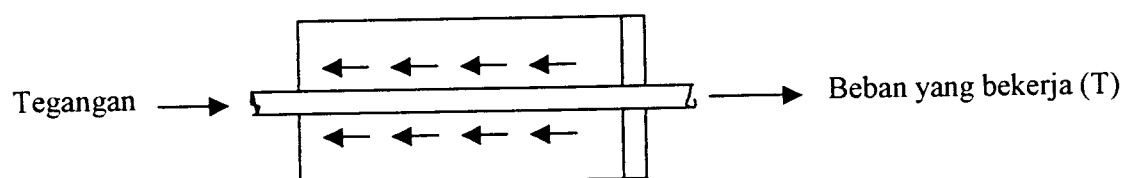
Kuat lekat merupakan saling geser antara elemen batang tulangan dan beton di sekelilingnya yang di sebabkan oleh beberapa faktor. Kuat lekat antara baja tulangan dan beton yang membungkusnya di pengaruhi oleh beberapa faktor (Edward G. Nawy, 1990) :

1. adhesi antara elemen beton dan bahan penguatnya (baja tulangan),
2. efek *gripping* (memegang) sebagai akibat dari susut pengeringan beton di sekeliling baja tulangan, dan saling geser antara tulangan dan beton di sekelilingnya,
3. tahanan gesekan (*friction*) terhadap gelincir dan saling mengunci pada saat elemen penguat atau baja tulangan mengalami tegangan tarik,
4. efek kualitas beton dan kuat tarik serta kuat lekatnya,
5. efek mekanis penjangkaran ujung tulangan, yaitu dengan panjang penyaluran, panjang lewatan, bengkokan tulangan dan persilangan tulangan,
6. diameter, bentuk dan jarak tulangan karena ketiga hal tersebut berpengaruh dalam pertumbuhan retak beton.

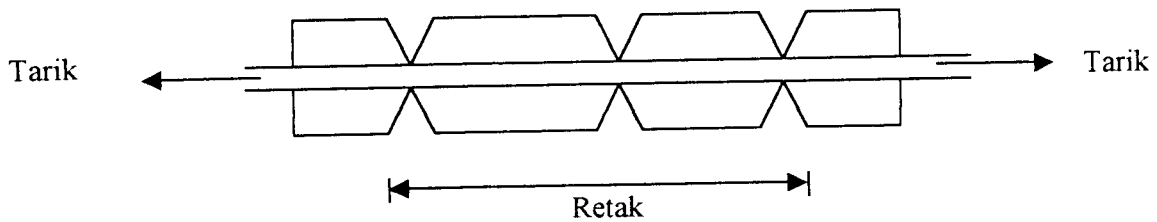
3.4. Penyaluran Tegangan Lekatan

Tegangan lekatan terutama merupakan saling geser antara elemen tulangan dan beton disekitarnya yang disebabkan oleh berbagai faktor lain. Efek ini dapat dinyatakan sebagai tegangan geser per satuan luas permukaan tulangan. Tegangan langsung ini ditrasformasikan langsung dari beton ke permukaan tulangan sehingga mengubah tegangan tarik tulangan di seluruh panjangnya.

Ada tiga jenis percobaan yang dapat menentukan kualitas lekatan elemen tulangan, yaitu percobaan *pull-out*, percobaan *embedded-rod*, dan percobaan balok. Percobaan *pull-out* dapat memberikan perbandingan yang baik antara efisiensi lekatan berbagai jenis permukaan tulangan dan panjang penanamannya (Gambar 3.1). Akan tetapi, hasilnya belum memberikan tegangan lekatan sesungguhnya pada struktur rangka.. Percobaan *embedded-rod* (Gambar 3.2) banyak retak, lebarnya, dan jarak antaranya untuk berbagai tarap pembebanan merupakan ukuran pertambahan tegangan lekatan dan kekuatan lekatan. Proses ini sama dengan perilaku balok dimana bertambahnya lebar retak secara terus menerus menyebabkan bertambahnya gelincir tulangan baja.



Gambar 3.1. Percobaan *pull-out*



Gambar 3.2. Percobaan *embedded-rod*

Panjang penyaluran l_d ditentukan oleh beberapa faktor. Tinjaulah sebuah batang tunggal yang tertanam dalam sebuah balok beton sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3.1. Sebuah gaya tarik T bekerja pada batang ini. Gaya ini ditahan oleh lekatan beton sekeliling dengan batang. Bila tegangan lekat ini bekerja merata pada seluruh bagian batang yang tertanam, total gaya anker (gaya yang harus dilawan sebelum batang itu keluar dari beton) akan sama dengan panjang bagian yang tertanam dikalikan keliling batang kali kekuatan lekat.

Gaya maksimum yang dapat dilawan oleh batang itu sendiri sama dengan luas penampang batang kali kekuatan tarik baja. Agar terjadi keseimbangan horizontal, kedua gaya ini harus sama besar.

Dirumuskan sebagai berikut (Edward G.Nawy,1990) :

$$l_d \cdot (db\pi) \cdot fb = (1/4 \pi db^2) fs$$

dengan :

l_d = panjang penyaluran (mm)

d_b = diameter batang tulangan (mm)

$f_s = 0,87 F_y$ (Mpa)

f_b = kekuatan lekat beton yang diijinkan (Mpa)

Bagian kiri dan kanan persamaan diatas dibagi dengan $d_b \cdot \pi$ akan menghasilkan

$$l_d \cdot f_b = \frac{1}{4} d_b f_s \quad \text{atau} \quad l_d = \frac{1}{4} d_b f_s / f_b$$

Besar kekuatan lekat f_b dalam rumus ini terutama bergantung pada:

- a. diameter tulangan yang di angkerkan,
- b. kualitas beton. Kualitas beton yang tinggi menjamin kekuatan lekat yang lebih baik, dan
- c. letak tulangan dalam konstruksi.

3.5. Panjang Penyaluran Untuk Tulangan Gabungan

Pembatasan atas jarak bersih antara tulangan dan persyaratan luas tulangan yang tinggi, menghendaki penggabungan tulangan di dalam beberapa batang yang sejajar dan dikelompokkan. Batang-batang yang saling bersinggungan (ACI-7.6.6) yang digabungkan tidak lebih dari empat batang, dan yang dilingkari oleh sengkang atau pengikat, dapat diletakkan di dalam kelompok tulangan dengan bentuk cirian, seperti segitiga, bujursangkar, L untuk tiga atau empat batang, dengan maksimum dua batang pada bidang yang sama (lihat Gambar 3.3.). Batang yang lebih besar dari #11 tidak boleh digabungkan dalam balok dan balok induk, terutama untuk menjamin pengendalian retak yang seksama. Di dalam batang-batang lentur, pengakhiran dari

batang individu di dalam suatu kelompok sepanjang batang harus dilakukan pada titik-titik yang berbeda dan dengan offset yang minimum 40 kali diameter tulangan.

Bila meninjau kekuatan lekat untuk satu kelompok tulangan, pola segitiga dengan tiga batang dan empat batang akan mendapatkan reduksi sebesar masing-masing 16 % dan 25%, dalam luas bidang kontak dari tulangan dan beton sekeliling. Agar dapat memperhitungkan lebih lanjut akan sulitnya untuk mendapatkan lekat yang lebih baik pada sudut tajam dimana batang-batang dalam satu kelompok saling bersentuhan satu sama lain, reduksi tambahan kelihatannya wajar dilakukan.

Persyaratan dalam ACI-12.4 menyatakan bahwa panjang penyaluran dari kelompok harus didasarkan pada panjang penyaluran tulangan individual dalam kelompok, dinaikkan 20% untuk kelompok tiga batang dan 33% untuk yang empat batang. Persyaratan dari ACI-12.4 ini tidak tergantung dari mutu beton yang digunakan.

3.6. Hitungan Kuat Lekat Antara Beton dan Baja Tulangan

Sebelum melakukan penelitian di laboratorium, untuk perbandingan hasil dari laboratorium dilakukan perhitungan secara teoritis terlebih dahulu dengan menggunakan rumus (W.H Mosley dan J.H Bunglely, 1984) :

1. $P_{\text{baja}} = \sigma \cdot A_{\text{baja}}$ atau $P_{\text{baja}} = f_s \cdot A_{\text{baja}}$
2. $P_{\text{beton}} = \sigma \cdot A_{\text{lekat}} \cdot l_d$ atau $P_{\text{beton}} = 0,53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot A_{\text{lekat}} \cdot l_d$

dengan :

P_{baja} = beban tarik baja (KN)

f_s = mutu baja ($0,87 F_y$) (MPa)

A_{baja} = luas permukaan baja (mm^2)

P_{beton} = beban lekat beton (KN)

f_c' = mutu beton rencana (MPa)

A_{lekat} = keliling baja (mm^2)

L_d = panjang penyaluran (mm)

d_b = diameter tulangan (mm)

1. Perhitungan untuk mutu beton $f_c' = 20$ Mpa

- a. Dalam berkas tulangan terdiri dari satu tulangan

$$\begin{aligned} P_{\text{baja}} &= f_s \cdot A_{\text{baja}} \\ &= 0,87 \cdot F_y \cdot \frac{1}{4} \pi d_b^2 \\ &= 0,87 \cdot 250 \cdot \frac{1}{4} \pi 13^2 \\ &= 28,8546 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{beton}} &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot A_{\text{lekat}} \cdot l_d \\ &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot \pi \cdot d_b \cdot l_d \\ &= 0,53 \sqrt{20} \cdot \pi \cdot 13 \cdot 170 \\ &= 16,4479 \text{ KN} \end{aligned}$$

- b. Dalam berkas tulangan terdiri dari dua tulangan

$$P_{\text{baja}} = f_s \cdot 2A_{\text{baja}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,87 \cdot F_y \cdot 2 \cdot \frac{1}{4} \pi db^2 \\
 &= 0,87 \cdot 250 \cdot 2 \cdot \frac{1}{4} \pi 13^2 \\
 &= 57,7092 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{beton}} &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 2A_{\text{lekat}} \cdot ld \\
 &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 2 \cdot \pi \cdot db \cdot ld \\
 &= 0,53 \sqrt{20} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 13 \cdot 170 \\
 &= 32,8959 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

c. Dalam berkas tulangan terdiri dari tiga tulangan

$$\begin{aligned}
 P_{\text{baja}} &= f_s \cdot 3A_{\text{baja}} \\
 &= 0,87 \cdot F_y \cdot 3 \cdot \frac{1}{4} \pi db^2 \\
 &= 0,87 \cdot 250 \cdot 3 \cdot \frac{1}{4} \pi 13^2 \\
 &= 86,5638 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{beton}} &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 3A_{\text{lekat}} \cdot ld \\
 &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 3 \cdot \pi \cdot db \cdot ld \\
 &= 0,53 \sqrt{20} \cdot 3 \cdot \pi \cdot 13 \cdot 170 \\
 &= 49,3439 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

d. Dalam berkas tulangan terdiri dari empat tulangan

$$\begin{aligned}
 P_{\text{baja}} &= f_s \cdot 4A_{\text{baja}} \\
 &= 0,87 \cdot F_y \cdot 4 \cdot \frac{1}{4} \pi db^2 \\
 &= 0,87 \cdot 250 \cdot 4 \cdot \frac{1}{4} \pi 13^2
 \end{aligned}$$

$$= 115,4184 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{beton}} &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 4A_{\text{lekat}} \cdot ld \\ &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 4 \cdot \pi \cdot db \cdot ld \\ &= 0,53 \sqrt{20} \cdot 4 \cdot \pi \cdot 13 \cdot 170 \\ &= 65,7919 \text{ KN} \end{aligned}$$

2. Perhitungan untuk mutu beton $f_c' = 25 \text{ MPa}$

a. Dalam berkas tulangan terdiri dari satu tulangan

$$\begin{aligned} P_{\text{baja}} &= f_s \cdot A_{\text{baja}} \\ &= 0,87 \cdot F_y \cdot \frac{1}{4} \pi db^2 \\ &= 0,87 \cdot 250 \cdot \frac{1}{4} \pi 13^2 \\ &= 28,8546 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{beton}} &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot A_{\text{lekat}} \cdot ld \\ &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot \pi \cdot db \cdot ld \\ &= 0,53 \sqrt{25} \cdot \pi \cdot 13 \cdot 170 \\ &= 18,3894 \text{ KN} \end{aligned}$$

b. Dalam berkas tulangan terdiri dari dua tulangan

$$\begin{aligned} P_{\text{baja}} &= f_s \cdot 2A_{\text{baja}} \\ &= 0,87 \cdot F_y \cdot 2 \cdot \frac{1}{4} \pi db^2 \\ &= 0,87 \cdot 250 \cdot 2 \cdot \frac{1}{4} \pi 13^2 \end{aligned}$$

$$= 57,7092 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{beton}} &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 2A_{\text{lekat}} \cdot ld \\ &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 2 \cdot \pi \cdot db \cdot ld \\ &= 0,53 \sqrt{25} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 13 \cdot 170 \\ &= 36,7788 \text{ KN} \end{aligned}$$

c. Dalam berkas tulangan terdiri dari tiga tulangan

$$\begin{aligned} P_{\text{baja}} &= f_s \cdot 3A_{\text{baja}} \\ &= 0,87 \cdot F_y \cdot 3 \cdot \frac{1}{4} \pi db^2 \\ &= 0,87 \cdot 250 \cdot 3 \cdot \frac{1}{4} \pi 13^2 \\ &= 86,5638 \text{ KN} \\ P_{\text{beton}} &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 3A_{\text{lekat}} \cdot ld \\ &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 3 \cdot \pi \cdot db \cdot ld \\ &= 0,53 \sqrt{25} \cdot 3 \cdot \pi \cdot 13 \cdot 170 \\ &= 55,1682 \text{ KN} \end{aligned}$$

d. Dalam berkas tulangan terdiri dari empat tulangan

$$\begin{aligned} P_{\text{baja}} &= f_s \cdot 4A_{\text{baja}} \\ &= 0,87 \cdot F_y \cdot 4 \cdot \frac{1}{4} \pi db^2 \\ &= 0,87 \cdot 250 \cdot 4 \cdot \frac{1}{4} \pi 13^2 \\ &= 115,4184 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{beton}} &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 4A_{\text{lekat}} \cdot ld \\
 &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 4 \cdot \pi \cdot db \cdot ld \\
 &= 0,53 \sqrt{25} \cdot 4 \cdot \pi \cdot 13 \cdot 170 \\
 &= 73,5576 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan untuk mutu beton $f_c' = 30 \text{ MPa}$

a. Dalam berkas tulangan terdiri dari satu tulangan

$$\begin{aligned}
 P_{\text{baja}} &= f_s \cdot A_{\text{baja}} \\
 &= 0,87 \cdot F_y \cdot \frac{1}{4} \pi db^2 \\
 &= 0,87 \cdot 250 \cdot \frac{1}{4} \pi 13^2 \\
 &= 28,8546 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{beton}} &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot A_{\text{lekat}} \cdot ld \\
 &= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot \pi \cdot db \cdot ld \\
 &= 0,53 \sqrt{30} \cdot \pi \cdot 13 \cdot 170 \\
 &= 20,1445 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

b. Dalam berkas tulangan terdiri dari dua tulangan

$$\begin{aligned}
 P_{\text{baja}} &= f_s \cdot 2A_{\text{baja}} \\
 &= 0,87 \cdot F_y \cdot 2 \cdot \frac{1}{4} \pi db^2
 \end{aligned}$$

$$= 0,87 \cdot 250 \cdot 2 \cdot \frac{1}{4} \pi 13^2$$

$$= 57,7092 \text{ KN}$$

$$P_{\text{beton}} = 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 2 A_{\text{lekat}} \cdot l_d$$

$$= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 2 \cdot \pi \cdot d_b \cdot l_d$$

$$= 0,53 \sqrt{30} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 13 \cdot 170$$

$$= 40,2891 \text{ KN}$$

c. Dalam berkas tulangan terdiri dari tiga tulangan

$$P_{\text{baja}} = f_s \cdot 3 A_{\text{baja}}$$

$$= 0,87 \cdot F_y \cdot 3 \cdot \frac{1}{4} \pi d_b^2$$

$$= 0,87 \cdot 250 \cdot 3 \cdot \frac{1}{4} \pi 13^2$$

$$= 86,5638 \text{ KN}$$

$$P_{\text{beton}} = 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 3 A_{\text{lekat}} \cdot l_d$$

$$= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 3 \cdot \pi \cdot d_b \cdot l_d$$

$$= 0,53 \sqrt{30} \cdot 3 \cdot \pi \cdot 13 \cdot 170$$

$$= 60,4337 \text{ KN}$$

d. Dalam berkas tulangan terdiri dari empat tulangan

$$P_{\text{baja}} = f_s \cdot 4 A_{\text{baja}}$$

$$= 0,87 \cdot F_y \cdot 4 \cdot \frac{1}{4} \pi d_b^2$$

$$= 0,87 \cdot 250 \cdot 4 \cdot \frac{1}{4} \pi 13^2$$

$$= 115,4184 \text{ KN}$$

$$P_{\text{beton}} = 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 4A_{\text{lekat}} \cdot ld$$

$$= 0,53 \sqrt{f_c'} \cdot 4 \cdot \pi \cdot db \cdot ld$$

$$= 0,53 \sqrt{30} \cdot 4 \cdot \pi \cdot 13 \cdot 170$$

$$= 80,5783 \text{ KN}$$

BAB IV

PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1 BAHAN

4.1.1. Beton

Pada penelitian ini beton yang digunakan yaitu beton normal yang terdiri dari beberapa campuran bahan penyusun yaitu:

1. batu pecah (kerikil), digunakan kerikil dari kali Clereng,
2. pasir, digunakan pasir dari Kali Boyong,
3. semen, digunakan semen jenis A merk Nusantara dengan berat satu zak = 40 Kg,
4. air, digunakan air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia

4.1.2. Baja tulangan

Baja tulangan yang digunakan yaitu baja tulangan ulir dengan diameter 13 mm. Sebelum digunakan untuk uji *Pullout* (uji lekatan), baja terlebih dahulu di uji di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

4.1.3. Model Benda Uji

4.1.3.1 Model Benda Uji untuk Uji Desak Beton

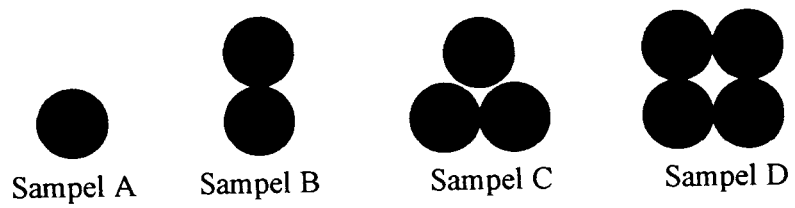
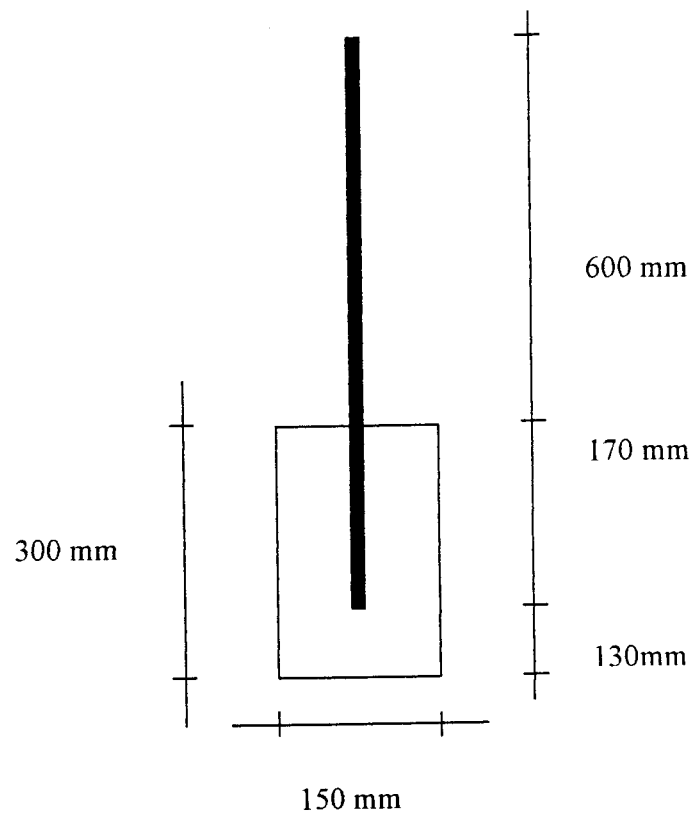
Digunakan silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dibuat sebanyak 18 buah dengan perincian :

1. beton mutu 20 MPa sebanyak 6 sampel,
2. beton mutu 25 MPa sebanyak 6 sampel,
3. beton mutu 30 MPa sebanyak 6 sampel.

4.1.3.2. Model Benda Uji Untuk Uji Kuat Lekat Beton

Digunakan silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dibuat sebanyak 36 buah dengan perlakuan (Gambar 4.1.):

1. sampel (A) dengan tulangan ulir tunggal dengan mutu beton $f_c'=20$ MPa, $f_c'=25$ MPa, $f_c'=30$ MPa masing-masing sebanyak 3 sampel,
2. sampel (B) dengan satu berkas tulangan terdiri dari dua tulangan ulir dengan mutu beton $f_c'=20$ MPa, $f_c'=25$ MPa, $f_c'=30$ MPa masing-masing sebanyak 3 sampel,
3. sampel (C) dengan satu berkas tulangan terdiri dari tiga tulangan ulir berbentuk segitiga dengan mutu beton $f_c'=20$ MPa, $f_c'=25$ MPa, $f_c'=30$ MPa masing-masing sebanyak 3 sampel, dan
4. sampel (D) dengan satu berkas tulangan terdiri dari empat tulangan ulir dengan mutu beton $f_c'=20$ MPa, $f_c'=25$ MPa, $f_c'=30$ MPa masing-masing sebanyak 3 sampel.



Gambar 4.1. Benda Uji dan Perlakuan Berkas Tulangan

4.1.4. Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah:

1. mesin pengaduk beton

mesin pengaduk beton (*Mixer*) digunakan untuk pengadukan bahan susun beton (semen, pasir, agregat, dan air) sehingga diperoleh adukan beton yang homogen.

2. kerucut Abrahms

alat ini digunakan untuk mengukur kelacakan beton, tinggi 30 cm dengan diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm dilengkapi dengan alat penumbuk dari besi yang panjangnya 60 cm dengan diameter 16 mm.

3. mesin uji kuat tarik.

digunakan untuk mengetahui kuat lekat dengan UNIVERSAL TESTING MACHINES (UTM) merk SHIMADZU tipe UMH 30, kapasitas 30 ton (Gambar 4.2.).

4. timbangan

timbangan merk Fa Gani dengan kapasitas 500 Kg, digunakan untuk menimbang bahan susun campuran adukan beton (semen, pasir, kerikil). Timbangan halus merk O'house kapasitas 20 Kg digunakan untuk menimbang batu pecah dan pasir ketika melakukan uji berat jenis, berat volume agregat dan pasir ketika melakukan uji berat jenis.

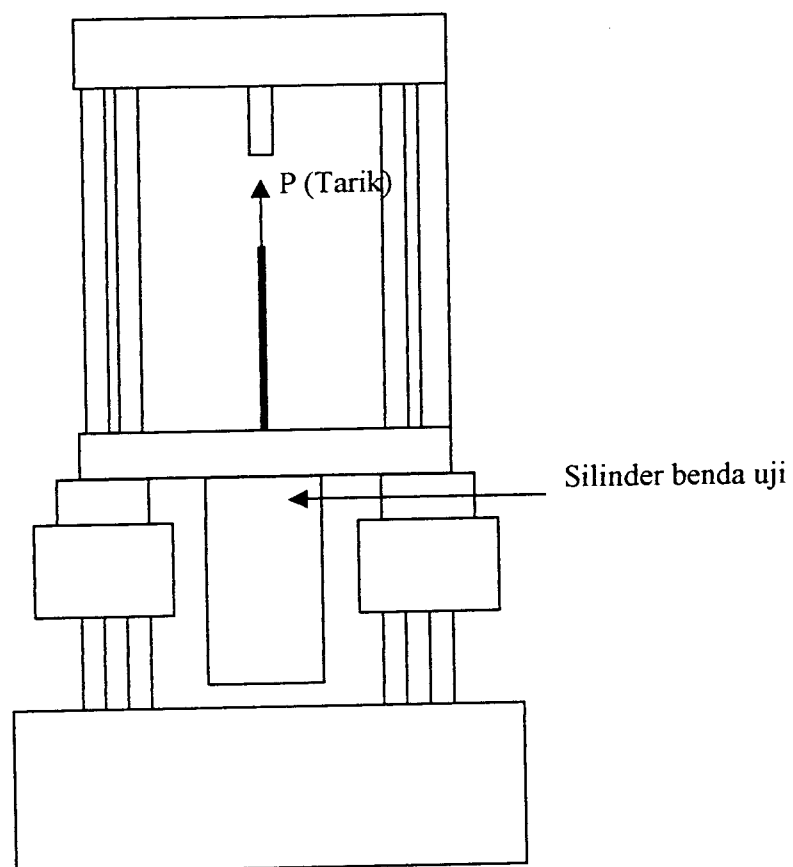
5. ayakan

untuk mengetahui gradasi pasir dan batu pecah..

6. mesin uji desak beton

digunakan untuk mengetahui kuat desak silinder beton dengan mesin desak

merk *Controls* .



Gambar 4.2. Mesin uji kuat lekat

4.2. Pelaksanaan Penelitian

4.2.1 Perancangan Campuran Beton

Sebelum pencampuran adukan beton, dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu terhadap bahan-bahan penyusun campuran adukan beton. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian SSD, berat jenis, dan (MHB) modulus halus butir (Lampiran 1). Setelah pengujian bahan penyusun, dilakukan perencanaan campuran (*mix design* dengan metode ACI). Langkah-langkah perancangannya adalah sebagai berikut :

A. Mutu Beton 20 Mpa

- Kuat tekan beton yang diisyaratkan $f_c' = 20$ MPa
- Ukuran maksimum kerikil 40 mm
- Berat volume agregat kasar (SSD) = 1,625
- Berat jenis kerikil = 2,649
- Berat jenis pasir = 2,532
- Modulus halus butir pasir (MHB) = 2,660

1. Dihitung deviasi standar dari Tabel 7.4. Dengan data volume pekerjaan kecil dan mutu pekerjaan cukup diperoleh :

$$S_d = 7,5 \text{ MPa}$$

$$m = 1,64 \cdot S_d$$

$$= 12,3 \text{ MPa}$$

$$f_{cr} = f_c' + 1,64 S_d = 20 + 12,3 = 32,3 \text{ MPa}$$

2. Dihitung nilai fas dengan Tabel 7.5. Dari interpolasi diperoleh :

$$fas = 0,474$$

3. Nilai *slump* diperoleh dari Tabel 7.7. Pada tabel tersebut untuk jenis struktur balok dan kolom disarankan nilai *slump* nya adalah 75 mm – 150 mm. Pada penelitian ini nilai *slump* yang direncanakan adalah 75 mm – 100 mm.
4. Ditetapkan jumlah air yang diperlukan per m³ beton dengan Tabel 7.9. Berdasarkan nilai *slump* 75 mm – 100 mm dan ukuran maksimum kerikil 40 mm maka diperoleh kebutuhan air per m³ beton sebesar 177 liter atau 0,177 m³ dan udara terperangkap yaitu 1%.
5. Dihitung jumlah semen yang diperlukan per m³ beton sebesar :

$$W_s = A / f_{as}$$

$$= 0,177 / 0,474 = 0,373 \text{ Ton}$$
6. Dihitung volume kerikil dengan Tabel 7.10. Berdasarkan ukuran maksimum kerikil 40 mm dan modulus halus butir pasir 2,660 maka diperoleh kebutuhan kerikil (interpolasi) 0,734 m³.
 Dengan berat volume kerikil (SSD) 1,623 maka :
 Berat kerikil (W_k) = 1,623 x 0,734 = 1,191 Ton
7. Jumlah volume absolute air, semen, kerikil, dan udara adalah :

$$V_a + V_s + V_k + V_u = 0,177 + (0,373/3,15) + (1,191/2,649) + 0,01$$

$$= 0,755 \text{ m}^3$$
 Volume absolute pasir :

$$V_p = 1 - 0,755 = 0,245 \text{ m}^3$$
 Berat pasir (W_p) = 0,245 x 2,532 = 0,620 Ton
8. Kontrol hitungan, dengan cara menghitung 1 meter kubik beton, yaitu berat total air, semen, kerikil, dan pasir :

$$\text{Berat beton} = W_a + W_s + W_k + W_p$$

$$= 0,177 + 0,373 + 1,191 + 0,620$$

$$= 2,361 \text{ Ton}$$

Diperkirakan betul, karena berat beton sebesar 2300 kg/m^3

9. Ditambah faktor keamanan 20 % :

a. Berat semen (W_{pc}) = $373 \times 1,2 = 447,60 \text{ Kg}$

b. Berat pasir (W_{ps}) = $620,1 \times 1,2 = 744,12 \text{ Kg}$

c. Berat Kerikil (W_{kr}) = $1191 \times 1,2 = 1429,44 \text{ Kg}$

d. Berat air (W_{air}) = $177 \times 1,2 = 212,40 \text{ Kg} = \text{Liter}$

10. Digunakan 18 buah silinder; volume 18 buah silinder = $0,0954 \text{ m}^3$, maka kebutuhan air, semen, pasir dan kerikil :

a. $W_{pc} = 447,60 \times 0,0954 = 42,701 \text{ Kg}$

b. $W_{ps} = 744,12 \times 0,0954 = 70,989 \text{ Kg}$

c. $W_{kr} = 1429,44 \times 0,0954 = 136,368 \text{ Kg}$

d. $W_{air} = 212,40 \times 0,0954 = 20,263 \text{ Liter}$

Untuk lebih jelasnya, perancangan campuran adukan beton mutu beton $f_c' = 25 \text{ MPa}$ dan $f_c' = 30 \text{ MPa}$ dapat dilihat pada Lampiran 3 halaman 11-17

4.2.2 Pembuatan Benda Uji

Setelah diketahui proporsi berat semen, pasir, kerikil dan air dari hasil perancangan campuran, dilakukan penimbangan bahan penyusun sesuai perancangan. Bahan-bahan yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam mesin pengaduk beton/molen dan dilaksanakan pengadukan agar bahan campuran menjadi seragam

atau terjadi campuran yang rata atau homogen. Untuk mengetahui kelacakan kekentalan adukan beton dilakukan pengujian nilai *slump*.

