PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 13 Februari 2007
NO. JUDUL : 002157
NO. INV. : 52000215700 1
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK KAYU ULIN *(Eusideroxylon Zwageri T.et.B.)* DAN *ALCASIT* TERHADAP KARAKTERISTIK BETON

Influence Of Usage Of Ulin Dust Wood And Alcasit To Concrete Characteristic

693.54
Arm
p
1





Disusun oleh :

Nama : A R M A N

No Mhs : 01 511 317

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2006

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK KAYU ULIN *(Eusideroxylon Zwageri T.et.B.)* DAN *ALCASIT* TERHADAP KARAKTERISTIK BETON

Influence Of Usage Of Ulin Dust Wood And Alcasit To Concrete Characteristic

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh :

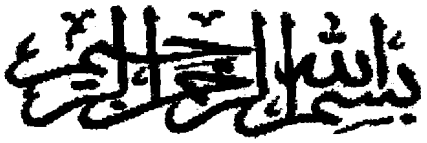
A R M A N 01 511 317

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dr. Ir. Ade Ilham, MT
Dosen Pembimbing

Tanggal : 22/09/06

HALAMAN MOTTO



Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu Yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Tuhanmulah yang mha Pemurah. Yang mengajar (manusia) dengan perantaraan kalam. Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya.
(QS, Al-Alaq : 1 – 5)

Bersabarlah menjalani segala hal yang tak terpecahkan dalam hatimu dan cobalah mencintai pertanyaan-pertanyaan. Hidupkan senantiasa pertanyaan-pertanyaan itu. Perlahan, tanpa perlu mencermatinya, mungkin engkau akan sampai pada jawaban yang engkau cari.
(Rainer Maria Rilke 1875 – 1926)

Kemajuan bukanlah karena memperbaiki apa yang telah kau lakukan, tetapi mencapai apa yang belum kau lakukan
(Kahlil Gibran)

Kebanyakan orang selalu mengharapkan sesuatu seperti apa yang mereka inginkan hingga banyak diantara mereka terpuruk dalam kekecewaan. Padahal jika mereka sedikit merubah cara pandangnya terhadap sesuatu hal dan mencoba melihat dari sisi yang lain atau bahkan memakai cara pandang orang lain, maka mereka akan menemukan harapan itu dalam wujudnya yang lain, bahkan akan jauh lebih manis dari apa yang telah mereka dapatkan saat ini.
(Arman Madati)

Dimana ada ketidaksempurnaan, disanalah jalan menuju kesempurnaan
(Anonim)

Memiliki sedikit pengetahuan namun dipergunakan untuk berkarya jauh lebih berarti daripada memiliki pengetahuan luas namun mati tak berfungsi.
(Anonim)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya kecilku ini untuk :

Ayahanda dan Ibundaku tercinta,
Terima kasih atas segala do'a, cinta, kasih sayang,
dan kepercayaannya selama ini.

Kakak-kakakku serta adik-adikku tercinta,
Terima kasih atas segala dukungannya yang tiada henti.

Seluruh saudara muslimku di seluruh dunia.

Dedication To



Bapa, atas segala kekuatan dan pengorbanannya
Mama, beserta do'a, kasih sayang, kesedihan dan tangisnya
Uru, dengan kasihnya
Olo, berikut dukungannya
Ati, Abe dan Adi, dengan segala perhatian dan dukungannya yang s'lalu menyertai.

Dunia kecil yang penuh dengan kenangan, telah dilewati lebih kurang lima tahun lamanya. Sebuah perjalanan yang cukup lama dan mungkin tidak sebanding dengan pengorbanan yang selama ini diberikan, sekalipun disertai dengan harga sebuah kelulusan. Terima kasih beserta rasa hormat yang amat besar dipersembahkan, alunan langkah, untaian do'a, tahap demi tahap terselesaikan dan inilah hasil yang sudah dicapai dengan semua pemberian, meskipun segalanya belum berakhir di sini. Restu-mu akan menjadi penerang dalam jalanku,
Keberanian untuk mengambil keputusan atas pilihan adalah lebih baik, sekalipun ternyata itu adalah pilihan yang salah, ketimbang selalu dibayangi oleh kebimbangan dan kesangsian atas pilihan-pilihan, hingga pada akhirnya semua pilihan itu hilang tak berbekas.

Begitu berat beban ini karena yang telah dilakukan selama ini mungkin tidak sesuai dengan yang diharapkan. Mohon maaf yang sebesar-besarnya kepada Bapa' dan Mama karena tidak mampu memberikan hal terbaik. Semoga semua yang telah diberikan; doa, dukungan baik moril maupun materil insya Allah akan mendapat balasannya, meskipun hal tersebut amat berat untuk mengembalikannya.
Terima kasih untuk Bapa' dan Mama yang sangat dan amat mendukung hingga detik ini, harga dari jerih payah ini belum cukup membalas segala yang telah kalian berikan, semoga yang Khalik membalas dan memberkati. Untuk Bapa', selalu jaga kesehatan, jangan terlalu capek dan sayangi Mama, untuk Mama, juga jaga kesehatan dan sayangi Bapa', Uru dan Olo serta Adi, (terima kasih menjaga dan bersama Bapa' dan Mama), Ati dan Abe, jaga kesehatan, akur-akur, kuliah yang baik, saling membantu dan semoga sukses selalu.
Untuk Uru, (ko,...dirumah belum ada yang ngapel malam minggu ☺....) Untuk Adi, (belajar yang rajin, jangan suka main sendiri dan harus berani serta tegas dalam segala hal...ok)....
Semoga kita semua dapat berkumpul kembali dalam keadaan yang lebih baik.....

Nene' Loka, terima kasih atas do'a dan segalanya. Alhamdulillah nene' masih sehat wal afiat, semoga selalu demikian. Keluarga di Loka, (mamanya Arni, mamanya Ari beserta keluarga), keluarga di Korihi, (mamanya Eti, mamanya suwani, bapaknya inda beserta keluarga), Hatibhi Ponggo, Ama Ramuka, Ama Nisifu, Ama La'ato (semoga semua tetap sehat selalu), bapaknya insan, bapanya Ote beserta keluarga, mamanya Epi, bapanya Fitri, bapanya Rufili beserta keluarga dan semua kerabat keluarga lainnya yang tidak dapat disebutkan.
"Tarima Kasih, Sapaliha"

And.....

Imui..Anti...Queen, yang selalu menemani walau dalam jarak dan ruang yang jauh, makasih telah banyak memberikan do'a, motifasi dan dukungannya selama ini, semua perjalanan ini tidak terlewatkan tanpa perhatian dan kasih sayangmu. Makasih banyak ya.....
Selanjutnya, semoga ke depan semua bisa lebih baik, (jaga kesehatan, hati-hati, jangan telat makannya, jangan suka bergadang). Semoga apa yang kita cita-citakan bersama diridhoi ole-Nya, dan semoga bisa terealisasi cepat ☺.....Amin....Salam u/ Caniku ☺...

And Then.....

Kawan-kawan Neo HMI UII, terima kasih yang sebesar-besarnya serta rasa hormat atas dunia Hidjaoe-Hitam yang telah kita lewati bersama. Banyak hal yang begitu berharga saya dapatkan bersama kalian. Tetap semangat untuk mewujudkan Cita-cita luhur HMI UII. Berproses bukan berarti menunggu dengan diam, tapi bergerak tahap-demi tahap menuju kesuksesan.
Adik-adikku di Cordova (dini, dian, via, ratih, gian, relita, eti, erli, rosyid, gunawan, nurdin, jo, hendro, juli, dan lainnya yang tidak disebutkan), jangan pernah sia-siakan waktumu untuk belajar. Belajar tidak harus dengan kertas dan pena, tapi dengan apapun yang ada disekitar kita. Waktu yang telah berjalan tanpa disadari telah membawa kesempatan-kesempatan berharga meninggalkan kita, sehingga semuanya menjadi sia-sia.

Rere dan dewi, kalian telah menjadi bagian keluarga bagiku. Terima kasih atas kebersamaan kita dalam Hijaoe-Hitam. Buat Rere, semoga S2-nya lancar dan cepat meraih gelar Megister Hukumnya. Buat Dewi, tekuni dunia kerja Notarisnya dengan baik, lakukan dengan niat yang ikhlas, semoga kita semua masih terus bersama walau dalam ruang dan jarak yang berbeda.

Naga (semoga skripsinya cepat selesai) dan Ucok' (jangan banyak tidur, semoga cepat dapat kerja) terima kasih atas segala dukungannya, mohon maaf jika telah banyak merepotkan.

*Inda Andriawan "bos", terima kasih atas kerja sama dari awal hingga selesainya proses panjang ini. Akhirnya selesai juga "1 perjalanan kita", ternyata memang susah untuk dapatkan tambahan nama "**ST**", padahal kalau mau sederhananya, beli di"war-teg" juga bisa, cuma."**gope ko**"...☺..*
Namun alhamdulillah semuanya bisa selesai, walau harus menunggu wisuda periode berikutnya. Jangan banyak tidur bos...'ntar gerhana terus, dan kalau 'dah ga kuat, cepat-cepat nikah' ok!!, jangan dibuang-buang sembarangan, sering-sering tafakur dan bermunadjat, carilah jalan kebenaran menuju pada-Nya, karena jalan itulah yang akan mengantarkan kita pada kedudukan yang mulia di sisi-Nya, di dunia, lebih-lebih di akhirat.

Teman-teman seperjuangan 01, Andy ST (sudah dapat kerja blom..?), Budi-Kentung (kuliah yang serius, jangan banyak baca komik, terutama komik 17+, lebih baik sewa CD, nonton, terus seteluhnya lakukan hal-hal yang lebih bermanfaat), Japp, (semoga skripsinya cepat kelar), Fahril (gimana kaharmu, masih kuliah atau 'dah bosan?), teman-teman lainnya yang telah berkecimpun dalam dunia kerja serta yang masih bertebaran dikampus tercinta, FISP. Jaya UII.....

Anak-anak GS Comunity (Oben ST. MT, Jon, Imam, Ufan ST, Joko, Bekti, Mas Imam, Mas Feri, dan lainnya), terima kasih atas kebersamannya. Thanks a lot guys.

Last...

Semua pihak yang telah banyak membantu, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
"Matur Nuwun".

" Saat kita menemui udara pagi ini cerah, langit hari ini biru indah, mengapa sibuk mencemaskan hujan yang tak kunjung datang? Padahal kalau saja kita nikmati adanya tanpa resah, pastilah kita dapat mengerjakan begitu banyak kegiatan dengan penuh kegembiraan. Maka nikmatilah, jangan malah resah memikirkan hujan yang tak kunjung tumpah. Karena jika kita tak menikmatinya, maka saat tiba masanya hujan menggenangi tanah, kita pun 'kan kembali resah memikirkan kapan hujan berhenti.
Percayalah, semua akan berlalu, maka mengapa harus memikirkan sesuatu yang tak ada, namun suatu saat pasti akan hadir jua? Sedang hal itu hanya akan membuat kita kehilangan keindahan hari ini karena mencemaskan sesuatu yang belum pasti."

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, dan shalawat serta salam kepada Rasulullah SAW, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **"PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK KAYU ULIN (*Eusidorexylon Zwageri T. Et. B*) DAN ALCASIT TERHADAP KARAKTERISTIK BETON"** ini dengan baik.

Tugas Akhir ini dilaksanakan bersamaan dengan penelitian sejenis dengan judul **"PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK KAYU ULIN (*Eusidorexylon Zwageri T. Et. B*) TERHADAP KARAKTERISTIK BETON"** oleh Inda Andriawan.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi dan untuk meraih gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini penyusun telah banyak mendapat bantuan dan motivasi dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, atas dukungan dan do'a restunya, juga kakak dan adik-adikku yang selama ini senantiasa memberikan do'a dan dukungannya untuk kelangsungan studiku.
2. Bapak Dr. Ir. Ade Ilham, MT, selaku dosen Pembimbing yang penuh kesabaran dan ketekunan telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis hingga selesainya penelitian ini.
3. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE, dan Ir. Kasam, MT, selaku dosen Penguji.
4. Bapak Dr. Ir. Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

5. Bapak Ir. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Ir. Kadir Aboe, MS, selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
7. Segenap staf dan karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (Mas Warno dan Mas Ndaru), serta Mas Daris, yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian ini.
8. Teman-teman Neo HMI UII, terima kasih atas dunia kecil yang telah kita lewati bersama dan teruslah berjuang untuk cita-cita luhur Neo HMI UII.
9. Teman-teman angkatan 01, selamat berjuang bagi yang sedang TA.

Penyusun menyadari, bahwa karya penelitian Tugas Akhir ini masih jauh dibawah sempurna, oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas-tugas yang akan datang, masih sangat diperlukan.

Akhirnya harapan penyusun, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Wabillahitaufik walhidayah
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Agustus 2006
Penulis,

(A r m a n)

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

DAFTAS ISI v

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR LAMPIRAN x

DAFTAR NOTASI xii

ABSTARKSI xiv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Manfaat Penelitian 4

1.5 Batasan Masalah 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1 Tinjauan Umum 6

2.2 Literatur yang Menunjang Penelitian 7

2.3 Penelitian Sejenis 8

BAB III LANDASAN TEORI 10

3.1 Tinjauan Umum 10

3.2 Kuat Tekan Beton 16

3.2.1 Tegangan-Regangan Beton 17

3.2.2 Modulus Elastisitas Beton (E_c) 17

3.3 Kuat Tarik Beton 18

3.4 Material Penyusun 19
3.4.1 Semen Portland 19
3.4.2 Agregat 22
3.4.3 Air 25
3.4.4 Bahan Tambah 26
3.5 *Slump* 28
3.6 Kemudahan Pekerjaan (*workabiliti*) 29
3.7 Perencanaan Campuran Beton 30

BAB IV METODE PENELITIAN 33
4.1 Metodologi Penelitian 33
4.2 Bahan dan Alat 34
4.2.1 Bahan 34
4.2.2 Alat 35
4.3 Langkah-langkah Penelitian 35
4.3.1 Tahap Persiapan 35
4.3.2 Pengujian Sifat Agregat 36
4.3.3 Pembuatan Benda Uji 41
4.3.4 Perawatan Benda Uji 43
4.3.5 Pengujian Benda Uji 43
4.4 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian 45

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 46
5.1 Pengujian Material 46
5.1.1 Pengujian Agregat Kasar dan Agregat Halus 46
5.1.2 Pengujian Serbuk Kayu Ulin 47
5.2 Pengujian *Slump* 48
5.3 Berat Volume-Beton 49
5.4 Analisis Kuat Tekan Beton 50
5.4.1 Hasil Pengujian Tegangan-Regangan Beton 56
5.4.2 Modulus Elastisitas (E_c) 58

5.5 Analisis Kuat Tarik Beton 60
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 63
6.1 Kesimpulan 63
6.2 Saran 64

DAFTAR PUSTAKA 65

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1 Susunan unsur dalam semen (Tjokrodimuljo, 1996) 20
Tabel 3.2 Batas-batas gradasi untuk agregat halus (Tjokrodimuljo, 1996) ... 23
Tabel 3.3 Batas-batas gradasi untuk agregat kasar (Tjokrodimuljo, 1996) .. 23
Tabel 3.4 Kandungan ekstraktif kayu ulin (Kamil, 1970 dalam Ismeddiyanto, 1998) 28
Tabel 3.5 Nilai *slump* berdasarkan penggunaan jenis elemen atau struktur (Tjokrodimuljo, 1996) 29
Tabel 4.1 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian 35
Tabel 4.2 Kode benda uji beton 42
Tabel 5.1 Hasil pengujian agregat 47
Tabel 5.2 Hasil pengujian serbuk kayu ulin 47
Tabel 5.3 Nilai *slump* pada campuran beton 48
Tabel 5.4 Berat volume-beton 49
Tabel 5.5 Hasil pengujian kuat tekan (f_c) 51
Tabel 5.6 Perbandingan kuat tekan rata-rata dengan alcasit terhadap kuat tekan rata-rata tanpa alcasit umur 7 hari 52
Tabel 5.7 Perbandingan kuat tekan rata-rata dengan alcasit terhadap kuat tekan rata-rata tanpa alcasit umur 28 hari 53
Tabel 5.8 Hasil pengujian modulus elastisitas (E_c) umur 7 hari 58
Tabel 5.9 Hasil pengujian modulus elastisitas (E_c) umur 28 hari 58
Tabel 5.10 Hasil pengujian kuat tarik rata-rata dan persentase perubahannya terhadap beton normal 60
Tabel 5.11 Persentase kuat tarik rata-rata dari kuat tekan rata-rata 60

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 3.1 Hubungan antara f.a.s dengan kuat tekan beton (Nevile & Brooks, 1987, dalam Tjokrodimuljo, 1996) 11

Gambar 3.2 Hubungan antara kepadatan dengan kuat tekan beton (Gambhir, 1986, dalam Tjokrodimuljo, 1996) 12

Gambar 3.3 Hubungan umur beton dengan kuat tekan beton pada berbagai jenis semen (Tjokrodimuljo, 1996) 12

Gambar 3.4 Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton pada faktor air-semen sama (Tjokrodimuljo, 1996) 14

Gambar 3.5 Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton pada nilai *slump* 75 100 mm (Tjokrodimuljo, 1996) 14

Gambar 3.6 Pengaruh jenis agregat terhadap kuat tekan beton (Mindess, 1981, dalam Tjokrodimuljo, 1996) 15

Gambar 3.7 Perilaku beban tekan terhadap benda uji 16

Gambar 3.8 Kurva tegangan-regangan tipikal beton 17

Gambar 3.9 Modulus elastisitas beton (E_c) 18

Gambar 3.10 Perilaku beban tarik terhadap benda uji 19

Gambar 3.11 Hubungan umur dan kuat tekan pada unsur-unsur semen (Mindess, 1981, dalam Tjokrodimuljo, 1996) 21

Gambar 4.1 *Flow chart* metode penelitian 45

Gambar 5.1 Hubungan variasi serbuk kayu ulin dan *alcasit* dengan kuat tekan beton umur 7 hari 51

Gambar 5.2 Hubungan variasi serbuk kayu ulin dan *alcasit* dengan kuat tekan beton umur 28 hari 52

Gambar 5.3 Grafik tegangan-regangan tiap variasi serbuk kayu ulin dan *alcasit* pada umur 7 hari 56

Gambar 5.4 Grafik tegangan-regangan tiap variasi serbuk kayu ulin dan *alcasit* pada umur 28 hari 57

Gambar 5.5 Hubungan variasi serbuk kayu ulin dan *alcasit* dengan kuat tarik beton umur 28 hari 61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
A	Kartu peserta Tugas Akhir	66
B	Data hasil pemeriksaan bahan	67
B.1	Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus (pasir)	68
B.2	Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar (kerikil)	69
B.3	Hasil pemeriksaan berat volume agregat halus (pasir)	70
B.4	Hasil pemeriksaan berat volume agregat kasar (kerikil)	71
B.5	Hasil pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir	72
B.6	Data modulus halus butir (MHB) agregat halus	73
B.7	Grafik hasil analisa ayakan pasir	74
C	Hitungan perencanaan adukan beton metode DOE	76
D	Tabel hasil pengujian kuat tekan beton	85
D.1	Tabel hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari	86
D.2	Tabel hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari	89
E	Hasil analisis regresi variasi serbuk kayu ulin dan *alcasit* terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton	92
F	Tabel hasil pengujian tegangan-regangan beton umur 7 hari	98
F.1	Tabel hasil pengujian tegangan-regangan (BN–0)	99
F.2	Tabel hasil pengujian tegangan-regangan (BNA–0)	102
F.3	Tabel hasil pengujian tegangan-regangan (BSKUA–5)	104
F.4	Tabel hasil pengujian tegangan-regangan (BSKUA–10)	106
F.5	Tabel hasil pengujian tegangan-regangan (BSKUA–15)	108
F.6	Tabel hasil pengujian tegangan-regangan (BSKUA–20)	110
G	Tabel hasil pengujian tegangan-regangan beton umur 28 hari	112
G.1	Tabel hasil pengujian tegangan-regangan (BN–0)	113
G.2	Tabel hasil pengujian tegangan-regangan (BNA–0)	116
G.3	Tabel hasil pengujian tegangan-regangan (BSKUA–5)	119
G.4	Tabel hasil pengujian tegangan-regangan (BSKUA–10)	121
G.5	Tabel hasil pengujian tegangan-regangan (BSKUA–15)	123

G.6 Tabel hasil pengujian tegangan-regangan (BSKUA–20) 125
H Tabel hasil perhitungan modulus elastisitas beton 127
H.1 Tabel hasil perhitungan modulus elastisitas beton umur 7 hari dan 28 hari 128
I Tabel hasil pengujian kuat tarik beton 129
I.1 Tabel hasil pengujian kuat tarik beton umur 28 hari 130

DAFTAR NOTASI

A,B	Konstanta
A	Luas beban tekan
B	Berat pasir mula-mula
Ba	Berat dalam air
Bj	Berat jenis kerikil
BJ	Berat jenuh kering muka
B_{kum}	Berat komulatif agreat
Bp	Berat picnometer berisi air
Bt	Berat picnometer berisi benda uji dan air
Bv	Berat volume
B_1	Berat pasir kering oven
B_2	Berat pasir setelah dicuci
C	Berat semen per meter kubik
C_{mhb}	Modulus halus butir campuran
d	Diameter silinder
Ec	Modulus elastisitas beton
f'_c	Kuat tekan yang disyaratkan
f'_{cr}	Kuat tekan rata-rata
f'_{ct}	Kuat tarik rata-rata
K_{mhb}	modulus halus butir kerikil
l	Tinggi silinder
M	Nilai tambah marging
mhb	Modulus halus butir
P	Beban maksimum
P_{mhb}	Modulus halus butir pasir
Sd	Standar deviasi
V	Volume tabung
W	Persentase berat pasir terhadap berat kerikil
W_{air}	Jumlah air yang dibutukan

σ_{tk}	Kuat tekan beton
σ_{tr}	Kuat tarik beton
σ	Tegangan pada 0,4 nilai tegangan
ε	Regangan yang dihasilkan dari tegangan (σ)

ABSTRAKSI

Rekayasa penggunaan bahan bangunan alternatif dengan pemanfaatan limbah industri hutan sebagai bahan tambah dalam campuran beton, perlu digalakkan untuk mendapatkan bahan bangunan yang ekonomis tetapi masih memenuhi syarat-syarat teknis dan kesehatan. Penyediaan bahan bangunan alternatif ini diharapkan memberikan keunggulan–keunggulan dibanding bahan–bahan bangunan konvensional, misalnya lebih tahan cuaca, lebih ringan dan harga relatif murah, sehingga dapat menghasilkan bangunan–bangunan yang berkualitas, serta mudah dijangkau oleh semua tingkat ekonomi masyarakat. Hal ini juga sekaligus memberikan dampak positif dalam penanganan limbah industri hutan terutama industri rumah tangga seperti serbuk kayu ulin hasil ketaman yang belum dikelolah secara efektif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk kayu ulin hasil ketaman sebagai substitusi pasir dan *alcasit* terhadap kuat tekan, berat volume-beton dan kuat tarik beton.

Dalam penelitian ini dibuat benda uji silinder beton berukuran tinggi (H) = 300 mm dan diameter (D) = 150 mm dengan penggunaan bahan tambah serbuk kayu ulin dan *alcasit* dalam campuran beton. Volume serbuk kayu ulin sebagai substitusi pasir di dalam adukan adalah 0 %, 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % terhadap volume pasir, sedangkan *alcasit* yang digunakan sebagai tambahan campuran semen sebesar 0,2 % terhadap volume semen. Pelaksanaan penelitian menggunakan metode uji tekan dan uji belah silinder. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji beton umur 7 hari dan 28 hari, sedangkan pengujian kuat tarik beton dilakukan pada benda uji beton umur 28 hari.

Dari hasil pengujian beton umur 7 hari pada benda uji BN-0 diperoleh f'_c= 22,44 MPa, E_c=8305 MPa, BNA-0 diperoleh f'_c=21,82 MPa, E_c=10261 MPa, BSKUA-5 diperoleh f'_c=15,18 MPa, E_c=7577 MPa, BSKUA-10 diperoleh f'_c=14,02 MPa, E_c=6408 MPa, BSKUA-15 diperoleh f'_c=11,79 MPa, E_c=5007 MPa, BSKUA-20 diperoleh f'_c= 10,69 MPa, E_c=3451 MPa, sedangkan pada beton umur 28 hari pada BN-0 diperoleh f'_c= 25,65 Mpa, E_c=10782 MPa, f'_{ct}=2,839 MPa, BNA-0 diperoleh f'_c=23,37 MPa, E_c=11992 MPa, f'_{ct}=2,787 MPa, BSKUA-5 diperolch f'_c=21,34 MPa, E_c=11109 MPa, f'_{ct}=2,631 MPa, BSKUA-10 diperoleh f'_c=19,37 MPa, E_c=9311 MPa , f'_{ct}=2,494 MPa, BSKUA-15 diperoleh f'_c=18,46 MPa, E_c=8535 MPa, f'_{ct}=2,143 MPa, BSKUA-20 diperoleh f'_c=16,58 MPa, E_c=6074 MPa, f'_{ct}=1,811 MPa.

Berdasarkan hasil pengujian beton dan analisis regresi, didapatkan bahwa serbuk kayu ulin dan *alcasit* yang digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran beton secara umum memberikan pengaruh besar terhadap penurunan berat volume-beton, kuat tekan beton, modulus elastisitas dan kuat tarik beton, seiring dengan peningkatan variasi persentase serbuk kayu ulin dalam beton.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem kehidupan global menuntut pemenuhan kebutuhan hidup manusia dalam skala yang lebih tinggi, seiring dengan semakin tingginya tingkat perkembangan populasi penduduk. Salah satu dampaknya adalah tingginya tuntutan pemenuhan kebutuhan tempat tinggal berupa bangunan gedung dan perumahan. Kondisi ini diikuti dengan beragamnya bentuk bangunan dan perumahan dengan berbagai ragam alternatif pemilihan bahan bangunan yang memiliki konstruksi beragam dengan berbagai tingkat kualitas.

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang pada saat ini banyak dipakai dalam pembuatan bangunan fisik di Indonesia. Kekuatan, keawetan dan sifat beton tergantung pada sifat-sifat bahan dasarnya, antara lain semen Portland, air dan agregat yang kadang-kadang juga dengan bahan tambah pada perbandingan tertentu.

Keseragaman mutu beton dalam satuan unit bangunan akan menentukan tingkat kehandalannya karena konstruksi akan bekerja lebih solid dalam menahan beban yang diberikan sehingga tidak terjadi kegagalan setempat yang berakibat fatal terhadap seluruh bangunan. Demikian sebaliknya, rendahnya mutu beton yang dihasilkan akan mengurangi kinerja dari struktur bahkan dapat berakibat runtuhnya bangunan sehingga dapat menimbulkan kerugian yang besar. Dengan melakukan perencanaan mutu yang cermat, pelaksanaan yang tepat serta pengendalian mutu yang ketat, akan dihasilkan suatu produk yang baik sehingga pelaksanaan konstruksi dapat berjalan dengan efektif dan efisien. Untuk mendapatkan mutu beton yang baik, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatannya, antara lain pemilihan bahan dan cara pengerjaan yang baik yang meliputi cara penakaran bahan, pengadukan, pengangkutan, pengecoran, pemadatan dan perawatan yang baik serta adanya pengendalian mutu yang ketat. Beberapa kriteria beton yang baik diantaranya meliputi pemenuhan persyaratan terhadap kemudahan pengerjaan, homogen, kuat, awet dan stabil. Beton yang

mudah dikerjakan biasanya akan mencapai tingkat kepadatan yang lebih baik, sehingga akan lebih padat, kedap dan stabil, sehingga akan menjadi kuat dan awet karena lebih kompak dan tidak mudah diserang oleh bahan-bahan yang dapat merusak ke dalam beton. Diakui bahwa sampai saat ini keseragaman mutu beton di lapangan masih jauh dari yang diharapkan, dan ini ditandai dengan masih besarnya nilai koefisien variasi yang diperoleh berdasarkan pengendalian mutu pelaksanaan di lapangan. Penerapan suatu standar dalam suatu proses produksi kiranya perlu terus ditingkatkan sebagai acuan baku dalam pengendalian mutu serta terbentuknya suatu sistem kerja yang mengacu pada panduan mutu secara konsisten.

Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, maka dalam teknologi beton juga banyak mengalami perubahan akibat ditemukannya bahan-bahan pembentuk baru sebagai bahan tambah, diantaranya penambahan serbuk kayu ulin dan *alcasit* sebagai *mineral admixture*.

Maraknya penemuan bahan bangunan juga ditandai kesadaran terhadap ekologi lingkungan. Pembangunan yang berwawasan lingkungan merupakan wacana baru yang harus dikembangkan baik dalam penyelenggaraan maupun pengelolaannya. Kita sadari bahwa selain memberikan kemajuan, sedikit-banyak pembangunan juga membawa berbagai dampak termasuk dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, penyelenggaraan pembangunan haruslah selaras dan sinergi dengan arah kebijakan pengelolaan lingkungan.

Rekayasa penggunaan bahan bangunan alternatif dengan pemanfaatan limbah industri sebagai bahan tambah terus digalakkan untuk mendapatkan bahan bangunan yang ekonomis tetapi masih memenuhi syarat-syarat teknis dan kesehatan. Penyediaan bahan bangunan alternatif yang memiliki keunggulan–keunggulan dibanding bahan–bahan bangunan konvensional, misalnya lebih kuat, lebih tahan cuaca, lebih ringan dan harga relatif murah, sehingga dapat menghasilkan bangunan–bangunan berkualitas tinggi, perlu untuk terus diteliti dan dikembangkan. Hal ini mengindikasikan adanya kemajuan dalam bidang teknik sipil dalam merekayasa bahan banguanan alternatif yang memiliki nilai dan kualitas yang baik serta mudah untuk dijangkau oleh semua tingkat ekonomi

masyarakat. Hal ini juga sekaligus memberikan dampak positif dalam penanganan limbah industri hutan terutama industri rumah tangga seperti serbuk kayu ulin hasil ketaman yang belum dikelolah secara efektif. Saat ini serbuk kayu hanya dijadikan sebagai bahan bakar saja. Upaya yang telah dilakukan dalam pemanfaatan limbah hutan antara lain adalah serbuk gergaji yang digunakan pada industri bahan bangunan, antara lain untuk pembuatan papan semen (*cementboard*), papan partikel (*particleboard*) dan mortal ringan. Menurut Kurdi (1987, dalam Ismeddiyanto, 1998) keuntungan yang diperoleh dengan memanfaatkan bahan tersebut di atas adalah :

1. memiliki berat yang relatif ringan,
2. memiliki daya hantar panas dan listrik yang relatif rendah,
3. relatif lebih tahan terhadap serangan rayap dan jamur, karena pasta semen selain berfungsi sebagai perekat juga berfungsi sebagai pelindung (isolator) dan pengawet serbuk kayu ketaman dari pengaruh lingkungan yang merusak,
4. memiliki sifat daktilitas yang baik.

Dengan memanfaatkan serbuk kayu ulin hasil ketaman dan alcasit sebagai bahan tambah pada campuran beton, diharapkan diperoleh keuntungan-keuntungan dari bahan tersebut.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka kajian ini dikembangkan untuk meneliti masalah pemanfaatan limbah industri rumah tangga, khususnya serbuk kayu hasil ketaman sebagai bahan tambah pada campuran beton dan penambahan *alcasit* sebagai bahan tambah dalam campuran semen yang berfungsi untuk menambah daya rekat/ikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terekat dengan kuat dan terbentuk suatu massa yang kompak/padat.

1.2 Rumusan Masalah

Peningkatan pengetahuan tentang bahan dasar dan bahan tambah dari campuran beton perlu untuk dikembangkan sehingga dapat diperoleh kualitas beton yang baik. Pada penelitian ini, dipakai serbuk kayu ulin hasil ketaman sebagai substitusi pasir dan *alcasit,* yang keduanya berperan sebagai bahan

tambah dalam campuran beton dengan maksud untuk mendapatkan kualitas beton yang baik, ringan, dan ekonomis. Hal ini juga dimaksudkan sebagai pemanfaatan limbah industri kayu terutama industri rumah tangga yang selama ini belum dikelolah secara efektif.

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

" bagaimana pengaruh penambahan serbuk kayu ulin hasil ketaman sebagai substitusi pasir dengan variasi persentase 0 %, 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % terhadap volume pasir ditambah *alcasit* dalam campuran beton terhadap karakteristik beton"

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hal-hal sebagai berikut :

1. pengaruh penambahan serbuk kayu ulin hasil ketaman sebagai substitusi pasir dan *alcasit* terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton,
2. pengaruh penambahan serbuk kayu ulin hasil ketaman sebagai substitusi pasir dan *alcasit* terhadap berat volume-beton.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yaitu meningkatkan nilai tambah dan nilai guna bahan schingga dapat meningkatkan nilai ekonomisnya, diversifikasi jenis bahan konstruksi, menunjang pengadaan bahan bangunan yang lebih ekonomis dan sedikit banyak mengatasi dampak negatif limbah terhadap lingkungan. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberi masukkan pada industri bahan bangunan pembuatan beton, mengenai manfaat serbuk kayu ulin hasil ketaman dan *alcasit* sebagai bahan tambah dalam campuran beton, sehingga diharapkan dapat membuka peluang usaha baru yang dapat menyerap tenaga kerja dan menanggulangi masalah pengangguran.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah dengan tujuan untuk membatasi ruang lingkup permasalahan. Adapun batasan tersebut adalah sebagai berikut :

1. agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton adalah batu pecah dari Clereng, Kulon Progo dengan diameter maksimum 20 mm,
2. agregat halus menggunakan pasir dari kali Boyong,
3. bahan ikat yang digunakan adalah semen jenis I merk Gresik,
4. air yang digunakan berasal dari Laboratorium BKT Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
5. serbuk kayu yang digunakan adalah serbuk kayu ulin hasil ketaman yang didatangkan dari Samarinda, Kalimantan Timur,
6. *alcasit* sebagai bahan tambah dalam campuran semen, diambil dari toko gypsum "Jaya Rezeki", Kentungan, Sleman, Yogyakarta,
7. pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji silinder beton berukuran 15 cm x 30 cm pada saat benda uji berumur 7 hari dan 28 hari,
8. pengujian kuat tarik silinder beton berukuran 15 cm x 30 cm hanya dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari,
9. benda uji dengan variasi penambahan serbuk kayu ulin sebagai substitusi pasir sebesar 0% (tanpa serbuk *alcasit*), 0% (dengan serbuk *alcasit*), 5% (dengan serbuk *alcasit*), 10% (dengan serbuk *alcasit*), 15% (dengan serbuk *alcasit*) dan 20% (dengan serbuk *alcasit*) terhadap volume pasir. Perbandingan *alcasit* terhadap volume semen adalah 2 gram *alcasit* terhadap 1000 gram semen. Untuk uji kuat tekan umur 7 hari tiap variasi terdiri dari 3 sampel dan umur 28 hari tiap variasi terdiri dari 5 sampel, sehingga jumlahnya adalah 48 sampel. Untuk uji kuat tarik umur 28 hari tiap variasi terdiri dari 5 sampel, sehingga jumlahnya adalah 30 sampel. Jadi total keseluruhan sampel adalah 78 sampel.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat (SK SNI T-15-1991-03, 1991).

