

PERPUSTAKAAN FTSP UII

HADIAH/BELI

TGL. TERIMA : 05-12-2007
NO. JUDUL : 2693
NO. INV. : 5120002693001
NO. INDUK : 002693

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI PANJANG SERAT KAWAT
BENDRAT DAN PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER
TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK
BETON PASIR**

(Dengan Berat Serat 0,5% Dari Berat Beton)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



الإسلام جامعة
الاستقلال الأندلسية

Rizki Magnolia Putri

02.511.238

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007**

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR
PENGARUH VARIASI PANJANG SERAT KAWAT
BENDRAT DAN PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER
TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK
BETON PASIR
(Dengan Berat Serat 0,5% Dari Berat Beton)



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH VARIASI PANJANG SERAT KAWAT
BENDRAT DAN PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER
TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK
BETON PASIR**

(Dengan Berat Serat 0,5% Dari Berat Beton)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memeroleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil**

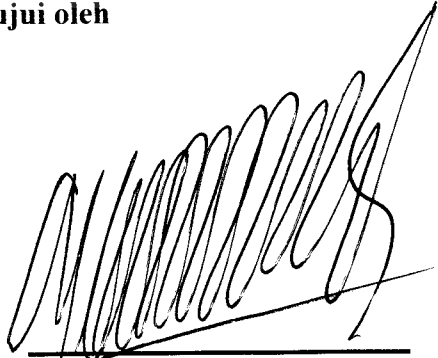


Disusun Oleh :

RIZKI MAGNOLIA PUTRI
02 511 238

Telah diperiksa dan disetujui oleh

IR. H. A. KADIR ABOE, MS
Dosen Pembimbing


Tanggal : 07/11 - 2007

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur sebanyak-banyaknya dan sebesar-besarnya bagi Allah *Rabbul 'alamin* atas karunia dan ni'mat-Nya yang terbesar : Islam, iman dan ihsan. Dialah Allah yang telah berfirman di dalam Al-Qur'an al-Karim : *Maka hendaklah kalian (hai manusia) ingat kepada-Ku, niscaya Aku (pun juga) ingat kepada kalian:..."serta bersyukurlah kalian kepada-Ku dan jangan (sekali-kali) kalian mengingkari (ni'mat-Ku).*

Shalawat dan salam tertuju kepada Nabi dan Rasul termulia, junjungan kita *sayyidina shalallahu 'alaihi wa sallam*: yang kepadanya Allah telah menurunkan Kitab Suci-Nya yang jelas, yaitu firman-firman suci-Nya yang tiada tercampuri oleh ucapan manusia manapun juga. Shlawat dan salam semoga terlimpahkan pula kepada segenap keluarga beliau, para sahabatnya dan semua insan yang mengikuti (ajaran) beliau hingga tiba saat hari terakhir.

Tugas Akhir ini terwujud berkat dorongan semangat untuk penyusun yang tak habis-habisnya diberikan oleh kedua orang tua penyusun, ayahanda R. John Kennedy dan ibunda Elidiadanella tercinta, abangku R. Sejagat Ade Juanda, dan kakakku Inneke Dwi Marta Delva. Serta seluruh keluarga besarku.

Penyusun menghaturkan ribuan terima kasih kepada bapak Ir. H. A Kadir Aboe, MS selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, ilmu pengetahuan yang telah diberikan selama penyusunan Tugas Akhir ini dan dorongan semangat serta segala nasehat-nasehatnya.

Penyusun juga berterima kasih kepada seluruh dosen Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia atas ilmu yang telah diberikan selama penyusun menjalankan pendidikan di bangku perkuliahan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan kuliah.

Tak lupa penyusun ucapkan terima kasih kepada kawan-kawan seperjuangan selama penyusun menyelesaikan Tugas Akhir ini.

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nyalah, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul “ Pengaruh Variasi Panjang Serat Kawat Bendrat Dan Penambahan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Pasir (Dengan Berat Serat 0,5% Dari Berat Beton) ”.

Penyusunan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh jenjang kesarjanaaan Strata 1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Edy Suandi Hamid, M.Ec selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak DR. Ir. Ruzardi, MSCE selaku Dekan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. H. A. Kadir Aboe, MS, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS, selaku Dosen Tamu Tugas Akhir.
6. Bapak Ir. Tri Fajar Budiono, MT, selaku Dosen Tamu Tugas Akhir.
7. Seluruh karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik , Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
8. Seluruh karyawan Bagian Pengajaran, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

9. Ayahanda R. John Kennedy dan Ibunda Elidiadanella atas segala Do'a restu, kasih sayang, perhatian, pengertian dan segala dukungan yang tiada henti-hentinya diberikan kepada ananda, serta kesabaran menanti ananda berhasil menyelesaikan kuliah ini.
10. Abangku Fandhi Hernando yang selalu setia menemani ku, tak pernah lelah membantu, mendukung dengan segala kasih sayang, perhatian, pengertiannya ke tembem ☺.
11. Sahabat-sahabat ku, bang badak, bang buntal, dedi munyuk, terima kasih atas segala suport yang kalian berikan selama ini.
12. Temen-temen seperjuangan Lab. Danang, putra, adi, epoy, melky dan semuanya, terima kasih atas segala bantuan yang kalian berikan.
13. Temen-temen Sipil 2002 "nonk-gham", khususnya kelas D yang sudah membantu menyusun laporan ini.
14. Pihak-pihak lain yang tidak bisa penyusun sebutkan satu-persatu.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat dibutuhkan dalam penyempurnaan laporan ini selanjutnya. Dan semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Jogyakarta, November 2007

Penyusun

ABSTRAK

Indonesia mempunyai beberapa wilayah yang kurang mempunyai deposit agregat kasar namun memiliki agregat halus lebih banyak. Untuk itu, pada penelitian ini mencari solusi alternatif sebagai pengganti beton normal yaitu dengan membuat beton yang hanya menggunakan agregat halus (pasir) saja atau tanpa agregat kasar (kerikil) yang disebut beton pasir. Beton memiliki kelebihan dalam mendukung kuat tekan yang cukup tinggi, namun beton juga memiliki kelemahan yaitu kuat tarik yang rendah dan bersifat getas. Hal tersebut menyebabkan kuat tarik beton sering diabaikan dalam perencanaan struktur bangunan teknik sipil. Penggunaan serat/fiber pada beton pasir diharapkan dapat meningkatkan kekuatan beton tersebut yaitu terhadap kuat tekan dan kuat tarik yang terjadi. Penambahan Superplasticizer diharapkan juga dapat memperbaiki nilai slump dan workability beton akibat penambahan serat/fiber.

Untuk keperluan tersebut, dilakukan penelitian eksperimental yaitu dengan penambahan serat dan superplasticizer dalam adukan beton pasir. Dalam penelitian ini serat yang digunakan berupa kawat bendrat dengan variasi panjang ± 4 , 6 dan 8 cm berdiameter $\pm 1,0$ mm dengan komposisi 0,5% dari berat beton. Superplasticizer yang digunakan jenis sikament 520 dengan komposisi 0,6% dari berat semen. Benda uji yang dibuat berupa silinder berukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm untuk uji tekan dan tarik.

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan serat kawat bendrat dalam adukan beton pasir terjadi peningkatan terhadap kuat tekan dan kuat tarik. Adapun prosentase peningkatan kuat tekan tercapai pada penambahan serat dengan panjang 6 cm yaitu sebesar 15,71 %, sedangkan prosentase peningkatan kuat tarik tercapai pada penambahan serat dengan panjang 8 cm, yaitu sebesar 12,05% terhadap beton pasir. Dilihat dari prosentase peningkatan terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton maksimal dengan adanya penambahan serat dalam adukan beton pasir maka akan memberi pengaruh besar terhadap kuat tekan beton. Dan bila dilihat dari hasil pengujian tegangan-regangan menunjukkan bahwa beton pasir dengan penambahan serat lebih liat (ductile) bila dibanding beton pasir.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAKSI.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Pengertian Umum.....	6
2.2. Penelitian Terdahulu Tentang Penggunaan Serat / Fiber Kawat Berdasarkan Dalam Adukan Beton.....	6
2.3. Literatur Yang Menunjang.....	11
BAB III LANDASAN TEORI.....	13
3.1. Beton Serat.....	13
3.2. Beton Pasir (Mikro Beton).....	17
3.3. Material Penyusun Beton.....	18

3.3.1.Semen Portland.....	18
3.3.2.Air.....	20
3.3.3.Agregrat.....	21
3.3.4.Serat (Kawat Bendrat).....	24
3.3.5.Bahan Tambahan (Admixture).....	25
3.4.Faktor Air Semen.....	26
3.5.Slump.....	27
3.6.Workability.....	27
3.7.Modulus Elastisitas.....	28
3.8.Kuat Tekan Beton.....	29
3.9.Kuat Tarik Beton.....	30
BAB IV METODE PENELITIAN.....	31
4.1.Umum.....	31
4.2.Bahan Penelitian.....	31
4.3.1.Semen.....	31
4.3.2.Agregrat.....	31
4.3.3.Air.....	32
4.3.4.Serat.....	32
4.3.Peralatan Penelitian.....	32
4.3.1.Alat Pemotong.....	32
4.3.2.Saringan/Ayakan Agregat Halus dan Agregat Kasar.....	32
4.3.3.Timbangan dan Ember.....	32
4.3.4.Mistar dan Kaliper.....	33
4.3.5.Mesin Pengaduk.....	33
4.3.6.Cetok dan Talam Baja.....	33
4.3.7.Kerucut Abrams dan Baja Penumbuk.....	33
4.3.8.Mesin Uji Tekan dan Tarik Beton.....	33
4.4.Pelaksanaan Penelitian.....	34
4.4.1.Tahapan Persiapan Bahan.....	34
4.4.2.Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.....	35

4.4.3. Pelaksanaan Pengujian.....	36
4.4.4. Perencanaan Campuran Beton.....	37
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
5.1. Umum.....	49
5.2. Nilai Slump dan Workability.....	49
5.3. Kuat Tekan.....	52
5.4. Perbandingan f'_{cr} Rencana f'_{cr} Hasil Penelitian.....	57
5.5. Hasil Pengujian Tegangan Regangan Dan Analisis Modulus Elastisitas.....	57
5.6. Kuat Tarik.....	61
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
6.1. Kesimpulan.....	63
6.2. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR NOTASI

ε	Regangan atau perubahan bentuk per satuan panjang
η_e	Faktor efisiensi panjang serat tertanam
η_l	Faktor efisiensi orientasi penyebaran serat
τ	Tegangan lekat (bound stress)
σ_{28}	Kuat tekan beton yang direncanakan
σ_c	Kuat tekan semen
σ_f	Tegangan tarik serat saat beton hancur
σ_m	Kuat tarik beton
γ	Koefisien kekompakan beton
γ_c	Berat jenis adukan
γ_f	Berat jenis serat
λ	Koefisien tarik beton
A	Luas penampang benda uji
C	Berat semen per- m^3
D	Ukuran agregat maksimum
d	Diameter dalam
d_f	Diameter serat
E	Berat air per- m^3
E	Modulus elastisitas
f	Tekanan/gaya yang diberikan
f_c'	Kuat tekan beton (benda uji)
f_{cr}	Kuat tekan beton rata-rata
f_l	Kuat tarik
G	Faktor granular
K	Jenis agregat dan cara pemadatan
Ks	Modulus kehalusan butir agregat halus
l	Panjang dari silinder
l_e	Panjang efektif serat

l_f	Panjang serat
M_f	Modulus kehalusan butir
P	Beban
PW_{crit}	Konsentrasi kritis serat
V_f	Prosentase volume serat
V_m	Prosentase volume beton
W_a	Berat fraksi agregat
w_c	Berat satuan beton
W_m	Berat fraksi mortar



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kebutuhan Benda Uji.....	5
Tabel 2.1	Sifat-sifat Berbagai Macam Kawat Yang Digunakan Sebagai Bahan Fiber Lokal.....	8
Tabel 3.1	Unsur-unsur Penyusun Utama Semen (Tjokrodimulyo,1995).....	19
Tabel 3.2	Batas Gradasi Pasir.....	24
Tabel 4.1	Faktor Granular Butiran.....	38
Tabel 4.2	Koreksi Kadar Air.....	39
Tabel 4.3	Harga-harga K, Ks, Kp.....	41
Tabel 4.4	Distribusi Butiran Agregat Untuk Beton Pasir.....	42
Tabel 4.5	Klasifikasi Plastisitas Beton.....	43
Tabel 4.6	Koefisien Kekompakkan Beton (γ).....	43
Tabel 4.7	Komposisi Serat Dari Berat Beton Tiap 1 m ³	45
Tabel 4.8	Komposisi Serat Dari Berat Beton Tiap 1 Silinder.....	46
Tabel 4.9	Komposisi Superplasticizer Dari Berat Semen Tiap 1 m ³	46
Tabel 4.10	Komposisi Superplasticizer Dari Berat Semen Tiap 1 silinder.....	46
Tabel 4.11	Kebutuhan Material Untuk 1 Silinder.....	47
Tabel 5.1	Hubungab Antara Nilai Slump Dengan Penambahan Kawat Bendrat Dan Penambahan Sikament 520.....	50
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dan Prosentase Kenaikkan Kuat Tekan Umur 7 Dan 28 Hari.....	53
Tabel 5.3	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas (Ec) Beton Pasir Dan Beton Pasir Dengan Penambahan Serat Umur 7 Hari.....	59
Tabel 5.4	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas (Ec) Beton Pasir Dan Beton Pasir Dengan Penambahan Serat Umur 28 Hari.....	59
Tabel 5.5	Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Dan Prosentase Kenaikan Kuat Tarik Umur 7 Hari.....	61
Tabel 5.6	Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Dan Prosentase Kenaikan Kuat Tarik Umur 28 Hari.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	Kurva Hubungan Antara Perbandingan Jumlah Semen Dengan Air (C/E) Dan Nilai Slump (A).....	38
Gambar 4.2	Kurva Riel, Kurva Gradasi, Kurva Patokan Beton Pasir.....	42
Gambar 4.3	Flow Chart Penelitian.....	48
Gambar 5.1	Grafik Hubungan Antara Nilai Slump Dengan Penambahan Kawat Bendrat.....	50
Gambar 5.2	Grafik Hubungan Panjang Kawat Bendrat Dengan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	54
Gambar 5.3	Grafik Hubungan Panjang Kawat Bendrat Dengan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	55
Gambar 5.4	Kurva Tegangan Regangan Beton Umur 7 Hari.....	57
Gambar 5.5	Kurva Tegangan Regangan Beton Umur 28 Hari.....	58



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kartu Peserta Tugas Akhir
- Lampiran 2 Data Uji Material
- Lampiran 3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton
- Lampiran 4 Hasil Pengujian Tegangan Regangan Umur Beton 7 Hari
- Lampiran 5 Hasil Pengujian Tegangan Regangan Umur Beton 28 Hari
- Lampiran 6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton
- Lampiran 7 Dokumentasi Penelitian



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton sebagai bahan bangunan teknik sipil telah lama dikenal di Indonesia, karena memiliki kelebihan dalam mendukung tegangan desak, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, perawatan yang murah, dan dapat memanfaatkan bahan-bahan lokal, sehingga beton sangat populer dipakai untuk struktur-struktur besar maupun kecil.

Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batuan yang diikat oleh bahan ikat. Beton dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) ditambah dengan semen. Ada banyak macam jenis beton, salah satunya adalah *beton pasir*. Beton pasir adalah beton yang terbuat dari campuran semen , air, dan agregat yang ukuran butir-butirnya $\leq 4,8$ mm, berupa pasir, dengan agregat ukuran butirannya $\leq 2,4$ mm dianggap sebagai agregat halus , sedangkan agregat yang ukuran butirannya $> 2,4$ mm dan $\leq 4,8$ mm dianggap agregat kasar.

Beton dengan kuat desak tinggi dapat diperoleh dengan pemilihan mutu material pembentuk campurannya, misalnya kekerasan agregat dan kehalusan butir semen. Selain itu dalam perkembangan teknologi beton telah digunakan bahan tambah/*admixture* sebagai campuran mortar beton untuk meningkatkan kinerja dan mutu beton. Ini merupakan salah satu cara untuk mendapatkan kekuatan beton yang tinggi dan dapat mengurangi kekuatan yang terjadi akibat kerusakan.

Superplasticizer adalah bahan tambah untuk meningkatkan *workability* beton segar akibat dari penambahan serat pada adukan beton tanpa mengurangi nilai slump, sehingga beton dapat dikerjakan dengan baik, tidak terjadi pemisahan dari adukan, dan mutu beton dihasilkan meningkat.

Pada penelitian-penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa beton memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelebihan beton yang paling utama adalah kemampuannya mendukung tegangan tekan yang cukup tinggi. Sedangkan kelemahan dari beton adalah bahan yang memiliki sifat getas (*brittel*) dan praktis tidak mampu menahan tegangan tarik.

Dinegara maju seperti Amerika dan Eropa, para peneliti telah berupaya memperbaiki sifat-sifat kurang baik beton dengan cara menambahkan serat pada adukan beton, ide dasarnya adalah dengan menulangi beton dengan fiber yang disebarkan secara merata (*Uniform*) kedalam adukan beton, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan-retakan mikro dalam beton, baik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan. Jenis fiber atau serat yang dipakai untuk memperbaiki sifat kurang baik beton antara lain *stell*, *glass*, *polypropylene*, *carbon* dan alami sebagaimana dilaporkan oleh *ACI (American Concrete Institute) committe 544 (1982)* serta *Sorousian dan Bayashi (1987)*. Dengan demikian pemilihan jenis bahan fiber tersebut perlu disesuaikan dengan sifat yang akan diperbaiki dalam aplikasinya. Salah satu yang perlu menjadi bahan pertimbangan dalam penentuan jenis fiber yang akan dipakai adalah kemudahan sewaktu pencampuran, dan tahan terhadap korosi.

Di Indonesia, konsep penggunaan fiber baja pada adukan beton untuk struktur bangunan teknik sipil belum banyak dikenal / dipakai dalam praktek, dikarenakan belum tersedianya fiber baja secara murah dan dalam jumlah yang cukup, serta harus mendatangkan fiber baja tersebut dari luar negeri. Pada penelitian yang dilakukan oleh Suhendro (1990) telah dibuktikan bahwa *steel fiber* yang asli dapat digantikan dengan *fiber* lokal yang hasilnya tidak jauh berbeda. Fiber lokal tersebut dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu kawat bendrat, kawat baja dan kawat biasa. Bila dilihat dari segi harga per satuan berat kawat lokal termurah adalah kawat bendrat, sedangkan kawat baja dan kawat biasa, berturut-turut, 10 kali dan 1,5 kali dari harga kawat bendrat, maka fiber lokal yang paling optimal potensinya adalah yang terbuat dari kawat bendrat. Oleh karena itu, penelitian berikutnya lebih difokuskan pada jenis fiber yang terbuat dari kawat bendrat.

Mengingat agregat yang dipakai dalam penelitian ini memiliki ukuran butiran maksimum 4,8 mm. Diharapkan penggunaan fiber lokal berupa serat kawat bendrat dan penambahan superplasticizer pada campuran beton pasir dapat memperbaiki sifat-sifat mekanik beton yaitu peningkatan terhadap kuat tekan dan kuat tarik serta daktilitas. Dengan demikian, beton yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan menjadi lebih efisien dan ekonomis.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian diatas terlihat bahwa penambahan fiber pada beton dapat meningkatkan kekuatan beton, serta penambahan superplasticizer dapat meningkatkan workability beton segar, dimana akibat penambahan serat pada beton tanpa mengurangi nilai slump, sehingga beton dapat dikerjakan dengan baik, tidak terjadi pemisahan dari adukan, dan mutu beton dihasilkan meningkat, maka dalam penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah *superplasticizer* dan *serat* yang digunakan berupa kawat bendrat pada beton pasir dengan menggunakan variasi panjang, untuk mencari kuat desak dan kuat tarik.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *superplasticizer* dan serat kawat bendrat pada kuat tarik dan kuat desak beton pasir. Penambahan *superplasticizer* dan serat kawat bendrat pada beton pasir diharapkan dapat meningkatkan kuat desak dan kuat tarik.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Penambahan *superplasticizer* diharapkan dapat memperbaiki workability beton sehingga menghasilkan beton yang memenuhi syarat standar dengan biaya produksi murah.
2. Penambahan serat kawat bendrat diharapkan dapat memperbaiki kualitas beton sehingga menghasilkan beton yang memenuhi syarat standar dengan biaya produksi murah.
3. menambah wawasan serta pengetahuan dalam pengembangan ilmu teknik sipil khususnya dalam teknologi bahan konstruksi.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini perlu ada batasan masalah agar penelitian tidak menyimpang dari tujuan, mengingat waktu yang tersedia sangatlah terbatas, maka ruang lingkup penelitian perlu dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Perencanaan campuran beton pasir dalam penelitian ini menggunakan metoda Dreux, dengan rumusan dasar perhitungan campuran seperti berikut :

$$\sigma_{28} = G \cdot \sigma_c \left[\frac{C}{E} - 0,5 \right]$$

2. Kuat tekan beton yang direncanakan setelah beton berumur 28 hari (σ_{28}) = 25 MPa.
3. *Portland Cement* yang dipergunakan adalah Semen Gresik Tipe I, yang memiliki kuat tekan semen (σ_c) = 500 kg/cm².
4. Direncanakan nilai *fas* = 0,6.
5. Nilai Slump yang direncanakan adalah 10 cm.
6. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton dilakukan setelah beton berumur 7 dan 28 hari.
7. Agregat yang digunakan adalah agregat halus (pasir) yang digunakan berasal dari Merapi; untuk pasir yang lolos saringan 2,40 mm sebagai agregat halus,

sedangkan pasir yang tertahan saringan 2,40 mm dianggap sebagai agregat kasar.

8. Air menggunakan air dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
9. *Superplasticizer* dengan jenis Sikament 520 dengan tipe High Water Reducing produksi PT. SIKA INDONESIA. Dengan komposisi sebesar 0,6 % dari berat semen.
10. Diameter serat kawat bendrat $\pm 1,00$ mm.
11. Panjang serat kawat bendrat ± 4 cm, 6 cm dan 8 cm.
12. Komposisi serat kawat bendrat sebesar 0,5 % dari berat beton.
13. Jumlah benda uji masing - masing :
 - a. 5 buah benda uji kuat tekan dengan selinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
 - b. 3 buah benda uji kuat tarik dengan selinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
14. Komposisi campuran benda uji dibuat sebanyak 64 buah yang terdiri dari:

Tabel 1.1 Tabel Kebutuhan Benda Uji

Kode	Usia Beton	Sampel Uji Tekan	Sampel Uji Tarik	Jumlah Sampel Uji
B.P.	7 hari	5	3	8
B.P.SP.4	7 hari	5	3	8
B.P.SP.6	7 hari	5	3	8
B.P.SP.8	7 hari	5	3	8
B.P.	28 hari	5	3	8
B.P.SP.4	28 hari	5	3	8
B.P.SP.6	28 hari	5	3	8
B.P.SP.8	28 hari	5	3	8
Total Sampel				64

15. Penelitian ini merupakan uji laboratorium yang diadakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum

Menurut Kardiyono (1992), beton serat adalah bahan komposit yang terdiri dari beton normal dan bahan lain berupa serat.