Percobaan *slump* ialah suatu cara untuk mengukur atau mengetahui kelacakan adukan beton, alat yang digunakan berupa corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya dengan bagian bawah berdiameter 20 cm, diameter atas 10 cm, tinggi 30 cm dan tongkat baja dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm yang digunakan untuk menusuk campuran beton agar menjadi padat.

Cara pengujian *slump* yaitu mula-mula corong konus ditaruh ditempat yang rata dan tidak menghisap air, adukan beton dimasukkan ke dalam corong dengan hati-hati dan corong dipegang erat-erat agar tidak bergerak. Jumlah adukan yang dimasukkan kira-kira sepertiga volume corong, kemudian ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali dengan tongkat baja. Selanjutnya adukan kedua yang volumenya kira-kira sama dengan lapisan pertama dan ditusuk-tusuk juga, penusukan jangan sampai menusuk lapisan pertama. Berikutnya lapisan ketiga dimasukkan dan di tusuk juga, lalu permukaan adukan beton diratakan sama dengan permukaan corong. Setelah itu, tunggu 60 detik dan kemudian tarik corong lurus keatas dan ukur penurunan permukaan atas adukan dengan penggaris.

Memasukkan campuran beton kedalam cetakan harus bertahap dan dilakukan pemadatan setiap lapisan. Tujuan pemadatan yaitu untuk menghilangkan rongga-rongga udara atau pori agar tercapai kepadatan yang maksimal. Setelah beton kering atau berumur satu hari dilakukan perawatan beton agar permukaan beton selalu segar/lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton cukup keras. Kelembaban

permukaan beton harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. Bila perawatan tidak dilakukan, akan terjadi beton yang kurang kuat, dan timbul retak-retak. Selain itu, kelembaban permukaan dapat menambah beton lebih tahan cuaca dan lebih kedap air.

4.2.3 Pengujian Kuat Desak Beton

Pengujian desak beton dilakukan untuk mengetahui kekuatan beton pada umur yang dikehendaki. Pada penelitian ini pengujian desak beton dilakukan pada umur 7 hari, 9 hari, dan 28 hari dengan menggunakan mesik uji desak yang ada di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

Langkah-langkah dari pengujian kuat desak beton yaitu :

1. Alat-alat dan benda uji yang akan digunakan dalam percobaan ini disiapkan terlebih dahulu.
2. Tiap benda uji dicatat mutu betonnya, tanggal pembuatan dan tanggal pengujian.
3. Benda uji (silinder beton) diukur diameter rata-rata di tengah-tengah, tinggi benda uji (ketelitian sampai 0,1 mm) dan berat silinder beton tersebut.
4. Pengujian dengan mesin dilakukan sebagai berikut : dilakukan pencatatan panjang awal (L_0) silinder beton pada *Ekstensometer* kemudian dipasang pada mesin desak beton. Mesin dihidupkan, pada saat jarum mulai bergerak stopwatch diaktifkan, pada setiap pembebanan 10 KN dicatat pembacaan

pada *Ekstensometer*. Setelah benda uji pecah (mencapai beban maksimum) dilakukan pencatatan beban maksimum dan waktu pengujian.

4.2.4. Pengujian Tarik Baja

Baja tulangan yang digunakan berupa baja tulangan ulir dengan diameter 13 mm diuji tarik untuk mengetahui nilai tegangan leleh (F_y) dan tegangan maksimal. Pengujian ini dilakukan terhadap 2 buah benda uji dan nilai F_y baja adalah rata-rata dari kedua hasil pengujian contoh tersebut. Urutan pengujian tarik baja tersebut adalah sebagai berikut :

1. Alat-alat dan benda uji disiapkan terlebih dahulu,
2. Diameter benda uji diukur menggunakan kaliper dengan ketelitian 0,05 mm, dan diukur panjang antara titik-titik bagi (punchmarks),
3. Diukur pula jarak antara titik 0 ke 1; 0 ke 2 ; sampai titik 0 ke 10 dengan menggunakan kaliper,
4. Benda uji dipasangkan pada *Ekstensometer* dan diukur panjang awalnya,
5. Dari *Ekstensometer* kemudian diatur agar jarumnya menunjukkan angka nol, kemudian dipasangkan pada mesin tarik *Shimadzu*,
6. Mesin dinyalakan, pada saat beban mulai bekerja, stopwatch dihidupkan serta dicatat pembebanan *Ekstensometer* pada setiap tambahan 100 kg,
7. Kecepatan mesin 500 kg/menit, setelah beban luluh dicatat lalu dilepaskan *Ekstensometer* nya,

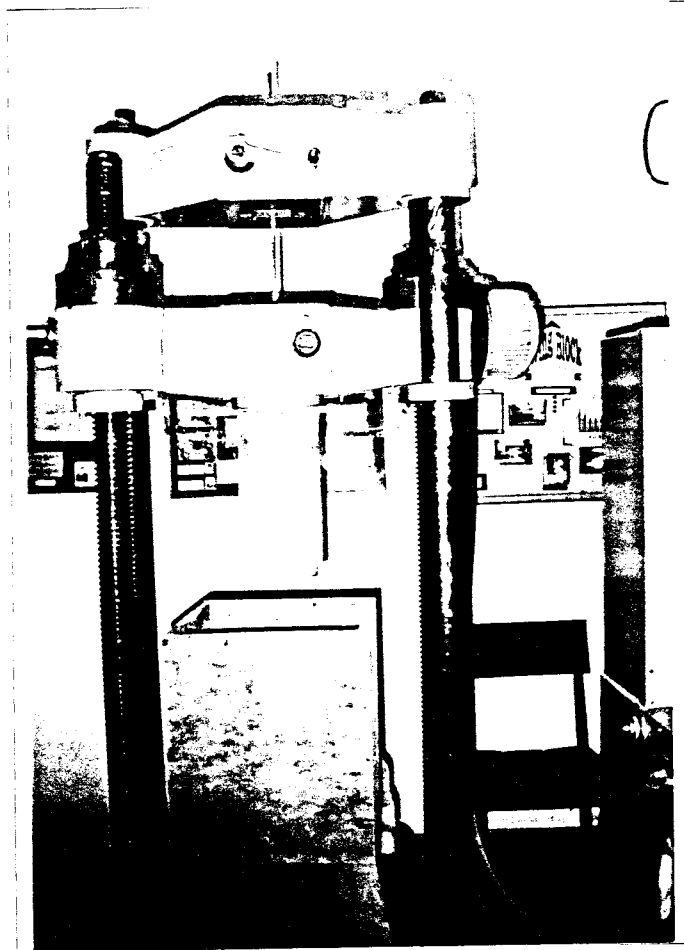
8. Mesin dijalankan secara kontinyu, jika panjangnya bertambah 2 mm (dengan jangka) besarnya beban dicatat hingga baja tersebut patah,
9. Setelah baja patah, benda uji dilepas dari grip.

4.2.5. Pengujian *Pull out*

Pengujian *Pull out* (kuat lekat) dilaksanakan setelah umur beton mencapai 28 hari. Pada pengujian ini, benda uji diletakkan pada alat uji dengan posisi benda uji diatur seperti yang terlihat pada gambar 4.2. Berikut urutan pelaksanaan pengujian *Pull out* :

1. Alat-alat dan benda uji dipersiapkan terlebih dahulu.
2. Benda uji dipasang pada mesin uji kuat tarik dan diatur posisinya seperti gambar 4.2
3. *Ekstensometer* dipasang pada bagian atas benda uji dan jarum penunjuknya diposisikan pada angka nol.
4. Mesin dihidupkan, pada saat jarum mulai bergerak stopwatch diaktifkan.
5. Di catat pembacaan pada *Ekstensometer* untuk setiap pembebanan 100 Kgf atau 250 Kgf sampai mencapai beban maksimum atau baja tulangan didalam silinder beton mengalami lolos tarik. Setelah itu dicatat beban maksimum dan lamanya waktu pengujian.
6. Setelah benda uji dilepas dari mesin uji kuat tarik, dicatat panjang lolos tarik dari baja tulangan.

Untuk lebih jelasnya berikut ditampilkan foto saat pengujian *Pull out* (uji kuat lekat) :



Gambar 4.3. Pengujian *Pull Out*

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian

5.1.1. Uji Kuat Desak Beton

Benda uji yang dibuat untuk pengujian kuat desak sebanyak 18 buah sampel, masing-masing mutu beton terdiri dari 6 sampel untuk mutu beton 20 MPa, 6 sampel untuk mutu beton 25 MPa, dan 6 sampel untuk mutu beton 30 MPa.

Nilai mutu beton yang direncanakan setelah pengujian pada usia 28 hari, di peroleh nilai kuat desak yang sangat bervariasi diantara enam sampel tersebut, dari keenam sampel tersebut diambil nilai kuat tekan rata-rata (tabel 5.1).

Tabel 5.1. Hasil pengujian kuat desak beton

Sampel	Mutu Beton Rencana MPa	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (Kg)	Luas (cm ²)	fc (MPa)	fc rata- rata(MPa)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	20	14,550	29,490	12,3600	166,186	15,74	26,138
2	20	14,600	29,300	12,400	167,331	28,905	
3	20	14,650	29,250	12,550	168,248	29,301	
4	20	14,510	29,390	12,350	165,234	27,571	
5	20	14,600	29,200	12,400	167,331	29,063	
6	20	14,600	29,350	12,400	167,331	26,251	

Lanjutan Tabel 5.1.

1	2	3	4	5	6	7	8
1	25	14,410	29,490	12,300	163,004	35,007	34,287
2	25	14,350	29,300	12,450	161,649	33,955	
3	25	14,600	29,210	12,250	167,331	32,803	
4	25	14,300	29,120	12,300	160,525	38,102	
5	25	14,500	29,500	12,650	165,046	35,157	
6	25	14,430	29,200	12,500	163,456	30,702	
1	30	14,700	29,510	12,450	169,631	40,848	39,688
2	30	14,620	29,100	12,500	167,789	41,461	
3	30	14,510	29,350	12,300	165,274	38,635	
4	30	14,650	29,350	12,600	168,478	33,767	
5	30	14,500	29,900	12,800	165,046	41,289	
6	30	14,650	29,400	12,500	168,478	42,132	

Setelah diketahui hasil kuat tekan masing-masing benda uji dan kuat tekan rata-rata semua benda uji maka dihitung kuat tekan yang diisyaratkan ($f'c$) dengan menggunakan rumus (Kardiyono, 1992) :

$$f'c = f_{cm} - 1,64 \cdot S_d \text{ atau } f'c = f_{cm} - k \cdot S_d ; \text{ dimana}$$

$$k = 0,95 \text{ (didapat dari perhitungan jumlah sampel/ data statistik)}$$

$$S_d = \left[\frac{(f_c - f_{cm})^2}{n-1} \right]^{0,5}$$

dan : $f'c$ = Kuat tekan yang diisyaratkan (MPa)

f_c = Kuat tekan masing-masing benda uji (MPa)

f_{cm} = Kuat tekan rata-rata semua benda uji (MPa)

S_d = Deviasi standar (MPa)

n = Jumlah benda uji

Berikut hasil perhitungan kuat tekan yang diisyaratkan (f'_c) berdasarkan rumus tersebut :

a. Mutu beton 20 MPa

1. sampel satu

$$S_d = \left[\frac{(f_c - f_{cm})^2}{n-1} \right]^{0,5}$$

$$S_d = \left[\frac{(15,74 - 26,138)^2}{6-1} \right]^{0,5}$$

$$S_{d1} = 4,245 \text{ MPa}$$

$$f'_{c1} = f_{cm} - 0,950 \cdot S_{d1} = 26,138 - 0,950 \cdot 4,245 = 22,105 \text{ MPa}$$

2. sampel dua

$$S_d = \left[\frac{(f_c - f_{cm})^2}{n-1} \right]^{0,5}$$

$$S_d = \left[\frac{(28,905 - 26,138)^2}{6-1} \right]^{0,5}$$

$$S_{d2} = 1,237 \text{ MPa}$$

$$f'_{c2} = f_{cm} - 0,950 \cdot S_{d2} = 26,138 - 0,950 \cdot 1,237 = 24,962 \text{ MPa}$$

3. sampel tiga

$$Sd = \left[\frac{(fc - fcm)^2}{n-1} \right]^{0,5}$$

$$Sd = \left[\frac{(29,301 - 26,138)^2}{6-1} \right]^{0,5}$$

$$Sd3 = 1,414 \text{ MPa}$$

$$f'c_3 = fcm - 0,950 \cdot Sd3 = 26,138 - 0,950 \cdot 1,414 = 24,794 \text{ MPa}$$

4. sampel empat

$$Sd = \left[\frac{(fc - fcm)^2}{n-1} \right]^{0,5}$$

$$Sd = \left[\frac{(27,571 - 26,138)^2}{6-1} \right]^{0,5}$$

$$Sd4 = 0,640 \text{ MPa}$$

$$f'c_4 = fcm - 0,950 \cdot Sd4 = 26,138 - 0,950 \cdot 0,640 = 25,530 \text{ MPa}$$

5. sampel lima

$$Sd = \left[\frac{(fc - fcm)^2}{n-1} \right]^{0,5}$$

$$Sd = \left[\frac{(29,063 - 26,138)^2}{6-1} \right]^{0,5}$$

$$Sd5 = 1,308 \text{ MPa}$$

$$f'c_5 = fcm - 0,950 \cdot Sd5 = 26,138 - 0,950 \cdot 1,308 = 24,895 \text{ MPa}$$

6. sampel enam

$$Sd = \left[\frac{(fc - fcm)^2}{n-1} \right]^{0,5}$$

$$Sd = \left[\frac{(15,74 - 26,138)^2}{6-1} \right]^{0,5}$$

$$Sd_6 = 0,050 \text{ MPa}$$

$$f'_{c_6} = fcm - 0,950 \cdot Sd_6 = 26,138 - 0,95 \cdot 0,050 = 26,089 \text{ MPa}$$

Untuk lebih jelasnya hasil perhitungan mutu beton $f'c=20$ MPa, $f'c=25$ MPa dan $f'c=30$ MPa dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Mutu Beton yang Diisyaratkan

Sampel	Mutu Beton Rencana(MPa)	fc (MPa)	fc rata-rata (MPa)	Sd (MPa)	f'c (MPa)	f'c rata-rata (MPa)
1	2	3	4	5	6	7
1	20	15,740	26,138	4,245	22,105	24,729
2	20	28,905		1,237	24,962	
3	20	29,301		1,414	24,794	
4	20	27,571		0,640	25,530	
5	20	29,063		1,308	24,895	
6	20	26,251		0,050	26,089	

Lanjutan Tabel 5.2.

1	2	3	4	5	6	7
1	25	35,007		0,322	33,981	
2	25	33,955		0,148	34,146	
3	25	32,803		0,663	33,657	
4	25	38,102	34,287	1,706	32,666	33,521
5	25	35,157		0,389	33,917	
6	25	30,702		1,603	32,764	
1	30	40,848		0,518	39,195	
2	30	41,461		0,793	38,934	
3	30	38,635		0,471	39,240	
4	30	33,767	39,688	2,648	37,172	38,571
5	30	41,289		0,716	39,007	
6	30	42,132		1,903	37,880	

Dengan melihat tabel 5.2. diatas, terdapat hasil kuat tekan diisyaratkan yang sangat bervariasi, ada yang kecil atau tidak sesuai dengan perencanaan dan juga ada pula yang melebihi perencanaan. Hal ini bisa di sebabkan oleh beberapa faktor antara lain faktor air semen, cara pengerjaan, cara pemadatan, umur beton, jenis semen, dan jumlah kandungan semen. Untuk mendapatkan mutu beton yang relatif sama, maka

dibuat beberapa benda uji dan hasil pengujian kuat desak dirata-rata dan didapat mutu betonnya.

Modulus elastisitas beton dihitung dengan rumus :

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c} ; \text{ dengan}$$

E_c = Modulus elastisitas beton (MPa)

f'_c = Mutu beton yang diisyaratkan (MPa)

Berikut hasil perhitungan modulus elastisitas beton yang tercantum dalam Tabel 5.3

Tabel 5.3 Modulus Elastisitas Beton

No.	f'_c (MPa)	E_c (MPa)
1	24,706	23.361,411
2	33,521	26.802,777
3	38,571	29.189,610

5.1.2. Uji Tarik Baja

Pengujian tarik baja dilakukan untuk mengetahui gaya tarik yang menyebabkan leleh dan digunakan untuk mendapatkan nilai tegangan leleh (F_y), beban maksimum, beban putus, dan pertambahan panjang baja pada saat di tarik. Sebelum melakukan pengujian dimensi dari baja diukur terlebih dahulu. Berikut ini hasil perhitungan tegangan leleh baja yang terdiri dari dua sampel:

1. Sampel pertama

- Beban leleh = 2900 Kgf = 28.440,300 N
- Beban Maksimum = 4225 Kgf
- Beban putus = 3125 Kgf

$$\text{Tegangan leleh baja } (F_{y1}) = \frac{\text{Beban.leleh}}{\text{Abaja}} = \frac{28.440,300}{1/4.\pi.130^2} = 214,376 \text{ MPa}$$

2. Sampel kedua

- Beban leleh = 3020 Kgf = 29.617,140 N
- Beban maksimum = 4280 Kgf
- Beban putus = 3200 Kgf

$$\text{Tegangan leleh baja } (F_{y2}) = \frac{\text{Beban.leleh}}{\text{Abaja}} = \frac{29.617,140}{1/4.\pi.130^2} = 223,247 \text{ MPa}$$

$$F_{y \text{ rata-rata}} = \frac{214,376 + 223,247}{2} = 218,811 \text{ MPa}$$

Dari data pengujian tersebut di buat diagram tegangan regangan, untuk lebih lengkapnya data hasil pengujian lengkap terdapat pada lampiran 2. halaman 7-10

5.1.3. Uji Lekatan Beton dan Tulangan

Benda uji yang dibuat untuk uji lekatan terdiri dari:

1. 9 sampel untuk satu tulangan dalam berkas yang terbagi 3 untuk mutu beton 20 MPa, 3 untuk mutu beton 25 MPa, dan 3 untuk mutu beton 30 MPa.

2. 9 sampel untuk dua tulangan dalam berkas yang terbagi 3 untuk mutu beton 20 MPa, 3 untuk mutu beton 25 MPa, dan 3 untuk mutu beton 30 MPa.
3. 9 sampel untuk tiga tulangan dalam berkas yang terbagi 3 untuk mutu beton 20 MPa, 3 untuk mutu beton 25 MPa, dan 3 untuk mutu beton 30 MPa.
4. 9 sampel untuk empat tulangan dalam berkas yang terbagi 3 untuk mutu beton 20 MPa, 3 untuk mutu beton 25 MPa, dan 3 untuk mutu beton 30 MPa.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.1. perlakuan berkas tulangan dan hasil penelitian kuat lekat terdapat pada lampiran 5.

Rumus yang digunakan untuk menghitung tegangan lekat ialah (Hook) :

$$\sigma_{ikt} = \frac{P_{maks}}{Ab} \quad \text{dimana :}$$

σ_{ikt} = Tegangan lekat (MPa)

P_{maks} = Beban tarik maksimum (N)

Ab = Luas permukaan tulangan baja yang terbenam dalam beton (mm^2)

$$= \pi \cdot db \cdot ld \cdot n$$

n = Jumlah tulangan dalam satu berkas

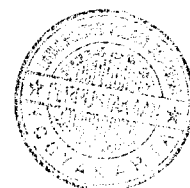
db = Diameter tulangan (mm)

ld = Panjang penyaluran (mm)

Dengan menggunakan rumus diatas, dapat dihitung kuat lekat masing-masing benda uji. Hasil perhitungan tegangan lekat selanjutnya disajikan dalam tabel 5.4, tabel 5.5 dan tabel 5.6.

Tabel 5.4 Hasil perhitungan tegangan lekat beton 20 MPa

No.	Jum. Tul dalam Berkas	Mutu beton (MPa)	Beban maksimum (N)	Diameter (mm)	Luas permukaan baja (mm ²)	Tegangan lekat/ σ_{lkt} (MPa)	Tegangan Lekat Rata-Rata
1	1	20	38.247,300	13	6.939,400	5,511	5,389
2	1	20	38.051,160	13	6.939,400	5,483	
3	1	20	35.893,620	13	6.939,400	5,172	
1	2	20	56.096,040	13	13.878,080	4,042	4,509
2	2	20	50.996,400	13	13.878,080	3,674	
3	2	20	80.662,570	13	13.878,080	5,812	
1	3	20	78.946,350	13	20.818,200	3,792	3,187
2	3	20	59.822,700	13	20.818,200	2,873	
3	3	20	60.313,050	13	20.818,200	2,897	
1	4	20	85.566,070	13	27.757,600	3,082	2,881
2	4	20	69.139,350	13	27.757,600	2,490	
3	4	20	85.320,900	13	27.757,600	3,073	



Tabel 5.5 Hasil perhitungan tegangan lekat beton 25 MPa

No.	Jum. Tul dalam Berkas	Mutu beton (MPa)	Beban maksimum (N)	Diameter (mm)	Luas permukaan baja (mm ²)	Tegangan lekat/ σ_{lkt} (MPa)	Tegangan Lekat Rata-Rata
1	1	25	37.855,020	13	6.939,400	5,455	5,501
2	1	25	37.756,950	13	6.939,400	5,440	
3	1	25	38.933,790	13	6.939,400	5,610	
1	2	25	57.370,950	13	13.878,080	4,134	3,898
2	2	25	45.602,550	13	13.878,080	3,286	
3	2	25	59.332,350	13	13.878,080	4,275	
1	3	25	61.784,100	13	20.818,200	2,967	3,285
2	3	25	76.984,950	13	20.818,200	3,697	
3	3	25	66.442,420	13	20.818,200	3,191	
1	4	25	84.340,200	13	27.757,600	3,038	2,767
2	4	25	75.513,900	13	27.757,600	2,720	
3	4	25	70.610,400	13	27.757,600	2,543	

Tabel 5.6 Hasil perhitungan tegangan lekat beton 30 MPa

No.	Jum. Tul dalam Berkas	Mutu beton (MPa)	Beban maksimum (N)	Diameter (mm)	Luas permukaan baja (mm ²)	Tegangan lekat/ σ_{lkt} (MPa)	Tegangan Lekat Rata-Rata
1	1	30	37.168,530	13	6.939,400	5,356	5,850
2	1	30	47.563,950	13	6.939,400	6,854	
3	1	30	37.070,460	13	6.939,400	5,342	
1	2	30	62.764,800	13	13.878,080	4,522	4,322
2	2	30	44.621,850	13	13.878,080	3,215	
3	2	30	72.571,800	13	13.878,080	5,230	
1	3	30	101.747,620	13	20.818,200	4,887	4,137
2	3	30	80.417,400	13	20.818,200	3,862	
3	3	30	76.249,420	13	20.818,200	3,662	
1	4	30	114.741,900	13	27.757,600	4,133	3,774
2	4	30	80.417,400	13	27.757,600	2,897	
3	4	30	119.155,050	13	27.757,600	4,292	

Dari hasil perhitungan tegangan lekat rata-rata pada tabel diatas, penggunaan tulangan tunggal mempunyai tegangan lekat yang relatif lebih besar dari penggunaan dua tulangan dalam satu berkas, tiga tulangan dalam satu berkas dan empat tulangan dalam satu berkas. Hal ini disebabkan karena ada beberapa bagian permukaan tulangan yang tidak berhubungan langsung dengan beton dan luas permukaan tulangan baja yang terbenam dalam beton (A_b). Semakin banyak jumlah tulangan dalam berkas, semakin menurunkan tegangan lekatnya. Sama halnya dengan jumlah tulangan dalam berkas, mutu beton juga mempunyai pengaruh terhadap tegangan lekat, makin tinggi mutu beton makin besar tegangan lekatnya.

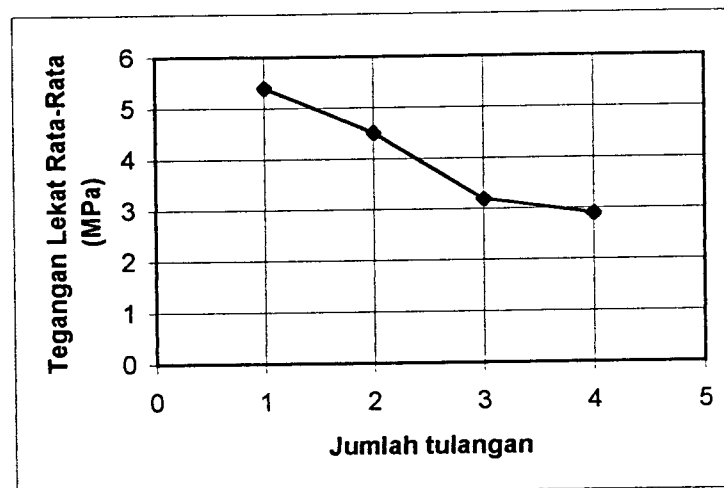
Jika jumlah tulangan bertambah banyak dalam berkas (dalam hal ini 1 tulangan dalam berkas, 2 tulangan dalam berkas, 3 tulangan dalam berkas dan 4 tulangan dalam berkas) maka luasan A_b semakin besar. Ini menyebabkan tegangan lekat semakin mengecil dengan jumlah tulangan yang bertambah banyak.

Baja tulangan tunggal pada beton dapat meningkatkan kekuatan tarik penampang beton, yang tergantung pada keserasian antara kedua bahan tersebut untuk bekerjasama memikul beban. Pada saat pembebanan, baja tulangan harus mengalami regangan yang sama atau deformasi yang sama dengan beton disekelilingnya untuk mencegah terlepasnya kedua material tersebut. Penggunaan berkas tulangan dengan luasan lekat dikali dengan jumlah tulangan dalam satu berkas menghasilkan luasan yang besar, tetapi terjadi ketidakserasian antara baja tulangan dan beton untuk menahan beban tarik sehingga menyebabkan silinder beton pecah sebelum beban maksimum. Hal ini disebabkan karena pada saat pembebanan luasan

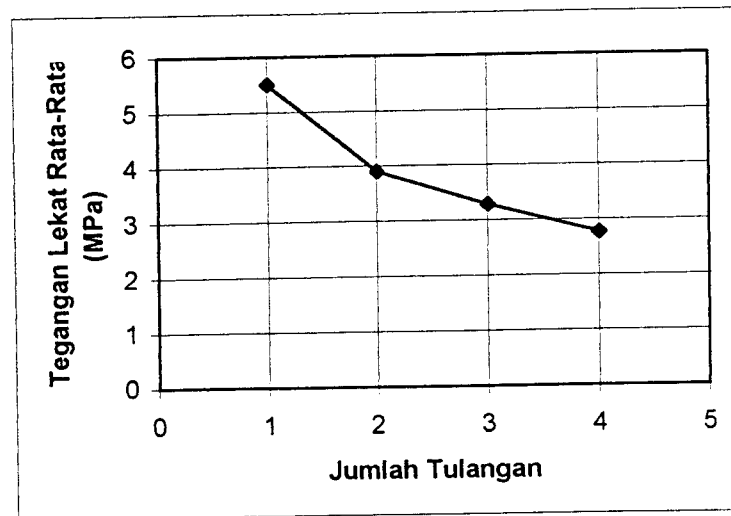
yang besar tersebut tidak sepenuhnya bersentuhan dengan beton sehingga menyebabkan tergelincirnya baja tulangan.

5.1.4. Pengaruh Jumlah Tulangan Terhadap Tegangan Lekat

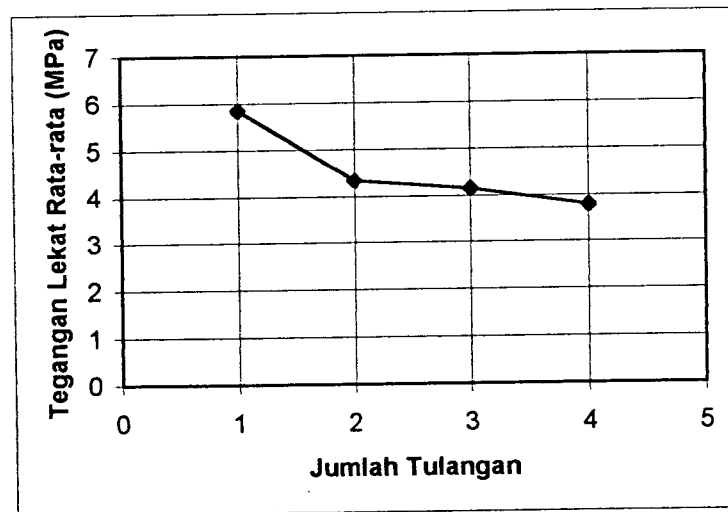
Perubahan nilai tegangan lekat beton terhadap baja tulangan dari masing-masing mutu beton dapat dilihat pada gambar 5.1. sampai 5.3.