Secara umum bahan penyusun beton dapat dibedakan menjadi dua, yaitu bahan pasif yang meliputi agregat kasar dan agregat halus yang merupakan bahan pengisi, dan bahan aktif yang meliputi air dan semen yang merupakan bahan pengikat (Tjokrodimuljo, 1996).

Beton tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air. Jika diperlukan bahan tambah (*admixture*), dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton. Pada umumnya beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40% dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75% (Mulyono, 2003).

Karakteristik beton harus dipertimbangkan dalam hubungannya dengan kualitas yang dituntut untuk suatu tujuan konstruksi tertentu. Yang paling diharapkan dari suatu konstruksi ialah dapat memenuhi harapan maksimal dengan tetap mengikuti variasi sifat-sifat beton, dan tidak hanya pada satu harapan saja, misalnya kekuatan harus semaksimal mungkin (Murdock dan Brook, 1986).

Secara umum mutu beton sangat tergantung pada pemakaian yaitu (Neville, 1990) :

1. semen (mutu, komposisi dan kehalusan butiran),
2. ukuran agregat (kekompakan gradasi butiran),
3. mutu agregat (kekasaran butiran dan bentuk butiran),
4. jenis bahan tambah,
5. perbandingan air dan semen,
6. pemadatan yang dilakukan,
7. perawatan (jenis, lama dan suhunya).

2.2 Literatur yang Menunjang Penelitian

Beton terbuat dari bahan semen Portland, air, agregat (agregat kasar dan halus), dalam proporsi perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambahan pembentuk massa padat (SK SNI T-15-03, 1991).

Tjokrodimuljo (1992), mengemukakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah sifat agregat yaitu kekasaran dan ukuran maksimum agregat tersebut, pada pemakaian ukuran butiran maksimum lebih besar, memerlukan jumlah pasta lebih sedikit untuk mengisi rongga-rongga antar butirannya, berarti semakin sedikit pula pori-pori betonnya (karena pori-pori beton sebagian besar berada dalam pasta, tidak dalam agregat) sehingga kuat tekannya lebih tinggi.

Wahyudi dan Syahril (1997), mengemukakan bahwa kekuatan beton juga dipengaruhi oleh kualitas agregat, proporsi campuran, serta kebersihan air dan agregatnya. Oleh karena itu, selain harus memiliki kekuatan dan daya tahan baik, butir agregat disyaratkan harus bersih dari lumpur atau material organik lainnya yang dapat mengurangi kekuatan beton.

Nawi (1990), menyatakan bahwa kekuatan beton bergantung pada faktor air semen (fas), semakin kecil faktor air semen, semakin tinggi kekuatan beton.

Wahyudi dan Syahril (1997), menyatakan bahwa kekuatan tarik beton sangat kecil dibandingkan dengan kekuatan tekannya, sehingga dalam analisis atau desain kekuatan tarik beton diabaikan dan beton dianggap hanya dapat menahan gaya tekan. Selanjutnya Dipohusodo (1994), menyatakan bahwa nilai kuat tarik beton berkisar antara 9 % sampai dengan 15 % terhadap kuat tekannya.

Wang dan Salmon (1993), menyatakan bahwa kuat tekan beton dipengaruhi oleh pengaturan dan perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, air dan berbagai jenis campuran. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama di dalam penentuan kekuatan beton.

Murdock dan Brook (1986), menyatakan bahwa kekuatan yang lebih besar dapat dicapai dengan mempergunakan campuran yang lebih "kaya" semen serta memadatkannya sampai berat volume-beton yan lebih besar. Kepadatan beton berpengaruh terhadap berat volume-beton dan kuat tekan beton. Semakin tingi

kepadatan, maka berat volume-beton semakin meningkat, sehingga kekuatannya juga meningkat. Lebih lanjut Murdock dan Brook (1986), menyebutkan bahwa kekuatan beton yang lebih tinggi biasanya mempunyai harga modulus elastisitas yang lebih tinggi juga.

Mulyono (2003), menyatakan bahwa ada tiga kinerja yang dibutuhkan dalam pembuatan beton, yaitu : 1) memenuhi kriteria konstruksi yaitu dapat dengan mudah dikerjakan dan dibentuk serta mempunyai nilai ekonomis, 2) kekuatan tekan dan 3) durabilitas atau keawetan.

Murdock dan Brook (1986), dalam proses pengeringan, beton yang kering perlahan-lahan lebih dapat mereduksi retak-retak dibandingkan dengan beton yang kering cepat, karena pengaruh kompensasi dari pada daya untuk diperpanjang dan aliran plastis yang memberikan waktu untuk berlangsungnya hal-hal tersebut, dan karena bertambahnya kekuatan sebagai hasil dari pada lebih lamanya kadar air yang ada di dalam beton.

2.3 Penelitian Sejenis

Penelitian ini juga mengacu pada penelitian sejenis yang telah dilaksanakan sebagai tinjauan pustaka, dengan objek penelitian yang berbeda, yaitu :

1. Penelitian Ismeddyanto (1998)

   Penelitian ini mempuyai judul " Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona Grandis L.F*) untuk Bata Beton". Hasil pengujian menunjukan bahwa isian serbuk gergaji sebagai substitusi pasir akan menyebabkan penurunan nilai kuat tekan dan berat satuan bata beton, akan tetapi nilai daya serap airnya akan meningkat. Bata beton 1 : 5 (dengan konsentrasi serbuk gergaji lebih besar 50%), 1 : 6 (dengan konsentrasi serbuk gergaji lebih besar 40%) dan 1 : 7 (dengan konsentrasi serbuk gergaji lebih besar 40%) memiliki berat satuan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan batu bata.

2. Penelitian Muhammad Al Faqurahman Isa (2002)

   Penelitian ini mempunyai judul "Pemanfaatan Serutan Kayu Jati untuk Bahan Mortal". Penelitian ini menggunakan komposisi campuran semen-agregat (pasir dan serutan kayu) dalam perbandingan volume adalah 1 : 7, dengan volume satuan kayu sebagai substitusi pasir di dalam adukan adalah 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%. Hasil penelitian menunjukan bahwa penggunahan bahan isian serutan kayu sebagai substitusi pasir secara umum akan menyebabkan penurunan nilai kuat tekan dan berat satuan mortal dengan daya serap yang meningkat.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat tekan tinggi, kuat tarik tinggi, kuat lekat tinggi, rapat air, tahan ausan, tahan cuaca (panas-dingin, sinar matahari, hujan), tahan terhadap zat-zat kimia (terutama sulfat), susutan pengerasannya kecil dan elastisitasnya (modulus elastis) tinggi (Tjokrodimuljo, 1996).

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah (Nawi, dalam Suryoatmono, 1990) :

1. kualitas semen,
2. proporsi semen terhadap campuran,
3. kekuatan dan kebersihan agregat,
4. interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat,
5. pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton,
6. penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton,
7. perawatan beton.

Sifat paling penting dari beton pada umumnya adalah kekuatan betonnya. Kekuatan beton tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu (Tjokrodimuljo, 1996) :

1. Faktor air semen (fas) dan kepadatan

   Faktor air semen (fas) ialah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Kekuatan semen yang telah mengeras tergantung pada jumlah air yang dipakai pada waktu proses hidrasi berlangsung. Pada dasarnya jumlah air yang diperlukan untuk proses hidrasi hanya kira-kira 25 persen dari berat semennya. Jumlah air yang berlebihan akan mengakibatkan pasta semen berpori lebih banyak, sehingga hasilnya kurang kuat dan juga lebih porous (berpori) (Tjokrodimuljo, 1996).

Hubungan antara faktor air semen dengan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams pada tahun 1919 yaitu :

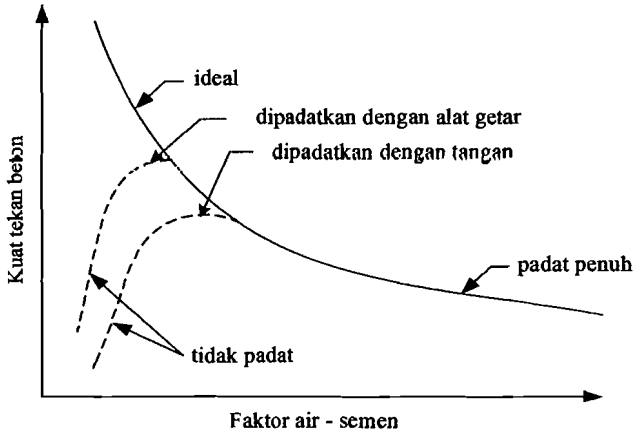
$$f'_c = \frac{A}{B^{1,5x}} \quad \text{..... (3.1)}$$

dimana : f'_c = kuat tekan

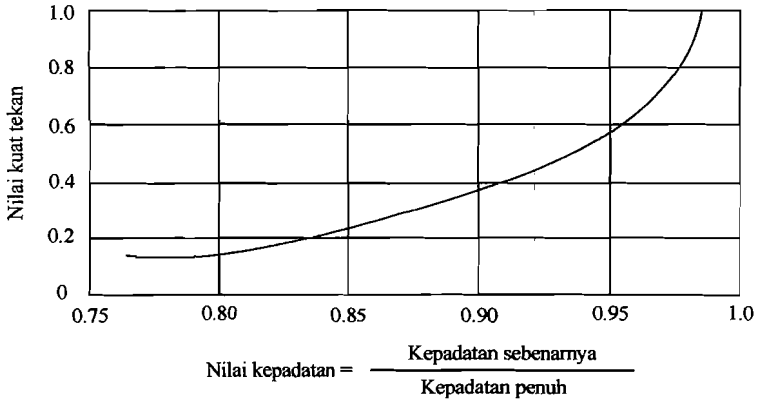
x = faktor air semen

A,B = Konstanta

Rumus di atas menunjukan bahwa semakin rendah nilai faktor air semen semakin tinggi kuat tekan betonnya, namun pada suatu nilai faktor air semen tertentu, semakin rendah nilai faktor air semen, kuat tekan beton semakin rendah pula, seperti yang ditunjukan Gambar 3.1. Kepadatan adukan beton sangat mempengaruhi kuat tekan betonnya setelah mengeras. Adanya pori-pori udara yang terjebak akan mengurangi kuat tekan beton, seperti yang ditujukan pada Gambar 3.2. Adanya pori udara sebanyak 5% dapat mengurangi kuat tekan sampai 35%, dan pori udara sebanyak 10% dapat mengurangi kuat tekan betonya sampai 60% (Tjokrodimuljo, 1996).



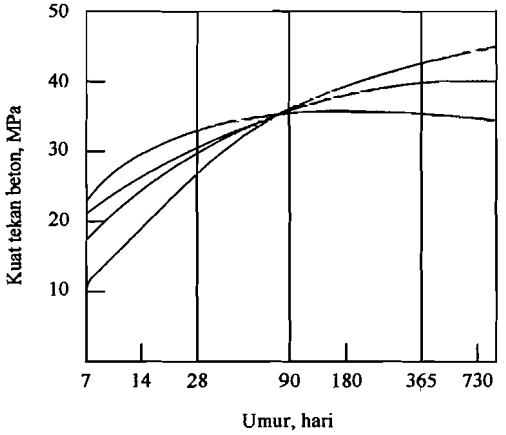
Gambar 3.1. Hubungan antara f.a.s. dengan kuat tekan beton (Neville & Brooks, 1987, dalam Tjokrodimuljo, 1996)



Gambar 3.2. Hubungan antara kepadatan dengan kuat tekan beton (Gambhir, 1986, dalam Tjokrodimuljo, 1996)

2. Umur beton

Kuat tekan beton akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur beton, yang ditunjukan pada Gambar 3.3. Kecepatan bertambahnya kuat tekan beton ini dipengaruhi juga oleh faktor air semen (*fas*). Semakin tinggi nilai faktor air semen kenaikan kuat tekan beton akan semakin lambat dan sebaliknya semakin rendah nilai faktor air semen kenaikan kuat tekan betonnya akan semakin cepat.



Gambar 3.3. Hubungan umur beton dengan kuat tekan beton pada berbagai jenis semen (Tjokrodimuljo, 1996)

3. Jenis semen

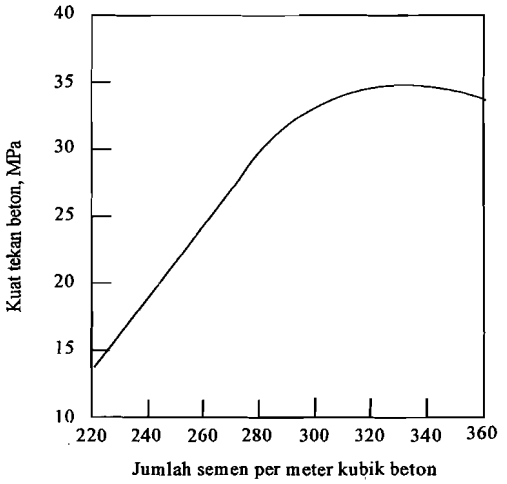
   Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen Portland di Indonesia (SII 0013-81) dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

   a. jenis I, semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus yang disyaratkan pada jenis-jenis lain,
   b. jenis II, semen Portland yang dalam penggunaanya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang,
   c. jenis III, semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi,
   d. jenis IV, semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah,
   e. jenis V, semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

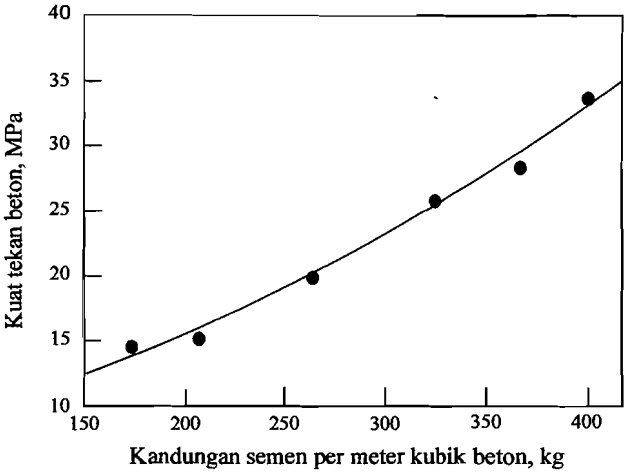
4. Jumlah semen

   Semen Portland dan air setelah bertemu akan bereaksi. Butir-butir semen Portland bereaksi dengan air menjadi gel yang dalam beberapa hari menjadi keras dan saling melekat. Dalam penelitian ini, campuran semen dilakukan dengan penambahan *alcasit* sebagai bahan tambah dengan volume perbandingan tertentu.

   Pengaruh jumlah semen pada kuat tekan beton didasarkan pada dua hal, yaitu faktor air semen (fas) dan nilai *slump*. Jika faktor air semen sama, maka nilai *slump* berubah beton dengan kecenderungan semen tertentu akan mempunyai kuat tekan yang tinggi, sebagaimana tampak pada Gambar 3.4. Jika nilai *slump* sama, maka nilai faktor air semen berubah beton dengan kandungan semen lebih banyak, mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi, sebagaimana tampak pada Gambar 3.5 (Tjokrodimuljo, 1996).



Gambar 3.4. Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton Pada faktor air-semen sama (Tjokrodimuljo, 1996)



Gambar 3.5. Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton pada nilai slamp 75 – 100 mm (Tjokrodimuljo, 1996)

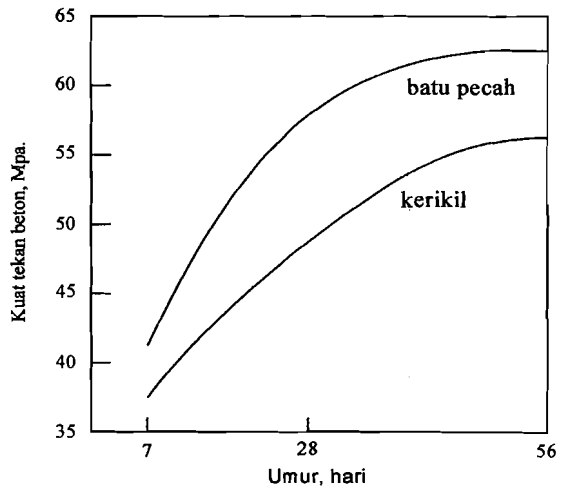
5. Sifat agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan bentuk agregat, gradasi serta ukuran butir maksimum. Permukaan halus pada kerikil dan kasar pada batu pecah akan sangat berpengaruh pada bentuk kurva tegangan-regangan beton terhadap kekuatan betonnya, seperti terlihat pada Gambar 3.6. (Mindess, 1981, dalam Tjokrodimuljo, 1996).

Butir-butir agregat yang mempunyai ukuran yang sama (seragam), volume porinya akan besar. Sebaliknya jika ukuran-ukuran butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini dikarenakan butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang besar. Sehingga pori-porinya menjadi sedikit, kemampatannya tinggi dan kuat tekannya akan lebih tinggi pula. Ukuran butir agregat yang lebih besar memerlukan pasta lebih sedikit untuk mengisi rongga-rongga antar butirnya karena pori-pori beton berada pada pasta, maka semakin sedikit pula pori-pori betonnya sehingga kuat tekannya lebih tinggi. Namun sebaliknya, karena butir agregatnya besar maka luas permukaannya menjadi lebih sempit sehingga lekatan antara permukaan dan pastanya kurang kuat (Tjokrodimuljo, 1996).

Secara umum agregat yang baik untuk pembuatan beton harus memenuhi persyaratan sebagai beikut (PBBI, 1971) :

a. harus bersifat kekal,
b. tidak mengandung lumpur lebih dari 5 % untuk agregat halus dan 1 % untuk agregat kasar,
c. tidak mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat reaktif alkali,
d. harus terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori.

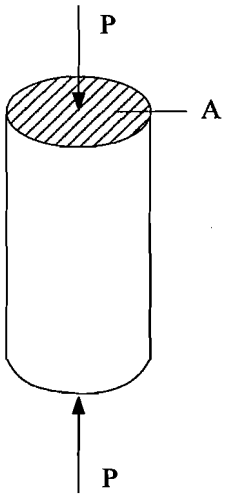


Gambar 3.6. Pengaruh jenis agregat terhadap kuat tekan beton (Mindess, 1981, dalam Tjokrodimuljo, 1996)

3.2 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan didefenisikan sebagai kemampuan beton untuk menerima gaya tekan/desak persatuan luas, seperti pada Gambar 3.7 (Tjokrodimuljo, 1996).

Dalam pengujian mutu beton, nilai uji dari setiap benda uji akan berbeda, karena beton merupakan material heterogen yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, kecepatan pembebanan dan oleh kondisi lingkungan pada saat pengujian.



Gambar 3.7 Perilaku beban tekan terhadap benda uji

Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$\sigma_{tk} = \frac{P}{A} \qquad \text{.....} \qquad (3.2)$$

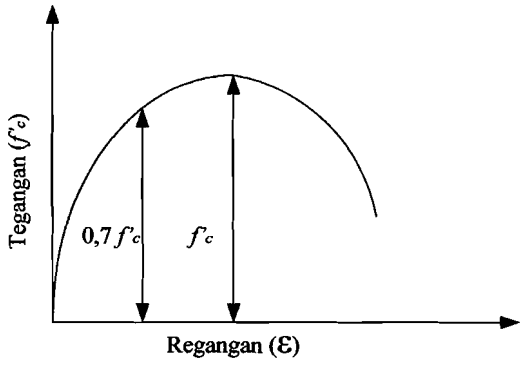
dengan σ_{tk} = kuat tekan beton (kg/cm^2)

P = beban maksimum (kg)

A = luas beban tekan (cm^2)

3.2.1 Tegangan-Regangan Beton

Sifat tegangan-regangan dari beton adalah tergantung dari kekuatan, umur pada saat pembebanan, kecepatan pembebanan, sifat dari agregat dan semen, serta jenis dan ukuran dari benda uji (Wang dan Salmon, 1993). Gambar 3.8 memperlihatkan kurva tegangan-regangan tipikal yan diperoleh dari percobaan dengan menggunakan benda uji beton silinder dan dibebani tekan uniaksial selama beberapa menit. Bagian pertama kurva (sampai sekitar 40 % f'_c) pada umumnya untuk tujuan praktis dapat dianggap linier, sesudah mendekati 70 % tegangan hancur, materialnya banyak kehilangan kekuatannya sehingga menambah ketidaklinieran diagram.



Gambar 3.8 Kurva tegangan-regangan tipikal beton

Beton dengan kuat tekan yang rendah mempunyai kemampuan deformasi (daktilitas) yang tinggi dari beton dengan kuat tekan tinggi, sedangkan beton dengan kuat tekan yang tinggi akan lebih getas, dan tegangan maksimum dicapai pada regangan tekan di antara 0,002 dan 0,0025 (Wang dan Salmon, 1993).

3.2.2 Modulus Elastisitas Beton (E_c)

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, seperti pada Gambar 3.9. Dari modulus elastisitas dapat diketahui seberapa besar kekakuan beton tersebut (Nawi, 1998).

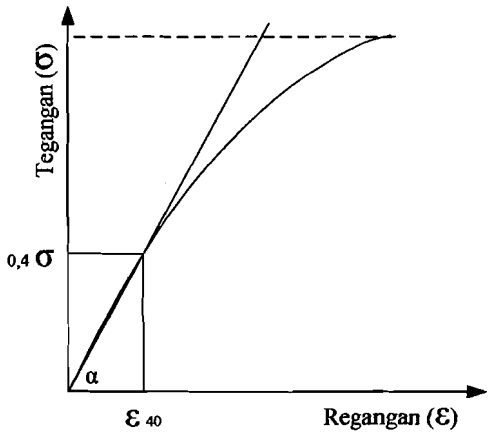
Modulus elastisitas beton berubah-ubah menurut kekuatannya. Modulus elastisitas bergantung pada umur beton, sifat-sifat dari agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan ukuran dari benda uji (Wang dan Salmon, 1993).

Modulus Elastisitas (E_c) dihitung dengan rumus:

$$(E_c) = \frac{\sigma}{\varepsilon} \qquad \text{.....} \qquad (3.3)$$

dengan : σ = tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

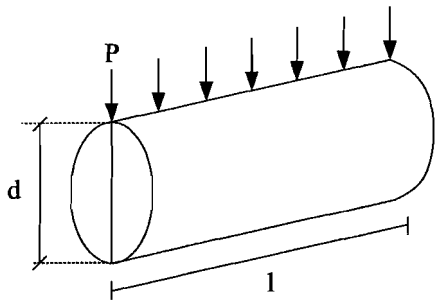
ε = regangan yang dihasilkan dari tegangan (σ)



Gambar 3.9 Modulus elastisitas beton (E_c)

3.3 Kuat Tarik Beton

Kuat tarik beton berkisar seperdelapan belas kuat desak pada waktu umurnya masih muda dan berkisar seperduapuluh sesudahnya. Dipohusodo (1994), menyatakan bahwa nilai kuat tarik beton berkisar antara 9 % sampai 15 % dari nilai kekuatan tekannya. Kuat tarik merupakan bagian penting di dalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu (Murdock dan Brook, 1986).



Gambar 3.10 Perilaku beban tarik terhadap benda uji

Kuat tarik beton (Gambar 3.10) dihitung berdasarkan formula *Medhot for Determation of Tensile Splitting* (*British Standard Institution,* 1983) dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma_{tr} = \frac{2P}{\pi l d} \quad \text{.....} \quad (3.4)$$

dengan σ_{tr} = kuat tarik beton (kg/cm^2)
P = beban maksimum (kg)
l = tinggi silinder (cm)
d = diameter silinder (cm)

3.4 Material Penyusun

3.4.1 Semen Portland

Semen Portland adalah bahan ikat yang dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya terdiri atas kalsium dan aluminium silikat yang diproses melalui pembakaran pada temperatur tinggi, selanjutnya menjadi klinker kemudian dihaluskan (Nawy,1985, dalam Suryoatmono, 1990).

Semen Portland diperoleh dengan membakar suatu campuran dari *calkcareous* (yang mengandung kalsium karbonat) dan *algillaceaus* (yang mengandung alumina) dengan suatu perbandingan tertentu serta silikat-silikat kalsium. Bahan-bahan tersebut dibakar dengan suhu 1550 °C dan menjadi klinker.

Kemudian didinginkan dan dihaluskan menjadi bubuk. Pada campuran ini umumnya ditambahkan lagi gips atau kalsium sulfat ($CaSO_4$) kira-kira 2 % – 4 % sebagai bahan pengontrol waktu ikat.

Bahan-bahan pembentuk semen Portland terutama mengandung unsur-unsur oksida kapur (CaO), oksida silika (SiO_2), oksida alumina (Al_2O_3) dan oksida besi (Fe_2O_3). Hampir dua pertiga bagian semen terbentuk dari zat kapur yang proporsinya berpengaruh penting terhadap sifat-sifat semen. Zat kapur yang berlebihan kurang baik untuk semen serta menyebabkan terjadinya disintegrasi (perpecahan) semen setelah timbul ikatan. Kadar kapur yang tinggi tapi tidak berlebihan, cenderung memperlambat pengikatan, tetapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi (Murdock dan Brook, 1986).

Komposisi spesifik semen Portland tergantung pada jenis semen dan komposisi bahan baku yang digunakan. Komposisi kimia semen Portland mempunyai limitasi seperti pada **Tabel 3.1** di bawah ini.

Tabel 3.1 Susunan unsur dalam semen (Tjokrodimuljo, 1996).

Oksida	Persentase
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO_2)	17 – 25
Alumina (Al_2O_3)	3 – 8
Besi (Fe_2O_3)	0,5 – 6
Magnesium (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO_3)	1 – 2
Soda/Potash ($Na_2O + K_2O$)	0,5 – 1

Oksida-oksida tersebut pada Tabel 3.1, berinteraksi satu sama lain untuk membentuk serangkain produk yang lebih komplek selama proses peleburan. Akan tetapi pada dasarnya unsur-unsur tersebut dapat dibagi menjadi empat unsur penting yaitu (Murdock dan Brook, 1986) :

1. Trikalsium silikat, $3CaO.SiO_2$ atau (C_3S)

   Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam dengan melepas sejumlah panas. Kuantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, terutama dalam 14 hari pertama.

2. Dikalsium silikat, $2CaO.SiO_2$ atau (C_2S)

   Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat. Senyawa ini berpengaruh terhadap progres peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 hari sampai 28 hari dan memberikan kekuatan akhir, seperti yang terlihat pada Gambar 3.11. Semen yang mempunyai proporsi dikalsium silikat, mempunyai ketahanan terhadap agresi-kimia yang relatif tinggi dan penyusutan kering yang relatif rendah.

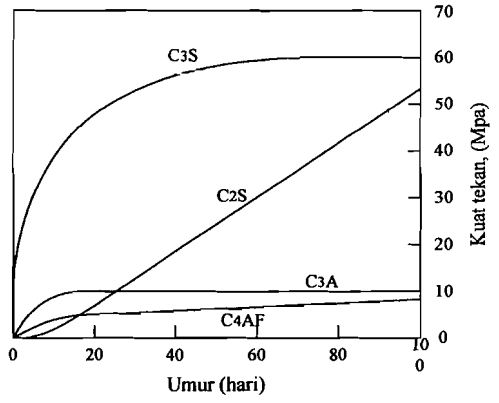
3. Trikalsium aluminat, $3CaO.Al_2O_3$ atau (C_3A)

   Senyawa ini berhidrasi secara *exothermic* dan bereaksi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas, menyebabkan pengerasan awal, tetapi kurang kontribusinya pada kekuatan batas, kurang ketahanannya terhadap agresi kimiawi, paling menonjol mengalami disintegrasi oleh sulfat air tanah, dan tendensinya sangat besar untuk retak-retak oleh perubahan volume.

4. Tetrakalsium aluminoferit, $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ atau (C_4AF).

   Unsur ini kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen atau beton.

Dari semua uraian di atas, tampak bahwa persentase yang berbeda dari masing-masing unsur yang ada dalam semen, membuat semen mempunyai sifat yang berbeda-beda dengan karakteristik yang berbeda-beda pula.



Gambar 3.11. Hubungan umur dan kuat tekan pada unsur-unsur semen (Mindess, 1981, dalam Tjokrodimuljo, 1996)

Bila semen bersentuhan dengan air, maka proses hidrasi berlangsung dalam arah ke dalam dan ke luar butiran (inti) semen. Reaksi tersebut berlangsung lambat, yaitu antara 2 – 5 jam (yang disebut periode induksi atau tidak aktif) sebelum mengalami percepatan dan setelah permukaan kulit pecah.

Pada tahapan hidrasi berikutnya, kristal-kristal dari berbagai senyawa membentuk tiga dimensi yang saling melekat secara *random* dan kemudian sedikit demi sedikit yang mula-mula ditempati air, lalu menjadi kaku dan muncul kekuatan yang selanjutnya mengeras menjadi benda padat dan kuat. Dengan demikian pasta semen yang telah mengeras memiliki struktur yang berpori dengan ukuran yang bervariasi. Pori-pori ini disebut pori-pori gel, dimana dalam pasta semen yang sudah mengeras, ada yang saling berhubungan, ada juga yang tidak. Endapan hasil hidrasi pada permukaan butiran semen membuat difusi air ke bagian dalam butir (yang belum terhidrasi) makin sulit, sehingga laju hidrasi semakin lambat (Tjokrodimuljo, 1996).

3.4.2 Agregat

Agregat ialah butiran alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat menempati volume mortal atau beton ± 70%. Walaupun hanya sebagai pengisi, namun agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortal atau betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortal atau beton (Tjokrodimuljo, 1996).

Umumnya agregat digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu (Tjokrodimuljo, 1996) :

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

Untuk menghasilkan beton dengan kekompakan yang baik, diperlukan gradasi agregat yang baik. Gradasi agregat adalah distribusi kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,60 mm 0,30 mm dan 0,15 mm (Astanto, 2001). Selanjutnya Tjokrodimuljo, 1996, menyatakan bahwa agregat yang mempunyai

gradasi yang baik jika distribusi butirnya tidak seragam, sehingga memiliki volume pori yang kecil. Hal ini terjadi karena pori-pori diantara butiran yang sama besar diisi oleh butiran yang lebih kecil. Sebaliknya apabila butir agregat memiliki ukuran yang seragam maka volume porinya akan besar, sehingga akan memiliki kekuatan yang rendah.

Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03, kekasaran pasir dibagi menjadi 4 kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak kasar, dan kasar, sebagaimana tampak pada **Tabel 3.2** sebagai berikut.

Tabel 3.2 Batas-batas gradasi untuk agregat halus (Tjokrodimuljo, 1996)

Lubang ayakan (mm)	Presentase berat butiran yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10,00	100	100	100	100
4,80	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,40	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,20	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,60	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,30	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 10

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

Untuk gradasi kerikil ditetapkan seperti pada **Tabel 3.3** di bawah ini :

Tabel 3.3 Batas-batas gradasi untuk agregat kasar (Tjokrodimuljo, 1996)

Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan	
	Bera butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95 – 100	100
20	30 – 70	95 – 100
10	15 – 35	25 – 55
4,8	0 – 5	0 – 10

Selain gradasi, pada agregat juga dikenal suatu indeks yang dipakai untuk menggambarkan ukuran kehalusan atau kekasaran butiran agregat. Indeks tersebut dikenal sebagai modulus halus butir (mhb), yang didefenisikan sebagai jumlah komulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal di atas suatu set ayakan kemudian dibagi seratus. Semakin besar nilai modulus halus butir suatu agregat, menunjukkan semakin besar atau kasar ukuran butiran-butiran agregatnya, sebaliknya jika modulus halus butirnya kecil, menunjukkan semakin kecil atau semakin halus butir-butir agregatnya. Pada umumnya pasir memiliki modulus halus butir antara 1,5 sampai 3,8 (Tjokrodimuljo, 1996).

Modulus halus butir campuran dihitung dengan rumus (Tjokrodimuljo, 1996) :

$$W = \frac{K - C}{C - P} x\,100\% \quad \text{..... (3.5)}$$

dengan W = persentase berat pasir terhadap berat kerikil
K = modulus halus butir kerikil
P_{mhb} = modulus halus butir pasir
C = modulus halus butir campuran

Pasir yang digunakan untuk adukan beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut (PUBI - 1982) :

1. pasir harus bersih. Bila diuji memakai larutan pencuci khusus, tinggi endapan pasir akan kelihatan dibandingkan dengan tinggi seluruh endapan tidak kurang dari 70 %,
2. kandungan bagian yang akan lewat ayakan 0,063 mm tidak lebih dari 5 % berat pasirnya (kadar lumpur). Bila agregat halus mengandung kotoran dari batas maksimum tersebut maka harus dicuci dengan air bersih,
3. angka kehalusan feneness modulus terletak antara 2,2 – 3,8, pasir yang seperti ini hanya memerlukan pasta semen sedikit,

4. pasir tidak boleh mengandung zat-zat organik yang dapat mengurangi mutu beton. Untuk itu bila direndam dalam larutan 3 % NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna standar,
5. kekekalan terhadap larutan Na_2SO_4 dimana fraksi yang hancur tidak lebih dari 12% berat dan kekekalan terhadap larutan $MgSO_4$, fraksi yang hancur tidak lebih dari 10 % berat.

3.4.3 Air

Air merupakan komponen bahan dasar pembuat beton yang penting. Di dalam campuran beton, air mempunyai dua fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan yang kedua sebagai pelicin campuran kerikil, pasir dan semen agar mudah dikerjakan dan dipadatkan (Murdock dan Brook, 1986).