Menurut SNI 03-2492-1991, Beton didefinisikan sebagai campuran semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat.

ACI Committee 554, mendefinisikan beton serat (*Fiber Reinforced Concrete*) adalah beton yang terbuat dari campuran *sement portland*, agregat halus atau agregat halus dan agregat kasar, air, serta sejumlah kecil serat (*fiber*)

Menurut A.Kadir Aboe, beton pasir (mikro beton) merupakan campuran semen *portland* atau semen *hidraulik* lainnya, agregat halus (lolos saringan no.4 ukuran lubang 4,80 mm) yang dikelompokkan atas dua atau tiga fraksi, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan, dengan perbandingan tertentu yang menyebabkan hubungan yang erat antara bahan-bahan tersebut setelah mengeras.

2.2. Penelitian Terdahulu Tentang Penggunaan Serat / Fiber Kawat Bebrat Dalam Adukan Beton

Selama ini telah ada beberapa penelitian laboratorium yang menggunakan bahan tambah fiber baja untuk meningkatkan kualitas beton atau memperbaiki dari sifat-sifat beton. Sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki akibat penambahan serat adalah :

- a. Keliatan/daktilitas,

- b. Ketahanan terhadap beban kejut,
- c. Ketahanan terhadap tarik dan lentur,
- d. Ketahanan terhadap kelelahan,
- e. Ketahanan terhadap pengaruh susut, dan
- f. Ketahanan terhadap Keausan.

Sifat kurang baik dari beton, yaitu getas, praktis tidak mampu menahan tegangan tarik dan momen lentur, dan ketahanan yang rendah terhadap beban *impact* dapat secara dramatis diperbaiki dengan menambahkan *fiber-lokal* yang terbuat dari potongan-potongan kawat pada adukan beton. Selain itu dibuktikan pula bahwa tingkat perbaikan yang diperoleh dengan menggunakan *fiber-lokal* tidak banyak berbeda dengan menggunakan *steel-fiber* asli sebagaimana Penelitian yang dilakukan oleh **Suhendro** (1990), Pada penelitian lainnya juga membuktikan bahwa serat kawat bendrat menunjukkan perbaikan yang relatif lebih baik dengan harga yang termurah. Berikut beberapa penelitian yang membahas masalah tentang penambahan serat *fiber* lokal pada adukan beton:

1) **"Pengaruh fiber lokal pada sifat – sifat beton" (Suhendro, 1990)**

Sampel yang dipilih dari penelitian terdiri dari kawat biasa, kawat bendrat, dan kawat baja. Diameter yang dipilih adalah $\pm 0,8$ s/d 1,0 mm. Selanjutnya ketiga kawat tersebut diambil sampelnya dan dibawa ke laboratorium untuk diuji kuat tariknya. Diagram tegangan-regangan juga memberikan nilai modulus elastisitas (E) dari masing-masing kawat diuji. Selain itu dilakukan pula pengujian untuk menetapkan berat satuan ketiga jenis kawat tersebut. Hasil-hasilnya diberikan secara ringkas pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Sifat-sifat berbagai macam kawat yang digunakan sebagai bahan fiber lokal

No	Jenis kawat	Kuat tarik (MPa)	Perpanjangan pada saat putus (%)	Specific gravity
1.	Kawat baja	230,0	10,5	7,77
2.	Kawat bendrat	38,5	5,5	6,68
3.	Kawat biasa	25,0	30,0	7,70

Sumber : Teori Model Struktur dan Teknik Eksperimental (Bambang Suhendro, 2000)

Selanjutnya ketiga macam kawat tersebut dipotong-potong dengan panjang ± 6 cm, sehingga secara visual telah menyerupai *fiber* baja yang dipakai diluar negeri. Dari hasil pengujiannya diperoleh data bahwa pada penambahan *fiber* lokal untuk pengujian desak selinder beton/beton fiber pada umur 28 hari, kuat desak (tegangan desak maksimum) pada beton fiber (dengan $V_f = 0.5$ %) hanya bertambah antara 5 s/d 10 % bila dibandingkan dengan kuat desak pada beton normal. Ini menunjukkan bahwa beton *fiber* tidak banyak pengaruhnya terhadap pertambahan kuat desaknya. Tetapi bila dilihat pada perilaku setelah tercapainya tegangan yang cukup besar (sekitar 60 % tegangan maksimum). Ini menunjukkan bahwa beton fiber tersebut bersifat *ductile* (liat). Dan bila dilihat dari umur 7 hari ke umur 28 hari terjadi penambahan kuat tekan sekitar 25 % s/d 30 %. Dan juga terjadi penambahan daktilitasnya. Untuk uji kuat tarik beton/beton fiber lokal pada umur 28 hari. Nilai-nilainya adalah beton normal memiliki kuat tarik sebesar 2,8 MPa sedangkan beton fiber baja ($V_f = 0,5$ dan 1,0), beton fiber bendrat ($V_f = 0,5$) dan beton fiber kawat ($V_f = 0,5$), berturut-turut mempunyai kuat tarik sebesar 37,5 MPa, 45,0 MPa, 44,25 MPa, dan 35 MPa. Disini dapat dilihat terdapat peningkatan terhadap beton normal, berturut-turut sebesar 34 %, 61 %, 58 %, dan 25 %. Dengan demikian menunjukkan bahwa beton fiber bendrat memiliki kuat tarik yang relatif lebih baik.

2) **"Pengaruh kawat bendrat lurus terhadap kuat tarik, kuat lentur dan kuat tekan beton serat" (A. Kadir Aboe, 2004)**

Beton serat dengan volume serat 3 %, panjang serat 90 mm (aspek rasio 91,84) memberikan prosentase peningkatan kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur tertinggi, berturut-turut sebesar 36,51 %, 56,93 % dan 40,09 %. Sedang dengan volume serat yang sama tetapi panjang serat 60 mm (aspek rasio 61,22), memberikan prosentase peningkatan kuat tekan dan kuat lenturnya adalah 36,16 % dan 7,42 % dibanding beton normal. Aspek rasio serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton serat dibanding beton normal, terutama kuat lentur, semakin besar aspek rasio serat semakin besar peningkatan prosentase kekuatan beton serat dibanding beton serat dengan aspek rasio serat yang lebih rendah pada volume serat yang sama. *Workability* beton serat sangat dipengaruhi oleh aspek rasio serat. Adukan beton serat dengan panjang serat 90 mm (aspek rasio 91,84) lebih sulit dikerjakan dibanding beton serat dengan panjang serat 60 mm (aspek rasio 61,22) dengan volume serat sama.

3) **"Pengaruh Penambahan Fiber Kawat Bendrat dan Superplasticizer pada Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Kuat Lentur" (Luthfi Zamroni, Yefta, 2004)**

Hasil penelitiannya dengan menggunakan serat kawat bendrat lurus sebagai serat dan volume serat 1%, 2%, dan 3% dari volume beton dengan panjang serat 90 mm. Terjadi penambahan kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur berturut-turut sebesar 36,51%, 56,93%, dan 40,09%. Sedangkan *Workability* mengalami penurunan sejalan peningkatan volume serat.

- 4) **"Pengaruh penggunaan serat kawat bendrat pada beton pasir terhadap kuat tarik, kuat lentur dan kuat tekan beton serat" (Ary Novrizaldi, 2006)**

Kuat tekan maksimal tercapai pada beton pasir dengan penambahan *fiber* kawat bendrat dengan volume fraksi *fiber* 1,5% ($V_f=1,5\%$), yaitu sebesar 22,0082 MPa dan prosentase peningkatan kuat tekannya adalah 22,69% terhadap beton pasir. Dengan demikian, diperoleh hubungan semakin tinggi volume fraksi *fiber* dari kawat bendrat yang ditambahkan maka semakin tinggi pula nilai kuat tekannya.

- 5) **"Pengaruh penambahan fiber terhadap sifat struktur beton" (Santosenengtyas dan Pratomo, 1991)**

Hasil penelitian dengan menggunakan serat bendrat panjang 3 cm yang disebarkan secara random dan variasi penambahan *fiber* 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1%, dan 1.25% dari berat beton menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kuat tekan tertinggi pada konsentrasi *fiber* 1.25% untuk benda uji kubus (15 cm x 15 cm x 15 cm) adalah sebesar 6.68% dan untuk benda uji silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) adalah sebesar 27.90%.

- 6) **"Pengaruh penambahan superplasticizer dan serat kawat bendrat pada beton pasir terhadap kuat tekan beton" (Dimas Budi Syahril, 2007)**

Hasil penelitian menggunakan serat kawat bendrat panjang 4 cm dengan komposisi kawat bendrat sebesar 1,5 % dari berat beton yang disebarkan secara random dan penambahan superplasticizer jenis Sikament LN, Sikament 520, Sikament NN dengan variasi komposisi sebesar 0,5% ; 1% ; 1,5% ; 2% dari berat

semen menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kuat tekan yang tertinggi pada penambahan superplasticizer jenis Sikament 520.

7) **"Pengaruh variasi panjang serat kawat bendrat terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton pasir" (Andika Sentani, 2007)**

Penelitian dengan menggunakan variasi panjang serat kawat bendrat 3 cm, 4 cm, 5 cm dan 6 cm dengan volume serat 1,5 % dari berat beton yang disebarkan secara merata pada beton pasir, didapatkan kuat tekan maksimal pada beton pasir dengan penambahan *fiber* kawat bendrat dimensi 4 cm dengan prosentase peningkatan kuat tekannya sebesar 26,20 %, dan kuat tarik maksimum didapat pada beton pasir dengan penambahan *fiber* kawat bendrat dimensi 5 cm dengan prosentase peningkatan kuat tarik sebesar 59,28 %, serta kuat lentur maksimum tercapai pada beton pasir dengan penambahan kawat bendrat dimensi 5 cm yaitu sebesar 50,53 %.

2.3.Literatur Yang Menunjang

Murdock dan Brook (1986), mengemukakan bahwa kualitas dari beton dipengaruhi dari bahan-bahan pembentuk seperti semen (kualitas dan kecepatan pengerasan), agregat halus (gradasi mempengaruhi kemudahan pengerjaannya, kadar air mempengaruhi perbandingan air-semen, kebersihannya mempengaruhi kekuatan dan sifat awet beton), air (kualitas mempengaruhi pengerasan), bahan campuran (modifikasi dari sifat-sifat beton).

Kardiono Tjokrodinuljo (1992), mengemukakan bahwa agregat adalah butiran mineral alami sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar/beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70 % volume mortar atau beton. Agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,80 mm disebut krikil, sedangkan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,80 mm disebut pasir.

Menurut Nawy (1985), *Superplasticizer* adalah bahan yang dapat disebut sebagai "bahan tambahan kimia pengurang air". Tiga jenis *plasticizer* adalah :

1. Kondensasi sulfonat melamin formaldehid dengan kandungan klorida sebesar 0,005%.
2. Sulfonat naftalin formaldehid dengan kandungan klorida yang dapat diabaikan.
3. Modifikasi lignosulfat tanpa kandungan klorida.

Richard G, dkk (1996) menyatakan dalam hasil penelitiannya bahwa penambahan *superplasticizer* antara 0,9 % sampai 1,14 % dari berat semen berpengaruh pada peningkatan nilai *slump* antara 80 – 240 mm dan dapat meningkatkan *workabilitas*, kuat tekan yang dihasilkan mencapai 60 – 100 Mpa atau setara dengan 600 – 1000 kg/cm².



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Beton Serat

Menurut *ACI Committee 544*, mendefinisikan Beton serat (*Fiber Reinforced Concrete*) adalah beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus atau agregat halus dan agregat kasar, air, serta sejumlah kecil serat (*fiber*).

Penambahan serat pada beton diharapkan dapat mencegah terjadinya retak-retak rambut yang terlalu dini, baik akibat panas hidrasi ataupun akibat beban. Tertundanya retak-retak yang terlalu dini, mengakibatkan kemampuan beton untuk mendukung tegangan-tegangan (aksial, lentur dan geser) yang terjadi menjadi semakin meningkat (Bambang Suhendro, 2000). Serat juga berfungsi untuk menahan sebagian beban yang diterima oleh beton, baik gaya tarik maupun gaya tekan (Balaguru, Perumalsamy, dan Surendra P. Shah, 1992).

Penambahan *superplasticizer* pada beton mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang lebih besar. Bahan ini digolongkan sebagai sarana untuk menghasilkan beton "mengalir" tanpa terjadinya pemisahan (*segregation*) dan umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar (Murdock dan Brook, 1978).

Menurut Suhendro (1990), penggunaan bahan tambah berupa *fiber* lokal yang terbuat dari potongan-potongan kawat pada adukan beton akan memberikan perbaikan yang relatif lebih baik pada beton. Hal-hal yang perlu mendapat perhatian khusus pada beton *fiber* (baja) adalah:

- a. Masalah *fiber dispersion*, yang menyangkut teknik pencampuran *fiber* ke dalam adukan agar dapat tersebar merata dengan orientasi yang random.
- b. Masalah *workability* (keleccakan adukan), yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan, termasuk indikatornya, dan

- c. Masalah *mix design/proportion* untuk memperoleh mutu tertentu dengan kelecakan yang memadai.

Faktor utama yang sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton serat adalah interaksi antara serat dan adukan beton. Hal-hal yang mempengaruhi interaksi tersebut adalah (Balaguru, Perumalsamy, dan Surendra P. Shah, 1992):

- a. Kondisi beton (ada Keretakan atau tidak),
- b. Komposisi adukan beton,
- c. Sifat-sifat serat, jenis serat, sifat permukaan dan kekakuan serat,
- d. Tata letak serat dalam beton,
- e. Volume fraksi serat.

Pendekatan yang dapat digunakan untuk menjelaskan mekanisme serat dalam memperbaiki sifat dan perilaku beton (Soroushian dkk, 1987):

1. *Spacing Concept*

Menurut konsep ini, dengan mendekatkan jarak antar serat dan semakin teraturnya serat dalam beton, dapat membatasi ukuran retak dan mencegah berkembangnya retak menjadi lebih besar. Serat akan efektif bila serat berjajar secara urut dan seragam tanpa adanya *overlapping*. Dalam keadaan sebenarnya, serat dalam beton tidak teratur serta terjadi *overlapping*.

2. *Composite Material Concept*

Konsep material komposit adalah suatu teori yang banyak digunakan untuk memperkirakan kuat tarik dan lentur beton serat saat terjadi retak pertama (*first crack strength*). Menurut konsep ini bahan penyusun beton serat (beton dan serat) diasumsikan saling melekat sempurna dan bentuk serat menerus.

Berdasarkan pendekatan tersebut, kekuatan komposit pada saat retak pertama dinyatakan dengan persamaan (Balaguru, Perumalsamy, dan Surendra P. Shah, 1992):

$$\sigma_c = \sigma_f \cdot V_f + \sigma_m \cdot V_m \dots \dots \dots (3.1)$$

atau
$$\sigma_c = \sigma_f \cdot V_f + \sigma_m (1 - V_f) \dots \dots \dots (3.2)$$

karena
$$V_f + V_m = 1 \dots \dots \dots (3.3)$$

dimana:

σ_c : kekuatan komposit saat retak pertama

σ_f : tegangan tarik serat saat beton hancur

σ_m : kuat tarik beton

V_f : prosentase volume serat

V_m : prosentase volume beton

Persamaan (3.1 dan 3.2) perlu dikoreksi karena beberapa hal, yaitu serat yang digunakan adalah serat dengan ukuran pendek (*short fiber*) dan bukan *contunius fiber*, orientasi penyebaran serat yang random, tidak sempurnanya lekatan antara serat dan beton, panjang lekat serat pada bidang retak yang tidak sama, dan kurang efektif beton dalam menahan tarik. Karena arah dan penyebaran serat dalam beton tidak teratur, maka kekuatan beton serat harus dikalikan dengan faktor efisiensi penyebaran serat (η_e). Nilai lekatan serat dengan beton akibat lekatan yang tidak sempurna dan panjang lekat yang tidak sama, kemungkinan nilainya lebih kecil dari kuat tarik serat, maka kekuatan serat ditentukan berdasarkan kuat lekat serat (*bond stress*):

$$\sigma_f = 2 \cdot \tau \cdot (l_f / d_f) \dots \dots \dots (3.4)$$

dimana:

τ : tegangan lekat (bound stress) pada panjang lekat yang
diperhitungkan ($l_f / 2$)

l_f : panjang serat

d_f : diameter serat

Selain itu kuat tekan beton serat juga harus dikoreksi dengan faktor efisiensi panjang serat (η_l) sebagai koreksi karena panjang serat yang tercabut dari beton tidak seragam panjangnya sebagai akibat peyebaran yang acak (random). Dengan demikian persamaan (3.1 dan 3.2) menjadi:

$$\sigma_c = 2 \cdot \eta_l \cdot \eta_e \cdot \tau \cdot V_f \cdot (l_f / d_f) + \lambda \cdot \sigma_m \cdot (1 - V_f) \dots \dots \dots (3.5)$$

dimana :

η_1 : faktor efisiensi orientasi penyebaran serat

$$= 0,5, \text{ jika } l_f \leq l_e \text{ atau } = 1 - \frac{l_e}{2 \cdot l_f}, \text{ jika } l_f > l_e$$

η_e : faktor efisiensi panjang serat tertanam

$$= 0,41$$

λ : koefisien tarik beton ($0 \leq \lambda \leq 1$)

l_e : Panjang efektif serat

Bila dilihat pada persamaan (3.5). maka terdapat 2 faktor yang mempengaruhi kekuatan beton serat, yaitu:

1. *fiber Aspect Rasio* (l_f/d_f)

Rasio panjang (l_f) terhadap diameter (d_f) serat berpengaruh terhadap penggumpalan (*balling effect*). Brigg, dkk (1974) meneliti bahwa serat yang mempunyai rasio $l_f/d_f > 100$ akan menyebabkan serat menggumpal sehingga sangat sulit disebar merata pada adukan beton, sedang untuk serat beraspect rasio rendah $l_f/d_f < 50$ tidak akan terjadi ikatan yang baik dengan beton. Untuk memperbaiki lekatan dapat digunakan serat dengan berbagai bentuk, seperti kedua ujungnya berkait, spiral, dan lain-lain.

2. Volume Fraksi Serat (V_f)

Volume Fraksi Serat adalah prosentase volume serat yang ditambahkan pada setiap satuan volume beton. Penelitian yang dilakukan Edgington, dkk (1974) menunjukkan bahwa kelecakan adukan akan menurun sejalan dengan peningkatan konsentrasi dan aspek rasio serat. Perkiraan konsentrasi serat yang mengakibatkan adukan beton serat menjadi sulit diaduk :

$$PW_{crit} = 75 \cdot \frac{\pi \cdot \gamma_f \cdot d}{\gamma_c \cdot l} K \dots\dots\dots(3.6)$$

$$\text{dan } K = \frac{W_m}{W_m + W_a} \dots\dots\dots(3.7)$$

dimana : PW_{crit} : konsentrasi kritis serat (persen berat adukan)

γ_c : berat jenis adukan

γ_f : berat jenis serat

$\frac{d}{l}$: nilai banding diameter dan panjang serat

W_m : berat fraksi mortar, yaitu bagian adukan dengan ukuran partikel kurang dari 5 mm

W_a : berat fraksi agregrat, yaitu bagian adukan dengan ukuran partikel lebih dari 5 mm

3.2. Beton Pasir (Mikro Beton)

Beton pasir (mikro beton) merupakan campuran semen *portland* atau semen *hidraulik* lainnya, agregat halus (lolos saringan no.4 ukuran lubang 4,80 mm) yang dikelompokkan atas dua atau tiga fraksi, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan, dengan perbandingan tertentu yang menyebabkan hubungan yang erat antara bahan-bahan tersebut setelah mengeras. Pengerasan terjadi karena proses kimia antara semen dan air, proses pengerasannya bertambah sejalan dengan umur campuran (Tesis, A. Kadir Aboe, 1993).

Agar beton pasir dapat dipakai untuk bahan konstruksi, maka beton pasir harus memenuhi spesifikasi yang dimiliki oleh beton.

Mutu dan kualitas dari beton dapat dilihat /didasarkan pada (Murdock L.J, Brook K.M, 1986):

- a. Kekuatan tekanya.
- b. Workabilitas (sifat mudah dikerjakan, yang berkaitan dengan plastitas, mobilitas dan monolitas campuran).
- c. Durabilitas (keawetan/ketahanan).
- d. Permeabilitas (kerapatan terhadap air).
- e. Penyelesaian akhir.

Mutu dan kualitas beton diatas , secara umum dipengaruhi oleh sifat-sifat bahan campuran, cara pelaksanaan dan perawatannya. Secara lebih rinci, mutu dan kualitas beton dipengaruhi oleh (Tesis, A. Kadir Aboe, 1993):

1. Tipe dan mutu semen.
2. Sifat, bentuk dan kualitas agregat.
3. Ukuran dan gradasi agregat.
4. Rasio perbandingan antara air dan semen.
5. Kandungan bahan organis dan kotoran dalam agregat dan air.

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton (Tri Mulyono,2004):

- a. Proporsi bahan–bahan penyusun,
- b. Metode perancangan,
- c. Perawatan, dan
- d. Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan.

3.3. Material Penyusun Beton

Bahan–bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah meliputi: Semen Portland, Air, Agregat, Serat (kawat bendrat), Bahan tambahan (Admixture). Bahan-bahan tersebut memiliki sifat dan karakteristik yang bervariasi. Berikut adalah penjelasan karakteristik bahan-bahan penyusun beton tersebut.

3.3.1. Semen *Portland*

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI–1982). Sebagaimana terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Unsur-unsur penyusun utama semen (Tjokrodimulyo, 1995)

Nama Unsur	Simbol	Komposisi Kimia
Trikalsium Silikat	C ₃ S	3CaO SiO ₂
Dikalsium Silikat	C ₂ S	2CaO SiO ₂
Trikalsium Aluminat	C ₃ A	2CaO Al ₂ O ₃
Tetrakalsium Aluminoferrite	C ₄ AF	2CaO Al ₂ O ₃ Fe ₃ O ₃

Menurut SNI 15-2049-1994, (1994). Semen *Portland* diklasifikasikan dalam lima jenis, yaitu :

1. Jenis I : Semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain,
2. Jenis II : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalori hidrasi sedang,
3. Jenis III : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi,
4. Jenis VI : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalori hidrasi rendah, dan
5. Jenis V : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Semen merupakan unsur terpenting dalam pembuatan beton, karena semen berfungsi sebagai bahan pengikat untuk mempersatukan bahan agregat kasar dan agregat halus menjadi satu massa yang kompak dan padat. Semen akan berfungsi sebagai pengikat apabila diberi air, sehingga semen tergolong bahan pengikat hidrolis.

Reaksi kimia antara semen *Portland* dengan air menghasilkan senyawa yang disertai dengan pelepasan panas. Kondisi ini mengandung resiko besar terhadap penyusutan beton yang berakibat pada keretakan beton. Reaksi semen

dengan air dibedakan menjadi dua, yaitu periode pengikatan dan periode pengerasan. Pengikatan merupakan peralihan dari keadaan plastis menuju keadaan keras. Sedangkan pengerasan adalah penambahan kekuatan setelah pengikatan selesai.