Gambar 5.1. Pengaruh Jumlah Tulangan dalam berkas terhadap tegangan lekat dengan mutu beton 20 MPa



Gambar 5.2. Pengaruh Jumlah Tulangan dalam berkas terhadap tegangan lekat dengan mutu beton 25 MPa



Gambar 5.3. Pengaruh Jumlah Tulangan dalam berkas terhadap tegangan lekat dengan mutu beton 30 MPa

Tegangan lekat untuk mutu beton 20 MPa terlihat bahwa tulangan tunggal memiliki tegangan lekat rata-rata sebesar 5,389 MPa, tegangan lekat turun menjadi 4,509 MPa pada berkas tulangan yang terdiri dari dua tulangan, tegangan lekat turun lagi menjadi 3,187 untuk berkas tulangan yang terdiri dari tiga tulangan dan untuk berkas tulangan yang terdiri dari empat tulangan nilai tegangan lekat turun menjadi 2,881 MPa.

Tegangan lekat untuk mutu beton 25 MPa relatif naik jika nilai tegangan lekatnya dibandingkan dengan tegangan lekat mutu beton 20 MPa, tetapi nilai tegangan lekat untuk berkas tulangan yang terdiri dari satu tulangan masih lebih besar yaitu 5,501 MPa, 3,898 untuk berkas tulangan yang terdiri dari dua tulangan, 3,285 untuk berkas tulangan yang terdiri dari tiga tulangan dan 2,767 untuk berkas tulangan yang terdiri dari empat tulangan. Beton dengan mutu beton 30 MPa mengalami perubahan nilai tegangan lekat pada berkas tulangan yang terdiri dari tiga tulangan dan empat tulangan yaitu 4,137 MPa untuk berkas tulangan yang terdiri dari tiga tulangan dan 3,774 MPa untuk berkas tulangan yang terdiri dari empat tulangan. Sedangkan nilai tegangan lekat untuk berkas tulangan yang terdiri dari satu tulangan sebesar 5,850 MPa dan 4,322 MPa untuk berkas tulangan yang terdiri dari dua tulangan.

5.2. Pembahasan

5.2.1 Pengaruh Mutu Beton Terhadap Tegangan Lekat

Mutu beton sangat berpengaruh terhadap kuat desak maupun kuat lekatnya. Kuat lekat beton sangat kecil dibandingkan kuat tekannya, maka dengan menaikkan mutu beton dengan cara mendesain mutu beton berdasarkan bahan susun campuran beton maka diharapkan kuat lekat beton dapat lebih besar. Hal itu dapat dilihat pada hasil penelitian ini, yang mana kuat lekat beton naik dari mutu beton 20 MPa ke mutu beton 25 MPa naik sebesar 2,035 % dan juga naik menjadi 7,880 % untuk mutu beton 30 MPa. Perhitungan ini didapat dari hasil hitungan tegangan lekat rata-rata beton dan baja tulangan yang dibandingkan dari mutu 20 MPa, 25 MPa, dan 30 MPa. Menurut Kardiyono, mendapatkan mutu beton yang baik (tegangan lekat tinggi), disamping mendesain campuran beton secara baik dan teliti, perlu juga diperhatikan faktor-faktor di bawah ini:

1. Faktor air semen

Faktor air semen ialah perbandingan berat air dan berat semen di dalam campuran beton. Jika air semen dalam campuran beton terlalu banyak atau terlalu sedikit maka akan menurunkan kualitas beton.

2. Umur beton

Kekuatan beton akan bertambah sejalan dengan bertambahnya umur beton, umur beton yang disyaratkan yaitu 28 hari, karena pada masa tersebut campuran beton masih bereaksi untuk mencapai kekuatan maksimum.

3. Pengaruh agregat

Pengaruh agregat terutama dilihat dari bentuk agregat, tekstur/ permukaan, dan ukuran maksimum agregat yang digunakan.

Sehingga dalam penggunaan mutu beton yang tinggi akan mendapatkan kuat desak yang tinggi dan juga memiliki tegangan lekat yang kuat. Dengan menggunakan tegangan lekat yang kuat, dan beton mengalami beban tarik maka pada beton tersebut tidak mudah retak. Ini dapat dilihat pada hasil pengujian tarik mutu beton 20 MPa, 25 MPa, pada beton sangat mudah/cepat retak pada saat beban belum maksimum.

Faktor pengali perbandingan antara tegangan lekat dan mutu beton dari hasil penelitian di dapat dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Mutu beton 20 MPa

Tegangan lekat rata-rata dari hasil perhitungan pada tabel 5.4 adalah sebesar $(\sigma_{lkt}) = 5,389$ MPa.

2. Mutu beton 25 MPa

$$\sigma_{lkt} = \frac{P_{maks}}{A_b} = \frac{P_{maks}}{\pi \cdot d \cdot l_d} = 5,501$$

3. Mutu beton 30 MPa

$$\sigma_{lkt} = \frac{P_{maks}}{A_b} = \frac{P_{maks}}{\pi \cdot d \cdot l_d} = 5,850$$

Sehingga nilai tegangan lekat rata-rata dari ketiga mutu beton tersebut adalah:

$$\sigma_{lkt} = \frac{5,389 + 5,501 + 5,850}{3} = 5,580$$

Dan nilai $f'c$ didapat dari kuat desak rata-rata beton yaitu:

$$f'c = \frac{24,706 + 33,521 + 38,571}{3} = 32,266$$

Maka dapat dirumuskan perbandingan antara tegangan lekat dan mutu beton berdasarkan hasil penelitian yaitu sebesar :

$$\sigma_{lkt} = X \sqrt{f'c} \text{ atau } \sigma_{lkt} = X f'c^{1/2}$$

$$5,580 = X \cdot 32,266^{1/2}$$

$$X = 0,982$$

Sehingga persamaan tegangan lekat menjadi $\sigma_{lkt} = 0,982 \sqrt{f'c}$

Jika dibandingkan hasil penelitian tegangan lekat dengan menggunakan rumus diatas dengan cara teoritis, maka untuk menghitung tegangan lekat cara teoritis digunakan rumus (Ir. A. Kadir Aboe, MS. 1999) :

$$\sigma_{lkt} = 0,70 \sqrt{f'c} \quad (f'c \text{ dalam MPa})$$

Untuk lebih lengkapnya perbandingan hasil penelitian dan perhitungan dengan cara teoritis dapat dilihat pada tabel 5.7.

Tabel 5.7. Perbandingan tegangan lekat hasil penelitian dan cara teoritis

Mutu beton yang diisyaratkan ($f'c$) (MPa)	Tegangan lekat secara teoritis (MPa)	Hasil penelitian (MPa)
24,729	3,481	4,883
33,521	4,052	5,685
38,571	4,347	6,098

Dengan melihat tabel 5.7. diatas, hasil penelitian memiliki tegangan lekat yang lebih besar dari hitungan secara teoritis. Hasil yang didapat dari penelitian merupakan perbandingan beban yang bekerja pada beton dengan keliling baja tulangan yang tertanam dalam beton dan juga pengaruh dari sirip-sirip baja tulangan yang dapat meningkatkan kekuatan lekat antara baja tulangan dan beton.

5.2.2. Analisis Panjang Penyaluran

Untuk menghitung panjang penyaluran terhadap batang tulangan yang mengalami tarik SK SNI T 15-1991-03 memberikan rumus atau ketentuan sebagai berikut:

$$L_d = L_{dh} \times m$$

Dengan: m = faktor modifikasi

$$= 1,200 \text{ (untuk berkas yang terdiri tiga tulangan)}$$

= 1,330 (untuk berkas yang terdiri empat tulangan)

L_d = panjang penyaluran (mm)

L_{dh} = panjang penyaluran dasar (mm)

Untuk mencari nilai m (faktor pengali) dalam perhitungan panjang penyaluran pada berkas tulangan digunakan rumus:

$$m = \frac{\sigma_{kl}}{\sigma_{kn}}$$

dengan: m = faktor pengali dalam perhitungan panjang penyaluran berkas tulangan

σ_{kl} = tegangan lekat pada tulangan tunggal (MPa)

σ_{kn} = tegangan lekat pada n buah tulangan (MPa)

Untuk lebih jelasnya hasil perhitungan faktor pengali panjang penyaluran berkas tulangan dengan tulangan tunggal terdapat pada tabel 5.8 sampai dengan tabel 5.10.

Tabel 5.8. Hasil perhitungan faktor pengali panjang penyaluran berkas tulangan mutu beton 20 MPa

Jumlah tulangan	ACI(1983)/SNI (1991)	Hasil penelitian
1	1,000	1,000
2	1,000	1,195
3	1,200	1,691
4	1,330	1,870

Tabel 5.9. Hasil perhitungan faktor pengali panjang penyaluran berkas tulangan
mutu beton 25 MPa

Jumlah tulangan	ACI(1983)/SNI (1991)	Hasil penelitian
1	1,000	1,000
2	1,000	1,411
3	1,200	1,674
4	1,330	1,988

Tabel 5.10. Hasil perhitungan faktor pengali panjang penyaluran berkas tulangan
mutu beton 30 MPa

Jumlah tulangan	ACI (1983)/SNI (1991)	Hasil penelitian
1	1,000	1,000
2	1,000	1,353
3	1,200	1,414
4	1,330	1,550

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa hasil yang didapat lebih besar dari ketentuan yang ditetapkan oleh ACI/SNI, dikarenakan faktor pengali yang disyaratkan oleh ACI/SNI dihasilkan dari penelitian dengan jumlah sampel yang lebih

banyak dibandingkan jumlah sampel penelitian ini. Untuk mutu beton yang lebih tinggi nilai faktor pengali panjang penyaluran didapat lebih kecil jika di bandingkan dengan mutu beton yang lebih rendah, sehingga dalam perencanaan panjang penyaluran disesuaikan dengan mutu beton yang ada. Hal ini disebabkan untuk mutu beton yang rendah diperlukan panjang penyaluran yang lebih besar dari mutu beton yang tinggi (faktor pengali lebih besar mutu beton rendah dibandingkan mutu beton tinggi). Dengan adanya faktor pengali ini panjang penyaluran untuk tiap-tiap kebutuhan tidaklah sama.

5.2.3. Analisis Perimeter Efektif

Perimeter efektif yaitu perimeter yang menentukan luas bidang kontak atau bidang lekat antara permukaan berkas tulangan dan beton. Pada perencanaan beton bertulang dengan menggunakan berkas tulangan luasan bidang lekat antara baja tulangan dan beton sering dihitung dengan cara menghitung luas satu tulangan kemudian dikalikan dengan jumlah tulangan yang digunakan dalam berkas tulangan, padahal ada sebagian sisi tulangan yang tidak bersentuhan dengan permukaan beton. Untuk itu SK SNI T -15-1991-03 memberikan suatu cara untuk menghitung perimeter efektif luas tulangan berdasarkan pada faktor pengali panjang penyaluran, yaitu sebagai berikut:

1. Untuk berkas dengan tiga buah tulangan

$$\frac{1}{1,2} \times 3 = 2,500$$

2. untuk berkas dengan empat buah tulangan

$$\frac{1}{1,3} \times 4 = 3,000$$

Dengan melihat hasil hitungan di atas, penggunaan berkas dengan tiga tulangan hanya 2,5 kali luas tulangan tunggal yang dianggap bersentuhan dengan beton dan 3 kali luas tulangan tunggal untuk penggunaan berkas dengan empat tulangan. Dengan demikian ada sebagian luasan tulangan dalam berkas tulangan yang tidak bersentuhan dengan beton yang menyebabkan turunnya tegangan lekat.

Pada tabel 5.11. di bawah ini ditampilkan perbandingan perimeter efektif hasil penelitian dengan menggunakan rumus diatas dan persyaratan dari ACI atau SK SNI T 15-1991-03

Tabel 5.11. perbandingan perimeter efektif pada berkas tulangan

Jumlah tulangan	ACI(1983)/SNI (1991)	Hasil penelitian
2	2,000	1,515
3	2,500	1,883
4	3,000	2,219

Seperti yang telah diuraikan diatas bahwa dengan jumlah sampel yang lebih banyak dibandingkan penelitian ini, perbandingan perimeter efektif yang dihasilkan juga berbeda. Dapat dilihat pada Tabel 5.11 diatas bahwa perbandingan dari hasil penelitian dan ketentuan ACI/SNI menunjukkan bahwa hasil penelitian lebih kecil, ini berarti luas bidang kontak berkas tulangan dan beton lebih kecil. Dengan luas bidang kontak yang lebih kecil akan menurunkan tegangan lekat yang terjadi antara beton dan baja tulangan, padahal pada perhitungan tegangan lekat, luas permukaan tulangan baja yang terbenam dalam beton diasumsikan dikalikan dengan jumlah tulangan yang terdapat dalam berkas tulangan tersebut.

5.2.4. Jenis kerusakan

Selama dilakukan pembebanan terhadap benda uji, dilakukan pengamatan kondisi beton atau kerusakan yang terjadi pada saat pembebanan. Perubahan yang terjadi pada saat pembebanan yaitu terjadi retak pada silinder uji untuk berkas tulangan yang terdiri dari dua tulangan, tiga tulangan, dan empat tulangan, sehingga beban yang bekerja tidak maksimal atau hanya beberapa milimeter saja terjadi lolos pada tulangan. Sedangkan untuk berkas tulangan yang terdiri satu tulangan pada silinder uji tidak terjadi retak-retak sehingga beban yang bekerja bisa maksimal dan terjadi lolos pada baja tulangan mencapai satu sentimeter.

Pada baja tulangan terjadi penambahan panjang yang hampir sama dengan pengujian tarik baja. Untuk berkas tulangan yang terdiri dua, tiga, dan empat

tulangan, terjadi penambahan panjang yang relatif kecil. Hal ini disebabkan baja tulangan saling bekerja sama untuk menahan beban yang bekerja.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Tegangan lekat untuk tulangan tunggal yang didapat pada penelitian yaitu 5,389 MPa untuk mutu beton 20 MPa, 5,501 MPa untuk mutu beton 25 MPa, dan 5,850 MPa untuk mutu beton 30 MPa.
2. Tegangan lekat makin baik dengan naiknya mutu beton yang digunakan.
3. Jumlah tulangan dalam berkas mempengaruhi tegangan lekat, sehingga tegangan lekat menurun untuk penggunaan berkas tulangan yang terdiri dari dua tulangan, tiga tulangan, dan empat tulangan.
4. Perbandingan antara tegangan lekat dan mutu beton berdasarkan hasil penelitian didapat tegangan lekat $\sigma_{lkt} = 0,982 \sqrt{f'c}$, hasil yang didapat tersebut lebih besar dari hitungan secara teoritis karena sirip-sirip pada baja tulangan yang digunakan dapat meningkatkan tegangan lekat beton dan baja tulangan jika dibandingkan dengan tulangan polos.
5. Faktor pengali panjang penyaluran yang di syaratkan ACI/SNI relatif tidak aman untuk penggunaan berkas tulangan yang terdiri dua, tiga, dan empat tulangan. Dari hasil penelitian faktor pengali untuk mutu beton 20 MPa dengan jumlah tulangan dalam berkas 2, 3, dan 4 berturut-turut yaitu 1,195 ; 1,691 ; 1,870. Mutu beton 25 MPa faktor pengali yang didapat berturut-turut

yaitu 1,411 ; 1,674 ; 1,988, dan untuk mutu beton 30 MPa yaitu 1,353 ; 1,414 ; 1,550

6. Faktor pengali panjang penyaluran untuk mutu beton yang lebih tinggi mempunyai nilai yang lebih kecil, sedangkan untuk mutu beton yang rendah faktor pengali panjang penyaluran lebih besar.
7. Berkas tulangan yang terdiri dari dua tulangan hanya memiliki luas yang bersentuhan dengan beton sebesar 1,515 kali luas tulangan tunggal, 1,883 kali luas tulangan tunggal untuk berkas tulangan yang terdiri dari tiga tulangan dan 2,219 kali luas tulangan tunggal untuk penggunaan berkas tulangan dengan empat tulangan.

6.2. Saran

1. Perlu penelitian yang lebih lanjut dengan menggunakan diameter tulangan yang berbeda dan mutu beton yang lebih tinggi atau rendah.
2. Perlu penelitian yang lebih teliti tentang penggunaan berkas tulangan dan perbedaan perilaku berkas tulangan dengan pembengkokan.
3. Diharapkan ada penelitian selanjutnya tentang berkas tulangan dengan panjang penyaluran yang berbeda.
4. Untuk penelitian lebih lanjut tentang berkas tulangan dibutuhkan jumlah sampel yang banyak.
5. Di harapkan adanya pembaharuan tentang peraturan-praturan yang telah di tentukan oleh SK SNI T – 15-1991-03.

DAFTAR PUSTAKA

- Ir. A. Kadir Aboe, MS, 1999, Bahan Kuliah STRUKTUR BETON BERTULANG-1
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan UII, Yogyakarta.
- Dep. Pek. Umum, 1989, TATA CARA PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN
KONTRUKSI BETON, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Jakarta.
- Dep. Pek. Umum, (SK SNI T-15-1991-03) TATA CARA PERHITUNGAN
STRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG, DPU, LPMP,
Bandung.
- Budianto dan Kris Setianto, 1986, DASAR-DASAR BETON BERTULANG, Penerbit
Erlangga , Jakarta.
- Edward G. Nawy, 1990, BETON BERTULANG (Suatu Pendekatan Dasar), PT.
Eresco, Bandung.
- Enny Yustikarini, 2001, PENGARUH JUMLAH TULANGAN DALAM SATU
BERKAS PADA KUAT LEKAT ANTARA BAJA TULANGAN POLOS
DAN BETON DENGAN PANJANG PENYALURAN 150 mm, Tugas Akhir,
JTS, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Istiawan Dipohusodo, 1994, STRUKTUR BETON BERTULANG, PT. Garmedia
Pustaka Utama, Jakarta.

- Kardiyono Tjokrodimuldjo, 1992, TEKNOLOGI BETON, Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Kardiyono Tjokrodimuldjo, 1992, BAHAN BANGUNAN, Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Winter G dan Nilson, A. H., 1993, (alih bahasa oleh tim penterjemah dan editor ITB),
PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG, penerbit Pradnya
Paramita, Jakarta.
- Wang. C. and Salmon, C.G, 1986 (alih bahasa oleh Ir. Binsar Hariandja, M.Eng,
Ph.D) DISAIN BETON BERTULANG, Edisi keempat, Penerbit Erlangga,
Jakarta.
- W. H. Mosley dan J. H. Bungey, 1984, PERENCANAAN BETON BERTULANG,
Penerbit Erlangga, Jakarta.

LAMPIRAN 1



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

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

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis benda uji : _____ Di periksa oleh :
 Nama benda uji : _____ 1. SYAFRIAL
 Asal : _____ 2. KHOLIDAENI
 Keperluan : _____
 Tanggal : 18 FEBRUARI 2023

ALAT – ALAT

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

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
	Berat agregat (W)	400.....	Gram	500...
Volume air (V ₁)	..500....	Cc	..500...	Cc
Volume air + Agregat (V ₂)	..656.....	Cc	..700...	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	2,5641..		..2,50..	
Berat jenis rata – rata	2,5320..			

Catatan :

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



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

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

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : _____ Di periksa oleh :
 Nama benda uji : _____ 1. SYAFRIZAL
 Asal : _____ 2. PHOLDAENI
 Keperluan : _____
 Tanggal : 18 FEBRUARI 2007

ALAT – ALAT

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

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	.400.....	Gram	.500..	Gram
Volume air (V ₁)	.500.....	Cc	.500..	Cc
Volume air + Agregat (V ₂)	.650.....	Cc	.690...	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	2,6666		2,635	
Berat jenis rata – rata	2,6990 .			

Catatan :

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



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

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

DATA PEMERIKSAAN
BERAT VOLUME AGREGAT HALUS " SSD "

Jenis benda uji : _____ Di periksa oleh :
 Nama benda uji : _____ 1. SYAFRIAL
 Asal : _____ 2. KHOUDAENI
 Keperluan : PENELITIAN
TUGAS AKHIR Tanggal : 18 FEBRUARI 2007

ALAT - ALAT

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

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat tabung (W_1)	4,35 Kg	5,1 Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	12,85 Kg	14,3 Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	$5,2987 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$5,2987 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	1,6041 t / m^3	1,7762 t / m^3
Berat volume rata-rata	1,67015 t / m^3	

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



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

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

DATA PEMERIKSAAN
BERAT VOLUME AGREGAT KASAR " SSD "

Jenis benda uji : _____ Di periksa oleh :
 Nama benda uji : _____ 1. RYAFRIZAL
 Asal : _____ 2. KHOLID BENI
 Keperluan : _____
 Tanggal : 18 FEBRUARI 2003

ALAT - ALAT

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

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat tabung (W_1)	4,35 Kg	5,1 Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	12,95 Kg	13,70 Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	$5,2987 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$5,2987 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	1,6230 t / m ³	1,6230 t / m ³
Berat volume rata-rata	1,6230 . t / m ³	

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



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

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

DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR PASIR

Jenis benda uji : _____
Nama benda uji : _____
Asal : _____
Keperluan : _____

Di periksa oleh :
1. SYAFRIZAL
2. KHO LIDAENI

Tanggal : 18 FEBRUARI 2003.

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
No	Ø lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	40	—	—	—	—	—	—
2	20	—	—	—	—	—	—
3	10	—	—	—	—	—	—
4	4.75	91,05	93,55	4,552	4,677	4,552	9,677
5	2.36	117,35	46,65	5,867	5,832	10,419	10,509
6	1.18	362,60	380,20	18,130	19,010	28,549	29,519
7	0.600	595	559,5	27,250	27,975	55,799	59,454
8	0.300	392,90	394,9	19,645	19,745	75,444	77,239
9	0.150	283,85	277,20	14,192	13,860	89,636	91,099
10	Pan	196,55	172,75	9,827	8,637	99,467	99,736
Jumlah						269,399	267,537

Jumlah rata - rata 265,968

$$\text{MODULUS HALUS BUTIR} = \frac{265,968}{100} \times 100\% = \boxed{2,65968}$$

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



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

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

DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR KERIKIL

Jenis benda uji : _____
Nama benda uji : _____
Asal : _____
Keperluan : _____

Di periksa oleh :

1. SYAFRIZAL
2. KHOLIDAENI

Tanggal : 18 FEBRUARI 2003

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
No	Ø lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	40	—	—	—	—	—	—
2	20	155,05	192,30	7,7525	9,615	7,7525	9,615
3	10	1579,65	1752,05	78,982	87,602	86,735	97,217
4	4.75	209,90	40,85	10,495	2,042	97,230	99,259
5	2.36	19,30	1,30	0,965	0,065	98,195	99,324
6	1.18	11,50	0,56	0,575	0,028	98,770	99,352
7	0.600	11,15	1,95	0,575	0,077	99,325	99,429
8	0.300	10,05	3,30	0,5025	0,165	99,830	99,614
9	0.150	7,00	6,35	0,350	0,317	100,180	99,931
10	Pan	1,300	4,75	0,065	0,237	100,245	100,168
Jumlah						788,265	803,929

Jumlah rata - rata 796,097

$$\text{MODULUS HALUS BUTIR} = \frac{796,097}{100} \times 100\% = \boxed{79,60}$$

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII

LAMPIRAN 2

Uji Tarik Baja

a. Sampel 1

Beban leleh = 2900 Kgf

Beban maksimum = 4225 Kgf

Beban putus = 3125 Kgf

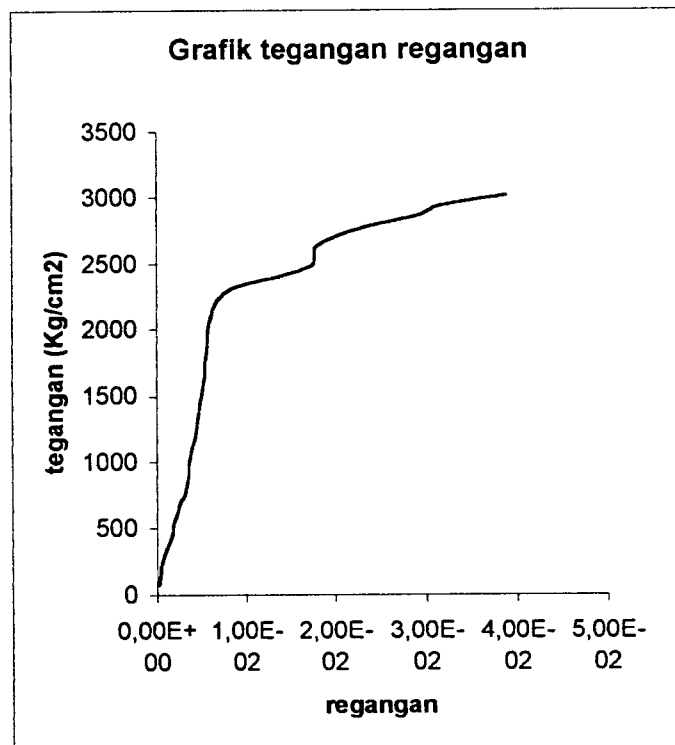
Pertambahan panjang (jarak 10 cm) = 1,8 cm

Tabel 1.1. hasil pengujian tarik baja sampel satu

Beban	Δl (mm)	tegangan (Kg/cm^2)	Regangan (mm)
1	2	3	4
100	1,40E-01	75,37783138	2,16E-04
200	2,40E-01	150,7556628	3,69E-04
300	3,00E-01	226,1334941	4,62E-04
400	5,20E-01	301,5113255	8,00E-04
500	8,00E-01	376,8891569	1,23E-03
600	1,10E+00	452,2669883	1,69E-03
700	1,20E+00	527,6448197	1,85E-03
800	1,46E+00	603,022651	2,25E-03
900	1,59E+00	678,4004824	2,45E-03
1000	2,00E+00	753,7783138	3,08E-03
1100	2,20E+00	829,1561452	3,39E-03
1200	2,29E+00	904,5339766	3,53E-03
1300	2,30E+00	979,9118079	3,54E-03
1400	2,47E+00	1055,289639	3,80E-03
1500	2,60E+00	1130,667471	4,00E-03
1600	2,82E+00	1206,045302	4,34E-03
1700	2,91E+00	1281,423133	4,48E-03
1800	3,00E+00	1356,800965	4,62E-03
1900	3,10E+00	1432,178796	4,77E-03
2000	3,25E+00	1507,556628	5,00E-03
2100	3,33E+00	1582,934459	5,13E-03
2200	3,45E+00	1658,31229	5,31E-03
2300	3,50E+00	1733,690122	5,39E-03
2400	3,60E+00	1809,067953	5,54E-03
2500	3,67E+00	1884,445784	5,65E-03
2600	3,70E+00	1959,823616	5,70E-03
2700	3,80E+00	2035,201447	5,85E-03
2800	3,98E+00	2110,579279	6,13E-03
2900	4,15E+00	2185,95711	6,39E-03

Lanjutan Tabel 1.1.

1	2	3	4
3000	4,70E+00	2261,334941	7,24E-03
3100	6,01E+00	2336,712773	9,25E-03
3200	9,10E+00	2412,090604	1,40E-02
3300	1,13E+01	2487,468436	1,73E-02
3400	1,15E+01	2562,846267	1,77E-02
3500	1,17E+01	2638,224098	1,79E-02
3600	1,33E+01	2713,60193	2,04E-02
3700	1,54E+01	2788,979761	2,37E-02
3800	1,89E+01	2864,357592	2,92E-02
3900	2,04E+01	2939,735424	3,14E-02
4000	2,51E+01	3015,113255	3,86E-02
4000	2,51E+01	3015,113255	3,86E-02



b. Sampel 2

Beban leleh = 3020 Kgf

Beban maksimum = 4280 Kgf

Beban putus = 3200 Kgf

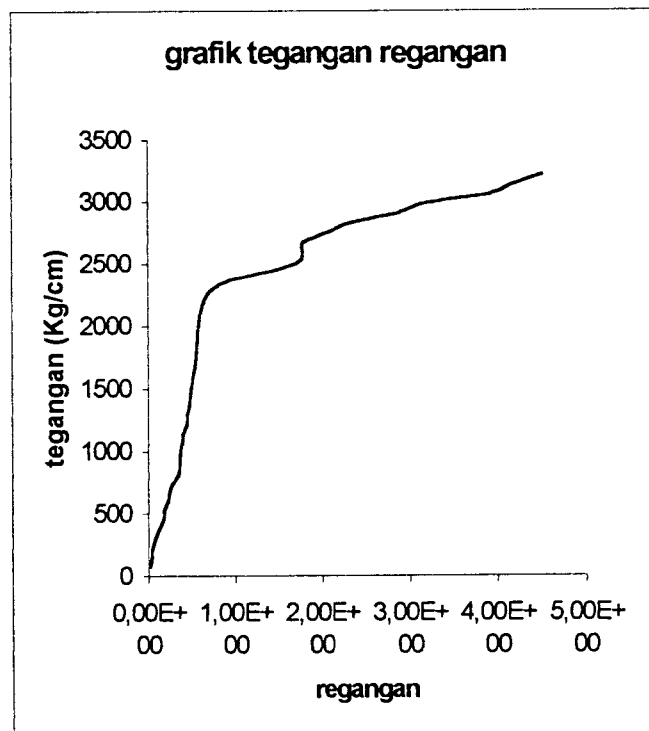
Pertambahan panjang (jarak 10 cm) = 2,7 cm

Tabel 1.2. hasil pengujian tarik baja sampel dua

beban	Δl (mm)	tegangan (Kg/cm ²)	Regangan (mm)
1	2	3	4
100	1,30E-01	76,55092167	2,00E-02
200	2,70E-01	153,1018433	4,16E-02
300	3,10E-01	229,652765	4,77E-02
400	5,00E-01	306,2036867	7,70E-02
500	8,20E-01	382,7546084	1,26E-01
600	1,15E+00	459,30553	1,77E-01
700	1,19E+00	535,8564517	1,83E-01
800	1,50E+00	612,4073734	2,31E-01
900	1,61E+00	688,9582951	2,48E-01
1000	1,97E+00	765,5092167	3,03E-01
1100	2,30E+00	842,0601384	3,54E-01
1200	2,37E+00	918,6110601	3,65E-01
1300	2,41E+00	995,1619818	3,71E-01
1400	2,52E+00	1071,712903	3,88E-01
1500	2,62E+00	1148,263825	4,03E-01
1600	2,90E+00	1224,814747	4,46E-01
1700	2,93E+00	1301,365668	4,51E-01
1800	3,08E+00	1377,91659	4,74E-01
1900	3,15E+00	1454,467512	4,85E-01
2000	3,27E+00	1531,018433	5,03E-01
2100	3,35E+00	1607,569355	5,16E-01
2200	3,48E+00	1684,120277	5,36E-01
2300	3,55E+00	1760,671198	5,46E-01
2400	3,61E+00	1837,22212	5,56E-01
2500	3,69E+00	1913,773042	5,68E-01
2600	3,75E+00	1990,323964	5,77E-01

Lanjutan Tabel 1.2.