Karena karakter pasta semen merupakan hasil reaksi kimiawi antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total (semen + agregat halus + agregat kasar) material yang menentukan, melainkan hanya perbandingan antara air dan semen pada campuran yang menentukan. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai, akibatnya beton yang dihasilkan akan kurang kekuatannya (Nawy, dalam Suryoatmono, 1990).

Menurut Tjokrodimuljo (1996), untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25 % berat semen saja, namun kenyataanya nilai faktor air-semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Maka diberikan kelebihan jumlah air yang dipakai sebagai pelumas. Tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan turun.

Dalam pemakaian air untuk beton, sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut (Tjokrodimuljo, 1992) :

1. tidak mengandung lumpur atau 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 clorida (Cl_2) lebih dari 0,5 gram/liter,
4. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

3.4.4 Bahan Tambah

Menurut ASTM C.125-1995, *admixture* atau bahan tambah didefenisikan sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolis, yang dicampurkan dalam beton, dan ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Penambahan bahan tambah ini ke dalam campuran adukan beton dimaksudkan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton, misalnya untuk mudah dikerjakan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi (Mulyono, 2003).

Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas :

1. Serbuk kayu ulin (*Eusideroxylon Zwageri T.et.B*)

   Kayu ulin memiliki nama botani *Eusideroxylon Zwageri T.et.B*, dan merupakan famili *Lauraceae*. Kayu ini merupakan salah satu jenis kayu terbaik di dunia yang habitatnya banyak terdapat di daerah Kalimantan.

   Ciri-ciri umum dari kayu ulin adalah sebagai berikut (Martawijaya, Kartasujana dan Mardang, 1989) :

   a. warna, kayu teras berwarna coklat-kuning, lambat laun menjadi coklat-hitam. Kayu gubal berwarna coklat-kuning muda dan mempunyai batas yang jelas dengan kayu teras, tebal 1 – 5 cm, umumnya 3 cm,
   b. tekstur, agak kasar sampai kasar dan merata,
   c. arah serat, lurus atau kadang-kadang berpadu,
   d. kesan raba, permukaan kayu licin atau agak licin,
   e. kilap, permukaan kayu mengkilap sampai mengkilap,
   f. gambar, pada bidang radial tampak semar-semar berselang-seling jalur-jalur warna gelap dan agak terang,

g. bau, kayu yang masih segar berbau asam yang lambat laun menghilang atau agak asam menyerupai bau kayu cedar.

Kekuatan kayu ulin sangat dipengaruhi oleh karakteristik atau sifat kayunya. Sifat-sifat tersebut antara lain adalah :

a. Sifat fisik

Penambahan panas pada kayu akan tertahan oleh oleh pori-pori dan rongga-rongga pada sel kayu. Karena itu kayu bersifat sebagai perekat panas. Semakin banyak pori dan rongga udaranya kayu semakin kurang menghantarkan panas. Selain itu daya hantar panas juga dipengaruhi oleh kadar air kayu, pada kadar air tinggi daya hantar panasnya juga semakin besar. Selain itu juga sifat fisik kayu dapat dilihat dari berat jenis dan kelas kuatnya, yaitu 1,04 (0,88 – 1,19) : I (Martawijaya, Kartasujana dan Mardang, 1989).

b. Sifat kimia

Sifat kimia kayu yang harus diperhatikan adalah kandungan ekstraktifnya. Dalam arti yang sempit ekstraktif merupakan senyawa-senyawa yang larut dalam pelarut organik. Ekstraktif merupakan bahan dasar yang berharga untuk pembuatan bahan-bahan kimia organik dan memainkan peranan penting dalam proses pembuatan pilp dan kertas. Pengerasan semen akan terhambat apabila bahan baku kayu yang berupa serutan kayu mempunyai kandungan ekstraktif yang tinggi. Agar proses pengerasan semen tidak terhambat maksimum kandungan ekstraktif pada kayu adalah 1 % gula, 2 % tanin atau 3 % minyak (Kamil, 1970 dalam Ismeddiyanto, 1998). Usaha untuk mengurangi kadar ekstraktif kayu adalah dengan merendam serutan kayu ke dalam air panas ataupun dingin. Kandungan ekstraktif kayu ulin dapat di lihat pada **Tabel 3.4.**

Tabel 3.4 Kandungan ekstraktif kayu ulin (Kamil, 1970 dalam Ismeddiyanto, 1998)

Kadar	%	Kelarutan	%
Selulosa	58,1	Alkohol benzena	5,2
Lignin	28,9	Air dingin	2,9
Pentosan	12,7	Air panas	6,8
Silika	0,5	NaOH 1 %	18,2

2. *Alcasit*

Alcasit diproduksi oleh CV. Mowilex, Jakarta, yang digunakan sebagai bahan pembantu daya rekat semen. Dalam berbagai keperluan, *alcasit* yang dicampurkan dalam semen digunakan untuk keperluan pemasangan batu bata, plester dasar tembok dan plester halus dengan perbandingan 100 gram *alcasit* terhadap 50 kg semen.

Pada penelitian ini *alcasit* digunakan sebagai bahan tambah campuran semen. Nilai kegunaan penambahan *alcasit* dalam campuran semen (pada pemasangan batu bata dan plesteran dinding) adalah sebagai berikut :

a. untuk mempertinggi daya rekat semen,
b. mempermudah pengerjaan,
c. menghemat tenaga dan bahan,
d. tahan terhadap kapur dan semen,
e. tahan terhadap cuaca.

Alcasit ini sebelumnya belum pernah dicoba sebagai bahan tambah campuran semen dalam adukan beton. Pada penelitian ini, dengan pertimbangan sifat-sifat *alcasit* pada pemakaian pasangan batu bata dan plesteran, akan dilihat pengaruhnya pada campuran beton terhadap karakteristik betonnya.

3.5 *Slump*

Slump adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu campuran adukan beton. Tingkat kelecakan ini berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin besar nilai *slump,*

berarti semakin cair adukan betonnya, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan (Tjokrodimuljo, 1992). Nilai *slump* untuk berbagai macam struktur dapat di lihat pada **Tabel 3.5** sebagai berikut.

Tabel 3.5 Nilai *slump* berdasarkan penggunaan jenis elemen atau struktur (Tjokrodimuljo, 1992)

Pemakain jenis elemen atau struktur	Maks. (cm)	Min. (cm)
• Dinding, plat pondasi dam pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
• Pondasi telapak tidak bertulang dan struktur bawah tanah	9,0	2,5
• Plat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
• Perkerasan jalan		
• Pembetonan masal	7,5	5,0
	7,5	2,5

Pengujian *slump* dirancang di Amerika dan dipakai secara luas sebagai alat pemeriksa konsistensi beton di lapangan. Pengujian *slump* menggunakan alat berupa corong dengan tinggi 300 mm, diameter dasar 200 mm dan diameter atas 100 mm. 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 fas berubah, maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi (Tjokrodimuljo, 1996).

3.6 Kemudahan Pengerjaan (*workability*)

Sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan. Perbandingan bahan maupun sifat bahan secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton segar. Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan (keenceran) adukan beton, makin cair adukan makin mudah pengerjaannya.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan antara lain (Tjokrodimuljo, 1996) :

1. jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Makin banyak air dipakai, makin mudah beton segar itu dikerjakan,

2. penambahan semen ke dalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai fas tetap,
3. gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan, maka adukan beton akan mudah dikerjakan,
4. pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah cara pengerjaan beton,
5. pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan pengerjaan,
6. cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda. Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit dibandingkan jika dipadatkan dengan tangan.

3.7 Perencanaan Campuran Beton

Dalam penelitian ini digunakan metode "*The British Mix Desing Methot*" atau lebih dikenal di Indonesia dengan cara DOE (*Department of Environment*). Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. menentukan kuat tekan yang disyaratkan pada 7 hari dan 28 hari (f'_c) dan kuat tarik pada 28 hari,
2. menentukan nilai deviasi standar (*sd*),
3. menghitung nilai tambah marging (*M*) dengan rumus :

$$M = K \,.\, sd \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.6)$$

dengan M = nilai tambah (MPa)
sd = standar deviasi (MPa)
K = 1,64,

4. menentukan kuat tekan tara-rata yang direncanakan, dengan rumus :

$$f'_{cr} = f'_c + M \quad \text{..... (3.7)}$$

dengan f'_{cr} = kuat tekan rata-rata (MPa)
f'_c = kuat tekan yang disyaratkan (MPa)
M = nilai tambah (MPa),

5. menetapkan jenis semen,
6. menentukan jenis agregat (pasir dan kerikil),
7. menentukan faktor air semen,
8. menetapkan nilai *slump*,
9. menentukan ukuran besar butir agregat maksimum,
10. menentukan jumlah kebutuhan air,
11. menentukan kebutuhan semen, per meter kubik dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{W}{fas} \quad \text{..... ..... (3.8)}$$

dengan C = berat semen per meter kubik
W = jumlah air yang dibutuhkan
fas = faktor air semen,

12. menentukan kebutuhan semen minimum,
13. penyesuaian jumlah air dan faktor air semen,
14. menentukan golongan pasir,
15. menentukan perbandingan pasir dan kerikil,
16. menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil,
17. menentukan berat beton,
18. menentukan kebutuhan pasir dan kerikil dengan hitungan :
    berat pasir + berat kerikil = berat beton – kebutuhan air – kebutuhan semen,

19. menentukan kebutuhan pasir dengan hitungan :

    kebutuhan pasir = kebutuhan pasir dan kerikil x persentase berat pasir,

20. menentukan kebutuhan kerikil dengan hitungan :

    kebutuhan kerikil = kebutuhan pasir dan kerikil – kebutuhan pasir.

21. Menentukan kebutuhan serbuk kayu ulin dan alcasit.

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Metodologi penelian

Metodologi penelitian adalah suatu urutan atau tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan penelitian yang diajukan dalam penulisan tugas akhir. Urutan atau tata cara pelaksanaan penelitian (prosedur penelitian) dibagi dalam beberapa tahapan, sebagai berikut :

1. Tahap perumusan masalah

   Tahap ini meliputi perumusan terhadap objek/topik penelitian, termasuk perumusan tujuan, manfaat dan pembahasan terhadap permasalahan beserta batasan-batasan penelitiannya.

2. Tahap perumusan teori

   Pada tahap ini dilakukan pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta aturan-aturan atau persyaratan-persyaratan khusus yang dijadikan referensi dan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

3. Tahap pelaksanaan penelitian

   Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia, meliputi :

   a. penelitian bahan campuran beton,
   b. perencanaan campuran beton,
   c. pembuatan campuran beton,
   d. pengujian *slump*,
   e. pembuatan benda uji,
   f. perawatan benda uji,
   g. pengujian benda uji,

4. Tahap analisis dan pembahasan

   Analisis dilakukan terhadap hasil uji laboratorium, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan hipotesa yang ada. Pembahasan hasil penelitian ditinjau berdasarkan teori yang melandasi.

5. Tahap penarikan kesimpulan.

   Tahap ini merupakan tahap akhir penelitian, dengan menuliskan kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian laboratorium, berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab permasalahan dan tujuan penelitian.

4.2 Bahan dan alat

4.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen

   Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I merk Gresik dalam kemasan 40 kg,

2. Agregat kasar

   Agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton adalah batu pecah dari Clereng, Kulon Progo dengan diameter maksimum 20 mm,

3. Pasir

   Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah berasal dari Kali Boyong, Sleman, Jogjakarta yang berdiameter lolos saringan 4,80 mm,

4. Air

   Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,

5. Serbuk kayu ulin

   Serbuk kayu ulin yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuk kayu ulin hasil ketaman yang diambil dari industri rumah tangga di Samarinda, Kalimanatan Timur,

6. *Alcasit*

   Alcasit yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari toko gypsum "Jaya Rezeki", Kentungan, Sleman, Jogjakarta.

4.2.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian dan penjelasan singkat tentang kegunaannya diuraikan pada **Tabel 4.1** dibawah ini.

Tebel 4.1 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Ayakan	Menyaring agregat
2	Cangkul	Mengaduk agregat
3	Timbangan	Mengukur/menimbang berat bahan
4	Mistar dan kaliper	Mengukur dimensi benda uji
5	Gelas ukur	Menakar air
6	Kerucur Abrams	Pengujian *slump*
7	Cetok	Memasukan adukan ke dalam cetakan
8	Ember	Wadah penampung agregat
9	Penggaris	Mengukur nilai *slump*
10	Cetakan silinder	Tempat mencetak benda uji
11	Mollen	Mengaduk campuran beeton
12	Oven	Pengering agregat
13	Mesin uji	Pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton
14	Kolam perendaman	Perawatan beton
15	Mesin siever	Pengayak mekanik
16	Piring logam	Menampung agregat di oven
17	Tongkat pengaduk	Memadatkan benda uji

4.3 Langkah – Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta. Adapun tahap-tahap pelaksanaan penelitian meliputi tahap persiapan, tahap perhitungan kebutuhan bahan susun adukan beton, tahap pembuatan benda uji, tahap perawatan dan pelaksanaan pengujian.

4.3.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan bahan dan alat yang akan digunakan, kemudian dilakukan beberapa pemeriksaan bahan. Persiapan dan pemeriksaan bahan meliputi :

1. pemeriksaan terhadap serbuk kayu ulin, yang dimulai dengan membersihkan serbuk kayu ulin dari potongan-potongan kayu,

dedaunan dan kotoran-kotoran lainnya, kemudian direndam ke dalam air dingin selama 24 jam, selanjutnya ditiriskan dan diangin-anginkan sampai kondisi jenuh air kering muka, kemudian dimasukkan ke dalam karung agar tetap dalam keadaan baik dan kadar airnya tetap konstan,

2. persiapan *alcasit* dengan perbandingan 2 gram *alcasit* untuk 1000 gram semen,
3. persiapan bahan agregat yang akan digunakan, kemudian mengayak bahan tersebut, selanjutnya didapat agregat yang lolos saringan 4,8 mm sebagai agregat halus dan agregat yang lolos saringan 20 mm dan lolos saringan 4,8 mm serta tertahan saringan 2,4 mm sebagai agregat kasar. Selanjutnya untuk pasir dikondisikan dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) atau jenuh kering muka. Pasir SSD tersebut selanjutnya disimpan untuk digunakan pada tahap pengujian berikutnya.

4.3.2 Pegujian Sifat-Sifat Agregat

Langkah-langkah pengujian sifat-sifat agregat ini secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar (kerikil)

   Untuk mendapatkan berat jenis agregat kasar dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

   a. kerikil dicuci untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan,
   b. kerikil direndam dalam air pada suhu kamar selama 24 jam,
   c. kerikil dimasukkan ke dalam keranjang, kemudian dimasukkan ke dalam bak yang terisi air dan diguncang-guncang agar udara yang tersekat dapat keluar, kemudian ditimbang beratnya dalam air dan didapat nilai *Ba*,
   d. kerikil dikeluarkan dari air dan lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD),
   e. kerikil ditimbang dalam keadaan kering permukaan jenuh (*BJ*),

f. kerikil dikeringkan dalam oven antara suhu 100 – 110° C sampai 24 jam,

g. kerikil dikeluarkan dari oven, didiamkan sampai mencapai suhu kamar, lalu ditimbang sehingga diperoleh nilai berat kering (*BK*).

Rumus berat jenis kerikil adalah :

$$Bj = \frac{BJ}{BJ - Ba} \qquad (4.1)$$

dengan : BJ = berat jenuh kering muka (gram)

Ba = berat dalam air (gram)

2. Pemeriksaan gradasi pasir

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran pasir (gradasi pasir), untuk kemudian pasir tersebut dikelompokkan menurut janisnya (pasir kasar, agak halus dan halus). Pelaksanaan pemeriksaan ini adalah sebagai berikut :

a. pasir yang akan diuji dikeringkan dalam oven dengan suhu 110° C sampai mencapai berat yang konstan (± 1 hari),

b. ayakan disusun menurut urutan ukurannya, dengan ukuran terbesar diletakkan berada paling atas, yaitu 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,60 mm 0,30 mm dan 0,15 mm dan pan,

c. pasir uji diletakkan di dalam ayakan teratas, kemudian digetarkan selama 15 menit dengan mesin pengayak/penggetar,

d. pasir yang tertinggal di atas tiap-tiap ayakan ditimbang beratnya,

e. dihitung persentase jumlah butir yang tertinggal atau yang lewat pada masing-masing ayakan, sehingga dapat digambar grafik distribusi ukuran agregat.

3. Pemeriksaan kandungan lumpur pasir

Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggunakan ayakan nomor 200 dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. pasir dalam keadaan kering oven ditimbang hingga didapat berat pasir 500 gram,
b. pasir tersebut selanjutnya dicuci dengan air bersih dalam saringan nomor 200,
c. pasir yang tertinggal dalam saringan dipindahkan ke atas piring, kemudian dimasukkan ke dalam oven,
d. setelah 24 jam, pasir dikeluarkan dari oven, kemudian ditimbang beratnya,
e. kandungan lumpur pasir dihitung dengan rumus berikut :

$$Kandungan\ lumpur = \frac{B_1 - B_2}{B_1} x\ 100\% \quad \text{.....} \quad (4.2)$$

dengan : $B1$ = berat pasir kering oven (gram)
$B2$ = berat pasir setelah dicuci (gram).

4. Pemeriksaan berat jenis pasir

Langkah-langkah pemeriksaan berat jenis adalah sebagai berikut :

a. berat mula-mula pasir ditimbang (B),
b. pasir dikeringkan di dalam oven dengan suhu 110° C selama 24 jam,
c. pasir direndam dalam air ± 24 jam,
d. air rendaman dibuang dengan hati-hati agar butiran pasir tidak ikut terbuang. Pasir dibiarkan di atas tempatnya dan diangin-anginkan hingga kondisi SSD,
e. pasir tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam picnometer sebanyak 500 gr, kemudian dimasukkan air ke dalam picnometer. Picnometer dikocok-kocok untuk mengeluarkan gelembung udara,
f. air ditambahkan, hingga picnometer penuh kemudian setelah gelembung udara keluar/habis, picnometer beisi pasir dan air tersebut ditimbang sampai ketelitian 0,1 gram (Bt),

g. pasir dikeluarkan, kemudian picnometer berisi air ditimbang, sedangkan pasir yang dikeluarkan dimasukan ke dalam oven.

h. setelah ± 24 jam, pasir dikeluarkan dari dalam oven dan setelah dingin ditimbang (*BJ*), ditentukan berat picnometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25° C (*Bp*).

i. Berat jenis pasir dihitung dengan rumus :

$$Bj = \frac{BJ}{Bp + B - Bt} \quad \text{..... (4.3)}$$

dengan BJ = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr)

Bp = berat picnometer berisi air (gr)

B = berat pasir mula-mula (gr)

Bt = berat piknometer berisi benda uji dan air (gr).

5. Pemeriksaan kadar air pasir

Langkah-langkah pemeriksaan kadar air pasir adalah sebagai berikut :

a. diambil pasir jenuh kering muka/SSD sebanyak 500 gram,

b. selanjutnya pasir tersebut dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C sampai beratnya konstan (selama ±24 jam),

c. setelah dikeluarkan dari oven dan didinginkan, selanjutnya pasir tersebut ditimbang,

d. kadar air pasir dihitung dengan rumus berikut :

$$Kadar\ air = \frac{B_1 - B_2}{B_2} x\,100\% \quad \text{..... (4.4)}$$

dengan B_1 = berat pasir mula-mula/SDD (gram)

B_2 = berat pasir kering (gram)

6. Pemeriksaan berat volume agregat

   Untuk mendapatkan berat volume agregat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

   a. dipakai tabung yang telah diketahui ukurannya (V),
   b. agregat dimasukkan ke dalam tabung hingga penuh dan merata terhadap permukaan silinder,
   c. selanjutnya agregat di timbang (W),
   d. berat volume dihitung dengan rumus :

$$Bv = \frac{W}{V} \quad \text{.....} \quad (4.5)$$

   dengan W = berat agregat (gram)
   V = volume tabung (cm^3).

7. Pemeriksaan modulus halus butir (mhb)

   Untuk mendapatkan nilai modulus halus butir dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

   a. agregat ditimbang beratnya,
   b. agregat disaring dengan ayakan yang telah disediakan,
   c. berat agregat yang tertahan di tiap ayakan dicari prosentasenya (B),
   d. dicari persentase komulatif agregat pada ayakan (B_{kum}).
   e. modulus halus butir dihitung dengan rumus :

$$mhb = \frac{B_{kum}}{B} \quad \text{.....} \quad (4.6)$$

   dengan B_{kum} = berat komulatif agregat (gram)
   B = berat agregat yang tertahan ayakan (gram).

4.3.3 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

1. Penyiapan bahan-bahan susun beton

   Penyiapan bahan-bahan susun beton meliputi penimbangan semen, agregat (kerikil dan pasir), serbuk kayu ulin, *alcasit* dan air, sesuai dengan kebutuhan yang telah direncanakan. Pasir yang akan ditimbang harus dalam keadaan kondisi jenuh kering muka, tujuannya adalah agar pasir tidak lagi menyerap air atau menambah air dalam adukan. Untuk mengetahui kondisi pasir tersebut SSD atau tidak, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan kecurut Abrams,

2. Pengadukan bahan-bahan susun beton

   Semen, agregat (kerikil dan pasir), serbuk kayu ulin, *alcasit* setelah ditimbang, selanjutnya dimasukkan ke dalam mesin pengaduk. Bahan-bahan susun tersebut dimasukkan dengan kondisi mesin berputar, kemudian biarkan dahulu bahan-bahan tersebut tercampur hingga rata. Bila adukan telah homogen, selanjutnya ditambahkan air sebanyak ± 75% dari jumlah air yang diperlukan, kemudian adukan diratakan dan sisa air yang diperlukan ditambahkan sedikit demi sedikit dengan kondisi mesin terus berputar sampai adukan menjadi rata atau homogen,

3. Pengujian *slump*

   Sebelum adukan dimasukkan ke dalam cetakan silinder beton, terlebih dahulu dilakukan pengujian *slump*. Corong Abrams diisi beton segar dalam 3 lapis, tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah pada tiap-tiap lapisan. Pada lapisan pertama, penusukan bagian tepi tongkat dimiringkan dengan kemiringan cetakan. Segera setelah selesai penusukan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan semua sisa benda uji yang jatuh disekitar cetakan harus disingkirkan, kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas. Setelah

pengujian mulai dari pengisian sampai cetakan diangkat, harus selesai dalam jangka waktu 2,5 menit. Pengukuran *slump* harus segera dilaksanakan dengan cara mengukur tegak lurus antara tepi atas cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji, untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti dilakukan dua kali pemeriksaan dengan adukan yang sama,

4. Pencetakan benda uji

   Adukan yang telah rata/homogen dan telah diuji nilai *slump*nya, selanjutnya dituang ke dalam cetakan silinder disertai dengan pemadatan menggunakan kayu penumbuk secara merata diseluruh permukaan adukan agar diperoleh hasil yang padat dan rapat, kemudian jika adukan dalam cetakan sudah penuh, permukaan atasnya diratakan dengan sendok semen. Adukan beton akan dikeluarkan dari cetakan setelah 1 hari (± 24 jam),

5. Pemberian kode benda uji

   Benda uji silinder yang telah dikeluarkan dari cetakan, selanjutnya diberi kode pada tiap benda uji. Pemberian kode benda uji ini bertujuan untuk menghindari terjadinya kesalahan dalam mengidentifikasi benda uji, atau tertukar antara satu variasi benda uji dengan variasi yang lain pada saat akan dilakukan pengujian.

   Pemberian kode untuk masing-masing variasi benda uji dapat dilihat pada **Tabel 4.2.**

Tabel 4.2 Kode benda uji beton

Kode Benda Uji	Keterangan
BN-0	Beton normal dengan serbuk kayu ulin 0%
BNA-0	Beton normal dengan serbuk kayu ulin 0 % ditambah *alcasit*
BSKUA-5	Beton dengan serbuk kayu ulin sebesar 5 % ditambah *alcasit*
BSKUA-10	Beton dengan serbuk kayu ulin sebesar 10 % ditambah *alcasit*
BSKUA-15	Beton dengan serbuk kayu ulin sebesar 15 % ditambah *alcasit*
BSKUA-20	Beton dengan serbuk kayu ulin sebesar 20 % ditambah *alcasit*

4.3.4 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam benda uji ke dalam bak yang terisi air agar mendapatkan pengerasan beton yang optimal. Fungsi dari perawatan adalah menghindarkan kehilangan zat cair dan penguapan ketika pengerasan beton pada jam-jam awal. Perawatan dengan cara merendam sangat efektif, sebab permukaan agregat menjadi dingin akibat penguapan yang sangat cepat dan penyerapan air yang diakibatkan oleh batu-batuan yang porous dapat dikurangi.

4.3.5 Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut :

1. mengambil benda uji dari bak perendaman 24 jam sebelum dilakukan pengujian,
2. membersihkan kotoran yang menempel dengan kain,
3. menimbang dan mengukur dimensi berat benda uji,
4. meletakkan benda uji pada alat pengujian,
5. memberikan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catat hasil maksimumnya.

Pelaksanaan pengujian dilakukan pada uji kuat tekan, uji tegangan-regangan, uji nilai modulus elastisitas dan uji kuat tarik sebagai berikut :

1. Pengujian kuat tekan beton

   Uji kuat tekan dilakukan pada umur benda uji 7 hari dan 28 hari. Sebelum proses pengujian ini, tiap-tiap benda uji diukur sisinya dengan menggunakan jangka sorong dan ditentukan permukaan yang akan menjadi bidang tekannya. Benda uji juga ditimbang lebih dahulu untuk mengetahui berat volumenya.

   Proses pengujian dilakukan dengan alat uji kuat tekan beton. Pengujian dihentikan setelah benda uji tidak mampu lagi menahan beban tekan yang ditunjukkan dengan turunnya jarum penunjuk beban. Kuat tekan maksimum diperoleh dengan membagi gaya tekan maksimum yang

dibaca/diperoleh dari mesin uji kuat tekan dengan luas bidang tekan silinder beton yang telah diukur sebelumnya.

Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus pada persamaan (3.2).

a. Pengujian Tegangan-Regangan

   Pengujian tegangan-regangan dilakukan pada umur benda uji umur 7 hari dan 28 hari. Proses pengujian dilakukan dengan alat uji kuat tekan beton dengan melakukan pembacaan dieal untuk pengukuran tegangan-regangan. Pengujian dihentikan setelah benda uji tidak mampu lagi menahan tegangan tekan maksimum yang ditunjukan dengan turunnya jarum penunjuk beban.

b. Pengujian Modulus Elastisitas (E_c)

   Pengujian modulus elastisitas dengan melakukan analisis pada perbandingan antara nilai tegangan pada 0,4 tekan uji terhadap nilai regangan. Modulud elastisitas dihitung dengan rumus pada persamaan (3.3).

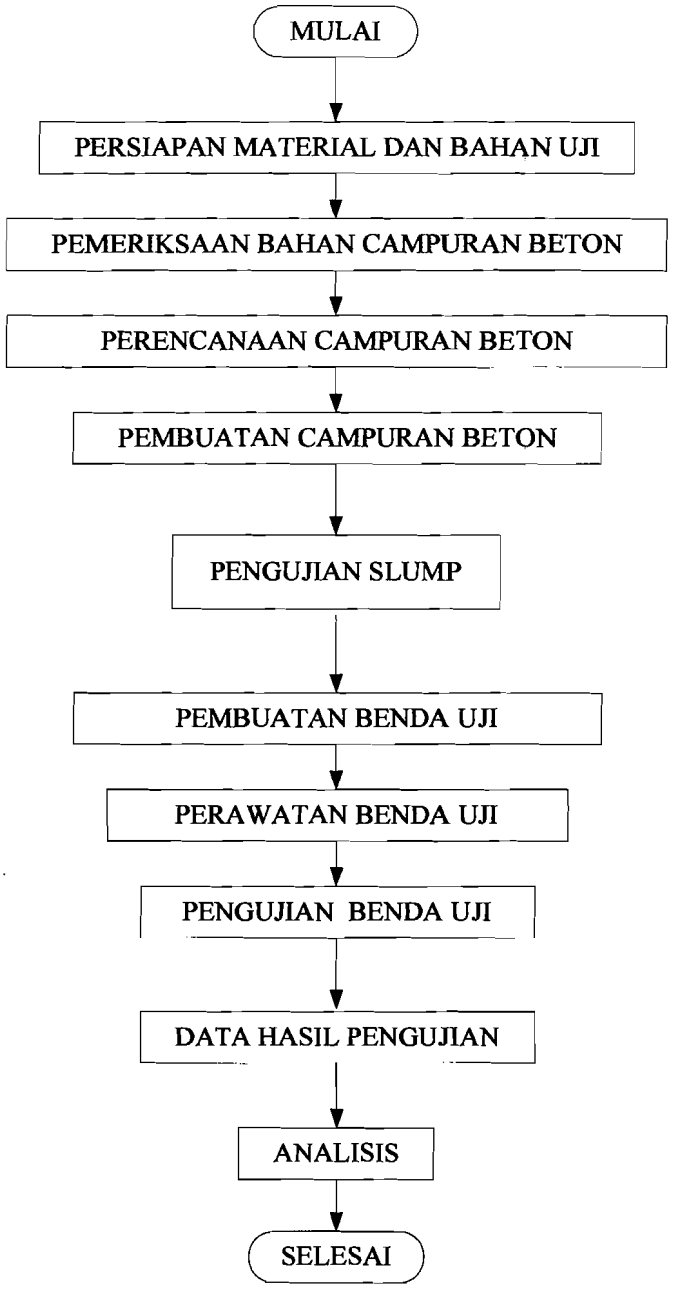
2. Pengujian kuat tarik beton

   Untuk pengujian kuat tarik dilakukan pada umur benda uji 28 hari dengan menggunakan uji belah silinder (*tensile splitting cylinder test*). Benda uji silinder diletakan pada alat uji dalam posisi rebah.

   Beban vertikal diberikan sepanjang selimut silinder, secara berangsur-angsur dinaikkan pembebanannya, hingga dicapai nilai maksimum dan silinder terbelah karena beban tarik horizontal.

   Kuat tarik dihitung berdasarkan rumus pada persamaan (3.4).

4.4 Bagan alir pelaksanaan penelitian



Gambar 4.1 Flow chart metode penelitian

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN YOGYAKARTA

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengujian agregat kasar dan agregat halus terhadap berat jenis, penyerapan air, kandungan lumpur dan modulus halus butir pasir, pengujian berat jenis dan berat volume serbuk kayu ulin, dan data pengujian yang dihasilkan yaitu kuat tekan beton dan kuat tarik beton.

5.1 Pengujian Material

5.1.1 Pengujian Agregat Kasar dan Agregat Halus

Pengujian material dimaksudkan untuk mengetahui data awal mengenai agregat yang dipakai. Pengujian dilakukan untuk mencari berat jenis, berat volume, besar kandungan lumpur dalam pasir, persentase penyerapan air dan persentase modulus halus butir pasir. Data yang didapat dipergunakan sebagai acuan perhitungan campuran beton (*mix design*).

Dari hasil pemeriksaan berat jenis agregat, didapat berat jenis agregat halus (pasir) 2,58, sedangkan berat jenis agregat kasar (kerikil) 2,66 (Lampiran B.1 – B.2). Dengan demikian agregat tersebut masih termasuk agregat normal yaitu agregat yang mempunyai berat jenis antara 2,5– 2,7.

Persentase berat air yang mampu diserap agregat disebut sebagai serapan air (Mulyono, 2004). Serapan air dihitung dari banyaknya air yang mampu diserap oleh agregat pada kondisi jenuh permukaan kering atau *saturated surface dry* (SSD). Dari hasil pengujian didapat penyerapan air pada agregat halus 3,6 % dan pada agregat kasar 2,21 % (Lampiran B.1 – B.2). Pada pemeriksaan berat volume didapat berat volume agregat halus (pasir) 1,68 t/m^3, sedangkan berat volume agregat kasar (kerikil) 1,49 t/m^3 (Lampiran B.3 – B.4).

Menurut PBBI (1971) disebutkan bahwa agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % (ditentukan terhadap berat kering). Lumpur adalah bagian pasir yang dapat melewati ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur dalam pasir melampaui 5 %, maka agregat halus harus dicuci. Adapun hasil

kandungan lumpur yang didapat dari hasil uji adalah 1,8 % (Lampiran B.5). Hal ini menunjukkan bahwa pasir tersebut dapat digunakan sebagai campuran adukan beton dan tidak perlu dicuci terlebih dahulu.

Modulus halus butir/MHB (*finnes modulus*) adalah suatu indeks yang dipakai untuk mengukur kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat (Kardiyono, 1992). Makin besar nilai MHB suatu agregat berarti semakin besar butir agregatnya (Mulyono, 2004). Umumnya agregat halus mempunyai MHB sekitar 1,5 – 3,8. Dari hasil pengujian didapat nilai MHB agregat halus adalah 2,5 (Lampiran B.6). Berdasarkan grafik pada Lampiran B.7, didapat hasil bahwa agregat halus tersebut masuk pada daerah II, yaitu jenis pasir agak kasar.

Analisis data sifat-sifat fisik agregat dapat dilihat pada **Tabel 5.1.**

Tabel 5.1 Hasil pengujian agregat

Penelitian	Pasir	Kerikil
Berat jenis SSD	2,58	2,66
Berat volume (t/m^3)	1,68	1,49
Kandungan lumpur dalam pasir (%)	1,8	-
Penyerapan air (%)	3,6	2,2
Modulus halus butir pasir (%)	2,5	-
Ukuran agregat maksimum (mm)	4,8	20

5.1.2 Pengujian Serbuk Kayu Ulin

Pengujian dilakukan untuk mencari berat jenis serbuk kayu ulin, serta persentase banyaknya penyerapan air. Dari hasil uji serbuk kayu ulin, didapat berat jenis serbuk kayu ulin 0,8 t/m^3, sedangkan uji penyerapan air serbuk kayu ulin didapat 80,2 % (Lampiran B.8).