Ketika semen dicampur dengan air, akan timbul reaksi kimia antara unsur-unsur penyusun semen dengan air. Reaksi ini menghasilkan senyawa – senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan. Menurut Murdock dan Brook (1986), ada empat oksida utama pada semen yang membentuk senyawa -senyawa kimia, yaitu:

1. *trikalsium silikat* (C_3S) $3CaO.SiO_2$,
2. *dikalsium silikat* (C_2S) $2CaO.SiO_2$,
3. *trikalsium aluminat* (C_3Al) $3CaO.Al_2O_3$, dan
4. *tetrakalsium aluminat* (C_4Al) $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$.

Jika semen *Portland* dicampur dengan air, maka komponen kapur dilepaskan dari senyawa, yang banyaknya mencapai sekitar 20% dari berat semen. Kondisi tersebut yang bisa terjadi adalah lepasnya kapur dari semen yang dapat menyebabkan terjadinya pemisahan struktur. Situasi ini harus dicegah dengan menambahkan pada semen suatu mineral silika. Mineral yang ditambahkan ini akan bereaksi dengan kapur bila ada uap air membentuk bahan yang kuat yaitu kalsium silikat.

3.3.2. Air

Air merupakan bahan yang penting dalam pembuatan beton, karena air diperlukan untuk bereaksi dengan semen. Air juga diperlukan untuk menjadi pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan. Menurut Kole dan Kusuma (1993), semen dapat mengikat air sekitar 40% dari beratnya. Dengan kata lain, air sebanyak 0,4 dari berat semen sudah cukup untuk membuat seluruh semen berhidrasi. Jumlah air yang berlebihan dapat menurunkan kualitas beton. Pada beton, semen dan air yang berupa pasta akan mengikat agregat. Ruang yang tidak ditempati butiran semen maupun agregat akan berupa rongga yang berisi air

dan udara. Rongga-rongga yang terbentuk akan tetap tinggal ketika beton telah mengeras, yang berakibat pada penurunan kualitas beton.

Air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimia dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah pengerjaannya, umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton (Nawy, 1998).

Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan kualitas air (Kardiyono, 1992) sebagai berikut:

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

3.3.3. Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang merupakan bahan pengisi dalam campuran beton. Untuk mendapatkan beton yang mempunyai mutu tinggi, maka sifat-sifat agregat tidak dapat diabaikan, karena agregat menempati proporsi 70-75% pada beton (Nilson dan Winter, 1991). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat. Agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar.

Agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya, seperti dijelaskan sebagai berikut:

1. Agregat normal.
Agregat yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7.
2. Agregat berat.
Agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8.
3. Agregat ringan.
Agregat yang berat jenisnya kurang dari 2.

Agregat dibedakan menurut ukurannya, sebagai berikut ini:

1. Agregat halus.

Agregat yang berukuran lebih kecil dari 4,8 mm, yang sering juga disebut sebagai pasir.

2. Agregat kasar.

Agregat yang berukuran lebih dari 4,8 mm atau sering juga disebut kerikil, batu pecah atau *split*.

Menurut sumbernya, agregat juga dapat dibedakan menjadi dua, yaitu agregat alami dan agregat buatan.

Pemilihan dan penentuan agregat yang akan digunakan (komposisi, spesifikasi, dan gradasi) merupakan hal terpenting dalam pembuatan beton. Dalam pembuatan beton normal berkualitas baik agregat yang digunakan sedikitnya memiliki dua kelompok ukuran, yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil).

Begitu juga halnya dalam pembuatan beton pasir, agregatnya dikelompokkan paling sedikit dalam dua fraksi. Bila dalam pembuatan beton pasir digunakan agregat yang dikelompokkan dalam dua fraksi, maka fraksi tersebut adalah:

- a. agregat ukuran 0 – 2,40 mm sebagai agregat halus
- b. agregat ukuran 2,40 – 4,80 mm sebagai agregat kasar

Agregat yang baik adalah harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no. 100, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton (Nawy, 1985).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton terhadap agregat (Tri Mulyono, 2004):

- a. Perbandingan agregat dan semen campuran
- b. Kekuatan agregat
- c. Bentuk dan ukuran
- d. Tekstur permukaan
- e. Gradasi
- f. Reaksi kimia, dan

Agregat yang baik adalah harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no. 100, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton (Nawy,1985).

Pada agregat mungkin terdapat bahan-bahan yang merugikan yang dapat dikelompokkan dalam tiga kategori, yaitu: ketidak murnian organik yang dapat mempengaruhi proses hidrasi semen; lapisan permukaan yang mengganggu pembentukan ikatan yang baik antara agregat dengan pasta semen; dan beberapa partikel agregat sendiri yang lemah.

Agregat yang cukup kuat dan tahan aus dapat saja mengalami ketidak murnian organik, yang berakibat tidak memuaskan sebagai bahan pembentuk beton, karena bahan organik dapat mengganggu reaksi kimia hidrasi. Bahan organik yang terdapat pada agregat biasanya berupa humus, bahan ini lebih sering terdapat pada pasir dibanding pada agregat kasar.

Gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran agregat. Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai persentase berat butir yang tertahan atau lolos saringan standar. Gradasi agregat untuk campuran beton akan mempengaruhi (Tesis, A.Kadir aboe,1993):

- a. Jumlah semen yang dibutuhkan
- b. Jumlah air yang diperlukan
- c. Pengecoran, pemadatan beton (workabilitas dan segregasi)
- d. Penyelesaian akhir beton
- e. Sifat-sifat beton setelah mengeras

Batas-batas gradasi agregat halus (pasir) untuk campuran beton telah ditetapkan oleh *British Standart* untuk agregat dengan ukuran diameter maksimum 40 mm, 30 mm, 20 mm, dan 10 mm. Karena agregat maksimum yang digunakan untuk campuran beton pasir adalah 4,80 mm, maka digunakan batasan gradasi agregat halus. Batasan Gradasi agregat halus (pasir) dikelompokkan dalam empat zone (daerah) seperti pada Tabel 3.1

Tabel 3.2 Batas Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	1	2	3	4
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Buku Teknologi Beton, Kardiyono, 1996

Keterangan : Daerah I = pasir kasar
 Daerah II = pasir agak kasar
 Daerah III = pasir agak halus
 Daerah IV = pasir halus

3.3.4. Serat (Kawat Bendrat)

Menurut Kadir Aboe (2004) dalam Jurnal Teknisia Volume IX No.2 Agustus 2004, menyatakan bahwa banyak sekali jenis serat yang dapat digunakan, yang dapat dikelompokkan dalam serat alami dan buatan. Masing-masing jenis serat mempunyai keuntungan dan kerugian. Pemilihan jenis serat perlu disesuaikan dengan sifat beton yang akan diperbaiki / ditingkatkan.

Pada penelitian ini serat diberikan atau ditambahkan pada campuran adukan beton pasir yang disebarakan secara merata dengan perbandingan tertentu dan untuk tujuan tertentu. Maksud dari penggunaan serat adalah untuk meningkatkan kualitas beton akibat sifat-sifat kurang baik dari beton. Tujuan dasarnya adalah untuk menulangi beton, agar dapat mencegah terjadinya retakan-retakan mikro dalam beton. Penggunaan serat kawat bendrat pada beton *fiber* menunjukkan perbaikan yang relatif lebih baik dengan harga yang termurah (Suhendro, 1990).

Jenis serat yang dipakai adalah serat kawat bendrat. Kawat bendrat termasuk kelompok *steel fiber* yang biasa digunakan sebagai pengikat rangkaian baja tulangan, mempunyai diameter ± 1 mm dan terbuat dari campuran besi baja tanpa pelapis alumunium atau seng.

3.3.5. Bahan Tambahan (*Admixture*)

Bahan tambah adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan tambah ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya (Muyono, 2003).

Astanto (2001) menyebutkan bahwa dalam SK SNI S-18-1990-03 tentang spesifikasi bahan tambahan untuk beton, bahan kimia tambahan dapat dibedakan menjadi 5 jenis berikut ini:

1. Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan tambahan itu diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen.
2. Bahan kimia tambahan untuk memperlambat proses ikatan beton.
3. Bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.
4. Bahan kimia tambahan berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.
5. Bahan kimia tambahan berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

Dalam penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah jenis ke empat yaitu *superplasticizer*.

Superplasticizer adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang cukup besar (Murdock dan Brook, 1978).

Keistimewaan penggunaan *superplasticizer* dalam campuran beton antara lain:

1. Menghasilkan beton mengalir tanpa terjadi pemisahan yang tak diinginkan antara agregat dengan pasta semen.
2. Meningkatkan *workability*.
3. Meningkatkan kuat tekan dengan pengurangan kadar air.
4. Tidak adanya udara masuk.

Penambahan 1 % udara kedalam beton dapat menyebabkan pengurang kekuatan (*strength*) rata-rata 6 %. Untuk memperoleh kekuatan yang tinggi, diharapkan dapat menjaga kandungan udara (*air content*) di dalam beton serendah mungkin. Penggunaan *superplasticizer* menyebabkan sedikit tidak ada udara masuk kedalam beton.

5. Tidak adanya pengaruh korosi terhadap tulangan.

Superplasticizer formulanya tidak berisi *chlorida* yang dapat menyebabkan korosi pada tulangan beton.

3.4. Faktor Air Semen

Faktor air semen sangat mempengaruhi kekuatan beton. Faktor air semen merupakan perbandingan antara berat air dengan semen dalam adukan beton. Abrams telah menyimpulkan bahwa pada bahan-bahan beton dan keadaan pengujian tertentu, jumlah air campuran, gradasi dari agregat yang digunakan menentukan kekuatan beton, selama campuran masih cukup plastis dan dapat dikerjakan.

Beton yang mempunyai faktor air-semen minimal dan cukup untuk memberikan *workabilitas* tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang sempurna tanpa pekerjaan pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik (Murdock dan Brook, 1986).

Semakin tinggi nilai *fas*, maka semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai *fas* yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi, dalam hal ini ada batas-batas tertentu. Nilai *fas*

yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun (Tri Mulyono, 2004).

Menurut metoda *Dreux*, dalam perencanaan adukan beton untuk memberikan tingkat workabilitas beton didasarkan pada perbandingan antara berat semen dengan berat air. Setelah didapat jumlah semen dan jumlah air yang dibutuhkan, maka dapat ditentukan nilai faktor air semen yang dipakai dalam perencanaan campuran beton.

3.5. *Slump*

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecekan suatu adukan beton, yaitu kecairan/kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton, hal ini berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin tinggi nilai slump berarti semakin cair adukan beton tersebut, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan.

Nilai *slump* lebih ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja, bila nilai slump sama akan tetapi nilai fasnya berubah maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi (Kardiono Tjokrodimulyo, 1992).

3.6. *Workability*

Newman (1964) dalam Susetiarto dan Priyatna (2003) mendefinisikan *workability* sekurang-kurangnya menjadi 3 sifat yang terpisah, yaitu:

1. Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga udara diambil.
2. Mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan di sekitar baja dan dituang kembali.

3. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen dan stabil selama dikerjakan tanpa terjadi pemisahan butiran atau bahan-bahan utamanya.

Untuk mengetahui tingkat *workability* suatu adukan dapat diketahui dengan pengujian *slump*. Pengujian *slump* dilakukan dengan menggunakan kerucut Abrams, berupa kerucut terpancung dengan diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm. Cara kerjanya adalah adukan beton dimasukkan kedalam kerucut sebanyak tiga lapis dengan perbandingan setiap sepertiga daritinggi kerucut. Setiap lapis dilakukan pemadatan dengan cara ditusuk sebanyak 25 kali dengan tongkat baja berdiameter 16 mm dan panjang 60 cm. Nilai slump didapat dari mengukur tinggi penurunan puncak kerucut dari tinggi semula kerucut tersebut, setelah kerucut ditarik keatas.

3.7. Modulus Elastisitas

Menurut SK-SNI sesuai dengan perkembangan teknologi beton diberbagai negara penggunaan beton ringan semakin meluas. Sehingga penetapan nilai Modulus Elastisitas Beton (E_c), digunakan rumus empiris yang menyertakan kerapatan (*density*) atau berat beton (Kadir Aboe, 2000).

$$E_c = 0,043 W_c^{1,50} \cdot \sqrt{f_c'} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana: E_c = Modulus Elastisitas Beton tekan (MPa)

W_c = Berat isi beton (kg/m^3) – (1500 – 2500 kg/m^3)

f_c' = kuat tekan beton (MPa)

Untuk beton kepadatan normal dengan berat isi $\pm 23 \text{ kN/m}^3$:

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'} \dots\dots\dots(3.9)$$

Modulus elastis beton normal merupakan fungsi dari kuat desak beton :

$$E_c = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots(3.10)$$

Dimana : E_c = Modulus Elastisitas Beton tekan (MPa)

ε = Regangan yang dihasilkan dari tegangan $0,4 \sigma$

σ = Tegang pada 0,4 kuat tekan uji

3.8. Kuat Tekan Beton

Menurut SNI 03-1974-1990 kuat tekan beton adalah besarnya beban per-satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton umur 28 hari hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Pengukuran kuat tekan beton dilakukan dengan membuat benda uji pada saat pengadukan beton berlangsung. Benda uji berupa selinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, benda uji ini kemudian ditekan dengan mesin penekan sampai pecah. Beban tekan maksimum yang memecahkan itu dibagi dengan luas penampang selinder maka diperoleh nilai kuat tekan. Nilai kuat tekan dinyatakan dalam MPa atau kg/cm^2 dihitung dengan rumus sebagai berikut (Kardiyono, 1992) :

$$\text{Kuat desak beton } f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.11)$$

Dengan : f_c' = kuat tekan masing-masing benda uji

P = beban maksimum

A = Luas penampang benda uji

Nilai uji yang diperoleh dari setiap benda uji akan berbeda, karena beton merupakan material yang heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, kecepatan pembebanan, dan oleh kondisi lingkungan pada saat pengujian. Dari kuat tekan masing-masing benda uji kemudian dihitung kuat tekan beton rata-rata (f_{cr}') dengan persamaan (Ari Novrizaldi, 2006).

$$f_{cr}' = \frac{\sum_{i=1}^{N=1} f_c(i)}{N} \dots\dots\dots(3.12)$$

Dengan : f_{cr}' = kuat tekan beton rata-rata

f_c = kuat tekan masing-masing benda uji

N = jumlah semua benda uji yang diperiksa

3.9. Kuat Tarik Beton

Kuat tarik beton berkisar seperdelapan belas kuat tekan pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar seper dua puluh sesudahnya (Murdock dan Brook, 1986).

Menurut SNI 03-2491-2002, nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan, yang dikenal sebagai uji belah silinder.

Kuat tarik didapatkan dari hasil pengujian pembelahan silinder oleh suatu desakan kearah diameternya sesuai SNI 03-2491-2002. Secara terperinci cara ini diuraikan pada SNI 03-2491-2002 kekuatan tarik dapat dihitung sebagai berikut :

$$f_1 = \frac{2P}{\pi d l} \dots\dots\dots(3.13)$$

Dimana : f_1 = Kuat tarik (MPa)

P = beban maksimal yang diberikan dalam (N)

l = panjang dari silinder dalam (mm)

d = diameter dalam (mm)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Metode penelitian pada dasarnya mengikuti langkah-langkah yaitu: identifikasi, penyeleksian, pendefinisian masalah, penyusunan hipotesis, penyeleksian subyek-subyek dan alat ukur, pemilihan rancangan yang akan digunakan, pelaksanaan prosedur, penganalisaan data, dan penyusunan kesimpulan. Suatu eksperimen disebut valid bila hasil yang diperoleh semata-mata disebabkan oleh pemanipulasian variabel bebas, dan memperoleh hasil yang sama bila dilakukan di luar situasi eksperimen. (Sevilla, dkk, 1993)

4.2 Bahan Penelitian

4.2.1 Semen

Dalam penelitian ini semen yang digunakan adalah *portland cement* tipe I dengan merk Semen Gresik kemasan 50 Kg. Pengamatan dilakukan secara visual terhadap kemasan kantong tertutup rapat, bahan butirannya halus serta tidak terjadi penggumpalan.

4.2.2 Agregat

Pada penelitian ini agregat yang digunakan adalah agregat halus (pasir) yang berasal dari Gunung Merapi, Yogyakarta.

Adapun proporsi agregat terdiri atas :

1. Agregat Halus adalah pasir dengan ukuran butir $< 2,40$ mm, dan
2. Agregat Kasar adalah pasir dengan ukuran butir $> 2,40$ dan $\leq 4,80$ mm.

4.2.3 Air

Air yang digunakan diambil dari laboratorium bahan konstruksi Teknik Jurusan Teknik sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Pemeriksaan hanya dilakukan secara visual dari penampakannya yaitu jernih, tidak berbau, serta dapat digunakan sebagai air minum.

4.2.4 Serat

Serat yang digunakan adalah serat kawat bendrat dengan diameter sekitar $\pm 1,00$ mm dan variasi panjang 4, 6, 8 cm diupayakan berbentuk lurus.

4.3 Peralatan penelitian

4.3.1 Alat pemotong

Alat pemotong digunakan untuk membuat batangan kawat bendrat menjadi potongan-potongan sesuai dengan ukuran yang kita kehendaki.

4.3.2 Saringan/Ayakan Agregat Halus dan Agregat Kasar

Saringan ini dipakai untuk memperoleh diameter agregat yang diinginkan. Saringan/ayakan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari :

1. Saringan/ayakan diameter 4,80 mm, dan
2. Saringan/ayakan diameter 2,40 m.

4.3.3 Timbangan dan Ember

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan-bahan yang akan digunakan, sedangkan ember digunakan sebagai tempat bahan-bahan yang akan ditimbang.

4.3.4 Mistar dan Kaliper

Mistar dan kaliper digunakan untuk mengukur dimensi benda uji yang akan diteliti dan untuk mengukur pada pengujian nilai *slump*.

4.3.5 Mesin Pengaduk

Mesin pengaduk (mixer) digunakan untuk mengaduk bahan campuran beton, sehingga dapat diperoleh campuran beton yang homogen.

4.3.6 Cetok dan Talam baja

Cetok digunakan untuk memasukkan adukan beton ke dalam cetakan, sedangkan talam baja digunakan untuk menampung sementara adukan beton yang dikeluarkan dari mesin pengaduk.

4.3.7 Kerucut Abrams dan Baja Penumbuk

Kerucut Abrams digunakan untuk mengukur tingkat kelecakan atau *slump* dari adukan beton. Kerucut abrams mempunyai dimensi bagian atas diameter 10 cm, diameter bawah 20 cm, dan tinggi 30 cm. Sedangkan baja Penumbuk digunakan untuk menumbuk adukan yang telah dimasukkan kedalam cetakan.

4.3.8 Mesin Uji Tekan dan Tarik Beton

Mesin dengan merek *Control* ini digunakan untuk menguji kuat tekan yang berupa benda uji selinder. Cara pengujian kuat tekan dilakukan dengan meletakkan selinder secara vertikal dan kemudian ditekan dari atas, luas bidang tekan adalah luas alas selinder tersebut. Kapasitas maksimum mesin uji adalah sebesar 2000 kN.

4.4 Pelaksanaan Penelitian

Secara garis besar pelaksanaan penelitian ini terdiri atas tahapan sebagai berikut :

4.4.1 Tahapan Persiapan bahan

Pada penelitian ini persiapan bahan dimulai dengan pemilihan agregat yang akan dipakai. Agregat yang dipakai adalah yang lolos saringan 4,80 mm. Pemilihan agregat dilakukan dengan cara memisahkan pasir yang lolos saringan 2,40 mm dan tertahan saringan 2,40 mm. Kemudian dilanjutkan pemeriksaan terhadap agregat yang meliputi:

1. Pemeriksaan Kadar Lumpur.

Sampel agregat yang akan di uji diambil seberat 500 gr, lalu dibersihkan dengan air, dengan menggunakan saringan no.200 sampai air di wadah kelihatan bening. Kemudian sampel agregat dimasukkan ke dalam oven dan didiamkan selama 24 jam. Setelah itu ditimbang berat agregat yang telah dioven.

Dari hasil pemeriksaan diperoleh kandungan lumpur :

- untuk agregat halus = 1,7 %
- untuk agregat kasar = 1,7 %

Berarti agregat yang akan digunakan sudah memenuhi syarat agregat untuk pekerjaan beton baik menurut PBI-1971. Untuk itu agregat yang dipakai dalam penelitian ini tidak perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

2. Analisa Saringan dan Modulus Kehalusan.

Analisa saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi butir (gradasi) halus dengan menggunakan saringan yang tersedia. Gradasi dan Modulus Kehalusan dipergunakan untuk menentukan komposisi material pembentuk beton.

Dari hasil analisa saringan diperoleh Modulus Kehalusan Butir $M_f = 2,86$

3. Penentuan *Spesific Gravity* (berat jenis)

Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton

sehingga secara langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Berat jenis agregat mempunyai hubungan dengan daya serap air dalam agregat, bila semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air dalam agregat tersebut.

Dari hasil pemeriksaan diperoleh berat jenis jenuh kering muka pasir atau SSD untuk pasir halus adalah 2,69 gr/cm dan 2,71 gr/cm untuk pasir kasar.

4. Persiapan bahan tambah.

Pada penelitian ini menggunakan Superplasticizer sebagai bahan tambah (*addmixture*). Superplasticizer yang digunakan adalah jenis Sikament 520, dengan penambahan sebesar 0,6% dari berat semen.

Tahapan selanjutnya dalam penelitian ini adalah pemotongan kawat bendrat dengan ukuran diameter $\pm 1,0$ mm sepanjang 4, 6, 8 cm berbentuk lurus, sebanyak yang dibutuhkan.

4.4.2 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Adapun langkah-langkah pembuatan beton atau proses pengadukan beton (*mix design*) dan perawatan beton dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Masukkan agregat kasar dan agregat halus, dalam penelitian ini agregat kasar adalah pasir kasar dengan ukuran agregat $> 2,40$ mm dan $< 4,80$ mm, Sedangkan agregat halus yang digunakan adalah pasir halus dengan ukuran agregat $< 2,40$ mm, kemudian molen di jalankan,
2. Masukkan semen, dan air serta superplasticizer kemudian molen dijalankan.
3. Setelah agregat dan semen telah terlihat bercampur (*homogen*), Setelah semen, agregat, dan serat benar-benar bercampur (*homogen*), masukan air dan molen di jalankan, kemudian masukkan serat kawat bendrat dengan tangan secara perlahan-lahan dan hati-hati agar tidak terjadi penggumpalan atau (*balling effect*), kemudian molen di jalankan,
4. Setelah semua bahan penyusun beton telah terlihat bercampur (*homogen*), adukan di uji nilai *slump*. Dalam penelitian ini nilai slump yang di ambil sebesar 10 cm.

5. Kemudian adukan beton siap dimasukkan ke dalam cetakan silinder dengan cara di tusuk-tusuk dan silinder dipukul dengan palu karet, agar beton benar-benar padat dan tidak terjadi keropos pada beton,
6. Setelah 24 jam dalam cetakan, silinder dan balok beton dikeluarkan dari dalam cetakan untuk kemudian direndam selama 7 dan 28 hari. Setelah direndam selama 7 dan 28 hari, beton dikeluarkan dari tempat perendaman dan dibiarkan di tempat terbuka selama 24 jam sebelum diuji.