1	2	3	4
2700	3,84E+00	2066,874885	5,91E-01
2800	3,97E+00	2143,425807	6,11E-01
2900	4,20E+00	2219,976729	6,47E-01
3000	4,75E+00	2296,52765	7,31E-01
3100	6,10E+00	2373,078572	9,39E-01
3200	9,50E+00	2449,629494	1,46E+00
3300	1,14E+01	2526,180415	1,75E+00
3400	1,15E+01	2602,731337	1,77E+00
3500	1,16E+01	2679,282259	1,79E+00
3600	1,35E+01	2755,83318	2,07E+00
3700	1,53E+01	2832,384102	2,36E+00
3800	1,86E+01	2908,935024	2,87E+00
3900	2,06E+01	2985,485945	3,17E+00
4000	2,54E+01	3062,036867	3,91E+00
4100	2,71E+01	3138,587789	4,17E+00
4200	2,92E+01	3215,13871	4,50E+00



LAMPIRAN 3

PERHITUNGAN MIX DESIGN

A. Mutu Beton 20 Mpa

- Kuat tekan beton yang diisyaratkan $f_c' = 20$ MPa
 - Ukuran maksimum kerikil 40 mm
 - Berat volume agregat kasar (SSD) = 1,625
 - Berat jenis kerikil = 2,649
 - Berat jenis pasir = 2,532
 - Modulus halus butir pasir (MHB) = 2,660
1. Dihitung deviasi standar dari Tabel 7.4. Dengan data volume pekerjaan kecil dan mutu pekerjaan cukup diperoleh :

$$S_d = 7,5 \text{ MPa}$$

$$m = 1,64 \cdot S_d$$

$$= 12,3 \text{ MPa}$$

$$f_{c'r} = f_c + 1,64 S_d = 20 + 12,3 = 32,3 \text{ MPa}$$
 2. Dihitung nilai f_{as} dengan Tabel 7.5. Dari interpolasi diperoleh :

$$f_{as} = 0,474$$
 3. Nilai *slump* diperoleh dari Tabel 7.7. Pada tabel tersebut untuk jenis struktur balok dan kolom disarankan nilai *slump* nya adalah 75 mm – 150 mm. Pada penelitian ini nilai *slump* yang direncanakan adalah 75 mm – 100 mm.
 4. Ditetapkan jumlah air yang diperlukan per m^3 beton dengan Tabel 7.9. Berdasarkan nilai *slump* 75 mm – 100 mm dan ukuran maksimum kerikil 40 mm maka diperoleh kebutuhan air per m^3 beton sebesar 177 liter atau 0,177 m^3 dan udara terperangkap yaitu 1%.

5. Dihitung jumlah semen yang diperlukan per m³ beton sebesar :

$$\begin{aligned} W_s &= A / f_s \\ &= 0,177 / 0,474 = 0,373 \text{ Ton} \end{aligned}$$

6. Dihitung volume kerikil dengan Tabel 7.10. Berdasarkan ukuran maksimum kerikil 40 mm dan modulus halus butir pasir 2,660 maka diperoleh kebutuhan kerikil (interpolasi) 0,734 m³.

Dengan berat volume kerikil (SSD) 1,623 maka :

$$\text{Berat kerikil (W}_k) = 1,623 \times 0,734 = 1,191 \text{ Ton}$$

7. Jumlah volume absolute air, semen, kerikil, dan udara adalah :

$$\begin{aligned} V_a + V_s + V_k + V_u &= 0,177 + (0,373/3,15) + (1,191/2,649) + 0,01 \\ &= 0,755 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume absolute pasir :

$$V_p = 1 - 0,755 = 0,245 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat pasir (W}_p) = 0,245 \times 2,532 = 0,620 \text{ Ton}$$

8. Kontrol hitungan, dengan cara menghitung 1 meter kubik beton, yaitu berat total air, semen, kerikil, dan pasir :

$$\begin{aligned} \text{Berat beton} &= W_a + W_s + W_k + W_p \\ &= 0,177 + 0,373 + 1,191 + 0,620 \\ &= 2,361 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Diperkirakan betul, karena berat beton sebesar 2300 kg/m³

9. Ditambah faktor keamanan 20 % :

a. Berat semen (W_{pc}) = 373 x 1,2 = 447,60 Kg

b. Berat pasir (W_{ps}) = 620,1 x 1,2 = 744,12 Kg

c. Berat Kerikil (W_{kr}) = 1191 x 1,2 = 1429,44 Kg

d. Berat air (W_{air}) = 177 x 1,2 = 212,40 Kg = Liter

10. Digunakan 18 buah silinder; volume 18 buah silinder = $0,0954 \text{ m}^3$, maka kebutuhan air, semen, pasir dan kerikil :

$$\text{a. } W_{pc} = 447,60 \times 0,0954 = 42,701 \text{ Kg}$$

$$\text{b. } W_{ps} = 744,12 \times 0,0954 = 70,989 \text{ Kg}$$

$$\text{c. } W_{kr} = 1429,44 \times 0,0954 = 136,368 \text{ Kg}$$

$$\text{d. } W_{air} = 212,40 \times 0,0954 = 20,263 \text{ Liter}$$

B. Mutu Beton 25 Mpa

- Kuat tekan beton yang diisyaratkan $f_c' = 25 \text{ MPa}$
- Ukuran maksimum kerikil 40 mm
- Berat volume agregat kasar (SSD) = 1,625
- Berat jenis kerikil = 2,649
- Berat jenis pasir = 2,532
- Modulus halus butir pasir (MHB) = 2,660

1. Dihitung deviasi standar dari Tabel 7.4. Dengan data volume pekerjaan kecil dan mutu pekerjaan cukup diperoleh :

$$S_d = 7,5 \text{ MPa}$$

$$m = 1,64 \cdot S_d$$

$$= 12,3 \text{ MPa}$$

$$f_{c'r} = f_c' + 1,64 S_d = 20 + 12,3 = 37,3 \text{ MPa}$$

2. Dihitung nilai fas dengan Tabel 7.5. Dari interpolasi diperoleh :

$$fas = 0,410$$

3. Nilai *slump* diperoleh dari Tabel 7.7. Pada tabel tersebut untuk jenis struktur balok dan kolom disarankan nilai *slump* nya adalah 75 mm – 150 mm. Pada penelitian ini nilai *slump* yang direncanakan adalah 75 mm – 100 mm.

4. Ditetapkan jumlah air yang diperlukan per m^3 beton dengan Tabel 7.9. Berdasarkan nilai slump 75 mm – 100 mm dan ukuran maksimum kerikil 40 mm maka diperoleh kebutuhan air per m^3 beton sebesar 177 liter atau 0,177 m^3 dan udara terperangkap yaitu 1%.
5. Dihitung jumlah semen yang diperlukan per m^3 beton sebesar :

$$\begin{aligned} W_s &= A / f_{as} \\ &= 0,177 / 0,410 = 0,431 \text{ Ton} \end{aligned}$$

6. Dihitung volume kerikil dengan Tabel 7.10. Berdasarkan ukuran maksimum kerikil 40 mm dan modulus halus butir pasir 2,660 maka diperoleh kebutuhan kerikil (interpolasi) 0,734 m^3 .
- Dengan berat volume kerikil (SSD) 1,623 maka :
- Berat kerikil (W_k) = 1,623 x 0,734 = 1,191 Ton
7. Jumlah volume absolute air, semen, kerikil, dan udara adalah :

$$\begin{aligned} V_a + V_s + V_k + V_u &= 0,177 + (0,431/3,15) + (1,191/2,649) + 0,01 \\ &= 0,773 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume absolute pasir :

$$\begin{aligned} V_p &= 1 - 0,773 = 0,226 \text{ m}^3 \\ \text{Berat pasir } (W_p) &= 0,226 \times 2,532 = 0,573 \text{ Ton} \end{aligned}$$

8. Kontrol hitungan, dengan cara menghitung 1 meter kubik beton, yaitu berat total air, semen, kerikil, dan pasir :

$$\begin{aligned} \text{Berat beton} &= W_a + W_s + W_k + W_p \\ &= 0,177 + 0,431 + 1,191 + 0,573 \\ &= 2,372 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Diperkirakan betul, karena berat beton sebesar 2300 kg/m^3

9. Ditambah faktor keamanan 20 % :

a. Berat semen (W_{pc}) = $431 \times 1,2 = 517,20$ Kg

b. Berat pasir (W_{ps}) = $573 \times 1,2 = 687,60$ Kg

c. Berat Kerikil (W_{kr}) = $1191 \times 1,2 = 1429,44$ Kg

d. Berat air (W_{air}) = $177 \times 1,2 = 212,40$ Kg = Liter

10. Digunakan 18 buah silinder; volume 18 buah silinder = $0,0954 \text{ m}^3$, maka kebutuhan air, semen, pasir dan kerikil :

a. $W_{pc} = 517,20 \times 0,0954 = 49,340$ Kg

b. $W_{ps} = 687,60 \times 0,0954 = 65,597$ Kg

c. $W_{kr} = 1429,44 \times 0,0954 = 136,368$ Kg

d. $W_{air} = 212,40 \times 0,0954 = 20,263$ Liter

C. Mutu Beton 30 Mpa

- Kuat tekan beton yang diisyaratkan $f_c' = 30$ MPa
- Ukuran maksimum kerikil 40 mm
- Berat volume agregat kasar (SSD) = 1,625
- Berat jenis kerikil = 2,649
- Berat jenis pasir = 2,532
- Modulus halus butir pasir (MHB) = 2,660

1. Dihitung deviasi standar dari Tabel 7.4. Dengan data volume pekerjaan kecil dan mutu pekerjaan cukup diperoleh :

$$S_d = 7,5 \text{ MPa}$$

$$m = 1,64 \cdot S_d$$

$$= 12,3 \text{ MPa}$$

$$f_c'r = f_c' + 1,64 S_d = 20 + 12,3 = 42,3 \text{ MPa}$$

2. Dihitung nilai fas dengan Tabel 7.5. Dari interpolasi diperoleh :

$$fas = 0,350$$

3. Nilai *slump* diperoleh dari Tabel 7.7. Pada tabel tersebut untuk jenis struktur balok dan kolom disarankan nilai *slump* nya adalah 75 mm – 150 mm. Pada penelitian ini nilai *slump* yang direncanakan adalah 75 mm – 100 mm.

4. Ditetapkan jumlah air yang diperlukan per m³ beton dengan Tabel 7.9. Berdasarkan nilai *slump* 75 mm – 100 mm dan ukuran maksimum kerikil 40 mm maka diperoleh kebutuhan air per m³ beton sebesar 177 liter atau 0,177 m³ dan udara terperangkap yaitu 1%.

5. Dihitung jumlah semen yang diperlukan per m³ beton sebesar :

$$\begin{aligned} W_s &= A / f_{as} \\ &= 0,177 / 0,350 = 0,505 \text{ Ton} \end{aligned}$$

6. Dihitung volume kerikil dengan Tabel 7.10. Berdasarkan ukuran maksimum kerikil 40 mm dan modulus halus butir pasir 2,660 maka diperoleh kebutuhan kerikil (interpolasi) 0,734 m³.

Dengan berat volume kerikil (SSD) 1,623 maka :

$$\text{Berat kerikil (W}_k) = 1,623 \times 0,734 = 1,191 \text{ Ton}$$

7. Jumlah volume absolute air, semen, kerikil, dan udara adalah :

$$\begin{aligned} V_a + V_s + V_k + V_u &= 0,177 + (0,505/3,15) + (1,191/2,649) + 0,01 \\ &= 0,797 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume absolute pasir :

$$V_p = 1 - 0,797 = 0,202 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat pasir (W}_p) = 0,202 \times 2,532 = 0,513 \text{ Ton}$$

8. Kontrol hitungan, dengan cara menghitung 1 meter kubik beton, yaitu berat total air, semen, kerikil, dan pasir :

$$\begin{aligned} \text{Berat beton} &= W_a + W_s + W_k + W_p \\ &= 0,177 + 0,505 + 1,191 + 0,513 \end{aligned}$$

$$= 2,386 \text{ Ton}$$

Diperkirakan betul, karena berat beton sebesar 2300 kg/ m^3

9. Ditambah faktor keamanan 20 % :

a. Berat semen (W_{pc}) = $505 \times 1,2 = 606 \text{ Kg}$

b. Berat pasir (W_{ps}) = $620,1 \times 1,2 = 615,60 \text{ Kg}$

c. Berat Kerikil (W_{kr}) = $1191 \times 1,2 = 1429,44 \text{ Kg}$

d. Berat air (W_{air}) = $177 \times 1,2 = 212,40 \text{ Kg} = \text{Liter}$

10. Digunakan 18 buah silinder; volume 18 buah silinder = $0,0954 \text{ m}^3$, maka kebutuhan air, semen, pasir dan kerikil :

a. $W_{pc} = 606 \times 0,0954 = 57,812 \text{ Kg}$

b. $W_{ps} = 615,60 \times 0,0954 = 58,728 \text{ Kg}$

c. $W_{kr} = 1429,44 \times 0,0954 = 136,368 \text{ Kg}$

d. $W_{air} = 212,40 \times 0,0954 = 20,263 \text{ Liter}$

LAMPIRAN 4

DATA HASIL PENGUJIAN DESAK BETON

Data uji desak silinder I,

Mutu beton = 20 MPa

$$\text{Luas} = \frac{1}{4} \pi D^2 = 167,3306 \text{ cm}^2$$

Diameter = 14,55 cm

$$\sigma_{7\text{hari}} = \frac{17119,2}{167,3306} = 102,3070 \text{ kg/cm}^2$$

Umur beton = 7 hari

$$\sigma_{28\text{hari}} = \frac{102,3070}{0,65} = 157,396 \text{ kg/cm}^2$$

Berat = 12,3 Kg

$$f'c = 15,7 \text{ Mpa}$$

Tinggi = 29,49 cm

Faktor konversi = 0,65

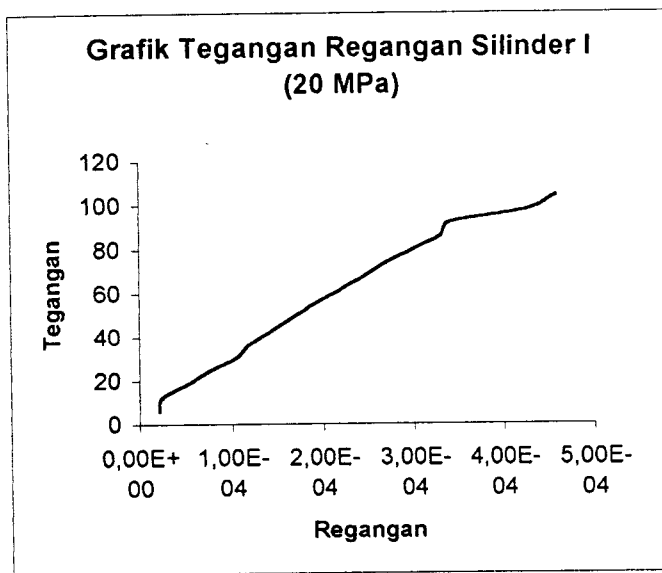
Pmaks = 168 KN

Tabel 1.1. Hasil uji desak beton sampel satu mutu 20 MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	6,00E-03	6,133883398	2,03E-05
20	2.039	7,00E-03	12,2677668	2,37E-05
30	3.058	1,50E-02	18,4016502	5,09E-05
40	4077,472	2,20E-02	24,53553359	7,46E-05
50	5096,84	3,10E-02	30,66941699	1,05E-04
60	6116,208	3,50E-02	36,80330039	1,19E-04
70	7135,576	4,20E-02	42,93718379	1,42E-04
80	8154,944	4,90E-02	49,07106719	1,66E-04
90	9174,312	5,60E-02	55,20495059	1,90E-04
100	10193,68	6,40E-02	61,33883398	2,17E-04
110	11213,05	7,20E-02	67,47271738	2,44E-04

Lanjutan Tabel 1.1.

1	2	3	4	5
120	12232,42	7,90E-02	73,60660078	2,68E-04
130	13251,78	8,80E-02	79,74048418	2,98E-04
140	14271,15	9,70E-02	85,87436758	3,29E-04
150	15290,52	1,00E-01	92,00825098	3,39E-04
160	16309,89	1,26E-01	98,14213437	4,27E-04
170	17329,26	1,35E-01	104,2760178	4,58E-04



Data uji desak silinder II

Mutu beton = 20 MPa

Luas = 168,2487 cm²

Diameter = 14,6 cm

$$\sigma_{7\text{hari}} = \frac{31610,7}{168,2487} = 187,8807$$

Umur beton = 7 hari

$$\sigma_{28\text{hari}} = \frac{187,8807}{0,65} = 289,04738 \text{ kg/cm}^2$$

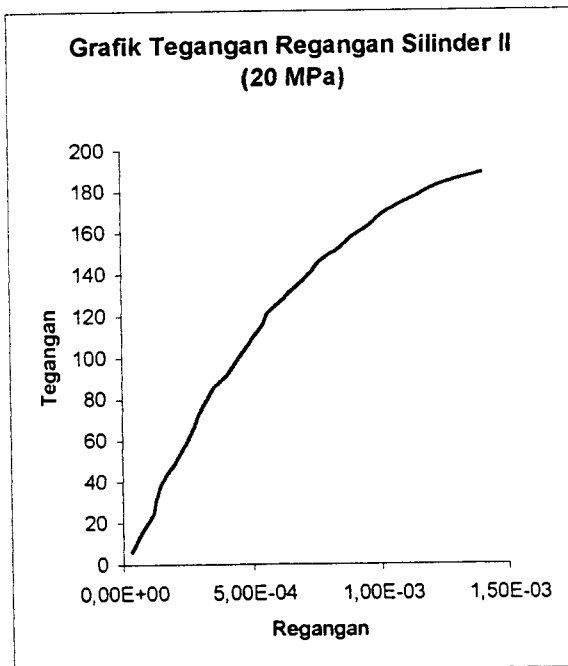
Berat = 12,4 Kg $f_c' = 28,9047$ MPa
 Tinggi = 29,3 cm Faktor konversi = 0,65
 Pmaks = 313 KN

Tabel 1.2. Hasil uji desak beton sampel dua mutu 20 MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_o}$ (Kg/cm ²)	$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_o}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	9,00E-03	6,091940147	3,07E-05
20	2.039	1,60E-02	12,18388029	5,46E-05
30	3.058	2,50E-02	18,27582044	8,53E-05
40	4077,472	3,30E-02	24,36776059	1,13E-04
50	5096,84	3,60E-02	30,45970074	1,23E-04
60	6116,208	4,10E-02	36,55164088	1,40E-04
70	7135,576	4,70E-02	42,64358103	1,60E-04
80	8154,944	5,80E-02	48,73552118	1,98E-04
90	9174,312	6,60E-02	54,82746133	2,25E-04
100	10193,68	7,40E-02	60,91940147	2,53E-04
110	11213,05	8,00E-02	67,01134162	2,73E-04
120	12232,42	8,60E-02	73,10328177	2,94E-04
130	13251,78	9,40E-02	79,19522191	3,21E-04
140	14271,15	1,02E-01	85,28716206	3,48E-04
150	15290,52	1,16E-01	91,37910221	3,96E-04
160	16309,89	1,26E-01	97,47104236	4,30E-04
170	17329,26	1,37E-01	103,5629825	4,68E-04
180	18348,62	1,46E-01	109,6549227	4,98E-04
190	19367,99	1,57E-01	115,7468628	5,36E-04

Lanjutan Tabel 1.2.

1	2	3	4	5
200	20387,36	1,64E-01	121,8388029	5,60E-04
210	21406,73	1,80E-01	127,9307431	6,14E-04
220	22426,1	1,95E-01	134,0226832	6,66E-04
230	23445,46	2,10E-01	140,1146234	7,17E-04
240	24464,83	2,22E-01	146,2065635	7,58E-04
250	25484,2	2,45E-01	152,2985037	8,36E-04
260	26512,2	2,60E-01	158,4420303	8,87E-04
270	27351,9	2,80E-01	163,4602398	9,56E-04
280	28551,6	3,00E-01	170,6298788	1,02E-03
290	29571,3	3,30E-01	176,7238031	1,13E-03
300	30591	3,60E-01	182,8177273	1,23E-03
310	31610,7	4,10E-01	188,9116515	1,40E-03



Data uji desak silinder III

Mutu beton = 20 MPa

Luas = 168,4786 cm²

Diameter = 14,65 cm

 $\sigma_{7\text{ hr}} = 32098,5 / 168,4786 = 190,519 \text{ kg/cm}^2$

Umur beton = 7 hari

 $\sigma_{28\text{ hr}} = 190,519 / 0,65 = 293,033 \text{ kg/cm}^2$

Berat = 12,55 Kg

f'c = 29,303 MPa

Tinggi = 29,25 cm

Faktor konversi = 0,65

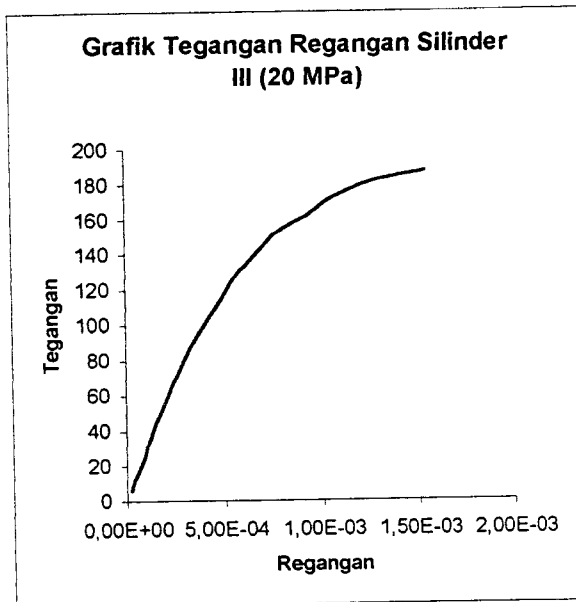
Pmaks = 315 KN

Tabel 1.3. Hasil uji desak beton sampel tiga mutu 20 MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	6,00E-03	6,050430144	2,05E-05
20	2.039	1,10E-02	12,10086029	3,76E-05
30	3.058	1,80E-02	18,15129043	6,15E-05
40	4077,472	2,60E-02	24,20172057	8,89E-05
50	5096,84	3,00E-02	30,25215072	1,03E-04
60	6116,208	3,50E-02	36,30258086	1,20E-04
70	7135,576	4,10E-02	42,35301101	1,40E-04
80	8154,944	4,80E-02	48,40344115	1,64E-04
90	9174,312	5,50E-02	54,45387129	1,88E-04
100	10193,68	6,20E-02	60,50430144	2,12E-04
110	11213,05	6,80E-02	66,55473158	2,32E-04
120	12232,42	7,60E-02	72,60516172	2,60E-04

Lanjutan Tabel 1.3.

1	2	3	4	5
130	13251,78	8,40E-02	78,65559187	2,87E-04
140	14271,15	9,20E-02	84,70602201	3,15E-04
150	15290,52	1,00E-01	90,75645215	3,42E-04
160	16309,89	1,10E-01	96,8068823	3,76E-04
170	17329,26	1,20E-01	102,8573124	4,10E-04
180	18348,62	1,30E-01	108,9077426	4,44E-04
190	19367,99	1,41E-01	114,9581727	4,82E-04
200	20387,36	1,50E-01	121,0086029	5,13E-04
210	21406,73	1,60E-01	127,059033	5,47E-04
220	22426,1	1,75E-01	133,1094632	5,98E-04
230	23445,46	1,90E-01	139,1598933	6,50E-04
240	24464,83	2,05E-01	145,2103234	7,01E-04
250	25484,2	2,20E-01	151,2607536	7,52E-04
260	26512,2	2,45E-01	157,3624187	8,38E-04
270	27351,9	2,70E-01	162,3464345	9,23E-04
280	28551,6	2,95E-01	169,4672202	1,01E-03
290	29571,3	3,25E-01	175,5196209	1,11E-03
300	30591	3,68E-01	181,5720216	1,26E-03
310	31610,7	4,50E-01	187,6244223	1,54E-03



Data uji desak silinder IV

Mutu beton = 20 MPa Luas = 165,2739 cm²
 Diameter = 14,51 cm $\sigma_{7hr} = 29571,3 / 165,2739 = 178,9236 \text{ kg/cm}^2$
 Umur beton = 7 hari $\sigma_{28hr} = 178,9236 / 0,65 = 275,6713 \text{ kg/cm}^2$
 Berat = 12,35 Kg $f_c = 27,567 \text{ Mpa}$
 Tinggi = 29,39 cm
 Faktor konversi = 0,65
 Pmaks = 295 KN

Tabel 1.4. Hasil uji desak beton sampel empat mutu 20 MPa

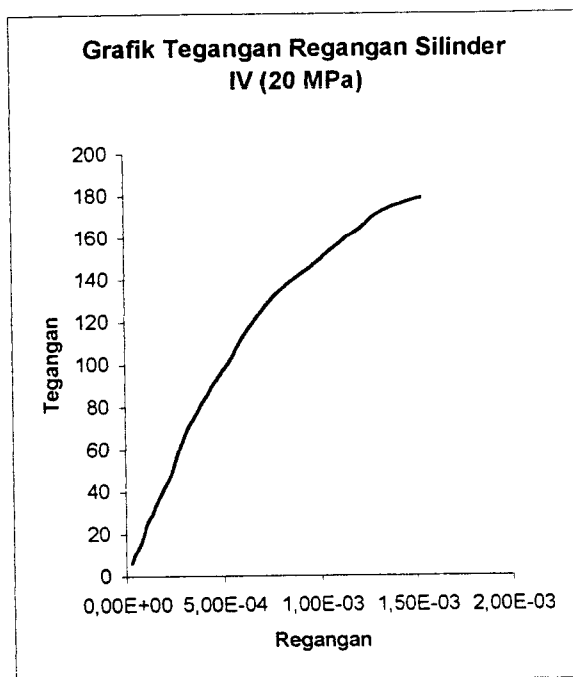
Beban		$\Delta L(\text{mm})$	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	8,00E-03	6,167745683	2,72E-05
20	2.039	1,50E-02	12,33549137	5,10E-05

Lanjutan Tabel 1.4.

1	2	3	4	5
30	3.058	2,50E-02	18,50323705	8,51E-05
40	4077,472	3,10E-02	24,67098273	1,05E-04
50	5096,84	4,00E-02	30,83872841	1,36E-04
60	6116,208	4,90E-02	37,0064741	1,67E-04
70	7135,576	6,00E-02	43,17421978	2,04E-04
80	8154,944	6,90E-02	49,34196546	2,35E-04
90	9174,312	7,50E-02	55,50971115	2,55E-04
100	10193,68	8,20E-02	61,67745683	2,79E-04
110	11213,05	9,00E-02	67,84520251	3,06E-04
120	12232,42	1,00E-01	74,0129482	3,40E-04
130	13251,78	1,11E-01	80,18069388	3,78E-04
140	14271,15	1,23E-01	86,34843956	4,19E-04
150	15290,52	1,35E-01	92,51618524	4,59E-04
160	16309,89	1,50E-01	98,68393093	5,10E-04
170	17329,26	1,62E-01	104,8516766	5,51E-04
180	18348,62	1,72E-01	111,0194223	5,85E-04
190	19367,99	1,85E-01	117,187168	6,29E-04
200	20387,36	2,00E-01	123,3549137	6,81E-04
210	21406,73	2,15E-01	129,5226593	7,32E-04
220	22426,1	2,35E-01	135,690405	8,00E-04
230	23445,46	2,60E-01	141,8581507	8,85E-04
240	24464,83	2,87E-01	148,0258964	9,77E-04
250	25484,2	3,10E-01	154,1936421	1,05E-03
260	26512,2	3,35E-01	160,4136162	1,14E-03
270	27351,9	3,60E-01	165,4942701	1,22E-03

Lanjutan Tabel 1.4.