Analisis data sifat-sifat fisik serbuk kayu ulin dapat dilihat pada **Tabel 5.2.**

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Serbuk Kayu Ulin

Penelitian	Serbuk kayu ulin
Berat jenis SSD	1,05
Penyerapan air (%)	83,5

5.2 Penguajian *Slump*

Nilai *Slump* berhubungan dengan tingkat kelecakan suatu campuran adukan beton dan kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin besar nilai *slump*, berarti makin cair adukan betonnya, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan (Tjokrodimuljo, 1992). Adapun nilai *slump* yang diperoleh dari campuran adukan beton tiap variasi dapat dilihat pada **Tabel 5.3.**

Tabel 5.3 Nilai *slump* pada campuran beton

Kode Benda Uji	Nilai *Slump* (mm)		Perbandingan *alcasit* dengan tanpa *alcasit* (%)
	Dengan *Alcasit*	Tanpa *Alcasit* (Penelitian : Andriawan, 2006)	
BN – 0	114	114	0
BNA – 0	109	-	-
BSKUA – 5	95	83	12,63
BSKUA – 10	43	40	6,97
BSKUA – 15	14,3	10	30,07
BSKUA – 20	6,3	6	4,76

Dari Tabel 5.3 terlihat bahwa semakin tinggi variasi penambahan serbuk kayu ulin dalam campuran beton, maka nilai *slump*nya semakin menurun baik dengan penambahan *alcasit* maupun tanpa *alcasit*, dengan demikian tingkat kelecakan adukan beton juga semakin menurun, sehingga mempengaruhi tingkat kemudahan dalam pengerjaan beton. Hal ini disebabkan oleh semakin bertambahnya volume serbuk kayu ulin yang terdapat dalam campuran beton yang dapat mengurangi kadar air yang terkandung dalam adukan beton.

Pada Tabel 5.3 juga terlihat bahwa campuran beton dengan penambahan serbuk kayu ulin dan *alcasit* memiliki nilai *slump* yang cenderung lebih besar, jika dibandingkan dengan campuran beton dengan penambahan serbuk kayu ulin tanpa *alcasit* pada setiap variasi penambahan serbuk kayu ulin. Pada benda uji BSKUA-5, nilai *slump* dengan penambahan *alcasit* sebesar 95 mm dengan perbandingan 12,63 % terhadap nilai *slump* tanpa penambahan *alcasit* sebesar 83 mm. Hal ini disebabkan oleh *alcasit* yang terdapat dalam campuran beton membantu semen sebagai perekat antar agregat membentuk gel yang bersifat kenyal, dan terlihat

bahwa pergerakan agregat dalam adukan lebih licin, sehingga nilai *slump*nya cenderung lebih besar dibandingkan campuran beton tanpa *alcasit*. *Alcasit* yang digunakan sebagai tambahan campuran semen dalam penelitian ini juga memberikan pengaruh terhadap *bledding* dan *segregasi*. Pada beton segar, *bledding* dan *segregasi* tidak terjadi. Hal ini disebabkan oleh campuran beton yang kenyal.

5.3 Berat Volume-Beton

Berat volume-beton merupakan perbandingan antara beton dengan volume-beton yang sangat tergantung dari komposisi material adukan beton yang direncanakan. Dari hasil penelitian didapat berat volume-beton umur 7 hari dan umur 28 hari seperti terlihat pada **Tabel 5.4.**

Tabel 5.4 Berat volume-beton

Benda Uji	Berat Volume-Beton dengan *Alcasit* (kg/m^3)		Berat Volume-Beton tanpa *Alcasit* (Penelitian : Andriawan, 2006) (kg/m^3)		Perbandingan dengan *alcasit* terhadap tanpa *alcasit* (%)	
	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
BN – 0	2373	2293	2373	2293	0	0
BNA – 0	2292	2247	-	-	-	-
BSKUA – 5	2207	2226	2316	2278	4,71	2,28
BSKUA – 10	2205	2202	2230	2259	1,12	2,52
BSKUA – 15	2147	2175	2194	2225	2,14	2,25
BSKUA – 20	2095	2071	2171	2203	3,50	5,99

Dari hasil penelitian pada Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa semakin besar persentase serbuk kayu ulin dalam beton, maka berat volume-betonnya semakin menurun, baik dengan penambahan *alcasit* maupun tanpa *alcasit*. Menurut Ismeddiyanto (1998), menyatakan bahwa campuran dengan volume serbuk kayu yang lebih besar menyebabkan berat volume-beton menurun. Selanjutnya Ismeddiyanto (1998) juga menyebutkan bahwa adanya sifat serbuk yang mengalami penyusutan setelah kandungan air yang ada dalam ruang antar sel dan dinding sel menguap, dapat mengakibatkan adanya rongga-rongga udara pada permukaan butiran serbuk kayu. Tjokrodimuljo (1996) menyebutkan bahwa beton

dengan rongga udara menunjukan tingkat kepadatan yang kurang, sehingga berat volume-beton menjadi berkurang. Semakin tinggi kepadatan, maka berat volume-beton juga semakin meningkat, sebaliknya semakin rendah kepadatan, maka berat volume-beton juga semakin rendah.

Pada Tabel 5.4 juga terlihat bahwa campuran beton dengan penambahan serbuk kayu ulin dan *alcasit* memiliki berat volume-beton yang lebih kecil dibandingkan dengan campuran beton dengan penambahan serbuk kayu ulin tanpa *alcasit*. Hal ini disebabkan oleh pengaruh *alcasit* yang membentuk gel-gel dalam campuran beton. Akibat volume gel yang banyak, menyebabkan volume agregat dalam cetakan silinder menjadi berkurang, akibatnya berat volume-beton menjadi berkurang.

5.4 Analisis Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan dimaksudkan untuk memperoleh data beban yang mampu didukung oleh silinder beton. Besarnya kuat tekan diperoleh dari perbandingan antara beban maksimum dan luas penampang silinder beton.

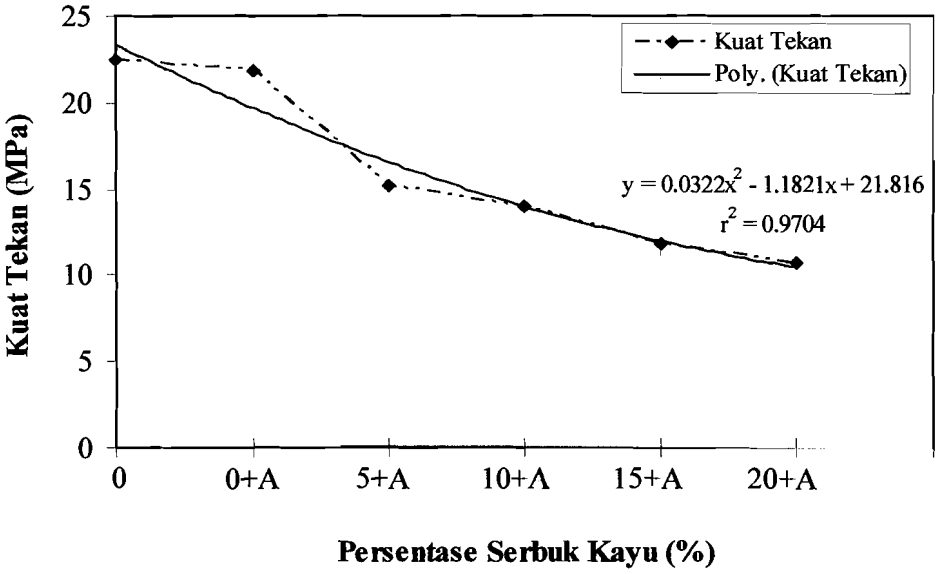
Analisis korelasi antara serbuk kayu ulin dan *alcasit* terhadap kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan alat bantu statistik yaitu dengan regresi polynomial tingkat-dua. Dari hasil regresi akan diperoleh persamaan regresi dan nilai koefisien korelasi. Koefisien korelasi (r) nilainya berkisar antara $0 < r < 1$. Berdasarkan nilai koefisien korelasi, tingkat hubungan dapat dikelompokan sebagai berikut :

1. $r < 0{,}33$ = tingkat hubungan lemah
2. $0{,}33 \leq r \leq 0{,}66$ = tingkat hubungan sedang
3. $r > 0{,}66$ = tinkat hubungan kuat

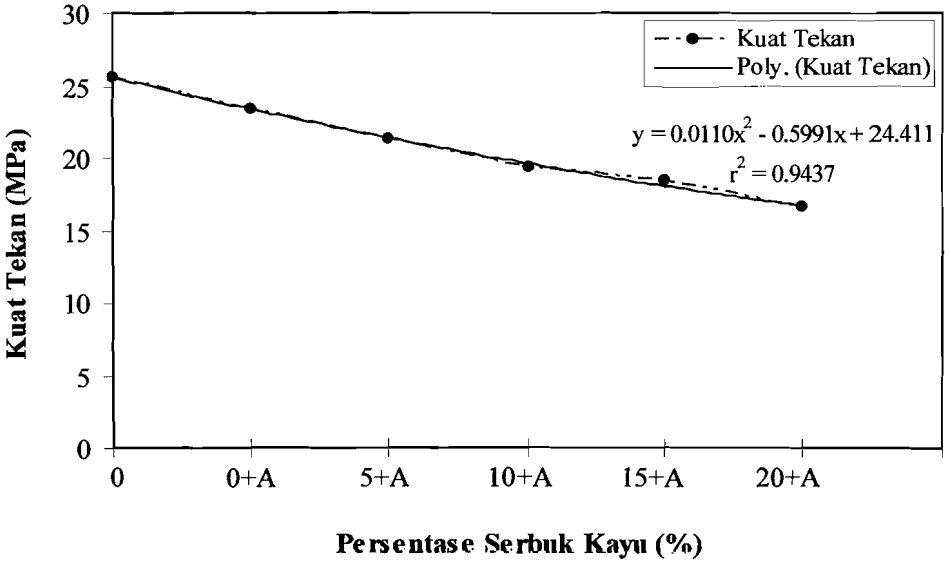
Hasil analisis korelasi regresi polynomial dapat dilihat pada Lampiran E dan hasil pengujian kuat tekan beton pada benda uji umur 7 hari dan umur 28 hari dapat dilihat pada Lampiran D, selanjutnya hasil pengujian kuat tekan ditunjukkan dalam **Tabel 5.5.**

Tabel 5.5 Hasil pengujian kuat tekan (f'_c)

Benda Uji	Kuat Tekan Rata-rata (f'_c) (MPa)		Persentase terhadap BN (%)	
	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
BN – 0	22,44	25,65	-	-
BNA – 0	21,82	23,37	2,76	8,89
BSKUA – 5	15,18	21,34	32,35	16,80
BSKUA – 10	14,02	19,37	37,52	24,48
BSKUA – 15	11,79	18,46	47,46	28,03
BSKUA – 20	10,69	16,58	52,36	35,36



Gambar 5.1 Hubungan variasi persentase serbuk kayu ulin tambah *alcasit* dan regresinya terhadap kuat tekan beton umur 7 hari.



Gambar 5.2 Hubungan variasi persentase serbuk kayu ulin tambah *alcasit* dan regresinya terhadap kuat tekan beton umur 28 hari

Tabel 5.6 Perbandingan kuat tekan rata-rata dengan *alcasit* terhadap kuat tekan rata-rata tanpa *alcasit* umur 7 hari

Benda Uji	Kuat Tekan Rata-rata dengan *Alcasit* (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata tanpa *Alcasit* (Penelitian : Andriawan, 2006) (MPa)	Rasio *alcasit* dengan tanpa *alcasit*
BN – 0	22,44	22,44	0
BNA – 0	21,82	-	-
BSKUA – 5	15,18	18,38	1,21
BSKUA – 10	14,02	13,88	0,99
BSKUA – 15	11,79	12,81	1,09
BSKUA – 20	10,69	12,62	1,18

Tabel 5.7 Perbandingan kuat tekan rata-rata dengan *alcasit* terhadap kuat tekan rata-rata tanpa *alcasit* umur 28 hari

Benda Uji	Kuat Tekan Rata-rata dengan *Alcasit* (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata tanpa *Alcasit* (Penelitian : Andriawan, 2006) (MPa)	Rasio *alcasit* dengan tanpa *alcasit*
BN – 0	25,65	25,65	1
BNA – 0	23,37	-	-
BSKUA – 5	21,34	22,57	1,04
BSKUA – 10	19,37	21,31	1,10
BSKUA – 15	18,46	18,85	1,02
BSKUA – 20	16,58	15,65	0,94

Pada Tabel 5.5 dan Gambar 5.1 serta Gambar 5,2 dapat dilihat gambaran pengaruh serbuk kayu ulin dan *alcasit* terhadap kuat tekan beton yang diambil dari hasil perhitungan data pengujian (Lampiran D) dan analisa regresi (Lampiran E). Dari hasil analisis regresi pada beton umur 7 hari dan umur 28 hari diperoleh nilai $r > 0,66$, sehingga dapat disimpulkan bahwa hubungan antara serbuk kayu ulin dan *alcasit* terhadap kuat tekan beton memiliki tingkat hubungan yang kuat.

Pada Tabel 5.5 dan Gambar 5.1 serta Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi persentase volume serbuk kayu ulin ditambah *alcasit*, maka kuat tekan beton yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal ini disebabkan oleh serbuk kayu ulin sebagai bahan penyusun beton menjadi bagian yang lemah, karena serbuk kayu ulin dalam menahan beban, rendah dibandingkan bahan yang lain. Menurut Ismeddiyanto (1998), menyatakan bahwa penambahan serbuk kayu ulin dalam beton, akan menambah adanya rongga-rongga udara pada permukaan butiran serbuk kayu, yang menjadi bagian yang lemah. Selain itu juga, berat jenis kayu ulin yang kecil, dengan bertambahnya volume serbuk kayu ulin akan menyebabkan ketahanan pasta semen untuk menyelimuti bahan campuran beton menjadi rendah.

Pada Gambar 5.1 terlihat bahwa kuat tekan menurun tajam pada variasi persentase serbuk kayu ulin 5 %, dan selanjutnya di atas persentase serbuk kayu ulin 5 % kuat tekan beton cenderung linier dengan penurunan kuat tekan yang kecil, sedangkan pada Gambar 5.2 terlihat bahwa penurunan kuat tekan cenderung linier dengan penurunan yang landai, seiring dengan peningkatan variasi

persentasi serbuk kayu ulin dalam beton. Untuk benda uji umur 7 hari kuat tekan tertinggi pada benda uji BN-0 sebesar 22,44 MPa dan kuat tekan terendah pada benda uji BSKUA-20 sebesar 10,69 MPa dengan persentase penurunan sebesar 52,36 %, sedangkan untuk benda uji umur 28 hari kuat tekan tertinggi sebesar 25,65 MPa pada BN-0 dan kuat tekan terendah sebesar 16,58 MPa pada BSKUA-20 dengan persentase penurunan sebesar 35,36 %.

Pada penelitian Ismeddyanto (1998), dalam penelitiannya Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona Grandis L.F*) untuk Bata Beton, memberikan hasil pengujian kuat tekan dengan variasi persentasi serbuk sebanyak 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 30 % dan 40 % berturut – turut sebesar 14,0659 MPa,11,0064 MPa, 10,3067 MPa, 8,3706 MPa, 7,0672 MPa dan 6,3241 MPa. Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa semakin besar persentase volume serbuk gergaji kayu jati dalam bata beton, maka kuat tekan yang dihasilkan akan semakin rendah.

Pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 dapat dilihat bahwa penggunaan serbuk kayu ulin ditambah *alcasit* sebagai bahan tambah dalam campuran beton menunjukkan kuat tekan yang cenderung lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan serbuk kayu ulin tanpa *alcasit* pada tiap variasi persentase serbuk kayu ulin. Pada BSKUA-5 umur 7 hari, kuat tekan dengan *alcasit* sebesar 15,18 MPa dan kuat tekan tanpa *alcasit* sebesar 18,38 MPa dengan rasio sebesar 1,21, sedangkan untuk umur 28 hari kuat tekan dengan *alcasit* sebesar 21,34 MPa dan kuat tekan tanpa *alcasit* sebesar 22,57 MPa dengan rasio sebesar 1,04. Salah satu indikator perbedaan kuat tekan yang dihasilkan oleh benda uji dengan penggunaan serbuk kayu ulin ditambah *alcasit* terhadap benda uji dengan penggunaan serbuk kayu ulin tanpa *alcasit* adalah berat volume-betonnya. Benda uji dengan penggunaan serbuk kayu ulin tambah *alcasit* memiliki berat volume-beton yang lebih ringan dibandingkan dengan penggunaan serbuk kayu ulin tanpa *alcasit*. Hal ini disebabkan gel-gel yang dibentuk oleh partikel-parikel *alcasit* membuat campuran beton menjadi kenyal. Gel-gel tersebut mengisi beton lebih banyak dari volume agregat dalam beton, sehingga volume-beton menjadi lebih ringan. Menurut Murdock dan Brook (1986), pada umumnya berat volume-beton yang lebih ringan

akan menghasilkan kekuatan beton yang rendah. Selain itu, penurunan kuat tekan pada benda uji dengan penggunaan serbuk kayu ulin tambah *alcasit* dimungkinkan oleh *alcasit* yang mengganggu proses pengerasan semen pada saat perawatan beton. Sifat lem pada *alcasit* tidak terekat kuat akibat air menghambat proses pengerasan *alcasit*.

Serbuk kayu merupakan butiran-butiran kayu yang memiliki sifat-sifat tertentu. Kayu merupakan bahan organis yang amat bervariasi struktur bahannya yang memiliki sifat fisik dan sifat mekanik yang berbeda-beda. Satu butir serbuk kayu merupakan kumpulan sel-sel kayu, dinding sel dibentuk oleh selulosa yang disatukan oleh zat perekat lignin yang memiliki kekuatan yang relatif lemah jika dibandingkan dengan selulosa, sehingga serbuk kayu merupakan bahan yang terdiri dari partikel-partikel kuat tetapi tidak terikat dengan kuat.

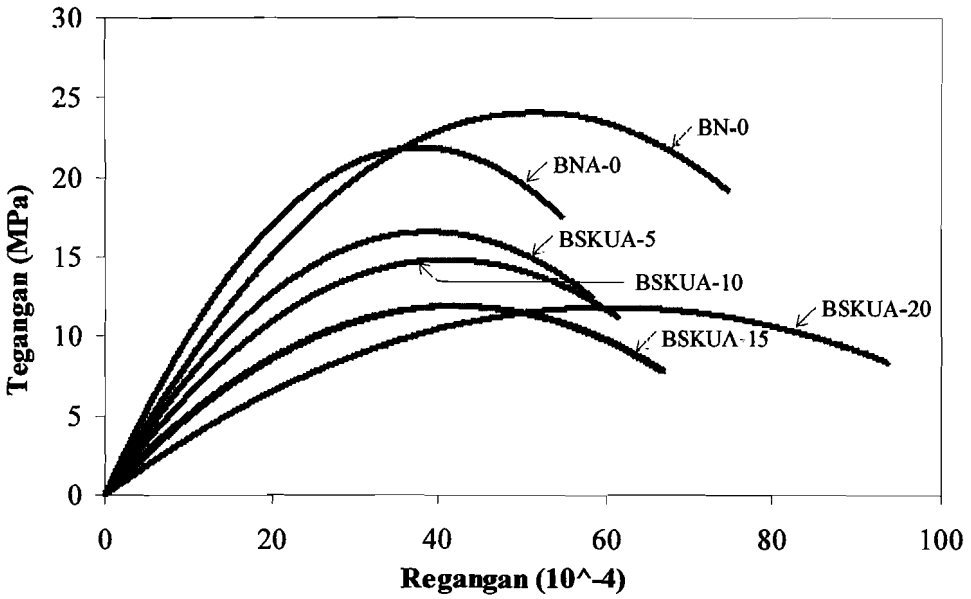
Faktor lain yang memberikan kontribusi terhadap penurunan kekuatan beton adalah sifat kimia kayu, yaitu kandungan ekstraktif pada serbuk kayu ulin. Pengerasan semen akan terhambat apabila bahan baku kayu yang berupa serbuk mempunyai kandungan ekstraktif yang tinggi. Agar proses pengerasan semen tidak terhambat, menurut Kurdi (1987, dalam Ismeddiyanto, 1998) maksimum kandungan ekstraktif pada kayu adalah 1% gula, 2% tanin atau 3% minyak. Kandungan zat ekstraktif pada serbuk kayu juga akan melapisi permukaan butiran agregat yang berhubungan langsung dengan bahan-bahan lainnnya yaitu antar sesama agregat dengan pasta semen. Zat ekstraktif akan memperlemah lekatan yang terjadi antara agregat dengan pasta semen.

Zat selulosa yang terkandung dalam serbuk kayu ulin juga akan sangat berpengaruh terhadap campuran beton. Zat selulosa dihasilkan oleh sitoplasma sel dan yang membentuk dinding sel, tersusun atas rantai-rantai bercabang molekul-molekul D-glukosa (gula). Berarti semakin banyak persentase serbuk kayu ulin dalam adukan, semakin besar pula zat selulosa yang tercampur dalam adukan, dengan demikian gula yang terkandung dalam zat selulosa ini akan sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton. Tjokrodimuljo (1996) menyatakan bahwa kandungan gula dalam jumlah yang lebih banyak dapat mengakibatkan lambatnya ikatan awal pada beton dan juga dapat menurunkan kekuatan beton.

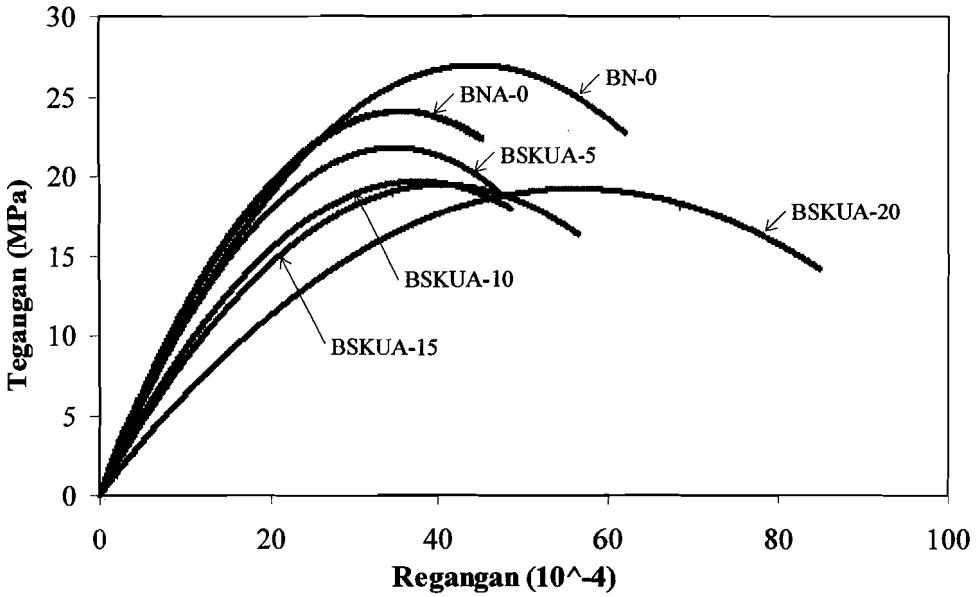
Semakin tinggi persentase penambahan serbuk kayu ulin, maka semakin banyak pula volume serbuk yang terkandung dalam campuran beton yang dapat mengakibatkan serbuk tidak tercampur merata dan semakin menurunkan daya rekat semen. Ismeddyanto (1998) menyebutkan bahwa semakin besar persentase volume serbuk, maka kuat tekan yang dihasilkan akan semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh semakin berkurangnya volume semen dalam campuran. Dengan berkurangnya volume semen tersebut, maka semakin berkurang pula pasta semen yang digunakan untuk mengikat agregat dan melapisi permukaan butiran agregat halus (pasir dan serbuk gergaji).

5.4.1 Hasil Pegujian Tegangan-Regangan Beton

Pengujian tegangan-regangan dilakukan pada benda uji beton umur 7 hari dan umur 28 hari, untuk masing-masing variasi diambil 1 sampel. Analisis data hasil pengujian tegangan-regangan dapat dilihat pada Lampiran F – G dan grafik hubungan tegangan-regangan benda uji beton umur 7 hari dan 28 hari ditunjukkan pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 di bawah ini.



Gambar 5.3 Grafik tegangan-regangan tiap variasi serbuk kayu ulin dan *alcasit* pada umur 7 hari



Gambar 5.4 Grafik tegangan-regangan tiap variasi serbuk kayu ulin dan *alcasit* pada umur 28 hari

Pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 menunjukkan bahwa tegangan tekan maksimal masing-masing benda uji memiliki regangan yang berbeda-beda dan menunjukkan bahwa regangan pada saat tegangan tekan maksimal tidak tergantung pada besarnya peningkatan tegangan tekan maksimal yang terjadi, dikarenakan keliatan benda uji yang berbeda-beda. Berdasarkan grafik di atas, kurva yang terjadi dapat dilihat bahwa setelah tegangan maksimum dilampaui, kurva akan menurun hingga benda uji beton hancur. Beton dengan kuat tekan yang rendah akan memiliki puncak kurva yang agak panjang dan datar, sedangkan beton dengan kuat tekan tinggi memiliki puncak kurva yang cenderung lebih tajam. Semakin rendah kekuatan beton, semakin tinggi regangan hancurnya dan semakin tinggi kekuatan tekan beton, maka regangan hancurnya semakin rendah. Semakin tinggi kekuatan tekan beton, panjang bagian linier pada kurva semakin bertambah, dan sebaliknya semakin rendah kekuatan tekan beton, panjang bagian linier pada kurva semakin berkurang. Beton dengan kuat tekan yang tinggi menunjukkan beton tersebut lebih getas. Beton dengan kuat tekan yang rendah

mempunyai kemampuan deformasi (daktilitas) yang tinggi dari beton dengan kuat tekan yang tinggi. Semakin besar persentase volume serbuk kayu ulin ditambah *alcasit* dalam beton, maka beton tersebut akan cenderung semakin daktail.

5.4.2 Modulus Elastisitas (E_c)

Perhitungan Modulus Elastisitas adalah sebagai berikut :

$$\text{Modulus Elastisitas } (E_c) = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

dimana : σ = tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ε = regangan yang dihasilkan dari tegangan (σ)

Untuk hasil perhitungan Modulus Elastisitas (E_c) kuat tekan beton dengan penggunaan serbuk kayu ulin dan *alcasit* pada umur 7 hari dan umur 28 hari dapat dilihat pada Lampiran F dan selanjutnya hasil pengujian Modulus Elastisitas (E_c) ditunjukkan pada **Tabel 5.8** dan **Tabel 5.9**.

Tabel 5.8 Hasil pengujian modulus elastisitas (E_c) umur 7 hari

Benda Uji	σ maks (MPa)	Modulus Elastisitas (E_c) (MPa)
BN – 0	24,07	8305
BNA – 0	21,85	10261
BSKUA – 5	16,58	7577
BSKUA – 10	14,82	6408
BSKUA – 15	11,88	5007
BSKUA – 20	11,82	3451

Tabel 5.9 Hasil pengujian modulus elastisitas (E_c) umur 28 hari

Benda Uji	σ maks (MPa)	Modulus Elastisitas (E_c) (MPa)
BN – 0	26,95	10782
BNA – 0	24,03	11992
BSKUA – 5	21,77	11109
BSKUA – 10	19,66	9311
BSKUA – 15	19,44	8535
BSKUA – 20	19,20	6074

Modulus elastisitas dipengaruhi oleh umur beton, sifat-sifat dari agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan ukuran dari benda uji. Modulus elastisitas beton akan meningkat dengan bertambahnya waktu. Peningkatan modulus elastisitas tergantung pada kelangsungan proses hidrasi semen, yang berhubungan dengan berkurangnya porositas beton dan peningkatan kekuatan. Perawatan dengan mempertahankan permukaan beton untuk selalu lembab akan menghasilkan modulus elastisitas beton lebih tinggi dibanding tanpa perawatan (Wang dan Salmon, 1993).

Modulus elastisitas merupakan sifat beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami deformasi. Modulus elastisitas adalah perbandingan antara nilai tegangan pada 0,4 tekan uji terhadap nilai regangan yang dihasilkan dari tegangan. Lebih lanjut Nawi (1998) menyatakan bahwa 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 Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 dapat dilihat bahwa semakin besar persentase volume serbuk kayu ulin ditambah *alcasit* dalam beton, maka nilai modulus elastisitasnya cenderung semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh serbuk kayu ulin sebagai bahan penyusun beton menjadi bagian yang lemah dalam menerima beban, sehingga semakin tinggi persentase serbuk kayu ulin dalam beton, maka tegangan tekan maksimum beton akan semakin rendah dan selanjutnya nilai modulus elastisitasnya juga semakin rendah. Pada BN-0 umur 28 hari, nilai modulus elastisitas dari hasil uji sebesar 10782 MPa dengan tegangan maksimum sebesar 26,95 MPa, sedangkan pada BSKUA-20 nilai modulus elastisitasnya sebesar 6074 MPa dengan tegangan maksimum sebesar 19,20 MPa .

Dari hasil penelitian pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 menunjukan bahwa benda uji dengan kuat tekan tertinggi cenderung memiliki nilai modulus elastisitas yang tinggi dan benda uji dengan kuat tekan rendah memiliki modulus elastisitas yang rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Murdock dan Brook (1986), yang

menyatakan bahwa kekuatan beton yang lebih tinggi, biasanya mempunyai harga modulus elastisitas yang lebih tinggi juga.

5.5 Analisis Kuat Tarik Beton

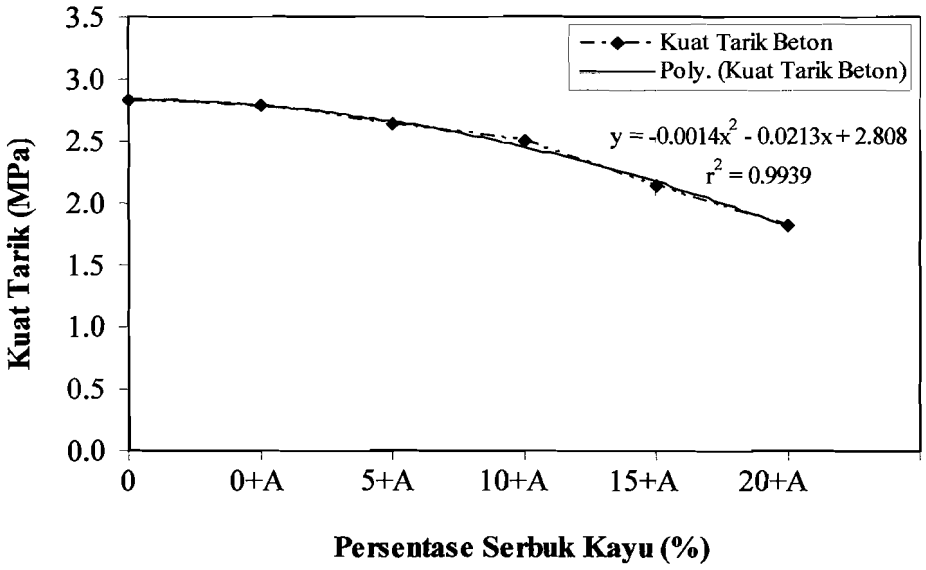
Pengujian kuat tarik dilakukan dengan metoda uji belah silinder beton (*splitting test*) sebanyak 3 buah benda uji untuk tiap variasi persentase serbuk kayu ulin ditambah *alcasit*. Pengujian kuat tarik terhadap benda uji berupa silinder beton hanya dilakukan pada benda uji umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tarik beton dapat dilihat pada Lampiran G dan selanjutnya ditunjukkan pada **Tabel 5.10** dan **Tabel 5.11.**

Tabel 5.10 Hasil pengujian kuat tarik rata-rata dan persentase perubahannya terhadap beton normal

Benda Uji	Kuat Tarik Rata-rata (MPa)	Persentase Kuat Tarik terhadap Beton Normal (%)
BN - 0	2,839	-
BNA – 0	2,787	1,83
BSKUA – 5	2,631	7,33
BSKUA – 10	2,494	12,15
BSKUA – 15	2,143	24,52
BSKUA – 20	1,811	36,22

Tabel 5.11 Persentase kuat tarik rata-rata dari kuat tekan rata-rata

Benda Uji	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)	Persentase Kuat tarik dari Kuat Tekan (%)
BN - 0	25,65	2,839	11,07
BNA – 0	23,37	2,787	11,93
BSKUA – 5	21,34	2,631	12,33
BSKUA – 10	19,37	2,494	12,88
BSKUA – 15	18,46	2,143	11,61
BSKUA – 20	16,58	1,811	10,92



Gambar 5.5 Hubungan variasi serbuk kayu ulin tambah *alcasit* dan regresinya terhadap kuat tarik beton umur 28 hari

Dari Tabel 5.10 dan Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa penggunaan bahan tambah serbuk kayu ulin dan *alcasit* memberikan pengaruh terhadap penurunan kuat tarik beton, seiring dengan semakin besarnya persentase volume serbuk kayu ulin dalam beton. Hal ini sesuai dengan hasil analisis regresi (Lampiran E) yakni diperoleh nilai r > 0,66, sihingga dapat disimpulkan bahwa hubungan antara serbuk kayu ulin tambah *alcasit* terhadap kuat tarik beton memiliki tingkat hubungan yang kuat.

Pada Tabel 5.10 dan Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa semakin tinggi persentase volume serbuk kayu ulin ditambah *alcasit*, maka kuat tarik beton yang dihasilkan akan semakin rendah. Kuat tarik tertinggi pada benda uji BN-0 sebesar 2,839 MPa dan kuat tarik terendah pada benda uji BSKUA-20 sebesar 1,811 MPa dengan persentase penurunan sebesar 36,22 %. Pada Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa penurunan kuat tarik cenderung linier dengan penurunan yang landai dari persentase serbuk 0 % sampai persentase serbuk 10 % dan selanjutnya di atas persentase serbuk 10 % penurunan kuat tarik akan cenderung lebih curam.