Pembuatan benda uji terdiri atas 3 variasi kawat bendrat yaitu 4, 6, 8 cm, dengan komposisi penambahan kawat bendrat sebesar 0,5 % dari berat beton, dan menggunakan *superplasticizer* jenis Sikament 520, dengan komposisi penambahan sebesar 0,6 % dari berat semen. Tiap variasi digunakan 8 buah benda uji yang terdiri atas:

1. 5 buah benda uji kuat tekan dengan selinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm,
2. 3 buah benda uji kuat tarik dengan selinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm,

4.4.3 Pelaksanaan Pengujian

Pada tahap pengujian ini benda uji sebelum dilakukan pengujian ditimbang dan diukur dimensinya, kemudian semua data yang menyangkut benda uji dicatat dalam formulir yang telah disediakan. Pengujian dilakukan dalam dua tahapan yaitu:

1. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dilakukan dengan menggunakan benda uji selinder beton. Benda uji ditekan dengan menggunakan mesin uji tekan (*compressed testing machine*) dengan kecepatan 265 kN/menit untuk benda uji selinder.

2. Pengujian Kuat Tarik

Untuk pengujian kuat tarik dilakukan dengan menggunakan uji belah selinder (*tensile splitting cylinder test*). Benda uji selinder diletakkan pada alat uji dalam posisi rebah. Beban vertikal diberikan sepanjang selimut selinder berangsur-angsur dinaikan pembebanannya dengan kecepatan 265 kN/menit

hingga dicapai nilai maksimum dan silinder terbelah oleh karena beban tarik horizontal.

4.4.4 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran adukan beton dalam penelitian ini menggunakan metoda *Dreux*.

Urutan perhitungan campuran beton adalah sebagai berikut :

1. Menghitung perbandingan berat semen dengan air.

Berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari .

$$\sigma_{28} = G \cdot \sigma_c [C/E - 0,5]$$

dimana :

σ_{28} = kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari, didasarkan benda uji silinder 15 cm x 30 cm

σ_c = kekuatan tekan semen

G = faktor granular

C = berat semen per- m^3

E = berat air per- m^3

Dalam penelitian ini, perencanaan campuran mikro beton didasarkan pada :

- $\sigma_{28} = 250 \text{ kg/cm}^2$ (silinder)

- $\sigma_c = 500 \text{ kg/cm}^2$

Faktor granular diklasifikasikan menurut kualitas butiran dan diameter maksimum butiran, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.1. Pada penelitian ini diambil nilai faktor granular (G) = 0,45 yaitu dengan memperhatikan kualitas butiran normal dan ukuran agregat maksimum ($D < 16 \text{ mm}$).

Tabel 4.1 Faktor Granular Butiran

Kualitas butiran	Ukuran Agregat D (mm)		
	Halus	Sedang	Kasar
	D < 16	25 < D < 40	D > 63
Baik sekali	0,55	0,60	0,65
Normal	0,45	0,50	0,55
Dapat dipakai	0,35	0,40	0,45

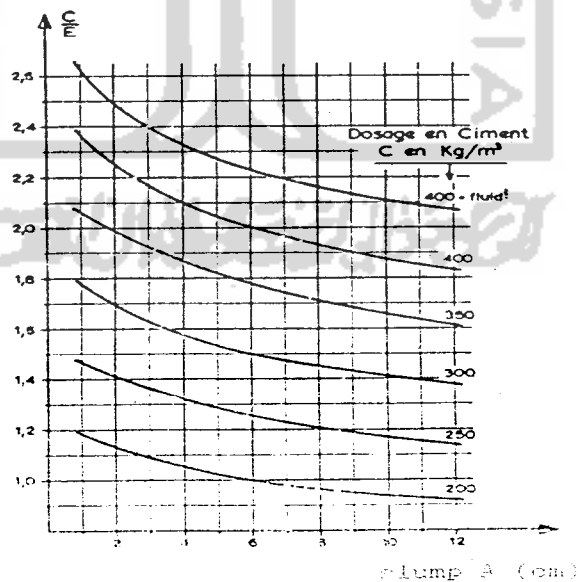
Sehingga diperoleh hubungan antara semen dan air dengan menggunakan rumus :

$$\sigma_{28} = G \cdot \sigma_c [C/E - 0,5]$$

$$250 = 0,45 \cdot 500 [C/E - 0,5]$$

$$C/E = 1,61$$

Menentukan berat semen dari grafik Nilai *Slump* dan C/E. Pada penelitian ini dipakai nilai slump = 10 cm



Gambar 4.1. Kurva hubungan antara perbandingan jumlah semen dengan air (C/E) dan nilai Slump (A)

Dari gambar 1, didapat jumlah semen per- m^3 beton pasir :

$$C = 350 \text{ kg}$$

Menghitung berat air

$$\text{Berat air (E)} = \text{Berat semen} / (C/E)$$

Sehingga kebutuhan air per- m^3 beton pasir :

$$E = \frac{350}{1,61} = 217,39 \text{ liter}$$

Berat air tersebut harus dikoreksi, besar koreksi harus disesuaikan dengan diameter maksimum agregat yang digunakan. Hubungan koreksi air dan diameter yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Koreksi Kadar Air

D (mm)	5	10	16	25	40	63	100
Koreksi (%)	+15	+9	+4	0	-4	-8	-12

karena ukuran maksimum agregat yang digunakan $4,80 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$, maka jumlah air dikoreksi dengan ditambah 15%, sehingga menjadi :

$$\begin{aligned} E (\text{terkoreksi}) &= 217,39 + (15\% \cdot 217,39) \\ &= 249,99 \text{ liter} \approx 250 \text{ liter} \end{aligned}$$

Setelah jumlah air dikoreksi sesuai dengan maksimum agregat yang dipakai, secara otomatis jumlah semen yang dibutuhkan dalam campuran beton berubah menjadi :

$$\begin{aligned} C (\text{terkoreksi}) &= E (\text{terkoreksi}) \cdot 1,61 \\ &= 250 \cdot 1,61 \\ &= 402,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{atau, } C (\text{terkoreksi}) = 350 + (15\% \cdot 350)$$

$$C (\text{terkoreksi}) = 402,5 \text{ kg}$$

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

Secara umum bentuk kurva distribusi butiran agregat (kurva gradasi) berupa garis cembung, sedang campuran agregat untuk beton, yang merupakan gabungan antara agregat kasar dan agregat halus haruslah berupa garis cekung. Karena itu terlebih dahulu harus dicari kurva patokan ("reference curve"), yang sedapat mungkin harus didekati oleh granulometri gabungan antara kedua agregat. Kurva patokan berupa kurva bilinier dengan titik patah A (x , y)

Agregat halus (pasir) yang digunakan untuk campuran beton pasir dalam penelitian ini, dikelompokkan dua fraksi, yaitu :

- pasir halus : ukuran butir 0 – 2,40 mm
- pasir kasar : ukuran butir 2,40 – 4,80 mm

Sedang komposisi pasir halus dan pasir kasar ditentukan berdasarkan koordinat titik patah A (x ; y) dari kurva patokan.

Absis dan koordinat titik patah menurut Dreux ditentukan seperti berikut:

- Absis x berdasarkan ukuran maksimum butiran (D mm)
 - jika $D \leq 25$ mm, maka $x = D / 2$ (4.2)
 - jika $D > 25$ mm, maka $x = (D - 5) / 2$ (4.3)
- Ordinat y dipengaruhi oleh ukuran maksimum agregat (D), jumlah semen per- m^3 beton, jenis agregat dan cara pemadatannya (K), dan Modulus kehalusan butir agregat halus (Ks), seperti ketentuan dibawah ini :

$$y = 50 - \sqrt{D + K + Ks}$$

Harga-harga K, Ks, Kp dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Harga-harga K, Ks, Kp

Pemadatan :		Lemah		Normal		Kuat	
Jenis agregat		alam	Pecah	alam	pecah	alam	pecah
Dosis	400+fluid	-2	0	-4	-2	-6	-4
	400	0	+2	-2	0	-4	-2
Semen kg/m ³ beton	350	+2	+4	0	+2	-2	0
	300	+4	+6	+2	+4	0	+2
	250	+6	+8	+4	+6	+2	+4
	200	+8	+10	+6	+8	+4	+6
Koreksi Ks : jika $M_f \neq 2,50 \rightarrow K_s = 6 M_f - 15$							
Koreksi Kp : untuk beton yang dipompa $\rightarrow K_p = +5 @ +10$							

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

Maka : - Absis : $x = 4,80 / 2 = 2,4$

- ordinat : $y = 50 - \sqrt{D} + K + K_s ; K = -2$

$$M_f = 2,86$$

$$K_s = 6.(2,86) - 15 = 2,16$$

$$y = 50 - \sqrt{4,80} + (-2) + 2,16$$

$$= 47,01 \approx 47\%$$

- koordinat titik patah : A (2,4 ; 47)

diperoleh komposisi :

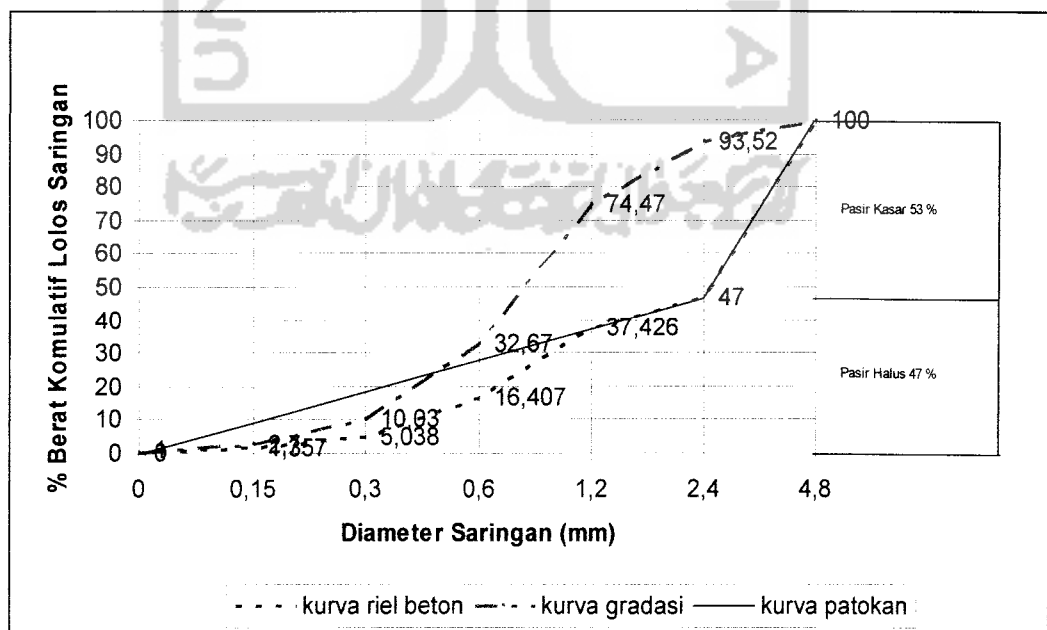
- pasir halus (0 – 2,4 mm) : 47%

- pasir kasar (2,4 – 4,80 mm) : 53%

Dengan menggunakan hasil analisa saringan (kurva gradasi) seperti pada Tabel 4.4, dapat digambarkan kurva riel.

Tabel 4.4 Distribusi Butiran Agregat untuk Beton Pasir

Pasir	Lubang Saringan (mm)	Tertahan			% Lolos Pasir Halus	% Lolos Pasir Gab.	% Komulatif Lolos Pasir Gab.
		Berat (gram)	% pasir	% pasir halus			
Halus 47 %	Wadah	54	2,7	2,887			
	0,15	146,5	7,33	7,832	2,887	1,357	1,357
	0,30	452,5	22,64	24,191	7,832	3,681	5,038
	0,60	836,5	41,8	44,721	24,191	11,369	16,407
	1,20	381	19,05	20,369	44,721	21,019	37,426
	2,40				20,369	9,573	47
	Jumlah Pasir Halus	1870,5		100			
Kasar 53 %	2,4	129,5	6,475			53,00	100,00
	4,8						
Jumlah		2000	100,00			100,00	

**Gambar 4.2** Kurva Riel, Kurva Gradasi, Kurva Patokan Beton Pasir

Tabel 4.5 Klasifikasi Plastisitas Beton

Plastisitas Beton	Slump	Pemadatan
Sangat Kental	0 – 20	Penggetaran sangat kuat
Kental	30 – 50	Penggetaran yang baik
Plastis	60 – 90	Penggetaran normal
Lembek	100 – 120	Tusukan
Encer	≥ 140	Tusukan lemah

Tabel 4.6 Koefisien Kekompakan Beton (γ)

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

- Harga-harga γ diatas berlaku untuk butiran alam, jika tidak harga γ dikoreksi:
 - 0,01 untuk pasir alam + batu pecah
 - 0,03 untuk butiran dari batu pecah
- Untuk butiran ringan, harga γ dikurangi dengan 0,03
- Untuk $C \neq 350 \text{ kg/m}^3$, harga γ dikoreksi dengan :

$$(C - 350) / 5000$$

Dari uraian diatas, telah diketahui jumlah semen dan air untuk setiap m^3 beton pasir, sedang untuk agregat baru diperoleh persentase untuk setiap fraksi. Jumlah agregat ditentukan berdasarkan koefisien kekompakan (γ), yaitu koefisien yang menyatakan volume absolut beton yang terisi material padat (semen dan agregat), pada Tabel 4.5

Koefisien kekompakan tergantung plastisitas beton, pada Tabel 4.6, cara pemadatan dan ukuran maksimum agregat,

Pada penelitian ini dipilih:

Beton Plastis
 Pemadatan tusukan
 $D = 4,80 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$ } Koefisien kekompakan $\gamma = 0,76$

Untuk $C \neq 350 \text{ kg/m}^3$, nilai γ dikoreksi

$$\gamma = 0,76 - \left(\frac{402,5 - 350}{5000} \right) = 0,7495$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Absolut} &= 1000 \cdot \gamma \\ &= 1000 \cdot 0,7495 \\ &= 749,5 \text{ liter/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

$$\text{Volume Absolut Semen} = \frac{402,5}{3,1} = 129,84 \text{ liter}$$

$$\text{Volume Absolut Pasir} = 749,5 - 129,84 = 619,66 \approx 619,66 \text{ liter}$$

$$\text{Volume Absolut Pasir Halus} = 47\% \cdot 619,66 = 291,24 \approx 291 \text{ liter}$$

$$\text{Volume Absolut Pasir Kasar} = 53\% \cdot 619,66 = 328,42 \approx 328 \text{ liter}$$

Sehingga diperoleh komposisi campuran untuk 1 m^3 beton pasir :

$$\text{Berat Semen} = 402,5 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Air} = 250 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Pasir Halus} = 291 \cdot 2,699 = 785,4 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Pasir Kasar} = 328 \cdot 2,699 = 885,3 \text{ kg}$$

$$\text{Berat beton} = 2323,2 \approx 2323 \text{ kg/m}^3$$

Adapun perhitungan kebutuhan material dalam 1 silinder adalah sebagai berikut :

Untuk silinder $\Phi 15$ cm dan tinggi 30 cm, maka volumenya yaitu :

$$0,25 \times \pi \times \Phi^2 \times t = 0,25 \times \pi \times 15^2 \times 30$$

$$= 5301,4376 \text{ cm}^3$$

$$\text{Untuk 1 silinder dalam } 1\text{m}^3 = 0,005301 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah silinder dalam } 1\text{m}^3 = \frac{1\text{m}^3}{\text{vol.Silinder}} = \frac{1}{0,005301}$$

$$= 188,644 \text{ buah}$$

Misal :

$$\text{Kebutuhan semen 1 silinder} = \frac{402,5}{188,644} = 2,13 \text{ kg}$$

Kebutuhan material 1 silinder :

$$\text{Semen} = 2,13 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 1,33 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir Halus} = 4,16 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir Kasar} = 4,69 \text{ kg}$$

$$\text{Berat beton} = 12,31 \text{ kg}$$

Kebutuhan Serat

Kebutuhan komposisi serat dari berat beton tiap 1 m^3 dapat dilihat pada Tabel 4.7,

Tabel 4.7 Komposisi serat dari berat beton tiap 1 m^3

NO	Persentase serat (%)	Berat serat (kg)
1	0,5	11,615



Kebutuhan komposisi serat dari berat beton tiap 1 silinder dapat dilihat pada Tabel 4.8,

Tabel 4.8 Komposisi serat dari berat beton tiap 1 silinder

NO	Persentase serat (%)	Berat serat (kg)
1	0,5	0,062

Kebutuhan Superplasticizer

Kebutuhan komposisi untuk setiap jenis superplasticizer dari berat semen tiap 1 m³ dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Komposisi *superplasticizer* dari berat semen tiap 1 m³

NO	Persentase SP. (%)	Berat SP. (kg)
1	0,6%	2,415

Kebutuhan komposisi untuk setiap jenis superplasticizer dari berat semen tiap 1 silinder dapat dilihat pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Komposisi *superplasticizer* dari berat semen tiap 1 silinder

NO	Persentase serat (%)	Berat semen (kg)
1	0,6%	0,0128

Maka :

Tabel 4.11 Kebutuhan material untuk 1 silinder

No.	Kode Benda Uji	Komposisi Berat Tiap m ³						Berat Beton Kg
		PC	Air	Pasir Halus	Pasir Kasar	SP	Serat	
		Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
1	B.P	2,13	1,33	4,16	4,69			11,79
2	B.P.SP.4	2,13	1,33	4,16	4,69	0,0128	0,062	11,86
3	B.P.SP.6	2,13	1,33	4,16	4,69	0,0128	0,062	11,86
4	B.P.SP.8	2,13	1,33	4,16	4,69	0,0128	0,062	11,86

Jadi kebutuhan material (64 silinder) :

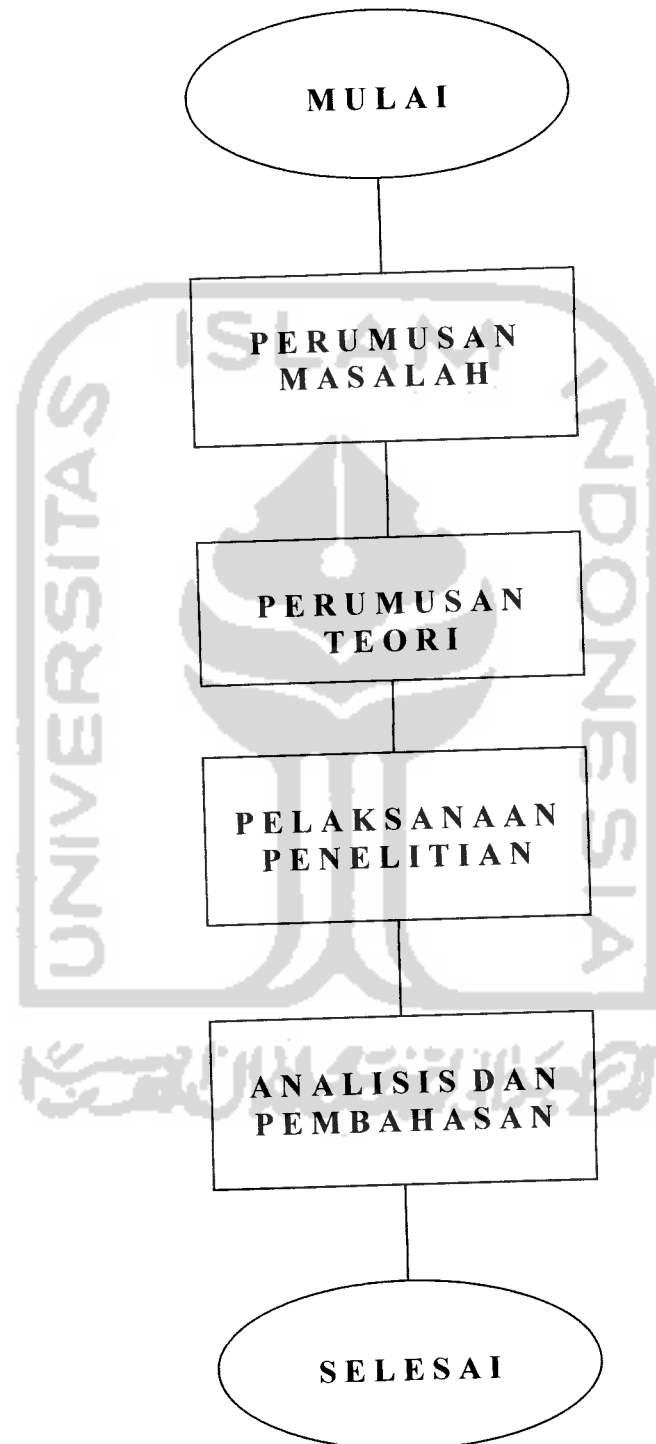
Semen	= 2,13 x 64	= 136,32	kg
Air	= 1,33 x 64	= 85,12	kg
Pasir Halus	= 4,16 x 64	= 266,24	kg
Pasir Kasar	= 4,69 x 64	= 300,16	kg
Superplasticizer 0,6%	= 0,0128 x 48	= 0,6144	kg
Serat 0,5%	= 0,062 x 48	= 2,976	kg

Kebutuhan adukan (mix design)

**- Kebutuhan berdasarkan benda uji dalam 1 adukan (8 silinder)
untuk silinder beton dengan angka keamanan 20% :**

a. Semen	= 1,20 x 2,13 x 8	= 20,448	kg
b. Air	= 1,20 x 1,33 x 8	= 12,768	kg
c. Pasir Halus	= 1,20 x 4,16 x 8	= 39,936	kg
d. Pasir Kasar	= 1,20 x 4,69 x 8	= 45,024	kg
e. Superplasticizer :			
➤ 0,6%	= 1,20 x 0,0128 x 8	= 0,12288	kg
f. Serat :			
➤ 0,5 %	= 1,20 x 0,062 x 8	= 0,5952	kg

FLOW CHART PENELITIAN



Gambar 4.3 Flow Chart Penelitian.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Umum

Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium, dalam pelaksanaan eksperimen ini peneliti menggunakan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam pembuatan beton dengan penambahan fiber dan penambahan *Sikament 520* juga perlu mendapat perhatian khusus adalah masalah *fiber dispersion*, yang menyangkut teknik pencampuran fiber ke dalam adukan beton agar dapat tersebar merata, dan masalah *workability* (kelecekan adukan) yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan, serta masalah *mix design/proportion* dapat diperbaiki dengan penambahan bahan tambah (*admixture*) seperti *superplasticizer* jenis *sikamnet 520* untuk memperoleh mutu tertentu dengan kelecekan yang memadai, dengan kata lain bahan tambah (*admixture*) ini dapat meningkatkan *workability*.

Dalam bab ini akan diuraikan tentang hasil-hasil penelitian yang meliputi nilai *slump* dan tingkat *workability* serta akan disajikan pula hasil pengamatan dan hasil akhir dari pengujian kuat tekan dan kuat tarik.