1	2	3	4	5
280	28551,6	3,90E-01	172,7531251	1,33E-03
290	29571,3	4,50E-01	178,9228796	1,53E-03



Data uji desak silinder V

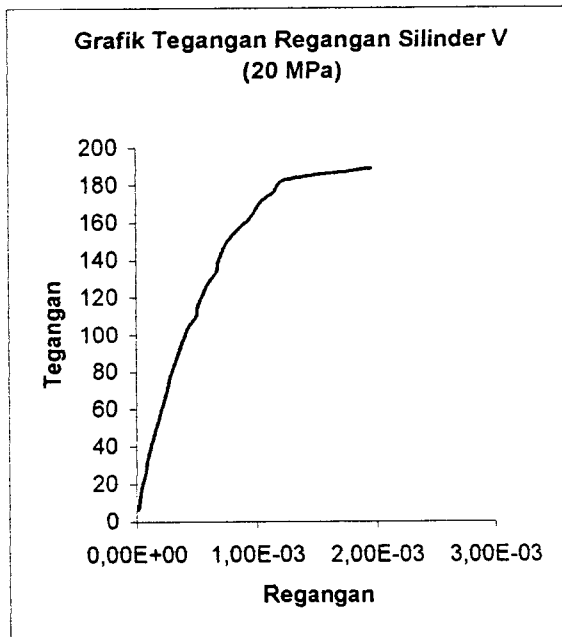
Mutu beton	= 20 MPa	Luas = 167,3706 cm ²
Diameter	= 14,60 cm	$\sigma_{7hr} = 31610,7 / 167,3706 = 188,9116 \text{ kg/cm}^2$
Umur beton	= 7 hari	$\sigma_{28hr} = 188,9116 / 0,65 = 290,633 \text{ kg/cm}^2$
Berat	= 12,40 Kg	$f_c' = 29,0633 \text{ Mpa}$
Tinggi	= 29,20 cm	
Faktor konversi	= 0,65	
Pmaks	= 312 KN	

Tabel 1.5. Hasil uji desak beton sampel lima mutu 20 MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_o}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	4,00E-03	6,091940147	1,37E-05
20	2.039	7,00E-03	12,18388029	2,40E-05
30	3.058	1,30E-02	18,27582044	4,45E-05
40	4077,472	2,00E-02	24,36776059	6,85E-05
50	5096,84	2,50E-02	30,45970074	8,56E-05
60	6116,208	3,10E-02	36,55164088	1,06E-04
70	7135,576	3,80E-02	42,64358103	1,30E-04
80	8154,944	4,60E-02	48,73552118	1,58E-04
90	9174,312	5,40E-02	54,82746133	1,85E-04
100	10193,68	6,20E-02	60,91940147	2,12E-04
110	11213,05	7,00E-02	67,01134162	2,40E-04
120	12232,42	7,70E-02	73,10328177	2,64E-04
130	13251,78	8,50E-02	79,19522191	2,91E-04
140	14271,15	9,50E-02	85,28716206	3,25E-04
150	15290,52	1,05E-01	91,37910221	3,60E-04
160	16309,89	1,15E-01	97,47104236	3,94E-04
170	17329,26	1,25E-01	103,5629825	4,28E-04
180	18348,62	1,45E-01	109,6549227	4,97E-04
190	19367,99	1,50E-01	115,7468628	5,14E-04
200	20387,36	1,62E-01	121,8388029	5,55E-04
210	21406,73	1,75E-01	127,9307431	5,99E-04
220	22426,1	1,95E-01	134,0226832	6,68E-04
230	23445,46	2,00E-01	140,1146234	6,85E-04

Lanjutan Tabel 1.5.

1	2	3	4	5
240	24464,83	2,12E-01	146,2065635	7,26E-04
250	25484,2	2,30E-01	152,2985037	7,88E-04
260	26512,2	2,55E-01	158,4420303	8,73E-04
270	27351,9	2,80E-01	163,4602398	9,59E-04
280	28551,6	3,00E-01	170,6298788	1,03E-03
290	29571,3	3,35E-01	176,7238031	1,15E-03
300	30591	3,60E-01	182,8177273	1,23E-03
310	31610,7	5,70E-01	188,9116515	1,95E-03



Data uji desak silinder VI

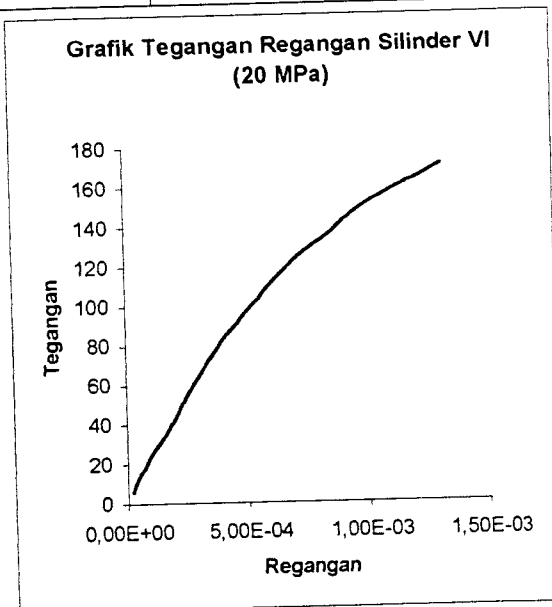
Mutu beton	= 20 MPa	Luas	= 167,3306 cm ²
Diameter	= 14,60 cm	σ_{7hr}	= 28551,6 / 167,3306 = 170,6298 kg/cm ²
Umur beton	= 7 hari	σ_{28hr}	= 170,6298 / 0,65 = 262,507 kg/cm ²
Berat	= 12,40 Kg	f_c'	= 26,2507 MPa
Tinggi	= 29,35 cm		
Faktor konversi	= 0,65		
P_{maks}	= 285 KN		

Tabel 1.6. Hasil uji desak beton sampel enam mutu 20 MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	6,00E-03	6,091940147	2,04E-05
20	2.039	1,20E-02	12,18388029	4,09E-05
30	3.058	2,00E-02	18,27582044	6,81E-05
40	4077,472	2,80E-02	24,36776059	9,54E-05
50	5096,84	3,90E-02	30,45970074	1,33E-04
60	6116,208	4,90E-02	36,55164088	1,67E-04
70	7135,576	5,80E-02	42,64358103	1,98E-04
80	8154,944	6,50E-02	48,73552118	2,21E-04
90	9174,312	7,30E-02	54,82746133	2,49E-04
100	10193,68	8,20E-02	60,91940147	2,79E-04
110	11213,05	9,20E-02	67,01134162	3,13E-04
120	12232,42	1,00E-01	73,10328177	3,41E-04
130	13251,78	1,10E-01	79,19522191	3,75E-04
140	14271,15	1,21E-01	85,28716206	4,12E-04

Lanjutan Tabel 1.6.

1	2	3	4	5
150	15290,52	1,34E-01	91,37910221	4,57E-04
160	16309,89	1,46E-01	97,47104236	4,97E-04
170	17329,26	1,60E-01	103,5629825	5,45E-04
180	18348,62	1,72E-01	109,6549227	5,86E-04
190	19367,99	1,86E-01	115,7468628	6,34E-04
200	20387,36	2,00E-01	121,8388029	6,81E-04
210	21406,73	2,18E-01	127,9307431	7,43E-04
220	22426,1	2,40E-01	134,0226832	8,18E-04
230	23445,46	2,58E-01	140,1146234	8,79E-04
240	24464,83	2,75E-01	146,2065635	9,37E-04
250	25484,2	2,99E-01	152,2985037	1,02E-03
260	26512,2	3,25E-01	158,4420303	1,11E-03
270	27351,9	3,50E-01	163,4602398	1,19E-03
280	28551,6	3,85E-01	170,6298788	1,31E-03



Data uji desak silinder I

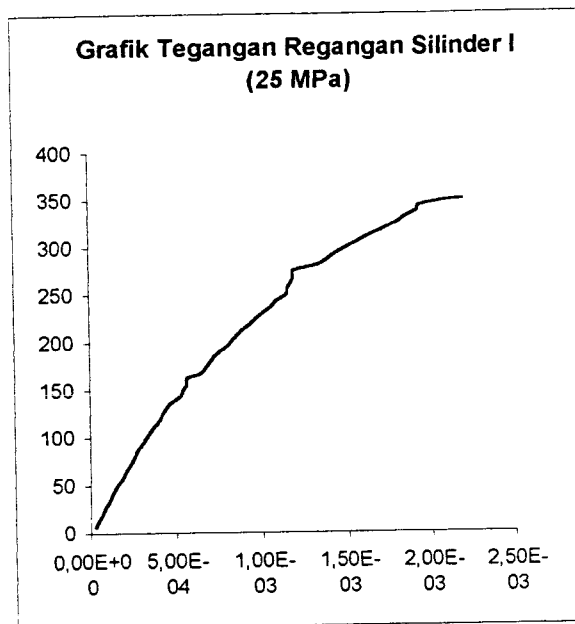
Mutu beton	= 25 MPa	Luas	= 163,0037 cm ²
Diameter	= 14,41 cm	σ_{28hr}	= 57064 / 163,0037 = 350,0728 kg/cm ²
Umur beton	= 28 hari	f_c'	= 35,0072 MPa
Berat	= 12,3 Kg	Tinggi	= 29,49 cm
Faktor konversi	= 0,65		
Pmaks	= 560 KN		

Tabel 1.7. Hasil uji desak beton sampel satu mutu 25 MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	8,00E-03	6,306019	2,73E-05
20	2.039	1,30E-02	12,61204	4,44E-05
30	3.058	2,20E-02	18,91806	7,51E-05
40	4077,472	3,10E-02	25,22408	1,06E-04
50	5096,84	3,80E-02	31,5301	1,30E-04
60	6116,208	4,30E-02	37,83612	1,47E-04
70	7135,576	5,40E-02	44,14213	1,84E-04
80	8154,944	6,50E-02	50,44815	2,22E-04
90	9174,312	7,50E-02	56,75417	2,56E-04
100	10193,68	8,50E-02	63,06019	2,90E-04
110	11213,05	9,00E-02	69,36621	3,07E-04
120	12232,42	9,70E-02	75,67223	3,31E-04
130	13251,78	1,09E-01	81,97825	3,72E-04

Lanjutan Tabel 1.7.

1	2	3	4	5
140	14271,15	1,15E-01	88,28427	3,92E-04
150	15290,52	1,26E-01	94,59029	4,30E-04
160	16309,89	1,35E-01	100,8963	4,61E-04
170	17329,26	1,44E-01	107,2023	4,91E-04
180	18348,62	1,46E-01	113,5083	4,98E-04
190	19367,99	1,47E-01	119,8144	5,02E-04
200	20387,36	1,49E-01	126,1204	5,09E-04
210	21406,73	1,49E-01	132,4264	5,09E-04
220	22426,1	1,49E-01	138,7324	5,09E-04
230	23445,46	1,50E-01	145,0384	5,12E-04
240	24464,83	2,20E-01	151,3445	7,51E-04
250	25484,2	2,35E-01	157,6505	8,02E-04
260	26512,2	2,42E-01	164,0099	8,26E-04
270	27351,9	2,60E-01	169,2045	8,87E-04
280	28551,6	2,75E-01	176,626	9,39E-04
290	29571,3	2,95E-01	182,9341	1,01E-03
300	30591	3,15E-01	189,2422	1,08E-03
310	31610,7	3,30E-01	195,5503	1,13E-03
320	32619,84	4,25E-01	201,793	1,45E-03
330	33639,21	5,10E-01	208,099	1,74E-03
340	34658,58	5,40E-01	214,4051	1,84E-03
350	35677,95	5,65E-01	220,7111	1,93E-03



Data uji desak silinder II

Mutu beton = 25 MPa

Luas = 161,6491 cm²

Diameter = 14,35 cm

$\sigma_{7hr} = 35577,95 / 161,6491 = 220,7122 \text{ kg/cm}^2$

Umur beton = 7 hari

$\sigma_{28hr} = 220,7122 / 0,65 = 339,557 \text{ kg/cm}^2$

Berat = 12,45 Kg

$f_c' = 33,9557 \text{ MPa}$

Tinggi = 29,3 cm

Faktor konversi = 0,65

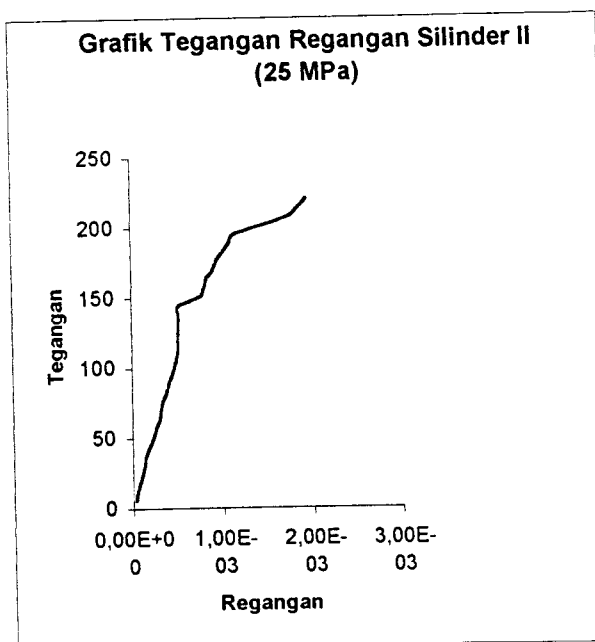
Pmaks = 350 KN

Tabel 1.8. Hasil uji desak beton sampel dua mutu 25MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	6,00E-03	6,09194	2,05E-05
20	2.039	1,20E-02	12,18388	4,11E-05
30	3.058	1,90E-02	18,27582	6,50E-05
40	4077,472	2,40E-02	24,36776	8,22E-05
50	5096,84	3,20E-02	30,4597	1,10E-04
60	6116,208	4,00E-02	36,55164	1,37E-04
70	7135,576	4,90E-02	42,64358	1,68E-04
80	8154,944	5,60E-02	48,73552	1,92E-04
90	9174,312	6,40E-02	54,82746	2,19E-04
100	10193,68	7,00E-02	60,9194	2,40E-04
110	11213,05	7,60E-02	67,01134	2,60E-04
120	12232,42	8,40E-02	73,10328	2,88E-04
130	13251,78	9,20E-02	79,19522	3,15E-04
140	14271,15	1,00E-01	85,28716	3,42E-04
150	15290,52	1,08E-01	91,3791	3,70E-04
160	16309,89	1,16E-01	97,47104	3,97E-04
170	17329,26	1,25E-01	103,563	4,28E-04
180	18348,62	1,34E-01	109,6549	4,59E-04
190	19367,99	1,45E-01	115,7469	4,96E-04
200	20387,36	1,55E-01	121,8388	5,31E-04
210	21406,73	1,64E-01	127,9307	5,61E-04
220	22426,1	1,72E-01	134,0227	5,89E-04

Lanjutan Tabel 1.8.

1	2	3	4	5
230	23445,46	1,85E-01	140,1146	6,33E-04
240	24464,83	1,95E-01	146,2066	6,68E-04
250	25484,2	2,06E-01	152,2985	7,05E-04
260	26512,2	2,17E-01	158,442	7,43E-04
270	27351,9	2,30E-01	163,4602	7,87E-04
280	28551,6	2,40E-01	170,6299	8,22E-04
290	29571,3	2,57E-01	176,7238	8,80E-04
300	30591	2,71E-01	182,8177	9,28E-04
310	31610,7	2,86E-01	188,9117	9,79E-04
320	32619,84	3,03E-01	194,9425	1,04E-03
330	33639,21	3,20E-01	201,0344	1,10E-03
340	34658,58	3,40E-01	207,1264	1,16E-03
350	35677,95	3,58E-01	213,2183	1,23E-03



Data uji desak silinder III

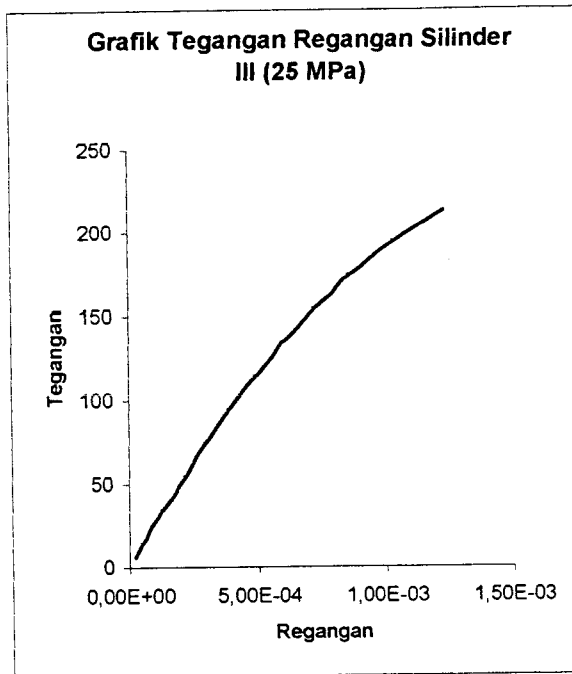
Mutu beton	= 25 MPa	Luas	= 167,3306 cm ²
Diameter	= 14,60 cm	σ_{7hr}	= 35677,95 / 167,3306 = 213,2183 kg/cm ²
Umur beton	= 7 hari	σ_{28hr}	= 213,2183 / 0,65 = 328,028 kg/cm ²
Berat	= 12,25 Kg	f_c'	= 32,8028 MPa
Tinggi	= 29,21 cm	Faktor konversi	= 0,65
Pmaks	= 355 KN		

Tabel 1.9. Hasil uji desak beton sampel tiga mutu 25MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	6,00E-03	6,09194	2,05E-05
20	2.039	1,20E-02	12,18388	4,11E-05
30	3.058	1,90E-02	18,27582	6,50E-05
40	4077,472	2,40E-02	24,36776	8,22E-05
50	5096,84	3,20E-02	30,4597	1,10E-04
60	6116,208	4,00E-02	36,55164	1,37E-04
70	7135,576	4,90E-02	42,64358	1,68E-04
80	8154,944	5,60E-02	48,73552	1,92E-04
90	9174,312	6,40E-02	54,82746	2,19E-04
100	10193,68	7,00E-02	60,9194	2,40E-04
110	11213,05	7,60E-02	67,01134	2,60E-04
120	12232,42	8,40E-02	73,10328	2,88E-04
130	13251,78	9,20E-02	79,19522	3,15E-04
140	14271,15	1,00E-01	85,28716	3,42E-04

Lanjutan Tabel 1.9.

1	2	3	4	5
150	15290,52	1,08E-01	91,3791	3,70E-04
160	16309,89	1,16E-01	97,47104	3,97E-04
170	17329,26	1,25E-01	103,563	4,28E-04
180	18348,62	1,34E-01	109,6549	4,59E-04
190	19367,99	1,45E-01	115,7469	4,96E-04
200	20387,36	1,55E-01	121,8388	5,31E-04
210	21406,73	1,64E-01	127,9307	5,61E-04
220	22426,1	1,72E-01	134,0227	5,89E-04
230	23445,46	1,85E-01	140,1146	6,33E-04
240	24464,83	1,95E-01	146,2066	6,68E-04
250	25484,2	2,06E-01	152,2985	7,05E-04
260	26512,2	2,17E-01	158,442	7,43E-04
270	27351,9	2,30E-01	163,4602	7,87E-04
280	28551,6	2,40E-01	170,6299	8,22E-04
290	29571,3	2,57E-01	176,7238	8,80E-04
300	30591	2,71E-01	182,8177	9,28E-04
310	31610,7	2,86E-01	188,9117	9,79E-04
320	32619,84	3,03E-01	194,9425	1,04E-03
330	33639,21	3,20E-01	201,0344	1,10E-03
340	34658,58	3,40E-01	207,1264	1,16E-03
350	35677,95	3,58E-01	213,2183	1,23E-03



Data uji desak silinder IV

Mutu beton = 25 MPa

Luas = 160,5246 cm²

Diameter = 14,30 cm

$\sigma_{7hr} = 39755,43 / 160,5246 = 247,659 \text{ kg/cm}^2$

Umur beton = 7 hari

$\sigma_{28hr} = 247,659 / 0,65 = 381,0143 \text{ kg/cm}^2$

Berat = 12,30 Kg

$f'_c = 38,10143 \text{ MPa}$

Tinggi = 29,12 cm

Faktor konversi = 0,65

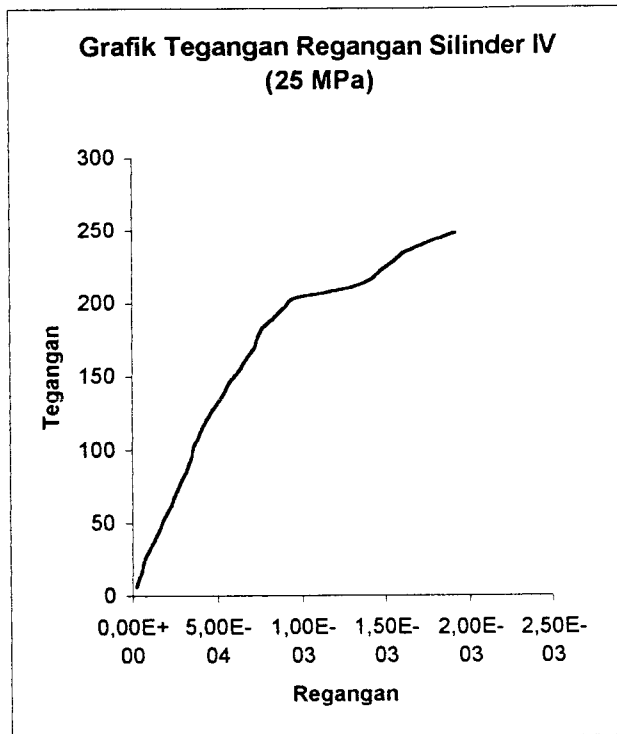
Pmaks = 400 KN

Tabel 1.10. Hasil uji desak beton sampel empat mutu 25MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	6,00E-03	6,350229	2,06E-05
20	2.039	1,20E-02	12,70046	4,12E-05
30	3.058	1,70E-02	19,05069	5,84E-05
40	4077,472	2,20E-02	25,40092	7,55E-05
50	5096,84	3,00E-02	31,75115	1,03E-04
60	6116,208	3,70E-02	38,10138	1,27E-04
70	7135,576	4,50E-02	44,4516	1,55E-04
80	8154,944	5,20E-02	50,80183	1,79E-04
90	9174,312	6,00E-02	57,15206	2,06E-04
100	10193,68	6,70E-02	63,50229	2,30E-04
110	11213,05	7,40E-02	69,85252	2,54E-04
120	12232,42	8,10E-02	76,20275	2,78E-04
130	13251,78	8,90E-02	82,55298	3,06E-04
140	14271,15	9,50E-02	88,90321	3,26E-04
150	15290,52	1,02E-01	95,25344	3,50E-04
160	16309,89	1,04E-01	101,6037	3,57E-04
170	17329,26	1,11E-01	107,9539	3,81E-04
180	18348,62	1,19E-01	114,3041	4,09E-04
190	19367,99	1,28E-01	120,6544	4,40E-04
200	20387,36	1,37E-01	127,0046	4,70E-04
210	21406,73	1,48E-01	133,3548	5,08E-04
220	22426,1	1,58E-01	139,705	5,43E-04
230	23445,46	1,66E-01	146,0553	5,70E-04

Lanjutan Tabel 1.10.

1	2	3	4	5
240	24464,83	1,80E-01	152,4055	6,18E-04
250	25484,2	1,90E-01	158,7557	6,52E-04
260	26512,2	2,00E-01	165,1597	6,87E-04
270	27351,9	2,09E-01	170,3907	7,18E-04
280	28551,6	2,15E-01	177,8643	7,38E-04
290	29571,3	2,25E-01	184,2166	7,73E-04
300	30591	2,44E-01	190,5689	8,38E-04
310	31610,7	2,60E-01	196,9212	8,93E-04
320	32619,84	2,75E-01	203,2077	9,44E-04
330	33639,21	3,60E-01	209,558	1,24E-03
340	34658,58	4,08E-01	215,9082	1,40E-03
350	35677,95	4,28E-01	222,2585	1,47E-03
360	36697,32	4,50E-01	228,6087	1,55E-03
370	37716,69	4,70E-01	234,9589	1,61E-03
380	38736,06	5,07E-01	241,3092	1,74E-03
390	39755,43	5,55E-01	247,6594	1,91E-03



Data uji desak silinder V

Mutu beton = 25 MPa

Luas = 165,0462 cm²

Diameter = 14,50 cm

$\sigma_{7hr} = 37716,69 / 165,0462 = 228,5219 \text{ kg/cm}^2$

Umur beton = 7 hari

$\sigma_{28hr} = 228,5219 / 0,65 = 351,572 \text{ kg/cm}^2$

Berat = 12,65 Kg

$f_c = 35,1572 \text{ MPa}$

Tinggi = 29,50 cm

Faktor konversi = 0,65

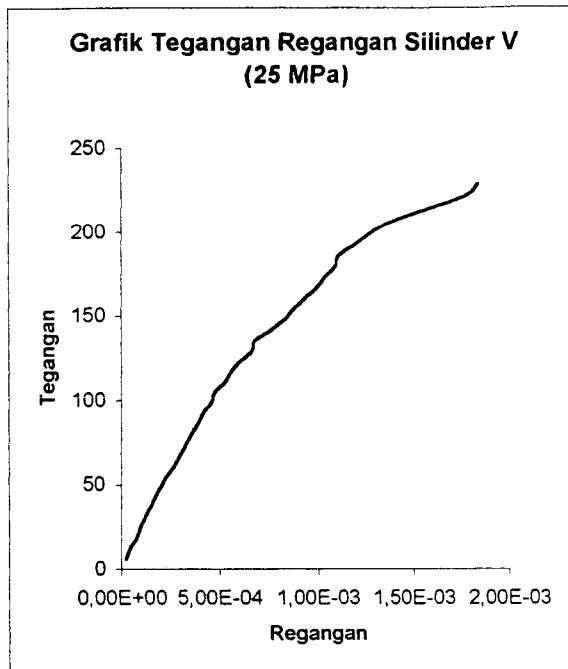
Pmaks = 380 KN

Tabel 1.11. Hasil uji desak beton sampel lima mutu 25MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	6,00E-03	6,176259	2,03E-05
20	2.039	1,30E-02	12,35252	4,41E-05
30	3.058	2,10E-02	18,52878	7,12E-05
40	4077,472	2,80E-02	24,70503	9,49E-05
50	5096,84	3,50E-02	30,88129	1,19E-04
60	6116,208	4,30E-02	37,05755	1,46E-04
70	7135,576	5,00E-02	43,23381	1,69E-04
80	8154,944	5,90E-02	49,41007	2,00E-04
90	9174,312	6,80E-02	55,58633	2,31E-04
100	10193,68	7,90E-02	61,76259	2,68E-04
110	11213,05	8,90E-02	67,93884	3,02E-04
120	12232,42	9,70E-02	74,1151	3,29E-04
130	13251,78	1,05E-01	80,29136	3,56E-04
140	14271,15	1,15E-01	86,46762	3,90E-04
150	15290,52	1,23E-01	92,64388	4,17E-04
160	16309,89	1,34E-01	98,82014	4,54E-04
170	17329,26	1,40E-01	104,9964	4,75E-04
180	18348,62	1,55E-01	111,1727	5,25E-04
190	19367,99	1,64E-01	117,3489	5,56E-04
200	20387,36	1,78E-01	123,5252	6,03E-04
210	21406,73	1,96E-01	129,7014	6,64E-04
220	22426,1	2,00E-01	135,8777	6,78E-04

Lanjutan Tabel 1.11.