Dari Tabel 5.11 dapat dilihat bahwa kuat tarik beton sangat kecil dibandingkan dengan kekuatan tekannya. Menurut Wahyudi dan Syahril (1997)

bahwa dalam analisis atau desain, kekuatan tarik beton diabaikan dan beton dianggap hanya dapat menahan gaya tekan. Selanjutnya Dipohusodo, 1994, menyatakan bahwa kekuatan tarik beton berkisar antara 9 % sampai 15 % dari nilai kuat tekannya. Kekuatan tarik pada BN-0 sebesar 2,839 MPa dengan persentase 11,07 % dari kuat tekannya sebesar 25,65 MPa. Pada BNA-0 kuat tarik sebesar 2,787 MPa dengan persentase 11,93 % dari kuat tekannya sebesar 23,37 MPa. Pada BSKUA-5 kuat tarik sebesar 2,631 MPa dengan persentase 12,33 % dari kuat tekannya sebesar 21,34 MPa. Pada BSKUA-10 kuat tarik sebesar 2,494 MPa dengan persentase 12,88 % dari kuat tekannya sebesar 19,37 MPa. Pada BSKUA-15 kuat tarik sebesar 2,143 MPa dengan persentase 11,61 % dari kuat tekannya sebesar 18,46 MPa. Pada BSKUA-20 kuat tarik sebesar 1,811 MPa dengan persentase 10,92 % dari kuat tekannya sebesar 16,58 MPa.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian dengan penggunaan bahan tambah serbuk kayu ulin dan *alcasit* terhadap analisis karakteristik beton adalah sebagai berikut :

1. Serbuk kayu ulin dan *alcasit* berpengaruh besar terhadap penurunan kuat tekan dan kuat tarik beton, sesuai dengan hasil analisis regresi yaitu $r > 0,66$.
2. Kuat tekan dan kuat tarik beton semakin menurun, seiring dengan peningkatan variasi persentase serbuk kayu ulin ditambah *alcasit*.
3. Berat volume-beton semakin rendah, seiring dengan peningkatan variasi persentase serbuk kayu ulin ditambah *alcasit*.
4. Semakin tinggi variasi persentase serbuk kayu ulin dan *alcasit*, maka nilai modulus elastisitas beton cenderung semakin rendah, sedangkan daktilitas yang terjadi cenderung semakin tinggi.
5. *Alcasit* yang digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran semen menyebabkan tidak terjadinya bledding dan segregasi pada beton segar.
6. Kuat tekan terbesar pada beton umur 7 hari yaitu pada BN-0 sebesar 22,44 MPa dan kuat tekan terkecil pada BSKUA-20 sebesar 10,69 MPa dengan penurunan sebesar 52,36 %, sedangkan pada beton umur 28 hari kuat tekan terbesar yaitu pada BN-0 sebesar 25,65 MPa dan kuat tekan terkecil pada BSKUA-20 sebesar 16,58 MPa dengan penurunan sebesar 35,36 %.
7. Kuat tarik terbesar yaitu pada BN-0 sebesar 2,839 MPa dan kuat tarik terkecil pada BSKUA-20 sebesar 1,811 MPa dengan penurunan sebesar 36,22 %.

6.2 Saran

Untuk memperoleh hasil yang lebih baik dalam melakukan penelitian beton lebih lanjut terutama beton dengan variasi seruk kayu ulin dan alcasit, dikemukakan saran sebagai berikut :

1. Sebelum pelaksanaan penelitian hendaknya alat uji yang digunakan dicek terlebih dahulu, sehingga nantinya tidak ada kendala/masalah pada saat pengujian berlangsung.
2. Untuk penelitian lebih lanjut dengan bahan tambah *alcasit* dalam campuran semen, agar tidak memakai metode perawatan beton dengan merendam benda uji.
3. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut berkaitan dengan penggunaan bahan tambah serbuk kayu ulin, dengan menggunakan bentuk serbuk yang lebih halus (abu).
4. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut, terutama untuk penggunaan bahan tambah *alcasit* dalam campuran semen, baik dari segi variasi persentase *alcasit* terhadap semen maupun metode perawatannya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1982, **PERSYARATAN UMUM BAHAN BANGUNAN DI INDONESIA (PUBI),** Direkorat Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.

Anonim, SK SNI T-15-1990-03, 1991, **TATA CARA RENCANA PEMBUATAN CAMPURAN BETON NORMAL,** Yayasan Lembaga Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.

Astanto, 2001, **KONSTRUKSI BETON BERTULANG,** Kanisius, Yogyakarta.

Istiawan Dipohusodo, 1994, **STRUKTUR BETON BERTULANG,** PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Ismeddiyanto, 1998, **TUGAS AKHIR PEMANFAATAN SERBUK GERGAJI (*Tectona Grandis L.F*) UNTUK BATA BETON,** Jurusan Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Martawijaya, Kartasujana, Mardang, Y.I., Prawira, A.S. dan Kadir, K., 1989, **ATLAS KAYU INDONESIA,** Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.

Muhammad Al Faqurahman, I., 2002, **TUGAS AKHIR PEMANFAATAN SERUTAN KAYU JATI UNTUK BAHAN MORTAL,** Jurusan Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Yoyakarta.

Mulyono, 2003, **TEKNOLOGI BETON,** Andi Offset, Yogyakarta.

Murdock dan Brook, 1986, **BAHAN DAN PRAKTEK BETON,** Erlangga, Jakarta.

Nawy, Edwar G., 1990, **BETON BERULANG SUATU PENDEKATAN DASAR,** Terjemahan Bambang Suryoatmono, PT. Eresco, Bandung.

Nawy, Edwar G., 1998, **BETON BERULANG SUATU PENDEKATAN DASAR,** Terjemahan Bambang Suryoatmono, PT. Refika Aditama, Bandung.

Ratna, D. S. dan Neni, N., 2005, **TUGAS AKHIR PENGARUH ABU SEKAM PADI TERHADAP BETON KINERJA TINGGI,** Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Tjokrodimuljo K., 1992, **TEKNOLOGI BETON,** Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Tjokrodimuljo K., 1996, **TEKNOLOGI BETON,** Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Wahyudi, L. Dan Syahril, A.R., 1997, **SRUKTUR BETON BERTULANG STANDAR BARU SNI T-15-1991-03,** PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Wang, C.K. dan Salmon, C.G., 1993, **DESAIN BETON BERTULANG,** Jilid 1, Edisi Keempa, Erlangga, Jakarta.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Arman	01 511 317	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Penggunaan Serbuk Kayu Ulin (Eusidiroxylon Zwageri T.Et. B) Dan Serbuk Alkasit terhadap Kuat Tekan Beton

PERIODE KE	:	**III (Mar 06 - Agst 06)**
TAHUN	:	**2005 - 2006**
Sampai Akhir Agustus 2006		

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		MAR.	APR.	MEI.	JUN.	JUL.	AGT.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Ade Ilham,Dr,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Ade Ilham,Dr,Ir,MT



Jogjakarta , 3-Mar-06
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan	:
Seminar	:
Sidang	:
Pendadaran	:

LAMPIRAN B

DATA HASIL PEMERIKSAAN BAHAN

Lampiran B.1

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax. : (0274) 895330 Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR

Pasir Asal : Kali Boyong

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutllak, gram (Bk)	480	485	482,5
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	978	977,5	977,75
Berat piknometer berisi air, gram (B)	671	673	672
Berat jenis curah, gram/cm^3.....(1) Bk / (B + 500 – Bt)	2,49	2,48	2,48
Berat jenis junuh kering muka, gr/cm^2.....(2) 500 / (B + 500 – Bt)	2,59	2,56	2.58
Berat jenis semu.....(3) Bk / (B + k – Bt)			
Penyerapan air .....(4) (500 – Bk) / Bk x 100 %	4,17	3,1	3,6

Keterangan :

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

Yogyakarta,.....

Disyahkan

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

(.....)

Dikerjakan oleh :

(A r m a n)

Lampiran B.2

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax. : (0274) 895330 Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR KERIKIL

Kerikil Asal : Clereng, Kulon Progo

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat kerikil kering mutllak, gram (Bk)	4892	-	4892
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)	500	500	500
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3121	-	3121
Berat piknometer berisi air, gram (B)	-	-	-
Berat jenis curah, gram/cm^3.....(1) Bk / (Bj – Ba)	2,6	-	2,6
Berat jenis junuh kering muka, gr/cm^2.....(2) Bj / (Bj – Ba)	2,66	-	2,66
Berat jenis semu.....(3) Bk / (Bk – Ba)	2,76	-	2,76
Penyerapan air .....(4) (Bj – Bk) / Bk x 100 %	2,21	-	2,21

Keterangan :

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

Yogyakarta,.....

Disyahkan

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

(.....)

Dikerjakan oleh :

(A r m a n)

Lampiran B.3

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax. : (0274) 895330 Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT HALUS

Uraian		Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat tabung (W1),	gram	12600	-	12600
Berat tabung + agregat kering tungku (W2)	gram	21500	-	21500
Berat agregat bersih (W3)	gram	8900	-	8900
Volume tabung (V),	m^3	5298,75	-	5298,75
Berat isi padat = (W^3 / V),	$gram/cm^3$	1,68	-	1,68

Keterangan :

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

Yogyakarta,.....

Disyahkan

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

(.....)

Dikerjakan oleh :

(A r m a n)

Lampiran B.4

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax. : (0274) 895330 Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT KASAR

Uraian		Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat tabung (W1),	gram	12600	-	12600
Berat tabung + agregat kering tungku (W2)	gram	20500	-	20500
Berat agregat bersih (W3)	gram	7900	-	7900
Volume tabung (V),	m^3	5298,75	-	5298,75
Berat isi padat = (W^3 / V),	$gram/cm^3$	1,49	-	1,49

Keterangan :

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

Yogyakarta,.....

Disyahkan

LABORATORIUM KONSTRUKSI TEKNIK FT UII

(.....)

Dikerjakan oleh :

(A r m a n)

Lampiran B.5

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax. : (0274) 895330 Yogyakarta

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

Pasir Asal : Kali Boyong

Ukuran butir maksimum	Berat minimum	Keterangan
Sampai 4.80 mm	500 gram	Pasir
9.60 mm	1000 gram	Kerikil
19.20 mm	1500 gram	Kerikil
38.00 mm	2500 gram	Kerikil

	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat agergat kering oven (W_1), gram	500	500	500
Berat kering oven setelah dicuci (W_2), gram	494	488	491
Berat yang lewat ayakan no.200 % $\{ (W_1 - W_2) / W_1 \}$ x 100 %	1,2	2,4	1,8

Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-1982) berat bagian yang lewat ayakan no.200 (0.075 mm) :

a. Untuk pasir maksimum 5 % (lima persen)
b. Untuk kerikil maksimum 1 % (satu persen)

Yogyakarta,.....

Disyahkan

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

(.....)

Dikerjakan oleh :

(Arman)

Lampiran B.6

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax. : (0274) 895330 Yogyakarta

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB)

AGREGAT HALUS

Lubang Ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal Komulatif (%)	Persen lolos komulatif (%)
10.00	100	100	100	100
4.80	14	0.70	0.70	99.30
2.40	130	3.48	7.18	92.82
1.20	302	12.06	22.24	77.76
0.60	581	28.98	51.22	48.78
0.30	525	26.18	77.40	22.60
0.15	292	14.57	91.97	8.03
Sisa	169	8.03	-	0.00
Jumlah	2005	100	250.71	-

Modulus halus butir $= \frac{250.71}{100} = 2.5$

GRADASI PASIR

Lubang ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lewat ayakan			
	Daerahh I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.80	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2.40	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1.20	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0.60	15 – 34	35 – 59	60 – 75	80 – 100
0.30	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0.15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Keterangan :
Daerah I : Pasir kasar
Daerah II : Pasir agak kasar
Daerah III : Pasir agak halus
Daerah IV : Pasir halus

Yogyakarta,.....

Disyahkan

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

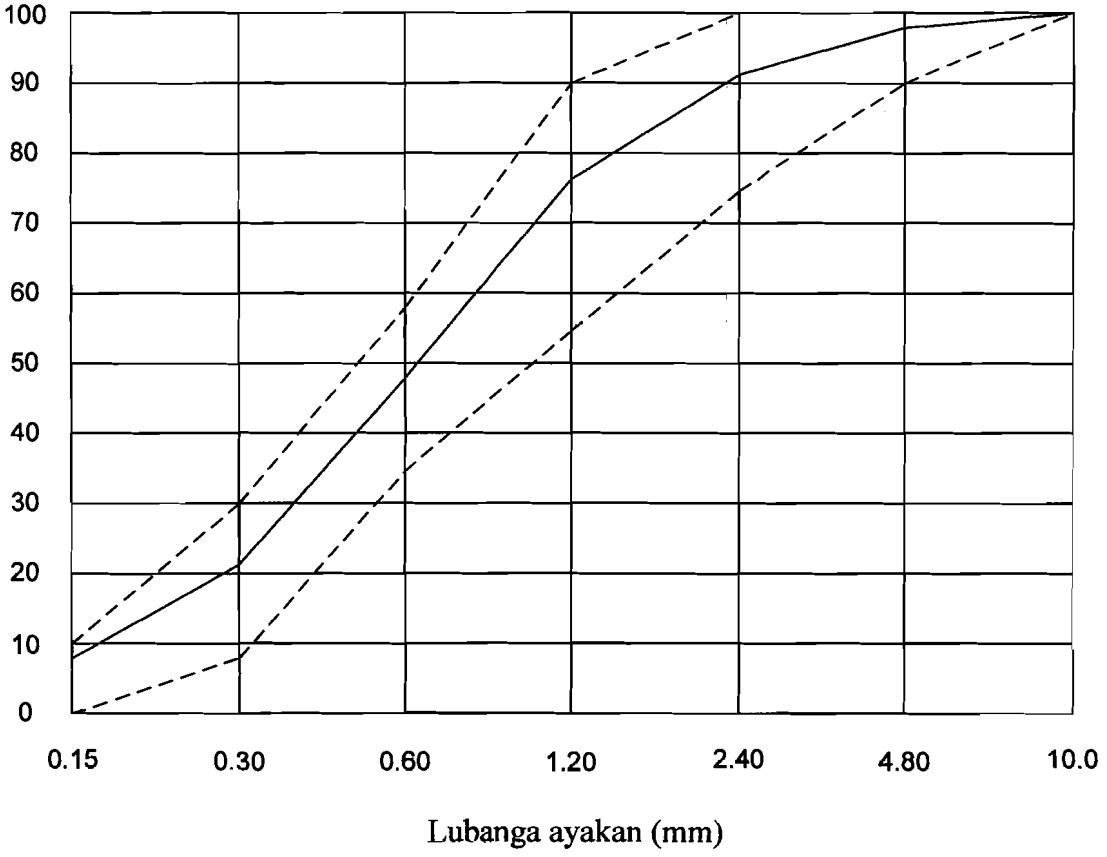
(.....)

Dikerjakan oleh :

(Arman)

Lampiran B.7

Hasil analisa ayakan masuk Daerah II dengan Jenis pasir : pasir agak kasar



Lampiran B.8

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax. : (0274) 895330
Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS SERBUK KAYU ULIN

Serbuk Kayu Asal : Samarinda, Kalimantan Timur

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutllak, gram (Bk)	109		109
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram	200		200
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	846		846
Berat piknometer berisi air, gram (B)	833		833
Berat jenis curah, gram/cm^3.....(1) Bk / (B + 500 – Bt)	0,6		0,6
Berat jenis junuh kering muka, gr/cm^2.....(2) 500 / (B + 500 – Bt)	1,05		1,05
Berat jenis semu.....(3) Bk / (B + k – Bt)			
Penyerapan air .....(4) (500 – Bk) / Bk x 100 %	83,5		83,5

Keterangan :

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

Yogyakarta, Maret 2006

Dikerjakan oleh :

(A r m a n)

Disyahkan
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII
( )

LAMPIRAN C

HITUNGAN PERENCANAAN ADUKAN BETON

METODE DOE

PERENCANAAN CAMPURAN ADUKAN BETON

Jenis Semen	:	Semen Portland
Jenis Pasir	:	agak kasar (daerah gradasi II)
Jenis Kerikil	:	Batu Pecah
Ukuran maksimum kerikil	:	20 mm
Berat Jenis Pasir	:	2,58 gr/cm^3
Berat Jcnis Kerikil	:	2,66 gr/cm^3

Langkah – langkah perencanaan :

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari (f'c) = 20 MPa.
2. Penetapan nilai deviasi standar (sd) = 4,2 MPa (diambil dari tabel Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan).
3. Menghitung nilai tambah (M) = K . Sd
   = 1,64 . 4,2 . 1,0
   = 6,89

   Keterangan : K = 1,64
   1,0 = faktor pengali (didapat dari faktor pengali deviasi standar).

Tabel 1. Nilai deviasi standar untuk berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	sd (MPa)
memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	**4,2**
Cukup	5,6
Jelek	7
Tanpa kendali	8,4

4. Menetapkan Kuat Tekan Rata-rata yang direncanakan :

$$f'_{cr} = f'_c + M$$
$$= 20 + 6,89 = 26,89 \text{ MPa}$$

Keterangan : f'_{cr} = kuat tekan rata-rata

f'_c = kuat tekan yang disiyaratkan

M = nilai tambah, Nilai tambah diambil 12 Mpa, jika pelaksana tidak mempunyai pengalaman sebelumnya (Triono. B).

5. Menetapkan jenis semen.

   Digunakan semen portland merek Gresik 40 Kg.

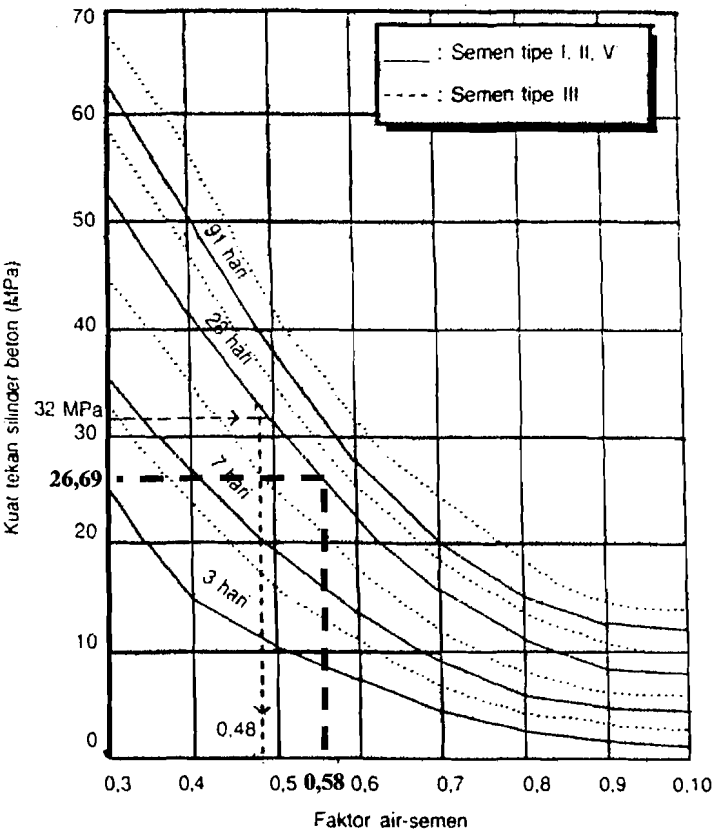
6. Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil).

   Digunakan jenis pasir agak halus (termasuk daerah II).

   Digunakan jenis kerikil batu pecah ukuran maksimum 20 mm.

7. Menetapkan faktor air semen.

   Cara I : 0,58 (didapat dari grafik hubungan faktor air semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton).

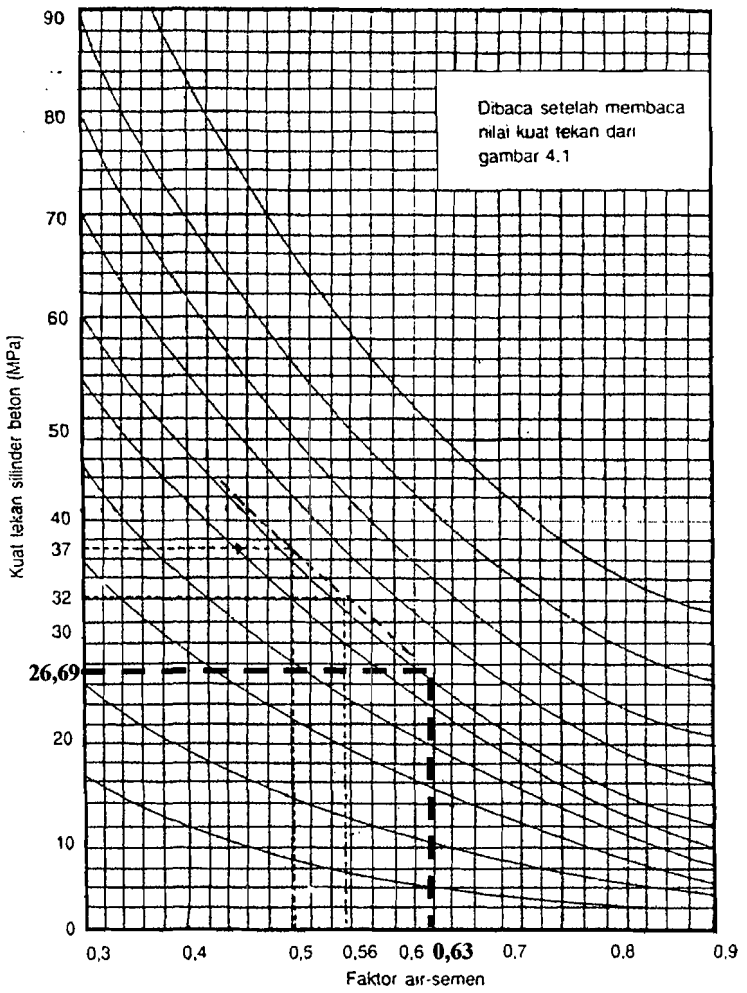


Grafik 1. faktor air semen

Cara II : 0,62 (didapat dari grafik mencari faktor air semen, dengan tabel kuat tekan beton berdasarkan jenis semen dan jenis agregat umur beton 28 hari).

Tabel 2. Nilai kuat tekan beton

Jenis semen	Jenis agregat kasar(kerikil)	Umur Beton			
		3	7	28	91
I, II, III	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	**37**	45
IV	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48



Grafik 2. Mencari faktor air semen

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA

Cara III : 0,6 (didapat dari nilai terendah tabel persyaratan fas untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus).

Dari ketiga cara di atas diambil nilai fas terkecil, yaitu = 0,58.

8. Menetapkan nilai *slump*

Berdasarkan tabel penetapan nilai *slump* untuk struktur plat, balok, kolom dan dinding, nilai *slump* adalah antara 7,5 – 15,0.

Tabel 3. Penetapan nilai *slump* (cm)

Pemakaian Beton	Maks	Min
• Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
• Pondasi telapak tidak bertulang koison, struktur dibawah tanah	9,0	2,5
• Pelat, balok, kolom dan dinding	**15,0**	**7,5**
• Pengerasan jalan	7,5	5,0
• Pembetonan masal	7,5	2,5

9. Menetapkan ukuran butir agregat maksimum (Kerikil).

Ukuran butir agregat batu pecah maksimum (pengayakan) = 20 mm.

10. Menetapkan kebutuhan air (A).

$A = 0{,}67\ A_h + 0{,}33\ A_k$

Berdasarkan tabel kebutuhan air berdasarkan agregat maka :

A_h = 225 (jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus)

A_k = 225 (jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasar).

Sehingga : $A = (0{,}67 \times 225) + (0{,}33 \times 225)$

$= 225$ liter/m^3.

Nilai-nilai A_h dan A_k didapat dari tabel perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (liter).

Tabel 4. Kebutuhan air per meter kubik beton (liter)

Besar ukuran maks kerikil (mm)	Jenis batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	**225**
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	**225**
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

11. Menetapkan kebutuhan semen

$$= \frac{\text{air}}{\text{faktor air semen}} = \frac{225}{0{,}58} = 387{,}931 \text{ kg} \approx 388 \text{ kg}.$$

12. Menentukan golongan pasir

Berdasarkan tabel gradasi pasir, maka digunakan pasir golongan II

13. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil

Berdasarkan grafik persentase agregat halus terhadap keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm, didapat :

Presentasi pasir = 42 %

Persentasi kerikil = 58 %

(Grafik hubungan fas, *slump* dan ukuran butir maksimum).

14. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

$$\text{Bj campuran} = \frac{43}{100} x\, 2{,}58 + \frac{58}{100} x\, 2{,}66 = 2{,}626 \approx 2{,}63.$$

15. Menentukan berat beton

Berat beton = 2335 kg/m^3

(Grafik hubungan kandungan air dan berat jenis campuran dan berat beton).

16. Menentukan Kebutuhan Pasir dan Kerikil

Berat pasir + kerikil = berat beton – keb. Air – keb. Semen

= 2335 - 225 - 388

= 1722 kg.

17. Menentukan kebutuhan pasir

Kebutuhan pasir = keb. Pasir dan kerikil x presentasi berat pasir

= 1722 x 42 %

= 723,24 kg ≈ 723,3 kg.

18. menentukan kebutuhan kerikil

kebutuhan kerikil = keb pasir dan kerikil – keb pasir

= 1722,069 - 723,3 = 998,769 ≈ 998,8 kg.

Kesimpulan :

Untuk 1 m^3 beton dibutuhkan :

a. Air = 225 liter c. Pasir = 723,3 kg

b. Semen = 388 kg d. Kerikil = 998,8 kg

Untuk 1 Silinder beton dibutuhkan :

Volume Silinder = 5298,75 cm^3 = 0,00529875 m^3

a. Air = 0,00529875 x 225 = 1,192 x 1,15 = 1,371 liter.

b. Semen = 0,00529875 x 388 = 2,056 x 1,15 = 2,364 kg.

c. Pasir = 0,00529875 x 723,3 = 3,832 x 1,15 = 4,407 kg

d. Kerikil = 0,00529875 x 998,8 = 5,292 x 1,15 = 6,086 kg.

Untuk 5 Silinder beton dibutuhkan :

Volume Silinder = 5298,75 cm^3 = 0,00529875 x 5 = 0,026494 m^3

a. Air = 0,026494 x 225 x 1,15 = 6,855 liter.

b. Semen = 0,026494 x 388 x 1,15 = 11,822 kg.

c. Pasir = 0,026494 x 723,3 x 1,15 = 22,038 kg

d. Kerikil = 0,026494 x 998,8 x 1,15 = 30,431 kg.

Serbuk kayu ulin yang digunakan untuk mengganti berat pasir dalam campuran beton.

1. **Untuk 5 % Serbuk Kayu pada 5 Silinder Beton :**

   5 % x 22,038 = 1,102 kg

   Kebutuhan pasir = 22,038 – 1,102

   = 20,9 kg

   Kcbutuhan serbuk kayu = 1,102 kg

2. **Untuk 10 % Serbuk Kayu pada 5 Silinder Beton :**

   10 % x 22,038 = 2,2038

   Kebutuhan pasir = 22,038 – 2,2038

   = 19,8 kg

   Kebutuhan serbuk kayu = 2,2038 kg

3. **Untuk 15 % Serbuk Kayu pada 5 Silinder Beton :**

   15 % x 22,038 = 3,3057

   Kebutuhan pasir = 22,038 – 3,3057

   = 18,7 kg

   Kebutuhan serbuk kayu = 3,3057 kg

4. **Untuk 20 % Serbuk Kayu pada 5 Silinder Beton :**

   20 % x 22,038 = 4,4076

   Kebutuhan pasir = 22,038 – 4,4076

   = 17,6 kg

   Kebutuhan serbuk kayu = 4,4076 kg

Kebutuhan Serbuk Kayu Ulin untuk 1 Campuran adukan (5 Silinder)

Serbuk %	Kebutuhan Material (kg)					
	Alcasit	Semen	Pasir	Kerikil	Air	Serbuk
0	0,023	11,822	22,038	30,431	6,855	0
5	0,023	11,822	20,9	30,431	6,855	1,102
10	0,023	11,822	19,8	30,431	6,855	2,204
15	0,023	11,822	18,7	30,431	6,855	3,306
20	0,023	11,822	17,6	30,431	6,855	4,408

LAMPIRAN D

TABEL HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Lampiran D.1

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Tabel Kuat Tekan
Sampel : Beton Normal 0%

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BN-0 -1	12.80	31	15	176.63	2338	404.20	41203	233.28	23.33
BN-0 -2	12.79	30.5	14.9	174.28	2406	397.30	40499	232.38	23.24
BN-0 -3	12.79	30.5	15	176.63	2374	359.80	36677	207.65	20.77
			Rata - rata		**2373**			**224.44**	**22.44**

Tabel Kuat Tekan
Sampel : Beton Normal 0% + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BNA-0 -1	12.10	30	15	176.63	2284	366.80	37390	211.69	21.17
BNA-0 -2	12.25	31	15	176.63	2237	375.00	38226	216.43	21.64
BNA-0 -3	12.90	31	15	176.63	2356	392.60	40020	226.58	22.66
			Rata - rata		**2292**			**218.23**	**21.82**

Tabel Kuat Tekan

Sampel : Beton Serbuk Kayu Ulin 5% + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BSKUA-5 -1	11.82	31.00	15.00	176.63	2159	268.90	27411	155.19	15.52
BSKUA-5 -2	11.78	30.00	14.95	175.45	2238	259.00	26402	150.48	15.05
BSKUA-5 -3	11.79	30.00	15.00	176.63	2225	259.20	26422	149.59	14.96
			Rata - rata		**2207**			**151.76**	**15.18**

Tabel Kuat Tekan

Sampel : Beton serbuk Kayu Ulin 10 % + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BSKUA-10 -1	11.65	29.95	15	176.63	2202	239.30	24393	138.11	13.81
BSKUA-10 -2	11.68	29.98	15	176.63	2206	240.80	24546	138.97	13.90
BSKUA-10 -3	11.70	30	15	176.63	2208	248.90	25372	143.65	14.36
			Rata - rata		**2205**			**140.24**	**14.02**

Tabel Kuat Tekan

Sampel : Beton Serbuk Kayu Ulin 15% + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BSKUA-15 -1	11.50	30	15	176.63	2170	203.10	20703	117.22	11.72
BSKUA-15 -2	11.50	30	15	176.63	2170	221.30	22559	127.72	12.77
BSKUA-15 -3	11.50	31	15	176.63	2100	188.20	19185	108.62	10.86
			Rata - rata		**2147**			**117.85**	**11.79**

Tabel Kuat Tekan

Sampel : Beton Serbuk Kayu Ulin 20% + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BSKUA-20 -1	11.00	30.00	14.90	174.28	2104	176.10	17951	103.00	10.30
BSKUA-20 -2	11.19	30.00	15.05	177.80	2098	182.20	18573	104.46	10.45
BSKUA-20 -3	11.11	30.00	15.05	177.80	2083	197.60	20143	113.29	11.33
			Rata - rata		**2095**			**106.92**	**10.69**

Lampiran D.2

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Tabel Kuat Tekan
Sampel : Beton Normal 0%

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BN-0 -1	12.85	30.5	15.6	191.04	2205	540.60	55107	288.46	28.85
BN-0 -2	12.71	30.1	15.15	180.18	2344	471.90	48104	266.98	26.70
BN-0 -3	12.50	30	15.1	178.99	2328	525.40	53558	299.22	29.92
BN-0 -4	12.60	31	15.1	178.99	2271	300.40	30622	171.08	17.11
BN-0 -5	12.60	30	15.2	181.37	2316	456.60	46544	256.63	25.66
			Rata - rata		**2293**			**256.48**	**25.65**

Tabel Kuat Tekan
Sampel : Beton Normal 0% + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BNA-0 -1	11.90	30	15	176.63	2246	395.20	40285	228.08	22.81
BNA-0 -2	11.94	30.1	15	176.63	2246	420.90	42905	242.92	24.29
BNA-0 -3	12.00	30.2	15	176.63	2250	426.20	43445	245.98	24.60
BNA-0 -4	11.90	30	15	176.63	2246	382.30	38970	220.64	22.06
BNA-0 -5	11.90	30	15	176.63	2246	400.30	40805	231.03	23.10
			Rata - rata		**2247**			**233.73**	**23.37**

Tabel Kuat Tekan

Sampel : Beton Serbuk Kayu Ulin 5% + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BSKUA-5 -1	11.90	31	14.96	175.68	2185	367.20	37431	213.06	21.31
BSKUA-5 -2	11.83	29.94	15	176.63	2237	374.70	38196	216.25	21.63
BSKUA-5 -3	11.85	30.03	15	176.63	2234	353.40	36024	203.96	20.40
BSKUA-5 -4	11.90	30.05	15	176.63	2242	377.30	38461	217.75	21.78
BSKUA-5 -5	11.83	29.98	15	176.63	2234	374.60	38186	216.20	21.62
			Rata - rata		**2226**			**213.44**	**21.34**

Tabel Kuat Tekan

Sampel : Beton serbuk Kayu Ulin 10 % + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BSKUA-10 -1	11.60	30.00	15.01	176.86	2186	347.90	35464	200.52	20.05
BSKUA-10 -2	11.60	29.90	14.92	174.75	2220	325.10	33140	189.64	18.96
BSKUA-10 -3	11.58	30.00	15.00	176.63	2185	333.50	33996	192.48	19.25
BSKUA-10 -4	11.60	30.01	14.90	174.28	2218	316.60	32273	185.18	18.52
BSKUA-10 -5	11.65	30.00	15.00	176.63	2199	348.00	35474	200.84	20.08
			Rata - rata		**2202**			**193.73**	**19.37**

Tabel Kuat Tekan

Sampel : Beton Serbuk Kayu Ulin 15% + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BSKUA-15 -1	11.55	30	15.01	176.86	2177	333.30	33976	192.10	19.21
BSKUA-15 -2	11.30	30	15.00	176.63	2133	296.00	30173	170.83	17.08
BSKUA-15 -3	11.50	29.98	14.92	174.75	2195	306.30	31223	178.68	17.87
BSKUA-15 -4	11.55	30	15.00	176.63	2180	332.40	33884	191.84	19.18
BSKUA-15 -5	11.51	30.03	14.93	174.98	2190	325.20	33150	189.45	18.94
			Rata - rata		**2175**			**184.58**	**18.46**

Tabel Kuat Tekan

Sampel : Beton Serbuk Kayu Ulin 20% + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BSKUA-20 -1	11.29	29.93	15.3	183.76	2053	321.90	32813	178.57	17.86
BSKUA-20 -2	11.20	29.96	15.3	183.76	2034	280.30	28573	155.49	15.55
BSKUA-20 -3	11.25	30.03	15.05	177.80	2107	310.50	31651	178.01	17.80
BSKUA-20 -4	11.20	31.03	15	176.63	2044	295.20	30092	170.37	17.04
BSKUA-20 -5	11.19	29.92	15	176.63	2117	254.20	25912	146.71	14.67
			Rata - rata		**2071**			**165.83**	**16.58**

LAMPIRAN C

HASIL ANALISIS REGRESI VARIASI SERBUK KAYU ULIN DAN *ALCASIT* TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

Analisis regresi variasi persentase serbuk kayu ulin tambah *alcasit* terhadap kuat tekan beton