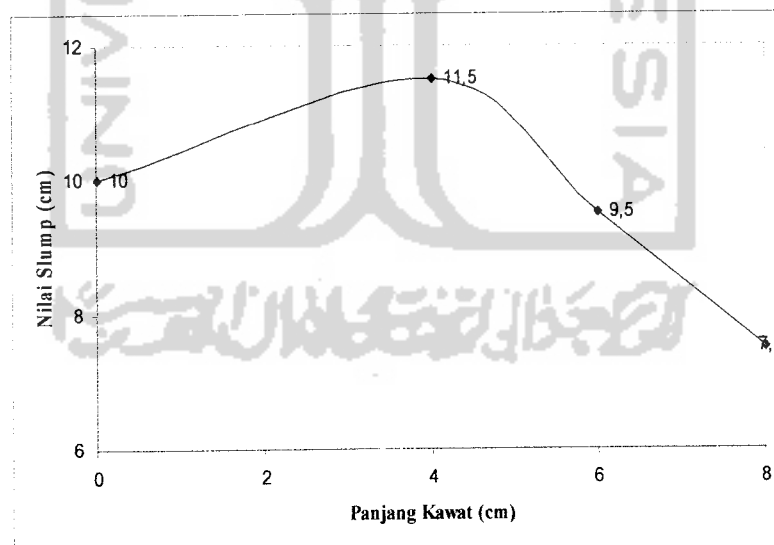
5.2. Nilai *Slump* dan *Workability*

Pada penelitian-penelitian terdahulu juga telah membuktikan bahwa penambahan *fiber* pada adukan beton akan menurunkan nilai *slump*. Seiring dengan menurunnya nilai *slump* pada adukan beton, maka tingkat *workability* juga akan menurun, dengan kata lain, semakin banyak penambahn *fiber* dalam adukan beton, maka semakin menurun tingkat *workability*nya. Dalam penelitian ini nilai *slump* yang seharusnya menurun akibat penambahan kawat bendrat pada

campuran beton dapat dihindari, dengan cara menambahkan bahan tambah beton (*Sikament 520*) yang bisa mengakibatkan nilai *slump* akan lebih baik dari yang seharusnya terjadi. Hal tersebut diatas dapat dilihat pada tabel dan grafik 5.1., Hubungan antara nilai *slump* dengan penambahan kawat bendrat dan penambahan *sikament 520*.

Tabel 5.1. Hubungan Antara Nilai *Slump* Dengan Penambahan Kawat Bendrat Dan Penambahan *sikament 520*.

Kode Sampel	Panjang Kawat (cm)	Penambahan Sikament 520 (%)	Nilai Slump (cm)
BP	0	0	10
BPSP4	4	0,6	11,5
BPSP6	6	0,6	9,5
BPSP8	8	0,6	7,5



Gambar 5.1. Grafik Hubungan Antara Nilai *Slump* Dengan Penambahan Kawat Bendrat.

Dari tabel dan grafik diatas dapat dilihat bahwa masing-masing sampel dengan panjang kawat bendrat yang berbeda dan volume penambahan *sikament* 520 yang sama, memiliki nilai *slump* yang berbeda, karena semakin panjang kawat bendrat yang digunakan pada adukan beton akan berdampak pada penurunan nilai *slump* dan *workability*. Dengan penambahan *sikament* 520 secara konstan maka nilai *slump* yang didapatkan akan lebih kecil dari nilai *slump* yang direncanakan, tetapi penurunan nilai *slump* yang didapatkan tidak jauh dari nilai *slump* yang direncanakan.

Andika Sentani (2007) juga meneliti bahwa Penambahan *fiber* kawat bendrat dalam adukan beton pasir akan menurunkan nilai *slump*, yang mengakibatkan menurunnya tingkat *workability* dari beton. Aspek rasio *fiber* dan peningkatan volume fraksi *fiber* memberi pengaruh terhadap tingkat *workability* dari beton pasir

Brigg, dkk juga meneliti bahwa *fiber* beraspek rasio $l/d > 100$ akan menyebabkan *fiber* menggumpal bersama-sama sehingga sangat sulit untuk disebarkan secara merata di dalam adukan beton.

Dalam penelitian ini, aspek rasio *fiber* yang digunakan sebesar 40; 60; 80 yang masih dibawah dari batas kritis (100) sehingga *fiber* masih memungkinkan untuk disebarkan oleh alat pengaduk dan penggunaan agregat maksimum 4,8 mm dalam penelitian ini juga memungkinkan untuk beton masih dapat diaduk. Perkiraan konsentrasi *fiber* atau volume fraksi *fiber* yang mengakibatkan adukan beton menjadi sulit untuk diaduk, berikut ini perkiraan konsentrasi serat yang mengakibatkan adukan beton serat menjadi sulit diaduk:

$$\begin{aligned} PW_{crit} &= 75 \cdot \frac{\pi \cdot \gamma_f}{\gamma_c} \cdot \frac{d}{l} \cdot K \\ &= 75 \cdot \frac{\pi \cdot 6,68}{2,23} \cdot \frac{1}{80} \cdot K \\ &= 8,8225 K \end{aligned}$$

dimana:

$$K = \frac{W_m}{W_m + W_a}$$

$$= \frac{10,224 + 19,968}{10,224 + 19,968 + 22,512}$$

$$= 0,5729$$

sehingga $PW_{crit} = 8,8225 \times 0,5729$

$$= 5,0544 \% \text{ (setiap adukan beton)}$$

Total berat adukan beton untuk setiap adukan dengan menggunakan benda uji silinder adalah 56,93 kg (1,20 x 11,86 kg x 4 silinder), sehingga berat kandungan *fiber* kritis setiap adukannya adalah sebesar:

$$W_{fiber} = 5,0544 \% \times 56,93 \text{ kg}$$

$$= 2,8775 \text{ kg}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan *fiber* sebesar 0,5% dari adukan beton atau seberat 0,2847 kg (0,5% x 56,93 kg) masih cukup jauh dari batas kritis kemudahan dalam proses pengadukan beton (hanya ± 10% dari batas kritis).

5.3. Kuat Tekan

Besarnya kuat tekan pada penelitian ini didapat dari hasil pengujian kuat tekan beton setelah berumur 7 dan 28 hari. Untuk setiap variasi, masing-masing variasi dibuat 5 sampel uji tekan, dan 3 sampel uji tarik dengan persentase serat sebesar 0,5% dari berat beton untuk setiap sampelnya.

Contoh penghitungan untuk mencari kuat tekan benda uji beton silinder sebagaimana terlihat pada tabel 5.2 dari hasil pengujian beton pasir untuk usia beton 28 hari didapat:

$$P = 389,83 \text{ kN} = 389830 \text{ N}$$

$$d = 150 \text{ mm}$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$= 17662,50 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{tk} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{389830}{17662,50}$$

$$= 22,0711 \text{ N/mm}^2 = 22,0711 \text{ MPa}$$

Demikian seterusnya sehingga didapatkan data kuat tekan beton normal masing-masing benda uji, selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat tekan betonnya. Hal tersebut untuk setiap variabel benda uji.

Adapun contoh penghitungan untuk persentase penambahan kuat tekan dengan beton pasir penambahan serat dan penambahan *sikament* terhadap beton pasir sebagaimana dapat dilihat pada tabel 5.2 dan 5.3 didapat:

Kuat tekan beton pasir = 18,4205 MPa

Kuat tekan beton pasir serat 0,5% panjang serat 4 cm = 20,6985 MPa

$$\text{Penambahan Kuat tekan} = \frac{(20,6985 - 18,4205)}{18,4205} \times 100$$

$$= 12,37 \%$$

Demikian seterusnya untuk variabel yang berbeda dengan pengurang dan pembagi tetap yaitu kuat tekan beton pasirnya.

Tabel 5.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dan Prosentase Kenaikan Kuat Tekan Umur 7 hari.

Kode Sampel	Panjang Kawat (cm)	f'c (MPa)	% Kenaikan
BP	0	11,0159	0
BPSP4	4	12,8217	16,39
BPSP6	6	12,9666	17,71
BPSP8	8	17,266	56,74
R a t a – r a t a			22,71

Tabel 5.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dan Prosentase Kenaikan Kuat Tekan Umur 28 Hari.

Kode Sampel	Panjang Kawat (cm)	f_c (MPa)	% Kenaikan
BP	0	18,4205	0
BPSP4	4	20,6985	12,37
BPSP6	6	21,3136	15,71
BPSP8	8	19,0807	3,58
R a t a – r a t a			7,91

Keterangan :

BP : Beton Pasir

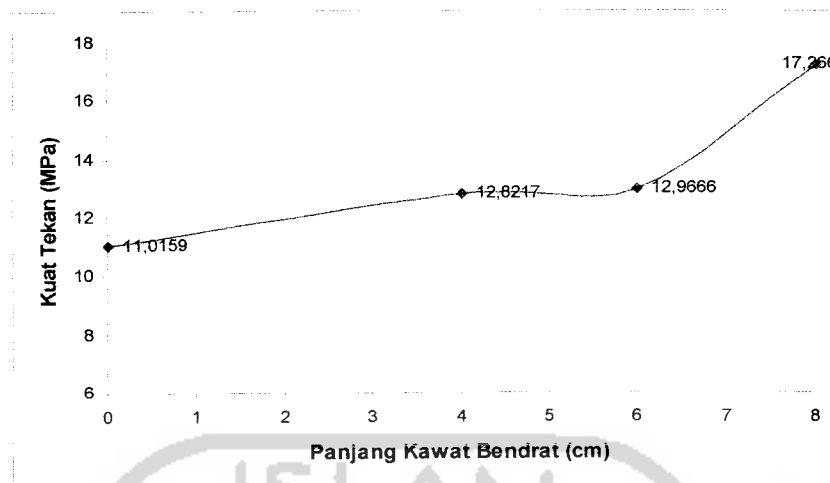
BPSP4 : Beton Pasir *Superplasticizer* dengan kawat bendrat 4 cm

BPSP6 : Beton Pasir *Superplasticizer* dengan kawat bendrat 6 cm

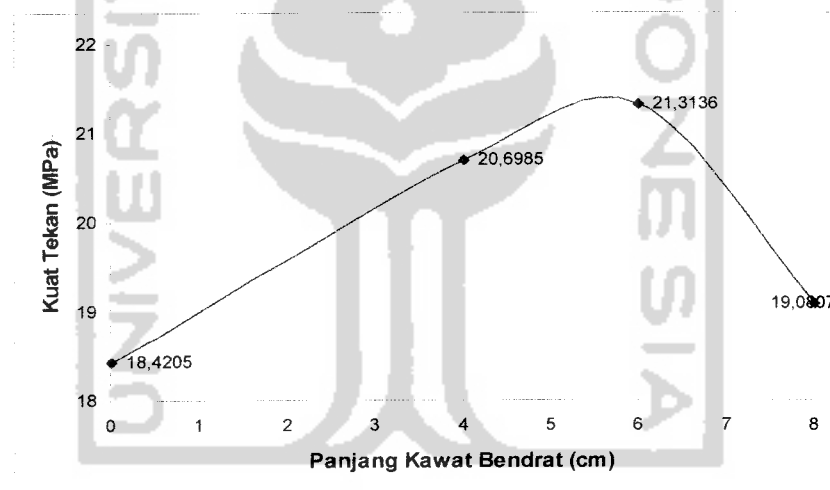
BPSP8 : Beton Pasir *Superplasticizer* dengan kawat bendrat 8 cm

Dari tabel 5.2 dan 5.3 dapat dilihat bahwa penambahan kawat bendrat pada adukan beton dapat meningkatkan kuat tekan beton, sedangkan penambahan *sikament* 520 yang dicampurkan pada adukan beton secara merata, tidak mempengaruhi tingkat kenaikan kuat tekan beton secara langsung, tetapi sangat berpengaruh dalam memperbaiki nilai *slump* sehingga *workability* menjadi lebih baik.

Dari hasil penelitian pada umur beton 7 dan 28 hari dengan menggunakan kawat bendrat sebagai serat dengan volume serat 0,5 % dari berat beton dengan variasi panjang kawat bendrat 4, 6 dan 8 cm terjadi peningkatan kuat tekan beton. Tabel 5.2 menunjukkan bahwa pengaruh penambahan kawat bendrat terus meningkatkan kuat tekan beton hingga batas maksimal pada penambahan kawat bendrat 6 cm. Hal yang terjadi pada sampel beton usia 7 hari, terjadi peningkatan kuat tekan rata-rata sebesar 22,71%. Begitu pula pada usia 28 hari, terjadi peningkatan kuat tekan rata-rata sebesar 7,91 % dan peningkatan terbesar dicapai pada penambahan kawat bendrat 6 cm yaitu 15,71%. Grafik hubungan peningkatan kuat tekan beton dengan panjang kawat bendrat dapat dilihat pada gambar 5.2 dan 5.3



Gambar 5.2. Grafik Hubungan Panjang kawat Bendrat Dengan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari



Gambar 5.3. Grafik Hubungan Panjang kawat Bendrat Dengan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Dari gambar 5.3 diatas juga bisa dilihat bahwa peningkatan kekuatan beton pasir dengan penambahan kawat bendrat dan *sikament* 520, setelah panjang kawat bendrat 6 cm kekuatan beton menurun, dan bisa dikatakan bahwa panjang kawat bendrat 6 cm merupakan panjang kawat bendrat optimum. Peningkatan kuat tekan dimungkinkan terjadi karena adanya penambahan *fiber* kawat bendrat dalam

adukan beton memungkinkan beton seolah-olah terkekang sehingga mampu menahan tegangan yang terjadi akibat pembebanan, dengan demikian akan membatasi retak yang berlebihan sehingga keruntuhan yang terjadi akan lebih lambat karena tertahan oleh kuat lekatan (*bond strength*) antara *fiber* dan beton.

Pada panjang kawat 6 cm, kuat lekatan antara fiber dan beton bisa dikatakan cukup, sehingga menghasilkan kuat tekan yang lebih besar dibandingkan panjang kawat bendrat yang lainnya, volume dan aspek ratio kawat bendrat juga berpengaruh terhadap peningkatan dan penurunan kuat tekan beton pasir, pada penelitian ini volume kawat bendrat yang digunakan untuk semua benda uji sama yaitu sebesar 0,5% dari berat beton, sedangkan aspek ratio yang digunakan berbeda sehingga untuk aspek ratio kawat bendrat yang kecil dimungkinkan kawat bendrat dapat tersebar secara merata dikarenakan secara kuantitas jumlahnya lebih banyak sehingga kuat tekannya meningkat, walaupun aspek rasio kawat bendrat dengan panjang 4 cm lebih kecil dari kawat bendrat yang 6 cm, tetapi panjang kawat tidak mencukupi sebagai panjang lekat. Hal ini ditunjukkan tercabutnya sebagian besar kawat bendrat pada pecahan benda uji panjang kawat bendrat 4 cm, sehingga kuat tekannya lebih rendah dari beton pasir serat dengan panjang kawat bendrat 6 cm.

Pada pelaksanaan pengujian, secara visual dilihat pada tampang pecah dan retak beton pasir non serat, terlihat bahwa benda uji memiliki ukuran retak lebih besar, berbeda dengan beton pasir serat, ukuran retak relatif kecil, hal itu disebabkan oleh orientasi sebaran serat yang random sehingga dapat menghalangi ukuran retak yang berlebihan, pada panjang kawat 6 cm kebanyakan serat terputus dibanding tercabut dapat dikatakan lekatan antara serat dan beton sudah sempurna, pada panjang kawat 8 cm terjadi penurunan kekuatan, dimungkinkan terjadi karena aspek ratio kawat bendrat 8 cm adalah 80 hampir mendekati angka 100 yang menyebabkan kawat menggumpal bersama-sama sehingga sangat sulit untuk disebarkan secara merata dalam adukan beton. Bisa dikatakan bahwa panjang lekat kawat 6 cm sudah mencukupi untuk beton pasir.

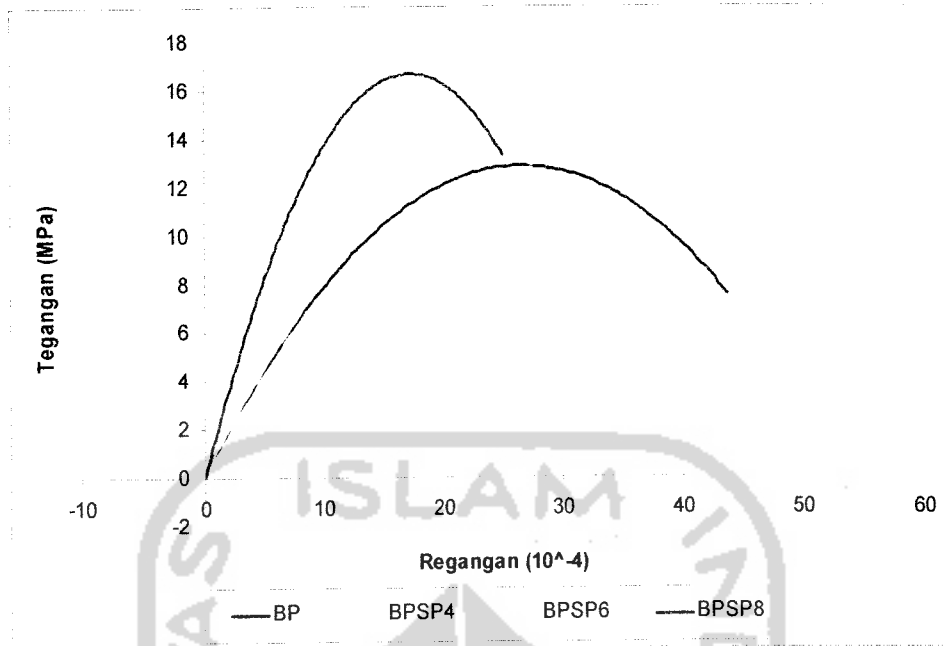
Dapat disimpulkan bahwa peningkatan kuat tekan antara beton pasir dengan beton pasir penambahan kawat bendrat dan *superplasticizer* relatif kecil, hal ini dikarenakan jumlah serat yang digunakan hanya $\pm 10\%$ dari batas kritis.

5.4. Perbandingan f'_{cr} rencana f'_{cr} Hasil Penelitian

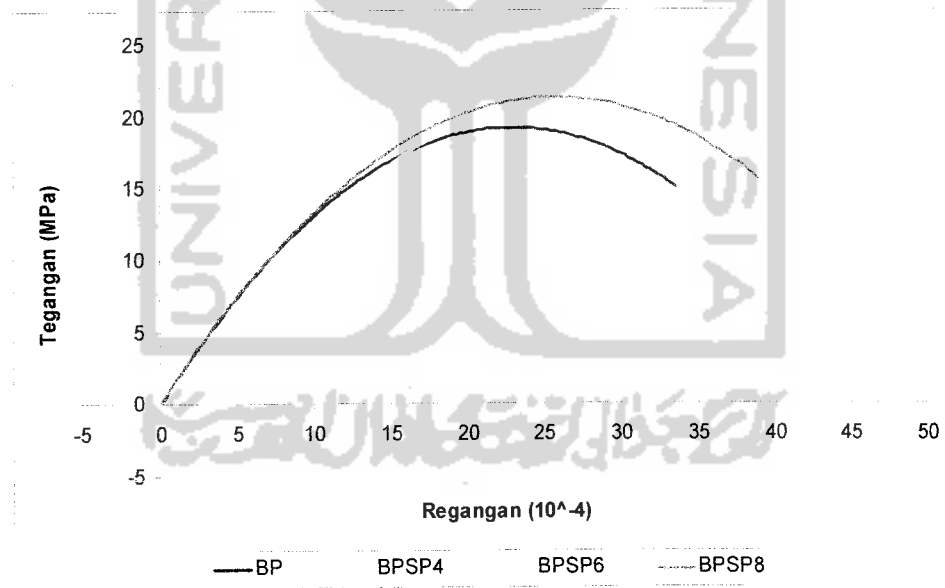
Pada penelitian ini menentukan f'_{cr} rencana sebesar 25 MPa namun dari hasil penelitian, didapatkan f'_{cr} terjadi sebesar 18,4205 MPa bisa dikatakan belum memenuhi f'_{cr} rencana. Hal ini kemungkinan terjadi disebabkan karena pasir yang digunakan baik pasir kasar ataupun pasir halus tidak dalam keadaan kering jenuh (SSD), sehingga mengakibatkan kandungan air pada adukan beton melebihi dari yang diperlukan. Kemungkinan lain yang terjadi adalah disebabkan karena pada penelitian ini pembuatan benda uji menggunakan cara manual sehingga campuran beton tidak dapat merata secara sempurna dan menjadikan adukan beton kurang homogen.

5.5. Hasil Pengujian Tegangan Regangan Dan Analisis Modulus Elastisitas

Dengan memperhatikan gambar kurva tegangan regangan yang terlihat pada gambar 5.4. Kurva tegangan regangan beton umur 7 hari, dapat dilihat pada sampel penambahan kawat bendrat dengan dimensi 8 cm tegangan maksimum lebih besar dari beton pasir *fiber* yang lain namun regangan yang terjadi lebih kecil dari beton pasir *fiber* yang lain, hal ini disebabkan pada umur 7 hari dengan dimensi paling panjang yaitu 8 cm kelekatan serat dan beton belum sempurna. Sedangkan pada gambar 5.5. Kurva tegangan regangan beton umur 28 hari, menunjukkan bahwa regangan yang terjadi setelah tercapainya tegangan maksimum beton pasir *fiber* masih cukup besar. Dengan demikian, menunjukkan bahwa beton pasir *fiber* bersifat *ductile* (liat).



Gambar 5.4. Kurva Tegangan Regangan Beton umur 7 hari



Gambar 5.5. Kurva Tegangan Regangan Beton umur 28 hari

Modulus elastisitas merupakan sifat beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami regangan (deformasi). Dan menurut Edward G. Nawi modulus elastisitas adalah kemiringan suatu garis lurus yang

menghubungkan titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar $0,4.f'c$) modulus ini memenuhi asumsi praktis bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dapat dianggap elastis. Dari modulus elastisitas dapat diketahui seberapa besar kekakuan beton tersebut. Pada pengujian tegangan-regangan beton umur 7 hari didapatkan modulus elastisitas yang terbesar pada variasi panjang kawat bendrat 8 cm yaitu sebesar 17232,6859 MPa, begitu pula secara teoritis modulus elastisitas terbesar terjadi pada panjang kawat bendrat 8 cm yaitu sebesar 19386,2324 MPa. Sedangkan pengujian tegangan-regangan beton umur 28 hari didapatkan modulus elastisitas yang terbesar pada variasi panjang kawat bendrat 6 cm yaitu sebesar 15854,3479 MPa, begitu pula secara teoritis modulus elastisitas terbesar juga terjadi pada panjang kawat bendrat 8 cm yaitu sebesar 22636,2949 MPa.