1	2	3	4	5
230	23445,46	2,25E-01	142,0539	7,63E-04
240	24464,83	2,45E-01	148,2302	8,31E-04
250	25484,2	2,58E-01	154,4065	8,75E-04
260	26512,2	2,74E-01	160,635	9,29E-04
270	27351,9	2,90E-01	165,7227	9,83E-04
280	28551,6	3,05E-01	172,9916	1,03E-03
290	29571,3	3,20E-01	179,1698	1,08E-03
300	30591	3,25E-01	185,3481	1,10E-03
310	31610,7	3,48E-01	191,5264	1,18E-03
320	32619,84	3,70E-01	197,6407	1,25E-03
330	33639,21	3,95E-01	203,8169	1,34E-03
340	34658,58	4,36E-01	209,9932	1,48E-03
350	35677,95	4,85E-01	216,1695	1,64E-03
360	36697,32	5,25E-01	222,3457	1,78E-03
370	37716,69	5,40E-01	228,522	1,83E-03



Data uji desak silinder VI

Mutu beton = 25 MPa

Diameter = 14,43 cm

Umur beton = 7 hari

Berat = 12,50 Kg

Tinggi = 29,20 cm

Pmaks = 325 KN

Luas = 162,4565 cm²

$\sigma_{7hr} = 32619,84 / 163,4565 = 199,562 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{28hr} = 199,562 / 0,65 = 307,019 \text{ kg/cm}^2$

$f'_c = 30,7019 \text{ MPa}$

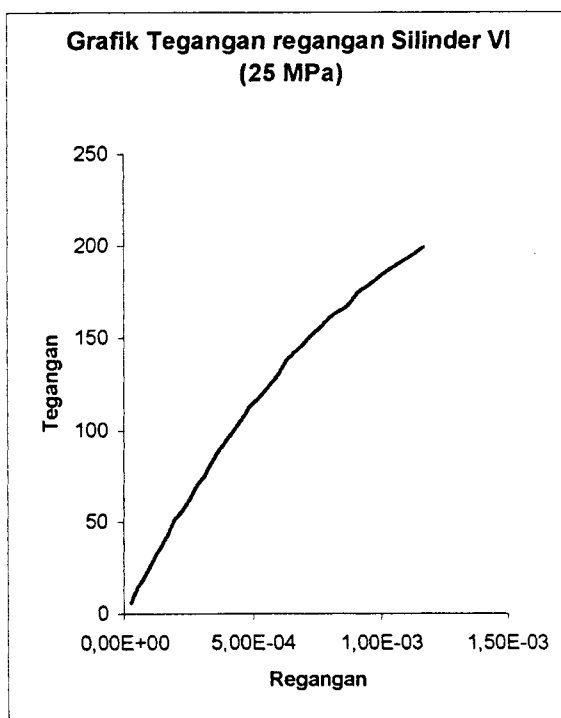
Faktor konversi = 0,65

Tabel 1.12. Hasil uji desak beton sampel enam mutu 25MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	8,00E-03	6,236326	2,74E-05
20	2.039	1,30E-02	12,47265	4,45E-05
30	3.058	2,10E-02	18,70898	7,19E-05
40	4077,472	2,80E-02	24,9453	9,59E-05
50	5096,84	3,50E-02	31,18163	1,20E-04
60	6116,208	4,20E-02	37,41796	1,44E-04
70	7135,576	4,90E-02	43,65428	1,68E-04
80	8154,944	5,50E-02	49,89061	1,88E-04
90	9174,312	6,50E-02	56,12693	2,23E-04
100	10193,68	7,40E-02	62,36326	2,53E-04
110	11213,05	8,10E-02	68,59958	2,77E-04
120	12232,42	9,00E-02	74,83591	3,08E-04
130	13251,78	9,80E-02	81,07224	3,36E-04
140	14271,15	1,05E-01	87,30856	3,60E-04
150	15290,52	1,13E-01	93,54489	3,87E-04
160	16309,89	1,23E-01	99,78121	4,21E-04
170	17329,26	1,32E-01	106,0175	4,52E-04
180	18348,62	1,40E-01	112,2539	4,79E-04
190	19367,99	1,53E-01	118,4902	5,24E-04
200	20387,36	1,64E-01	124,7265	5,62E-04
210	21406,73	1,74E-01	130,9628	5,96E-04
220	22426,1	1,82E-01	137,1992	6,23E-04

Lanjutan Tabel 1.12.

1	2	3	4	5
230	23445,46	1,95E-01	143,4355	6,68E-04
240	24464,83	2,07E-01	149,6718	7,09E-04
250	25484,2	2,21E-01	155,9081	7,57E-04
260	26512,2	2,35E-01	162,1973	8,05E-04
270	27351,9	2,52E-01	167,3344	8,63E-04
280	28551,6	2,65E-01	174,674	9,08E-04
290	29571,3	2,83E-01	180,9124	9,69E-04
300	30591	3,00E-01	187,1507	1,03E-03
310	31610,7	3,22E-01	193,3891	1,10E-03
320	32619,84	3,40E-01	199,5628	1,16E-03



Data uji desak silinder I

Mutu beton	= 30 MPa	Luas	= 169,6306 cm ²
Diameter	= 14,70 cm	σ_{28hr}	= 69292 / 169,6306 = 408,4874 kg/cm ²
Umur beton	= 28 hari	Berat	= 12,25 Kg
Tinggi	= 29,51 cm		
Faktor konversi	= 1		
Pmaks	= 680 KN		

Tabel 1.13. Hasil uji desak beton sampel satu mutu 30MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	7,00E-03	6,0093403	2,37E-05
20	2.039	1,30E-02	12,0186806	4,41E-05
30	3.058	2,00E-02	18,0280209	6,78E-05
40	4077,472	2,60E-02	24,0373612	8,81E-05
50	5096,84	3,10E-02	30,0467015	1,05E-04
60	6116,208	3,70E-02	36,0560418	1,25E-04
70	7135,576	4,40E-02	42,0653821	1,49E-04
80	8154,944	5,10E-02	48,0747224	1,73E-04
90	9174,312	5,80E-02	54,0840627	1,97E-04
100	10193,68	6,30E-02	60,093403	2,13E-04
110	11213,05	7,00E-02	66,1027433	2,37E-04
120	12232,42	7,60E-02	72,1120836	2,58E-04
130	13251,78	8,20E-02	78,1214238	2,78E-04
140	14271,15	8,90E-02	84,1307641	3,02E-04
150	15290,52	9,50E-02	90,1401044	3,22E-04

Lanjutan Tabel 1.13.

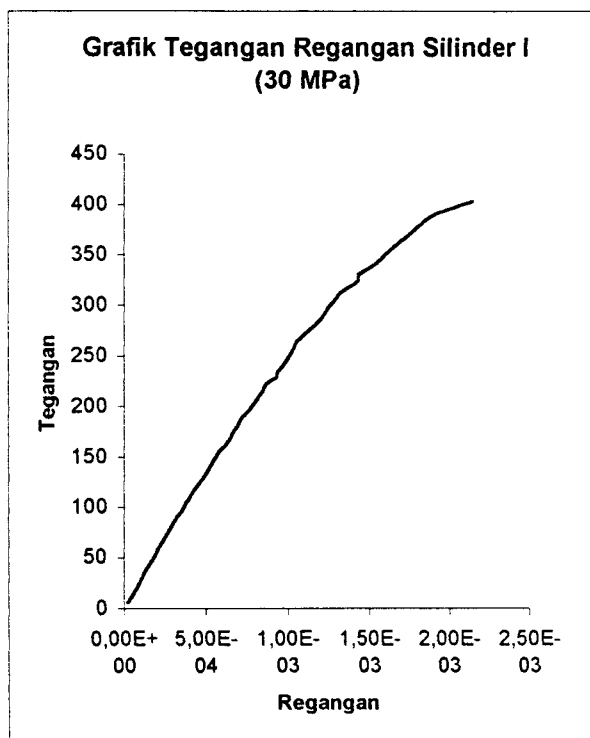
1	2	3	4	5
160	16309,89	1,04E-01	96,1494447	3,52E-04
170	17329,26	1,10E-01	102,158785	3,73E-04
180	18348,62	1,16E-01	108,168125	3,93E-04
190	19367,99	1,22E-01	114,177466	4,13E-04
200	20387,36	1,30E-01	120,186806	4,41E-04
210	21406,73	1,38E-01	126,196146	4,68E-04
220	22426,1	1,45E-01	132,205487	4,91E-04
230	23445,46	1,52E-01	138,214827	5,15E-04
240	24464,83	1,58E-01	144,224167	5,35E-04
250	25484,2	1,65E-01	150,233507	5,59E-04
260	26512,2	1,72E-01	156,293735	5,83E-04
270	27351,9	1,80E-01	161,243903	6,10E-04
280	28551,6	1,90E-01	168,31633	6,44E-04
290	29571,3	1,96E-01	174,327627	6,64E-04
300	30591	2,03E-01	180,338925	6,88E-04
310	31610,7	2,09E-01	186,350222	7,08E-04
320	32619,84	2,17E-01	192,299267	7,35E-04
330	33639,21	2,26E-01	198,308619	7,66E-04
340	34658,58	2,35E-01	204,317971	7,96E-04
350	35677,95	2,42E-01	210,327323	8,20E-04
360	36697,32	2,49E-01	216,336675	8,44E-04
370	37716,69	2,55E-01	222,346027	8,64E-04
380	38736,06	2,72E-01	228,355379	9,22E-04
390	39755,43	2,75E-01	234,364731	9,32E-04

Lanjutan Tabel 1.13.

1	2	3	4	5
400	40774,8	2,84E-01	240,374083	9,62E-04
410	41794,17	2,92E-01	246,383436	9,89E-04
420	42813,54	2,99E-01	252,392788	1,01E-03
430	43832,91	3,05E-01	258,40214	1,03E-03
440	44852,28	3,10E-01	264,411492	1,05E-03
450	45871,65	3,21E-01	270,420844	1,09E-03
460	46891,02	3,33E-01	276,430196	1,13E-03
470	47910,39	3,46E-01	282,439548	1,17E-03
480	48929,76	3,55E-01	288,4489	1,20E-03
490	49949,13	3,62E-01	294,458252	1,23E-03
500	50968,5	3,70E-01	300,467604	1,25E-03
510	51987,87	3,80E-01	306,476956	1,29E-03
520	53007,24	3,88E-01	312,486308	1,31E-03
530	54026,61	4,05E-01	318,495661	1,37E-03
540	55045,98	4,20E-01	324,505013	1,42E-03
550	56065,35	4,21E-01	330,514365	1,43E-03
560	57084,72	4,40E-01	336,523717	1,49E-03
570	58104,09	4,55E-01	342,533069	1,54E-03
580	59123,46	4,68E-01	348,542421	1,59E-03
590	60142,83	4,80E-01	354,551773	1,63E-03
600	61162,2	4,92E-01	360,561125	1,67E-03
610	62181,57	5,06E-01	366,570477	1,71E-03
620	63200,94	5,20E-01	372,579829	1,76E-03
630	64220,31	5,32E-01	378,589181	1,80E-03

Lanjutan Tabel 1.13.

1	2	3	4	5
640	65239,68	5,45E-01	384,598534	1,85E-03
650	66259,05	5,65E-01	390,607886	1,91E-03
660	67278,42	5,95E-01	396,617238	2,02E-03
670	68297,79	6,30E-01	402,62659	2,13E-03



Data uji desak silinder II

Mutu beton	= 30 MPa	Luas	= 167,7893 cm ²
Diameter	= 14,62 cm	σ_{9hr}	= 49949,13 / 167,7893 = 297,6895 kg/cm ²
Umur beton	= 9 hari	σ_{28hr}	= 297,6895 / 0,718 = 414,609 kg/cm ²
Berat	= 12,50 Kg	f_c'	= 41,4609 MPa
Tinggi	= 29,10 cm		
Faktor konversi	= 0,718		
Pmaks	= 500 KN		

Tabel 1.14. Hasil uji desak beton sampel dua mutu 30 MPa

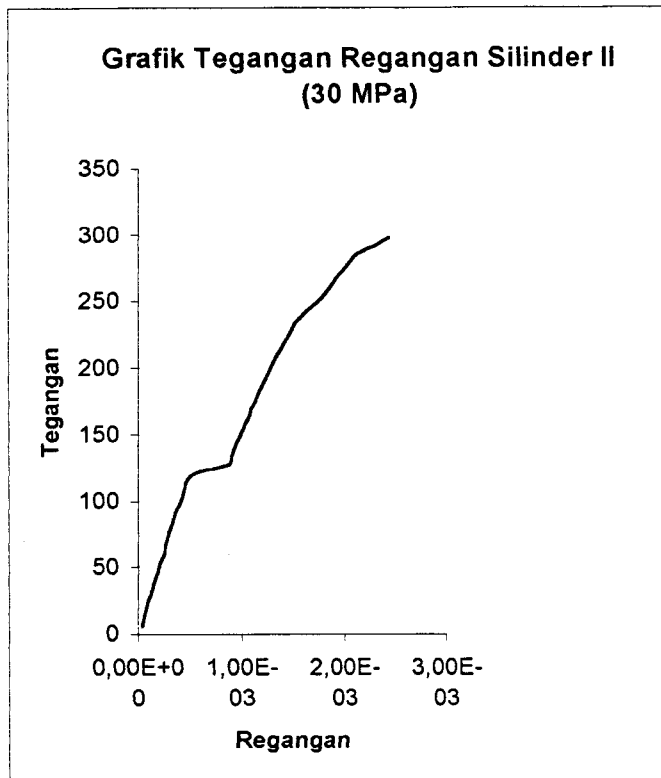
Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	1,20E-02	6,075261	4,12E-05
20	2.039	1,60E-02	12,15052	5,50E-05
30	3.058	2,20E-02	18,22578	7,56E-05
40	4077,472	2,70E-02	24,30104	9,28E-05
50	5096,84	3,60E-02	30,3763	1,24E-04
60	6116,208	4,10E-02	36,45156	1,41E-04
70	7135,576	4,90E-02	42,52683	1,68E-04
80	8154,944	5,50E-02	48,60209	1,89E-04
90	9174,312	6,40E-02	54,67735	2,20E-04
100	10193,68	7,30E-02	60,75261	2,51E-04
110	11213,05	7,60E-02	66,82787	2,61E-04
120	12232,42	8,10E-02	72,90313	2,78E-04

Lanjutan Tabel 1.14.

1	2	3	4	5
130	13251,78	8,90E-02	78,97839	3,06E-04
140	14271,15	9,60E-02	85,05365	3,30E-04
150	15290,52	1,03E-01	91,12891	3,54E-04
160	16309,89	1,15E-01	97,20417	3,95E-04
170	17329,26	1,24E-01	103,2794	4,26E-04
180	18348,62	1,30E-01	109,3547	4,47E-04
190	19367,99	1,35E-01	115,43	4,64E-04
200	20387,36	1,64E-01	121,5052	5,64E-04
210	21406,73	2,52E-01	127,5805	8,66E-04
220	22426,1	2,61E-01	133,6557	8,97E-04
230	23445,46	2,70E-01	139,731	9,28E-04
240	24464,83	2,78E-01	145,8063	9,55E-04
250	25484,2	2,89E-01	151,8815	9,93E-04
260	26512,2	2,98E-01	158,0082	1,02E-03
270	27351,9	3,08E-01	163,0127	1,06E-03
280	28551,6	3,17E-01	170,1627	1,09E-03
290	29571,3	3,29E-01	176,2399	1,13E-03
300	30591	3,38E-01	182,3172	1,16E-03
310	31610,7	3,49E-01	188,3944	1,20E-03
320	32619,84	3,60E-01	194,4087	1,24E-03
330	33639,21	3,70E-01	200,484	1,27E-03
340	34658,58	3,82E-01	206,5593	1,31E-03
350	35677,95	3,95E-01	212,6345	1,36E-03
360	36697,32	4,09E-01	218,7098	1,41E-03

Lanjutan Tabel 1.14.

1	2	3	4	5
370	37716,69	4,20E-01	224,7851	1,44E-03
380	38736,06	4,34E-01	230,8604	1,49E-03
390	39755,43	4,48E-01	236,9356	1,54E-03
400	40774,8	4,73E-01	243,0109	1,63E-03
410	41794,17	5,00E-01	249,0862	1,72E-03
420	42813,54	5,20E-01	255,1615	1,79E-03
430	43832,91	5,40E-01	261,2367	1,86E-03
440	44852,28	5,55E-01	267,312	1,91E-03
450	45871,65	5,75E-01	273,3873	1,98E-03
460	46891,02	5,94E-01	279,4625	2,04E-03
470	47910,39	6,15E-01	285,5378	2,11E-03
480	48929,76	6,65E-01	291,6131	2,29E-03
490	49949,13	7,05E-01	297,6884	2,42E-03
490	49949,13	7,05E-01	297,6884	2,42E-03



Data uji desak silinder III

Mutu beton = 30 MPa

Luas = 165,2739 cm²

Diameter = 14,51 cm

$\sigma_{9hr} = 45871,65 / 165,2739 = 277,5491 \text{ kg/cm}^2$

Umur beton = 9 hari

$\sigma_{28hr} = 277,5491 / 0,718 = 386,5586 \text{ kg/cm}^2$

Berat = 12,30 Kg

$f'_c = 38,65586 \text{ MPa}$

Tinggi = 29,35 cm

Faktor konversi = 0,718

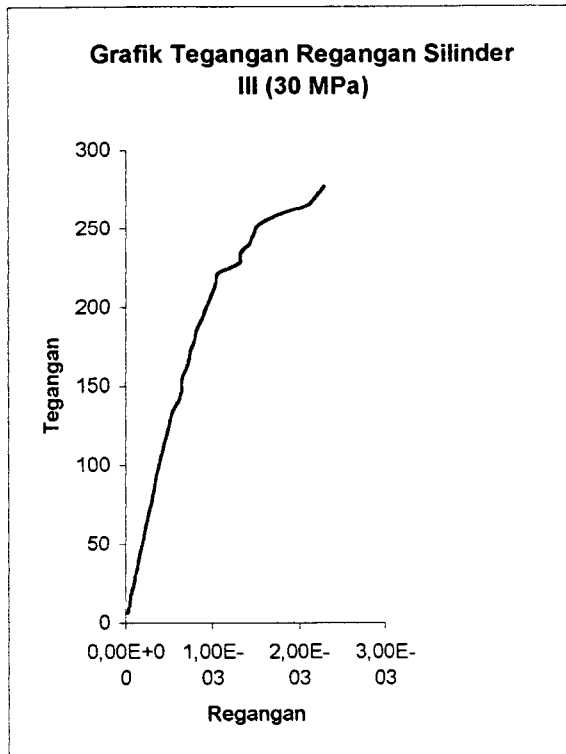
Pmaks = 450 KN

Tabel 1.15. Hasil uji desak beton sampel tiga mutu 30 MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_o}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	7,00E-03	6,167746	2,39E-05
20	2.039	1,20E-02	12,33549	4,09E-05
30	3.058	1,80E-02	18,50324	6,13E-05
40	4077,472	2,60E-02	24,67098	8,86E-05
50	5096,84	3,20E-02	30,83873	1,09E-04
60	6116,208	3,90E-02	37,00647	1,33E-04
70	7135,576	4,70E-02	43,17422	1,60E-04
80	8154,944	5,50E-02	49,34197	1,87E-04
90	9174,312	6,10E-02	55,50971	2,08E-04
100	10193,68	6,80E-02	61,67746	2,32E-04
110	11213,05	7,50E-02	67,8452	2,56E-04
120	12232,42	8,20E-02	74,01295	2,79E-04
130	13251,78	8,90E-02	80,18069	3,03E-04
140	14271,15	9,50E-02	86,34844	3,24E-04
150	15290,52	1,02E-01	92,51619	3,48E-04
160	16309,89	1,10E-01	98,68393	3,75E-04
170	17329,26	1,17E-01	104,8517	3,99E-04
180	18348,62	1,26E-01	111,0194	4,29E-04
190	19367,99	1,33E-01	117,1872	4,53E-04
200	20387,36	1,42E-01	123,3549	4,84E-04
210	21406,73	1,50E-01	129,5227	5,11E-04
220	22426,1	1,60E-01	135,6904	5,45E-04
230	23445,46	1,80E-01	141,8582	6,13E-04

Lanjutan Tabel 1.15.

1	2	3	4	5
240	24464,83	1,88E-01	148,0259	6,41E-04
250	25484,2	1,88E-01	154,1936	6,41E-04
260	26512,2	1,98E-01	160,4136	6,75E-04
270	27351,9	2,09E-01	165,4943	7,12E-04
280	28551,6	2,17E-01	172,7531	7,39E-04
290	29571,3	2,30E-01	178,9229	7,84E-04
300	30591	2,36E-01	185,0926	8,04E-04
310	31610,7	2,52E-01	191,2624	8,59E-04
320	32619,84	2,65E-01	197,3682	9,03E-04
330	33639,21	2,77E-01	203,536	9,44E-04
340	34658,58	2,91E-01	209,7038	9,91E-04
350	35677,95	3,04E-01	215,8715	1,04E-03
360	36697,32	3,11E-01	222,0393	1,06E-03
370	37716,69	3,80E-01	228,207	1,29E-03
380	38736,06	3,85E-01	234,3748	1,31E-03
390	39755,43	4,15E-01	240,5426	1,41E-03
400	40774,8	4,30E-01	246,7103	1,47E-03
410	41794,17	4,45E-01	252,8781	1,52E-03
420	42813,54	5,10E-01	259,0458	1,74E-03
430	43832,91	6,09E-01	265,2136	2,07E-03
440	44852,28	6,40E-01	271,3813	2,18E-03
450	45871,65	6,70E-01	277,5491	2,28E-03



Data uji desak silinder IV

Mutu beton = 30 MPa

Luas = 168,4786 cm²

Diameter = 14,65 cm

$\sigma_{9hr} = 40774,8 / 168,4786 = 242,01759 \text{ kg/cm}^2$

Umur beton = 9 hari

$\sigma_{28hr} = 242,01759 / 0,718 = 337,6718 \text{ kg/cm}^2$

Berat = 12,60 Kg

$f'_c = 33,76718 \text{ MPa}$

Tinggi = 29,35 cm

Faktor konversi = 0,718

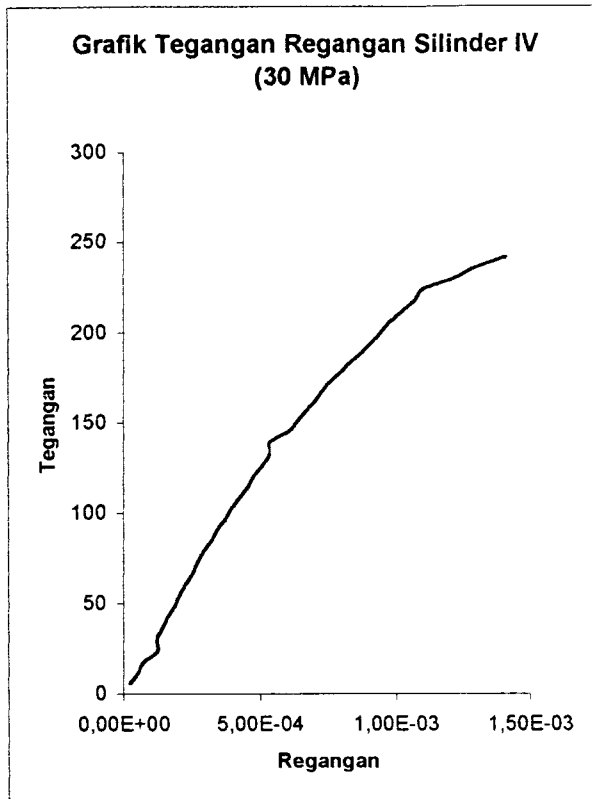
Pmaks = 410 KN

Tabel 1.16. Hasil uji desak beton sampel empat mutu 30 MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	7,00E-03	6,05043	2,39E-05
20	2.039	1,50E-02	12,10086	5,11E-05
30	3.058	2,20E-02	18,15129	7,50E-05
40	4077,472	3,70E-02	24,20172	1,26E-04
50	5096,84	3,50E-02	30,25215	1,19E-04
60	6116,208	4,10E-02	36,30258	1,40E-04
70	7135,576	4,70E-02	42,35301	1,60E-04
80	8154,944	5,40E-02	48,40344	1,84E-04
90	9174,312	5,90E-02	54,45387	2,01E-04
100	10193,68	6,60E-02	60,5043	2,25E-04
110	11213,05	7,30E-02	66,55473	2,49E-04
120	12232,42	7,90E-02	72,60516	2,69E-04
130	13251,78	8,50E-02	78,65559	2,90E-04
140	14271,15	9,30E-02	84,70602	3,17E-04
150	15290,52	1,00E-01	90,75645	3,41E-04
160	16309,89	1,08E-01	96,80688	3,68E-04
170	17329,26	1,15E-01	102,8573	3,92E-04
180	18348,62	1,24E-01	108,9077	4,22E-04
190	19367,99	1,33E-01	114,9582	4,53E-04
200	20387,36	1,40E-01	121,0086	4,77E-04
210	21406,73	1,49E-01	127,059	5,08E-04
220	22426,1	1,56E-01	133,1095	5,32E-04

Lanjutan Tabel 1.16.

1	2	3	4	5
230	23445,46	1,56E-01	139,1599	5,32E-04
240	24464,83	1,76E-01	145,2103	6,00E-04
250	25484,2	1,86E-01	151,2608	6,34E-04
260	26512,2	1,96E-01	157,3624	6,68E-04
270	27351,9	2,05E-01	162,3464	6,98E-04
280	28551,6	2,15E-01	169,4672	7,33E-04
290	29571,3	2,28E-01	175,5196	7,77E-04
300	30591	2,39E-01	181,572	8,14E-04
310	31610,7	2,52E-01	187,6244	8,59E-04
320	32619,84	2,65E-01	193,6141	9,03E-04
330	33639,21	2,75E-01	199,6646	9,37E-04
340	34658,58	2,86E-01	205,715	9,74E-04
350	35677,95	3,00E-01	211,7655	1,02E-03
360	36697,32	3,13E-01	217,8159	1,07E-03
370	37716,69	3,22E-01	223,8664	1,10E-03
380	38736,06	3,54E-01	229,9168	1,21E-03
390	39755,43	3,79E-01	235,9672	1,29E-03
400	40774,8	4,12E-01	242,0177	1,40E-03



Data uji desak silinder V

Mutu beton = 30 MPa

Luas = 165,04625 cm²

Diameter = 14,50 cm

$\sigma_{9hr} = 48929,76/165,04625 = 296,4609 \text{ kg/cm}^2$

Umur beton = 9 hari

$\sigma_{28hr} = 296,4609 / 0,718 = 412,8981 \text{ kg/cm}^2$

Berat = 12,80 Kg

$f'_c = 41,289 \text{ MPa}$

Tinggi = 29,90 cm

Faktor konversi = 0,718

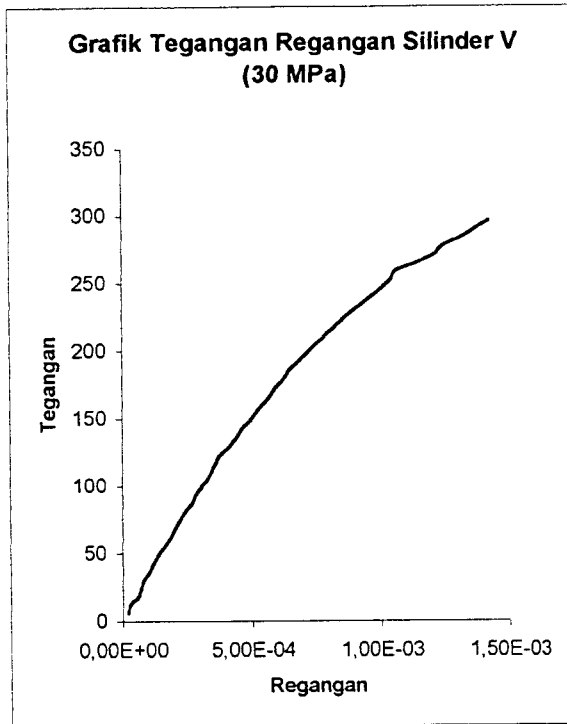
Pmaks = 480 KN

Tabel 1.17. Hasil uji desak beton sampel lima mutu 30 MPa

Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$ (Kg/cm ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg			
1	2	3	4	5
10	1.019	6,00E-03	6,176259	2,01E-05
20	2.039	8,00E-03	12,35252	2,68E-05
30	3.058	1,70E-02	18,52878	5,69E-05
40	4077,472	2,10E-02	24,70503	7,02E-05
50	5096,84	2,40E-02	30,88129	8,03E-05
60	6116,208	3,00E-02	37,05755	1,00E-04
70	7135,576	3,50E-02	43,23381	1,17E-04
80	8154,944	4,10E-02	49,41007	1,37E-04
90	9174,312	4,80E-02	55,58633	1,61E-04
100	10193,68	5,40E-02	61,76259	1,81E-04
110	11213,05	5,90E-02	67,93884	1,97E-04
120	12232,42	6,50E-02	74,1151	2,17E-04
130	13251,78	7,10E-02	80,29136	2,37E-04
140	14271,15	7,80E-02	86,46762	2,61E-04
150	15290,52	8,30E-02	92,64388	2,78E-04
160	16309,89	9,00E-02	98,82014	3,01E-04
170	17329,26	9,70E-02	104,9964	3,24E-04
180	18348,62	1,02E-01	111,1727	3,41E-04
190	19367,99	1,07E-01	117,3489	3,58E-04
200	20387,36	1,12E-01	123,5252	3,75E-04
210	21406,73	1,23E-01	129,7014	4,11E-04
220	22426,1	1,30E-01	135,8777	4,35E-04
230	23445,46	1,36E-01	142,0539	4,55E-04

Lanjutan Tabel 1.17.