1. Beton umur 7 hari

No	X	Y	X^2	X^3	X^4	X.Y	X^2.Y	(Y-Ŷ)	$(Y-\hat{Y})^2$	$(Y-a_0-a_1.X-a_2.X^2)^2$
1	0	22.44	0	0	0	0	0	6.45	41.60	0.3896
2	0*	21.82	0	0	0	0	0	5.83	33.99	0.0000
3	5	15.18	25	125	625	75.9	379.5	-0.81	0.66	2.3453
4	10	14.02	100	1000	10000	140.2	1402	-1.97	3.88	0.6410
5	15	11.79	225	3375	50625	176.85	2652.75	-4.20	17.64	0.2027
6	20	10.69	400	8000	160000	213.8	4276	-5.30	28.09	0.1463
Σ	50	95.94	750	12500	221250	606.75	8710.25	0.0	125.86	3.7248

* beton normal tambah alcasit

X = Variasi serbuk kayu ulin tambah *alcasit* (%)
Y = Kuat tekan beton (MPa)

$$\overline{X} = \frac{50}{6} = 8{,}33$$

$$\overline{Y} = \frac{95{,}94}{6} = 15{,}99$$

Dengan metode eliminasi Gauss, maka bentuk matriksnya adalah :

$$\begin{pmatrix} m & \Sigma X & \Sigma X^2 \\ \Sigma X & \Sigma X^2 & \Sigma X^3 \\ \Sigma X^2 & \Sigma X^3 & \Sigma X^4 \end{pmatrix} \begin{Bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \Sigma Y \\ \Sigma X.Y \\ \Sigma X^2.Y \end{Bmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 6 & 50 & 750 \\ 50 & 750 & 12500 \\ 750 & 12500 & 221250 \end{pmatrix} \begin{Bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 95{,}94 \\ 606{,}75 \\ 8710{,}25 \end{Bmatrix}$$

Perbesaran matriksnya menjadi :

$$\begin{pmatrix} 6 & 50 & 750 & 95{,}94 \\ 50 & 750 & 12500 & 606{,}75 \\ 750 & 12500 & 221250 & 8710{,}25 \end{pmatrix}$$

E2 : $0 + 333{,}3x_2 + 6250x_3 = -192{,}75$
E3 : $0 + 6250x_2 + 127500x_3 = -3282{,}25$

Matriks baru menjadi :

$$\begin{pmatrix} 6 & 50 & 750 & 95{,}94 \\ 0 & 333{,}3 & 6250 & -192{,}75 \\ 0 & 6250 & 127500 & -3282{,}25 \end{pmatrix}$$

E3 : $0 + 0 + 10300{,}78x_3 = 332{,}17$

Matriks baru menjadi :

$$\begin{pmatrix} 6 & 50 & 750 & 95,94 \\ 0 & 333,3 & 6250 & -192,75 \\ 0 & 0 & 10300,78 & 332,17 \end{pmatrix}$$

Uraian persamaan matriknya adalah :

$$\begin{aligned} E1 &= 6x_1 + 50x_2 + 750x_3 = 95,94 \\ E2 &= 333,3x_2 + 6250x_3 = -192,75 \\ E3 &= 10300,78x_3 = 332,17 \end{aligned}$$

Dengan backward substitution, maka diperoleh nilai :

$$x_3 = \frac{332,17}{10300,78} = 0,0322$$

$$x_2 = \frac{(-192,75 - (6250 * 0,0322))}{333,3} = -1,1821$$

$$x_1 = \frac{(95,94 - (750 * 0,0322) - (50 * (-1,1821))}{6} = 21,816$$

jadi : $x_1 = 21,816$ $a_0 = 21,816$
$x_2 = -1,1821$ $a_1 = -1,1821$
$x_3 = 0,0322$ $a_2 = 0,0322$

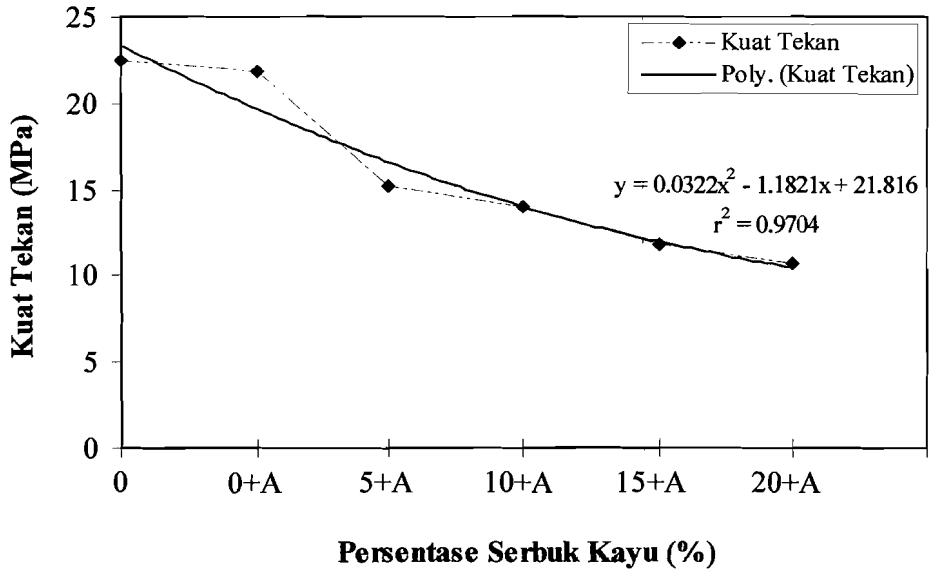
Persamaan kuadrat terkecil tingkat-dua adalah :

$$\hat{Y} = 21,816 - 1,1821x\ 0,0322x^2$$

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{S_r}{n-(m+1)}} = \sqrt{\frac{3,7248}{6-(2+1)}} = 1,11$$

$$r^2 = \frac{S_t - S_r}{S_t} = \frac{125,86 - 3,7248}{125,86} = 0,9704$$

$r = 0,9851 \geq 0,66 \rightarrow$ Tingkat hubungan kuat



Grafik regresi serbuk kayu ulin tambah *alcasit* terhadap kuat tekan beton umur 7 hari

2. Beton umur 28 hari

No	X	Y	X^2	X^3	X^4	X.Y	$X^2.Y$	$(Y-\hat{Y})$	$(Y-\hat{Y})^2$	$(Y-a_0-a_1.X-a_2.X^2)^2$
1	0	25.65	0	0	0	0	0	4.86	23.57	1.5354
2	0*	23.37	0	0	0	0	0	2.58	6.63	1.0834
3	5	21.34	25	125	625	106.7	533.5	0.55	0.30	0.1230
4	10	19.37	100	1000	10000	193.7	1937	-1.43	2.03	0.0229
5	15	18.46	225	3375	50625	276.9	4153.5	-2.34	5.45	0.3110
6	20	16.58	400	8000	160000	331.6	6632	-4.22	17.77	0.0645
Σ	50	124.77	750	12500	221250	908.90	13256	0.0	55.7478	3.1403

* beton normal tambah alcasit

X = Variasi serbuk kayu ulin tambah *alcasit* (%)
Y = Kuat tekan beton (MPa)

$$\overline{X} = \frac{50}{6} = 8{,}33$$

$$\overline{Y} = \frac{124{,}77}{6} = 20{,}8$$

Dengan metode eliminasi Gauss, maka bentuk matriksnya adalah :

$$\begin{bmatrix} 6 & 50 & 750 \\ 50 & 750 & 12500 \\ 750 & 12500 & 221250 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 124{,}77 \\ 908{,}90 \\ 13256 \end{Bmatrix}$$

Perbesaran matriksnya menjadi :

$$\begin{pmatrix} 6 & 50 & 750 & 124,77 \\ 50 & 750 & 12500 & 908,9 \\ 750 & 12500 & 221250 & 13256 \end{pmatrix}$$

E2 : $0 + 333,3x_2 + 6250x_3 = -130,85$
E3 : $0 + 6250x_2 + 127500x_3 = -2340,25$

Matriks baru menjadi :

$$\begin{pmatrix} 6 & 50 & 750 & 124,77 \\ 0 & 333,3 & 6250 & -130,85 \\ 0 & 6250 & 127500 & -2340,25 \end{pmatrix}$$

E3 : $0 + 0 + 10300,78x_3 = 113,43$

Matriks baru menjadi :

$$\begin{pmatrix} 6 & 50 & 750 & 124,77 \\ 0 & 333,3 & 6250 & -130,85 \\ 0 & 0 & 10300,78 & 113,43 \end{pmatrix}$$

Uraian persamaan matriknya adalah :

E1 = $6x_1 + 50x_2 + 750x_3 = 124,77$
E2 = $333,3x_2 + 6250x_3 = -130,85$
E3 = $10300,78x_3 = 113,43$

Dengan backward substitution, maka diperoleh nilai :

$$x_3 = \frac{113,43}{10300,78} = 0,0110$$

$$x_2 = \frac{(-130,85 - (6250 * 0,0110))}{333,3} = -0,5991$$

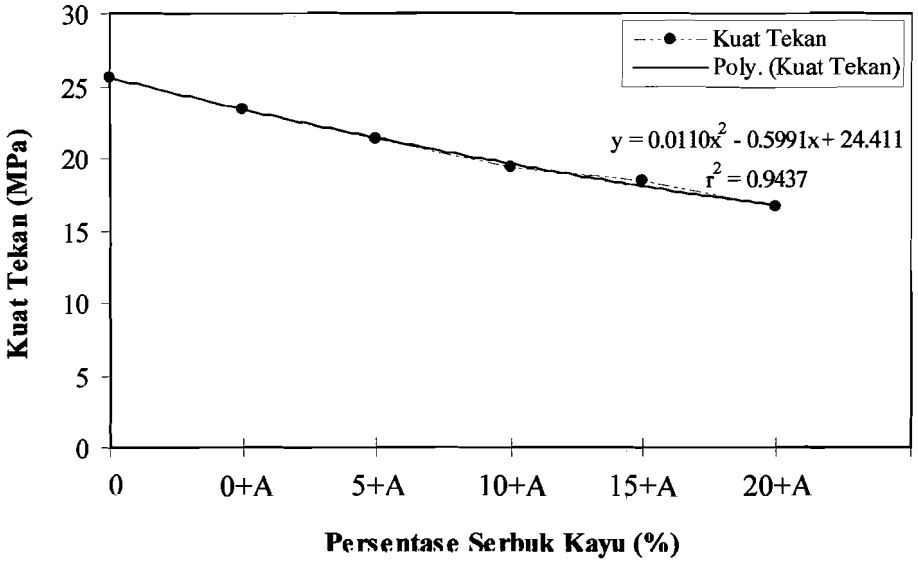
$$x_1 = \frac{(124,77 \quad (750 * 0,0110) - (50 * (-0,5991))}{6} = 24,411$$

jadi : $x_1 = 24,411$ $a_0 = 24,411$
$x_2 = -0,5991$ $a_1 = -0,5991$
$x_3 = 0,0110$ $a_2 = 0,0110$

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{S_r}{n-(m+1)}} = \sqrt{\frac{3,1403}{6-(2+1)}} = 1,02$$

$$r^2 = \frac{S_t - S_r}{S_t} = \frac{55,7478 - 3,7248}{55,7478} = 0,9437$$

$r = 0,9714 \geq 0,66 \rightarrow$ Tingkat hubungan kuat



Grafik regresi serbuk kayu ulin tambah *alcasit* terhadap kuat tekan beton umur 28 hari

Analisis regresi variasi persentase serbuk kayu ulin tambah *alcasit* terhadap kuat tarik beton

No	X	Y	X^2	X^3	X^4	X.Y	$X^2.Y$	(Y-Ŷ)	$(Y-\hat{Y})^2$	$(Y-a_0-a_1.X-a_2.X^2)^2$
1	0	2.839	0	0	0	0	0	0.39	0.15	0.0010
2	0*	2.787	0	0	0	0	0	0.34	0.11	0.0004
3	5	2.631	25	125	625	13.2	65.775	0.18	0.03	0.0012
4	10	2.494	100	1000	10000	24.9	249.4	0.04	0.00	0.0018
5	15	2.143	225	3375	50625	32.1	482.175	-0.31	0.09	0.0005
6	20	1.811	400	8000	160000	36.22	724.4	-0.64	0.41	0.0000
Σ	50	14.71	750	12500	221250	106.46	1522	0.0	0.8022	0.0049

* beton normal tambah alcasit

X = Variasi serbuk kayu ulin tambah *alcasit* (%)
Y = Kuat tekan beton (MPa)

$$\overline{X} = \frac{50}{6} = 8{,}33$$

$$\overline{Y} = \frac{14{,}71}{6} = 2{,}45$$

Dengan metode eliminasi Gauss, maka bentuk matriksnya adalah :

$$\begin{pmatrix} 6 & 50 & 750 \\ 50 & 750 & 12500 \\ 750 & 12500 & 221250 \end{pmatrix} \begin{Bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 14{,}71 \\ 106{,}46 \\ 1522 \end{Bmatrix}$$

Perbesaran matriksnya menjadi :

$$\begin{pmatrix} 6 & 50 & 750 & 14,71 \\ 50 & 750 & 12500 & 106,46 \\ 750 & 12500 & 221250 & 1522 \end{pmatrix}$$

E2 : $0 + 333,3x_2 + 6250x_3 = -16,08$
E3 : $0 + 6250x_2 + 127500x_3 = -316,375$

Matriks baru menjadi :

$$\begin{pmatrix} 6 & 50 & 750 & 14,71 \\ 0 & 333,3 & 6250 & -16,08 \\ 0 & 6250 & 127500 & -316,375 \end{pmatrix}$$

E3 : $0 + 0 + 10300,78x_3 = -14,81$

Matriks baru menjadi :

$$\begin{pmatrix} 6 & 50 & 750 & 14,71 \\ 0 & 333,3 & 6250 & -16,08 \\ 0 & 0 & 10300,78 & -14,81 \end{pmatrix}$$

Uraian persamaan matriknya adalah :

$$\begin{aligned} E1 &= 6x_1 + 50x_2 + 750x_3 = 14,71 \\ E2 &= 333,3x_2 + 6250x_3 = -16,08 \\ E3 &= 10300,78x_3 = -14,81 \end{aligned}$$

Dengan backward substitution, maka diperoleh nilai :

$$x_3 = \frac{-14,81}{10300,78} = -0,0014$$

$$x_2 = \frac{(-16,08 - (6250 * (-0,0014)))}{333,3} = -0,0213$$

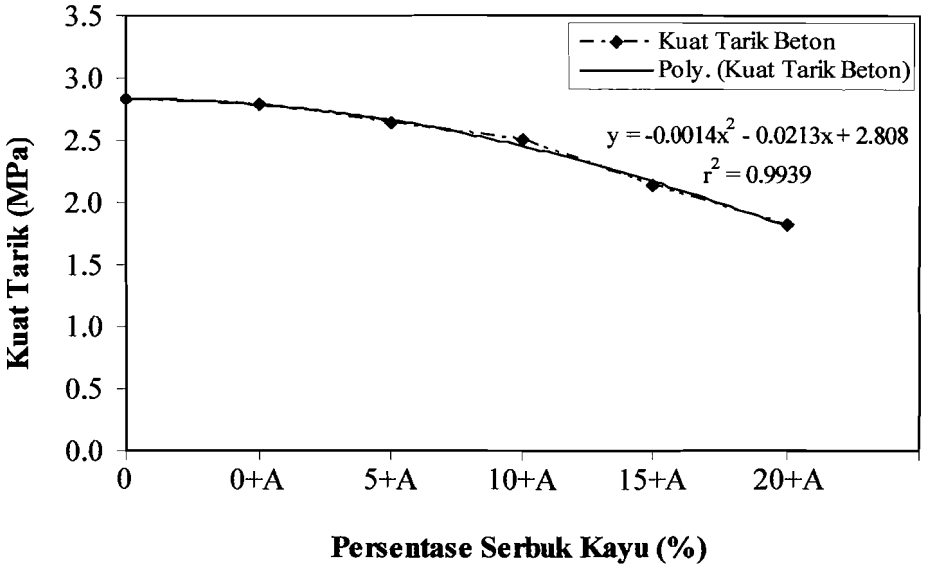
$$x_1 = \frac{(14,71 - (750 * (-0,0014)) - (50 * (-0,0213))}{6} = 2,808$$

jadi : $x_1 = 2,808$ $a_0 = 2,808$
$x_2 = -0,0213$ $a_1 = -0,0213$
$x_3 = -0,0014$ $a_2 = -0,0014$

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{S_r}{n-(m+1)}} = \sqrt{\frac{0,0049}{6-(2+1)}} = 0,04$$

$$r^2 = \frac{S_t - S_r}{S_t} = \frac{0,8022 - 0,0049}{0,8022} = 0,9939$$

$r = 0,9969 \geq 0,66 \rightarrow$ Tingkat hubungan kuat



Grafik regresi serbuk kayu ulin tambah *alcasit* terhadap kuat tarik beton

LAMPIRAN F

TABEL HASIL PENGUJIAN TEGANGAN-REGANGAN BETON UMUR 7 HARI

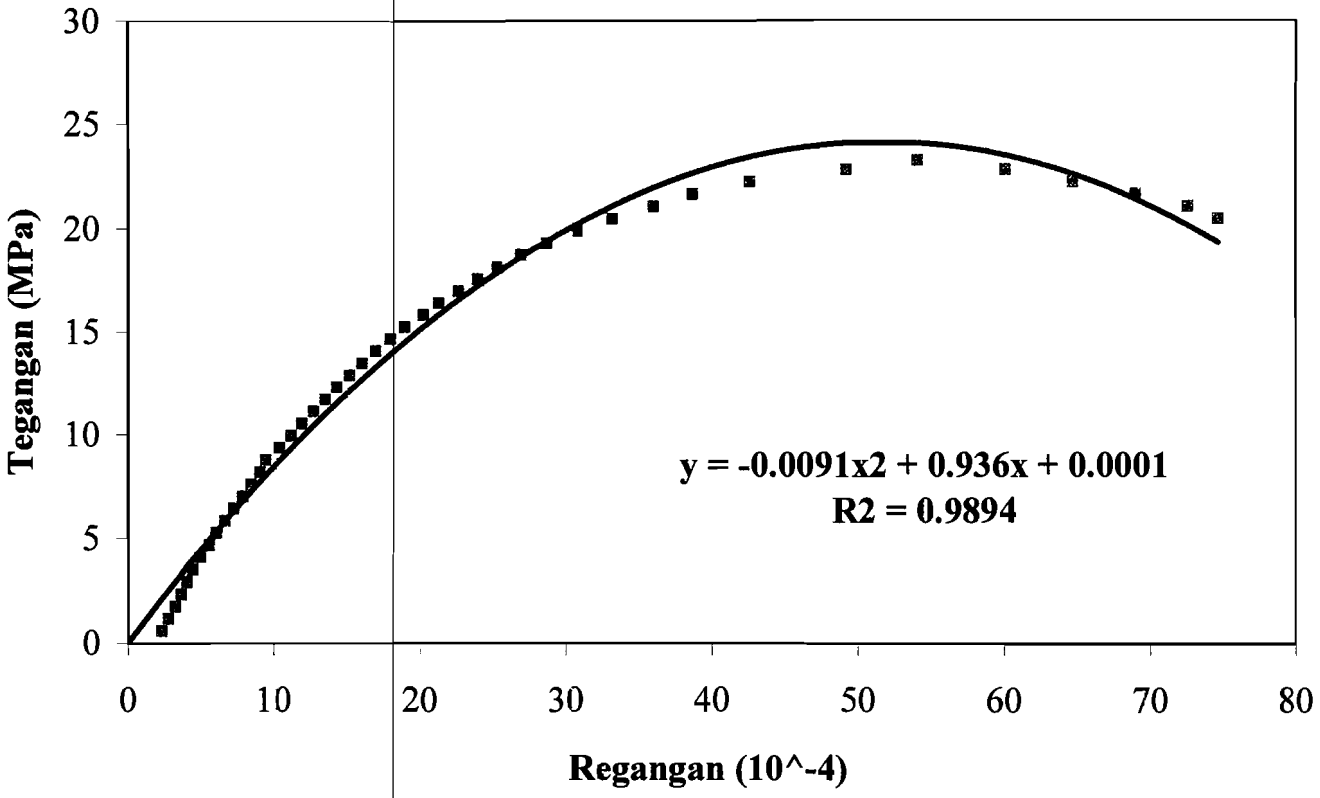
Lampiran F.1

Tabel Hasil pengujian tegangan-regangan BN-0

Sampel BN - 0
Diameter 14.9 cm
Luas (Ao) 174.28 cm^2
Tinggi (Lo) 150 mm

Beton Normal 0 %					
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^-3) mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg.Koreksi (10^-4)
0	0	0	0	0	0
10	1019.368	5	0.3333	0.5849	2.3173
20	2038.736	12	0.8000	1.1698	2.7840
30	3058.104	19	1.2667	1.7547	3.2506
40	4077.472	25	1.6667	2.3396	3.6506
50	5096.84	31	2.0667	2.9245	4.0506
60	6116.208	37	2.4667	3.5095	4.4506
70	7135.576	45	3.0000	4.0944	4.9840
80	8154.944	54	3.6000	4.6793	5.5840
90	9174.312	61	4.0667	5.2642	6.0506
100	10193.68	70	4.6667	5.8491	6.6506
110	11213.048	79	5.2667	6.4340	7.2506
120	12232.416	88	5.8667	7.0189	7.8506
130	13251.784	97	6.4667	7.6038	8.4506
140	14271.152	106	7.0667	8.1887	9.0506
150	15290.52	112	7.4667	8.7736	9.4506
160	16309.888	126	8.4000	9.3586	10.3840
170	17329.256	138	9.2000	9.9435	11.1840
180	18348.624	149	9.9333	10.5284	11.9173
190	19367.992	161	10.7333	11.1133	12.7173
~~200~~	~~20387.36~~	~~173~~	~~11.5333~~	~~11.6982~~	~~13.5173~~
210	21406.728	185	12.3333	12.2831	14.3173
220	22426.096	198	13.2000	12.8680	15.1840
230	23445.464	211	14.0667	13.4529	16.0506
240	24464.832	225	15.0000	14.0378	16.9840
250	25484.2	240	16.0000	14.6227	17.9840
260	26503.568	255	17.0000	15.2077	18.9840
270	27522.936	274	18.2667	15.7926	20.2506
280	28542.304	290	19.3333	16.3775	21.3173
290	29561.672	310	20.6667	16.9624	22.6506
300	30581.04	330	22.0000	17.5473	23.9840
310	31600.408	350	23.3333	18.1322	25.3173
320	32619.776	374	24.9333	18.7171	26.9173

330	33639.144	401	26.7333	19.3020	28.7173
340	34658.512	432	28.8000	19.8869	30.7840
350	35677.88	468	31.2000	20.4718	33.1840
360	36697.248	510	34.0000	21.0567	35.9840
370	37716.616	550	36.6667	21.6417	38.6506
380	38735.984	609	40.6000	22.2266	42.5840
390	39755.352	708	47.2000	22.8115	49.1840
397.3	**40499.491**	781	52.0667	23.2385	54.0506
390	39755.352	871	58.0667	22.8115	60.0506
380	38735.984	940	62.6667	22.2266	64.6506
370	37716.616	1005	67.0000	21.6417	68.9840
360	36697.248	1059	70.6000	21.0567	72.5840
350	35677.88	1090	72.6667	20.4718	74.6506



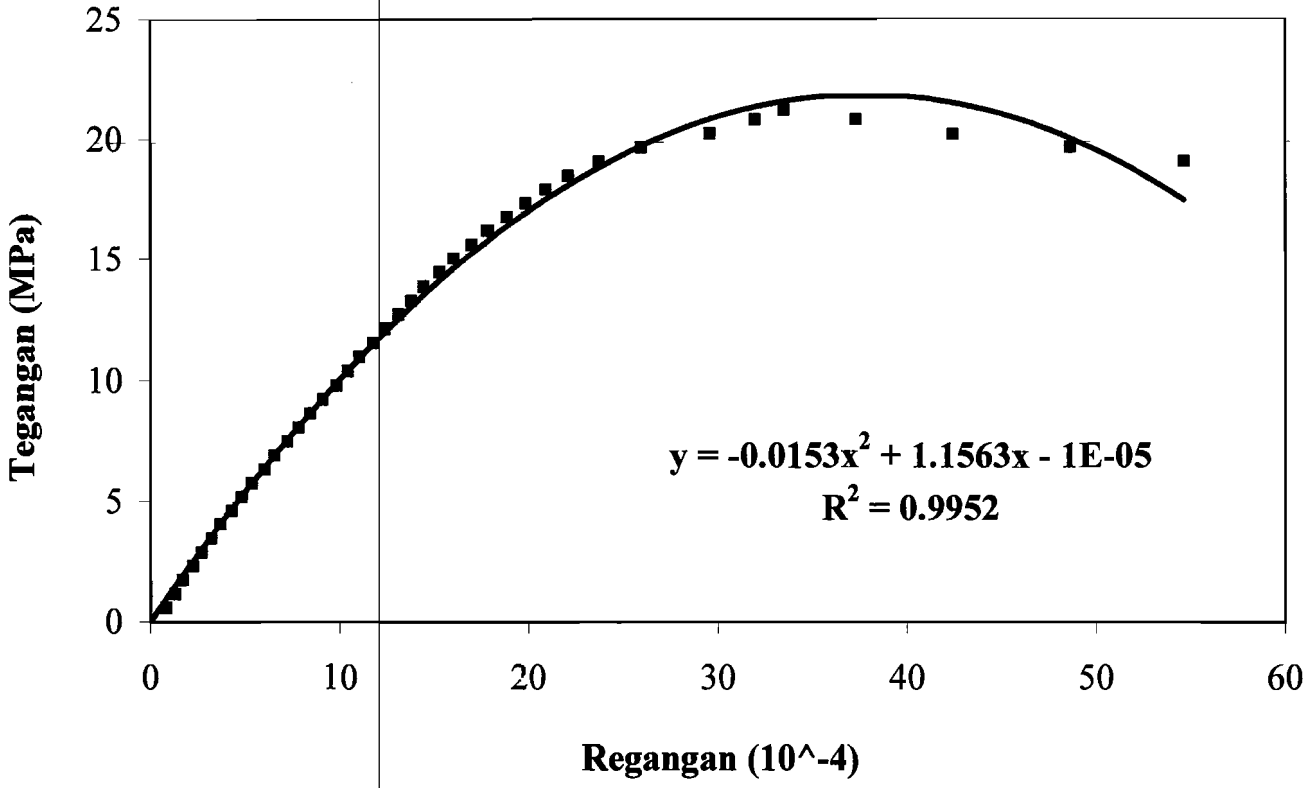
Grafik Tegangan-regangan koreksi BN-0

Lampiran F.2

Tabel Hasil pengujian tegangan-regangan BNA-0

Sampel : BNA-0
Diameter : 15.00 cm
Luas : 176.63 cm^2
Tinggi : 150.00 mm

Beton Normal + Alcasit					
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^-3) mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg.Koreksi (10^-4)
0	0	0	0	0	0
10	1019.37	8	0.533	0.577	0.835
20	2038.74	15	1.000	1.154	1.302
30	3058.10	21	1.400	1.731	1.702
40	4077.47	29	1.933	2.309	2.235
50	5096.84	36	2.400	2.886	2.702
60	6116.21	44	2.933	3.463	3.235
70	7135.58	51	3.400	4.040	3.702
80	8154.94	60	4.000	4.617	4.302
90	9174.31	68	4.533	5.194	4.835
100	10193.68	76	5.067	5.771	5.368
110	11213.05	86	5.733	6.349	6.035
120	12232.42	94	6.267	6.926	6.568
130	13251.78	104	6.933	7.503	7.235
140	14271.15	113	7.533	8.080	7.835
150	15290.52	122	8.133	8.657	8.435
160	16309.89	132	8.800	9.234	9.102
170	17329.26	143	9.533	9.811	9.835
180	18348.62	152	10.133	10.388	10.435
190	19367.99	161	10.733	10.966	11.035
200	20387.36	172	11.467	11.543	11.768
210	21406.73	181	12.067	12.120	12.368
220	22426.10	192	12.800	12.697	13.102
230	23445.46	202	13.467	13.274	13.768
240	24464.83	212	14.133	13.851	14.435
250	25484.20	225	15.000	14.428	15.302
260	26503.57	236	15.733	15.006	16.035
270	27522.94	250	16.667	15.583	16.968
280	28542.30	263	17.533	16.160	17.835
290	29561.67	278	18.533	16.737	18.835
300	30581.04	293	19.533	17.314	19.835
310	31600.41	309	20.600	17.891	20.902
320	32619.78	327	21.800	18.468	22.102
330	33639.14	351	23.400	19.046	23.702
340	34658.51	385	25.667	19.623	25.968
350	35677.88	439	29.267	20.200	29.568
360	36697.25	475	31.667	20.777	31.968
366.8	37390.42	498	33.200	21.169	33.502
360	36697.25	555	37.000	20.777	37.302
350	35677.88	632	42.133	20.200	42.435
340	34658.51	725	48.333	19.623	48.635
330	33639.14	815	54.333	19.046	54.635



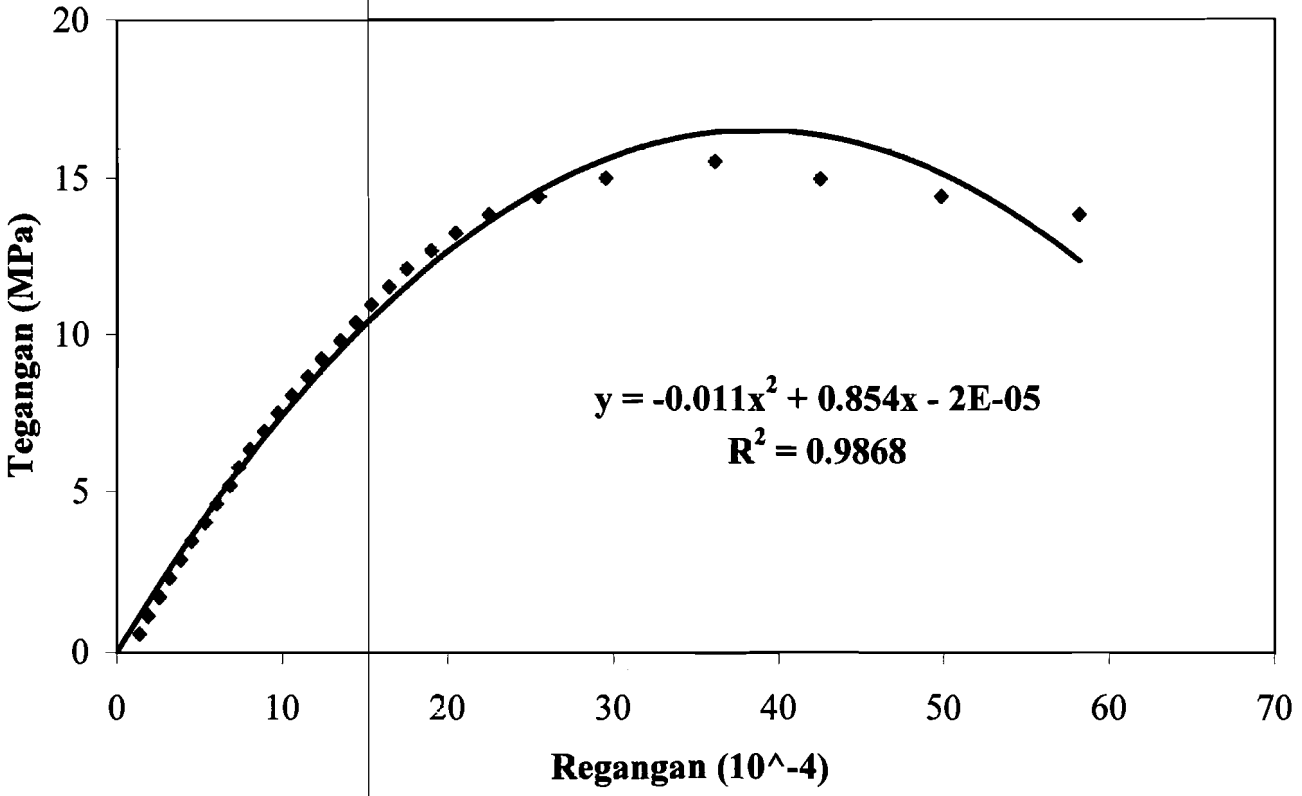
Grafik Tegangan-regangan koreksi BNA - 0

Lampiran F.3

Tabel Hasil pengujian tegangan-regangan BSKUA - 5

Sampel : BSKUA-5
Diameter : 15.00 cm
Luas : 176.63 cm^2
Tinggi : 150.00 mm

Beton Serbuk Kayu Ulin 5 % + Alcasit					
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^-3) mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg.Koreksi (10^-4)
0	0	0	0	0	0
10	1019.37	8	0.533	0.577	1.3695
20	2038.74	16	1.067	1.154	1.9028
30	3058.10	26	1.733	1.731	2.5695
40	4077.47	35	2.333	2.309	3.1695
50	5096.84	45	3.000	2.886	3.8362
60	6116.21	55	3.667	3.463	4.5028
70	7135.58	67	4.467	4.040	5.3028
80	8154.94	78	5.200	4.617	6.0362
90	9174.31	90	6.000	5.194	6.8362
100	10193.68	98	6.533	5.771	7.3695
110	11213.05	108	7.200	6.349	8.0362
120	12232.42	121	8.067	6.926	8.9028
130	13251.78	133	8.867	7.503	9.7028
140	14271.15	146	9.733	8.080	10.5695
150	15290.52	160	10.667	8.657	11.5028
160	16309.89	173	11.533	9.234	12.3695
170	17329.26	190	12.667	9.811	13.5028
180	18348.62	204	13.600	10.388	14.4362
190	19367.99	218	14.533	10.966	15.3695
200	20387.36	234	15.600	11.543	16.4362
210	21406.73	250	16.667	12.120	17.5028
220	22426.10	273	18.200	12.697	19.0362
230	23445.46	295	19.667	13.274	20.5028
240	24464.83	325	21.667	13.851	22.5028
250	25484.20	370	24.667	14.428	25.5028
260	26503.57	431	28.733	15.006	29.5695
268.9	27410.81	530	35.333	15.519	36.1695
260	26503.57	625	41.667	15.006	42.5028
250	25484.20	735	49.000	14.428	49.8362
240	24464.83	860	57.333	13.851	58.1695