Adapun cara perhitungan modulus elastisitas (E) didapatkan sebagai berikut:

a. Modulus elastisitas secara uji

$$\text{Modulus elastisitas (Ec)} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dimana : σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

E = Regangan yang dihasilkan dari tegangan

Pada variasi beton pasir dengan penambahan kawat bendrat 6 cm didapat :

$$0,4f'c = 6,8054 \text{ MPa dan } \varepsilon = 3,9491 \cdot 10^{-4}$$

$$Ec = \frac{6,8054}{3,9491 \cdot 10^{-4}} = 17232,6859 \text{ MPa}$$

b. Modulus elastisitas secara teoritis

$$\text{Modulus elastisitas (Ec)} = 4700 \times \sqrt{\sigma}$$

Dimana : σ = Tegangan maksimum kuat tekan uji

Pada variasi beton pasir dengan penambahan kawat bendrat 8 cm didapat :

$$Ec = 4700 \times \sqrt{17,0134} = 19386,2324 \text{ MPa}$$

Untuk perhitungan Modulus Elastisitas (Ec) kuat tekan beton pasir kawat bendrat lainnya dapat dilihat pada tabel 5.4. dan 5.5

Tabel 5.4. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas (E_c) Beton Pasir dan Beton Pasir Dengan Penambahan Serat Umur 7 hari

Variasi Bendrat	σ maks (MPa)	0.4 σ maks (MPa)	ϵ (10 ⁻⁴)	Modulus Elastisitas (MPa)	
				Uji	Teoritis
BP	12,6596	5,0638	5,7091	8869,7693	16722,7559
BPSP4	13,5011	5,4004	5,9928	9011,5472	17269,6062
BPSP6	14,4238	5,7695	5,0054	11526,5913	17849,9788
BPSP8	17,0134	6,8054	3,9491	17232,6859	19386,2324

Tabel 5.5. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas (E_c) Beton Pasir dan Beton Pasir Dengan Penambahan Serat Umur 28 hari

Variasi Bendrat	σ maks (MPa)	0.4 σ maks (MPa)	ϵ (10 ⁻⁴)	Modulus Elastisitas (MPa)	
				Uji	Teoritis
BP	21,8894	8,7558	5,9628	14683,9740	21989,4713
BPSP4	22,7411	9,0964	6,8246	13328,8984	22413,1858
BPSP6	23,1961	9,2784	5,8523	15854,3479	22636,2949
BPSP8	19,4310	7,7724	5,1470	15100,8354	20717,8858

Pada penelitian ini kuat tekan beton maksimum umur 7 hari didapat pada variasi penambahan kawat bendrat 8 cm, selain itu sampel beton tersebut juga memiliki modulus elastisitas uji dan teoritis yang tertinggi. Untuk kuat tekan beton maksimum umur 28 hari didapat pada variasi penambahan kawat bendrat 6 cm, selain itu sampel beton ini juga memiliki modulus elastisitas uji dan teoritis yang tertinggi. Hal tersebut menandakan bahwa pada keadaan tersebut beton tersebut memiliki sifat (*ductile*) liat yang tertinggi bila dibandingkan dengan yang lain.

Menurut Murdock dan Brook, Modulus elastisitas tidak berkaitan langsung dengan sifat-sifat beton lainnya, meskipun kekuatan lebih tinggi biasanya mempunyai harga E_s yang lebih tinggi juga. Pada penelitian ini

didapatkan kekuatan beton tertinggi memiliki nilai modulus elastisitas yang tinggi pula.

5.6. Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan metoda uji belah silinder (*tensile splitting cylinder test*). Pada penelitian ini dapat mengetahui seberapa besar pengaruh kuat tarik beton pasir dengan penambahan kawat bendrat. Contoh perhitungan untuk mencari kuat tarik benda uji beton silinder sebagaimana tersaji dalam tabel 5.6. dan 5.7. adalah sebagai berikut:

$$P = 126,31 \text{ kN} = 126310 \text{ N}$$

$$l = 302,30 \text{ mm}$$

$$d = 152,00 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tarik} &= \frac{2 \times F}{\pi \times l \times d} \\ &= \frac{2 \times 126310}{\pi \times 302,30 \times 152,00} \\ &= 1,75 \text{ kN/mm} \end{aligned}$$

Demikian seterusnya sehingga didapatkan data kuat tarik beton pasir masing-masing benda uji, selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat tarik betonnya. Hal tersebut diulang untuk setiap variable benda uji.

Tabel 5.6. Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Pasir Dan Prosentase Kenaikan Kuat Tarik Umur 7 Hari

Kode Sampel	Panjang Kawat	Kuat Tarik (MPa)	% Kenaikkan
BP	0	1,25	0
BPSP4	4	1,42	13,60
BPSP6	6	1,81	44,80
BPSP8	8	1,71	36,80

Tabel 5.7. Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Pasir Dan Prosentase Kenaikan Kuat Tarik Umur 28 Hari

Kode Sampel	Panjang Kawat	Kuat Tarik (MPa)	% Kenaikkan
BP	0	2,24	0
BPSP4	4	2,28	1,79
BPSP6	6	2,43	8,48
BPSP8	8	2,51	12,05

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa semakin panjang kawat bendrat semakin besar kuat tariknya, aspek rasio kawat berpengaruh terhadap kekuatan tarik beton pasir serat, semakin besar aspek rasio serat maka semakin besar kuat tariknya, kuat tarik terbesar untuk umur beton 28 hari terjadi pada panjang kawat 8 cm, ini menunjukkan *aspek ratio* serat yang besar menyebabkan *pull out resistance* semakin besar pula, selain itu kuat lekatan antara fiber dan beton (*bond strength*) juga berpengaruh menahan tarikan yang terjadi akibat pembebanan. Dari hasil pengamatan, untuk panjang kawat 8 cm ditunjukkan dengan banyaknya kawat yang terputus dibandingkan kawat yang tercabut pada pengamatan secara visual pada saat pengujian, serat yang putus menunjukkan serat dapat mengembangkan kekuatannya karena tersedia lekatan yang cukup dengan beton.

Andika sentani (2007) juga meneliti bahwa penambahan serat kawat bendrat dengan panjang 6 cm dan volume serat 1,5% dari berat beton pada beton pasir dapat meningkatkan kuat tarik yaitu sebesar 59,28%. Maka terlihat jelas bahwa aspek rasio *fiber* dan volume fraksi *fiber* sangat berpengaruh pada peningkatan kuat tarik beton.

Dilihat dari peningkatan kuat desak yang tertinggi didapat pada beton pasir penambahan fiber panjang 6 cm yaitu 15,71 %. Sedangkan peningkatan kuat tarik didapat pada beton pasir penambahan fiber panjang 8 cm yaitu sebesar 2,51 MPa, peningkatan yang didapat hanya berbeda sedikit dengan beton pasir penambahan fiber panjang 6 cm yaitu sebesar 2,43 MPa. Sedangkan pada perencanaan struktur bangunan nyatanya kuat tarik tidak diperhitungkan. Maka dapat disimpulkan pada penelitian ini bahwa penambahan kawat bendrat 6 cm merupakan panjang kawat yang memberikan peningkatan kekuatan beton yang baik.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Penambahan serat kawat bendrat lurus diameter ± 1 mm dengan menggunakan variasi panjang kawat ± 4 cm, ± 6 cm, dan ± 8 cm, dengan volume seberat 0,5% dari berat beton-nya memberikan pengaruh terhadap kekuatan beton pasir. Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan serat kawat bendrat pada beton pasir akan menurunkan nilai *slump*, seiring menurunnya nilai *slump* maka tingkat *workability* juga akan menurun.
2. Penambahan *superplasticizer* pada beton pasir fiber dapat meningkatkan *workability*, tanpa mengurangi nilai *slump*, sehingga dapat dikerjakan dengan baik dan mutu beton dihasilkan meningkat.
3. Untuk umur beton 7 hari kuat tekan maksimal tercapai pada beton pasir penambahan kawat bendrat dengan panjang kawat 8 cm yaitu sebesar 17,266 MPa dengan persen peningkatan kuat tekannya adalah 56,74% sedangkan untuk umur beton 28 hari kuat tekan maksimal tercapai pada beton pasir penambahan kawat bendrat dengan panjang kawat 6 cm yaitu 21,3136 MPa dengan persen peningkatan kuat tekannya adalah 15,71%, sehingga panjang kawat bendrat 6 cm dianggap panjang serat optimum.
4. Kuat tarik maksimal umur beton 7 hari tercapai pada beton pasir dengan penambahan serat kawat bendrat dengan panjang 6 cm yaitu sebesar 1,81 MPa dengan persen peningkatan kuat tarik 44,80%, sedangkan umur beton 28 hari tercapai pada beton pasir dengan penambahan serat kawat bendrat dengan panjang 8 cm yaitu 2,51 MPa dengan persen peningkatan kuat tariknya sebesar 12,05%.
5. Aspek rasio memberikan pengaruh terhadap peningkatan kekuatan beton serat, terutama kuat tarik, semakin besar aspek rasio serat, semakin besar

peningkatan prosentase kekuatan beton serat dibandingkan dengan beton serat dengan aspek rasio yang rendah dengan volume serat yang sama.

6. Penambahan serat kawat bendrat dengan panjang 6 cm pada beton pasir merupakan panjang kawat yang memberikan peningkatan kekuatan beton yang baik.

6.2. Saran

Berikut ini saran-saran yang dapat saya berikan dari hasil penelitian yang sudah saya lakukan :

1. Perlu ketelitian dalam pembuatan benda uji, agar tidak terjadi kesalahan dalam pembuatan benda uji yang akan berpengaruh terhadap kekuatan beton.
2. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap pengujian nilai *slump*, dengan menggunakan alat ukur yang lebih akurat, agar memperoleh nilai *slump* yang lebih akurat.
3. Perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan bahan tambah *additive* (seperti *superplasticizer* atau jenis lainnya) dengan volume penambahan yang bervariasi guna mengetahui pengaruh terhadap *workability* dan *slump*.
4. Perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan serat yang lebih panjang dengan volume serat yang berbeda guna mengetahui seberapa besar kuat tekan, kuat tarik dan kuat lenturnya.
5. perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan jenis *fiber* lain guna mengetahui pengaruhnya terhadap kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Kadir Aboe, 1993, Thesis S2, "MIKRO BETON", FTSP-ITB Bandung.
- A. Kadir Aboe, 2005, Journal Teknisia, "PENGARUH KAWAT BINDRAT LURUS TERHADAP KUAT TARIK, KUAT LENTUR DAN KUAT TEKAN BETON SERAT", Yogyakarta.
- Andika Sentani, 2007, Tugas Akhir, "PENGARUH VARIASI PANJANG SERAT KAWAT BENDRAT TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK, DAN KUAT LENTUR BETON PASIR", FTSP-UII Yogyakarta.
- Ary Novrizaldi, 2006, Tugas Akhir "PENGARUH PENGGUNAAN SERAT KAWAT BENDRAT PADA BETON PASIR TERHADAP KUAT TARIK, KUAT LENTUR, DAN KUAT TEKAN BETON SERAT", FTSP-UII Yogyakarta.
- Balaguru, Perumalsamy N, dan Surendra P.Shah, 1992, FIBER REINFORCED CEMENT COMPOSITES, McGraw-Hill, Inc., Ney York.
- Bambang Suhendro, 2000, TEORI MODEL STRUKTUR DAN TEKNIK EKSPERIMENTAL, Beta Offset, Yogyakarta.
- Departement Pekerjaan Umum, 1991, SNI 03-2492-1991, Yayasan LPMB, Bandung.
- Dimas Budi Syahril, 2007, Tugas Akhir, "PENGARUH PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER DAN SERAT KAWAT BENDRAT PADA BETON PASIR TERHADAP KUAT TEKAN BETON", FTSP-UII Yogyakarta.

Lutfhi Zamroni, Yefta, 2004, Tugas Akhir, "PENGARUH PENAMBAHAN FIBER KAWAT BENDRAT DAN SUPERPLASTICIZER PADA KUAT TEKAN, KUAT TARIK, DAN KUAT LENTUR BALOK", FTSP-UII Yogyakarta.

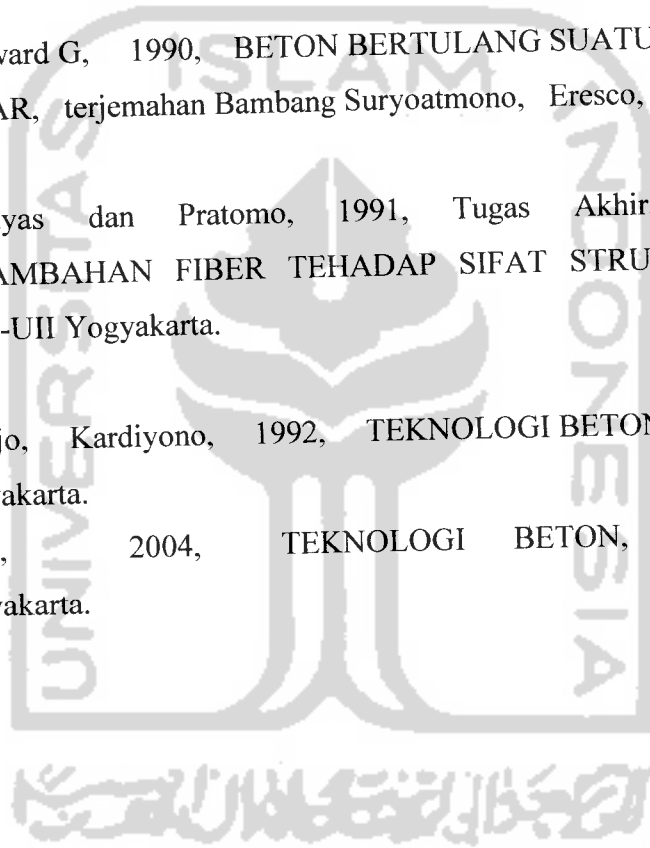
Murdock, L. J., dan Brook, K. M., 1986, BAHAN DAN PRAKTEK BETON, Erlangga, Jakarta.

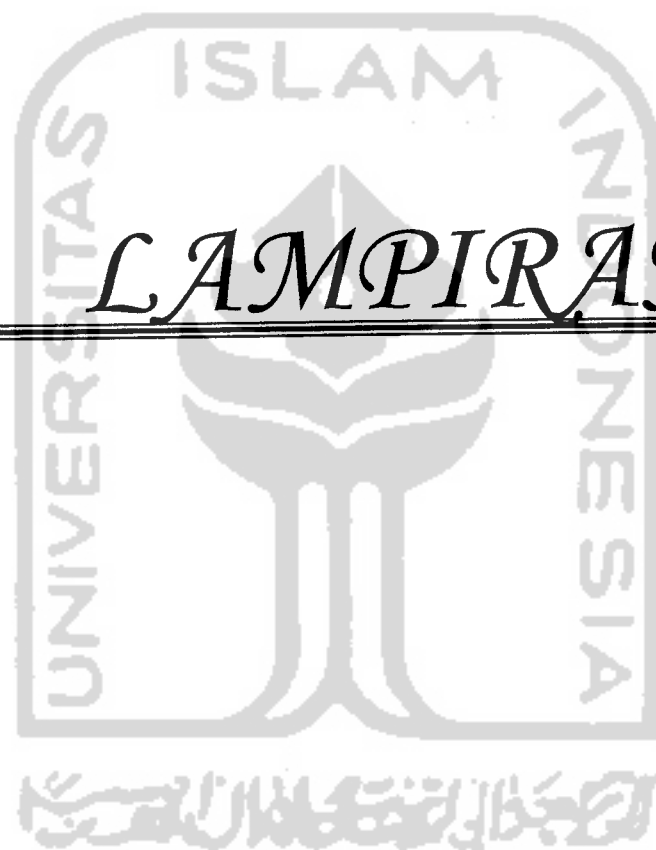
Nawy, Edward G, 1990, BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR, terjemahan Bambang Suryoatmono, Eresco, Bandung.

Santosenengtyas dan Pratomo, 1991, Tugas Akhir, "PENGARUH PENAMBAHAN FIBER TEHADAP SIFAT STRUKTUR BETON", FTSP-UII Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, Kardiyono, 1992, TEKNOLOGI BETON, Biro Penerbit, Yogyakarta.

Tri Mulyono, 2004, TEKNOLOGI BETON, Andi Offset, Yogyakarta.





LAMPIRAN



LAMPIRAN 1

(Kartu Peserta Tugas Akhir)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA
 RIZKI MAGNOLIA PUTRI

NO. MHS.
 02511238

BIDANG STUDI
 TEKNIK SIPIL

PERIODE KE : 4 (Juni 2007 - Nop 2007)

BULAN KE:

No.	Kegiatan	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP
1	Pendaftaran	█					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	█					
3	Pembuatan Proposal		█				
4	Seminar Proposal		█				
5	Konsultasi Penyusunan TA			█			
6	Sidang-Sidang				█		
7	Pendadaran					█	

Dosen Pembimbing I : A KADIR ABOE, Ir. MS. H.
 Dosen Pembimbing II: A KADIR ABOE, Ir. MS. H.

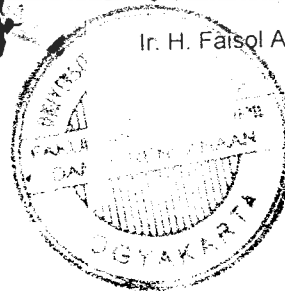
JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Variasi Panjang Serat Kawat Bendrat Dan Penambahan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan ,Kuat tarik Dan Kuat Lentor Beton Pasir



Jogjakarta, 6/7/2007
 an. Dekan

(Signature)
 Ir. H. Faisol AM, MS. p



Catatan:
 Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : 4 (Juni 2007 - Nop 2007)

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
RIZKI MAGNOLIA PUTRI	02511238	TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Variasi Panjang Serat Kawat Bendrat Dan Penambahan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan, Kuat tarik Dan Kuat Lentor Beton Pasir

Dosen Pembimbing I : A KADIR ABOE, Ir. MS. H.
Dosen Pembimbing II: A KADIR ABOE, Ir. MS. H.



Jogjakarta,
an. Dekan

6/7/2007



Catatan:
Seminar :
Sidang :
Pendaran :



LAMPIRAN 2

(Data Uji Material)



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR

Dikerjakan oleh : Rizki Magnolia Putri
No. Mahasiswa : 02 511 238
Pasir asal : Merapi
Keperluan : Uji Material Untuk Tugas Akhir

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (BK)	487,5	486	486,75
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram (ssd)	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	829,5	839	834,25
Berat piknometer berisi air, gram (B)	514	525	519,5
Berat jenis curah, gram/cm ³(1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,642	2,613	2,628
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm ³(2) $500 / (B + Bk - Bt)$	2,710	2,688	2,699
Berat jenis semu..... (3) $Bk / (B + Bk - Bt)$	2,834	2,826	2,830
Penyerapan air..... (4) $(500 - Bk) / Bk \times 100 \%$	2,56 %	2,88 %	2,72 %

Keterangan :

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram

Jogjakarta, 20 juni 2007

Di syahkan :

Dikerjakan Oleh :

.....

Rizki Magolia Putri



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO.200
(UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR)**

Dikerjakan oleh : Rizki Magnolia Putri
No. Mahasiswa : 02 511 238
Pasir asal : Merapi
Keperluan : Uji Material Untuk Tugas Akhir

URAIAN	SAMPEL
Berat agregat kering oven (W_1), gram	500 gram
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W_2), gram	491,5 gram
Berat yang lewat ayakan no. 200, persen $\{ (W_1 - W_2) / W_1 \} \times 100$	1,7 %

Menurut persyaratan Umum Bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI – 1982)
berat bagian yang lewat ayakan no. 200 (0,075 mm) :

- Untuk pasir maksimum 5 %
- Untuk kerikil maksimum 1 %

Jogjakarta, 20 juni 2007

Di syahkan :

Dikerjakan Oleh :

.....

Rizki Magolia Putri



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN

AGREGAT HALUS

Dikerjakan oleh : Rizki Magnolia Putri
No. Mahasiswa : 02 511 238
Pasir asal : Merapi
Keperluan : Uji Material Untuk Tugas Akhir

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen lolos kumulatif (%)
4,80	0	0	0	100
2,40	129,5	6,48	6,48	93,52
1,20	381	19,05	25,53	74,47
0,60	836,5	41,80	67,33	32,67
0,30	452,5	22,64	89,97	10,03
0,15	146,5	7,33	97,3	2,7
Sisa	54	2,7	-	0
Jumlah	2000	100	285,97	-

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{285,97}{100} = 2,86$$

Keterangan : Daerah I : Pasir kasar

Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah IV : Pasir halus

Dari hasil pemeriksaan diatas diketahui bahwa pasir yang diteliti masuk pada Daerah II pasir agak kasar.

Jogjakarta, 20 juni 2007

Di syahkan :

Dikerjakan Oleh :

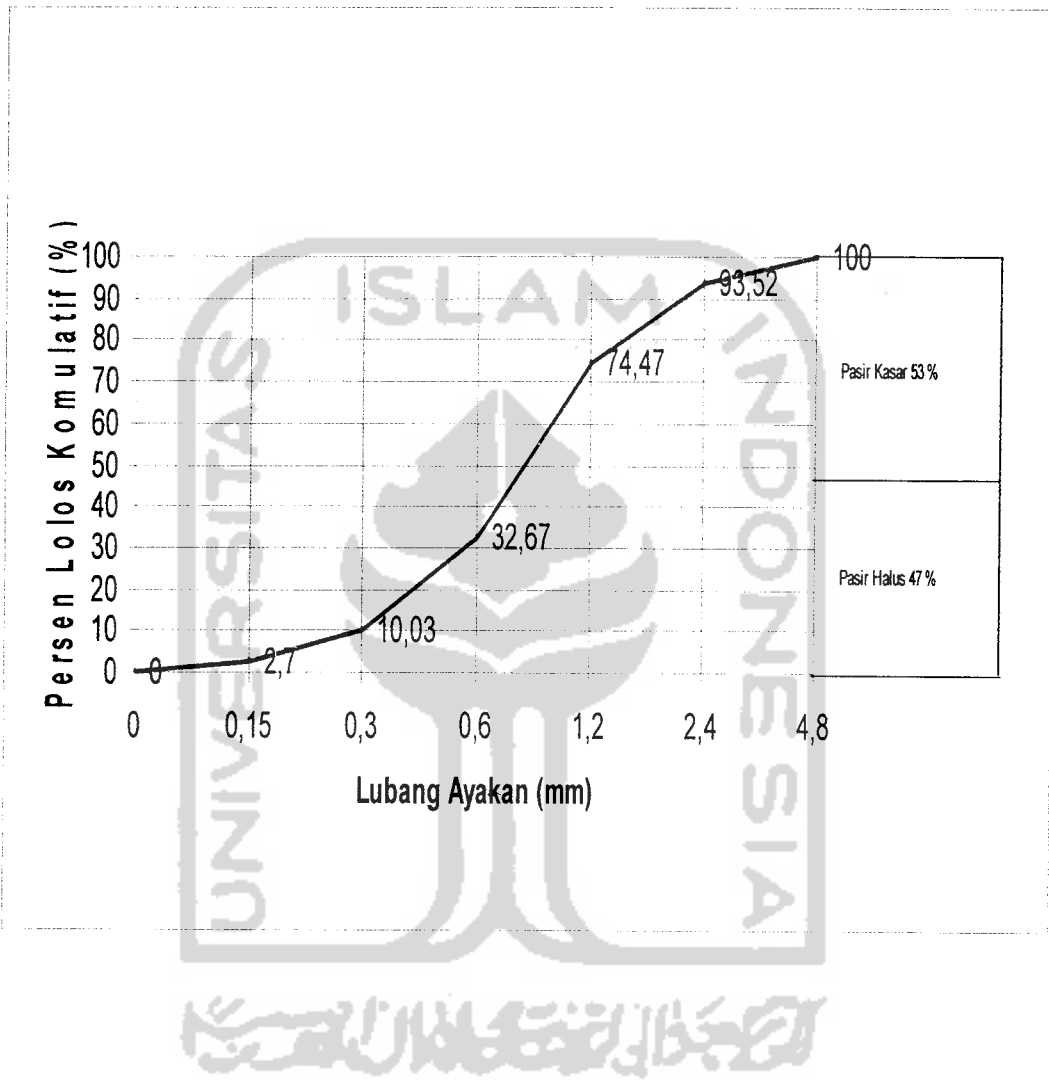
.....

Rizki Magolia Putri

Hasil analisa ayakan masuk daerah : II (dua),

Jenis pasir : agak kasar

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



Di syahkan :

.....

Jogjakarta, 20 juni 2007

Dikerjakan Oleh :

Rizki Magolia Putri



LAMPIRAN 3

(Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton)

❖ Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton, dengan Usia Beton 7 hari

Sampel : Beton Pasir

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Luas Alas (mm ²)	Berat Satuan (Kg/m ³)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f _c) MPa
						kN	N	
*4	11,80	300,10	150,00	17662,50	2226,20	220,13	220130	12,4631
*5	12,00	306,50	150,60	17804,08	2199,03	225,94	225940	12,6903
6	11,45	304,40	149,50	17544,95	2143,92	213,73	213730	12,1819
7	11,85	306,00	151,00	17898,79	2163,58	180,16	180160	10,0655
8	11,50	301,00	150,40	17756,83	2151,62	136,35	136350	7,6787
Rata - rata					2176,87			11,0159

Sampel : BPSP4

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Luas Alas (mm ²)	Berat Satuan (Kg/m ³)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f _c) MPa
						kN	N	
*4	12,20	302,60	150,20	17709,63	2276,57	210,19	210190	11,8687
*5	12,00	302,20	150,20	17709,63	2242,22	235,39	235390	13,2916
6	11,75	302,50	150,20	17709,63	2193,32	172,29	172290	9,7286
7	12,20	303,10	150,50	17780,45	2263,76	255,47	255470	14,3680
8	12,25	305,00	153,60	18520,47	2168,62	275,06	275060	14,8517
Rata - rata					2228,90			12,8217

Sampel : BPSP6

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Luas Alas (mm ²)	Berat Satuan (Kg/m ³)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (fc) MPa
						kN	N	
*4	11,80	301,50	152,00	18136,64	2157,93	257,54	257540	14,2000
*5	11,70	306,00	149,50	17544,95	2179,28	228,69	228690	13,0345
6	12,00	302,50	151,00	17898,79	2216,32	240,61	240610	13,4428
7	11,80	304,00	151,40	17993,74	2157,18	172,29	172290	9,5750
8	12,10	305,20	151,20	17946,23	2209,16	261,67	261670	14,5808
Rata - rata					2183,97			12,9666

Sampel : BPSP8

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Luas Alas (mm ²)	Berat Satuan (Kg/m ³)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (fc) MPa
						kN	N	
*4	11,80	300,00	150,00	17662,50	2226,94	281,95	281950	15,9632
*5	12,10	301,00	145,00	16504,63	2435,64	276,44	276440	16,7492
6	12,10	300,00	150,00	17662,50	2283,56	364,04	364040	20,6109
7	11,80	304,00	146,00	16733,06	2319,71	281,75	281750	16,8379
8	12,00	300,00	157,00	19349,47	2067,24	312,86	312860	16,1689
Rata - rata					2266,62			17,2660

- ❖ Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dan Prosentase Perubahan Kuat Tekan, dengan Usia Beton 7 hari

Kode Sampel	Panjang Kawat	f_c (MPa) Umur 7 hari	% Kenaikkan
BP	0	11,0159	0
BPSP4	4	12,8217	16,39
BPSP6	6	12,9666	17,71
BPSP8	8	17,266	56,74
Rata-rata			22,71

❖ Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton, dengan Beton Usia 28 hari

Sampel : Beton Pasir

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Luas Alas (mm ²)	Berat Satuan (Kg/m ³)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f _c) MPa
						kN	N	
*4	11,30	294,00	151,00	17898,79	2147,37	299,08	299080	16,7095
*5	11,60	306,00	152,00	18136,64	2090,16	390,82	390820	21,5486
6	11,50	302,00	154,00	18617,06	2045,41	276,93	276930	14,8751
7	11,50	300,00	145,00	16504,63	2322,58	278,90	278900	16,8983
8	11,80	306,00	150,00	17662,50	2183,27	389,83	389830	22,0711
Rata - rata					2157,76			18,4205

Sampel : BPSP4

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Luas Alas (mm ²)	Berat Satuan (Kg/m ³)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f _c) MPa
						kN	N	
*4	12,40	306,10	150,10	17686,06	2290,48	347,31	347310	19,6375
*5	12,10	302,60	150,10	17686,06	2260,92	396,01	396010	22,3911
6	12,20	302,50	150,00	17662,50	2283,40	339,24	339240	19,2068
7	12,30	302,70	152,10	18160,51	2237,51	374,08	374080	20,5985
8	12,20	302,00	152,50	18256,16	2212,81	395,40	395400	21,6584
Rata - rata					2257,02			20,6985

Sampel : BPSP6

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Luas Alas (mm ²)	Berat Satuan (Kg/m ³)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f _c) MPa
						kN	N	
*4	12,35	303,60	152,00	18136,64	2242,89	414,87	414870	22,8747
*5	12,50	305,20	151,10	17922,50	2285,21	401,82	401820	22,4199
6	12,30	304,00	151,20	17946,23	2254,54	319,55	319550	17,8060
7	12,10	303,70	150,50	17780,45	2240,77	288,54	288540	16,2279
8	12,20	301,20	152,70	18304,07	2212,88	341,30	341300	18,6461
Rata - rata						2247,26		21,3136





Sampel : BPSP8

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Luas Alas (mm ²)	Berat Satuan (Kg/m ³)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f _c) MPa
						kN	N	
*4	12,10	300,50	150,00	17662,50	2279,76	337,86	337860	19,1287
*5	11,90	300,50	150,70	17827,73	2221,30	320,14	320140	17,9574
6	12,00	300,50	152,10	18160,51	2198,92	275,94	275940	15,1945
7	12,25	303,50	151,50	18017,52	2240,18	363,16	363160	20,1559
8	11,80	300,90	150,10	17686,06	2217,32	283,03	283030	16,0030
Rata - rata						2231,49		19,0807

- ❖ Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dan Prosentase Perubahan Kuat Tekan, dengan Usia Beton 28 hari

Kode Sampel	Panjang Kawat	f _c (MPa) Umur 7 hari	% Kenaikkan
BP	0	18,4205	0
BPSP4	4	20,6985	12,37
BPSP6	6	21,3136	15,71
BPSP8	8	19,0807	3,58
Rata-rata			7,91

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1	15/06-07	- proposal pmbnike	 
2		- Service AR	
	29/09-07	- konsultasi berjodan kontinyu walaupun tidak terdoko-mentasi dengan baik	
	01/10-07	- pmbnike	
	03/10-07	- pmbnike 1	
		- sidma	
	04/11-07	- pmbnike	





LAMPIRAN 4

(Hasil Pengujian Tegangan Regangan Umur Beton 7 Hari)



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : Beton Pasir
 Diameter : 150,00 mm
 Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 150,00^2 = 17662,50 \text{ mm}^2$
 Tinggi (Lo) : 300,10 mm
 Berat : 11,80 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	4	0,2000	0,5662	1,7169
20	20000	9,5	0,4750	1,1323	1,9919
30	30000	17,5	0,8750	1,6985	2,3919
40	40000	24	1,2000	2,2647	2,7169
50	50000	31	1,5500	2,8309	3,0669
60	60000	40,5	2,0250	3,3970	3,5419
70	70000	48	2,4000	3,9632	3,9169
80	80000	57,5	2,8750	4,5294	4,3919
90	90000	68	3,4000	5,0955	4,9169
100	100000	78	3,9000	5,6617	5,4169
110	110000	91	4,5500	6,2279	6,0669
120	120000	104	5,2000	6,7941	6,7169
130	130000	117,5	5,8750	7,3602	7,3919
140	140000	133,5	6,6750	7,9264	8,1919
150	150000	148,5	7,4250	8,4926	8,9419
160	160000	167	8,3500	9,0587	9,8669
170	170000	187	9,3500	9,6249	10,8669
180	180000	210,5	10,5250	10,1911	12,0419
190	190000	234	11,7000	10,7573	13,2169
200	200000	257,5	12,8750	11,3234	14,3919
210	210000	295	14,7500	11,8896	16,2669
220	220000	341	17,0500	12,4558	18,5669
223,6	223600	415	20,7500	12,6596	22,2669
220	220000	453,5	22,6750	12,4558	24,1919
210	210000	530	26,5000	11,8896	28,0169
200	200000	561	28,0500	11,3234	29,5669
190	190000	582,5	29,1250	10,7573	30,6419
180	180000	593	29,6500	10,1911	31,1669
170	170000	593	29,6500	9,6249	31,1669
160	160000	594,5	29,7250	9,0587	31,2419



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : Beton Pasir
 Diameter : 150,60 mm
 Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 150,60^2 = 17804,08 \text{ mm}^2$
 Tinggi (Lo) : 306,50 mm
 Berat : 12,00 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	11	0,5500	0,5617	2,0669
20	20000	18,5	0,9250	1,1233	2,4419
30	30000	27,5	1,3750	1,6850	2,8919
40	40000	37	1,8500	2,2467	3,3669
50	50000	47	2,3500	2,8083	3,8669
60	60000	56,5	2,8250	3,3700	4,3419
70	70000	67	3,3500	3,9317	4,8669
80	80000	76	3,8000	4,4934	5,3169
90	90000	88,5	4,4250	5,0550	5,9419
100	100000	100,5	5,0250	5,6167	6,5419
110	110000	110,5	5,5250	6,1784	7,0419
120	120000	124	6,2000	6,7400	7,7169
130	130000	139	6,9500	7,3017	8,4669
140	140000	155,5	7,7750	7,8634	9,2919
150	150000	171,5	8,5750	8,4250	10,0919
160	160000	191	9,5500	8,9867	11,0669
170	170000	210,5	10,5250	9,5484	12,0419
180	180000	236	11,8000	10,1100	13,3169
190	190000	262,5	13,1250	10,6717	14,6419
200	200000	299	14,9500	11,2334	16,4669
210	210000	346	17,3000	11,7950	18,8169
220	220000	405	20,2500	12,3567	21,7669
229,5	229500	512,5	25,6250	12,8903	27,1419
220	220000	577,5	28,8750	12,3567	30,3919
210	210000	667,5	33,3750	11,7950	34,8919
200	200000	737,5	36,8750	11,2334	38,3919
190	190000	775	38,7500	10,6717	40,2669
180	180000	810	40,5000	10,1100	42,0169
170	170000	842,5	42,1250	9,5484	43,6419



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP4
 Diameter : 150,20 mm
 Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 150,20^2 = 17709,63 \text{ mm}^2$
 Tinggi (Lo) : 302,60 mm
 Berat : 12,20 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	4,5	0,2250	0,5647	2,4454
20	20000	10,5	0,5250	1,1293	2,7454
30	30000	17	0,8500	1,6940	3,0704
40	40000	24,5	1,2250	2,2587	3,4454
50	50000	32,5	1,6250	2,8233	3,8454
60	60000	39	1,9500	3,3880	4,1704
70	70000	47,5	2,3750	3,9527	4,5954
80	80000	56	2,8000	4,5173	5,0204
90	90000	65	3,2500	5,0820	5,4704
100	100000	75	3,7500	5,6466	5,9704
110	110000	85	4,2500	6,2113	6,4704
120	120000	96	4,8000	6,7760	7,0204
130	130000	108	5,4000	7,3406	7,6204
140	140000	125	6,2500	7,9053	8,4704
150	150000	139	6,9500	8,4700	9,1704
160	160000	152,5	7,6250	9,0346	9,8454
170	170000	165	8,2500	9,5993	10,4704
180	180000	175	8,7500	10,1640	10,9704
190	190000	185	9,2500	10,7286	11,4704
200	200000	209	10,4500	11,2933	12,6704
210	210000	259,5	12,9750	11,8580	15,1954
213,5	213500	390	19,5000	12,0556	21,7204
210	210000	480	24,0000	11,8580	26,2204
200	200000	632,5	31,6250	11,2933	33,8454
190	190000	735	36,7500	10,7286	38,9704
180	180000	830	41,5000	10,1640	43,7204
170	170000	927,5	46,3750	9,5993	48,5954
180	180000	1010	50,5000	10,1640	52,7204



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP4
Diameter : 150,20 mm
Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 150,20^2 = 17709,63 \text{ mm}^2$
Tinggi (Lo) : 302,20 mm
Berat : 12,00 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	5,5	0,2750	0,5647	2,4954
20	20000	10	0,5000	1,1293	2,7204
30	30000	16	0,8000	1,6940	3,0204
40	40000	22	1,1000	2,2587	3,3204
50	50000	28,5	1,4250	2,8233	3,6454
60	60000	35	1,7500	3,3880	3,9704
70	70000	43,5	2,1750	3,9527	4,3954
80	80000	50,5	2,5250	4,5173	4,7454
90	90000	57,5	2,8750	5,0820	5,0954
100	100000	66	3,3000	5,6466	5,5204
110	110000	75,5	3,7750	6,2113	5,9954
120	120000	87,5	4,3750	6,7760	6,5954
130	130000	104	5,2000	7,3406	7,4204
140	140000	149,5	7,4750	7,9053	9,6954
150	150000	152,5	7,6250	8,4700	9,8454
160	160000	159	7,9500	9,0346	10,1704
170	170000	168	8,4000	9,5993	10,6204
180	180000	179,5	8,9750	10,1640	11,1954
190	190000	194	9,7000	10,7286	11,9204
200	200000	212,5	10,6250	11,2933	12,8454
210	210000	232,5	11,6250	11,8580	13,8454
220	220000	257,5	12,8750	12,4226	15,0954
230	230000	292,5	14,6250	12,9873	16,8454
239,1	239100	337,5	16,8750	13,5011	19,0954
230	230000	465	23,2500	12,9873	25,4704
220	220000	592,5	29,6250	12,4226	31,8454
210	210000	675	33,7500	11,8580	35,9704
200	200000	785	39,2500	11,2933	41,4704
190	190000	820	41,0000	10,7286	43,2204
180	180000	845	42,2500	10,1640	44,4704



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP6
Diameter : 152,00 mm
Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 152,00^2 = 18136,64 \text{ mm}^2$
Tinggi (Lo) : 301,50 mm
Berat : 11,80 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	11	0,5500	0,5514	0,8848
20	20000	21	1,0500	1,1027	1,3848
30	30000	31	1,5500	1,6541	1,8848
40	40000	42,5	2,1250	2,2055	2,4598
50	50000	52	2,6000	2,7569	2,9348
60	60000	62,5	3,1250	3,3082	3,4598
70	70000	72,5	3,6250	3,8596	3,9598
80	80000	85	4,2500	4,4110	4,5848
90	90000	96	4,8000	4,9623	5,1348
100	100000	110	5,5000	5,5137	5,8348
110	110000	120,5	6,0250	6,0651	6,3598
120	120000	132,5	6,6250	6,6164	6,9598
130	130000	147	7,3500	7,1678	7,6848
140	140000	160	8,0000	7,7192	8,3348
150	150000	174,5	8,7250	8,2706	9,0598
160	160000	188,5	9,4250	8,8219	9,7598
170	170000	210	10,5000	9,3733	10,8348
180	180000	226	11,3000	9,9247	11,6348
190	190000	244	12,2000	10,4760	12,5348
200	200000	262,5	13,1250	11,0274	13,4598
210	210000	285	14,2500	11,5788	14,5848
220	220000	303	15,1500	12,1301	15,4848
230	230000	325	16,2500	12,6815	16,5848
240	240000	350	17,5000	13,2329	17,8348
250	250000	385	19,2500	13,7843	19,5848
260	260000	432,5	21,6250	14,3356	21,9598
261,6	261600	477,5	23,8750	14,4238	24,2098
260	260000	495	24,7500	14,3356	25,0848
250	250000	498	24,8750	13,7843	25,2098
240	240000	527,5	26,3750	13,2329	26,7098
230	230000	540	27,0000	12,6815	27,3348



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP6
Diameter : 149,50 mm
Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 149,50^2 = 17544,95 \text{ mm}^2$
Tinggi (Lo) : 306,00 mm
Berat : 11,70 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	ΔL (10^{-3})mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	3,5	0,1750	0,5700	0,5098
20	20000	10	0,5000	1,1399	0,8348
30	30000	17,5	0,8750	1,7099	1,2098
40	40000	25	1,2500	2,2799	1,5848
50	50000	32,5	1,6250	2,8498	1,9598
60	60000	40	2,0000	3,4198	2,3348
70	70000	50	2,5000	3,9898	2,8348
80	80000	57,5	2,8750	4,5597	3,2098
90	90000	66	3,3000	5,1297	3,6348
100	100000	75	3,7500	5,6996	4,0848
110	110000	85	4,2500	6,2696	4,5848
120	120000	90	4,5000	6,8396	4,8348
130	130000	102,5	5,1250	7,4095	5,4598
140	140000	112,5	5,6250	7,9795	5,9598
150	150000	125	6,2500	8,5495	6,5848
160	160000	136	6,8000	9,1194	7,1348
170	170000	147,5	7,3750	9,6894	7,7098
180	180000	160	8,0000	10,2594	8,3348
190	190000	180	9,0000	10,8293	9,3348
200	200000	195	9,7500	11,3993	10,0848
210	210000	210	10,5000	11,9693	10,8348
220	220000	237,5	11,8750	12,5392	12,2098
230	230000	270	13,5000	13,1092	13,8348
232,3	232300	325	16,2500	13,2403	16,5848
230	230000	360	18,0000	13,1092	18,3348
220	220000	475	23,7500	12,5392	24,0848



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP8
 Diameter : 150,00 mm
 Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 150,00^2 = 17662,50 \text{ mm}^2$
 Tinggi (Lo) : 300,00 mm
 Berat : 11,80 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	4	0,2000	0,5662	0,4275
20	20000	10	0,5000	1,1323	0,7275
30	30000	16,5	0,8250	1,6985	1,0525
40	40000	25	1,2500	2,2647	1,4775
50	50000	32,5	1,6250	2,8309	1,8525
60	60000	40	2,0000	3,3970	2,2275
70	70000	47,5	2,3750	3,9632	2,6025
80	80000	57,5	2,8750	4,5294	3,1025
90	90000	64	3,2000	5,0955	3,4275
100	100000	72,5	3,6250	5,6617	3,8525
110	110000	81	4,0500	6,2279	4,2775
120	120000	90	4,5000	6,7941	4,7275
130	130000	97,5	4,8750	7,3602	5,1025
140	140000	107,5	5,3750	7,9264	5,6025
150	150000	117,5	5,8750	8,4926	6,1025
160	160000	130	6,5000	9,0587	6,7275
170	170000	138,5	6,9250	9,6249	7,1525
180	180000	148	7,4000	10,1911	7,6275
190	190000	159	7,9500	10,7573	8,1775
200	200000	170	8,5000	11,3234	8,7275
210	210000	182,5	9,1250	11,8896	9,3525
220	220000	195	9,7500	12,4558	9,9775
230	230000	211	10,5500	13,0219	10,7775
240	240000	227,5	11,3750	13,5881	11,6025
250	250000	244	12,2000	14,1543	12,4275
260	260000	264	13,2000	14,7205	13,4275
270	270000	289,5	14,4750	15,2866	14,7025
280	280000	325	16,2500	15,8528	16,4775
286,4	286400	433	21,6250	16,2151	21,8525
280	280000	465	23,2500	15,8528	23,4775
270	270000	482,5	24,1250	15,2866	24,3525
260	260000	488	24,3750	14,7205	24,6025
250	250000	492,5	24,6250	14,1543	24,8525
240	240000	494,5	24,7250	13,5881	24,9525
230	230000	495	24,7500	13,0219	24,9775



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP8
 Diameter : 145,00 mm
 Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 145,00^2 = 16504,63 \text{ mm}^2$
 Tinggi (Lo) : 301,00 mm
 Berat : 12,10 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	4,5	0,2250	0,6059	0,4525
20	20000	9	0,4500	1,2118	0,6775
30	30000	14	0,7000	1,8177	0,9275
40	40000	19	0,9500	2,4236	1,1775
50	50000	24	1,2000	3,0295	1,4275
60	60000	29,5	1,4750	3,6353	1,7025
70	70000	35,5	1,7750	4,2412	2,0025
80	80000	42	2,1000	4,8471	2,3275
90	90000	47,5	2,3750	5,4530	2,6025
100	100000	54,5	2,7250	6,0589	2,9525
110	110000	60,5	3,0250	6,6648	3,2525
120	120000	68	3,4000	7,2707	3,6275
130	130000	75,5	3,7750	7,8766	4,0025
140	140000	82,5	4,1250	8,4825	4,3525
150	150000	91	4,5500	9,0884	4,7775
160	160000	100,5	5,0250	9,6942	5,2525
170	170000	108,5	5,4250	10,3001	5,6525
180	180000	117,5	5,8750	10,9060	6,1025
190	190000	127,5	6,3750	11,5119	6,6025
200	200000	137	6,8500	12,1178	7,0775
210	210000	146,5	7,3250	12,7237	7,5525
220	220000	158	7,9000	13,3296	8,1275
230	230000	170	8,5000	13,9355	8,7275
240	240000	182	9,1000	14,5414	9,3275
250	250000	195	9,7500	15,1473	9,9775
260	260000	195,5	9,7750	15,7532	10,0025
270	270000	196	9,8000	16,3590	10,0275
280	280000	221	11,0500	16,9649	11,2775
280,8	280800	275	13,7500	17,0134	13,9775
280	280000	310	15,5000	16,9649	15,7275
270	270000	375	18,7500	16,3590	18,9775
260	260000	411	20,5500	15,7532	20,7775
250	250000	429	21,4500	15,1473	21,6775
240	240000	440,5	22,0250	14,5414	22,2525
230	230000	448,5	22,4250	13,9355	22,6525
220	220000	450,5	22,5250	13,3296	22,7525
210	210000	453,5	22,6750	12,7237	22,9025



LAMPIRAN 5

(Hasil Pengujian Tegangan Regangan Umur Beton 28 Hari)



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : Beton Pasir
 Diameter : 151,00 mm
 Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 151,00^2 = 17898,79 \text{ mm}^2$
 Tinggi (Lo) : 294,00 mm
 Berat : 11,30 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	4,5	0,2250	0,5587	0,4752
20	20000	11	0,5500	1,1174	0,8002
30	30000	19	0,9500	1,6761	1,2002
40	40000	25	1,2500	2,2348	1,5002
50	50000	33,5	1,6750	2,7935	1,9252
60	60000	41,5	2,0750	3,3522	2,3252
70	70000	50	2,5000	3,9109	2,7502
80	80000	57,5	2,8750	4,4696	3,1252
90	90000	67,5	3,3750	5,0283	3,6252
100	100000	75	3,7500	5,5870	4,0002
110	110000	85	4,2500	6,1457	4,5002
120	120000	95	4,7500	6,7044	5,0002
130	130000	104,5	5,2250	7,2631	5,4752
140	140000	115	5,7500	7,8218	6,0002
150	150000	125	6,2500	8,3805	6,5002
160	160000	135	6,7500	8,9392	7,0002
170	170000	145,5	7,2750	9,4978	7,5252
180	180000	156	7,8000	10,0565	8,0502
190	190000	167,5	8,3750	10,6152	8,6252
200	200000	179	8,9500	11,1739	9,2002
210	210000	192,5	9,6250	11,7326	9,8752
220	220000	205	10,2500	12,2913	10,5002
230	230000	222,5	11,1250	12,8500	11,3752
240	240000	239	11,9500	13,4087	12,2002
250	250000	257,5	12,8750	13,9674	13,1252
260	260000	275	13,7500	14,5261	14,0002
270	270000	297,5	14,8750	15,0848	15,1252
280	280000	325	16,2500	15,6435	16,5002
290	290000	360	18,0000	16,2022	18,2502
300	300000	405	20,2500	16,7609	20,5002
303,8	303800	462,5	23,1250	16,9732	23,3752
300	300000	490	24,5000	16,7609	24,7502
290	290000	525	26,2500	16,2022	26,5002
280	280000	545	27,2500	15,6435	27,5002
270	270000	555	27,7500	15,0848	28,0002
260	260000	565	28,2500	14,5261	28,5002
250	250000	577,5	28,8750	13,9674	29,1252
240	240000	595	29,7500	13,4087	30,0002



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : Beton Pasir
Diameter : 152,00 mm
Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 152,00^2 = 18136,64 \text{ mm}^2$
Tinggi (Lo) : 306,00 mm
Berat : 11,60 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	5,5	0,2750	0,5514	0,5252
20	20000	11	0,5500	1,1027	0,8002
30	30000	16,5	0,8250	1,6541	1,0752
40	40000	22,5	1,1250	2,2055	1,3752
50	50000	27,5	1,3750	2,7569	1,6252
60	60000	34	1,7000	3,3082	1,9502
70	70000	40	2,0000	3,8596	2,2502
80	80000	46,5	2,3250	4,4110	2,5752
90	90000	51,5	2,5750	4,9623	2,8252
100	100000	57,5	2,8750	5,5137	3,1252
110	110000	65	3,2500	6,0651	3,5002
120	120000	71	3,5500	6,6164	3,8002
130	130000	78	3,9000	7,1678	4,1502
140	140000	85	4,2500	7,7192	4,5002
150	150000	95	4,7500	8,2706	5,0002
160	160000	102	5,1000	8,8219	5,3502
170	170000	110	5,5000	9,3733	5,7502
180	180000	117,5	5,8750	9,9247	6,1252
190	190000	127,5	6,3750	10,4760	6,6252
200	200000	136	6,8000	11,0274	7,0502
210	210000	145	7,2500	11,5788	7,5002
220	220000	153	7,6500	12,1301	7,9002
230	230000	162,5	8,1250	12,6815	8,3752
240	240000	174	8,7000	13,2329	8,9502
250	250000	185	9,2500	13,7843	9,5002
260	260000	196	9,8000	14,3356	10,0502
270	270000	207,5	10,3750	14,8870	10,6252
280	280000	220	11,0000	15,4384	11,2502
290	290000	232,5	11,6250	15,9897	11,8752
300	300000	245	12,2500	16,5411	12,5002
310	310000	257,5	12,8750	17,0925	13,1252
320	320000	272,5	13,6250	17,6438	13,8752
330	330000	287,5	14,3750	18,1952	14,6252
340	340000	302	15,1000	18,7466	15,3502
350	350000	319	15,9500	19,2980	16,2002
360	360000	337,5	16,8750	19,8493	17,1252

Lanjutan



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : Beton Pasir
Diameter : 152,00 mm
Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 152,00^2 = 18136,64 \text{ mm}^2$
Tinggi (Lo) : 306,00 mm
Berat : 11,60 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
370	370000	357,5	17,8750	20,4007	18,1252
380	380000	382,5	19,1250	20,9521	19,3752
390	390000	415	20,7500	21,5034	21,0002
397	397000	474	23,7000	21,8894	23,9502
390	390000	515	25,7500	21,5034	26,0002
380	380000	540	27,0000	20,9521	27,2502
370	370000	565	28,2500	20,4007	28,5002
360	360000	585	29,2500	19,8493	29,5002
350	350000	605	30,2500	19,2980	30,5002
340	340000	630	31,5000	18,7466	31,7502
330	330000	665	33,2500	18,1952	33,5002



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP4
Diameter : 150,10 mm
Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 150,10^2 = 17686,06 \text{ mm}^2$
Tinggi (Lo) : 306,10 mm
Berat : 12,40 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	8,5	0,4250	0,5654	1,2044
20	20000	14	0,7000	1,1308	1,4794
30	30000	19,5	0,9750	1,6963	1,7544
40	40000	25,5	1,2750	2,2617	2,0544
50	50000	32,5	1,6250	2,8271	2,4044
60	60000	38	1,9000	3,3925	2,6794
70	70000	44,5	2,2250	3,9579	3,0044
80	80000	52	2,6000	4,5233	3,3794
90	90000	58,5	2,9250	5,0888	3,7044
100	100000	66	3,3000	5,6542	4,0794
110	110000	74,5	3,7250	6,2196	4,5044
120	120000	82,5	4,1250	6,7850	4,9044
130	130000	90	4,5000	7,3504	5,2794
140	140000	98,5	4,9250	7,9158	5,7044
150	150000	106	5,3000	8,4813	6,0794
160	160000	115	5,7500	9,0467	6,5294
170	170000	125	6,2500	9,6121	7,0294
180	180000	137,5	6,8750	10,1775	7,6544
190	190000	150	7,5000	10,7429	8,2794
200	200000	160,5	8,0250	11,3083	8,8044
210	210000	175	8,7500	11,8738	9,5294
220	220000	187,5	9,3750	12,4392	10,1544
230	230000	201,5	10,0750	13,0046	10,8544
240	240000	212,5	10,6250	13,5700	11,4044
250	250000	225	11,2500	14,1354	12,0294
260	260000	236	11,8000	14,7008	12,5794
270	270000	248,5	12,4250	15,2663	13,2044
280	280000	260	13,0000	15,8317	13,7794
290	290000	271	13,5500	16,3971	14,3294
300	300000	272	13,6000	16,9625	14,3794
310	310000	285	14,2500	17,5279	15,0294
320	320000	297,5	14,8750	18,0933	15,6544
330	330000	312,5	15,6250	18,6588	16,4044
340	340000	333,5	16,6750	19,2242	17,4544
350	350000	360,5	18,0250	19,7896	18,8044
352,8	352800	402,5	20,1250	19,9479	20,9044

Lanjutan



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP4
Diameter : 150,10 mm
Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 150,10^2 = 17686,06 \text{ mm}^2$
Tinggi (Lo) : 306,10 mm
Berat : 12,40 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
350	350000	416	20,8000	19,7896	21,5794
340	340000	475	23,7500	19,2242	24,5294
330	330000	507,5	25,3750	18,6588	26,1544
320	320000	532,5	26,6250	18,0933	27,4044
310	310000	557,5	27,8750	17,5279	28,6544
300	300000	575	28,7500	16,9625	29,5294
290	290000	587,5	29,3750	16,3971	30,1544



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP4
Diameter : 150,10 mm
Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 150,10^2 = 17686,06 \text{ mm}^2$
Tinggi (Lo) : 302,60 mm
Berat : 12,10 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	4	0,2000	0,5654	0,9794
20	20000	10	0,5000	1,1308	1,2794
30	30000	15	0,7500	1,6963	1,5294
40	40000	22,5	1,1250	2,2617	1,9044
50	50000	27,5	1,3750	2,8271	2,1544
60	60000	35	1,7500	3,3925	2,5294
70	70000	40,5	2,0250	3,9579	2,8044
80	80000	47,5	2,3750	4,5233	3,1544
90	90000	53,5	2,6750	5,0888	3,4544
100	100000	62,5	3,1250	5,6542	3,9044
110	110000	70	3,5000	6,2196	4,2794
120	120000	78,5	3,9250	6,7850	4,7044
130	130000	87,5	4,3750	7,3504	5,1544
140	140000	97,5	4,8750	7,9158	5,6544
150	150000	106	5,3000	8,4813	6,0794
160	160000	115	5,7500	9,0467	6,5294
170	170000	125	6,2500	9,6121	7,0294
180	180000	132,5	6,6250	10,1775	7,4044
190	190000	142,5	7,1250	10,7429	7,9044
200	200000	142,5	7,1250	11,3083	7,9044
210	210000	152,5	7,6250	11,8738	8,4044
220	220000	162,5	8,1250	12,4392	8,9044
230	230000	172,5	8,6250	13,0046	9,4044
240	240000	185	9,2500	13,5700	10,0294
250	250000	200	10,0000	14,1354	10,7794
260	260000	212,5	10,6250	14,7008	11,4044
270	270000	225	11,2500	15,2663	12,0294
280	280000	238,5	11,9250	15,8317	12,7044
290	290000	255,5	12,7750	16,3971	13,5544
300	300000	267,5	13,3750	16,9625	14,1544
310	310000	282,5	14,1250	17,5279	14,9044
320	320000	297,5	14,8750	18,0933	15,6544
330	330000	315	15,7500	18,6588	16,5294
340	340000	335	16,7500	19,2242	17,5294
350	350000	352,5	17,6250	19,7896	18,4044
360	360000	375	18,7500	20,3550	19,5294

Lanjutan



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP4
Diameter : 150,10 mm
Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 150,10^2 = 17686,06 \text{ mm}^2$
Tinggi (Lo) : 302,60 mm
Berat : 12,10 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
370	370000	400	20,0000	20,9204	20,7794
380	380000	427,5	21,3750	21,4858	22,1544
390	390000	462,5	23,1250	22,0513	23,9044
400	400000	507,5	25,3750	22,6167	26,1544
402,2	402200	577,5	28,8750	22,7411	29,6544
400	400000	645	32,2500	22,6167	33,0294
390	390000	685	34,2500	22,0513	35,0294
380	380000	712,5	35,6250	21,4858	36,4044
370	370000	740	37,0000	20,9204	37,7794
360	360000	765	38,2500	20,3550	39,0294
350	350000	790	39,5000	19,7896	40,2794
340	340000	817,5	40,8750	19,2242	41,6544
330	330000	840	42,0000	18,6588	42,7794
320	320000	867,5	43,3750	18,0933	44,1544



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP6
 Diameter : 152,00 mm
 Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 152,00^2 = 18136,64 \text{ mm}^2$
 Tinggi (Lo) : 303,60 mm
 Berat : 12,35 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	2,5	0,1250	0,5514	0,3002
20	20000	8	0,4000	1,1027	0,5752
30	30000	13,5	0,6750	1,6541	0,8502
40	40000	20	1,0000	2,2055	1,1752
50	50000	25	1,2500	2,7569	1,4252
60	60000	32,5	1,6250	3,3082	1,8002
70	70000	38,5	1,9250	3,8596	2,1002
80	80000	45,5	2,2750	4,4110	2,4502
90	90000	56,5	2,8250	4,9623	3,0002
100	100000	63,5	3,1750	5,5137	3,3502
110	110000	71	3,5500	6,0651	3,7252
120	120000	77,5	3,8750	6,6164	4,0502
130	130000	85	4,2500	7,1678	4,4252
140	140000	92,5	4,6250	7,7192	4,8002
150	150000	100	5,0000	8,2706	5,1752
160	160000	107,5	5,3750	8,8219	5,5502
170	170000	115	5,7500	9,3733	5,9252
180	180000	121	6,0500	9,9247	6,2252
190	190000	130	6,5000	10,4760	6,6752
200	200000	140	7,0000	11,0274	7,1752
210	210000	148,5	7,4250	11,5788	7,6002
220	220000	156	7,8000	12,1301	7,9752
230	230000	165	8,2500	12,6815	8,4252
240	240000	173	8,6500	13,2329	8,8252
250	250000	183	9,1500	13,7843	9,3252
260	260000	193	9,6500	14,3356	9,8252
270	270000	203	10,1500	14,8870	10,3252
280	280000	215	10,7500	15,4384	10,9252
290	290000	225	11,2500	15,9897	11,4252
300	300000	237,5	11,8750	16,5411	12,0502
310	310000	248,5	12,4250	17,0925	12,6002
320	320000	258,5	12,9250	17,6438	13,1002
330	330000	273	13,6500	18,1952	13,8252
340	340000	287,5	14,3750	18,7466	14,5502
350	350000	301	15,0500	19,2980	15,2252
360	360000	317,5	15,8750	19,8493	16,0502

Lanjutan



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP6
Diameter : 152,00 mm
Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 152,00^2 = 18136,64 \text{ mm}^2$
Tinggi (Lo) : 303,60 mm
Berat : 12,35 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
370	370000	333,5	16,6750	20,4007	16,8502
380	380000	353,5	17,6750	20,9521	17,8502
390	390000	375	18,7500	21,5034	18,9252
400	400000	402,5	20,1250	22,0548	20,3002
410	410000	455	22,7500	22,6062	22,9252
420,7	420700	482,5	24,1250	23,1961	24,3002
410	410000	515	25,7500	22,6062	25,9252
400	400000	542,5	27,1250	22,0548	27,3002
390	390000	565	28,2500	21,5034	28,4252
380	380000	587,5	29,3750	20,9521	29,5502
370	370000	607,5	30,3750	20,4007	30,5502
360	360000	627,5	31,3750	19,8493	31,5502
350	350000	647,5	32,3750	19,2980	32,5502
340	340000	667,5	33,3750	18,7466	33,5502
330	330000	687,5	34,3750	18,1952	34,5502
320	320000	707,5	35,3750	17,6438	35,5502
310	310000	720	36,0000	17,0925	36,1752



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP6
Diameter : 151,10 mm
Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 151,10^2 = 17922,50 \text{ mm}^2$
Tinggi (Lo) : 305,20 mm
Berat : 12,50 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	4,5	0,2250	0,5580	0,4002
20	20000	8,5	0,4250	1,1159	0,6002
30	30000	14	0,7000	1,6739	0,8752
40	40000	20,5	1,0250	2,2318	1,2002
50	50000	27,5	1,3750	2,7898	1,5502
60	60000	35	1,7500	3,3477	1,9252
70	70000	44	2,2000	3,9057	2,3752
80	80000	51	2,5500	4,4637	2,7252
90	90000	57,5	2,8750	5,0216	3,0502
100	100000	65	3,2500	5,5796	3,4252
110	110000	71,5	3,5750	6,1375	3,7502
120	120000	78	3,9000	6,6955	4,0752
130	130000	87,5	4,3750	7,2535	4,5502
140	140000	96	4,8000	7,8114	4,9752
150	150000	103	5,1500	8,3694	5,3252
160	160000	110,5	5,5250	8,9273	5,7002
170	170000	118,5	5,9250	9,4853	6,1002
180	180000	127,5	6,3750	10,0432	6,5502
190	190000	137,5	6,8750	10,6012	7,0502
200	200000	145,5	7,2750	11,1592	7,4502
210	210000	154,5	7,7250	11,7171	7,9002
220	220000	162,5	8,1250	12,2751	8,3002
230	230000	172,5	8,6250	12,8330	8,8002
240	240000	182,5	9,1250	13,3910	9,3002
250	250000	192,5	9,6250	13,9489	9,8002
260	260000	205	10,2500	14,5069	10,4252
270	270000	215	10,7500	15,0649	10,9252
280	280000	225	11,2500	15,6228	11,4252
290	290000	237,5	11,8750	16,1808	12,0502
300	300000	248,5	12,4250	16,7387	12,6002
310	310000	261	13,0500	17,2967	13,2252
320	320000	275	13,7500	17,8547	13,9252
330	330000	290	14,5000	18,4126	14,6752
340	340000	303,5	15,1750	18,9706	15,3502
350	350000	320	16,0000	19,5285	16,1752

Lanjutan



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP6
Diameter : 151,10 mm
Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 151,10^2 = 17922,50 \text{ mm}^2$
Tinggi (Lo) : 305,20 mm
Berat : 12,50 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
360	360000	337,5	16,8750	20,0865	17,0502
370	370000	355	17,7500	20,6444	17,9252
380	380000	375	18,7500	21,2024	18,9252
390	390000	407,5	20,3750	21,7604	20,5502
400	400000	430	21,5000	22,3183	21,6752
407,9	407900	487,5	24,3750	22,7591	24,5502
400	400000	501	25,0500	22,3183	25,2252
390	390000	525	26,2500	21,7604	26,4252
380	380000	562,5	28,1250	21,2024	28,3002
370	370000	582,5	29,1250	20,6444	29,3002
360	360000	607,5	30,3750	20,0865	30,5502
350	350000	650	32,5000	19,5285	32,6752
340	340000	685	34,2500	18,9706	34,4252
330	330000	735	36,7500	18,4126	36,9252
320	320000	775	38,7500	17,8547	38,9252



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP8
 Diameter : 150,00 mm
 Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 150,00^2 = 17662,50 \text{ mm}^2$
 Tinggi (Lo) : 300,50 mm
 Berat : 12,10 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
10	10000	4,5	0,2250	0,5662	0,8614
20	20000	9,5	0,4750	1,1323	1,1114
30	30000	14,5	0,7250	1,6985	1,3614
40	40000	21	1,0500	2,2647	1,6864
50	50000	26,5	1,3250	2,8309	1,9614
60	60000	33	1,6500	3,3970	2,2864
70	70000	40,5	2,0250	3,9632	2,6614
80	80000	47	2,3500	4,5294	2,9864
90	90000	52,5	2,6250	5,0955	3,2614
100	100000	58,5	2,9250	5,6617	3,5614
110	110000	65	3,2500	6,2279	3,8864
120	120000	72,5	3,6250	6,7941	4,2614
130	130000	80	4,0000	7,3602	4,6364
140	140000	88,5	4,4250	7,9264	5,0614
150	150000	97,5	4,8750	8,4926	5,5114
160	160000	105,5	5,2750	9,0587	5,9114
170	170000	115	5,7500	9,6249	6,3864
180	180000	123,5	6,1750	10,1911	6,8114
190	190000	132,5	6,6250	10,7573	7,2614
200	200000	142,5	7,1250	11,3234	7,7614
210	210000	150,5	7,5250	11,8896	8,1614
220	220000	160	8,0000	12,4558	8,6364
230	230000	170	8,5000	13,0219	9,1364
240	240000	180	9,0000	13,5881	9,6364
250	250000	190,5	9,5250	14,1543	10,1614
260	260000	200,5	10,0250	14,7205	10,6614
270	270000	213,5	10,6750	15,2866	11,3114
280	280000	228,5	11,4250	15,8528	12,0614
290	290000	243	12,1500	16,4190	12,7864
300	300000	260	13,0000	16,9851	13,6364
310	310000	277,5	13,8750	17,5513	14,5114
320	320000	297,5	14,8750	18,1175	15,5114
330	330000	325,5	16,2750	18,6837	16,9114
340	340000	367,5	18,3750	19,2498	19,0114
343,2	343200	441	22,0500	19,4310	22,6864

Lanjutan



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 Fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Sampel : BPSP8
Diameter : 150,00 mm
Luas (Ao) : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 150,00^2 = 17662,50 \text{ mm}^2$
Tinggi (Lo) : 300,50 mm
Berat : 12,10 Kg

Beban (KN)	Beban (N)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi (10^{-4})
340	340000	425	21,2500	19,2498	21,8864
330	330000	615	30,7500	18,6837	31,3864
320	320000	692,5	34,6250	18,1175	35,2614
310	310000	735	36,7500	17,5513	37,3864
300	300000	765	38,2500	16,9851	38,8864



LAMPIRAN 6

(Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton)



❖ Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton, dengan Beton Usia 7 hari

Sampel : Beton Pasir

Silinder	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (N)	kuat tarik (MPa)
1	152,00	302,30	12,00	126,31	126310	1,75
2	153,00	300,80	11,70	73,84	73840	1,02
3	150,00	306,00	11,70	70,88	70880	0,98
			rata-rata	90,34	90343	1,25

Sampel : BPSP4

Silinder	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (N)	kuat tarik (MPa)
1	153,40	305,70	12,10	96,78	96780	1,31
2	151,50	306,00	12,30	110,17	110170	1,51
3	150,00	302,70	12,00	102,39	102390	1,44
			rata-rata	103,11	103113	1,42

Sampel : BPSP6

Silinder	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (N)	kuat tarik (MPa)
1	149,40	302,20	11,80	126,80	126800	1,79
2	152,20	303,60	12,00	130,25	130250	1,80
3	150,50	303,60	11,90	132,12	132120	1,84
			rata-rata	129,72	129723	1,81

Sampel : BPSP8

Silinder	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (N)	kuat tarik (MPa)
1	146,00	306,00	11,70	123,95	123950	1,77
2	151,00	302,00	11,60	119,12	119120	1,66
3	150,00	299,00	11,60	119,12	119120	1,69
			rata-rata	120,73	120730	1,71

❖ Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Dan Prosentase Perubahan Kuat Tarik Untuk Usia Beton 7 hari

Kode Sampel	Panjang Kawat	Kuat Tarik (MPa) Umur 7 hari	% Kenaikkan
BP	0	1,25	0
BPSP4	4	1,42	13,60
BPSP6	6	1,81	44,80
BPSP8	8	1,71	36,80
		Rata-rata	23,80

❖ Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton, dengan Beton Usia 28 hari

Sampel : Beton Pasir

Silinder	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (N)	kuat tarik (MPa)
1	146,00	306,00	11,20	97,96	97960	1,40
2	154,00	305,50	12,00	203,59	203590	2,76
3	154,00	306,50	11,70	189,52	189520	2,56
			rata-rata	163,69	163690	2,24

Sampel : BPSP4

Silinder	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (N)	kuat tarik (MPa)
1	152,00	303,60	12,30	150,04	150040	2,07
2	150,00	302,00	12,00	162,15	162150	2,28
3	150,00	303,00	12,10	146,49	146490	2,05
			rata-rata	152,89	152893	2,28

Sampel : BPSP6

Silinder	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (N)	kuat tarik (MPa)
1	152,00	300,50	12,00	142,46	142460	1,99
2	150,50	304,10	12,40	168,25	168250	2,34
3	151,50	301,30	12,30	180,95	180950	2,52
			rata-rata	163,89	163887	2,43

Sampel : BPSP8

Silinder	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (N)	kuat tarik (MPa)
1	152,50	303,10	11,90	190,89	190890	2,63
2	150,10	301,50	11,80	182,62	182620	2,57
3	151,50	303,00	11,80	168,25	168250	2,33
			rata-rata	180,59	180587	2,51

❖ Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Dan Prosentase Perubahan Kuat Tarik Untuk Usia Beton 28 hari

Kode Sampel	Panjang Kawat	Kuat Tarik (MPa) Umur 28 hari	% Kenaikkan
BP	0	2,24	0
BPSP4	4	2,13	1,79
BPSP6	6	2,28	8,48
BPSP8	8	2,51	12,05
		Rata-rata	5,58



LAMPIRAN 7

(Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian)



Sampel uji Beton Silinder



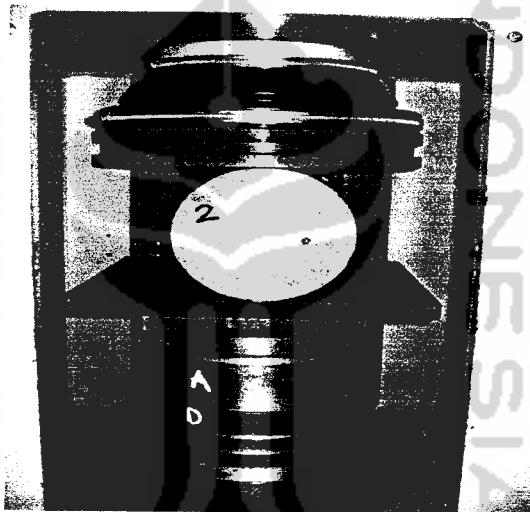
Mesin uji desak beton



Uji desak beton



Sampel setelah uji desak



Uji tarik beton



Sampel setelah uji tarik