1	2	3	4	5
240	24464,83	1,45E-01	148,2302	4,85E-04
250	25484,2	1,53E-01	154,4065	5,12E-04
260	26512,2	1,60E-01	160,635	5,35E-04
270	27351,9	1,68E-01	165,7227	5,62E-04
280	28551,6	1,75E-01	172,9916	5,85E-04
290	29571,3	1,84E-01	179,1698	6,15E-04
300	30591	1,90E-01	185,3481	6,35E-04
310	31610,7	2,00E-01	191,5264	6,69E-04
320	32619,84	2,10E-01	197,6407	7,02E-04
330	33639,21	2,20E-01	203,8169	7,36E-04
340	34658,58	2,30E-01	209,9932	7,69E-04
350	35677,95	2,41E-01	216,1695	8,06E-04
360	36697,32	2,51E-01	222,3457	8,39E-04
370	37716,69	2,63E-01	228,522	8,80E-04
380	38736,06	2,75E-01	234,6983	9,20E-04
390	39755,43	2,88E-01	240,8746	9,63E-04
400	40774,8	3,00E-01	247,0508	1,00E-03
410	41794,17	3,10E-01	253,2271	1,04E-03
420	42813,54	3,15E-01	259,4034	1,05E-03
430	43832,91	3,41E-01	265,5796	1,14E-03
440	44852,28	3,60E-01	271,7559	1,20E-03
450	45871,65	3,70E-01	277,9322	1,24E-03
460	46891,02	3,91E-01	284,1084	1,31E-03
470	47910,39	4,07E-01	290,2847	1,36E-03
480	48929,76	4,24E-01	296,461	1,42E-03



Data uji desak silinder VI

Mutu beton = 30 MPa

Luas = 168,4786 cm²

Diameter = 14,65cm

$\sigma_{9hr} = 50968,5 / 168,4786 = 302,5221 \text{ kg/cm}^2$

Umur beton = 9 hari

$\sigma_{28hr} = 302,5221 / 0,718 = 421,3399 \text{ kg/cm}^2$

Berat = 12,50 Kg

$f_c' = 42,1339 \text{ MPa}$

Tinggi = 29,40 cm

Faktor konversi = 0,718

Pmaks = 500 KN

Tabel 1.18. Hasil uji desak beton sampel enam mutu 30 MPa

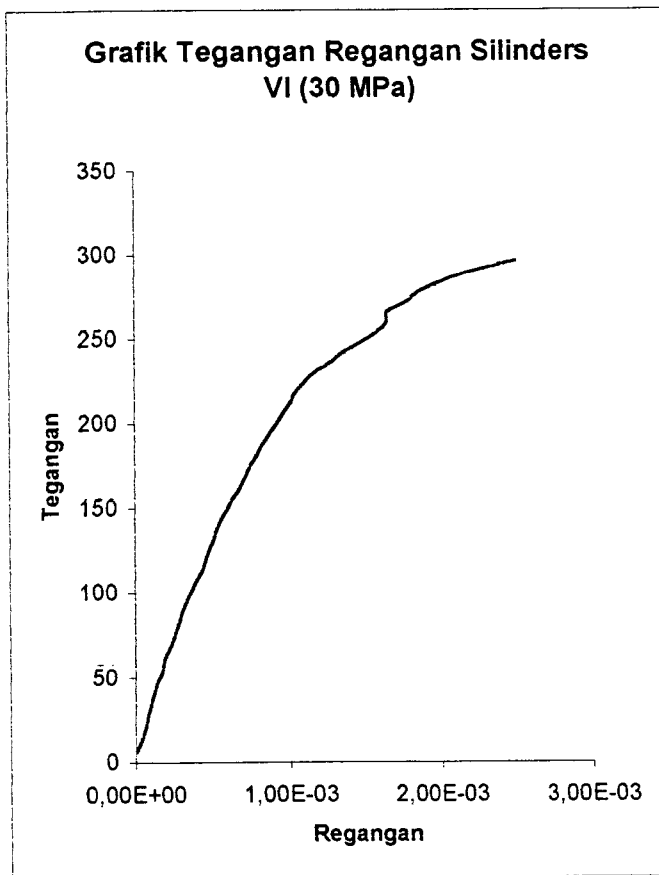
Beban		ΔL (mm)	$\sigma = \frac{P}{A_0}$	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
KN	Kg		(Kg/cm ²)	
1	2	3	4	5
10	1.019	1,00E-03	6,05043	3,40E-06
20	2.039	9,00E-03	12,10086	3,06E-05
30	3.058	1,70E-02	18,15129	5,78E-05
40	4077,472	2,20E-02	24,20172	7,48E-05
50	5096,84	2,60E-02	30,25215	8,84E-05
60	6116,208	3,10E-02	36,30258	1,05E-04
70	7135,576	3,70E-02	42,35301	1,26E-04
80	8154,944	4,30E-02	48,40344	1,46E-04
90	9174,312	5,20E-02	54,45387	1,77E-04
100	10193,68	5,60E-02	60,5043	1,90E-04
110	11213,05	6,50E-02	66,55473	2,21E-04
120	12232,42	7,20E-02	72,60516	2,45E-04
130	13251,78	7,90E-02	78,65559	2,69E-04
140	14271,15	8,60E-02	84,70602	2,93E-04
150	15290,52	9,20E-02	90,75645	3,13E-04
160	16309,89	1,01E-01	96,80688	3,44E-04
170	17329,26	1,10E-01	102,8573	3,74E-04
180	18348,62	1,19E-01	108,9077	4,05E-04
190	19367,99	1,30E-01	114,9582	4,42E-04
200	20387,36	1,36E-01	121,0086	4,63E-04
210	21406,73	1,43E-01	127,059	4,86E-04
220	22426,1	1,50E-01	133,1095	5,10E-04
230	23445,46	1,57E-01	139,1599	5,34E-04

Lanjutan Tabel 1.18.

1	2	3	4	5
240	24464,83	1,67E-01	145,2103	5,68E-04
250	25484,2	1,77E-01	151,2608	6,02E-04
260	26512,2	1,88E-01	157,3624	6,39E-04
270	27351,9	2,00E-01	162,3464	6,80E-04
280	28551,6	2,10E-01	169,4672	7,14E-04
290	29571,3	2,19E-01	175,5196	7,45E-04
300	30591	2,30E-01	181,572	7,82E-04
310	31610,7	2,41E-01	187,6244	8,20E-04
320	32619,84	2,53E-01	193,6141	8,61E-04
330	33639,21	2,68E-01	199,6646	9,12E-04
340	34658,58	2,80E-01	205,715	9,52E-04
350	35677,95	2,92E-01	211,7655	9,93E-04
360	36697,32	3,02E-01	217,8159	1,03E-03
370	37716,69	3,19E-01	223,8664	1,09E-03
380	38736,06	3,38E-01	229,9168	1,15E-03
390	39755,43	3,70E-01	235,9672	1,26E-03
400	40774,8	3,95E-01	242,0177	1,34E-03
410	41794,17	4,30E-01	248,0681	1,46E-03
420	42813,54	4,62E-01	254,1186	1,57E-03
430	43832,91	4,80E-01	260,169	1,63E-03
440	44852,28	4,82E-01	266,2194	1,64E-03
450	45871,65	5,20E-01	272,2699	1,77E-03
460	46891,02	5,45E-01	278,3203	1,85E-03
470	47910,39	5,90E-01	284,3708	2,01E-03

Lanjutan 1.18.

1	2	3	4	5
480	48929,76	6,50E-01	290,4212	2,21E-03
490	49949,13	7,30E-01	296,4717	2,48E-03



LAMPIRAN 5

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
DATA HASIL PENGUJIAN TEGANGAN LEKAT BETON

Hasil pengujian tegangan lekat beton mutu 20 Mpa

1. Dalam satu berkas terdapat satu tulangan

Tabel 1.1. hasil pengujian tegangan lekat tulangan tunggal

BEBAN (Kgf)	Sample I Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample II Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample III Δl (mm)
1	2	3	4	5	6
250	8.30E-01	100	5.50E-01	100	5.80E-01
500	1.35E+00	200	6.70E-01	200	9.90E-01
750	1.76E+00	300	7.50E-01	300	1.24E+00
1000	2.16E+00	400	8.20E-01	400	1.48E+00
1250	2.50E+00	500	9.50E-01	500	1.68E+00
1500	2.87E+00	600	1.22E+00	600	1.93E+00
1750	3.19E+00	700	1.38E+00	700	2.10E+00
2000	3.56E+00	800	1.56E+00	800	2.26E+00
2250	3.83E+00	900	1.73E+00	900	2.44E+00
2500	4.07E+00	1000	1.89E+00	1000	2.58E+00
2750	4.39E+00	1100	2.04E+00	1100	2.71E+00
2850	6.82E+00	1200	2.16E+00	1200	2.85E+00
2900	9.01E+00	1300	2.27E+00	1300	2.98E+00
2925	1.32E+01	1400	2.36E+00	1400	3.10E+00
2975	1.57E+01	1500	2.46E+00	1500	3.23E+00
3000	1.71E+01	1600	2.47E+00	1600	3.36E+00
3050	1.92E+01	1700	2.67E+00	1700	3.47E+00
3150	2.10E+01	1800	2.79E+00	1800	3.62E+00
3250	2.31E+01	1900	2.89E+00	1900	3.75E+00
3300	2.50E+01	2000	2.99E+00	2000	3.87E+00
3400	2.71E+01	2100	2.08E+00	2100	3.99E+00
3500	2.90E+01	2200	3.18E+00	2200	4.12E+00
3550	3.11E+01	2300	3.73E+00	2300	4.25E+00

Lanjutan Tabel 1.1.

3625	3.31E+01	2400	4.44E+00	2400	4.35E+00
3700	3.51E+01	2500	4.54E+00	2500	4.49E+00
		2600	4.65E+00	2600	4.62E+00
		2700	4.74E+00	2700	4.75E+00
		2800	4.86E+00	2800	4.95E+00
		2900	5.04E+00	2900	6.44E+00
		3000	5.39E+00	2950	9.99E+00
		3030	5.69E+00	3000	1.16E+01
		3040	7.58E+00	3030	1.45E+01
		3100	8.85E+00	3100	1.67E+01
		3140	1.04E+01	3200	1.85E+01
		3140	1.31E+01	3300	2.04E+01
		3200	1.49E+01	3400	2.26E+01
		3250	1.61E+01	3500	2.49E+01
		3300	1.68E+01	3600	2.84E+01
		3400	1.80E+01	3660	3.18E+01
		3500	1.99E+01		
		3550	2.12E+01		
		3600	2.30E+01		
		3700	2.57E+01		
		3800	3.00E+01		

2. Dalam berkas tulangan terdapat dua tulangan

Tabel 1.2. hasil pengujian tegangan lekat dua tulangan dalam berkas

BEBAN (Kgf)	Sample I Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample II Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample III Δl (mm)
1	2	3	4	5	6
100	5.00E-01	250	8.70E-01	250	7.80E-01
200	8.40E-01	500	1.48E+00	500	1.39E+00
300	1.15E+00	750	1.84E+00	750	1.72E+00
400	1.39E+00	1000	2.20E+00	1000	2.03E+00
500	1.58E+00	1250	2.47E+00	1250	2.31E+00
600	1.77E+00	1500	2.75E+00	1500	2.62E+00
700	2.01E+00	1750	2.98E+00	1750	2.84E+00
800	2.14E+00	2000	3.24E+00	2000	3.08E+00

Lanjutan Tabel 1.2.

1	2	3	4	5	6
900	2.29E+00	2250	3.47E+00	2250	3.30E+00
1000	2.43E+00	2500	3.68E+00	2500	3.49E+00
1100	2.55E+00	2750	3.87E+00	2750	3.65E+00
1200	2.71E+00	3000	4.12E+00	3000	3.84E+00
1300	2.88E+00	3250	4.34E+00	3250	4.09E+00
1400	2.99E+00	3500	4.55E+00	3500	4.27E+00
1500	3.09E+00	3750	4.74E+00	3750	4.43E+00
1600	3.17E+00	4000	4.94E+00	4000	4.58E+00
1700	3.25E+00	4250	5.11E+00	4250	4.72E+00
1800	3.34E+00	4500	5.32E+00	4500	4.89E+00
1900	3.43E+00	4750	5.54E+00	4750	5.08E+00
2000	3.52E+00	5000	5.82E+00	5000	5.29E+00
2100	3.61E+00	5250	6.43E+00	5250	5.48E+00
2200	3.69E+00			5500	5.77E+00
2300	3.79E+00			5750	6.02E+00
2400	3.87E+00			6000	6.27E+00
2500	3.95E+00			6250	6.72E+00
2600	4.03E+00			6450	9.28E+00
2700	4.09E+00			6475	1.21E+01
2800	4.17E+00			6500	1.43E+01
2900	4.23E+00			6550	1.72E+01
3000	4.30E+00			6800	1.92E+01
3100	4.37E+00			7000	2.09E+01
3200	4.44E+00			7250	2.23E+01
3300	4.50E+00			7500	2.42E+01
3400	4.56E+00			7750	2.79E+01
3500	4.63E+00			7950	3.07E+01
3600	4.70E+00			8000	3.24E+01
3700	4.75E+00			8200	3.51E+01
3800	4.81E+00			8225	3.71E+01
3900	4.87E+00				
4000	4.93E+00				
4100	4.99E+00				
4200	5.06E+00				
4300	5.12E+00				
4400	5.19E+00				
4500	5.24E+00				
4600	5.32E+00				

Lanjutan Tabel 1.2.

1	2	3	4	5	6
4700	5.39E+00				
4800	5.47E+00				
4900	5.52E+00				
5000	5.61E+00				
5100	5.67E+00				
5200	5.76E+00				
5300	5.82E+00				
5400	5.90E+00				
5500	5.99E+00				
5600	5.11E+00				
5700	5.21E+00				
5800	5.58E+00				

3. Dalam berkas tulangan terdapat tiga tulangan

Tabel 1.3. hasil pengujian tegangan lekat tiga tulangan dalam berkas

BEBAN (Kgf)	Sample I Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample II Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample III Δl (mm)
1	2	3	4	5	6
250	1.03E+00	250	2.50E+00	250	1.20E-01
500	1.56E+00	500	4.05E+00	500	1.20E+00
750	1.91E+00	750	4.88E+00	750	1.67E+00
1000	2.19E+00	1000	5.49E+00	1000	1.99E+00
1250	2.45E+00	1250	5.97E+00	1250	2.31E+00
1500	2.73E+00	1500	6.43E+00	1500	2.69E+00
1750	2.96E+00	1750	6.83E+00	1750	2.98E+00
2000	3.15E+00	2000	7.21E+00	2000	3.50E+00
2250	3.35E+00	2250	7.54E+00	2250	3.79E+00
2500	3.54E+00	2500	7.82E+00	2500	4.02E+00
2750	3.73E+00	2750	8.12E+00	2750	4.27E+00
3000	3.91E+00	3000	8.34E+00	3000	4.48E+00
3250	4.08E+00	3250	8.59E+00	3250	4.71E+00
3500	4.27E+00	3500	8.84E+00	3500	4.96E+00
3750	4.44E+00	3750	9.05E+00	3750	5.20E+00
4000	4.61E+00	4000	9.24E+00	4000	5.42E+00
4250	4.79E+00	4250	9.41E+00	4250	5.63E+00
4500	4.96E+00	4500	9.62E+00	4500	5.86E+00

Lanjutan Tabel 1.3.

1	2	3	4	5	6
4750	5.12E+00	4750	9.79E+00	4750	6.10E+00
5000	5.29E+00	5000	9.97E+00	5000	6.34E+00
5250	5.45E+00	5250	1.02E+01	5250	6.58E+00
5500	5.60E+00	5500	1.04E+01	5500	6.33E+00
5750	5.80E+00	5750	1.06E+01	5750	7.10E+00
6000	5.97E+00	6000	1.08E+01	6000	7.39E+00
6250	6.13E+00	6100	1.11E+01	6150	7.90E+00
6500	6.32E+00				
6750	6.48E+00				
7000	6.68E+00				
7250	6.88E+00				
7500	7.07E+00				
7750	7.30E+00				
8000	7.51E+00				
8050	7.82E+00				

4. Dalam berkas tulangan terdapat empat tulangan

Tabel 1.4. hasil pengujian tegangan lekat empat tulangan dalam berkas

BEBAN (Kgf)	Sample I Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample li Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample lii Δl (mm)
1	2	3	4	5	6
250	1.27E+00	250	3.90E-01	250	2.10E+00
500	1.80E+00	500	1.33E+00	500	2.67E+00
750	2.40E+00	750	1.72E+00	750	3.07E+00
1000	2.91E+00	1000	2.10E+00	1000	3.43E+00
1250	3.22E+00	1250	2.41E+00	1250	3.79E+00
1500	3.64E+00	1500	2.73E+00	1500	4.16E+00
1750	3.99E+00	1750	2.98E+00	1750	4.49E+00
2000	4.36E+00	2000	3.20E+00	2000	4.79E+00
2250	4.61E+00	2250	3.42E+00	2250	5.10E+00
2500	4.88E+00	2500	3.63E+00	2500	5.36E+00
2750	5.13E+00	2750	3.83E+00	2750	5.61E+00
3000	5.37E+00	3000	4.02E+00	3000	5.85E+00
3250	5.59E+00	3250	4.20E+00	3250	6.06E+00
3500	5.84E+00	3500	4.36E+00	3500	6.27E+00
3750	6.05E+00	3750	4.52E+00	3750	6.49E+00

Lanjutan Tabel 1.4.

1	2	3	4	5	6
4000	6.26E+00	4000	4.68E+00	4000	6.69E+00
4250	6.46E+00	4250	4.82E+00	4250	6.93E+00
4500	6.65E+00	4500	4.97E+00	4500	7.07E+00
4750	6.87E+00	4750	5.10E+00	4750	7.23E+00
5000	7.07E+00	5000	5.26E+00	5000	7.42E+00
5250	7.29E+00	5250	5.41E+00	5250	7.58E+00
5500	7.53E+00	5500	5.55E+00	5500	7.81E+00
5750	7.75E+00	5750	5.71E+00	5750	8.00E+00
6000	7.96E+00	6000	5.85E+00	6000	8.16E+00
6250	8.22E+00	6250	6.00E+00	6250	8.35E+00
6500	8.49E+00	6500	6.16E+00	6500	8.53E+00
6750	8.69E+00	6750	6.31E+00	6750	8.70E+00
7000	8.92E+00	7000	6.53E+00	7000	8.90E+00
7250	9.16E+00	7050	6.75E+00	7250	9.10E+00
7500	9.39E+00			7500	9.28E+00
7750	9.66E+00			7750	9.46E+00
8000	9.94E+00			8000	9.68E+00
8250	1.03E+01			8250	9.92E+00
8500	1.06E+01			8500	1.01E+01
8725	1.12E+01			8700	1.07E+01

Hasil pengujian kuat lekat beton mutu 25 Mpa

1. dalam satu berkas terdapat satu tulangan

Tabel 2.1. hasil pengujian tegangan lekat tulangan tunggal

BEBAN (Kgf)	Sample I Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample II Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample III Δl (mm)
1	2	3	4	5	6
100	8.10E-01	100	2.40E-01	100	1.20E-01
200	9.10E-01	200	3.10E-01	200	2.20E-01
300	9.80E-01	300	4.20E-01	300	4.00E-01
400	1.03E+00	400	6.30E-01	400	5.90E-01
500	1.09E+00	500	8.30E-01	500	7.70E-01
600	1.23E+00	600	1.00E+00	600	9.70E-01
700	1.39E+00	700	1.14E+00	700	1.15E+00

Lanjutan Tabel 2.1.

1	2	3	4	5	6
800	1.51E+00	800	1.33E+00	800	1.31E+00
900	1.66E+00	900	1.42E+00	900	1.46E+00
1000	1.76E+00	1000	1.53E+00	1000	1.61E+00
1100	1.87E+00	1100	1.64E+00	1100	1.75E+00
1200	1.98E+00	1200	1.75E+00	1200	1.85E+00
1300	2.08E+00	1300	1.85E+00	1300	2.03E+00
1400	2.17E+00	1400	1.95E+00	1400	2.15E+00
1500	2.27E+00	1500	2.04E+00	1500	2.27E+00
1600	2.38E+00	1600	2.15E+00	1600	2.39E+00
1700	2.46E+00	1700	2.24E+00	1700	2.50E+00
1800	2.57E+00	1800	2.34E+00	1800	2.61E+00
1900	2.67E+00	1900	2.42E+00	1900	2.73E+00
2000	2.77E+00	2000	2.51E+00	2000	2.83E+00
2100	2.88E+00	2100	2.59E+00	2100	2.93E+00
2200	2.97E+00	2200	2.69E+00	2200	3.02E+00
2300	3.05E+00	2300	2.77E+00	2300	3.13E+00
2400	3.14E+00	2400	2.86E+00	2400	3.21E+00
2500	3.23E+00	2500	2.93E+00	2500	3.31E+00
2600	3.33E+00	2600	3.01E+00	2600	3.40E+00
2700	3.42E+00	2700	3.09E+00	2700	3.49E+00
2800	3.58E+00	2800	3.18E+00	2800	3.58E+00
2900	3.87E+00	2900	3.29E+00	2900	3.72E+00
3000	4.71E+00	3000	3.75E+00	3000	4.24E+00
3050	7.11E+00	3100	5.65E+00	3070	7.08E+00
3050	1.02E+01	3140	8.13E+00	3080	1.01E+01
3200	1.33E+01	3150	1.02E+01	3100	1.03E+01
3200	1.42E+01	3200	1.28E+01	3170	1.31E+01
3300	1.61E+01	3200	1.53E+01	3200	1.65E+01
3400	1.82E+01	3300	1.72E+01	3300	1.75E+01
3500	2.03E+01	3400	1.94E+01	3400	1.96E+01
3600	2.30E+01	3500	2.18E+01	3500	2.19E+01
3700	2.51E+01	3600	2.47E+01	3600	2.44E+01
		3700	2.79E+01	3700	2.73E+01

2. dalam sat berkas terdapat dua tulamngan

Tabel 2.2. hasil pengujian tegangan lekat dua tulanngan dalam berkas

BEBAN (Kgf)	Sample I Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample II Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample III Δl (mm)
1	2	3	4	5	6
250	6.20E-01	250	6.30E-01	250	4.90E-01
500	1.11E+00	500	1.34E+00	500	1.10E+00
750	1.49E+00	750	1.81E+00	750	1.58E+00
1000	1.81E+00	1000	2.30E+00	1000	1.94E+00
1250	2.06E+00	1250	2.73E+00	1250	2.30E+00
1500	2.39E+00	1500	3.15E+00	1500	2.71E+00
1750	2.65E+00	1750	3.42E+00	1750	2.99E+00
2000	2.90E+00	2000	3.71E+00	2000	3.25E+00
2250	3.14E+00	2250	3.96E+00	2250	3.48E+00
2500	3.36E+00	2500	4.20E+00	2500	3.70E+00
2750	3.80E+00	2750	4.43E+00	2750	3.91E+00
3000	3.84E+00	3000	4.62E+00	3000	4.12E+00
3250	4.11E+00	3250	4.83E+00	3250	4.33E+00
3500	4.41E+00	3500	5.02E+00	3500	4.51E+00
3750	4.78E+00	3750	5.24E+00	3750	4.69E+00
4000	5.30E+00	4000	5.47E+00	4000	4.86E+00
4250	6.30E+00	4250	5.70E+00	4250	5.04E+00
4500	7.25E+00	4500	5.95E+00	4500	5.21E+00
4750	8.63E+00	4650	6.64E+00	4750	5.40E+00
5000	1.16E+01			5000	5.61E+00
5250	1.24E+01			5250	5.80E+00
5500	1.37E+01			5500	6.01E+00
5750	1.48E+01			5750	6.30E+00
5850	1.72E+01			6000	6.80E+00
				6050	7.69E+00

3. dalam berkas tulangan terdapat tiga tulangan

Tabel 2.3. hasil pengujian tegangan lekat tiga tulangan dalam berkas

BEBAN (Kgf)	Sample I Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample II Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample III Δl (mm)
250	1.41E+00	250	2.51E+00	250	7.90E-01
500	2.41E+00	500	4.06E+00	500	1.50E+00
750	3.17E+00	750	4.93E+00	750	1.91E+00
1000	3.82E+00	1000	5.49E+00	1000	2.30E+00
1250	4.30E+00	1250	5.91E+00	1250	2.65E+00
1500	4.85E+00	1500	6.35E+00	1500	3.17E+00
1750	5.15E+00	1750	6.66E+00	1750	3.42E+00
2000	5.50E+00	2000	6.96E+00	2000	3.75E+00
2250	5.76E+00	2250	7.22E+00	2250	4.07E+00
2500	6.05E+00	2500	7.50E+00	2500	4.28E+00
2750	6.27E+00	2750	7.73E+00	2750	4.62E+00
3000	6.53E+00	3000	7.96E+00	3000	4.89E+00
3250	6.81E+00	3250	8.23E+00	3250	5.18E+00
3500	6.99E+00	3500	8.44E+00	3500	5.39E+00
3750	7.22E+00	3750	8.66E+00	3750	5.61E+00
4000	7.42E+00	4000	8.90E+00	4000	5.85E+00
4250	7.63E+00	4250	9.09E+00	4250	6.06E+00
4500	7.84E+00	4500	9.30E+00	4500	6.28E+00
4750	8.05E+00	4750	9.49E+00	4750	6.51E+00
5000	8.25E+00	5000	9.73E+00	5000	6.73E+00
5250	8.50E+00	5250	9.89E+00	5250	6.94E+00
5500	8.71E+00	5500	1.02E+01	5500	7.13E+00
5750	8.94E+00	5750	1.04E+01	5750	7.33E+00
6000	9.15E+00	6000	1.05E+01	6000	7.52E+00
6250	9.42E+00	6250	1.07E+01	6250	7.72E+00
6300	9.73E+00	6500	1.09E+01	6500	7.92E+00
		6750	1.10E+01	6750	8.26E+00
		7000	1.12E+01	6775	8.41E+00
		7250	1.14E+01		
		7500	1.16E+01		
		7750	1.18E+01		
		7850	1.21E+01		

4. dalam berkas tulangan terdapat empat tulangan

Tabel 2.4. hasil pengujian tegangan lekat empat tulangan dalam berkas

BEBAN (Kgf)	Sample I Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample II Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample III Δl (mm)
1	2	3	4	5	6
250	1.18E+00	250	2.32E+00	250	1.50E+00
500	2.32E+00	500	3.69E+00	500	2.48E+00
750	3.09E+00	750	4.55E+00	750	3.05E+00
1000	3.68E+00	1000	5.33E+00	1000	3.53E+00
1250	4.18E+00	1250	5.80E+00	1250	3.91E+00
1500	4.80E+00	1500	6.42E+00	1500	4.38E+00
1750	5.24E+00	1750	6.78E+00	1750	4.74E+00
2000	5.63E+00	2000	7.14E+00	2000	5.02E+00
2250	5.98E+00	2250	7.45E+00	2250	5.30E+00
2500	6.30E+00	2500	7.84E+00	2500	5.64E+00
2750	6.60E+00	2750	8.13E+00	2750	5.93E+00
3000	6.91E+00	3000	8.42E+00	3000	6.20E+00
3250	7.21E+00	3250	8.71E+00	3250	6.47E+00
3500	7.47E+00	3500	8.97E+00	3500	6.69E+00
3750	7.74E+00	3750	9.19E+00	3750	6.91E+00
4000	8.00E+00	4000	9.44E+00	4000	7.15E+00
4250	8.26E+00	4250	9.65E+00	4250	7.37E+00
4500	8.52E+00	4500	9.87E+00	4500	7.59E+00
4750	8.77E+00	4750	1.01E+01	4750	7.78E+00
5000	9.00E+00	5000	1.03E+01	5000	8.02E+00
5250	9.28E+00	5250	1.06E+01	5250	8.28E+00
5500	9.51E+00	5500	1.08E+01	5500	8.47E+00
5750	9.73E+00	5750	1.10E+01	5750	8.65E+00
6000	9.92E+00	6000	1.12E+01	6000	8.85E+00
6250	1.01E+01	6250	1.14E+01	6250	9.08E+00
6500	1.03E+01	6500	1.15E+01	6500	9.30E+00
6750	1.05E+01	6750	1.17E+01	6750	9.50E+00
7000	1.06E+01	7000	1.19E+01	7000	9.73E+00
7250	1.08E+01	7250	1.21E+01	7200	1.00E+01
7500	1.10E+01	7500	1.23E+01		
7750	1.11E+01	7700	1.26E+01		

Lanjutan Tabel 2.4.

1	2	3	4	5	6
8000	1.13E+01				
8250	1.14E+01				
8500	1.16E+01				
8600	1.18E+01				

Hasil pengujian kuat lekat beyond mutu 30 Mpa

1. dalam berkas tulangan terdapat satu tulangan

Tabel 3.1. hasil pengujian tegangan lekat tulangan tunggal

BEBAN (Kgf)	Sample I Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample II Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample III Δl (mm)
1	2	3	4	5	6
100	1.20E-01	100	1.12E+00	100	1.90E-01
200	1.80E-01	200	1.40E+00	200	4.10E-01
300	2.30E-01	300	1.61E+00	300	9.90E-01
400	4.90E-01	400	1.80E+00	400	1.31E+00
500	7.00E-01	500	1.96E+00	500	1.56E+00
600	9.90E-01	600	2.15E+00	600	1.85E+00
700	1.17E+00	700	2.30E+00	700	2.13E+00
800	1.36E+00	800	2.44E+00	800	2.37E+00
900	1.49E+00	900	2.59E+00	900	2.55E+00
1000	1.65E+00	1000	2.72E+00	1000	2.79E+00
1100	1.86E+00	1100	2.85E+00	1100	2.93E+00
1200	2.02E+00	1200	2.96E+00	1200	3.07E+00
1300	2.15E+00	1300	3.08E+00	1300	3.25E+00
1400	2.29E+00	1400	3.17E+00	1400	3.38E+00
1500	2.43E+00	1500	3.28E+00	1500	3.51E+00
1600	2.56E+00	1600	3.38E+00	1600	3.61E+00
1700	2.72E+00	1700	3.48E+00	1700	3.77E+00
1800	2.81E+00	1800	3.56E+00	1800	3.90E+00
1900	2.95E+00	1900	3.66E+00	1900	4.02E+00
2000	3.07E+00	2000	3.74E+00	2000	4.12E+00
2100	3.19E+00	2100	3.84E+00	2100	4.26E+00
2200	3.28E+00	2200	3.92E+00	2200	4.37E+00
2300	3.41E+00	2300	4.02E+00	2300	4.49E+00

Lanjutan Tabel 3.1.