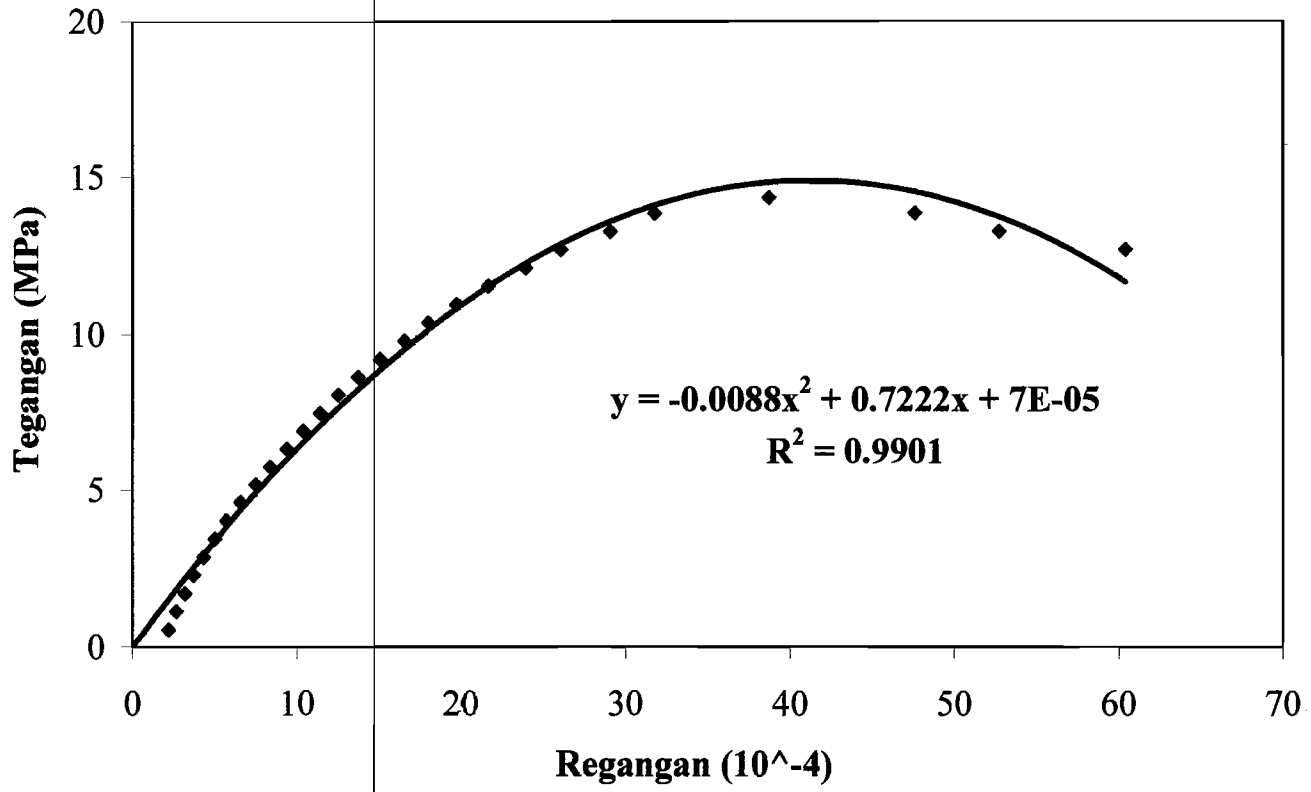
Grafik Tegangan-regangan koreksi BSKUA - 5

Lampiran F.4

Tabel Hasil pengujian tegangan-regangan BSKUA-10

Sampel : BSKUA-10
Diameter : 15.00 cm
Luas : 176.63 cm^2
Tinggi : 150.00 mm

Beton Serbuk Kayu Ulin 10 % + Alcasit					
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^-3) mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg.Koreksi (10^-4)
0	0	0	0	0	0
10	1019.37	7	0.467	0.577	2.1906
20	2038.74	14	0.933	1.154	2.6572
30	3058.10	22	1.467	1.731	3.1906
40	4077.47	30	2.000	2.309	3.7239
50	5096.84	39	2.600	2.886	4.3239
60	6116.21	49	3.267	3.463	4.9906
70	7135.58	60	4.000	4.040	5.7239
80	8154.94	73	4.867	4.617	6.5906
90	9174.31	87	5.800	5.194	7.5239
100	10193.68	100	6.667	5.771	8.3906
110	11213.05	115	7.667	6.349	9.3906
120	12232.42	130	8.667	6.926	10.3906
130	13251.78	145	9.667	7.503	11.3906
140	14271.15	162	10.800	8.080	12.5239
150	15290.52	180	12.000	8.657	13.7239
160	16309.89	200	13.333	9.234	15.0572
170	17329.26	222	14.800	9.811	16.5239
180	18348.62	244	16.267	10.388	17.9906
190	19367.99	270	18.000	10.966	19.7239
200	20387.36	299	19.933	11.543	21.6572
210	21406.73	333	22.200	12.120	23.9239
220	22426.10	365	24.333	12.697	26.0572
230	23445.46	410	27.333	13.274	29.0572
240	24464.83	451	30.067	13.851	31.7906
248.9	25372.07	555	37.000	14.365	38.7239
240	24464.83	688	45.867	13.851	47.5906
230	23445.46	765	51.000	13.274	52.7239
220	22426.10	880	58.667	12.697	60.3906



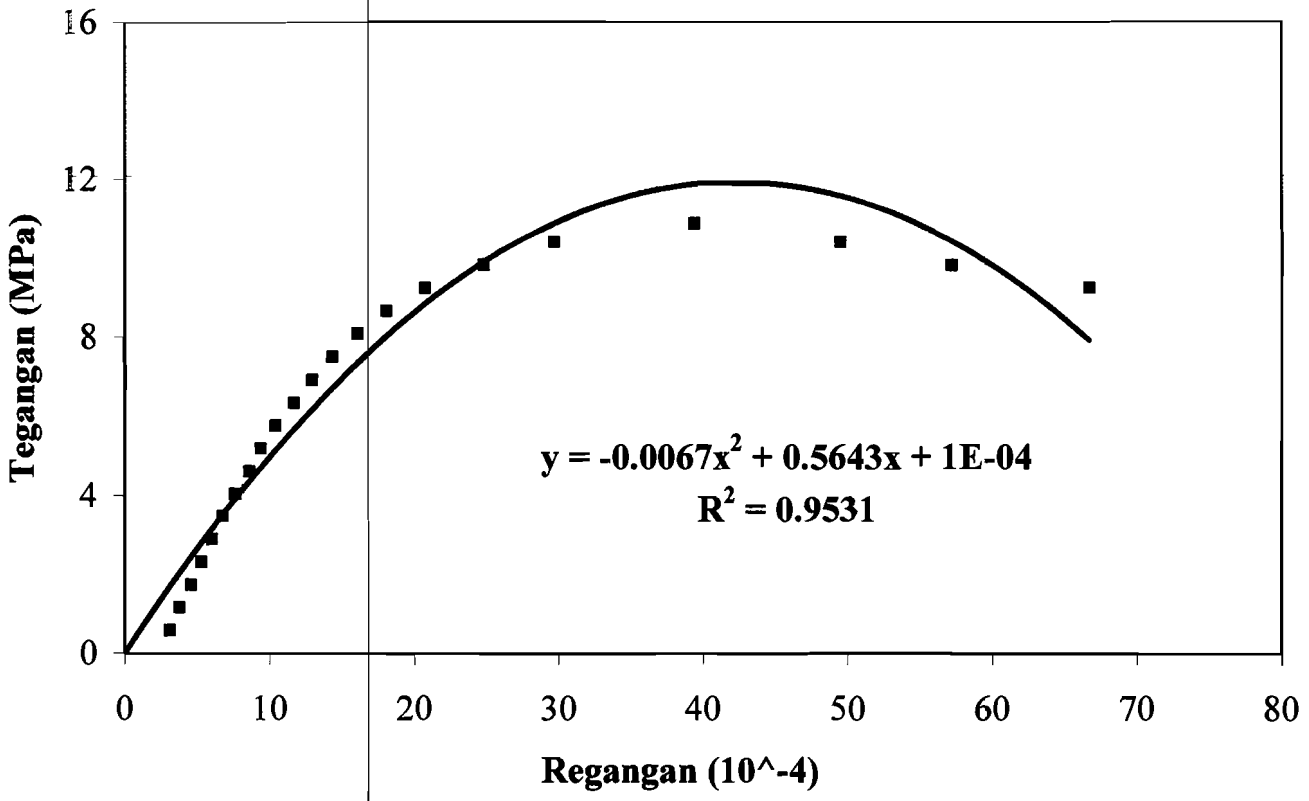
Grafik Tegangan-Regangan Koreksi BSKUA - 10

Lampiran F.5

Tabel Hasil pengujian tegangan-regangan BSKUA-15

Sampel : BSKUA-15
Diameter : 15.00 cm
Luas : 176.63 cm^2
Tinggi : 150.00 mm
Berat : 11.500 kg

Beton Serbuk Kayu Ulin 15 % + Alcasit					
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^-3) mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg.Koreksi (10^-4)
0	0	0	0	0	0
10	1019.37	11	0.733	0.577	3.0767
20	2038.74	21	1.400	1.154	3.7434
30	3058.10	33	2.200	1.731	4.5434
40	4077.47	44	2.933	2.309	5.2767
50	5096.84	55	3.667	2.886	6.0100
60	6116.21	66	4.400	3.463	6.7434
70	7135.58	79	5.267	4.040	7.6100
80	8154.94	94	6.267	4.617	8.6100
90	9174.31	106	7.067	5.194	9.4100
100	10193.68	121	8.067	5.771	10.4100
110	11213.05	140	9.333	6.349	11.6767
120	12232.42	159	10.600	6.926	12.9434
130	13251.78	180	12.000	7.503	14.3434
140	14271.15	206	13.733	8.080	16.0767
150	15290.52	236	15.733	8.657	18.0767
160	16309.89	276	18.400	9.234	20.7434
170	17329.26	337	22.467	9.811	24.8100
180	18348.62	410	27.333	10.388	29.6767
188.2	19184.51	555	37.000	10.862	39.3434
180	18348.62	707	47.133	10.388	49.4767
170	17329.26	822	54.800	9.811	57.1434
160	16309.89	965	64.333	9.234	66.6767



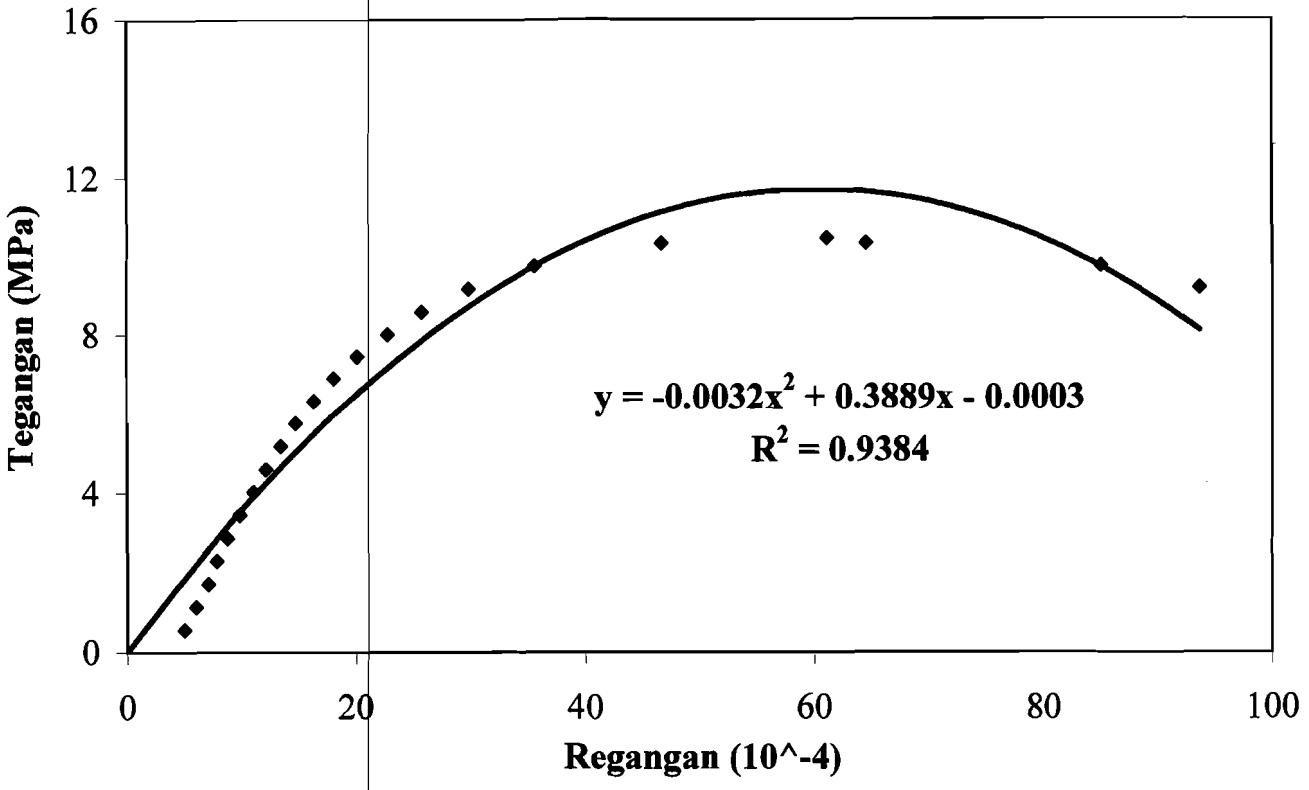
Grafik Tegangan-regangan koreksi BSKUA - 15

Lampiran F.6

Tabel Hasil pengujian tegangan-regangan BSKUA-20

Sampel : BSKUA-20
Diameter : 15.05 cm
Luas : 177.80 cm^2
Tinggi : 150.00 mm
Berat : 11.190 kg

Beton Serbuk Kayu Ulin 20 % + Alcasit					
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^-3) mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg.Korekasi (10^-4)
0	0	0	0	0	0
10	1019.37	14	0.933	0.573	4.9925
20	2038.74	29	1.933	1.147	5.9925
30	3058.10	45	3.000	1.720	7.0592
40	4077.47	56	3.733	2.293	7.7925
50	5096.84	71	4.733	2.867	8.7925
60	6116.21	87	5.800	3.440	9.8592
70	7135.58	105	7.000	4.013	11.0592
80	8154.94	121	8.067	4.586	12.1259
90	9174.31	140	9.333	5.160	13.3925
100	10193.68	160	10.667	5.733	14.7259
110	11213.05	183	12.200	6.306	16.2592
120	12232.42	210	14.000	6.880	18.0592
130	13251.78	240	16.000	7.453	20.0592
140	14271.15	280	18.667	8.026	22.7259
150	15290.52	325	21.667	8.600	25.7259
160	16309.89	386	25.733	9.173	29.7925
170	17329.26	473	31.533	9.746	35.5925
180	18348.62	639	42.600	10.320	46.6592
182.2	18572.88	855	57.000	10.446	61.0592
180	18348.62	907	60.467	10.320	64.5259
170	17329.26	1215	81.000	9.746	85.0592
160	16309.89	1344	89.600	9.173	93.6592



Grafik Tegangan-regangan koreksi BSKUA - 20

LAMPIRAN G

TABEL HASIL PENGUJIAN TEGANGAN-REGANGAN BETON UMUR 28 HARI

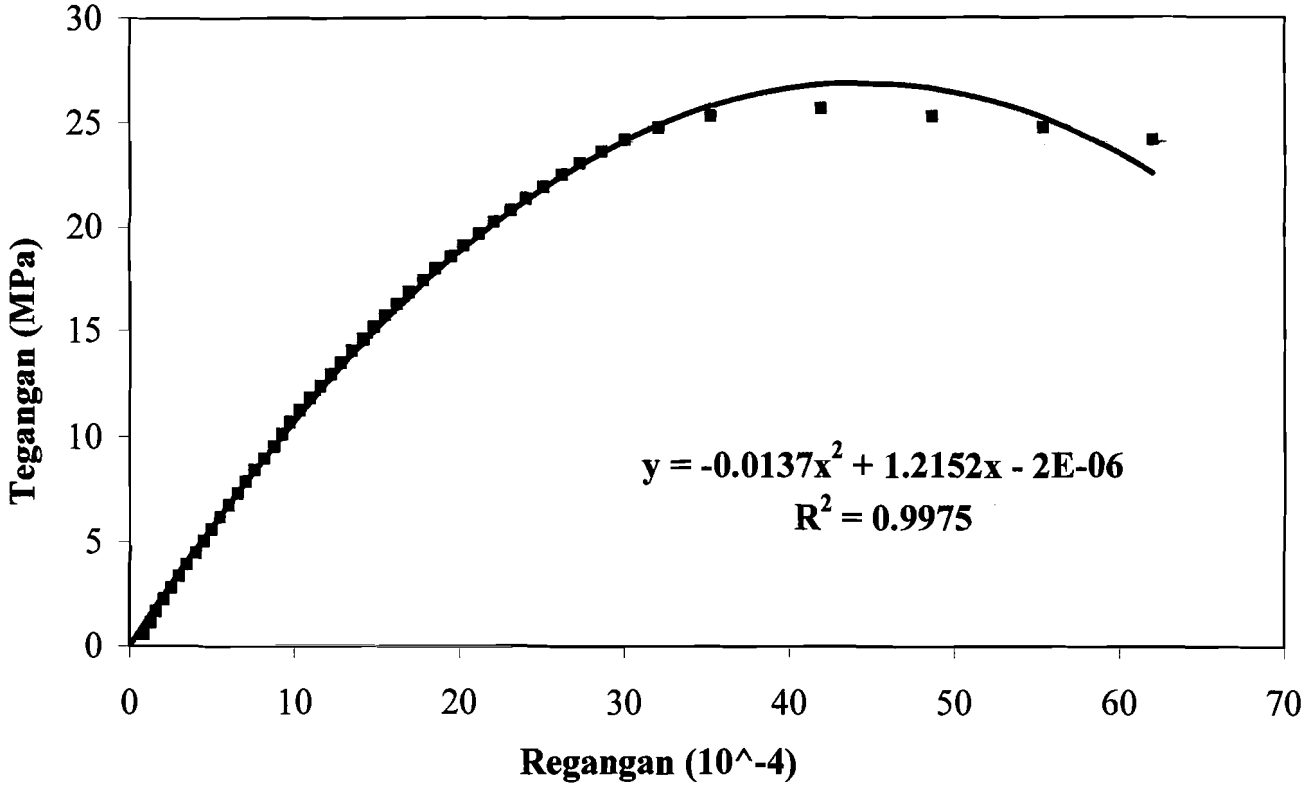
Lampiran G.1

Tabel Hasil pengujian tegangan-regangan BN-0

Sampel : BN-0
Diameter : 15.2 cm
Luas (Ao) : 181.37 cm^2
Tinggi (Lo) : 150 mm

Beton Normal 0 %					
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^-3) mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg.Koreksi (10^-4)
0	0	0	0	0	0
10	1019.368	5	0.3333	0.5620	0.8592
20	2038.736	11	0.7333	1.1241	1.2592
30	3058.104	16	1.0667	1.6861	1.5926
40	4077.472	23	1.5333	2.2482	2.0592
50	5096.84	30	2.0000	2.8102	2.5259
60	6116.208	37	2.4667	3.3723	2.9926
70	7135.576	44	2.9333	3.9343	3.4592
80	8154.944	52	3.4667	4.4964	3.9926
90	9174.312	59	3.9333	5.0584	4.4592
100	10193.68	66	4.4000	5.6205	4.9259
110	11213.048	74	4.9333	6.1825	5.4592
120	12232.416	82	5.4667	6.7446	5.9926
130	13251.784	90	6.0000	7.3066	6.5259
140	14271.152	97	6.4667	7.8687	6.9926
150	15290.52	105	7.0000	8.4307	7.5259
160	16309.888	114	7.6000	8.9928	8.1259
170	17329.256	123	8.2000	9.5548	8.7259
180	18348.624	130	8.6667	10.1169	9.1926
190	19367.992	137	9.1333	10.6789	9.6592
200	20387.36	146	9.7333	11.2410	10.2592
210	21406.728	155	10.3333	11.8030	10.8592
220	22426.096	165	11.0000	12.3651	11.5259
230	23445.464	175	11.6667	12.9271	12.1926
240	24464.832	184	12.2667	13.4892	12.7926
250	25484.2	194	12.9333	14.0512	13.4592
260	26503.568	205	13.6667	14.6133	14.1926
270	27522.936	214	14.2667	15.1753	14.7926
280	28542.304	224	14.9333	15.7374	15.4592
290	29561.672	235	15.6667	16.2994	16.1926
300	30581.04	246	16.4000	16.8615	16.9259
310	31600.408	259	17.2667	17.4235	17.7926
320	32619.776	270	18.0000	17.9856	18.5259
330	33639.144	284	18.9333	18.5476	19.4592
340	34658.512	296	19.7333	19.1097	20.2592
350	35677.88	310	20.6667	19.6717	21.1926
360	36697.248	323	21.5333	20.2338	22.0592
370	37716.616	338	22.5333	20.7958	23.0592

380	38735.984	352	23.4667	21.3579	23.9926
390	39755.352	368	24.5333	21.9199	25.0592
400	40774.72	385	25.6667	22.4820	26.1926
410	41794.088	401	26.7333	23.0440	27.2592
420	42813.456	421	28.0667	23.6061	28.5926
430	43832.824	442	29.4667	24.1681	29.9926
440	44852.192	473	31.5333	24.7302	32.0592
450	45871.56	520	34.6667	25.2922	35.1926
456.6	46544.34288	620	41.3333	25.6632	41.8592
450	45871.56	721	48.0667	25.2922	48.5926
440	44852.192	822	54.8000	24.7302	55.3259
430	43832.824	922	61.4667	24.1681	61.9926



Grafik Tegangan-regangan koreksi BN - 0

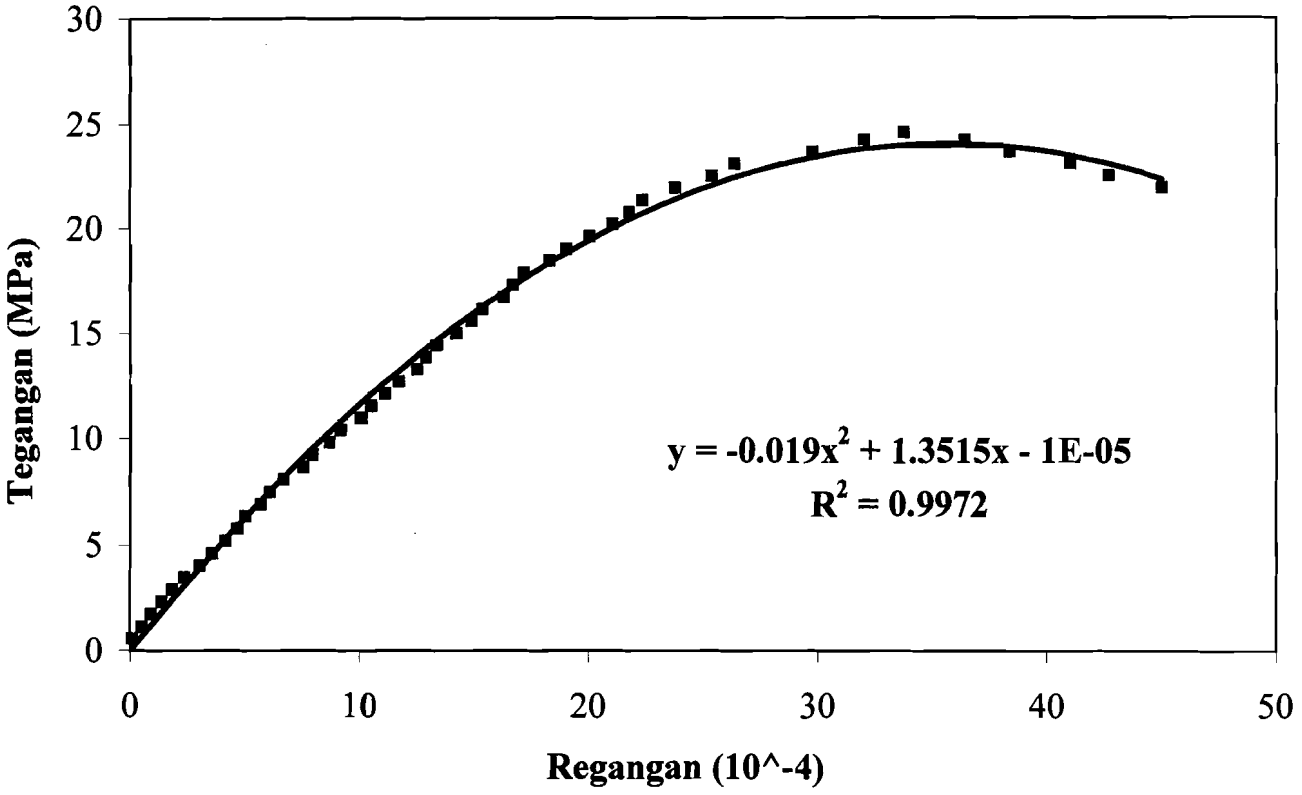
Lampiran G.2

Tabel Hasil pengujian tegangan-regangan BNA-0

Sampel : BNA - 0
Diameter : 15.00 cm
Luas : 176.63 cm^2
Tinggi : 150.00 mm

Beton Normal 0 % + Alcasit					
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^-3) mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg.Koreksi (10^-4)
0	0	0	0	0	0
10	1019.37	6	0.400	0.577	0.0897
20	2038.74	12	0.800	1.154	0.4897
30	3058.10	18	1.200	1.731	0.8897
40	4077.47	25	1.667	2.309	1.3564
50	5096.84	32	2.133	2.886	1.8230
60	6116.21	40	2.667	3.463	2.3564
70	7135.58	50	3.333	4.040	3.0230
80	8154.94	58	3.867	4.617	3.5564
90	9174.31	67	4.467	5.194	4.1564
100	10193.68	75	5.000	5.771	4.6897
110	11213.05	80	5.333	6.349	5.0230
120	12232.42	90	6.000	6.926	5.6897
130	13251.78	96	6.400	7.503	6.0897
140	14271.15	105	7.000	8.080	6.6897
150	15290.52	118	7.867	8.657	7.5564
160	16309.89	124	8.267	9.234	7.9564
170	17329.26	135	9.000	9.811	8.6897
180	18348.62	142	9.467	10.388	9.1564
190	19367.99	155	10.333	10.966	10.0230
200	20387.36	162	10.800	11.543	10.4897
210	21406.73	171	11.400	12.120	11.0897
220	22426.10	180	12.000	12.697	11.6897
230	23445.46	192	12.800	13.274	12.4897
240	24464.83	198	13.200	13.851	12.8897
250	25484.20	205	13.667	14.428	13.3564
260	26503.57	218	14.533	15.006	14.2230
270	27522.94	228	15.200	15.583	14.8897
280	28542.30	235	15.667	16.160	15.3564
290	29561.67	249	16.600	16.737	16.2897
300	30581.04	255	17.000	17.314	16.6897
310	31600.41	262	17.467	17.891	17.1564
320	32619.78	279	18.600	18.468	18.2897
330	33639.14	290	19.333	19.046	19.0230
340	34658.51	305	20.333	19.623	20.0230
350	35677.88	320	21.333	20.200	21.0230
360	36697.25	331	22.067	20.777	21.7564
370	37716.62	340	22.667	21.354	22.3564
380	38735.98	361	24.067	21.931	23.7564
390	39755.35	385	25.667	22.506	25.3564
400	40774.72	400	26.667	23.085	26.3564
410	41794.09	451	30.067	23.663	29.7564

420	42813.46	485	32.333	24.240	32.0230
426.2	43445.46	511	34.067	24.598	33.7564
420	42813.46	551	36.733	24.240	36.4230
410	41794.09	580	38.667	23.663	38.3564
400	40774.72	620	41.333	23.085	41.0230
390	39755.35	645	43.000	22.508	42.6897
380	38735.98	680	45.333	21.931	45.0230



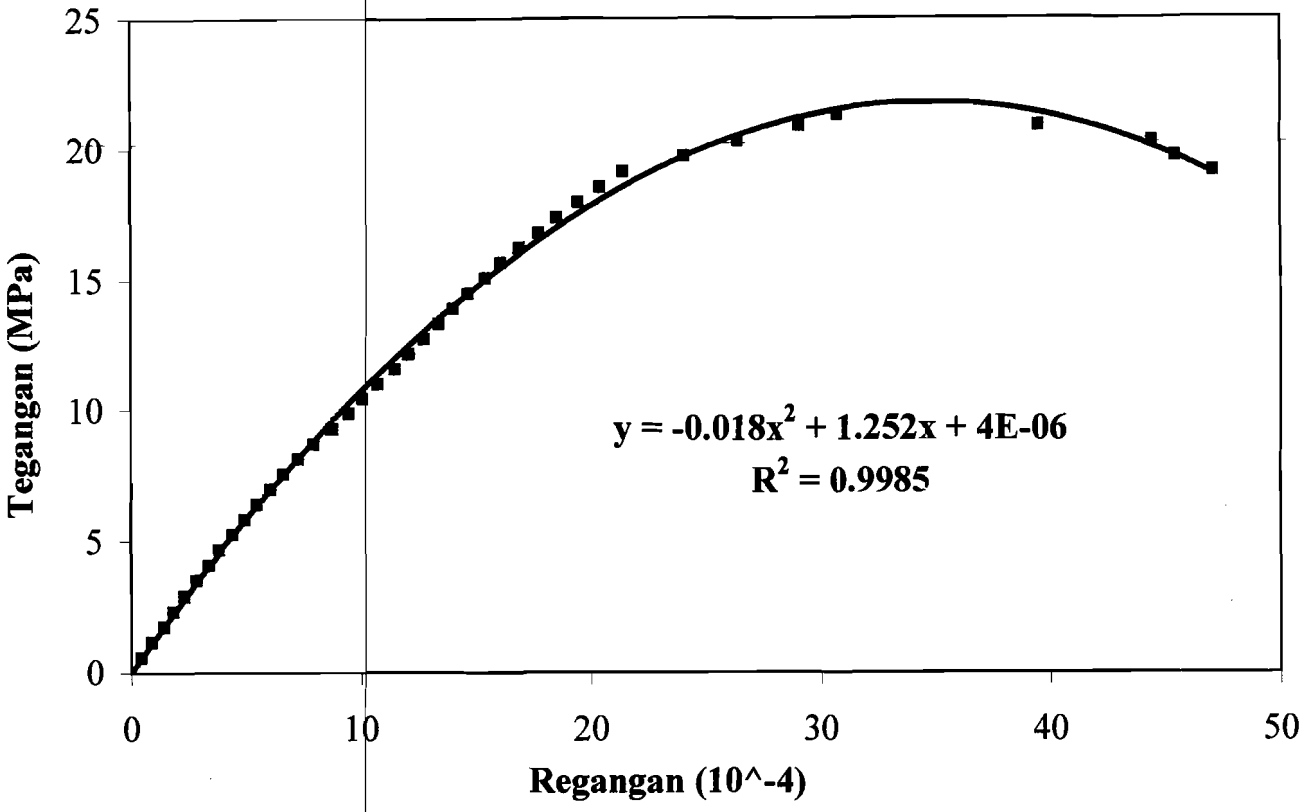
Grafik Tegangan-regangan koreksi BNA - 0

Lampiran G.3

Tabel Hasil pengujian tegangan-regangan BSKUA-5

Benda Uji : BSKUA-5
Diameter : 14.96 cm
Luas : 175.68 cm^2
Tinggi : 150.00 mm

Beton Serbuk Kayu Ulin 5 % + Alcasit					
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^-3) mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg. Koreksi (10^-4)
0	0	0	0	0	0
10	1019.37	5	0.333	0.580	0.4125
20	2038.74	12	0.800	1.160	0.8792
30	3058.10	20	1.333	1.741	1.4125
40	4077.47	26	1.733	2.321	1.8125
50	5096.84	33	2.200	2.901	2.2792
60	6116.21	41	2.733	3.481	2.8125
70	7135.58	49	3.267	4.062	3.3458
80	8154.94	56	3.733	4.642	3.8125
90	9174.31	65	4.333	5.222	4.4125
100	10193.68	73	4.867	5.802	4.9458
110	11213.05	81	5.400	6.383	5.4792
120	12232.42	90	6.000	6.963	6.0792
130	13251.78	98	6.533	7.543	6.6125
140	14271.15	108	7.200	8.123	7.2792
150	15290.52	118	7.867	8.703	7.9458
160	16309.89	130	8.667	9.284	8.7458
170	17329.26	141	9.400	9.864	9.4792
180	18348.62	150	10.000	10.444	10.0792
190	19367.99	160	10.667	11.024	10.7458
200	20387.36	171	11.400	11.605	11.4792
210	21406.73	180	12.000	12.185	12.0792
220	22426.10	190	12.667	12.765	12.7458
230	23445.46	200	13.333	13.345	13.4125
240	24464.83	209	13.933	13.925	14.0125
250	25484.20	219	14.600	14.506	14.6792
260	26503.57	230	15.333	15.086	15.4125
270	27522.94	240	16.000	15.666	16.0792
280	28542.30	252	16.800	16.246	16.8792
290	29561.67	265	17.667	16.827	17.7458
300	30581.04	277	18.467	17.407	18.5458
310	31600.41	291	19.400	17.987	19.4792
320	32619.78	305	20.333	18.567	20.4125
330	33639.14	320	21.333	19.148	21.4125
340	34658.51	360	24.000	19.728	24.0792
350	35677.88	395	26.333	20.308	26.4125
360	36697.25	435	29.000	20.888	29.0792
367.2	**37431.19**	**460**	30.667	21.306	30.7458
360	36697.25	591	39.400	20.888	39.4792
350	35677.88	665	44.333	20.308	44.4125
340	34658.51	680	45.333	19.728	45.4125
330	33639.14	705	47.000	19.148	47.0792



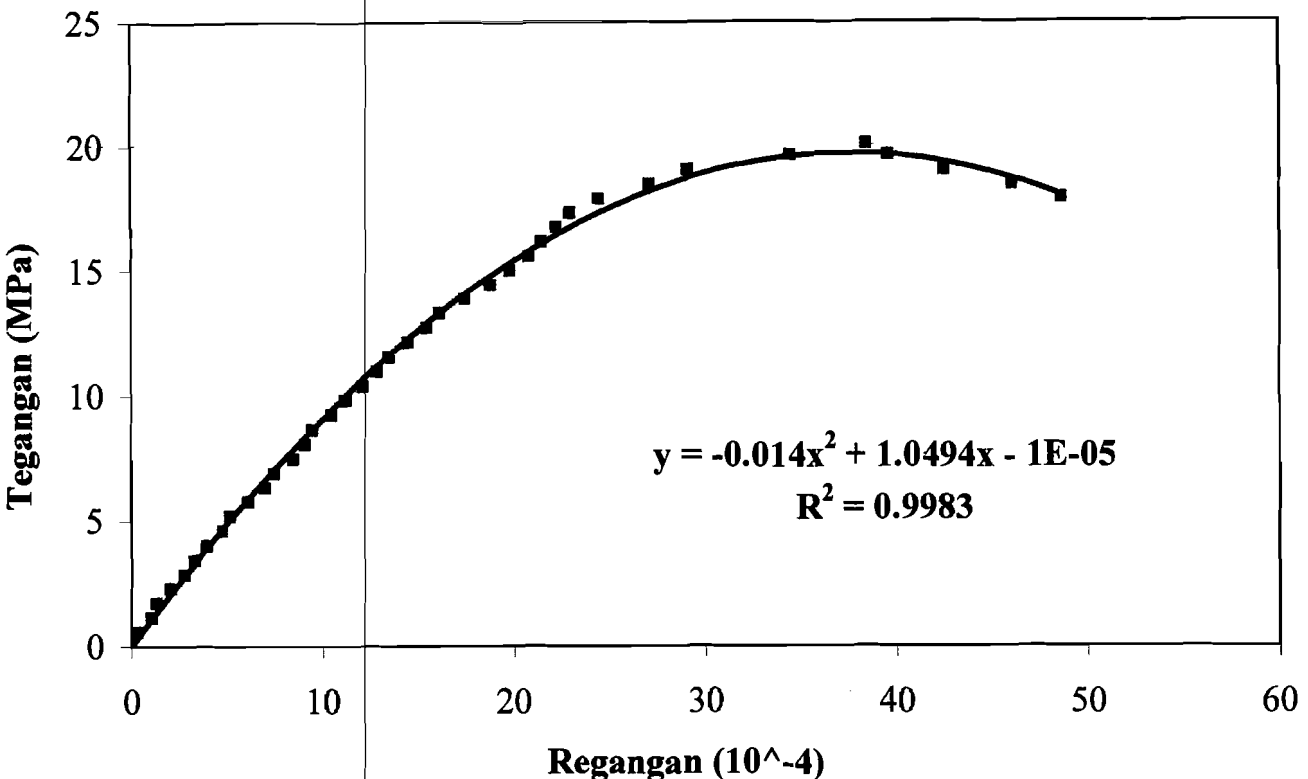
Grafik Tegangan-regangan koreksi BSKUA-5

Lampiran G.4

Tabel Hasil pengujian tegangan-regangan BSKUA-10

Sampel : BSKUA-10
Diameter: 15.00 cm
Luas : 176.63 cm^2
Tinggi : 150.00 mm

Beton Serbuk Kayu Ulin 10 % + Alcasit					
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^-3) mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg.Koreksi (10^-4)
0	0	0	0	0	0
10	1019.37	8	0.533	0.577	0.3031
20	2038.74	19	1.267	1.154	1.0364
30	3058.10	23	1.533	1.731	1.3031
40	4077.47	34	2.267	2.309	2.0364
50	5096.84	45	3.000	2.886	2.7697
60	6116.21	53	3.533	3.463	3.3031
70	7135.58	63	4.200	4.040	3.9697
80	8154.94	75	5.000	4.617	4.7697
90	9174.31	81	5.400	5.194	5.1697
100	10193.68	95	6.333	5.771	6.1031
110	11213.05	108	7.200	6.349	6.9697
120	12232.42	115	7.667	6.926	7.4364
130	13251.78	130	8.667	7.503	8.4364
140	14271.15	139	9.267	8.080	9.0364
150	15290.52	145	9.667	8.657	9.4364
160	16309.89	160	10.667	9.234	10.4364
170	17329.26	171	11.400	9.811	11.1697
180	18348.62	185	12.333	10.388	12.1031
190	19367.99	196	13.067	10.966	12.8364
200	20387.36	205	13.667	11.543	13.4364
210	21406.73	220	14.667	12.120	14.4364
220	22426.10	235	15.667	12.697	15.4364
230	23445.46	245	16.333	13.274	16.1031
240	24464.83	265	17.667	13.851	17.4364
250	25484.20	285	19.000	14.428	18.7697
260	26503.57	300	20.000	15.006	19.7697
270	27522.94	315	21.000	15.583	20.7697
280	28542.30	325	21.667	16.160	21.4364
290	29561.67	337	22.467	16.737	22.2364
300	30581.04	348	23.200	17.314	22.9697
310	31600.41	370	24.667	17.891	24.4364
320	32619.78	410	27.333	18.468	27.1031
330	33639.14	440	29.333	19.046	29.1031
340	34658.51	520	34.667	19.623	34.4364
348	35474.01	580	38.667	20.084	38.4364
340	34658.51	597	39.800	19.623	39.5697
330	33639.14	641	42.733	19.046	42.5031
320	32619.78	694	46.267	18.468	46.0364
310	31600.41	733	48.867	17.891	48.6364



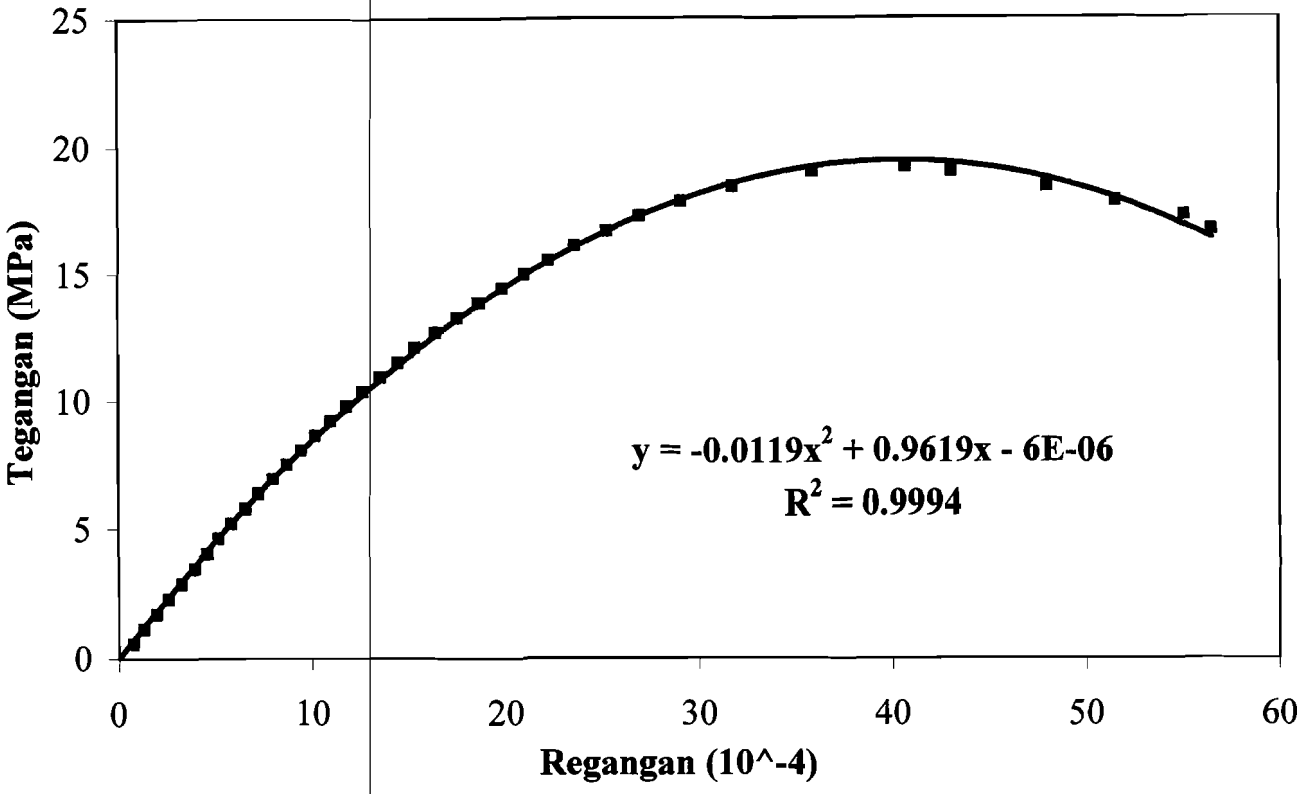
Grafik Tegangan-regangan koreksi BSKUA-10

Lampiran G.5

Tabel Hasil pengujian tegangan-regangan BSKUA-15

Sampel : BSKUA-15
Diameter : 15.01 cm
Luas : 176.86 cm^2
Tinggi : 150.00 mm

Beton Serbuk Kayu Ulin 15 % + Alcasit					
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^-3) mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg.Korekasi (10^-4)
0	0	0	0	0	0
10	1019.37	8	0.533	0.576	0.7586
20	2038.74	16	1.067	1.153	1.2920
30	3058.10	26	1.733	1.729	1.9586
40	4077.47	35	2.333	2.305	2.5586
50	5096.84	45	3.000	2.882	3.2253
60	6116.21	55	3.667	3.458	3.8920
70	7135.58	65	4.333	4.035	4.5586
80	8154.94	74	4.933	4.611	5.1586
90	9174.31	84	5.600	5.187	5.8253
100	10193.68	95	6.333	5.764	6.5586
110	11213.05	105	7.000	6.340	7.2253
120	12232.42	116	7.733	6.916	7.9586
130	13251.78	127	8.467	7.493	8.6920
140	14271.15	138	9.200	8.069	9.4253
150	15290.52	149	9.933	8.646	10.1586
160	16309.89	161	10.733	9.222	10.9586
170	17329.26	173	11.533	9.798	11.7586
180	18348.62	186	12.400	10.375	12.6253
190	19367.99	199	13.267	10.951	13.4920
200	20387.36	213	14.200	11.527	14.4253
210	21406.73	226	15.067	12.104	15.2920
220	22426.10	242	16.133	12.680	16.3586
230	23445.46	259	17.267	13.256	17.4920
240	24464.83	276	18.400	13.833	18.6253
250	25484.20	294	19.600	14.409	19.8253
260	26503.57	311	20.733	14.986	20.9586
270	27522.94	330	22.000	15.562	22.2253
280	28542.30	350	23.333	16.138	23.5586
290	29561.67	375	25.000	16.715	25.2253
300	30581.04	401	26.733	17.291	26.9586
310	31600.41	433	28.867	17.867	29.0920
320	32619.78	473	31.533	18.444	31.7586
330	33639.14	535	35.667	19.020	35.8920
333.3	33975.54	607	40.467	19.210	40.6920
330	33639.14	643	42.867	19.020	43.0920
320	32619.78	717	47.800	18.444	48.0253
310	31600.41	770	51.333	17.867	51.5586
300	30581.04	823	54.867	17.291	55.0920
290	29561.67	844	56.267	16.715	56.4920



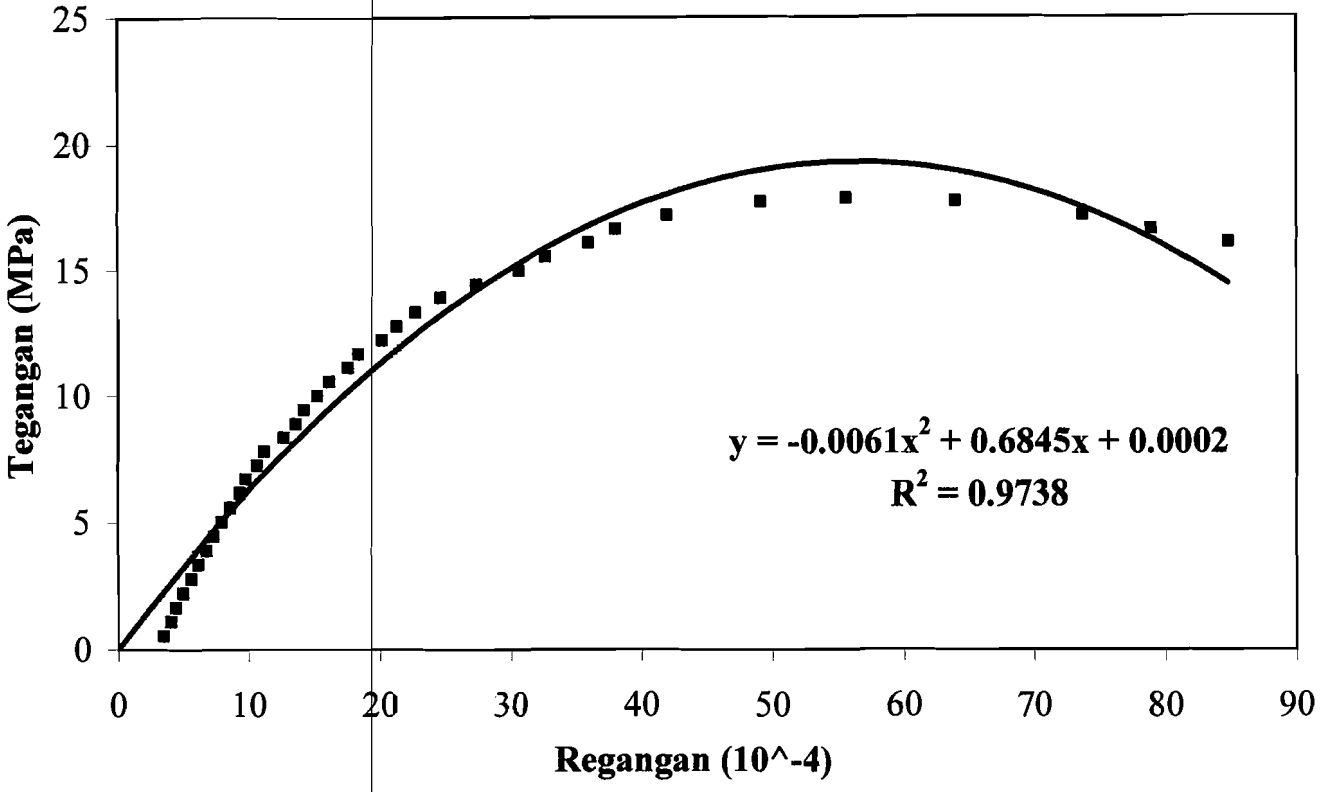
Grafik Tegangan-regangan koreksi BSKUA-15

Lampiran G.6

Tabel Hasil pengujian tegangan-regangan BSKUA-20

Benda Uji BSKUA-20
Diameter : 15.30 cm
Luas : 183.76 cm^2
Tinggi : 150.00 mm

Beton Serbuk Kayu Ulin 20 % + Alcasit					
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^-3) mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg. Koreksi (10^-4)
0	0	0	0	0	0
10	1019.37	7	0.467	0.555	3.4360
20	2038.74	15	1.000	1.109	3.9693
30	3058.10	21	1.400	1.664	4.3693
40	4077.47	29	1.933	2.219	4.9027
50	5096.84	38	2.533	2.774	5.5027
60	6116.21	46	3.067	3.328	6.0360
70	7135.58	56	3.733	3.883	6.7027
80	8154.94	65	4.333	4.438	7.3027
90	9174.31	74	4.933	4.993	7.9027
100	10193.68	84	5.600	5.547	8.5693
110	11213.05	95	6.333	6.102	9.3027
120	12232.42	102	6.800	6.657	9.7693
130	13251.78	115	7.667	7.211	10.6360
140	14271.15	123	8.200	7.766	11.1693
150	15290.52	145	9.667	8.321	12.6360
160	16309.89	159	10.600	8.876	13.5693
170	17329.26	168	11.200	9.430	14.1693
180	18348.62	184	12.267	9.985	15.2360
190	19367.99	198	13.200	10.540	16.1693
200	20387.36	219	14.600	11.095	17.5693
210	21406.73	231	15.400	11.649	18.3693
220	22426.10	258	17.200	12.204	20.1693
230	23445.46	275	18.333	12.759	21.3027
240	24464.83	296	19.733	13.313	22.7027
250	25484.20	325	21.667	13.868	24.6360
260	26503.57	366	24.400	14.423	27.3693
270	27522.94	415	27.667	14.978	30.6360
280	28542.30	445	29.667	15.532	32.6360
290	29561.67	494	32.933	16.087	35.9027
300	30581.04	525	35.000	16.642	37.9693
310	31600.41	585	39.000	17.197	41.9693
320	32619.78	692	46.133	17.751	49.1027
321.9	32813.46	790	52.667	17.857	55.6360
320	32619.78	915	61.000	17.751	63.9693
310	31600.41	1061	70.733	17.197	73.7027
300	30581.04	1139	75.933	16.642	78.9027
290	29561.67	1227	81.800	16.087	84.7693



Grafik Tegangan-regangan koreksi BSKUA-20

LAMPIRAN H

TABEL HASIL PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS BETON UMUR 7 HARI DAN 28 HARI

Lampiran H.1

Tabel hasil perhitungan modulus elastisitas beton umur 7 hari

Benda Uji	σ maks (MPa)	0.4 σ maks (MPa)	ε (10^{-4})	Modulus Elastisitas (MPa)
				Uji
BN-0	24.07	9.6280	11.5928	8305
BNA-0	21.85	8.7400	8.5180	10261
BSKUA-5	16.58	6.6320	8.7525	7577
BSKUA-10	14.82	5.9270	9.2491	6408
BSKUA-15	11.88	4.7528	9.4920	5007
BSKUA-20	11.82	4.7262	13.6972	3451

Tabel hasil perhitungan modulus elastisitas beton umur 28 hari

Benda Uji	σ maks (MPa)	0.4 σ maks (MPa)	ε (10^{-4})	Modulus Elastisitas (MPa)
				Uji
BN-0	26.95	10.7789	9.9967	10782
BNA-0	24.03	9.6134	8.0166	11992
BSKUA-5	21.77	8.7084	7.8391	11109
BSKUA-10	19.66	7.8660	8.4478	9311
BSKUA-15	19.44	7.7752	9.1099	8535
BSKUA-20	19.20	7.6811	12.6464	6074

LAMPIRAN I

TABEL HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BETON

Lampiran I.1

Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Umur 28 Hari

Tabel Kuat Tarik
Sampel : Beton Normal

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm2)	Berat Satuan (Kg/m3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik(f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm2)	MPa
BN-0 -1	12.75	31.00	15.10	178.99	2298	198.9	20275	27.59	2.759
BN-0 -2	12.60	30.50	15.00	176.63	2339	199.6	20347	28.33	2.833
BN-0 -3	12.50	30.50	14.95	175.45	2336	200.6	20449	28.56	2.856
BN-0 -4	12.20	30.00	14.93	174.98	2324	196.0	19980	28.41	2.841
BN-0 -5	12.50	30.00	15.00	176.63	2359	201.4	20530	29.06	2.906
			Rata - rata		**2331**			**28.39**	**2.839**

Tabel Kuat Tarik
Sampel : Beton Normal + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik(f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BNA-0 -1	11.81	29.90	15.00	176.63	2236	185.3	18889	26.83	2.683
BNA-0 -2	11.98	30.00	15.00	176.63	2261	195.9	19969	28.27	2.827
BNA-0 -3	11.99	30.00	15.00	176.63	2263	202.5	20642	29.22	2.922
BNA-0 -4	11.95	30.00	15.00	176.63	2255	197.6	20143	28.51	2.851
BNA-0 -5	11.81	29.90	15.00	176.63	2236	183.3	18685	26.54	2.654
			Rata - rata		**2250**			**27.87**	**2.787**

Tabel Kuat Tarik

Sampel : Beton Serbuk Kayu Ulin 5% + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm2)	Berat Satuan (Kg/m3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik(f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm2)	MPa
BSKUA-5 -1	11.83	30.00	14.90	174.28	2263	181.7	18522	26.39	2.639
BSKUA-5 -2	11.85	30.04	14.94	175.21	2251	183.3	18685	26.52	2.652
BSKUA-5 -3	11.88	30.00	15.00	176.63	2242	189.5	19317	27.34	2.734
BSKUA-5 -4	11.80	30.00	14.90	174.28	2257	178.6	18206	25.94	2.594
BSKUA-5 -5	11.79	29.81	15.05	177.80	2224	175.1	17849	25.34	2.534
			Rata - rata		**2247**			**26.31**	**2.631**

Tabel Kuat Tarik

Sampel : Beton Serbuk Kayu Ulin 10% + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik(f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BSKUA-10 -1	11.8	30	15.00	176.63	2227	177.4	18084	25.60	2.560
BSKUA-10 -2	11.68	30	14.95	175.45	2219	174.7	17808	25.29	2.529
BSKUA-10 -3	11.6	29.85	15.00	176.63	2200	167	17023	24.22	2.422
BSKUA-10 -4	11.7	31	15.03	177.33	2128	178.3	18175	24.85	2.485
BSKUA-10 -5	11.68	30.05	14.93	174.98	2221	171.1	17441	24.76	2.476
			Rata - rata		**2199**			**24.94**	**2.494**

Tabel Kuat Tarik

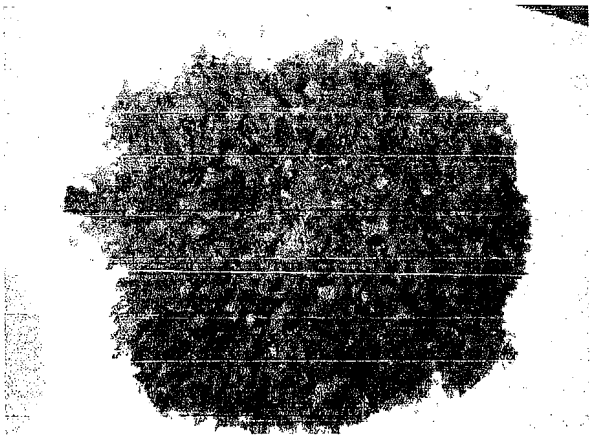
Sampel : Beton Serbuk Kayu Ulin 15% + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (Kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik(f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BSKUA-15 -1	11.52	30.09	15.05	177.80	2153	158.1	16116	22.67	2.267
BSKUA-15 -2	11.48	30.05	14.95	175.45	2177	140.9	14363	20.36	2.036
BSKUA-15 -3	11.50	29.95	15.00	176.63	2174	143.1	14587	20.68	2.068
BSKUA-15 -4	11.50	29.9	15.00	176.63	2178	144.2	14699	20.88	2.088
BSKUA-15 -5	11.55	30.06	15.00	176.63	2175	156.7	15973	22.56	2.256
			Rata - rata		**2172**			**21.43**	**2.143**

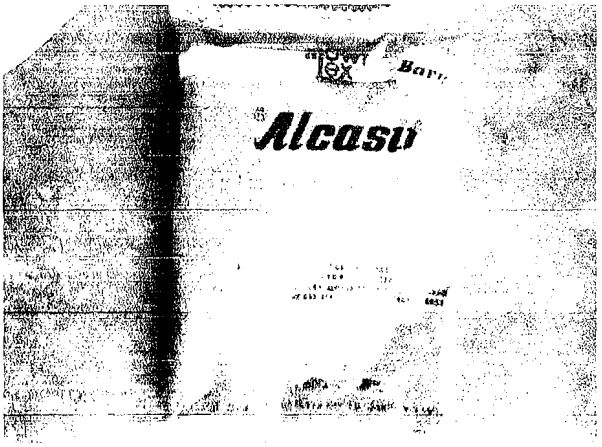
Tabel Kuat Tarik

Sampel : Beton Serbuk Kayu Ulin 20% + Alcasit

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik(f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BSKUA-20 -1	11.25	30.06	15.00	176.63	2119	120.5	12283	17.35	1.735
BSKUA-20 -2	11.35	30.00	14.90	174.28	2171	129.9	13242	18.87	1.887
BSKUA-20 -3	11.29	30.05	15.05	177.80	2113	122	12436	17.52	1.752
BSKUA-20 -4	11.28	30.00	15.00	176.63	2129	121.8	12416	17.57	1.757
BSKUA-20 -5	11.41	30.08	15.00	176.63	2148	133.6	13619	19.23	1.923
			Rata - rata		**2136**			**18.11**	**1.811**



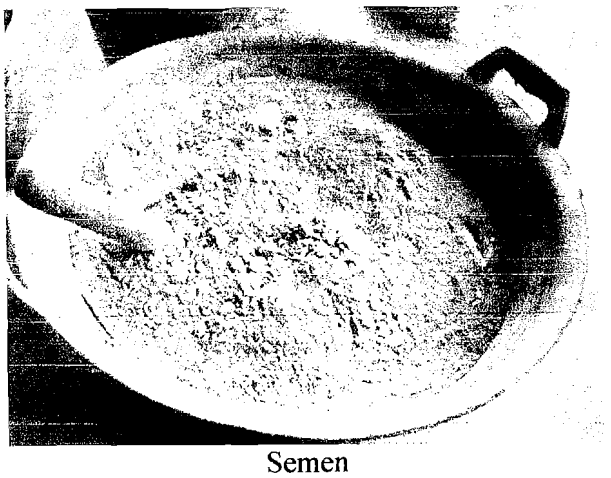
Serbuk kayu ulin



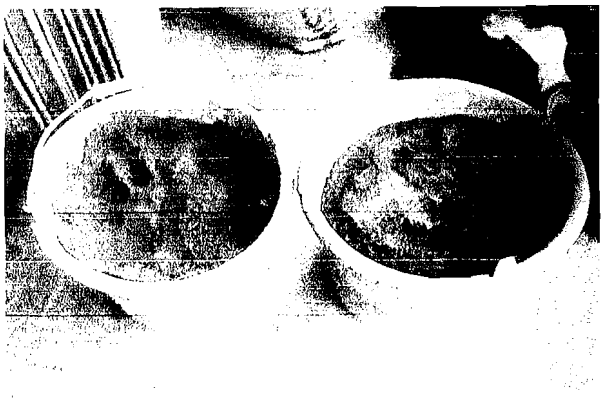
Alcasit



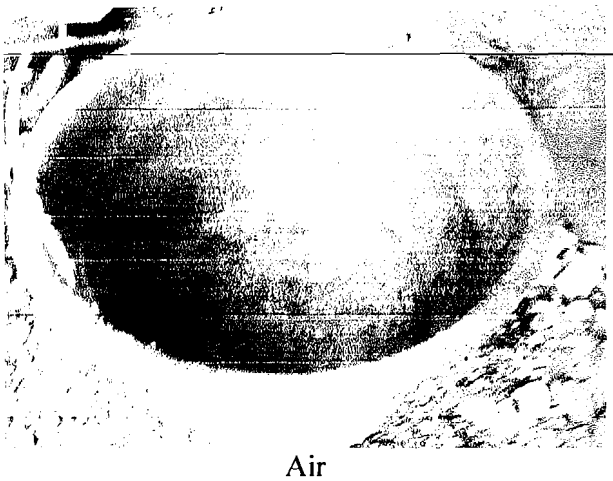
Agregat kasar (kerikil)



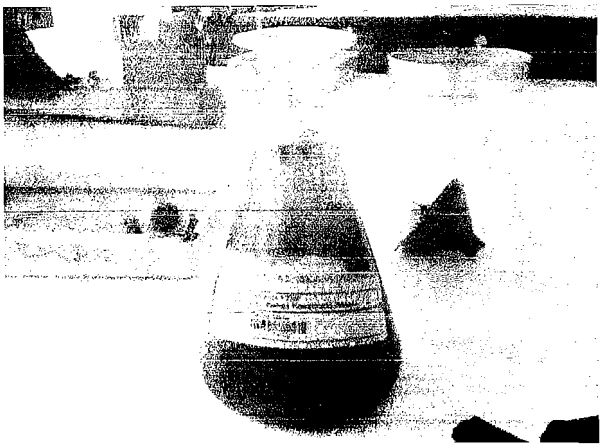
Semen



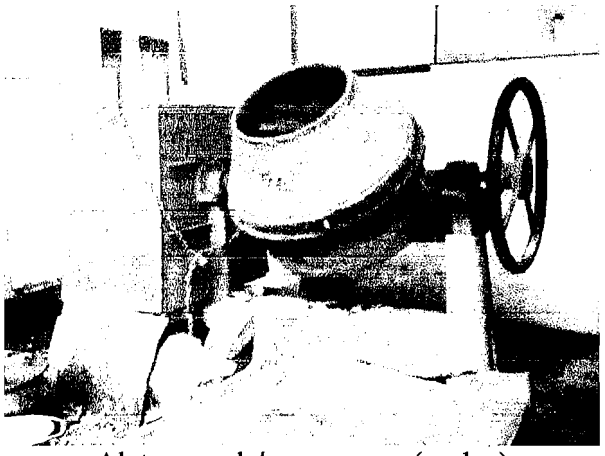
Agregat halus (pasir)



Air



Pengujian berat jenis serbuk



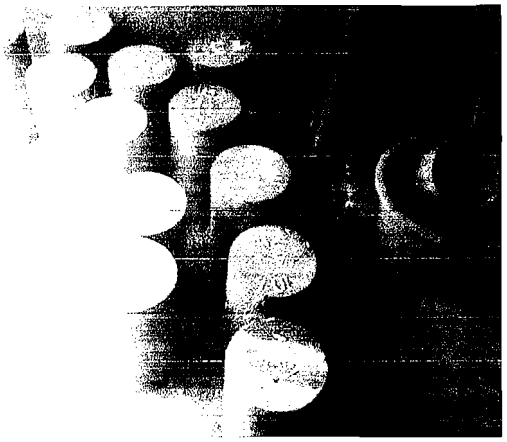
Alat pengaduk campuran (molen)



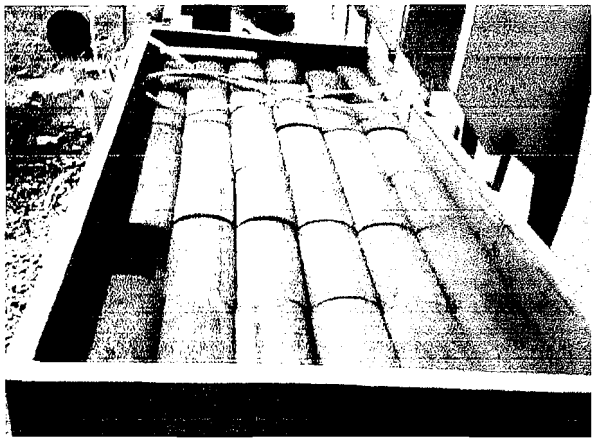
Pengujian *slump*



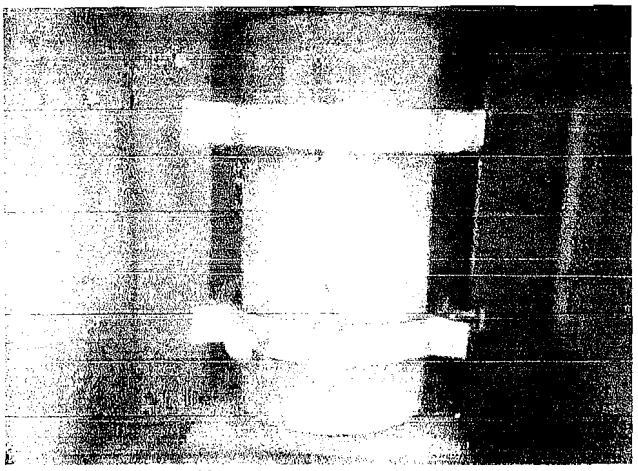
Benda uji bcton dalam cetakan



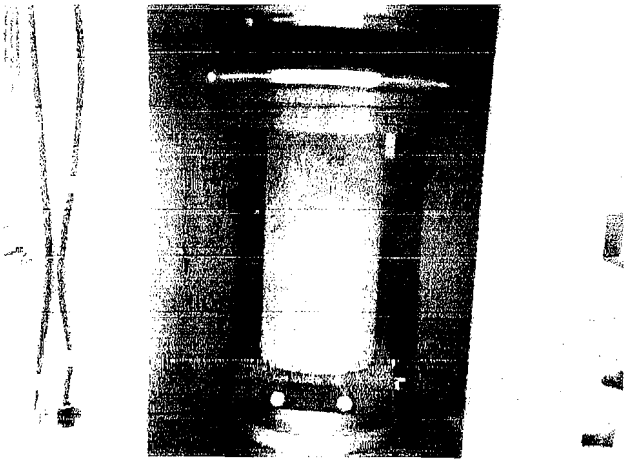
Pemberian kode benda uji



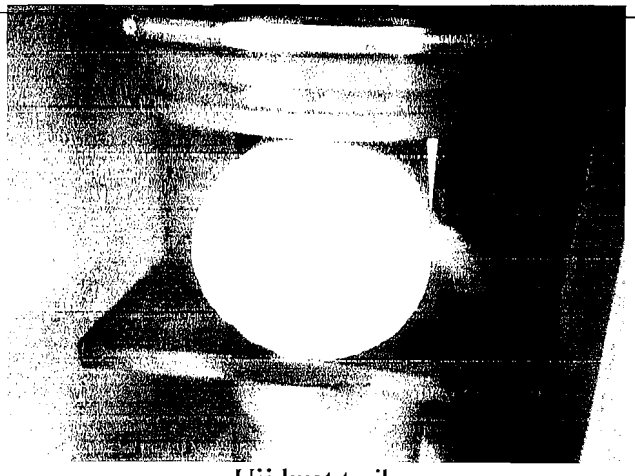
Perawatan benda uji



Uji tregangan-regangan



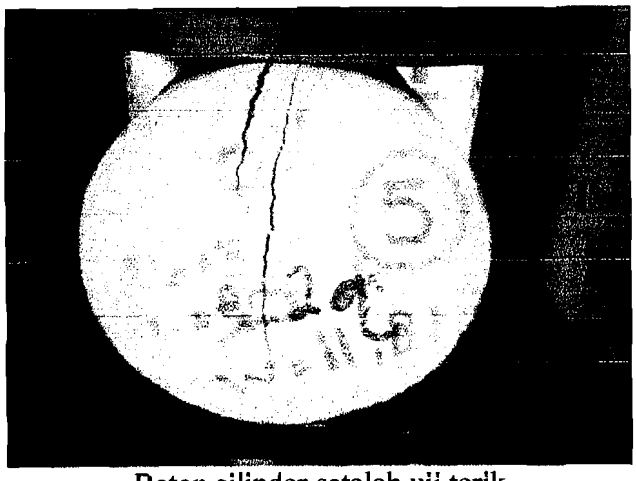
Uji kuat tekan



Uji kuat tarik



Beton silinder setelah uji tekan



Beton silinder setelah uji terik