1	2	3	4	5	6
2400	3.50E+00	2400	4.10E+00	2400	4.62E+00
2500	3.62E+00	2500	4.18E+00	2500	4.75E+00
2600	3.75E+00	2600	4.26E+00	2600	4.91E+00
2700	3.90E+00	2700	4.35E+00	2700	5.07E+00
2800	4.07E+00	2800	4.43E+00	2800	5.37E+00
2900	4.62E+00	2900	4.53E+00	2900	6.39E+00
2950	6.28E+00	3000	4.63E+00	3000	8.58E+00
2960	9.05E+00	3100	4.76E+00	3100	1.10E+01
2990	1.11E+01	3200	4.92E+00	3180	1.21E+01
3000	1.14E+01	3300	5.40E+00	3200	1.25E+01
3040	1.42E+01	3300	8.09E+00	3300	1.40E+01
3100	1.52E+01	3360	1.11E+01	3400	1.47E+01
3200	1.68E+01	3400	1.24E+01	3500	1.65E+01
3300	1.86E+01	3500	1.47E+01	3600	1.88E+01
3400	2.01E+01	3600	1.57E+01	3700	2.16E+01
3500	2.28E+01	3700	1.72E+01	3780	2.58E+01
3600	2.56E+01	3800	1.84E+01		
3700	2.92E+01	3900	1.96E+01		
		4000	2.11E+01		
		4100	2.26E+01		
		4200	2.48E+01		
		4300	2.65E+01		
		4400	2.87E+01		

2. dalam berkas tulangan terdapat dua tulangan

Tabel 3.2. hasil pengujian tegangan lekat dua tulangan dalam berkas

BEBAN (Kgf)	Sample I Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample II Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample III Δl (mm)
1	2	3	4	5	6
250	2.83E+00	250	9.80E-01	250	1.28E+00
500	3.23E+00	500	1.50E+00	500	1.44E+00
750	3.53E+00	750	1.80E+00	750	1.97E+00
1000	3.80E+00	1000	2.07E+00	1000	2.25E+00
1250	4.02E+00	1250	2.32E+00	1250	2.48E+00
1500	4.32E+00	1500	2.61E+00	1500	2.71E+00

Lanjutan Tabel 3.2.

1	2	3	4	5	6
1750	4.55E+00	1750	2.86E+00	1750	2.97E+00
2000	4.76E+00	2000	3.06E+00	2000	3.16E+00
2250	4.93E+00	2250	3.30E+00	2250	3.38E+00
2500	5.11E+00	2500	3.48E+00	2500	3.53E+00
2750	5.25E+00	2750	3.66E+00	2750	3.65E+00
3000	5.42E+00	3000	3.90E+00	3000	3.82E+00
3250	5.57E+00	3250	4.18E+00	3250	4.01E+00
3500	5.72E+00	3500	4.50E+00	3500	4.15E+00
3750	5.89E+00	3750	5.10E+00	3750	4.28E+00
4000	6.01E+00	4000	6.17E+00	4000	4.44E+00
4250	6.15E+00	4050	6.70E+00	4250	4.61E+00
4500	6.28E+00			4500	4.75E+00
4750	6.40E+00			4750	4.88E+00
5000	6.56E+00			5000	5.01E+00
5250	6.70E+00			5250	5.19E+00
5500	6.86E+00			5500	5.35E+00
5750	7.03E+00			5750	5.59E+00
6000	7.23E+00			6000	6.33E+00
6250	7.50E+00			6100	8.10E+00
6400	8.24E+00			6125	1.00E+01
				6250	1.42E+01
				6500	1.79E+01
				6750	2.01E+01
				7000	2.27E+01
				7250	2.55E+01
				7400	2.85E+01
				7250	2.55E+01
				7400	2.85E+01

3. dalam berkas tulangan terdapat tiga tulangan

Tabel 3.3. hasil pengujian tegangan lekat tigatulangan dalam berkas

BEBAN (Kgf)	Sample I Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample II Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample III Δl (mm)
1	2	3	4	5	6
250	2.00E+00	250	7.00E-02	250	1.42E+00
500	2.67E+00	500	4.80E-01	500	3.34E+00
750	3.15E+00	750	9.10E-01	750	4.18E+00
1000	3.58E+00	1000	1.28E+00	1000	4.83E+00
1250	3.91E+00	1250	1.59E+00	1250	5.30E+00
1500	4.23E+00	1500	1.97E+00	1500	5.82E+00
1750	4.56E+00	1750	2.25E+00	1750	6.19E+00
2000	4.90E+00	2000	2.55E+00	2000	6.49E+00
2250	5.24E+00	2250	2.78E+00	2250	6.81E+00
2500	5.54E+00	2500	3.05E+00	2500	7.14E+00
2750	5.76E+00	2750	3.24E+00	2750	7.34E+00
3000	6.05E+00	3000	3.45E+00	3000	7.57E+00
3250	6.39E+00	3250	3.68E+00	3250	7.83E+00
3500	6.66E+00	3500	3.88E+00	3500	8.06E+00
3750	6.94E+00	3750	4.07E+00	3750	8.28E+00
4000	7.22E+00	4000	4.30E+00	4000	8.49E+00
4250	7.49E+00	4250	4.51E+00	4250	8.72E+00
4500	7.72E+00	4500	4.72E+00	4500	8.97E+00
4750	7.97E+00	4750	4.94E+00	4750	9.18E+00
5000	8.20E+00	5000	5.17E+00	5000	9.41E+00
5250	8.40E+00	5250	5.41E+00	5250	9.65E+00
5500	8.62E+00	5500	5.67E+00	5500	9.88E+00
5750	8.83E+00	5750	5.93E+00	5750	1.01E+01
6000	9.03E+00	6000	6.19E+00	6000	1.04E+01
6250	9.25E+00	6250	6.45E+00	6250	1.06E+01
6500	9.46E+00	6500	6.70E+00	6500	1.09E+01
6750	9.67E+00	6750	6.96E+00	6750	1.12E+01
7000	9.90E+00	7000	7.19E+00	7000	1.15E+01
7250	1.02E+01	7250	7.48E+00	7250	1.20E+01
7500	1.04E+01	7500	7.71E+00	7500	1.25E+01
7750	1.06E+01	7750	7.97E+00	7750	1.31E+01
8000	1.09E+01	8000	8.23E+00	7775	1.42E+01
8250	1.12E+01	8200	8.90E+00		

Lanjutan Tabel 3.3.

1	2	3	4	5	6
8500	1.15E+01				
8750	1.19E+01				
9000	1.25E+01				
9250	1.48E+01				
9400	1.71E+01				
9500	1.84E+01				
9750	2.23E+01				
10000	2.45E+01				
10250	2.58E+01				
10375	2.67E+01				

4. dalam berkas tulangan terdapat empat tulangan

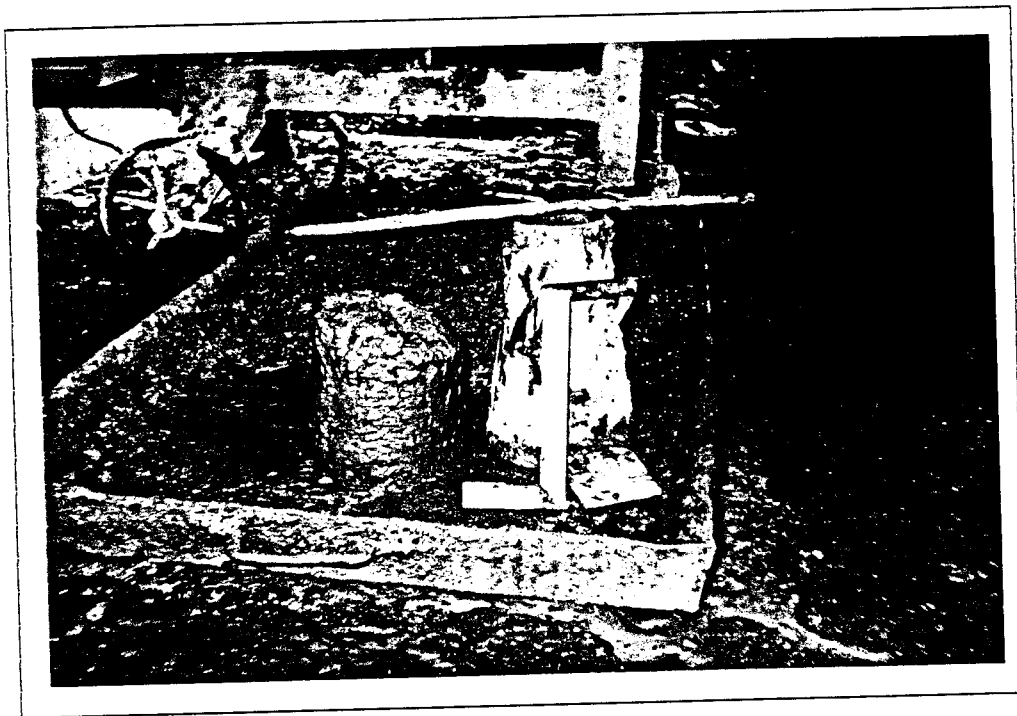
Tabel 3.4. hasil pengujian tegangan lekat empat tulangan dalam berkas

BEBAN (Kgf)	Sample I Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample II Δl (mm)	BEBAN (Kgf)	Sample III Δl (mm)
1	2	3	4	5	6
250	2.74E+00	250	2.26E+00	250	2.22E+00
500	3.38E+00	500	3.08E+00	500	2.96E+00
750	3.91E+00	750	3.72E+00	750	3.13E+00
1000	4.30E+00	1000	4.21E+00	1000	3.46E+00
1250	4.55E+00	1250	4.65E+00	1250	3.73E+00
1500	5.09E+00	1500	5.17E+00	1500	4.23E+00
1750	5.47E+00	1750	5.58E+00	1750	4.59E+00
2000	5.75E+00	2000	5.85E+00	2000	4.80E+00
2250	6.10E+00	2250	6.19E+00	2250	5.24E+00
2500	6.39E+00	2500	6.53E+00	2500	5.62E+00
2750	6.62E+00	2750	6.78E+00	2750	6.00E+00
3000	6.86E+00	3000	7.00E+00	3000	6.36E+00
3250	7.11E+00	3250	7.16E+00	3250	6.72E+00
3500	7.30E+00	3500	7.38E+00	3500	7.04E+00
3750	7.50E+00	3750	7.58E+00	3750	7.49E+00
4000	7.72E+00	4000	7.74E+00	4000	7.69E+00
4250	7.91E+00	4250	7.91E+00	4250	8.05E+00
4500	8.09E+00	4500	8.08E+00	4500	8.32E+00
4750	8.26E+00	4750	8.23E+00	4750	8.63E+00

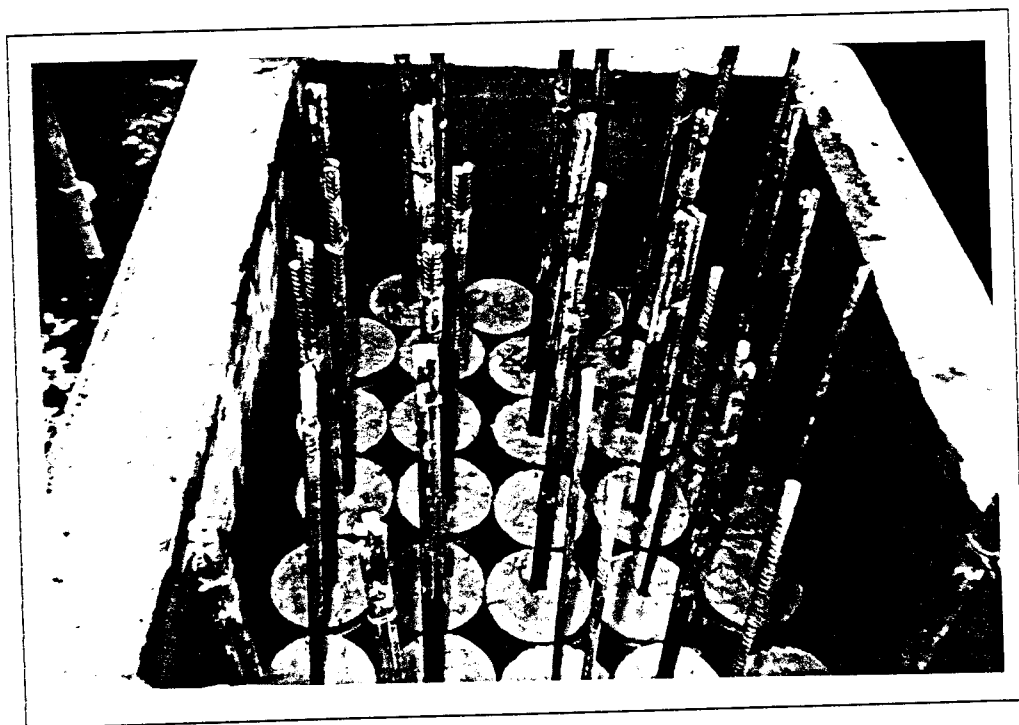
Lanjutan Tabel 3.4.

1	2	3	4	5	6
5000	8.45E+00	5000	8.38E+00	5000	8.99E+00
5250	8.60E+00	5250	8.51E+00	5250	9.21E+00
5500	8.75E+00	5500	8.68E+00	5500	9.47E+00
5750	8.91E+00	5750	8.85E+00	5750	9.71E+00
6000	9.07E+00	6000	8.99E+00	6000	9.94E+00
6250	9.19E+00	6250	9.14E+00	6250	1.02E+01
6500	9.31E+00	6500	9.30E+00	6500	1.04E+01
6750	9.44E+00	6750	9.44E+00	6750	1.06E+01
7000	9.58E+00	7000	9.61E+00	7000	1.08E+01
7250	9.75E+00	7075	9.99E+00	7250	1.11E+01
7500	9.87E+00			7500	1.13E+01
7750	1.00E+01			7750	1.15E+01
8000	1.01E+01			8000	1.17E+01
8250	1.03E+01			8250	1.19E+01
8500	1.04E+01			8500	1.21E+01
8750	1.05E+01			8750	1.22E+01
9000	1.06E+01			9000	1.24E+01
9250	1.08E+01			9250	1.26E+01
9500	1.09E+01			9500	1.28E+01
9750	1.10E+01			9750	1.30E+01
10000	1.11E+01			10000	1.32E+01
10250	1.13E+01			10250	1.33E+01
10500	1.14E+01			10500	1.35E+01
10750	1.15E+01			10750	1.37E+01
11000	1.17E+01			11000	1.39E+01
11250	1.21E+01			11250	1.42E+01
11500	1.22E+01			11500	1.44E+01
11700	1.33E+01			11750	1.48E+01
				12000	1.52E+01
				12150	1.61E+01

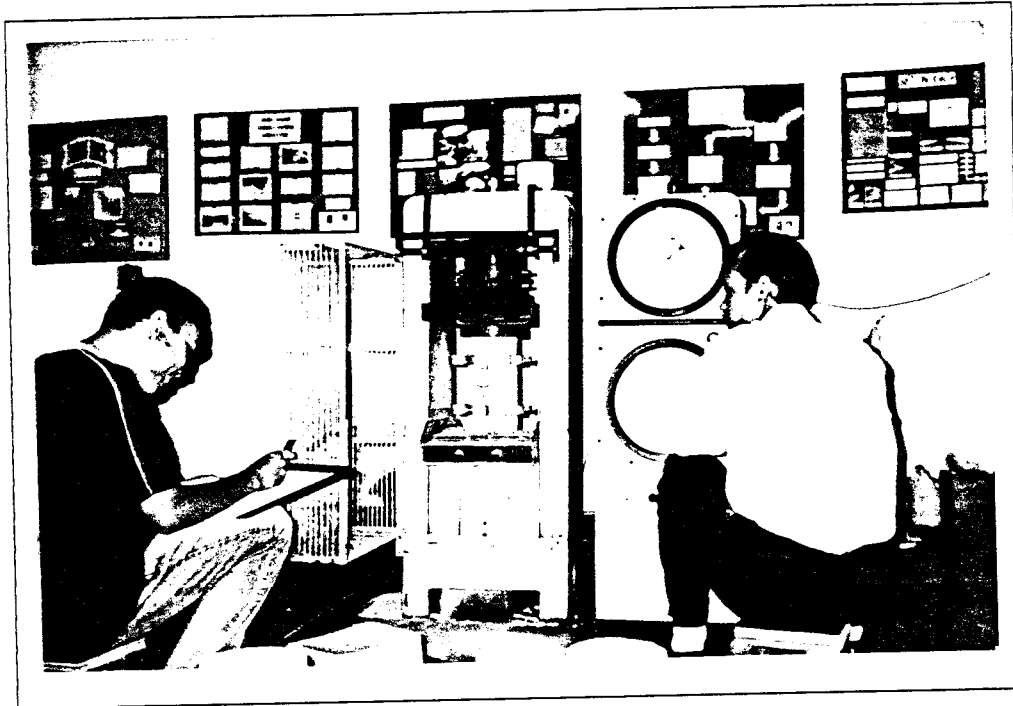
LAMPIRAN 6



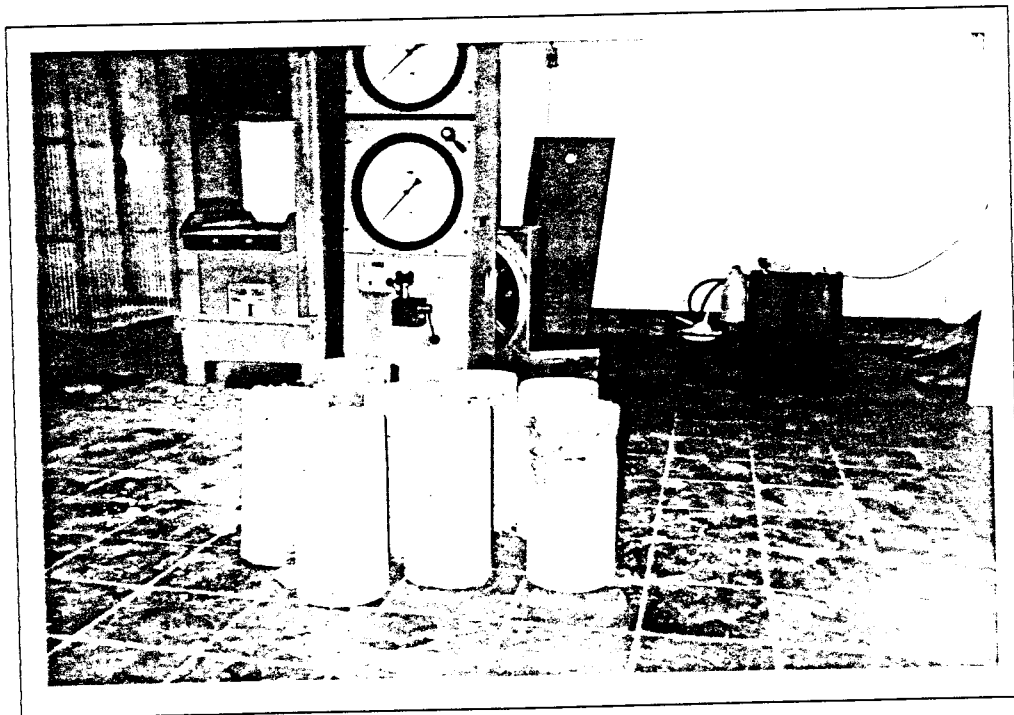
Gambar 1. pengujian nilai *slump* campuran beton



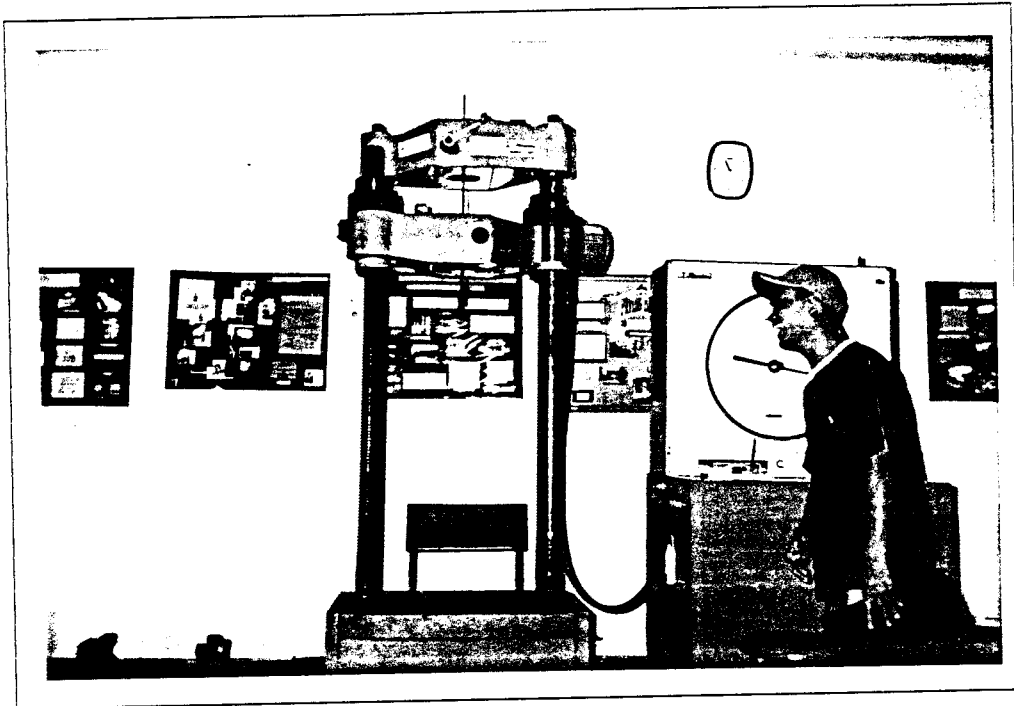
Gambar 2. Perawatan benda uji



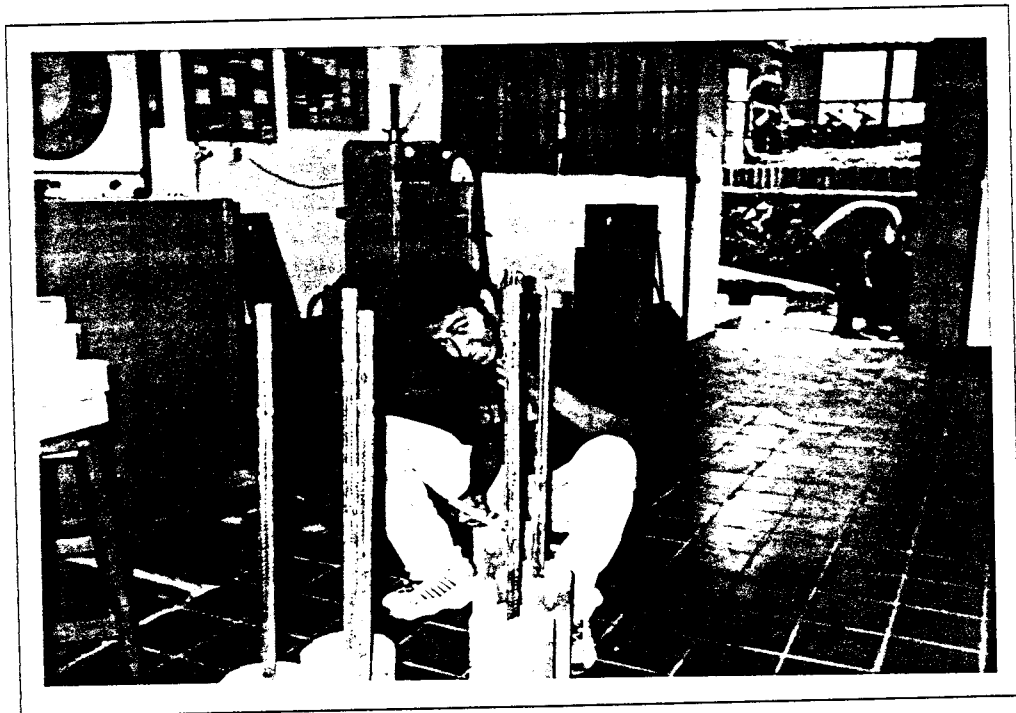
Gambar 3. Pengujian kuat desak beton



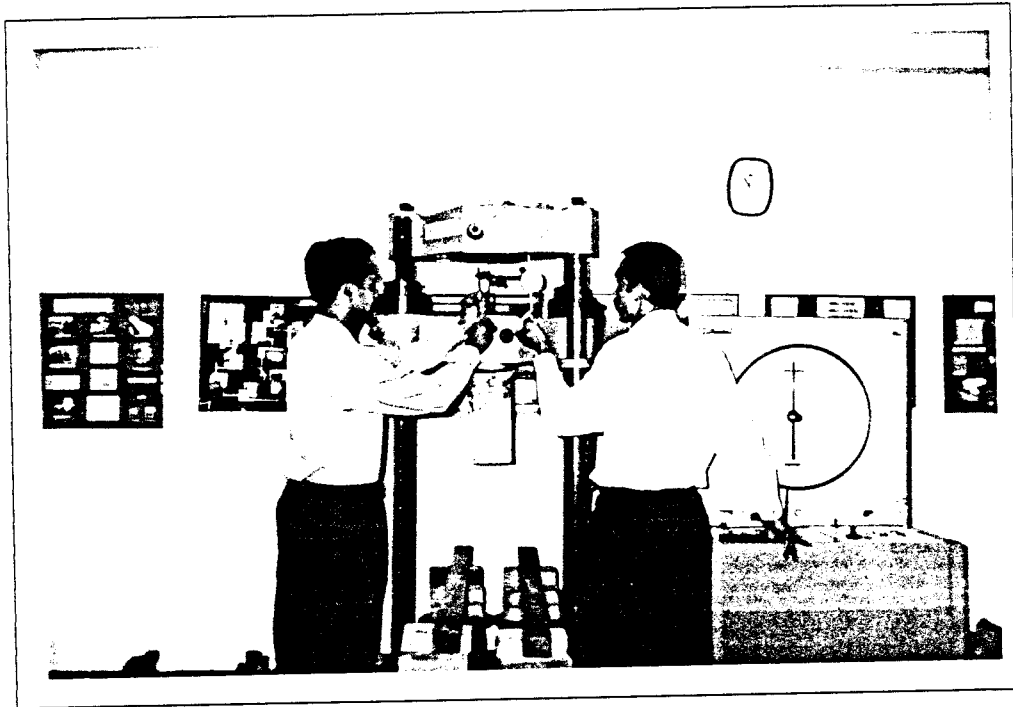
Gambar 4. Benda uji setelah pengujian kuat desak



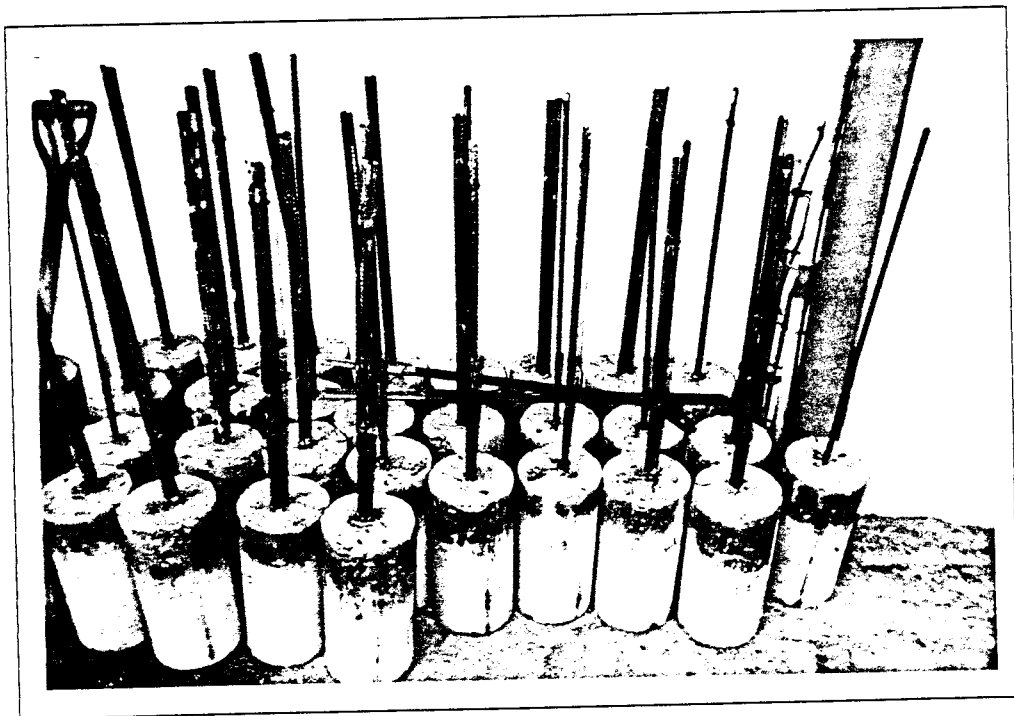
Gambar 5. Pengujian tarik baja



Gambar 6. Pengukuran benda uji sebelum pengujian



Gambar 7. Pengujian kuat lekat beton dan baja tulangan



Gambar 8. Benda uji setelah pengujian kuat lekat

LAMPIRAN 7

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Kholidaeni	98511307	Teknik Sipil
2	Syarizal	98511247	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

.....
 Pengaruh jumlah tulangan dalam satu berkas pada kuat lekat antara beton normal dan
 tulangan baja ulir

PERIODE II : DESEMBER - MEI
TAHUN : 2002 / 2003

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

DOSEN PEMBIMBING I : ..Ir..H.M..Samsudin, MT.
 DOSEN PEMBIMBING II : ..Ir..H..Subaryatmo, MT.



Yogyakarta, ...30/Des.2002...
 a.n. Dekan,

(..... Ir. H. Munadhir, MS)

Catatan.

Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :