

PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI

TGL. TERIMA : 1 Juni 2003
NO. JUDUL : 001201
NO. INV. : 520001201001
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

PENGARUH PEMAKAIAN ZAT ADDITIF TERHADAP LAJU PENGKERASAN DAN KUAT DESAK BETON



R.

693 157

Ang

P

1

xiii , 108 Bbl. 23600

• Beton

OLEH :

NAMA : LENA ANGGRAINI

NO. MHS. : 98 511 284

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

2003

TUGAS AKHIR
PENGARUH PEMAKAIAN ZAT ADDITIF
TERHADAP LAJU Pengerasan
DAN KUAT DESAK BETON

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

Oleh :

Nama : Lena Anggraini

No. Mhs. : 98 511 284

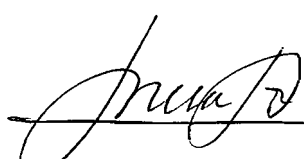
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2003

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR
PENGARUH PEMAKAIAN ZAT ADDITIF
TERHADAP LAJU Pengerasan
DAN KUAT DESAK BETON

Nama : Lena Anggraini
No.Mhs : 98 511 284

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Munadhir, MS
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 28/01 - 2004

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN
PENGARUH PEMAKAIAN ZAT ADDITIF
TERHADAP LAJU Pengerasan
DAN KUAT DESAK BETON

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam Tinjauan Pustaka dan Daftar Pustaka.

Yogyakarta, Desember 2003

Penyusun

Lena Anggraini

Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.

(Q.S. Al Baqarah Ayat 153)

Barang siapa ingin meraih kesuksesan hidup di dunia dan di akhirat dituntut untuk menguasai ilmu pengetahuan.

(Hadis Rasulullah SAW)

Ilmu merupakan warisan para nabi, sedangkan harta adalah warisan Qarun, Fir'aun dan orang-orang serakah dan durhaka lainnya. Ilmu akan senantiasa menjaga pemiliknya, sedangkan harta harus selalu dijaga pemiliknya. Hartawan punya banyak musuh, sedangkan ilmuwan biasanya punya banyak teman. Apabila digunakan harta akan berkurang, sedangkan ilmu akan bertambah. Harta membuat hati keras, sedangkan ilmu menyinari hati. Harta mengantarkan pemiliknya menganggap dirinya tuhan, sedangkan ilmu membuat pemiliknya merasa sebagai hamba.

(Sahabat Ali bin Abi Thalib)

The keys to success:

No body is perfect

No body can please everybody

Just do the best you can do

And last but not least is always pray to Allah

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberi rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **"Pengaruh Pemakaian Zat Additif terhadap Laju Pengerasan dan Kuat Desak Beton"**. Shalawat serta salam semoga selalu Allah limpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, yang telah diutus untuk membawa risalah pamungkas dan semoga tercurah pula kepada para sahabatnya serta umat-umat yang mengikuti petunjuk-petunjuknya.

Selama penelitian dan penyusunan tugas akhir ini penyusun banyak mendapatkan bantuan, motivasi, dan masukan dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini penyusun ingin menghaturkan terimakasih yang sedalam-dalamnya, kepada:

- 1) Bapak Prof. Ir. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia beserta seluruh staf akademik yang telah memberikan bantuan pendidikan.
- 2) Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Dosen Pembimbing, yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing, mengarahkan serta membantu penyusunan tugas akhir ini hingga selesai.

- 3) Bapak Ir. H. Suharyatmo, MT dan Bapak Ir. Tri Fajar Budiono, MT, selaku dosen penguji atas masukan, saran, dan kritik demi kesempurnaan tugas akhir ini.
- 4) Bapak Ir. H. Kasam, MT. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MT, dan Bapak Ir. Kadir Aboe, MS atas saran dan masukannya.
- 5) Segenap karyawan Laboratorium BKT FTSP UII, yang telah membantu mempersiapkan sarana dan prasarana sehingga penelitian yang dilakukan dapat berjalan lancar.
- 6) Serta dan berbagai pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu pada halaman ini yang telah turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga jasa baik dan amalan shaleh mereka mendapat imbalan dari Allah SWT dengan pahala yang berlipat ganda.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa dalam tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Untuk itu saran dan kritik untuk kebaikan tugas akhir ini akan sangat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya. Akhirnya penyusun berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Yogyakarta, Desember 2003

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR LAMBANG, NOTASI, DAN SINGKATAN	xxi
INTISARI	xxiii
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4

1.5 Batasan Masalah	4
---------------------------	---

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 RA Najamudin (1996)	5
2.2 Muhammad Mubarak (1996)	6
2.3 Eko Yuwono (1997)	7
2.4 Dona Nur Adhi (1997)	9
2.5 Mursito (1997)	9
2.6 L Edy Wuryanto (1997)	10
2.7 Muzzamil dan Budiyono (1997)	11
2.8 Susfinda DS dan Romi Oktana (1997)	12
2.9 Denny M Sinaga (1998)	13
2.10 Dwi Susilowati (2002)	13

BAB III. LANDASAN TEORI

3.1 Zat Additif	16
3.1.1 <i>Accelerators setting and hardening</i>	21
3.1.2 <i>Water reducers</i>	22
3.1.3 Tipe zat additif menurut SK-SNI-T-15-1990-03	23
3.2 Gradasi Agregat menurut SK-SNI-T-15-1990-03	24
3.3 Ketentuan Pembuatan Benda Uji menurut SK-SNI-T-15-1990-03	26

3.4 Perancangan Campuran Menurut <i>American Concrete Institute (ACI)</i>	27
3.5 Pengendalian Mutu Beton	32
3.6 Semen	33
3.6.1 Semen Portland (PC)	34
3.6.2 Semen Portland pozolan (PPC)	38

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1 Populasi	45
4.2 Sampel	45
4.3 Tempat Penelitian	46
4.4 Peralatan yang Digunakan	46
4.5 Bahan-bahan yang Digunakan	48
4.6 Perhitungan Campuran Beton	49
4.7 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	52
4.7.1 Pengujian slump	54
4.7.2 Pemeriksaan agregat	55
a. Pemeriksaan gradasi pasir dan kerikil	55
b. Pemeriksaan berat jenis agregat	56
c. Pemeriksaan berat volume agregat	56
4.8 Prosedur Pengujian Kuat Desak Beton Tiap Benda Uji	57
4.9 Cara Analisis	57
4.10 Jalannya Penelitian	58

BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pemeriksaan Agregat	60
5.1.1 Hasil pemeriksaan gradasi agregat	60
5.1.2 Hasil pemeriksaan berat jenis agregat	66
5.1.3 Hasil pemeriksaan berat satuan agregat	66
5.2 Analisis Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal	66
5.2.1 Umur 7 hari	67
5.2.2 Umur 14 hari	68
5.2.3 Umur 21 hari	69
5.2.4 Umur 28 hari	70
5.3 Analisis Hasil Pengujian Kuat Desak Beton dengan Penambahan Zat Additif	71
5.3.1 Umur 7 hari	71
5.3.2 Umur 14 hari	72
5.3.3 Umur 21 hari	73
5.3.4 Umur 28 hari	74
5.5 Pembahasan	78

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	88
6.2 Saran	89

92 LAMPIRAN

96 DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Tipe-tipe zat additif	18
Tabel 3.2 Gradasi pasir	25
Tabel 3.3 Gradasi kerikil	25
Tabel 3.4 Persen butiran yang lewat ayakan (%) untuk agregat dengan butir maksimum 20 mm	26
Tabel 3.5 Angka konversi benda uji beton	27
Tabel 3.6 Nilai deviasi standar (kg/cm^2)	28
Tabel 3.7 Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton pada umur 28 hari	29
Tabel 3.8 Faktor air-semen maksimum	29
Tabel 3.9 Ukuran maksimum agregat (mm)	30
Tabel 3.10 Perkiraan kebutuhan air berdasarkan nilai slam dan ukuran maksimum agregat (liter)	30
Tabel 3.11 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus pasirnya, dalam m^3	31
Tabel 3.12 Konversi kekuatan beton	33
Tabel 3.13 Komposisi limit semen Portland	36
Tabel 3.14 Komposisi kimia tras dan fly ash	39
Tabel 3.15 Syarat mutu semen Portland pozolan	40

Tabel 5.1	Distribusi ukuran butiran pasir	61
Tabel 5.2	Distribusi ukuran butiran kerikil	63
Tabel 5.3	Distribusi ukuran butiran campuran	65
Tabel 5.4	Hasil pengujian kuat desak silinder beton normal umur 7 hari	67
Tabel 5.5	Hasil pengujian kuat desak silinder beton normal umur 14 hari	68
Tabel 5.6	Hasil pengujian kuat desak silinder beton normal umur 21 hari	69
Tabel 5.7	Hasil pengujian kuat desak silinder beton normal umur 28 hari	70
Tabel 5.8	Hasil pengujian kuat desak silinder beton dengan zat additif umur 7 hari	71
Tabel 5.9	Hasil pengujian kuat desak silinder beton dengan zat additif umur 14 hari	72
Tabel 5.10	Hasil pengujian kuat desak silinder beton dengan zat additif umur 21 hari	73
Tabel 5.11	Hasil pengujian kuat desak silinder beton dengan zat additif umur 28 hari	74
Tabel 5.12	Kuat desak beton rata-rata dan laju pengerasan silinder beton	75
Tabel 5.13	Prosentase kenaikan dan penurunan kuat desak beton dengan zat additif terhadap beton normal	76

Tabel 5.14 Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur

menurut PBI 1971 76

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Kuat tekan beton untuk berbagai jenis semen	35
Gambar 3.2 Grafik kuat tekan empat oksida utama pada semen	38
Gambar 3.3 Skema proses hidrasi semen Portland pozolan (PPC)	43
Gambar 5.1 Grafik gradasi pasir	62
Gambar 5.2 Grafik gradasi kerikil	64
Gambar 5.3 Grafik gradasi campuran	65
Gambar 5.4 Grafik perbandingan laju pengerasan dan kuat desak beton menurut PBI 1971, brosur, dan hasil pengujian	77
Gambar 5.5 Diagram umur dan kuat tekan beton dengan semen + <i>fly</i> <i>ash</i> dibandingkan semen biasa	81
Gambar 5.6 Grafik laju kenaikan kuat tekan beton dengan semen + <i>fly</i> <i>ash</i> dibandingkan semen biasa	82

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data pemeriksaan modulus halus butir pasir	92
Lampiran 2 Data pemeriksaan modulus halus butir kerikil	93
Lampiran 3 Data pemeriksaan berat jenis agregat halus	94
Lampiran 4 Data pemeriksaan berat jenis agregat kasar	95
Lampiran 5 Data pemeriksaan berat volume agregat halus "SSD"	96
Lampiran 6 Data pemeriksaan berat volume agregat kasar "SSD"	97
Lampiran 7 Data sementara pengujian desak silinder beton sampel A	98
Lampiran 8 Data sementara pengujian desak silinder beton sampel B	99
Lampiran 9 Data sementara pengujian desak silinder beton sampel C	100
Lampiran 10 Data sementara pengujian desak silinder beton sampel I	101
Lampiran 11 Data sementara pengujian desak silinder beton sampel E	102
Lampiran 12 Data sementara pengujian desak silinder beton sampel F	103
Lampiran 13 Data sementara pengujian desak silinder beton sampel G	104
Lampiran 14 Data sementara pengujian desak silinder beton sampel H	105

DAFTAR LAMBANG, NOTASI, DAN SINGKATAN

A	=	Luas penampang benda uji (m).
A/C	=	<i>Aggregate/cement</i> , rasio berat agregat dengan semen.
ACI	=	<i>American Concrete Institute</i> .
B _j	=	Berat jenis.
D atau Ø	=	Diameter silinder benda uji (m).
f _b	=	Kuat tekan masing-masing benda uji (kg/cm ² atau Mpa).
f _{bm}	=	Kuat tekan rata-rata sampel (kg/cm ² atau Mpa).
f _c	=	Kuat tekan rencana (kg/cm ² atau Mpa).
f _{cr}	=	Kuat tekan rata-rata pada perencanaan campuran beton (kg/cm ² atau Mpa).
F _{as}	=	Faktor air-semen, rasio berat air dengan semen.
m	=	Nilai margin (kg/cm ² atau Mpa).
M _{hb}	=	Modulus halus butir.
N	=	Jumlah benda uji.
P	=	Beban maksimum yang dapat ditahan benda uji (kg).
PC	=	<i>Portland cement</i> = Semen Portland.
PPC	=	<i>Portland pozolan cement</i> = Semen Portland pozolan.
S _d atau s	=	Standar deviasi (kg/cm ² atau Mpa).
t	=	Tinggi silinder benda uji (m).
V _a	=	Volume air (m ³).
V _k	=	Volume kerikil (m ³).
V _s	=	Volume semen (m ³).

- Vp = Volume pasir (m³).
- Wa = Berat air (ton).
- Wk = Berat kerikil (ton).
- Ws = Berat semen (ton).
- Wp = Berat pasir (ton).

INTISARI

Kemajuan dalam berbagai bidang dewasa ini menuntut pelaksana konstruksi untuk dapat menyelesaikan suatu proyek dengan lebih cepat dan seefisien mungkin dari jadwal yang ditetapkan tanpa mengurangi kualitas yang telah ditetapkan. Salah satu caranya adalah dengan mempersingkat waktu pengerasan maksimum beton yang memakan waktu 28 hari dengan menggunakan bahan tambah. Kemudian beredar berbagai macam bahan tambah di pasaran. Hal ini perlu dikaji lebih lanjut dan perlu diperbanyak penelitian-penelitian yang berhubungan dengan pemakaian bahan kimia tambahan sebab tidak semua keterangan yang diberikan oleh produsen sesuai dengan kenyataan di lapangan.

Dalam penelitian ini digunakan bahan tambah Additon HE produksi PT. Bimo Prasetya Sembada dengan dosis sesuai anjuran produsen yaitu 120 cc per 50 kg semen yang bertujuan untuk mengetahui apakah pengaruh zat additif terhadap kuat desak beton pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari dan durasi waktu pengerasannya sesuai dengan keterangan dalam brosur atau tidak. Benda uji berupa silinder beton (diameter 150 mm, tinggi 300 mm) masing-masing 15 buah untuk tiap umur dengan sekali pengadukan pada beton biasa dan juga pada beton yang menggunakan zat additif, jumlah total 120 buah dengan 8 kali pengadukan. Direncanakan campuran beton $f_c' = 29$ Mpa. Untuk campuran beton normal metode perancangan menggunakan ACI dengan nilai f_{sp} ditentukan 0,4 dan perbandingan berat diperoleh 1 : 1,7 : 2,1. Kerikil yang digunakan berasal dari Clereng, dan pasir dari Kaliurang dengan diameter maks. 20 mm, semen PPC merk Nusantara.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kuat desak dan laju pengerasan yang dihasilkan beton dengan penggunaan zat additif pada umur 7 hari lebih rendah dibanding beton normal, namun pada umur 14 sampai 28 hari terjadi perubahan dengan adanya peningkatan kuat desak dan laju pengerasan yang lebih tinggi dari beton normal (lihat tabel 5.12, 5.13, dan gambar 5.4). Namun keterangan pada brosur tentang kenaikan kuat desak mencapai lebih dari 25% dan kuat desak umur 7 hari setara dengan umur 28 hari tidak terbukti, peningkatan kuat desak maksimum yang diperoleh hanya 7,3262% dan kuat desak yang setara dengan beton normal umur 28 hari terjadi pada sekitar umur 17 hari. Dengan kata lain, keterangan pada brosur tidak sesuai dengan kenyataan di lapangan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini kemajuan dalam berbagai bidang berkembang semakin pesat sebagai konsekuensi dari perkembangan teknologi. Semboyan waktu adalah uang menjadi motto kebanyakan orang. Begitu pula di dunia konstruksi di Indonesia. Karena persaingan yang semakin ketat, seorang/sebuah kontraktor/perusahaan konstruksi dituntut untuk dapat menyelesaikan suatu proyek dengan lebih cepat dan seefisien mungkin dari jadwal yang ditetapkan tanpa mengurangi kualitas yang telah ditetapkan.

Beton merupakan salah satu struktur material yang paling populer pada saat ini dan paling banyak digunakan dalam pembuatan bangunan fisik di Indonesia, yang memiliki beberapa kelebihan diantaranya kuat desak tinggi, tahan lama, ekonomis, tahan aus, tahan kebakaran, dan lain-lain. Membuat beton sebenarnya tidaklah sesederhana hanya sekedar mencampurkan bahan-bahan dasarnya untuk membuat campuran yang plastis sebagaimana yang sering terlihat pada pembuatan bangunan sederhana, tetapi jika ingin membuat beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton yang baik dan beton yang dihasilkan juga baik dan seefisien mungkin dalam

penggunaan waktu. Kondisi inilah yang menuntut dibutuhkan suatu bahan tambah yang bertujuan untuk menunjang hal tersebut.

Melihat peluang ini, banyak produsen di bidang penyediaan material konstruksi yang tertarik untuk memproduksi berbagai jenis zat additif atau bahan tambah. Di Indonesia sendiri banyak beredar berbagai jenis bahan tambah. Dari brosur-brosur yang diberikan produsen diuraikan berbagai keuntungan dari penggunaan produk mereka. Hal ini perlu dikaji lebih lanjut dan perlu diperbanyak penelitian-penelitian yang berhubungan dengan pemakaian bahan kimia tambahan sebab tidak semua keterangan yang diberikan oleh produsen sesuai dengan kenyataan di lapangan.

Perbedaan penelitian kali ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya terletak pada jenis bahan tambah serta material yang akan digunakan sebagai benda uji. Zat additif yang akan digunakan pada penelitian ini berupa bahan tambah kimia cair yang termasuk jenis *high early strength plasticizer*, yang pada brosurnya dikatakan dapat meningkatkan kuat desak beton sampai lebih dari 25%, membuat beton kedap air, dan dapat mempercepat waktu pengerasan dengan membuat beton umur 7 hari akan mempunyai kuat tekan yang setara dengan beton normal umur 28 hari, yang akan sangat berguna bagi pelaksana di lapangan karena dapat menghemat banyak waktu, tenaga, dan biaya jika memang keterangan tersebut benar adanya.

Oleh karena itu dalam tugas akhir kali ini akan dilakukan penelitian untuk mengetahui berapa kuat desak yang dihasilkan oleh beton dengan penambahan zat additif pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari, dibandingkan dengan beton normal umur

7, 14, 21, dan 28 hari. Diharapkan dari hasil penelitian yang dilakukan ini apakah pada beton dengan penambahan zat additif kuat desaknya lebih tinggi dan laju pengerasannya akan lebih singkat dibandingkan beton normal dan apakah peningkatannya sesuai dengan keterangan pada brosur atau tidak dapat terjawab.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas didapat rumusan permasalahan yaitu :

1. Berapa kuat desak yang dihasilkan beton normal pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari ?
2. Berapa kuat desak yang dihasilkan beton dengan penambahan zat additif pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari ?
3. Benarkah kuat desak yang dihasilkan beton dengan penambahan zat additif lebih tinggi dari kuat desak beton normal ?
4. Benarkah laju pengerasan pada beton dengan penambahan zat additif lebih singkat dari beton normal ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perbandingan pengaruh pemakaian zat additif terhadap kuat desak dan laju pengerasan beton normal sesuai petunjuk produsen pada brosur akan menghasilkan beton dengan keunggulan yang dijanjikan atau tidak.

2. Mengetahui pengaruh penggunaan zat additif jenis *high early strength plasticizer* pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari terhadap kuat desak dan laju pengerasan beton normal.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan manfaat :

1. Memberikan informasi yang jelas mengenai pengaruh yang terjadi akibat penambahan zat additif jenis *high early strength plasticizer* terhadap campuran beton.
2. Bagi semua pihak baik akademisi maupun praktisi yang berkepentingan dengan penggunaan zat additif pada beton sebagai bahan pertimbangan, baik sekarang maupun yang akan datang.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian tidak menyimpang dari tujuannya, maka diberi batasan antara lain :

1. Penelitian dibatasi pada kuat desaknya.
2. Campuran beton dengan kuat tekan rencana ($f'c$) = 29 Mpa, nilai fas direncanakan 0,4 dengan metode ACI untuk beton normal.
3. Menggunakan material alami, agregat halus berasal dari sungai Boyong Kaliurang dan agregat kasar dari Clereng Kulonprogo, dengan ukuran agregat kasar maksimum 20 mm.
4. Zat additif yang digunakan merk Additon H.E, dengan dosis 120 cc per 50 kg semen.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 RA Najamudin (1996)

Dalam penelitian “Pengaruh Bahan Tambah Retarder-Water Reducer terhadap Nilai Slam, Waktu Ikat dan Kuat Tekan Beton pada Faktor Air Semen Tetap”, menggunakan bahan kimia tambahan *retarder water-reducer*, merk Plastocrete R tanpa pengurangan air (fas tetap) dan pengurangan air dan semen. Dosis yang digunakan 0%; 0,3%; 0,4%; 0,5% ; 0.6% terhadap berat semen (sesuai anjuran produsen), serta dosis yang melebihi anjuran produsen diambil 3%. Material yang digunakan semen type I produksi pabrik semen Gresik, pasir dari Kulonprogo, dan kerikil dari Kali Clereng. Tinjauan yang dilakukan terhadap campuran beton berupa kuat tekan, slam dan waktu ikat. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 3, 7, 14, 28 dan 56 hari dengan benda uji berbentuk silinder masing-masing berjumlah 3 buah benda uji. Pengujian waktu ikat dilakukan tiap 15 menit dengan benda uji berbentuk segitiga terpancung.

Perilaku campuran beton tanpa pengurangan air dan semen memperlihatkan kuat tekan beton lebih tinggi dibandingkan beton normal pada umur-umur awal beton (3, 7, 14 hari), dengan kuat tekan maksimum dicapai dengan dosis Plastocrete R 0,3%. Hal ini diakibatkan nilai slam yang terjadi lebih tinggi dibandingkan beton normal, dengan peningkatan slam antara 8,7% sampai

39,1%, sehingga derajat kemampatan/workabilitas akan lebih tinggi dengan tidak menambah pori-pori yang mungkin terbentuk sebagai akibat penguapan air dari adukan. Tinjauan perilaku waktu ikat memperlihatkan terjadi penundaan waktu ikat awal 105 - 300 menit dan waktu ikat akhir 90 - 375 menit yang sesuai dengan fungsi Plastocrete R sebagai *retarder*. Pada campuran yang melebihi dosis (3%), campuran beton menjadi rusak. Perilaku campuran beton dengan pengurangan air dan semen memperlihatkan kuat tekan beton lebih rendah dibandingkan beton normal, karena sebetulnya Plastocrete R berfungsi sebagai *water reducer* sehingga pengurangan hanya dilakukan pada jumlah air saja (semen tetap) agar fas akan turun sehingga kekuatan beton lebih meningkat. Peningkatan kuat tekan secara cepat meningkat pada umur-umur awal yaitu umur 3, 7, 14 hari, sedangkan pada umur selanjutnya peningkatan tidak memperlihatkan perkembangan yang pesat bila dibandingkan beton normal. Dosis optimal yang memberikan kuat tekan lebih tinggi dari beton lainnya adalah 0,3%. Peningkatan rerata kuat tekan tertinggi pada saat umur beton 3 hari dengan peningkatan 13,965%.

2.2 Muhammad Mubarak (1996)

Dalam penelitian “Pengaruh Bahan Tambah Retarder Water Reducer terhadap Nilai Slam, Waktu Ikat dan Kuat Tekan Beton Faktor Air Semen Bervariasi dengan Slam Tetap”, dilakukan dalam tiga tahap, pertama dengan dosis plastocrete R 0,3% berat semen yang didapat dari penelitian Najamudin dengan fas divariasikan 0,35; 0,45 dan 0,55, nilai slam diukur apa adanya. Kedua dilakukan pada slam tetap ($\pm 57,5$ mm) dengan dosis seperti yang dianjurkan yaitu 0,3%; 0,4%; 0,5%; 0,6% berat semen, kemudian divariasikan dengan jumlah air

(berarti variasi fas). Variasi kedua juga digunakan untuk pembuatan pasta. Bentuk benda uji jenis 1 dan 2 berupa silinder beton diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, sedangkan jenis 3 berupa kerucut terpancung diameter diatas 80 mm; diameter bawah 90 mm dan tinggi 40 mm. Pengujian beton dilakukan pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari. Menggunakan material semen type I produksi pabrik semen Gresik, pasir dari Kulonprogo, dan kerikil dari Clereng.

Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu untuk beton dengan penambahan plastocrete R dosis 0,3% dengan variasi fas, ternyata kuat tekan tertinggi dicapai pada fas 0,35. Pada beton dengan penambahan Plastocrete R dan pengurangan air, tingkat kemudahan pengerjaan dapat dijaga sesuai dengan slam rencana, meskipun fas diperkecil sehingga kuat tekan beton meningkat. Kuat tekan beton tertinggi diperoleh pada penambahan Plastocrete R 0,5% dan pengurangan air 11%. Semakin besar dosis Plastocrete R yang digunakan semakin besar pula air yang dapat direduksi. Pada pasta dengan penambahan Plastocrete R dan pengurangan air terjadi penundaan waktu ikat. Untuk waktu ikat awal 45-90 menit dan waktu ikat akhir 75-105 menit. Hasil penelitian secara umum menyatakan bahwa Plastocrete R berfungsi untuk mempertinggi kemudahan pengerjaan adukan beton, pereduksi air guna meningkatkan kuat tekan beton dan memperpanjang waktu ikat adukan beton.

2.3 Eko Yuwono (1997)

Dalam penelitian “Pengaruh Bahan-Bahan Pemercepat Pengerasan terhadap Workabilitas dan Kuat Tekan Beton”, dipilih empat macam admixture dari empat pabrik yang berbeda, yaitu Sikament-NN, Bestmittel, BV Special, dan

Superplastet F, dengan f.a.s 0,5 pada dosis minimum masing-masing *admixture* sesuai brosur pabrik berturut-turut yaitu 0,8%; 0,2%; 0,2%; 0,3%. Slump ditentukan slump beton normal minimum 50 mm. Material yang dipakai semen Type I dari pabrik Semen Gresik, pasir dan kerikil dari sungai Krasak Sleman. Benda uji berupa silinder beton yang berjumlah 80 buah yang dibuat dari 20 adukan dan tiap adukan dibuat 4 benda uji yang diuji pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kandungan yang ditambahkan seperti tertera di atas, Sikament NN paling tinggi slumpnya dibanding ketiga merk lain. Pengujian kuat tekan memperlihatkan Bestmittel, BV Special, dan Superplastet F memberi percepatan pengerasan sejak hari ke-3 dan mencapai kuat tekan beton normal (± 25 Mpa) pada umur 14 hari. Peningkatan kuat tekan ketiga *admixture* tersebut pada 28 hari sebesar $\pm 20\%$ dari beton normal, sedang pada Sikament NN terjadi keenceran yang terlalu tinggi sehingga kuat tekannya tidak meningkat dibanding beton normal (± 25 Mpa). Pada penelitian ini terlihat bahwa Sikament NN lebih dominan berfungsi sebagai *superplasticizer* (meningkatkan slam menjadi 310,7% terhadap slump beton normal), sedangkan Bestmmittel, BV Special dan Superplastet F berfungsi sebagai *plasticizer* (meningkatkan slump menjadi 191,1% dan 221,4% terhadap slump beton normal) dan pemercepat pengerasan beton.

2.4 Dona Nur Adhi (1997)

Dalam penelitian “Pengaruh Bahan Tambah Bestmittel terhadap Kuat Tekan Beton pada Berbagai Ukuran Diameter Maksimum Butiran Agregat Kasar” menggunakan berbagai ukuran maksimum agregat kasar batu pecah mesin berdiameter maksimal 10 mm, 20 mm, 30 mm dan 40 mm berasal dari Clereng, pasir dari Kulonprogo dengan perbandingan 40% pasir dan 60% batu pecah dan semen Nusantara. Penelitian dilakukan dengan membuat benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, berjumlah 144 buah yang diuji pada umur beton 7, 14 dan 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil diameter maksimum agregat membutuhkan jumlah semen lebih banyak pada perencanaan kuat tekan yang sama. Semakin besar diameter maksimum agregat memberikan perubahan kenaikan kuat tekan yang lebih besar. Dengan pemakaian bahan kimia tambahan Bestmittel pada nilai prosentase 0,3% dari berat semen dengan diameter maksimum 40 mm dapat menaikkan kuat tekan beton sebesar 29,8% pada nilai f.a.s 0,50 dengan pengurangan air 10%. Prosentase pemberian bahan kimia tambahan Bestmittel yang optimum adalah 0,3% - 0,4% dari berat semen. Lebih dari itu kecenderungan kuat tekan beton menurun.

2.5 Mursito (1997)

Dalam penelitian “Pengaruh Bahan Tambah Superplasticizer dan Setretarder pada Kuat Tekan Beton, Nilai Slam, dan Setting Time dalam Adukan Beton”, menggunakan merk Sikament 520. Dosis yang digunakan 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2% dan 2,5% dari berat semen. Penambahan ini disertai dengan

pengurangan air berturut-turut sebesar 0%; 12,5%; 17,5%; 22,5%; 27,5% dan 32,5%. Material yang digunakan semen Nusantara, pasir dari Kali Progo dan kerikil dari Kali Tinalah. Pengujian dilakukan terhadap benda uji silinder beton pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari masing-masing sebanyak 3 buah benda uji.

Hasil dari penelitian ini adalah dengan penambahan *admixture* ini pada dosis 0,5% - 1,5% kuat tekan beton mengalami kenaikan terutama pada umur 28 hari. Kuat tekan maksimum rata-rata sebesar 60,46% dicapai pada dosis 1%. Hal ini diakibatkan oleh pengurangan jumlah air dalam adukan beton, walaupun nilai slump yang terjadi tetap tinggi. Dengan peningkatan slam 60 – 170 mm menunjukkan tingkat workabilitas adukan beton semakin meningkat. Pada dosis 2,5%, sebagian beton mengalami kerusakan dan kuat tekan yang dihasilkan lebih rendah dari beton normal. Tinjauan *setting time* memperlihatkan penundaan ikat awal 135 – 390 menit dan ikat akhir 345 – 765 menit. Hasil penelitian secara umum menyatakan bahwa Sikament 520 berfungsi sebagai peningkat workabilitas pada pengurangan air cukup besar dan penunda waktu ikatan.

2.6 L Edy Wuryanto (1997)

Dalam penelitian “Pengaruh Bahan Tambah Rheomac SF 100 – MB – SF terhadap Beton Kuat Tekan Tinggi dengan Agregat Normal” menggunakan bahan tambah *superplasticizer* Rheobuild 1000 (*high range water reducing, superplasticizing admixtures*) dan Rheomac SF 100 – MB – SF (*silica fume mineral admixtures*), material pasir asal sungai Progo, kerikil asal Clereng dan semen Nusantara. Pengujian dilakukan pada umur beton 7, 14 dan 28 hari masing-

masing sebanyak 3 silinder beton dengan kandungan Rheomac 0%; 5%; 10%; dan 15% dan variasi A/C 3,0 dan 3,5 .

Hasil dari penelitian ini yaitu pada campuran beton dengan A/C 3,0 kadar Rheomac 0%; 5%; 10%; dan 15% peningkatan kuat tekan beton lebih besar daripada A/C 3,5. Kondisi optimum terjadi pada penambahan 15% Rheomac pada A/C 3,0 sebesar 95,698 Mpa dan A/C 3,5 dengan penambahan Rheomac 10% sebesar 86,883 Mpa.

2.7 Muzzamil dan Budiyo (1997)

Dalam penelitian “Pengaruh Pemakaian Bahan Tambah Superplasticizer terhadap Kuat Desak Beton” menggunakan bahan tambah *superplasticizer* merk Merguss FB. Penelitian ini menggunakan material pasir dari Kali Progo, kerikil dari Krasak, dan semen type I produksi pabrik semen Gresik. Benda uji yang digunakan adalah 6 kubus dengan ukuran 15 cmx 15cmx 15 cm untuk tiap dosis yang ditentukan. Pengujian dilaksanakan pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari dengan dosis bahan tambah sebesar 0%; 0,7%; 1% dan 2,5%. Sedangkan pada dosis 4% hanya dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan peningkatan kuat tekan beton terjadi pada pemakaian bahan tambah sebesar 1%, sedangkan pemakaian bahan tambah 2,5% dan 4% kuat tekan rata-rata mengalami penurunan. Hasil ini berbeda dibandingkan dengan brosur yang dikeluarkan oleh produsen, dimana hasil pengujian kuat desak pada prosentase 2,5% mengalami penurunan, sedangkan menurut pihak produsen pada prosentase tersebut mengalami peningkatan. Kuat tekan maksimal beton normal pada umur 28 hari sebesar 220 kg/cm², sedangkan

kuat tekan maksimal dicapai pada pemakaian bahan tambah 1,5% pada umur 28 hari sebesar 350 kg/cm².

2.8 Susfinda Ds dan Romi Oktana (1997)

Dalam penelitian “Pengaruh Variasi Bahan Tambah untuk Mencapai Workabilitas dan Nilai Slump Rencana terhadap Kuat Tekan Beton Rencana” menggunakan material berupa Semen Portland Nusantara, pasir diambil dari sungai Progo, dan kerikil dari PT. Perwita Karya. Bahan tambah jenis *plasticizer* merk Plastocrete NC Special. Pengujian dibagi menjadi 3 jenis percobaan. Jenis I dengan penambahan air, jenis II dengan penambahan air-semen, dan jenis 3 dengan penambahan *admixtures*. Benda uji berupa silinder beton yang diujikan hanya pada umur beton 28 hari, masing-masing sebanyak 6 buah.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kuat desak yang dicapai dari ketiga jenis percobaan masih diatas kuat tekan rencana (30 Mpa) sampai pada batas-batas nilai slump tertentu, yaitu hanya pada percobaan I slump 14 – 21 cm . Batas-batas nilai slump (*range*) yang diperoleh dari ketiga hasil percobaan menunjukkan hasil yang berlainan. Percobaan dengan penambahan air-semen mempunyai *range* yang lebih besar. Percobaan I kuat tekan tertinggi terjadi pada slump 1 cm sebesar 36,088 Mpa. Percobaan II pada slump 2,3 cm sebesar 35,3 Mpa. Dari ketiga percobaan, kuat tekan rata-rata yang paling tinggi diperoleh dengan penambahan *plasticizer* yaitu pada slump 4,5 cm sebesar 39 Mpa. Workabilitas dapat ditingkatkan dengan ketiga cara ini, penambahan dengan air adalah cara yang paling mudah, murah dan praktis, tetapi kuat tekan rata-rata yang dicapai paling rendah.

2.9 Denny M Sinaga (1998)

Dalam penelitian “Pengaruh Penggunaan Delvo Stabilizer terhadap Waktu Ikat Awal dan Kuat Tekan Beton” menggunakan Delvo Stabilizer dengan dosis 0,6%; 1,3%; dan 2% berat semen. Material pasir asal desa Kopen, Kerikil dari Clereng dan Semen Nusantara. Benda uji berupa silinder yang diuji pada umur beton 3, 7, 14, 17 dan 28 hari masing-masing sebanyak 3 buah.

Hasil penelitian menunjukkan pada umur 3 hari kuat tekan beton dengan dosis 2% berada dibawah beton normal, tetapi pada umur 14 hari dan seterusnya kuat tekannya diatas beton normal, maka dosis 2% tidak baik digunakan untuk konstruksi yang memerlukan kuat tekan awal tinggi. Semakin besar dosis yang digunakan, kekuatan awalnya akan semakin rendah. Penggunaan Delvo Stabilizer membuat adukan lebih encer (*workable*), terutama pada dosis 2% didapat slump paling tinggi sebesar 15 cm. Kadar bahan tambah yang optimum adalah 1,3% yang menghasilkan kuat tekan rata-rata tertinggi pada umur 28 hari sebesar 47,7%. Bahan tambah Delvo juga dapat memperpanjang waktu ikat awal beton sampai 43 jam 45 menit pada dosis 2%.

2.10 Dwi Susilowati (2002)

Dalam penelitian “Pengaruh Penggunaan Retarder-Water Reducer terhadap Waktu Ikat, Slump dan Kuat Tekan Beton dengan Faktor Air Semen 0,4” digunakan bahan tambah *retarder-water reducer* yaitu Plastiment-VZ dengan dosis 0%; 0,2%; 0,4%; 0,6% dan 1%. Material yang digunakan semen produksi pabrik semen Gresik, pasir ex. Muntilan dan kerikil ex. Magelang. Benda uji

silinder beton yang diujikan pada umur beton 7, 14, dan 28 hari masing-masing sebanyak 3 buah benda uji.

Hasil penelitian menunjukkan penambahan Plastiment-VZ dapat memperpanjang waktu ikat awal antar 3,5 jam sampai 21,5 jam. Sementara itu dari pengujian workabilitas menunjukkan bahwa penambahan Plastiment-VZ dapat meningkatkan kelecakan adukan beton atau slump antara 40 mm sampai dengan 140 mm. Untuk periode kelecakan beton (*slump loss*) terjadi perpanjangan waktu selama 30 menit sampai dengan 120 menit. Sedangkan dari pengujian kuat tekan didapatkan hasil yang bervariasi. Pada umur 7 hari didapat kuat tekan tertinggi dicapai pada dosis 0,2% sebesar 57,81 Mpa naik 18,54%. Kuat tekan rata-rata beton normal (BN) sebesar 48,77 Mpa, pada dosis 0,4% didapat 47,64 Mpa turun 2,31%, namun pada dosis 0,6% dan 1% tidak diuji karena kondisinya masih lunak dan diperkirakan lebih kecil dari BN. Pada umur 14 hari pada dosis 0,6% didapat kuat tekan rata-rata 47,83 Mpa yang hampir sama dengan kuat tekan BN umur 7 hari, berarti dosis 0,6% bisa menyamai BN setelah umur 7 hari. Sedang pada dosis 1% mempunyai kuat tekan 31,07 Mpa yang berada dibawah kuat tekan BN umur 7 hari. Pada umur 28 hari terjadi suatu perubahan dimana dosis 0,4% mempunyai kuat tekan yang paling tinggi dimana sebelumnya lebih rendah dari BN. Kuat tekan rata-rata BN sebesar 57,62 Mpa, dosis 0,2% rata-rata 59,26 Mpa (naik 2,84%), dosis 0,4% rata-rata 61,76 Mpa (naik 7,19%), dosis 0,6% rata-rata 49,82 Mpa (turun 13,54%), serta pada dosis 1% rata-rata 34,73 Mpa (turun 39,745%).

Review :

Dari penelitian-penelitian di atas terlihat bahwa dengan penggunaan jenis/merk bahan tambah yang berbeda diperoleh karakteristik perilaku campuran beton yang dihasilkan terutama peningkatan kuat tekannya berbeda satu sama lain. Tentunya tidak perlu dilakukan penelitian-penelitian lain tentang pengaruh suatu bahan tambah dari jenis/merk bahan tambah yang berbeda jika hasil yang didapat akan sama. Oleh karena itu dengan banyaknya jenis/merk bahan tambah yang beredar di pasaran diperlukan lebih banyak penelitian-penelitian lain untuk meneliti hal ini.

Kekurangan dari penelitian-penelitian di atas adalah pada kesimpulan yang dikemukakan tidak banyak yang memberikan pernyataan kesesuaian antara keterangan produsen pada brosur dengan kenyataan yang didapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Bahkan, kesimpulan dari penelitian-penelitian di atas lebih cenderung menguntungkan pihak produsen. Padahal ini sangat penting untuk dikemukakan terutama bagi pihak konsumen yaitu kontraktor, jangan sampai terjadi hal-hal yang justru merugikan pada pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Oleh karena itu dilakukannya penelitian kali ini selain untuk menguji pengaruh kuat tekan beton dengan jenis bahan tambah yang berbeda dari yang pernah dilakukan, juga untuk melengkapi kekurangan dari penelitian-penelitian sebelumnya.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Zat Additif

Selain bahan penyusun utama beton (semen, air dan agregat), terkadang ditambahkan bahan lain pada campuran beton untuk tujuan tertentu. Bahan ini disebut bahan tambah atau zat additif. Biasanya zat ini digunakan untuk berbagai tujuan, antara lain meningkatkan waktu ikat awal beton, menunda waktu ikat awal beton, membuat beton yang lebih resisten terhadap pengaruh buruk ketika musim dingin, mengurangi proses *bleeding* pada permukaan beton, meningkatkan workabilitas, meningkatkan kuat desak beton, membuat beton kedap air, untuk meningkatkan lekatan antara dua permukaan beton, dan lain-lain.

Biasanya perubahan yang dihasilkan dalam campuran beton dengan penggunaan zat additif adalah pada proses hidrasi, pembebasan panas, bentukan pori, dan pembentukan struktur. Karena zat additif juga biasanya memiliki pengaruh buruk, maka penggunaannya harus dievaluasi secara hati-hati sebelum digunakan, berdasarkan komposisi utama, data teknis, dan pemeriksaan campuran.

Saat ini zat additif tersedia dalam berbagai jenis dan merk sehingga sulit untuk diklasifikasikan. Selain itu, dengan banyaknya unsur pokok dan proporsi dari zat additif yang tidak diketahui secara luas biasanya informasi didapat hanya berdasarkan yang diberikan oleh supplier. Oleh N. Jackson (1985) dalam bukunya

“*Civil Engineeing Materials*” yang mengacu pada Rixom (1978) dan *The Concrete Society Technical Report No.18* (1980) zat additif dibedakan menjadi beberapa tipe yang dijelaskan pada tabel 3.1. namun selain jenis yang ada dalam tabel tersebut, masih banyak jenis zat additif lainnya seperti *coloring agents*, *gas-forming agents*, pozzolan, serat, dan lain-lain.

Tabel 3.1 Tipe-tipe zat additif

Tipe	Komposisi utama	Tindakannya dengan beton	Kegunaan utama	Efek samping
<i>Air Entrainers</i>	<i>Foaming agents</i> seperti dari detergen sintetis kayu damar atau bubuk timah.	Membentuk formasi gelembung kecil tersendiri yang stabil .	Meningkatkan resisiten terhadap dingin. Digunakan pada konstruksi jalan raya atau landasan pesawat terbang.	Dapat mengurangi sejumlah kekuatan beton.
<i>Accelerators Setting</i>	Alkalin solusi tinggi seperti aluminium klorida.	Waktu ikat sangat cepat.	Digunakan untuk pekerjaan perbaikan darurat.	Mengurangi kekuatan beton.
<i>Accelerators Setting and Hardening</i>	Kalsium Klorida, kalsium Format.	Meningkatkan waktu ikatan dan pengerasan.	Perkembangan panas tinggi. Digunakan untuk pembetonan pada musim dingin dan pencapaian kuat tekan lebih cepat untuk perpindahan jadwal kerja yang padat.	Meningkatkan susut kering. Mengurangi resistan terhadap serangan sulfat. Bahaya korosi oleh kalsium klorida.

Lanjutan Tabel 3.1 Tipe-tipe zat additif

<i>Retarders</i>	Lignosulphonic atau asam hidroksilat karbolixid dengan selulosa atau kanji.	Menunda waktu ikatan dan pengerasan.	Digunakan untuk pembetonan pada musim panas.	Meningkatkan <i>bleeding</i> pada beberapa tipe dan meningkatkan susut kering pada yang lain.
<i>Water Reducers</i>	Lignosulphonic atau asam hidroksilat karbolixid.	Meningkatkan workabilitas atau mengurangi kebutuhan air.	Digunakan untuk memfasilitasi <i>placing</i> atau memberikan kekuatan dan durabilitas lebih tinggi.	Sama seperti <i>retarder</i> .
<i>Superplasticizers</i>	Kondensasi dari sulfanat melamin formaldehida atau sulfanal naptalin formaldehida atau modifikasi lignosulphonat.	Sama seperti <i>water reducers</i> tetapi lebih efektif.	Sama seperti <i>water reducers</i> , tetapi <i>placement</i> lebih cepat dan kekuatan serta daya tahan yang sangat tinggi	Meningkatkan <i>bleeding</i> dan tingkat kecenderungan segregasi. Meningkatkan susut.

Lanjutan Tabel 3.1 Tipe-tipe zat additif

<i>Bonding Agents</i>	Polifinil asetat atau styren butadina atau akrilik.	Meningkatkan kuat lekat.	Untuk pekerjaan penambalan atau perbaikan.	Sejumlah reduksi pada kuat tekan.
<i>Water Repellers</i>	Sabun atau mineral metal dan turunan dari minyak sayur.	Mengurangi permeabilitas.	Mencegah absorpsi air hujan.	-

Dari tabel tipe-tipe zat additif di atas dan berdasarkan keterangan yang ada pada brosur, zat additif merk Additon H.E termasuk ke dalam *accelerators setting and hardening* dan *water reducers*.

3.1.1 Accelerators setting and hardening

Akselerator yang paling lazim digunakan adalah kalsium klorida (CaCl_2), tetapi banyak material lain yang juga digunakan antara lain larutan karbonat, silikat, fluosilikat, dan trithanolamin. Kalsium klorida harus ditambahkan ke dalam campuran dalam bentuk larutan dengan melarutkannya pada sebagian air dan harus dibatasi tidak boleh lebih dari dua persen dari berat semen. Jika zat ini ditambahkan pada beton dalam bentuk kering, semua partikel kering tidak bisa seluruhnya larut selama proses pencampuran, dengan hasil bagian yang tidak larut dapat “keluar” atau membentuk bintik hitam pada beton yang telah mengeras.

Penambahan yang kurang dari dua persen pada campuran tidak berefek korosi yang signifikan pada beton bertulang, memberikan kualitas yang tinggi pada beton. Hal ini tentu saja meningkatkan ketahanan beton pada erosi dan abrasi. Di sisi lain, penyusutan beton ketika mengalami kekeringan juga dapat ditingkatkan.

Penggunaan kalsium klorida atau zat additif yang mengandung larutan klorida tidak direkomendasikan untuk beton prategang karena kemungkinan resiko korosi. Hal ini juga mengakibatkan korosi serius pada aluminium yang melekat pada baja, khususnya jika aluminium terkontak pada baja dan betonnya dalam keadaan basah. Demikian pula larutan klorida tidak boleh digunakan pada lapisan baja yang terkontak secara permanen dengan beton. Juga, kalsium klorida tidak boleh digunakan pada beton yang tersubyek pada reaksi agregat alkali atau terbuka pada

tanah atau air yang terkontaminasi sulfat, dengan tujuan menghindari menurunnya ketahanan beton pada serangan sulfat.

Akselerator yang terbuat dari bahan kimia lain diproduksi dengan berbagai nama atau merk dagang, yang sesuai dengan standar yang dikeluarkan. Beberapa diantaranya berbentuk bubuk nonhigroskopis, dan yang lain berbentuk larutan konsentrasi. Karena tidak mengandung klorida, maka dapat digunakan pada lekatan yang berpotensi korosi atau baja prategang. Beberapa akselerator juga dapat digunakan (bila perlu) ketika beton terkontak dengan selimut baja atau besi yang melapisi baja, dimana hal ini penting untuk menghindari korosi.

Beberapa akselerator mengandung fluosilikat dan triethanolamine yang menghasilkan efek akselerasi yang jelas. Ada yang berkemampuan mereduksi waktu selama beton tetap plastis hingga kurang dari 10 menit. Contohnya Sterson's Quicksets yang ditambahkan ke semen Portland dapat membuat waktu ikat awal hanya dalam beberapa menit. Hal ini membuat tipe akselerator ini berguna untuk membuat semen penyumbat untuk menghentikan kebocoran tekanan udara (Smith-Andres, 1989).

3.1.2 *Water reducers*

Zat ini berbahan dasar lignosulphonic dan asam hidroksilat-karboksilat, yang memberikan efek meningkatkan *disperse* (penyebaran) dari partikel semen, mengakibatkan reduksi dari viskositas (kekentalan) beton. Efek ini bekerja dalam tiga cara. Pertama, meningkatkan workabilitas sesuai faktor air semen dan kekuatan nominalnya, hal ini memberikan kemudahan dalam mencetak dan memadatkan beton. Kedua, meningkatkan kekuatan beton tanpa tambahan semen

untuk mengurangi kebutuhan air pada campuran, hal ini menghasilkan beton bermutu tinggi. Ketiga, mengurangi kebutuhan semen dengan faktor air semen tetap, hal ini mengurangi biaya dari campuran. Reduksi dari kebutuhan semen akan menghasilkan suhu maksimum yang lebih rendah dan mengurangi resiko *shrinkage cracking* (susut retak).

Efektifitas dari *water reducers* diberikan dengan dosis tergantung pada tipe semen, gradasi agregat, proporsi campuran, dan suhu. Pada dosis normal, pengurangan air dan semen dapat mencapai 10 % (N. Jackson, 1985).

3.1.3 Tipe zat additif menurut SK SNI S-18-1990-03

Menurut SK SNI S-18-1990-03 (Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton), bahan kimia tambahan dapat dibedakan menjadi lima jenis :

- a. Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang dipakai.
Dengan pemakaian bahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen sama.
- b. Bahan kimia tambahan untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini digunakan misalnya pada satu kasus dimana jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh, sehingga selisih waktu antara mulai pencampuran dan pemadatan lebih dari 1 jam.
- c. Bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan di bawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan waktu

penyelesaian segera, misalnya perbaikan landasan pacu pesawat udara, balok prategang, jembatan, dan sebagainya.

- d. Bahan kimia tambahan berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.
- e. Bahan kimia tambahan berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

Selain lima jenis di atas, ada dua jenis lain yang lebih khusus, yaitu :

- a. Bahan kimia tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sampai sebesar 12 persen atau bahkan lebih, untuk menghasilkan adukan beton dengan kekentalan sama (air dikurangi sampai 12% lebih namun adukan beton tidak bertambah kental).
- b. Bahan kimia tambahan dengan fungsi ganda, yaitu mengurangi air sampai 12% atau lebih dan memperlambat waktu ikatan awal.

Dari paparan di atas dan berdasarkan keterangan yang ada pada brosur, zat additif merk Additon H.E termasuk ke dalam bahan tambah jenis e.

3.2 Gradasi Agregat menurut SK-SNI-T-15-1990-03

Dalam SK-SNI-T-15-1990-03 yang dipakai di Indonesia saat ini kekasaran pasir dapat dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar, sebagaimana tampak pada tabel 3.2. Adapun gradasi kerikil yang baik sebaiknya masuk di dalam batas-batas yang tercantum dalam tabel 3.3.

Tabel 3.2 Gradasi pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
9,5	100	100	100	100
4,75	90-100	90-100	90-100	95-100
2,36	60-95	75-100	85-100	95-100
1,18	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	0-15

Keterangan :

- Daerah I = pasir kasar
- Daerah II = pasir agak kasar
- Daerah III = pasir agak halus
- Daerah IV = pasir halus

Tabel 3.3 Gradasi kerikil

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Besar butir maksimum :	
	40 mm	20 mm
38,1	95-100	100
19,0	30-70	95-100
9,5	10-35	25-55
4,75	0-5	0-10

Oleh peraturan tersebut telah ditetapkan bahwa campuran beton dengan diameter maksimum sebesar 20 mm harus berada dalam batas-batas dalam kurva standar (penggambaran dari tabel 3.4). Bila gradasi agregat campuran masuk

dalam kurva 1 dan kurva 2 akan diperoleh adukan yang kasar, cocok untuk faktor semen rendah, mudah dikerjakan namun mudah terjadi pemisahan kerikil. Bila gradasi campuran masuk dalam kurva 3 dan kurva 4 akan diperoleh adukan beton yang halus, tampak lebih kohesif, lebih sulit dikerjakan sehingga perlu faktor semen agak tinggi. Gradasi campuran yang ideal ialah yang masuk dalam kurva 2 dan kurva 3. Bila hasil gradasi yang diperoleh tidak masuk dalam kurva standar, maka nilai banding antara pasir dan kerikil harus diperbaiki sehingga memenuhi syarat (masuk kurva standar).

Tabel 3.4 Persen butiran yang lewat ayakan (%) untuk agregat dengan butir maksimum 20 mm

Lubang ayakan (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV
19,0	100	100	100	100
9,5	45	55	65	75
4,75	30	35	42	48
2,36	23	28	35	42
1,18	16	21	28	34
0,60	9	14	21	27
0,30	2	3	5	12
0,15	0	0	0	2

3.3 Ketentuan Pembuatan Benda Uji menurut SK SNI M – 14 – 1989 - F

Ketentuan menurut SK SNI M – 14 – 1989 – F merupakan penyempurnaan dari ketentuan pada PBI 1971. Ketentuan menurut SK SNI M – 14 – 1989 – F yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini antara lain :

1. Benda uji standar berupa silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Benda uji selain silinder sebagai alternatif yang memberikan kuat tekan yang berbeda dibutuhkan faktor konversi seperti pada tabel 3.5 berikut ini:

Tabel 3.5 Angka konversi benda uji beton

Benda Uji	Faktor Konversi
Silinder 150 x 300 mm	1,00
Kubus 150 x 150 mm	0,80
Kubus 200 x 200 mm	0,83

2. Hasil pemeriksaan diambil nilai rata-rata dari minimum 2 buah benda uji.

3.4 Perancangan Campuran Menurut *American Concrete Institute (ACI)*

Pada saat ini dalam bidang pembuatan bangunan banyak digunakan beton mutu tinggi, sehingga kita dituntut untuk dapat merancang perbandingan campuran lebih tepat sesuai dengan teori perancangan proporsi campuran adukan beton. Pembuatan beton dengan perbandingan volume 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil untuk beton biasa dan 1 semen : 1,5 pasir : 2,5 kerikil untuk beton kedap air rupanya sudah kurang memuaskan lagi karena menghasilkan kuat tekan beton yang sangat beragam. Dalam Konsep Pedoman Beton 1989, perbandingan campuran volume di atas hanya boleh dilakukan untuk mutu beton kurang dari 10 Mpa, dan dengan slam yang tidak boleh lebih dari 100 mm.

Pada penelitian ini digunakan perencanaan menurut metode *American Concrete Institute (ACI)* yang memperhatikan nilai ekonomi, bahan yang tersedia, kemudahan pengerjaan, keawetan, serta kekuatan yang diinginkan. Cara ACI ini

melihat kenyataan bahwa pada ukuran maksimum agregat tertentu, jumlah air per meter kubik beton adukan menentukan tingkat konsistensi/ kekentalan (slump) adukan itu.

Secara garis besar urutan langkah perancangan menurut ACI sebagai berikut :

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

Nilai margin ialah :

$$m = 1,64 \cdot S_d \quad (3.1)$$

Dengan S_d ialah nilai deviasi standar yang diambil dari tabel berikut :

Tabel 3.6 Nilai deviasi standar (kg/cm^2)

Volume Pekerjaan		Mutu Pelaksanaan		
	m^3	Baik sekali	baik	cukup
Kecil	< 1000	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 65$	$65 < s \leq 85$
Sedang	1000 – 3000	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 75$
besar	> 3000	$25 < s \leq 35$	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 65$

Kuat tekan rata-rata dihitung dari kuat tekan yang disyaratkan ditambah

margin :

$$f_{cr} = f_c + m \quad (3.2)$$

Dengan : f_{cr} = kuat tekan rata-rata, Mpa

f_c = kuat tekan yang disyaratkan, Mpa

m = nilai margin, Mpa

2. Tetapkan nilai faktor air-semen berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur yang dikehendaki (lihat tabel 3.8) dan keawetannya (berdasarkan jenis stuktur dan kondisi lingkungannya (lihat tabel 3.9). Dari dua hasil dipilih yang paling rendah.

Tabel 3.7 Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton pada umur 28 hari

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

Tabel 3.8 Faktor air semen maksimum

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

3. Menetapkan nilai slump (lihat tabel 3.6) dan ukuran maksimumnya (lihat tabel 3.10)

Tabel 3.9 Ukuran maksimum agregat (mm)

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

4. Menetapkan jumlah air yang diperlukan, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slam yang diinginkan berdasarkan tabel berikut :

Tabel 3.10 Perkiraan kebutuhan air berdasarkan nilai slam dan ukuran maksimum agregat (liter)

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

5. Hitung semen yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (2) dan (4) di atas per meter kubik beton dengan rumus :

$$W_s = \frac{A \text{ (dari langkah 4)}}{\text{fas (dari langkah 2)}} \quad (3.3)$$

6. Tetapkan agregat kasar yang diperlukan per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus kehalusan agregat halusnya (tabel 3.11)

Tabel 3.11 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus pasirnya, dalam m^3

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

7. Hitung volume agregat halus yang diperlukan, berdasarkan jumlah air, semen, dan agregat kasar dengan cara hitungan volume absolut. Hitung agregat halus yang dibutuhkan.
8. Kontrol hitungan, dengan cara menghitung berat $1 m^3$ beton, yaitu berat total air, semen, kerikil dan pasir. Berat $1 m^3$ beton normal sekitar 2200–2500 kg/m^3 .
9. Bila sudah memenuhi, dapat ditentukan perbandingan volume dan beratnya.
10. Hitung volume cetakan yang digunakan dalam penelitian.
11. Hitung kebutuhan material untuk satu cetakan.
12. Hitung kebutuhan material untuk sekali pengadukan untuk sejumlah n cetakan atau jenis sampel.

3.5 Pengendalian Mutu Beton

Dalam buku “Perencanaan Campuran dan Pengendalian Mutu Beton” (1994) tercantum bahwa beton yang dibuat dapat dinyatakan memenuhi syarat (mutunya tercapai) jika kedua persyaratan berikut terpenuhi :

1. Nilai rata-rata dari semua pasangan hasil uji (masing-masing 4 hasil uji) tidak kurang dari $(f'c + 0,82 \cdot Sd)$.
2. Tidak satupun dari hasil uji tekan (rata-rata dari 2 silinder) kurang dari $0,85 f'c$.

Standar deviasi yang terjadi pada tiap jenis sampel dihitung dengan rumus berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (f'b - f'bm)^2}{N - 1}} \quad (3.4)$$

Dimana : s = deviasi standar (kg/cm^2)

$f'b$ = kekuatan tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji (Mpa) menurut rumus :

$$f'b = \frac{P}{A} \quad (3.5)$$

Dengan : P = beban maksimum yang dapat diterima tiap benda uji dari hasil uji desak (kg)

A = luas penampang benda uji.

$f'bm$ = kekuatan tekan beton rata-rata (Mpa) menurut rumus :

$$f'_{bm} = \frac{\sum_{i=1}^N f'_b}{N} \quad (3.6)$$

dimana : N = jumlah benda uji

Untuk silinder beton yang belum mencapai umur 28 hari dilakukan konversi ke umur 28 hari sesuai tabel berikut (PBBI, Bab IV, hal 34) :

Tabel 3.12 Konversi kekuatan beton

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Kekuatan	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35

3.6 Semen

Pengertian umum dari semen sebenarnya adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif maupun kohesif yang digunakan sebagai bahan pengikat (*bonding material*). Namun dalam hal ini pengertian semen dibatasi hanya pada bahan perekat yang berfungsi untuk mengikat batu, pasir dan bahan lain menjadi bahan padat, kompak pada pekerjaan konstruksi. Macam-macam semen ada banyak, 2 (dua) diantaranya adalah :

1. Semen Portland (PC)

Semen Portland adalah identik dengan pengertian semen secara umum.

2. *Blended Cement*

Semen ini dibuat karena dibutuhkan sifat khusus yang tidak dimiliki semen Portland. Untuk mendapatkan sifat khusus tersebut maka

diperlukan bahan lain sebagai tambahan (Kuliah Umum Teknologi Semen, 2003). Contoh *blended cement* adalah :

- Semen Portland Pozolan (PPC) atau *Fly Ash cement*.
- *Portland Blast Furnace Slag Cement*.

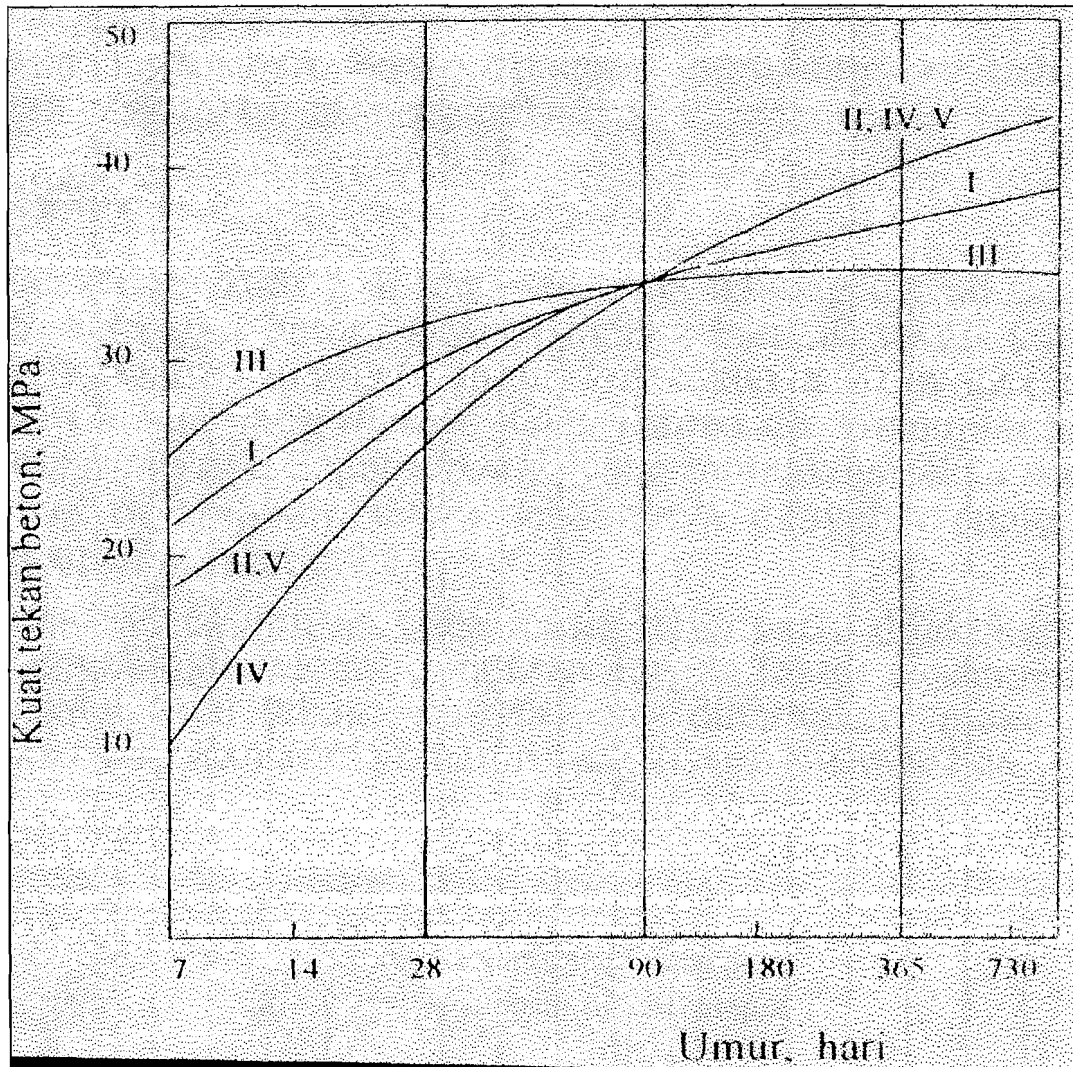
3.6.1 Semen Portland (PC)

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa sulfat dan boleh ditambah bahan tambahan lain.

Menurut SNI 15-2049-1994 semen Portland diklasifikasikan dalam 5 (lima) jenis sebagai berikut :

- Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- Jenis III : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- Jenis IV : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Kuat tekan beton yang dihasilkan oleh setiap penggunaan jenis semen berbeda-beda seperti pada gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1 Kuat tekan beton untuk berbagai jenis semen
Sumber : Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992

Semen Portland terutama terdiri dari oksida kapur (CaO), oksida silika (SiO_2), oksida alumina (Al_2O_3), dan oksida besi (Fe_2O_3). Kandungan dari keempat oksida $\pm 95\%$ dari berat semen dan biasanya disebut "*major oxides*", sedangkan

sisanya sebanyak 5% terdiri dari oksida magnesium (MgO) dan oksida lain. Komposisi spesifik PC tergantung pada jenis semen dan komposisi bahan baku yang dipergunakan. Komposisi bahan kimia semen Portland mempunyai limitasi seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 3.13 Komposisi limit semen Portland

Oksida	Komposisi (% berat)
CaO	60 - 67
SiO ₂	17 - 25
Al ₂ O ₃	3 - 8
Fe ₂ O ₃	0,5 - 6,0
MgO	0,1 - 5,5
Na ₂ O + K ₂ O	0,5 - 1,3
TiO ₂	0,1 - 0,4
P ₂ O ₅	0,1 - 0,2
SO ₃	1 - 3

Keempat oksida utama pada semen akan membentuk senyawa-senyawa yang biasa disebut :

- Trikalsium silikat, $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ disingkat C₃S
- Dikalsium silikat, $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_3$ disingkat C₂S
- Trikalsium aluminat, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ disingkat C₃A
- Tetra kalsium alumino ferrite, $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ disingkat C₄AF

Keempat senyawa tersebut mempunyai sifat sebagai berikut :

- C₃S

Sifat C3S hampir sama dengan sifat semen, yaitu apabila ditambahkan air akan menjadi kaku dan dalam beberapa jam saja pasta akan mengeras. C3S menunjang kekuatan awal semen dan menimbulkan panas hidrasi ± 500 joule/gram. Kandungan C3S pada PC bervariasi antara 35% - 55% tergantung pada jenis semen.

- C2S

Pada penambahan air akan segera terjadi reaksi, menyebabkan pasta mengeras dan menimbulkan sedikit panas yaitu ± 250 joule/gram. Pasta yang mengeras, perkembangan kekuatannya stabil dan lambat pada beberapa minggu, kemudian mencapai kekuatan tekan akhir hampir sama dengan C2S. Kandungan C2S pada PC bervariasi antara 15% - 35% dan rata-rata 25%.

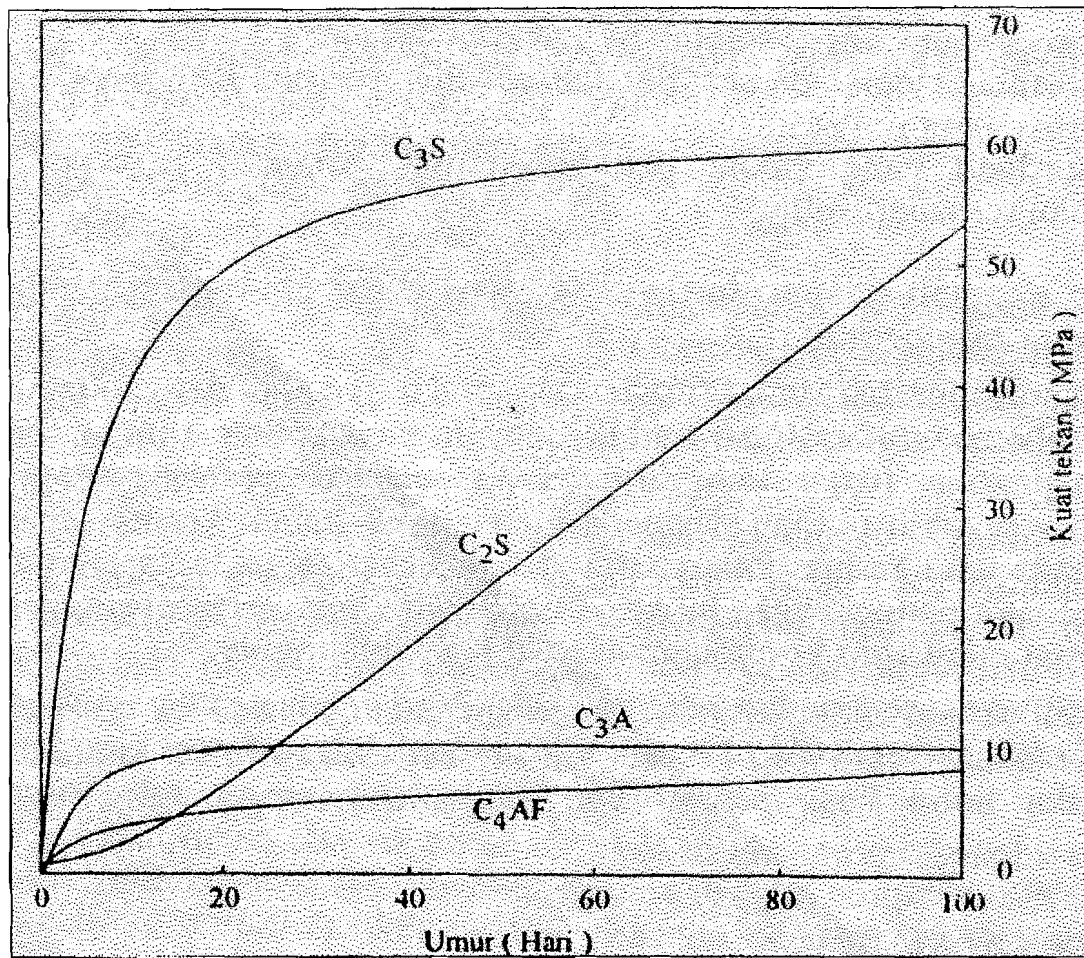
- C3A

Dengan air bereaksi menimbulkan panas hidrasi yang tinggi yaitu ± 850 joule/gram. Perkembangan kekuatan terjadi pada satu sampai dua hari, tetapi sangat rendah. Kandungan C3A pada PC bervariasi antara 7% - 15%.

- C4AF

Dengan air bereaksi dengan cepat dan pasta terbentuk dalam beberapa menit, menimbulkan panas hidrasi ± 420 joule/gram. Warna abu-abu pada semen dipengaruhi oleh C4AF. Kandungan C4AF pada PC bervariasi antara 5% - 10% dan rata-rata 8%.

Perkembangan kekuatan tekan dari keempat senyawa tersebut adalah sebagaimana pada gambar berikut :



Gambar 3.2 Grafik kuat tekan empat oksida utama pada semen
 Sumber : Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992

3.6.2 Semen Portland Pozzolan (PPC)

Menurut SNI 15-0302-1994 semen Portland pozzolan (PPC) adalah suatu bahan pengikat hidrolis yang dibuat dengan menggiling bersama-sama terak semen Portland dan bahan yang mempunyai sifat pozzolan, atau mencampur secara merata bubuk semen Portland dan bubuk bahan yang mempunyai sifat pozzolan. Selama penggilingan dapat ditambahkan bahan-bahan lain asal tidak mengakibatkan penurunan mutu.

Menurut ASTM C 618-96 pozolan adalah bahan yang mengandung senyawa sililka atau silika dan alumina, dimana bahan pozolan itu sendiri tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, maka senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu biasa, membentuk senyawa yang memiliki sifat-sifat seperti semen (kalsium silikat dan kalsium aluminat hidrat).

Pada dasarnya pozolan dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu :

1. Pozolan alam (*Natural pozzolan*)

Pozolan yang terdapat di alam, seperti abu vulkanis, atau pumice, tanah diatome dan tufa.

2. Pozolan buatan (*Artificial pozzolan*)

Pozolan yang didapat dari hasil pembakaran tanah liat, pembakaran batubara berupa abu terbang (*fly ash*) dan abu sekam.

Komposisi kimia dari bahan pozolan adalah seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 3.14 Komposisi kimia tras dan *fly ash*

Unsur Kimia	Tras (% berat)	<i>Fly Ash</i> (% berat)
SiO ₂	45 - 72	40 - 60
Al ₂ O ₃	10 - 18	20 - 26
Fe ₂ O ₃	1 - 6	4 - 7
CaO	-	-
MgO	0,5 - 3,0	1 - 2
SO ₃	0,3 - 1,6	0,3 - 1,6
Alkali	-	2,5 - 5
LOI	3 - 14	1 - 10

Syarat mutu pozolan sebagai mineral admixture / syarat mutu semen Portland pozolan menurut ASTM C 618-01 adalah sebagai berikut :

Tabel 3.15 Syarat mutu semen Portland pozolan

<i>Class</i>	N	F	C
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ , min (%)	70,0	70,0	70,0
SO ₃ , maks (%)	4,0	5,0	5,0
Kadar air maks (%)	3,0	3,0	3,0
Hilang pijar, maks (%)	10,0	6,0	6,0
Strenth activity index dengan semen Portland :			
7 hari, min (%)	75,0	75,0	75,0
28 hari, min (%)	75,0	75,0	75,0

- *Class N* : Pozolan alam, seperti halnya tanah diatome, shale, tufa, abu gunung berapi atau pumice.
- *Class F* : Abu pembakaran batu bara dari jenis anthracite dan bituminous.
- *Class C* : Abu pembakaran batu bara dari jenis subbituminous dan lignite.

Menurut SNI 15-0302-1994, semen Portland Pozolan digolongkan menjadi 2 (dua) jenis yaitu :

- Semen Portland Pozolan jenis A

Yaitu semen Portland pozolan yang dapat dipergunakan untuk semua jenis tujuan pembuatan adukan beton serta tahan sulfat sedang dan panas hidrasinya sedang.

- Semen Portland Pozolan jenis B

Yaitu semen Portland pozolan yang dapat dipergunakan untuk pembuatan adukan beton dimana kekuatan awal yang tinggi tidak disyaratkan, serta adukan beton tersebut tahan sulfat sedang dan panas hidrasi rendah.

Sifat-sifat semen Portland Pozolan secara umum adalah sebagai berikut :

1. Sifat Pengerjaan (*Workability*)

Campuran beton dan mortar menggunakan PPC mempunyai workabilitas yang lebih mudah dan plastisitas yang lebih baik dari campuran menggunakan PC jenis I, dengan nilai slump yang sama, dan faktor kepadatan beton menggunakan PPC menjadi lebih tinggi dari beton yang menggunakan PC jenis 1.

2. Waktu Pengikatan

Penambahan pozolan pada semen Portland akan memperpanjang waktu ikatan. Selisih waktu pengikatan akhir antara PC dengan PPC menurut SNI 15-2049-94 dan SNI 15-0302-94 sebesar 45 menit.

3. Panas Hidrasi dan Suhu Beton

Apabila kepada semen ditambahkan air, maka akan terbentuk Ca(OH)_2 (kalsium hidroksida) sebanyak $\pm 30\%$ bagian berat semen, menurut persamaan reaksi :

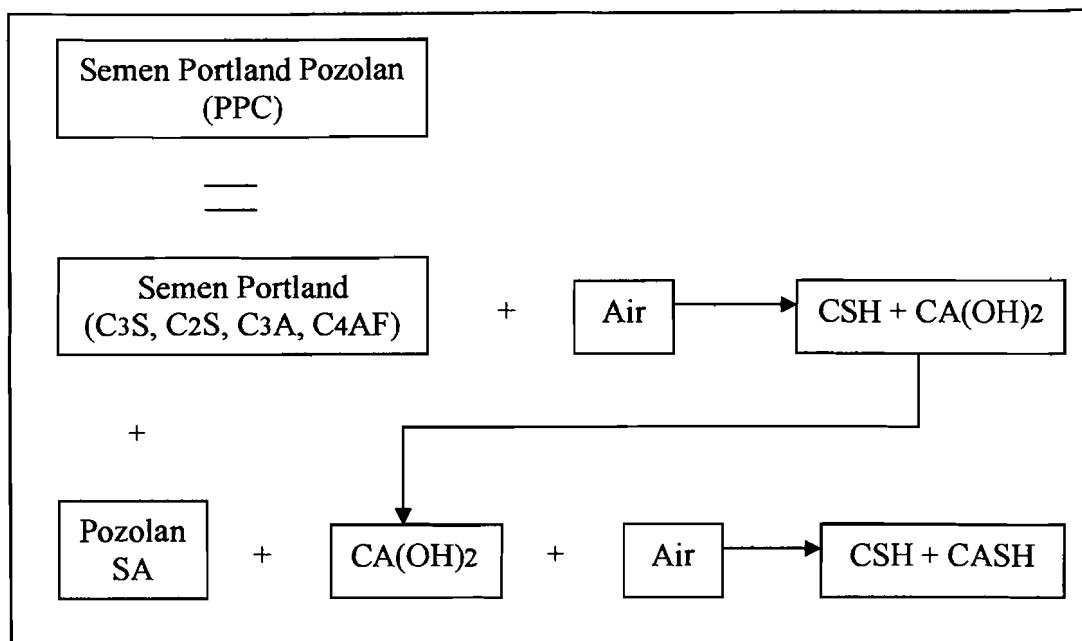


Reaksi antara silika aktif dari pozolan dengan Ca(OH)_2 (kalsium hidroksida) berjalan lambat, sehingga berkembangnya panas selama proses hidrasi berjalan lambat, maka PPC mempunyai panas hidrasi lebih rendah dari semen Portland jenis I (PC I), dan relatif sama dengan semen Portland jenis II (PC II). Panas hidrasi semen berhubungan erat dengan suhu beton, oleh karena itu maka beton yang menggunakan PPC akan mempunyai suhu beton yang lebih rendah dari beton menggunakan PC I.

4. Kekuatan Tckan

Oleh karena pada PPC diberikan penambahan / substitusi bahan pozolan pada semen Portland, maka kekuatan PPC menjadi lebih rendah dari PC I.

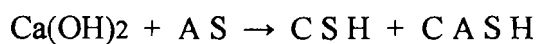
Pada umur-umur berikutnya, pada PPC terjadi 2 (dua) reaksi yang bersamaan yaitu antara reaksi antara PC I dengan air dan reaksi antara silika aktif dari pozolan dengan Ca(OH)_2 dan air, maka kekuatan PPC semakin lama menjadi semakin tinggi. Proses hidrasi semen Portland pozolan dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.3 Skema proses hidrasi semen Portland pozolan (PPC)

5. Keawetan (*durability*)

Sebagaimana diketahui kalsium hidroksida hasil reaksi semen dan air adalah basa kuat, sehingga beton tidak tahan terhadap asam dan lingkungan yang mengandung garam atau sulfat. Dengan adanya pozolan, maka peranan kalsium hidroksida akan diperkecil, karena kalsium hidroksida akan bereaksi dengan silika dan alumina aktif yang berasal dari pozolan membentuk kalsium silikat hidrat (C S H) dan kalsium aluminat silikat hidrat (C A S H) menurut persamaan :



Sehingga dengan berkurangnya Ca(OH)_2 beton akan memiliki ketahanan yang lebih baik. Disamping itu, dengan adanya pozolan juga memperkecil kandungan C₃A sehingga beton akan lebih tahan terhadap garam dan sulfat.

Dengan demikian, semen Portland Pozolan dapat digunakan sebagai pengganti semen Portland jenis II, karena memiliki sifat-sifat yang sama sebagaimana dimiliki oleh semen Portland jenis II, yaitu memiliki panas hidrasi sedang yang tidak lebih dari 70 cal/gram, pada umur 7 hari tidak lebih dari 80 cal/gram pada umur 28 hari.

Dibandingkan dengan sifat fisika semen Portland jenis I, kekuatan awal semen Portland pozolan (PPC) agak lebih rendah, tetapi pada akhirnya, karena adanya reaksi antara pozolan aktif dengan Ca(OH)_2 yang berjalan terus, maka kekuatan semen Portland pozolan (PPC) akan menyamai bahkan bisa lebih tinggi dari semen Portland jenis I (Kuliah Umum Teknologi Semen, 2003).

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Populasi

Penelitian yang mengambil topik pengaruh pemakaian zat additif terhadap laju pengerasan dan kuat desak beton ini akan mewakili populasi untuk campuran beton normal dengan kuat tekan rencana $f'c = 29$ Mpa, faktor air semen 0,4, ukuran agregat maksimum 20 mm yang materialnya berasal dari daerah yang ditentukan dalam penelitian ini, serta perencanaan campuran menggunakan metode ACI.

4.2 Sampel

1. Benda uji yang akan digunakan berupa silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
2. Untuk sampel beton normal tanpa penambahan zat additif yang akan diuji pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari dibuat sebanyak 15 buah benda uji dengan sekali pengadukan untuk masing-masing umur, dan untuk sampel beton dengan penambahan zat additif yang akan diuji pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari juga sebanyak 15 buah benda uji dengan sekali pengadukan untuk tiap umur, sehingga jumlah keseluruhan benda uji sebanyak 120 buah dengan delapan kali pengadukan.



4.3 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km. 14,5 Sleman, Yogyakarta.

4.4 Peralatan yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Timbangan

Timbangan yang digunakan ada dua jenis. Pertama timbangan ketelitian 0,01 gram yang digunakan untuk pemeriksaan agregat, dan yang kedua timbangan dengan kapasitas 20 kg untuk menimbang bahan-bahan material yang lebih berat.

2. Satu set alat pemeriksaan agregat

Untuk pemeriksaan berat jenis dan modulus halus butir alat yang digunakan antara lain timbangan ketelitian 0,01 gram, piring, sendok, gelas ukur kapasitas 1000ml, oven, saringan agregat diameter lubang 38,1 mm; 19 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,600 mm; 0,300 mm; dan 0,150 mm serta mesin *shieve shaker* untuk mengayak saringan. Sedangkan untuk pemeriksaan berat volume agregat terdiri dari tabung silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, timbangan kapasitas 20 kg, tongkat penumbuk, serok, dan ember.

3. Mesin aduk beton (mollen)

Alat ini digunakan untuk mencampur beton. Campuran beton yang dihasilkan akan lebih homogen (seragam) dibandingkan bila mencampur secara manual apalagi untuk volume pekerjaan yang besar.

4. Alas mencampur beton

Alas ini digunakan sebagai tempat campuran beton yang telah selesai dicampur dalam mesin mollen dituangkan sebelum masuk cetakan

5. Kerucut Abrams

Yaitu corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya dengan diameter bawah 20 cm, diameter atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Alat ini digunakan untuk pengujian slump.

6. Tongkat penusuk

Yaitu tongkat baja dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm. Bagian ujung baja ini dibulatkan. Alat ini digunakan untuk pemadatan yang dilakukan secara manual.

7. Penggaris

Alat ini digunakan untuk mengukur penurunan slump, dan lain-lain.

8. Kaliper

Alat ini hampir sama fungsinya dengan penggaris namun ada penjepit untuk menjepit benda yang akan diukur sehingga pengukuran yang dihasilkan akan lebih teliti. Alat ini digunakan antara lain untuk mengukur tinggi dan diameter benda uji yang sudah dilepas dari cetakan.

9. Cetakan silinder

Alat ini digunakan untuk mencetak benda uji segera setelah campuran beton telah tercampur dengan baik dan nilai slump terpenuhi.

10. Cetok

Alat ini banyak digunakan antara lain untuk mengambil material, menuang adukan beton ke dalam cetakan, meratakan permukaan beton pada cetakan, dan lain-lain.

11. Ember

Alat ini digunakan untuk membawa/menampung bahan-bahan material yang akan digunakan.

12. Kolam perendaman atau karung goni

Keduanya dapat digunakan untuk perawatan benda uji beton sebelum diujikan. Benda uji bisa ditaruh di dalam kolam air atau diselimuti dengan karung goni yang dibasahi.

13. Mesin uji desak

Alat ini digunakan untuk menguji benda uji untuk mengetahui beban maksimum yang dapat ditahan tiap benda uji.

4.5 Bahan-Bahan yang Digunakan :

1. Semen PPC merk Nusantara Jenis A.
2. Agregat halus asal Sungai Boyong, Kaliurang. Agregat kasar asal Clereng, Kulon Progo dengan diameter maksimum 20 mm.
3. Air asal PAM Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Bahan tambah merk Additon H. E, dengan ketentuan dosis 120 cc per 50 kg semen produksi PT. Bimo Prasetya Sembada.

4.6 Perhitungan Campuran Beton

Dalam perhitungan ini, nilai-nilai yang perlu diketahui terlebih dahulu sebelum perhitungan, yaitu modulus halus butir (mhb) pasir = 2,83, berat jenis pasir = 2,6154, berat jenis kerikil = 2,6236, dan berat satuan kerikil = 1,5655 t/m³ diperoleh melalui pemeriksaan agregat di laboratorium yang sebelumnya telah penyusun lakukan.

Campuran beton normal direncanakan $f'c=29$ Mpa. Perhitungan perbandingan komposisi bahan susun yang digunakan untuk campuran beton normal adalah sebagai berikut :

Kuat tekan yang disyaratkan, $f'c = 29$ Mpa

Dari tabel 3.6 untuk volume pekerjaan kecil dan dengan tingkat pengawasan mutu baik ditetapkan nilai deviasi standar, $Sd = 5,5$ Mpa.

Nilai margin, $m = 1,64 \cdot 5,5 = 9,02$ Mpa

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan rata-rata, } f'cr &= f'c + m \\ &= 29 + 9,02 \\ &= 38,02 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Fas direncanakan = 0,4.

Slump rencana diambil 25 – 75 mm untuk pembetonan massal.

Ukuran agregat maksimum 20 mm, dari tabel 3.11 diperoleh :

Kebutuhan air permeter kubik beton $\rightarrow V_a = 182 \text{ lt} = 0,182 \text{ m}^3$

$W_a = 0,182 \text{ m}^3 \times 1 \text{ t/m}^3 = 0,182 \text{ ton}$

Volume udara terperangkap $\rightarrow V_u = 2 \% = 0,02 \text{ m}^3$

Jumlah semen yang dibutuhkan permeter kubik beton :

$$W_s = \frac{W_a}{f_{as}} = \frac{0,182}{0,4} = 0,445 \text{ ton}$$

$$V_s = \frac{W_s}{B_j \text{ semen}} = \frac{0,445}{3,15} = 0,144 \text{ m}^3$$

Berdasarkan ukuran agregat maksimum 20 mm dan mhb pasir 2,83 dengan tabel 3.12 (interpolasi) diperoleh kebutuhan volume kerikil = 0,607 m³, dengan berat satuan kerikil = 1,5655 maka :

$$\text{Berat kerikil, } W_k = 1,5655 \times 0,607 = 0,950 \text{ ton}$$

$$\text{Volume kerikil kering, } V_k = \frac{W_k}{B_j \text{ kerikil}} = \frac{0,950}{2,6236} = 0,362 \text{ m}^3$$

Jumlah volume absolut air, semen, kerikil dan udara untuk 1 m³ adalah :

$$V_a + V_s + V_k + V_u = 0,182 + 0,144 + 0,362 + 0,02 = 0,708 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume absolute pasir} \rightarrow V_p = 1 - 0,708 = 0,292 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat pasir} \rightarrow W_p = 0,292 \times B_j \text{ pasir} = 0,292 \times 2,6154 = 0,764 \text{ ton.}$$

Kontrol hitungan :

$$\begin{aligned} \text{Berat beton} &= W_a + W_s + W_k + W_p \\ &= 0,182 + 0,455 + 0,950 + 0,764 \\ &= 2,351 \text{ ton} = 2351 \text{ kg} \end{aligned}$$

Diperkirakan benar, karena berat beton sekitar 2200 – 2500 kg/m³

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh :

$$\text{Perbandingan volume} = 1 : 2,0 : 2,5$$

$$\text{Perbandingan berat} = 1 : 1,7 : 2,1$$

Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan \varnothing 15 cm, $t = 30$ cm.

$$\text{Volume benda uji} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot t = 0,0053 \text{ m}^3$$

Kebutuhan masing-masing bahan dalam satu cetakan silinder :

$$\text{Semen} = 0,0053 \times 0,455 = 0,0024 \text{ ton} = 2,4 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0,0053 \times 0,764 = 0,0041 \text{ ton} = 4,1 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0053 \times 0,950 = 0,0050 \text{ ton} = 5,0 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 0,0053 \times 0,182 = 0,00097 \text{ ton} = 0,97 \text{ kg} \approx 0,97 \text{ liter}$$

Satu kali pengadukan (1 sampel) = 15 buah silinder. Dibuat campuran beton 15% lebih banyak dari kebutuhan silinder sebenarnya. Maka jumlah kebutuhan material masing-masing bahan untuk sekali pengadukan :

$$\text{Semen} = 2,4 \times 15 \times 1,15 = 41,40 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 4,1 \times 15 \times 1,15 = 70,80 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 5,0 \times 15 \times 1,15 = 86,30 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 0,97 \times 15 \times 1,15 = 16,80 \text{ kg}$$

Kebutuhan air di atas adalah untuk kebutuhan air beton normal (tanpa penambahan zat additif). Untuk beton dengan penambahan zat additif akan didasarkan pada keterangan pada kaleng kemasan bahwa pemakaian air adukan harus dikurangi sebanyak $\pm 20\%$ dari beton normal. Maka kebutuhan air untuk beton dengan penambahan zat additif sebesar :

$$16,80 \text{ kg} - (20\% \times 16,80 \text{ kg}) = 16,80 \text{ kg} - 3,3 \text{ kg}$$

$$= 13,5 \text{ kg}$$

Kebutuhan semen untuk sekali pengadukan sebanyak 41,4 kg, maka kebutuhan zat additif untuk sekali pengadukan dengan dosis 120 cc per 50 kg semen sebanyak :

$$\frac{41,4}{50} \times 120 \text{ cc} = 100 \text{ cc}$$

4.7 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

1. Bahan dan alat yang akan digunakan telah disiapkan terlebih dahulu agar dalam pelaksanaan nanti tidak terjadi pencarian yang akan mengakibatkan keterlambatan, sebab dalam pengadukan beton tidak boleh berhenti sampai beton masuk ke dalam cetakan.
2. Dilakukan pemeriksaan laboratorium terhadap material yang akan digunakan agar mutu beton yang direncanakan mencapai kekuatan maksimal sesuai dengan perhitungan, yaitu pemeriksaan agregat menggunakan satu set alat pemeriksaan agregat. Pemeriksaan meliputi pemeriksaan gradasi agregat, pemeriksaan berat jenis agregat, dan pemeriksaan berat volume agregat.
3. Merencanakan campuran beton (*mix design*).
4. Bahan-bahan yang akan digunakan ditakar sesuai dengan yang telah ditentukan dalam perencanaan dengan timbangan.
5. Pengadukan dengan mesin mollen didahului dengan memasukkan pasir dan semen Portland kemudian diaduk, masukkan kerikil, air, dan bahan tambah (jika menggunakannya) secara bergantian sampai semua bahan habis. Jalankan mesin sampai adukan terlihat telah homogen.

6. Setelah adukan homogen, matikan mesin. Tuang isi mollen ke bawah ke alas campuran beton seluruhnya dan bila perlu bersihkan yang menempel dalam mollen dengan cetok. Periksa dulu nilai slump-nya. Nilai yang digunakan harus sesuai dengan perhitungan dalam rencana campuran yaitu berkisar antara 2,5 – 7,5 cm. Jika belum sesuai masukkan kembali ke dalam mollen untuk dilakukan penyesuaian misalnya penambahan air kemudian mollen dijalankan kembali sampai campuran kembali homogen.
7. Bila hasilnya sudah memenuhi syarat baru kemudian adukan dimasukkan ke dalam cetakan silinder dengan cetok dan dipadatkan. Pemadatan dilakukan secara manual seperti dalam pengujian slump untuk mencegah timbulnya rongga-rongga kosong dan sarang-sarang kerikil yang akan membuat benda uji beton keropos (gagal).
8. Ratakan permukaan beton segar yang telah dipadatkan dengan cetok.
9. Setelah itu simpan di tempat yang sejuk dan lembab. Cetakan dibuka setelah benda uji berumur minimal 24 jam. Di ukur tinggi, diameter dan beratnya. Beri tanda seperlunya, catat semua informasi seperti tanggal pembuatan benda uji, tanggal cetakan dibuka, jenis sampel, hasil pengukuran dan kapan akan diujikan untuk setiap benda uji. Perawatan dilakukan dengan meletakkan di dalam ruangan yang lembab, direndam dalam kolam perendaman, atau ditutupi dengan karung goni yang telah dibasahi.
10. Sehari sebelum diuji, silinder dikeluarkan dari kolam dan diletakkan ditempat kering agar ketika diuji dalam keadaan kering.

11. Pengujian dilakukan dengan mesin desak beton sesuai dengan umur yang telah ditentukan.

4.7.1 Pengujian slump

Pengujian slump ialah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu kecairan atau kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton. Percobaan ini menggunakan kerucut Abrams yaitu corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya dengan diameter bawah 20 cm, diameter atas 10 cm dan tinggi 30 cm serta tongkat penusuk. Untuk pengujian slump langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Kerucut Abrams diletakkan pada tempat yang rata dan tidak bergoyang.
2. Pegang kerucut Abrams jangan sampai berpindah atau bergoyang pada waktu pemasukan adukan beton.
3. Masukkan adukan ke dalam kerucut Abrams hingga mencapai $\frac{1}{3}$ silinder.
4. Tusuk-tusuk secara merata sebanyak 25 kali dengan tongkat penusuk.
5. Masukkan kembali adukan hingga mencapai $\frac{2}{3}$ silinder.
6. Tusuk-tusuk seperti di atas sebanyak 25 kali. Penusukan jangan sampai menusuk lapisan pertama.
7. Masukkan kembali adukan hingga penuh.
8. Tusuk-tusuk lagi sebanyak 25 kali jangan sampai menusuk lapisan pertama dan kedua.
9. Ratakan bagian atas sama dengan permukaan kerucut dengan cetok.
10. Diamkan selama 1 menit.
11. Angkat kerucut Abrams tegak lurus ke atas secara perlahan-lahan.

12. Letakkan kerucut Abrams di samping adukan. Ukurlah penurunan permukaan atas adukan beton dengan penggaris. Besar penurunan adukan beton tersebut disebut nilai slump.

4.7.2 Pemeriksaan agregat

Pemeriksaan agregat (pasir dan kerikil) dalam penelitian ini melalui pengambilan sejumlah sampel dari agregat yang akan digunakan untuk penelitian sesuai dengan kondisi aslinya agar memperoleh hasil pengujian sesuai dengan di lapangan. Bahan yang digunakan berasal dari Clereng untuk kerikil dan Kaliurang untuk pasirnya. Hasil yang diperoleh dari pengujian agregat ini akan digunakan untuk membuat rencana campuran adukan beton yang diharapkan nantinya menghasilkan campuran yang baik.

a. Pemeriksaan gradasi pasir dan kerikil. Pemeriksaan gradasi agregat (pasir dan kerikil) dalam penelitian ini melalui grafik ayakan, dengan mengambil sejumlah sampel dari agregat halus dan kasar. Dua jenis agregat ini kemudian ditaruh didalam loyang untuk dioven selama 24 jam agar kondisinya jenuh kering-muka (*saturated surface-dry, SSD*) sebagai kondisi standar, karena :

1. Merupakan keadaan kebasahan agregat yang hampir sama dengan agregat dalam beton, sehingga agregat tidak akan menambah maupun mengurangi air dari pastinya.
2. Kadar air di lapangan lebih banyak yang mendekati keadaan SSD daripada yang kering tungku.

Timbang masing-masing agregat sebanyak 500 gram, kemudian disaring dengan susunan ayakan yang ditentukan, diayak ddengan mesin *shieve shaker*

selama ± 15 menit, kemudian timbang berat agregat yang tertinggal pada tiap saringan sampai pan.. Hasilnya dicantumkan dalam tabel gradasi pasir, gradasi kerikil dan gradasi campuran. Kemudian diplotkan dalam grafik.

b. Pemeriksaan berat jenis agregat. Langkah-langkah pemeriksaan berat jenis agregat sebagai berikut :

1. Timbang berat agregat sebanyak 400 gram masing-masing 2 buah.
2. Takar air dalam tabung berkapasitas 1000 ml sebanyak 500 ml.
3. Masukkan agregat yang telah ditimbang.
4. Ukur kenaikan elevasi dalam tabung.
5. Hitung berat jenisnya rata-ratanya.

c. Pemeriksaan berat volume agregat. Untuk pemeriksaan ini agregat harus dalam keadaan sedikit basah. Untuk kerikil direndam terlebih dahulu dalam air, sementara untuk pasir cukur dibasahi sedikit. Langkah-langkah pemeriksaan adalah sebagai :

1. Siapkan tabung silinder untuk masing-masing agregat sebanyak 2 buah. Timbang beratnya dengan timbangan kapasitas 20 kg.
2. Masukkan agregat sampai sepertiga silinder, tumbuk dengan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali. Masukkan lagi sampai dua pertiga bagian. Tumbuk lagi, terakhir masukkan agregat sampai silinder penuh.
3. Timbang kembali beratnya.
4. Hitung berat volume rata-ratanya.

4.8 Prosedur Pengujian Kuat Desak Beton Tiap Benda Uji

1. Alat-alat dan benda uji yang akan digunakan dipersiapkan terlebih dahulu.
2. Tiap benda uji dicatat jenis/asal bahan susun, faktor air semen, tanggal pembuatan dan tanggal diuji serta cara penyimpanannya.
3. Benda uji diuji dengan mesin desak merk *Controls-Miland-Italy*. Letakkan benda uji pada mesin desak tepat ditengah lalu diberikan beban tekan yang berangsur-angsur dinaikkan sampai beban patah (beban maksimum) yang ditandai dengan terjadinya keruntuhan (*failure*).
5. Catat beban maksimum tiap benda uji.

4.9 Cara Analisis

Analisis akan dilakukan sesuai dengan rumus yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya. Langkah-langkah analisis yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Kekuatan desak tiap benda uji (f'_b) dihitung dengan cara membagi beban maksimum yang dapat diterima dengan luas penampang benda uji .
2. Hitung kuat tekan beton rata-rata (f'_{bm}) untuk tiap jenis sampel contoh : perhitungan sampel A maka perhitungan dilakukan terhadap 15 buah benda uji beton biasa yang diuji pada umur 28 hari.
3. Kemudian hasil perhitungan ditabelkan dan diplotkan pada gambar grafik.
4. Melakukan analisis pengendalian mutu.
4. Ditarik kesimpulan dari seluruh hasil penelitian.

4.10 Jalannya Penelitian

Penelitian dilakukan sesuai dengan jadwal yang ditetapkan disesuaikan dengan kesepakatan dari pihak laboratorium. Persiapan seperti persiapan bahan dan alat yang akan digunakan, pemeriksaan laboratorium terhadap material yang akan digunakan, serta perhitungan perencanaan campuran beton (*mix design*) akan dipersiapkan minimal sehari sebelumnya dan maksimal sebelum dilakukan tahap awal pelaksanaan penelitian yaitu pekerjaan pembuatan campuran beton.

Dalam satu hari akan dilakukan pembuatan benda uji untuk tiap jenis sampel sebanyak 15 buah benda uji dengan satu kali pengadukan. Pekerjaan akan dilakukan oleh minimal 2 orang. Setelah semua bahan ditakar sesuai perancangan yang telah dibuat, dimasukkan ke dalam mollen lalu mesin dijalankan sampai campuran homogen. Lalu dilakukan pengujian slump untuk mengetahui apakah campuran sudah memenuhi syarat atau tidak. Kemudian campuran dimasukkan dalam cetakan. Setelah 24 jam, cetakan dibuka. Ukur tinggi, diameter, dan berat tiap silinder. Benda uji ditunggu sesuai waktu yang ditentukan untuk diuji dengan melakukan perawatan dengan merendam dalam kolam air, menaruh pada tempat lembab atau ditutupi karung goni yang telah dibasahi. Sehari sebelum diuji, silinder dikeluarkan agar kering ketika diuji. Baru kemudian dilakukan pengujian kuat desak dengan mesin desak.

Hal yang sama dilakukan untuk pekerjaan pembuatan sampel lainnya. Agar hasil yang didapat optimal dan valid maka tiap benda uji yang sudah dapat dikeluarkan dari cetakan diberi tanda seperlunya dan dicatat jenis sampel, tanggal keluar dari cetakan dan tanggal pengujiannya. Jangan sampai terjadi salah sampel

atau salah perhitungan waktu pengujian yang terlalu cepat atau terlambat. Apabila pengujian selesai dilaksanakan, dapat dilakukan tahap selanjutnya yaitu analisis perhitungan dan pengendalian mutu sesuai rumus dan ketentuan yang digunakan dan telah ditetapkan. Dan yang terakhir ditarik kesimpulan hasil dari seluruh penelitian, baik perencanaan, pelaksanaan dan hasil analisis yang diperoleh.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pemeriksaan Agregat

Sebelum melaksanakan pembuatan benda uji perlu diadakan pemeriksaan terhadap agregat agar mutu beton yang direncanakan mencapai kekuatan yang maksimal sehingga perkiraan kuat tekan rencana sesuai dengan perhitungan.

5.1.1 Hasil pemeriksaan gradasi agregat

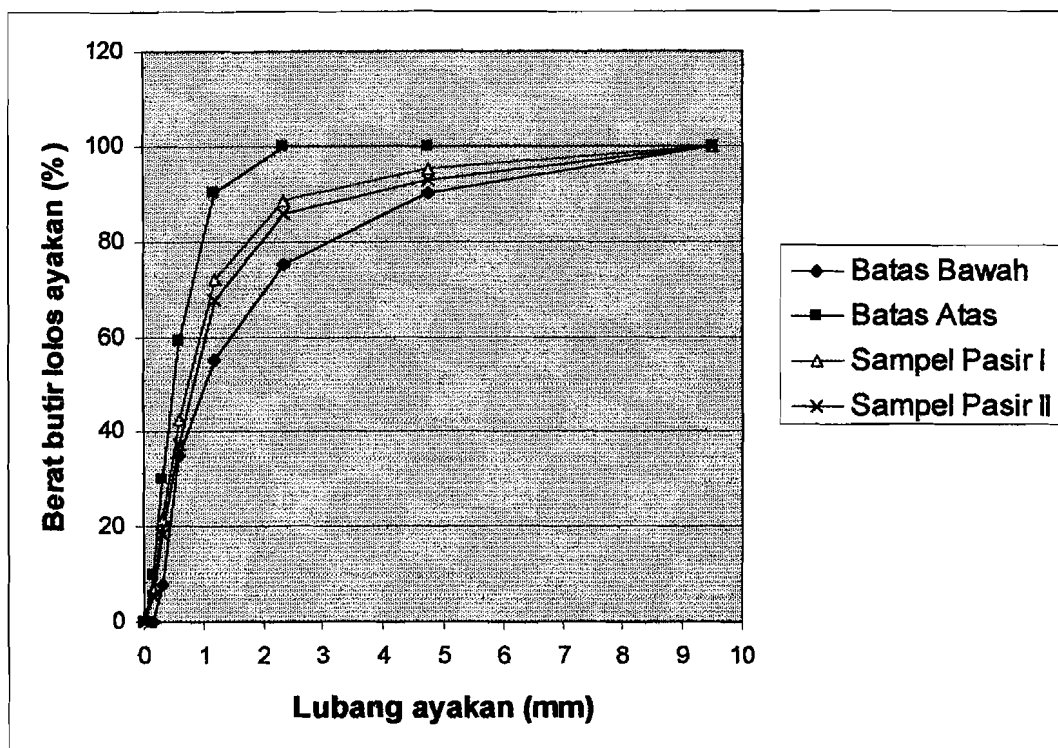
Hasil pemeriksaan gradasi (distribusi ukuran butiran) pasir dan kerikil dapat dilihat pada tabel 5.1 dan 5.2.

Tabel 5.1 Distribusi ukuran butiran pasir

Saringan (mm)	Berat Tertahan				Berat Kumulatif			
	gram		%		Tertahan (%)		Lolos (%)	
	I	II	I	II	I	II	I	II
9,60	0	0	0	0	0	0	100	100
4,75	47,4	70,4	4,74	7,04	4,74	7,04	95,26	92,96
2,36	67,4	72,8	6,74	7,28	11,48	14,32	88,52	85,68
1,18	165,5	180,6	16,55	18,06	18,03	32,38	71,97	67,62
0,60	296,6	300,6	29,66	30,06	57,69	62,44	42,31	37,56
0,30	205,2	192,5	20,52	19,25	78,21	81,69	21,79	18,31
0,15	149,4	128,3	14,94	12,83	93,15	94,52	6,85	5,48
Pan	68,5	54,8	6,85	5,48	----	----	----	----
Jumlah	1000	1000	100,0	100,0	273,3	292,39	----	----

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{(273,3 + 292,39)/2}{100} \times 100\% = 2,83$$

Dari tabel 5.1 kemudian dicocokkan dengan tabel yang ditetapkan oleh SK-SNI-T-15-1990-03 seperti telah dijabarkan pada bab sebelumnya, diperoleh hasil bahwa pasir yang digunakan termasuk daerah II yaitu pasir agak kasar, digambarkan dalam Gambar 5.1 berikut ini.



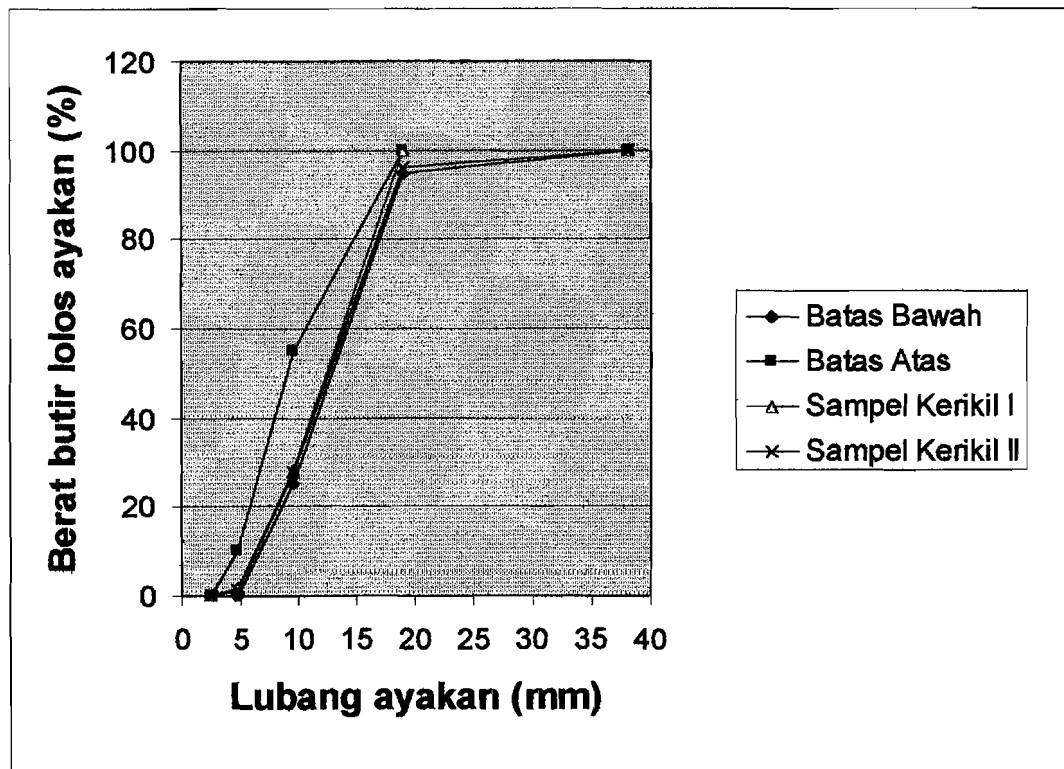
Gambar 5.1 Grafik gradasi pasir

Tabel 5.2 Distribusi ukuran butiran kerikil

Saringan (mm)	Berat Tertahan				Berat Kumulatif			
	gram		%		Tertahan (%)		Lolos (%)	
	I	II	I	II	I	II	I	II
38,1	0	0	0	0	0	0	100	100
19,0	0	38,2	0	3,82	0	3,82	100	96,18
9,50	719,3	686,1	71,93	68,61	71,93	72,43	28,07	27,57
4,75	263,3	263,9	26,33	26,39	98,26	98,2	1,74	1,18
2,36	17,4	11,8	1,74	1,18	100	100	0	0
1,18	0	0	0	0	100	100	0	0
0,60	0	0	0	0	100	100	0	0
0,30	0	0	0	0	100	100	0	0
0,15	0	0	0	0	100	100	0	0
Pan	0	0	0	0	----	----	----	----
Jumlah	1000,0	1000,0	100,0	100,0	670,19	674,45	----	----

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{(670,19 + 674,45)/2}{100} \times 100 \% = 6,72$$

Dari tabel 5.2 diperoleh hasil bahwa kerikil memenuhi syarat yang ditetapkan oleh SK-SNI-T-15-1990-03 karena berada dalam batas-batas yang ditetapkan sebagaimana terlihat pada Gambar 5.2 sehingga memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran beton.



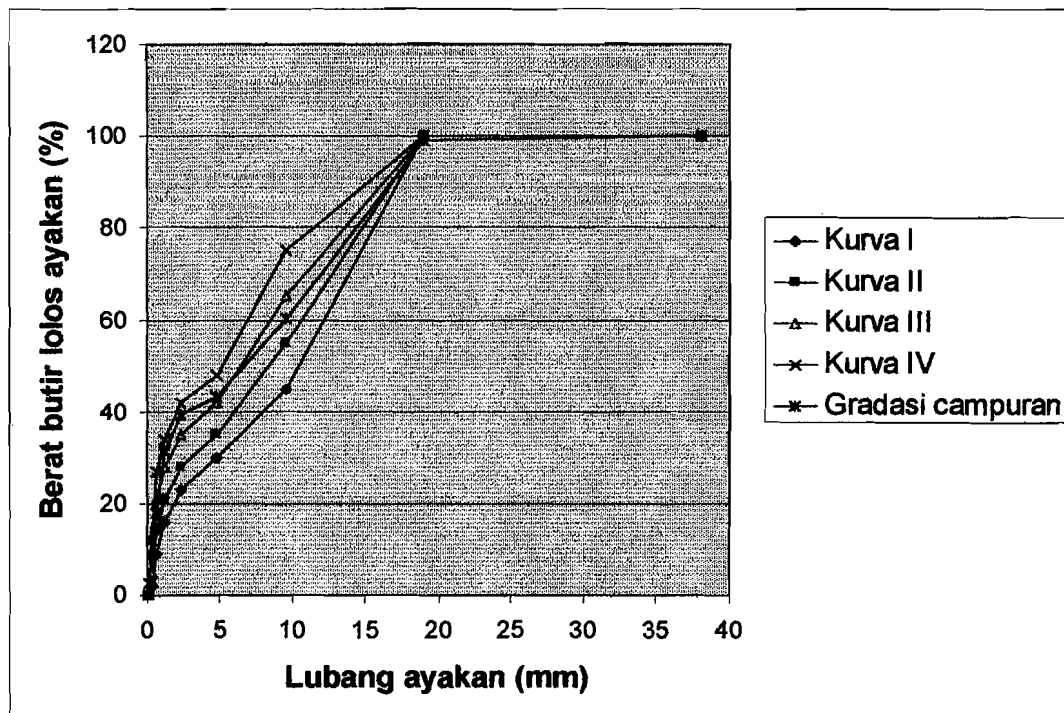
Gambar 5.2 Grafik gradasi kerikil

Dan nilai modulus halus butir yang digunakan dalam perhitungan campuran adalah modulus halus butir (mhb) pasir sebesar 2,83.

Dalam perhitungan campuran adukan beton dengan menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*) diperoleh perbandingan berat semen : pasir : kerikil sebesar 1 : 1,7 : 2,1. Dari perbandingan tersebut diketahui bahwa perbandingan pasir dan kerikil adalah 45 : 55. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat dalam tabel 5.3 dan Gambar 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Distribusi ukuran butiran campuran

Lubang ayakan (mm)	Berat butir lewat (rata-rata)		(2) x P	(3) x K	(4) + (5)
	Pasir (%)	Kerikil (%)			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
38,10	100	100	45	55	100
19,00	100	98,09	45	53,95	98,95
9,50	100	27,82	45	15,30	60,30
4,75	94,11	1,46	42,35	0,80	43,15
2,36	87,10	0	39,20	0	39,20
1,18	69,79	0	31,40	0	31,40
0,60	39,93	0	17,97	0	17,97
0,30	20,05	0	9,02	0	9,02
0,15	6,17	0	2,77	0	2,77



Gambar 5.3 Grafik gradasi campuran

Dari gambar di atas terlihat bahwa gradasi campuran ini memenuhi syarat karena berada dalam kurva standar yang sebagian besar terletak antara kurva II dan kurva III maka gradasi campuran cukup ideal.

5.1.2 Hasil pemeriksaan berat jenis agregat

Berat jenis agregat ialah ratio antara massa padat agregat dan massa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Berat jenis agregat halus diperoleh sebesar 2,6154 dan berat jenis agregat kasar sebesar 2,6236. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat selengkapnya diberikan dalam lampiran.

5.1.3 Hasil Pemeriksaan Berat Satuan Agregat

Berat satuan agregat adalah berat agregat dalam satu satuan volume, dihitung berdasar berat agregat dalam suatu tempat tertentu, sehingga yang dihitung volumenya adalah volume padat (meliputi pori tertutup) dan volume terbukanya. Berat volume agregat halus diperoleh $1,5377 \text{ t/m}^3$ dan berat volume agregat kasar diperoleh $1,5655 \text{ t/m}^3$. Hasil pemeriksaan selengkapnya diberikan dalam lampiran.

5.2 Analisis Hasil Pengujian Kuat desak Beton Normal

Hasil sementara dari pengujian kuat desak silinder beton di laboratorium diberikan dalam lampiran. Berikut ini adalah hasil analisis dari pengujian tersebut.

5.2.1 Umur 7 hari

Tabel 5.4 Hasil pengujian kuat desak silinder beton normal umur 7 hari

No	Kode	P (kg)	A (cm ²)	f _b (Mpa)	Konversi (f _b /0,65)	Rerata 4 Hasil Uji
1	G-1	65770,65	176,0367	37,3619	57,4798	---
2	G-2	64241,10	178,3957	36,0105	55,4007	---
3	G-3	62711,55	176,0367	35,6241	54,8063	---
4	G-4	66790,35	180,1752	37,0697	57,0303	56,1793
5	G-5	64241,00	180,1752	35,6548	54,8535	55,5227
6	G-6	60672,15	178,3957	34,0099	52,3229	54,7533
7	G-7	70869,15	179,5810	39,4636	60,7132	56,2300
8	G-8	66280,50	182,5616	36,3058	55,8551	55,9362
9	G-9	68829,75	178,3957	38,5826	59,3579	57,0623
10	G-10	69339,60	182,5616	37,9815	58,4331	58,5898
11	G-11	61182,00	176,6250	34,6395	53,2915	56,7344
12	G-12	65260,80	179,5810	36,3406	55,9086	56,7478
13	G-13	70359,30	177,8045	39,5712	60,8787	57,1280
14	G-14	71888,85	178,3957	40,2974	61,9960	58,0187
15	G-15	61182,00	180,1752	33,9569	52,2415	57,7562
f _{bm} (Mpa)				36,8580		
Sd				3,0831		
f _c + 0,82 Sd				31,5281		
0,85 f _c				24,65		

Dari pengujian di atas terlihat bahwa tidak satupun dari hasil uji kurang dari 0,85 f_c dan nilai rata-rata dari 4 hasil uji yang berurutan tidak ada yang kurang dari (f_c+0,82 Sd), jadi memenuhi f_c = 29 Mpa.

5.2.2 Umur 14 hari

Tabel 5.5 Hasil pengujian kuat desak silinder beton normal umur 14 hari

No	Kode	P (kg)	A (cm ²)	f ['] b (Mpa)	Konversi (f ['] b/0,88)	Rerata 4 Hasil Uji
1	E-1	76477,50	179,5810	42,5866	48,3939	---
2	E-2	76477,50	182,5616	41,8913	47,6038	---
3	E-3	75457,80	182,5616	41,3328	46,9691	---
4	E-4	70869,15	179,5810	39,4636	44,8450	46,9529
5	E-5	77497,20	177,8045	43,5856	49,5291	47,2368
6	E-6	71379,00	178,9879	39,8792	45,3173	46,6651
7	E-7	64750,95	176,0367	36,7826	41,7984	45,3725
8	E-8	71379,00	174,8632	40,8199	46,3863	45,7578
9	E-9	81066,15	178,3957	45,4418	51,6384	46,2851
10	E-10	78516,90	175,4495	44,7519	50,8544	47,6694
11	E-11	75457,80	177,8045	42,4386	48,2257	49,2762
12	E-12	68829,75	176,6250	38,9694	44,2834	48,7505
13	E-13	79536,60	177,2142	44,8816	51,0018	48,5913
14	E-14	72908,55	174,8632	41,6946	47,3803	47,7228
15	E-15	78007,05	176,6250	44,1654	50,1879	48,2134
f ['] bm (Mpa)				41,9123		
Sd				2,7939		
f ['] c + 0,82 Sd				31,2910		
0,85 f ['] c				24,65		

Dari pengujian di atas terlihat bahwa tidak satupun dari hasil uji kurang dari 0,85 f[']c dan nilai rata-rata dari 4 hasil uji yang berurutan tidak ada yang kurang dari (f[']c+0,82 Sd), jadi memenuhi f[']c = 29 Mpa.

5.2.3 Umur 21 hari

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kuat Desak Silinder Beton Biasa Umur 21 Hari

No	Kode	P (kg)	A (cm ²)	f _b (Mpa)	Konversi (f _b /0,95)	Rerata 4 Hasil Uji
1	C-1	84635,10	177,2142	47,7586	50,2722	---
2	C-2	90753,30	177,8045	51,0410	53,7274	---
3	C-3	92792,70	176,6250	52,5365	55,3016	---
4	C-4	90753,30	177,2142	51,2110	53,9064	53,3019
5	C-5	85654,80	178,9879	47,8550	50,3738	53,3273
6	C-6	85144,95	178,3957	47,7281	50,2402	52,4555
7	C-7	91773,00	178,3957	51,4435	54,1511	52,1678
8	C-8	89733,60	175,4495	51,1449	53,8368	52,1505
9	C-9	85654,80	181,3664	47,2274	49,7131	51,9853
10	C-10	88204,05	180,7703	48,7934	51,3615	52,2656
11	C-11	87694,20	177,8045	49,3205	51,9164	51,7070
12	C-12	93812,40	177,2142	52,9372	55,7235	52,1786
13	C-13	89733,60	177,8045	50,4675	53,1238	53,0313
14	C-14	90753,30	178,3957	50,8719	53,5494	53,5783
15	C-15	85654,80	177,2142	48,3340	50,8779	53,3186
f _{bm} (Mpa)				49,9114		
S _d				1,9700		
f _c + 0,82 S _d				30,6154		
0,85 f _c				24,65		

Dari pengujian di atas terlihat bahwa tidak satupun dari hasil uji kurang dari 0,85 f_c dan nilai rata-rata dari 4 hasil uji yang berurutan tidak ada yang kurang dari (f_c+0,82 S_d), jadi memenuhi f_c = 29 Mpa.

5.2.4 Umur 28 hari

Tabel 5.7 Hasil pengujian kuat desak silinder beton normal umur 28 hari

No	Kode	P (kg)	A (cm ²)	f ^b (Mpa)	Konversi (f ^b /1,00)	Rerata 4 Hasil Uji
1	A-1	95851,80	176,6250	54,2685	54,2685	---
2	A-2	96871,50	177,2142	54,6635	54,6635	---
3	A-3	87184,35	176,0367	49,5262	49,5262	---
4	A-4	91773,00	176,6250	51,9592	51,9592	52,6044
5	A-5	88204,05	178,9879	49,2793	49,2794	51,3571
6	A-6	89223,75	177,8045	50,1808	50,1808	50,2364
7	A-7	99930,60	179,5810	55,6465	55,6465	51,7665
8	A-8	85144,95	176,0367	48,3677	48,3677	50,8686
9	A-9	91773,00	177,8045	51,6145	51,6146	51,4524
10	A-10	93631,65	176,6250	54,5572	54,5572	52,5465
11	A-11	84635,10	177,2142	47,7586	47,7586	50,5745
12	A-12	86164,65	176,6250	48,7839	48,7839	50,6786
13	A-13	89223,75	181,9635	49,0338	49,0339	50,0334
14	A-14	94322,25	177,8045	53,0483	53,0483	49,6562
15	A-15	89,733,60	175,4495	51,1449	51,1450	50,5028
f ^{bm} (Mpa)				51,3222		
Sd				2,5956		
f ^c + 0,82 Sd				31,1284		
0,85 f ^c				24,65		

Dari pengujian di atas terlihat bahwa tidak satupun dari hasil uji kurang dari 0,85 f^c dan nilai rata-rata dari 4 hasil uji yang berurutan tidak ada yang kurang dari (f^c+0,82 Sd), jadi memenuhi f^c = 29 Mpa.

5.3 Analisis Hasil Pengujian Kuat Desak Beton dengan Penambahan Zat Additif

Hasil sementara dari pengujian kuat desak silinder ini juga diberikan dalam lampiran. Berikut adalah analisis dari hasil pengujian tersebut.

5.3.1 Umur 7 hari

Tabel 5.8 hasil pengujian kuat desak beton dengan zat additif umur 7 hari

No	Kode	P (kg)	A (cm ²)	f _b (Mpa)	Konversi (f _b /0,65)	Rerata 4 Hasil Uji
1	H-1	63731,25	180,1752	35,3718	54,4182	---
2	H-2	59142,60	178,9879	33,0428	50,8351	---
3	H-3	56593,35	179,5810	31,5141	57,2190	---
4	H-4	68829,75	181,3664	37,9506	58,3856	55,2145
5	H-5	62201,70	181,3664	34,2961	52,7633	54,8007
6	H-6	61691,85	176,6250	34,9281	53,7356	55,5259
7	H-7	60672,15	177,2142	34,2366	52,6717	54,3891
8	H-8	68319,90	184,3617	37,0575	57,0116	54,0456
9	H-9	64241,10	178,3957	36,0104	55,4007	54,7049
10	H-10	66280,50	179,5810	36,9084	56,7822	55,4665
11	H-11	65770,65	178,9879	36,7458	56,5321	56,4316
12	H-12	65770,65	178,3957	36,8678	56,7198	56,3587
13	H-13	66280,50	176,6250	37,5261	57,7325	56,9416
14	H-14	67810,05	176,0367	38,5204	59,2621	57,5616
15	H-15	68319,90	181,3664	37,6695	57,9531	57,9169
f _{bm} (Mpa)				36,2883		
Sd				2,4326		
f _c + 0,82 Sd				30,9947		
0,85 f _c				24,65		

Dari pengujian di atas terlihat bahwa tidak satupun dari hasil uji kurang dari $0,85 f'_c$ dan nilai rata-rata dari 4 hasil uji yang berurutan tidak ada yang kurang dari $(f'_c + 0,82 S_d)$, jadi memenuhi $f'_c = 29 \text{ Mpa}$.

5.3.2 Umur 14 hari

Tabel 5.9 Hasil pengujian kuat desak beton dengan zat additif umur 14 hari

No	Kode	P (kg)	A (cm ²)	f' _b (Mpa)	Konversi (f' _b /0,88)	Rerata 4 Hasil Uji
1	F-1	79536,60	176,6250	45,0313	51,1720	---
2	F-2	79536,60	174,2779	45,6378	51,8612	---
3	F-3	88713,90	180,7703	49,0755	55,7676	---
4	F-4	71888,85	178,9879	40,1641	45,6410	51,1104
5	F-5	90753,30	175,4495	51,7262	58,7797	53,0124
6	F-6	79026,75	176,6250	44,7427	50,8439	52,7581
7	F-7	89223,75	180,1752	49,5205	56,2734	52,8845
8	F-8	76987,35	174,2779	44,1750	50,1989	54,0240
9	F-9	89733,60	175,4495	51,1449	58,1193	53,8589
10	F-10	85654,80	177,2142	48,3340	54,9250	54,8792
11	F-11	81576,00	174,8632	46,6513	53,0129	54,0640
12	F-12	82595,70	180,1752	45,8419	52,0931	54,5376
13	F-13	94322,25	181,9635	51,8358	58,9043	54,7338
14	F-14	84635,10	177,2142	47,7586	54,2712	54,5704
15	F-15	92792,70	176,6250	52,5365	59,7006	56,2423
f' _{bm} (Mpa)				47,6117		
S _d				3,9360		
f' _c + 0,82 S _d				32,2275		
0,85 f' _c				24,65		

Dari pengujian di atas terlihat bahwa tidak satupun dari hasil uji kurang dari $0,85 f'_c$ dan nilai rata-rata dari 4 hasil uji yang berurutan tidak ada yang kurang dari $(f'_c + 0,82 S_d)$, jadi memenuhi $f'_c = 29 \text{ Mpa}$.

5.3.3 Umur 21 hari

Tabel 5.10 Hasil pengujian kuat desak beton dengan zat additif umur 21 hari

No	Kode	P (kg)	A (cm ²)	f _b (Mpa)	Konversi (f _b /0,95)	Rerata 4 Hasil Uji
1	I-1	92792,70	181,3664	51,1631	53,8559	---
2	I-2	89733,60	174,2779	51,4888	54,1988	---
3	I-3	95851,80	176,6250	54,2685	57,1248	---
4	I-4	98910,90	176,6250	56,0005	58,9479	56,0318
5	I-5	96871,50	176,6250	54,8458	57,7325	57,0010
6	I-6	99930,60	186,1706	53,6769	56,5020	57,5768
7	I-7	92792,70	176,0367	52,7121	55,4864	57,1672
8	I-8	90243,45	177,8045	50,7543	53,4256	55,7866
9	I-9	104519,25	176,0367	59,3735	62,4985	56,9781
10	I-10	93302,55	176,0367	53,0017	55,7913	56,8005
11	I-11	99930,60	175,4495	56,9569	59,9546	57,9175
12	I-12	94322,25	178,3957	52,8725	55,6553	58,4749
13	I-13	97891,20	176,0367	55,6084	58,5351	57,4841
14	I-14	99930,60	176,6250	56,5778	59,5556	58,4252
15	I-15	98910,90	180,1752	54,8970	57,7864	57,8831
f _{bm} (Mpa)				54,2799		
S _d				2,5192		
f _c + 0,82 S _d				31,0657		
0,85 f _c				24,65		

Dari pengujian di atas terlihat bahwa tidak satupun dari hasil uji kurang dari $0,85 f'c$ dan nilai rata-rata dari 4 hasil uji yang berurutan tidak ada yang kurang dari $(f'c + 0,82 Sd)$, jadi memenuhi $f'c = 29 \text{ Mpa}$.

5.3.4 Umur 28 hari

Tabel 5.11 Hasil pengujian kuat desak beton dengan zat additif umur 28 hari

No	Kode	P (kg)	A (cm ²)	f'b (Mpa)	Konversi (f'b/1,00)	Rerata 4 Hasil Uji
1	B-1	102479,85	175,4495	58,4099	58,4099	---
2	B-2	111147,30	174,8632	63,5624	63,5624	---
3	B-3	116245,80	174,8632	66,4781	66,4782	---
4	B-4	96871,50	180,7703	53,5882	53,5882	60,5097
5	B-5	101970,00	171,3660	59,5042	59,5042	60,7832
6	B-6	99930,60	177,2142	56,3897	56,3897	58,9901
7	B-7	112167,00	174,2779	64,3610	64,3610	58,4608
8	B-8	101970,00	176,6250	57,7325	57,7325	59,4969
9	B-9	106558,50	176,6250	60,3303	60,3304	59,7034
10	B-10	97891,20	176,0367	55,6084	55,6084	59,5081
11	B-11	95851,80	176,6250	54,2685	54,2685	56,9849
12	B-12	109617,75	176,0367	62,2698	62,2698	58,1193
13	B-13	98910,90	176,0367	56,1876	56,1876	57,0836
14	B-14	98401,05	175,4495	56,0851	56,0851	57,2028
15	B-15	97381,35	177,2142	54,9512	54,9512	57,3734
f'bm (Mpa)				58,6484		
Sd				3,9739		
f'c + 0,82 Sd				32,2586		
0,85 f'c				24,65		

Dari pengujian di atas terlihat bahwa tidak satupun dari hasil uji kurang dari 0,85 $f'c$ dan nilai rata-rata dari 4 hasil uji yang berurutan tidak ada yang kurang dari ($f'c + 0,82 Sd$), jadi memenuhi $f'c = 29$ Mpa.

Dari hasil-hasil di atas dibuat tabel hasil uji kuat desak silinder beton seluruh percobaan untuk setiap jenis sampel dan perbedaan umur betonnya beserta keterangan nilai slumpnya. Laju pengerasannya dihitung dengan membandingkan kuat desak yang dicapai terhadap kuat desak maksimum beton normal umur 28 hari (ket : dianggap telah mencapai 100%, padahal sebenarnya belum), yaitu dalam tabel 5.12 dibawah ini:

Tabel 5.12 Kuat desak beton rata-rata dan laju pengerasan silinder beton

No	Jenis Sampel	Umur (hari)	Slump (cm)	Kuat Desak Beton Rata-rata (Mpa)	Laju Pengerasan (%)
1	Beton normal	7	3,8	36,8580	71,8169
		14	2,7	41,9123	81,6650
		21	4,5	49,9114	97,2510
		28	2,7	51,3222	100,00
2	Beton dengan penambahan zat additif	7	4,0	36,2883	70,7074
		14	3,5	47,6117	92,7701
		21	3,5	54,2799	106,6398
		28	3,8	58,6484	114,2749

Dari tabel di atas terlihat bahwa beton dengan penambahan zat additif menghasilkan kuat desak yang lebih rendah pada umur 7 hari, namun lebih tinggi

mulai dari umur 14 sampai 28 hari dibandingkan dengan beton normal. Besarnya penurunan dan peningkatannya adalah sebagai berikut :

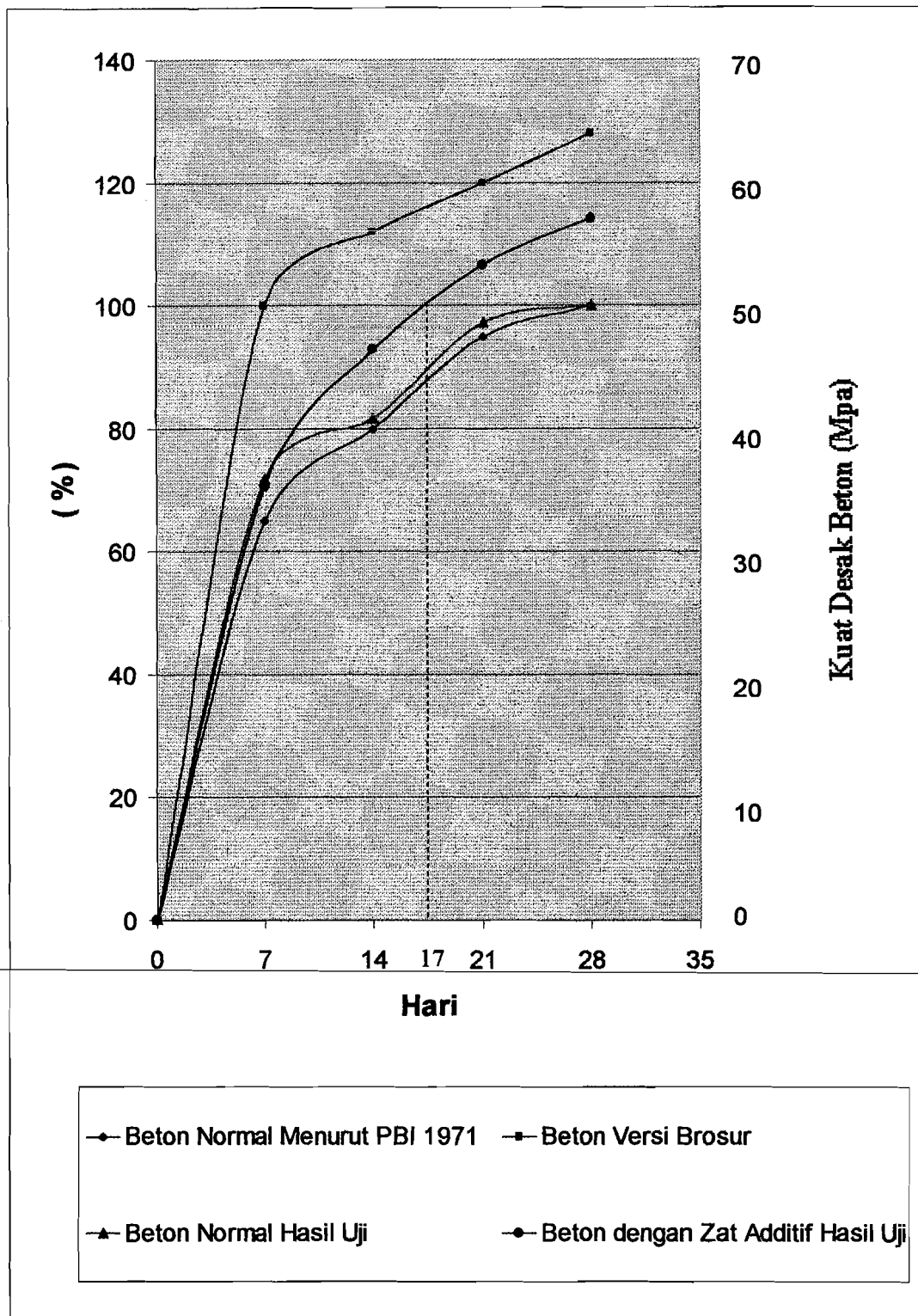
Tabel 5.13 Prosentase kenaikan dan penurunan kuat desak beton dengan zat additif dibandingkan beton normal

No	Umur	(%)
1.	7 Hari	- 0,5697
2.	14 Hari	+ 5,6994
3.	21 Hari	+ 4,3685
4.	28 Hari	+ 7,3262

Kuat desak dan waktu pengerasan dari hasil pengujian kedua jenis sampel ini akan terlihat lebih jelas pada gambar 5.4. Dalam gambar ini disertakan pula grafik perkiraan laju pengerasan beton dengan zat additif menurut brosur (besarnya kuat desak tiap umur tidak diketahui, hanya berdasarkan keterangan kuat desak beton umur 7 hari setara dengan umur 28 hari, dan peningkatan kuat desaknya mencapai lebih dari 25%), dan laju pengerasan beton normal menurut PBI 1971 dalam tabel 5.14 berikut ini :

Tabel 5.14 Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur menurut PBI 1971

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen Portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20



Gambar 5.4 Grafik perbandingan laju pengerasan dan kuat desak beton menurut PBI 1971, brosur, dan hasil pengujian

5.5 Pembahasan

Secara keseluruhan, pelaksanaan pekerjaan pembuatan benda uji dalam penelitian ini dapat dikatakan berjalan baik tanpa suatu hambatan yang berarti. Mutu benda uji yang dibuat dalam penelitian ini juga memenuhi semua persyaratan yang disyaratkan.

Dari gambar 5.4 dapat diuraikan sebagai berikut. Kuat desak rata-rata yang dihasilkan seluruhnya berada di atas grafik laju pengerasan beton normal menurut standar PBI 1971 yang berarti memenuhi syarat. Pada umur 7 hari, kuat desak rata-rata beton dengan zat additif sebesar 36,2883 Mpa, lebih rendah 0,5697% dibandingkan kuat desak rata-rata beton normal 36,8580 Mpa. Pada umur 14 hari kuat desak rata-rata beton dengan penambahan zat additif lebih tinggi 5,6994% yaitu 47,6117 Mpa dibandingkan kuat desak rata-rata beton normal 41,9123 Mpa. Pada umur 21 hari terjadi peningkatan sebesar 4,3685%, pada beton dengan penambahan zat additif 54,2799 Mpa sedangkan beton normal 49,9114 Mpa. Dan pada umur 28 hari terjadi peningkatan kuat desak rata-rata maksimum sebesar 7,3262%. Pada beton dengan penambahan zat additif kuat desak rata-ratanya mencapai 58,6484 Mpa sedangkan pada beton normal kuat desak rata-ratanya 51,3222 Mpa (lihat tabel 5.12 dan gambar 5.4).

Laju pengerasan yang dibutuhkan oleh beton normal dan beton dengan penambahan zat additif pada umur 7 hari tidak begitu berbeda. Perbedaan baru terlihat jelas ketika memasuki umur ke-14. Pada Umur 7 hari, beton normal sudah mengeras 71,8169% sedangkan pada beton dengan penambahan zat additif baru mencapai 70,7074%. Pada umur 14 hari beton dengan penambahan zat additif

telah mengeras 92,7701% sedangkan beton normal baru mencapai 81,6650%. Pada Umur 21 hari beton normal mengeras sebesar 97,2510% sedangkan pada beton dengan penambahan zat additif telah mencapai 106,6398% yang berarti telah melebihi laju pengerasan maksimum beton normal yang dicapai pada umur 28 hari. Pada beton dengan penambahan zat additif, laju pengerasan maksimum beton normal 28 hari dicapai pada sekitar umur 17 hari. Dan pada umur 28 hari, pengerasannya telah mencapai 114,2749% dibanding beton normal umur 28 hari (lihat tabel 5.12 dan gambar 5.4).

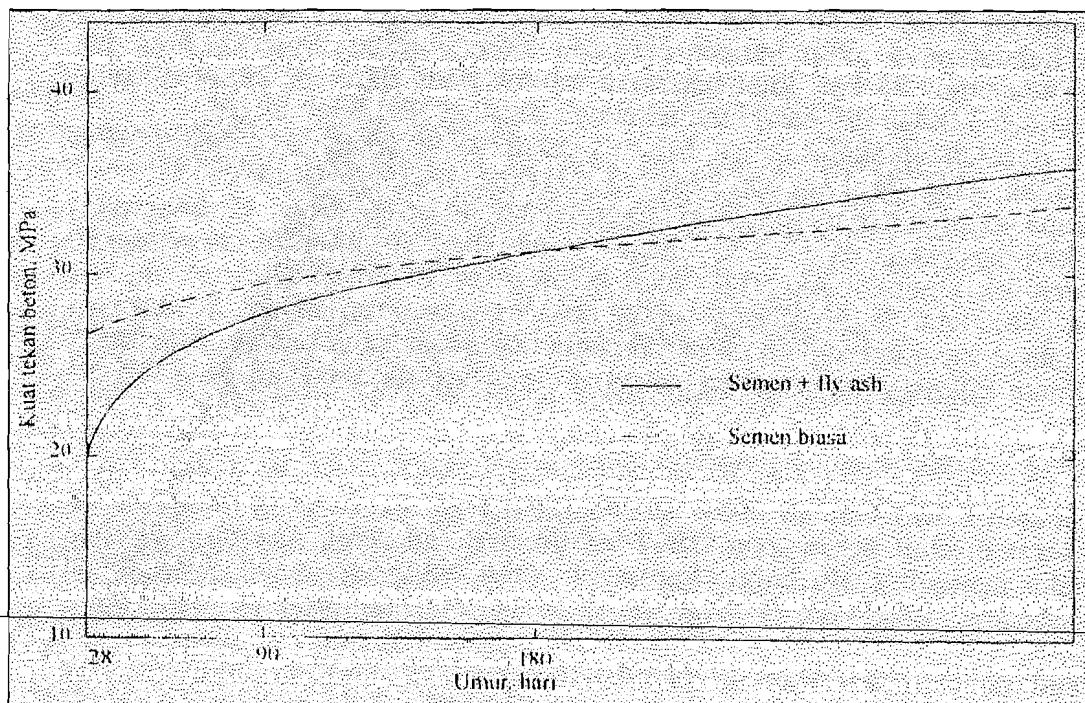
Dari hasil di atas diperoleh bahwa peningkatan kuat desak rata-rata beton dengan penambahan zat additif baru terjadi mulai umur 14 hari hingga umur 28 hari dibandingkan beton normal. Sebenarnya yang terjadi bukan dikarenakan zat additif tersebut dapat meningkatkan kuat desak tetapi karena “efek samping” dari zat additif ini termasuk jenis *water reducers*. Fungsi dari adanya *water reducers* pada campuran beton adalah dapat mengurangi kebutuhan air namun workabilitasnya meningkat. Adanya pengurangan air pada campuran beton dengan penambahan zat additif mengakibatkan nilai fas dari campuran tersebut menjadi berubah dari campuran untuk beton normal. Dengan pengurangan air (pada penelitian ini $\pm 20\%$) nilai fas dari campuran menjadi lebih rendah campuran beton normal yang direncanakan di awal. Menurut teori, semakin rendah nilai fas kuat desaknya akan semakin tinggi namun adukan semakin sulit dipadatkan, dan dalam penelitian ini hal tersebut dapat diatasi dengan penggunaan *water reducers*. Singkatnya, dengan penggunaan *water reducers* kebutuhan air dapat dikurangi

namun workabilitas lebih mudah, efeknya nilai fas menjadi lebih rendah dari campuran yang direncanakan sehingga kuat desak yang dihasilkan lebih tinggi.

Perbedaan nilai fas yang terjadi antara campuran beton normal dan beton dengan penambahan zat additif akibat adanya pengurangan kebutuhan air dalam penelitian ini sebenarnya membuat kedua jenis beton ini tidak dapat dibandingkan kuat desaknya namun hal ini tetap dilakukan karena tujuan dari penelitian ini adalah meneliti pengaruh pemakaian zat additif ini terhadap kuat desak dan laju pengerasan beton normal sesuai petunjuk produsen pada brosur akan menghasilkan beton dengan keunggulan yang dijanjikan atau tidak, sehingga dapat dinyatakan secara jelas kesesuaian antara brosur dengan fakta yang diperoleh.

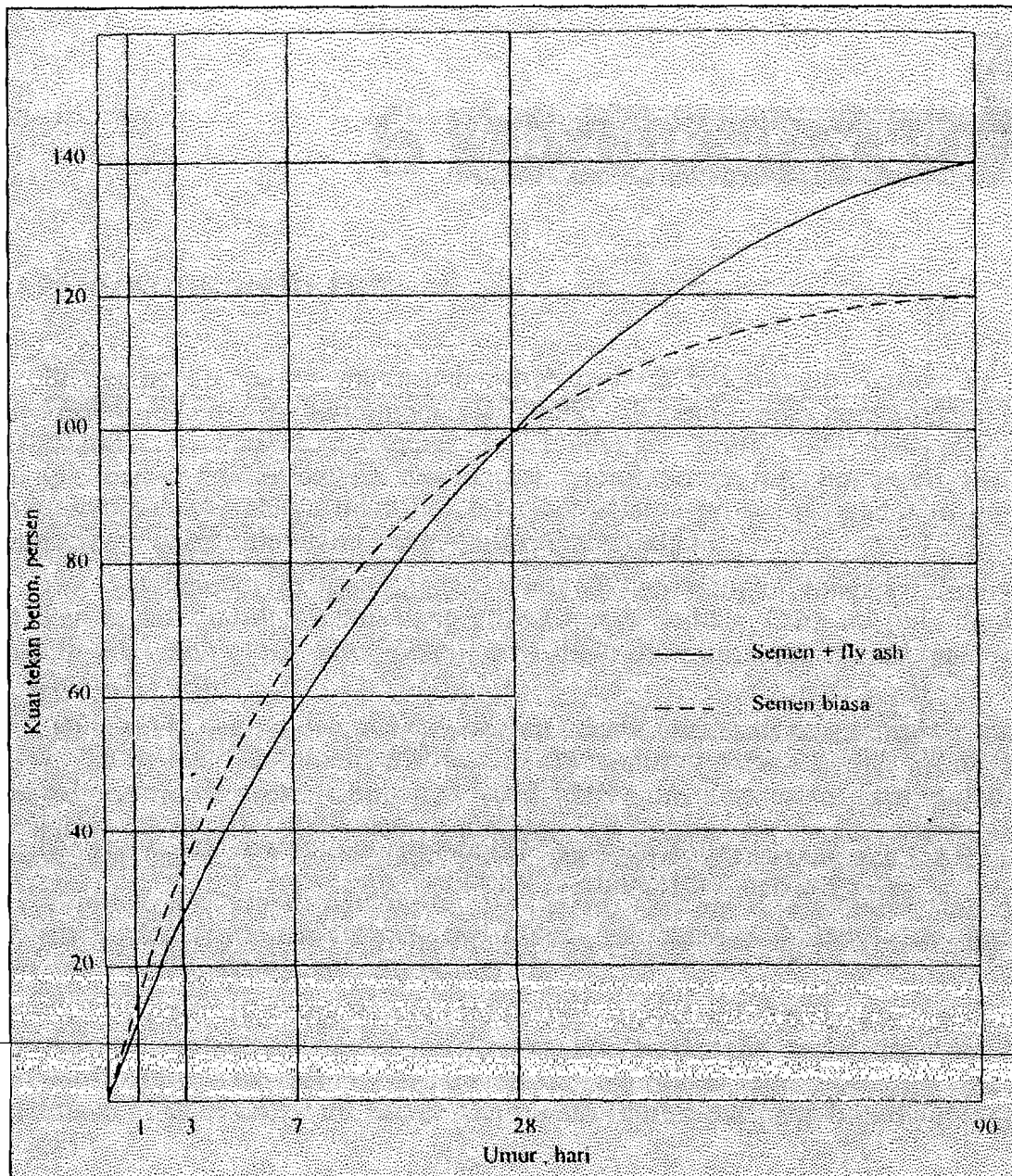
Peningkatan maksimum kuat desak (7,3262%) yang lebih rendah dibandingkan menurut brosur (lebih dari 25%) dapat dikarenakan penggunaan semen Portland Pozzolan (PPC) pada campuran beton. Dalam "Kuliah Umum Teknologi Semen" (2003) semen Portland pozolan (PPC) disebut juga *Fly Ash Cement*. Menurut Tjokrodimuljo (1992) termasuk dalam kelompok pozolan adalah tras alam, gilingan terak dapur tinggi dan *fly ash*. Pozolan dapat dipakai sebagai bahan tambahan atau sebagai pengganti sebagian semen Portland. Laju kenaikan kekuatannya lebih lambat daripada beton normal (lihat gambar 5.5 dan 5.6). Pada gambar-gambar ini digambarkan perbedaan kuat desak dan laju pengerasan antara semen biasa dengan semen + *fly ash* dan mungkin kurang tepat untuk menggambarkan kuat desak dan laju pengerasan dari semen Portland pozolan, namun karena keterbatasan penyusun dalam menemukan literatur khususnya grafik tentang laju pengerasan semen Portland pozolan maka kedua gambar

tersebut yang digunakan sebagai gambaran pengaruh penambahan pozolan (*fly ash*) sebagai pengganti sebagian semen Portland. Pada umur 28 hari kuat tekannya lebih rendah daripada beton normal, namun sesudah 3 bulan (90 hari) kuat tekannya dapat sedikit lebih tinggi. Sehingga hasil penelitian yang diuji hanya sampai umur 28 hari menurut teori kuat desak yang dicapai lebih rendah dibandingkan bila menggunakan semen Portland biasa (tipe 1).



Gambar 5.5 Diagram umur dan kuat tekan beton dengan semen + *fly ash* dibandingkan semen biasa

Sumber : Kardiyono Tjokrodinuljo (1992)



Gambar 5.5 Grafik laju kenaikan kuat tekan beton dengan semen + *fly ash* dibandingkan semen biasa

Sumber : Kardiyono Tjokrodinuljo (1992)

Kuat desak rata-rata dan laju pengerasan beton yang menggunakan zat additif hasil pengujian lebih rendah dari brosur. Hasil penelitian yang dicapai kira-kira hanya 85% brosur. Peningkatan kuat desak beton menurut brosur mencapai lebih dari 25%, sedangkan peningkatan kuat desak rata-rata maksimum hasil penelitian hanya 7,3262%. Menurut brosur pula, kuat desak beton umur 7 hari setara dengan umur 28 hari sedangkan dari hasil penelitian hal tersebut terjadi kira-kira pada umur 17 hari (lihat gambar 5.4).

Hal ini selain karena penggunaan PPC mungkin juga dikarenakan adanya pengaruh faktor luar yang mengakibatkan kondisi atau karakteristik beton hasil pengujian berbeda dengan beton pengujian yang dilakukan oleh produsen. Untuk pembuatan benda uji di lapangan ternyata selain perhitungan rencana campuran ada faktor lain yang sangat berpengaruh terhadap benda uji dan kuat desak yang nantinya dihasilkan seperti faktor alam (cuaca, angin, suhu, dan lain-lain), pengawasan terhadap pekerjaan tukang, pengalaman, dan lain sebagainya.

Material terutama agregat baik pasir dan kerikil biasanya diletakkan di alam terbuka yang tidak terlindungi (tidak beratap) karena volumenya yang cukup besar, alasan kebersihan, kemudahan pekerjaan, tidak berkemasan luar seperti semen, dan sebagainya. Faktor alam seperti panas, hujan, angin, dan lain-lain, berpengaruh terhadap kondisi material ini. Misalnya, cuaca yang panas akan mengakibatkan air yang berada di dalam agregat ikut menguap sehingga kebutuhan airnya menjadi lebih banyak dari rencana campuran yang telah dibuat. Sebaliknya dalam cuaca hujan, agregat mengandung kelebihan air karena basah atau bahkan terendam air, sehingga kebutuhan air menjadi lebih sedikit, untuk itu

perlu dilakukan penyesuaian terhadap rencana campuran dengan melihat kondisi cuaca ketika pelaksanaan di lapangan.

Pengawasan terhadap pekerjaan tukang juga penting dilakukan. Hal ini lebih dikarenakan kurangnya pengetahuan yang dimiliki tukang tentang pembetonan. Dimulai dari ketika menakar kebutuhan material, pengadukan, persyaratan nilai slump, hingga proses pemadatan. Kesalahan dalam salah satu tahap pekerjaan bisa mempengaruhi silinder beton yang dihasilkan. Contohnya, nilai slump yang tidak memenuhi rencana atau proses pemadatan yang tidak baik akan menghasilkan kuat desak yang tidak maksimal.

Selain itu hal lain yang berpengaruh adalah pengalaman. Pengalaman adalah proses pembelajaran yang terbaik. Ketika melaksanakan pekerjaan di lapangan, pengalaman merupakan hal yang ikut membantu untuk dapat menentukan apakah pekerjaan yang dilakukan telah baik atau belum. Dan seperti dalam pekerjaan pembuatan benda uji beton yang menggunakan zat additif yang di dalamnya mengandung zat *accelerator*. Ketika pengerjaan pengadukan telah selesai dan nilai slump telah memenuhi, pekerjaan selanjutnya adalah proses pencetakan dan pemadatan. Dengan adanya zat *accelerator* membuat waktu ikat awal beton lebih cepat dari biasanya, sehingga pekerjaan pencetakanpun harus lebih cepat sebelum adukan tersebut mengeras, atau benda uji berubah karakteristiknya.

Mungkin pengujian yang dilakukan produsen dilakukan oleh orang yang lebih ahli dan dilaksanakan secara lebih profesional dari penelitian ini, misalnya semua pekerjaan dilakukan oleh mesin dari proses penyaringan agregat, pengadukan, pencetakan, sampai pemadatan sehingga pekerjaan lebih cepat dan lebih baik,

material yang digunakan juga mungkin diletakkan dalam ruang terlindung sehingga tidak terkontaminasi zat lain tidak seperti penelitian ini dimana material diletakkan di tempat tak terlindung, dan lain-lain, yang membuat kuat desak beton yang dihasilkan lebih maksimal dan lebih tinggi dari penelitian ini.

Kuat desak dan laju pengerasan beton normal hasil pengujian lebih tinggi dari beton normal menurut standar PBI 1971 (lihat gambar 5.4). Pada umur 7 hari, PBI mensyaratkan pencapaian kuat desak 65% dari kuat desak umur 28 hari sedangkan hasil pengujian telah mencapai 71,329%. Pada umur 14 hari PBI mensyaratkan 88% sedangkan hasil pengujian telah mencapai 89,092%. Dan pada umur 21 hari PBI mensyaratkan 95% sedangkan hasil pengujian telah mencapai 99,526%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa beton yang dihasilkan dalam penelitian ini memenuhi syarat PBI 1971.

Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini maka dari hasil-hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa keterangan yang diberikan brosur, dimana dikatakan kuat desaknya bisa mencapai lebih dari 25%, dan kuat desak umur 7 hari setara dengan kuat desak umur 28 hari tidak sesuai. Sesuai hasil penelitian, peningkatan kuat desak rata-rata maksimum hanya 7,3262%, dan kuat desak yang setara dengan umur 28 hari terjadi pada sekitar umur 17 hari.

Dari hasil penelitian juga dapat terlihat persamaan dan perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu dengan menggunakan zat aditif lain yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya ditinjau pada umur 28 hari. Persamaannya adalah kecenderungan yang sama yaitu adanya peningkatan kuat desak beton bila dibandingkan dengan beton normal, walaupun ada penelitian yang

menunjukkan dalam dosis tertentu justru kuat desak mengalami penurunan (penelitian Muzzamil dan Budiyo (1997) yang menggunakan Merguss FB pada dosis 2,5% kuat tekan yang dihasilkan lebih rendah dari beton normal dan penelitian Dwi Susilowati (2002) yang menggunakan Plastiment-VZ pada dosis 1% kuat desak maksimum turun 39,745%).

Perbedaannya terletak pada besarnya peningkatan kuat desak beton yang dihasilkan, karena hasil yang didapat dari penelitian ini berbeda dengan semua penelitian-penelitian tersebut. Peningkatan maksimum kuat desak yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih rendah dibanding penelitian R A Najamuddin (1996) yang menggunakan Plastocrete R dengan dosis optimal 0,3% kuat tekan rerata tertinggi meningkat 13,965%; penelitian Eko Yuwonio (1997) yang menggunakan Bestmittel, BV special, dan Superplastet F peningkatan kuat desak rata-rata \pm 20%; penelitian Mursito (1997) yang menggunakan Sikament 520 dosis 1% kuat tekan maksimum rata-rata meningkat 60,46%; penelitian Muzzamil dan Budiyo (1997) yang menggunakan Merguss FB kuat tekan meningkat \pm 59%; penelitian Susfinda DS dan Romi Oktana (1997) yang menggunakan Plastocrete NC Special kuat desak maksimal yang terjadi \pm 30%; dan penelitian Denny M Sinaga (1998) yang menggunakan Delvo Stabilizer dosis 1,3% kuat desak rata-rata tertinggi yang meningkat 47,7%.

Penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu waktu pengujian yang diukur hanya sampai umur 28 hari. Mungkin saja terjadi kuat desak beton pada beton yang menggunakan zat additif ini akan meningkat lebih tinggi lagi atau justru menurun pada umur setelah 28 hari. Namun dalam penelitian ini hal tersebut tidak dapat

dilaksanakan terutama karena kendala waktu, karena untuk pengujian di atas umur 28 hari misalnya umur 56 hari atau 90 hari tentunya membutuhkan waktu yang lama.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian, dengan penambahan Additon HE memberikan peningkatan kuat desak beton yang lebih tinggi dan laju pengerasan yang lebih cepat dibandingkan dengan beton normal, namun keterangan pada brosur tentang kenaikan kuat desak mencapai lebih dari 25% dan kuat desak umur 7 hari setara dengan umur 28 hari tidak terbukti, peningkatan kuat desak rata-rata maksimum hanya 7,3262% dan kuat desak yang setara dengan beton normal umur 28 hari terjadi pada sekitar umur 17 hari. Dengan kata lain, keterangan pada brosur tidak sesuai dengan kenyataan di lapangan.
2. Pada umur 7 hari, kuat desak rata-rata beton dengan zat additif 36,2883 Mpa, lebih rendah 0,5697% dibandingkan beton normal 36,8580 Mpa. Beton normal sudah mengeras 71,8169% sedangkan pada beton dengan penambahan zat additif baru mencapai 70,7074%. Pada umur 14 hari kuat desak beton dengan zat additif lebih tinggi 5,6994% yaitu 47,6117 Mpa dibandingkan beton normal 41,9123 Mpa. Beton dengan penambahan zat additif telah mengeras 92,7701% sedangkan beton normal baru mencapai 81,6650%. Pada umur 21 hari terjadi peningkatan sebesar 4,3685%, pada

beton dengan zat additif 54,2799 Mpa sedangkan beton normal 49,9114 Mpa. Beton normal mengeras sebesar 97,2510% sedangkan pada beton dengan penambahan zat additif telah mencapai 106,6398% yang berarti telah melebihi laju pengerasan maksimum beton normal yang dicapai pada umur 28 hari. Pada beton dengan penambahan zat additif, laju pengerasan maksimum beton normal 28 hari dicapai pada sekitar umur 17 hari. Dan pada umur 28 hari terjadi peningkatan kuat desak rata-rata maksimum sebesar 7,3262% pada kuat desak beton dengan zat additif yaitu 58,6484 Mpa serta pengerasannya telah mencapai 114,2749% dibandingkan beton normal yang mencapai 51,3222 Mpa (lihat tabel 5.12 dan gambar 5.4).

6.2 Saran

1. Penelitian lanjutan yang berhubungan dengan pemakaian zat additif perlu dilakukan, sebab tidak semua keterangan yang diberikan oleh produsen sesuai dengan kenyataan di lapangan.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan campuran adukan yang lain (misal beton 1 : 2 : 3, variasi nilai kuat tekan rencana (f_c), variasi ukuran agregat maksimum dan asal agregat yang berbeda, variasi nilai fas, menggunakan semen PC jenis I, dan lain-lain).
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk umur-umur di atas 28 hari.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan apabila penambahan zat additif dilakukan tanpa pengurangan kebutuhan air.
5. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan pemadatan memakai mesin.

DAFTAR PUSTAKA

_____, 1971, **PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA**, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.

_____, 2001, **LAPORAN PRAKTIKUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**, Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

_____, 2003, **KULIAH UMUM TEKNOLOGI SEMEN**, Kerjasama antara Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dengan PT. Semen Gresik (Persero) Tbk, Yogyakarta.

Denny M. Sinaga, 1998, **PENGARUH PEMAKAIAN DELVO STABILIZER TERHADAP WAKTU IKAT DAN KUAT TEKAN BETON**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Dhir, R. K., dan Jackson, N., 1985, **CIVIL ENGINEERING**, 3rd Edition, hal. 35, Macmillan Publisher LTD, London, Inggris.

Dwi Susilowati, 2002, **PENGARUH PENGGUNAAN RETARDER-WATER REDUCER TERHADAP WAKTU IKAT, SLUMP DAN KUAT TEKAN BETON DENGAN FAKTOR AIR SEMEN 0,4**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Dona Nur Adhi, 1997, **PENGARUH BAHAN TAMBAH BESTMITTEL TERHADAP WAKTU IKAT AWAL DAN KUAT TEKAN BETON**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Eko Yuwono, 1997, **PENGARUH BAHAN-BAHAN PEMERCEPAT Pengerasan Terhadap Workabilitas dan Kuat Tekan Beton**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Joetata Hadihardaja dkk, 1999, **STRUKTUR BETON**, hal. 27, Universitas Semarang, Semarang.

Kardiyono Tjokrodinuljo, 1992, **TEKNOLOGI BETON**, hal. 16, 21-27, 41, 43, 47-48, 56-57, 59-60, 66-70, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

L. Edy Wuryanto, 1997, **PENGARUH BAHAN TAMBAH RHEOMAC SF 100-MB - SF TERHADAP BETON KUAT TEKAN TINGGI DENGAN AGREGAT NORMAL**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Muhammad Mubarak, 1996, **PENGARUH BAHAN TAMBAH RETARDER-WATER REDUCER TERHADAP NILAI SLUMP, WAKTU IKAT DAN KUAT TEKAN BETON FAKTOR AIR SEMEN BERVARIASI DENGAN SLAM TETAP**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Mursito, 1997, **PENGARUH BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER DAN SETRETARDER PADA KUAT TEKAN BETON, NILAI SLAM, DAN SETTING TIME DALAM ADUKAN BETON**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Muzzamil dan Budiyono, 1997, **PENGARUH PEMAKAIAN BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT DESAK BETON**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

R. A Najamuddin, 1996, **PENGARUH BAHAN TAMBAH RETARDER-WATER REDUCER TERHADAP NILAI SLUMP, WAKTU IKAT DAN KUAT TEKAN BETON PADA FAKTOR AIR SEMEN TETAP**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Smith, R. C., 1989, **MATERIALS OF CONSTRUCTIONS**, 4th Edition, hal. 21, 126, Professional Engineering Southern Alberta Institute of Technology, Alberta, Canada.

Susfinda D. S, dan Romi Oktana, 1997, **PENGARUH VARIASI BAHAN TAMBAH UNTUK MENCAPAI WORKABILITAS DAN NILAI SLUMP RENCANA TERHADAP KUAT TEKAN BETON**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./ LBKT/ / /2003

Penguji : Lena Anggraini

Di test tgl. : 8 Desember 2003

Keperluan : Tugas akhir

Jumlah : 15 buah

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (kg)	Berat satuan (t/m ³)	Beban Maks		Keterangan		Kode Benda Uji
	Diameter	Tinggi				KN	Kgf	Tanggal dibuat	Tanggal diuji	
1	150,00	303,00	17662,50	12,50	2,3357	940	95851,80	10-Nov-03	08-Des-2003	A1/LA/2003
2	150,25	301,75	17721,42	12,60	2,3563	950	96871,50	10-Nov-03	08-Des-2003	A2/LA/2003
3	149,75	305,00	17603,67	12,70	2,3654	855	87184,35	10-Nov-03	08-Des-2003	A3/LA/2003
4	150,00	304,00	17662,50	12,70	2,3653	900	91773,00	10-Nov-03	08-Des-2003	A4/LA/2003
5	151,00	303,50	17898,79	12,70	2,3379	865	88204,65	10-Nov-03	08-Des-2003	A5/LA/2003
6	150,50	302,75	17780,45	12,80	2,3778	875	89223,75	10-Nov-03	08-Des-2003	A6/LA/2003
7	151,25	303,50	17958,10	12,80	2,3485	980	99930,60	10-Nov-03	08-Des-2003	A7/LA/2003
8	149,75	305,00	17603,67	12,70	2,3654	835	85144,95	10-Nov-03	08-Des-2003	A8/LA/2003
9	150,50	300,50	17780,45	12,70	2,3769	900	91773,00	10-Nov-03	08-Des-2003	A9/LA/2003
10	150,00	304,50	17662,50	12,70	2,3614	945	96361,65	10-Nov-03	08-Des-2003	A10/LA/2003
11	150,25	305,25	17721,42	12,80	2,3662	830	84635,10	10-Nov-03	08-Des-2003	A11/LA/2003
12	150,00	303,50	17662,50	12,70	2,3692	845	86164,65	10-Nov-03	08-Des-2003	A12/LA/2003
13	152,25	304,50	18196,35	12,90	2,3282	875	89223,75	10-Nov-03	08-Des-2003	A13/LA/2003
14	150,50	304,25	17780,45	12,80	2,3661	925	94322,25	10-Nov-03	08-Des-2003	A14/LA/2003
15	149,50	300,50	17544,95	12,40	2,3519	880	89733,60	10-Nov-03	08-Des-2003	A15/LA/2003

Catatan : Tidak ada penambahan material. Slump = 3,8 cm. Beton normal.

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./ LBKT/ / /2003

Penguji : Lena Anggraini

Di test tgl. : 9 Desember 2003

Keperluan : Tugas akhir

Jumlah : 15 buah

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (kg)	Berat satuan (t/m ³)	Beban Maks		Keterangan		Kode Benda Uji
	Diameter	Tinggi				KN	Kgf	Tanggal dibuat	Tanggal diuji	
1	149,50	301,25	17544,95	12,70	2,4028	1005	102479,85	11-Nov-03	09-Des-03	B1/LA/2003
2	149,25	306,25	17486,32	12,85	2,3995	1090	111147,30	11-Nov-03	09-Des-03	B2/LA/2003
3	149,25	304,75	17486,32	12,65	2,3738	1140	116245,80	11-Nov-03	09-Des-03	B3/LA/2003
4	151,75	301,75	18077,03	12,75	2,3374	950	96871,50	11-Nov-03	09-Des-03	B4/LA/2003
5	147,75	301,75	17136,60	12,60	2,4367	1000	101970,00	11-Nov-03	09-Des-03	B5/LA/2003
6	150,25	302,00	17721,42	12,90	2,4104	980	99930,60	11-Nov-03	09-Des-03	B6/LA/2003
7	149,00	303,75	17427,79	12,75	2,4085	1100	112167,00	11-Nov-03	09-Des-03	B7/LA/2003
8	150,00	303,50	17662,50	12,70	2,3692	1000	101970,00	11-Nov-03	09-Des-03	B8/LA/2003
9	150,00	304,50	17662,50	12,80	2,3800	1045	106558,65	11-Nov-03	09-Des-03	B9/LA/2003
10	149,75	303,00	17603,67	12,70	2,3810	960	97891,20	11-Nov-03	09-Des-03	B10/LA/2003
11	150,00	301,75	17662,50	12,85	2,4110	940	95851,80	11-Nov-03	09-Des-03	B11/LA/2003
12	149,75	303,25	17603,67	12,70	2,3790	1075	109617,75	11-Nov-03	09-Des-03	B12/LA/2003
13	149,75	300,75	17603,67	12,70	2,3988	970	98910,90	11-Nov-03	09-Des-03	B13/LA/2003
14	149,50	302,25	17544,95	12,80	2,4137	965	98401,05	11-Nov-03	09-Des-03	B14/LA/2003
15	150,25	301,75	17721,42	12,05	2,2534	955	97381,35	11-Nov-03	09-Des-03	B15/LA/2003

Catatan : Agregat sangat kering karena cuaca panas. Penambahan air sebanyak 1 liter. Slump = 4 cm.

Beton dengan penambahan zat additif.

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./ LBKT/ / /2003

Penguji : Lena Anggraini

Di test tgl. : 11 November 2003

Keperluan : Tugas akhir

Jumlah : 15 buah

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (kg)	Berat satuan (t/m ³)	Beban Maks		Keterangan		Kode Benda Uji
	Diameter	Tinggi				KN	Kgf	Tanggal dibuat	Tanggal diuji	
1	150,25	308,50	17721,42	13,00	2,3779	830	84635,10	21-Okt-03	11-Nov-03	C1/LA/2003
2	150,50	303,50	17780,45	12,70	2,3534	890	90753,30	21-Okt-03	11-Nov-03	C2/LA/2003
3	150,00	308,25	17662,50	12,60	2,3143	910	92792,70	21-Okt-03	11-Nov-03	C3/LA/2003
4	150,25	299,25	17721,42	12,70	2,3948	890	90753,30	21-Okt-03	11-Nov-03	C4/LA/2003
5	151,00	295,50	17898,79	12,60	2,3823	840	85654,80	21-Okt-03	11-Nov-03	C5/LA/2003
6	150,75	300,00	17839,57	12,70	2,3730	835	85144,95	21-Okt-03	11-Nov-03	C6/LA/2003
7	150,75	302,50	17839,57	12,70	2,3534	900	91773,00	21-Okt-03	11-Nov-03	C7/LA/2003
8	149,50	302,25	17544,95	12,60	2,3760	880	89733,60	21-Okt-03	11-Nov-03	C8/LA/2003
9	152,00	299,25	18136,64	12,60	2,3216	840	85654,80	21-Okt-03	11-Nov-03	C9/LA/2003
10	151,75	302,75	18077,03	12,60	2,3023	865	88204,05	21-Okt-03	11-Nov-03	C10/LA/2003
11	150,50	300,25	17780,45	12,50	2,3414	860	87694,20	21-Okt-03	11-Nov-03	C11/LA/2003
12	150,25	299,50	17721,42	12,70	2,3928	920	93812,40	21-Okt-03	11-Nov-03	C12/LA/2003
13	150,50	301,00	17780,45	12,60	2,3543	880	89733,60	21-Okt-03	11-Nov-03	C13/LA/2003
14	150,75	303,00	17839,57	12,70	2,3495	890	90753,30	21-Okt-03	11-Nov-03	C14/LA/2003
15	150,25	300,50	17721,42	12,70	2,3848	840	85654,80	21-Okt-03	11-Nov-03	C15/LA/2003

Catatan : Agregat dalam keadaan sangat kering karena cuaca yang panas. Air ditambah 1 liter. Slump = 2,7 cm. Antisipasi : Untuk pengadukan

selanjutnya, bila agregat sangat kering, dibasahi sedikit. Beton normal.

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./ LBKT/ / /2003

Penguji : Lena Anggraini

Di test tgl. : 4 Desember 2003

Keperluan : Tugas akhir

Jumlah : 15 buah

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (kg)	Berat satuan (t/m ³)	Beban Maks		Keterangan		Kode Benda Uji
	Diameter	Tinggi				KN	Kgf	Tanggal dibuat	Tanggal diuji	
1	152,00	308,00	18136,64	13,10	2,3451	910	92792,70	13-Nov-03	04-Des-03	I1/LA/2003
2	149,00	302,25	17427,79	12,75	2,4205	880	89733,60	13-Nov-03	04-Des-03	I2/LA/2003
3	150,00	301,75	17662,50	12,80	2,4017	940	95851,80	13-Nov-03	04-Des-03	I3/LA/2003
4	150,00	306,00	17662,50	12,90	2,3868	970	98910,90	13-Nov-03	04-Des-03	I4/LA/2003
5	150,00	303,25	17662,50	12,85	2,3991	950	96871,50	13-Nov-03	04-Des-03	I5/LA/2003
6	154,00	304,75	18617,06	13,00	2,2913	980	99930,60	13-Nov-03	04-Des-03	I6/LA/2003
7	149,75	303,75	17603,67	12,85	2,4032	910	92792,70	13-Nov-03	04-Des-03	I7/LA/2003
8	150,50	301,00	17780,45	12,60	2,3543	885	90243,45	13-Nov-03	04-Des-03	I8/LA/2003
9	149,75	302,50	17603,67	12,85	2,4131	1025	104519,25	13-Nov-03	04-Des-03	I9/LA/2003
10	149,75	303,00	17603,67	12,75	2,3904	915	93302,55	13-Nov-03	04-Des-03	I10/LA/2003
11	149,50	302,75	17544,95	12,75	2,4003	980	99930,60	13-Nov-03	04-Des-03	I11/LA/2003
12	150,75	302,75	17839,57	12,70	2,3514	925	94322,25	13-Nov-03	04-Des-03	I12/LA/2003
13	149,75	301,25	17603,67	12,85	2,4231	960	97891,20	13-Nov-03	04-Des-03	I13/LA/2003
14	150,00	302,00	17662,50	13,00	2,4372	980	99930,60	13-Nov-03	04-Des-03	I14/LA/2003
15	151,50	302,50	18017,52	13,00	2,3852	970	98910,90	13-Nov-03	04-Des-03	I15/LA/2003

Catatan : Agregat kering karena panas. Air ditambah 1 liter. Slump = 3,5 cm.

Beton dengan penambahan zat additif.

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./ LBKT/ / /2003

Penguji : Lena Anggraini

Di test tgl. : 8 November 2003

Keperluan : Tugas akhir

Jumlah : 15 buah

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (kg)	Berat satuan (t/m ³)	Beban Maks		Keterangan		Kode Benda Uji
	Diameter	Tinggi				KN	Kgf	Tanggal dibuat	Tanggal diuji	
1	151,25	298,00	17958,10	12,60	2,3545	750	76477,50	25-Okt-03	8-Nov-03	E1/LA/2003
2	152,50	300,50	18256,16	12,60	2,2968	750	76477,50	25-Okt-03	8-Nov-03	E2/LA/2003
3	152,50	298,25	18256,16	12,60	2,3141	740	75457,80	25-Okt-03	8-Nov-03	E3/LA/2003
4	151,25	302,75	17958,10	12,70	2,3359	695	70869,15	25-Okt-03	8-Nov-03	E4/LA/2003
5	150,50	299,25	17780,45	12,50	2,3493	760	77497,20	25-Okt-03	8-Nov-03	E5/LA/2003
6	151,00	299,75	17898,79	12,50	2,3298	700	71379,00	25-Okt-03	8-Nov-03	E6/LA/2003
7	149,75	310,00	17603,67	12,60	2,3089	635	64750,95	25-Okt-03	8-Nov-03	E7/LA/2003
8	149,25	303,75	17486,32	12,80	2,4099	700	71379,00	25-Okt-03	8-Nov-03	E8/LA/2003
9	150,75	299,50	17839,57	12,60	2,3582	795	81066,15	25-Okt-03	8-Nov-03	E9/LA/2003
10	149,50	299,75	17544,95	12,60	2,3958	770	78516,90	25-Okt-03	8-Nov-03	E10/LA/2003
11	150,50	300,75	17780,45	12,60	2,3563	740	75457,80	25-Okt-03	8-Nov-03	E11/LA/2003
12	150,00	300,00	17662,50	12,70	2,3968	675	68829,75	25-Okt-03	8-Nov-03	E12/LA/2003
13	150,25	300,75	17721,42	12,70	2,3829	780	79536,60	25-Okt-03	8-Nov-03	E13/LA/2003
14	149,25	299,25	17486,32	12,55	2,3983	715	72908,55	25-Okt-03	8-Nov-03	E14/LA/2003
15	150,00	310,25	17662,50	12,80	2,3359	765	78007,05	25-Okt-03	8-Nov-03	E15/LA/2003

Catatan : Tidak ada penambahan material. Slump = 4,5 cm. Beton normal.

LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./ LBKT/ / /2003

Penguji : Lena Angraini

Di test tgl. : 11 November 2003

Keperluan : Tugas akhir

Jumlah : 15 buah

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (kg)	Berat satuan (t/m ³)	Beban Maks		Keterangan		Kode Benda Uji
	Diameter	Tinggi				KN	Kgf	Tanggal dibuat	Tanggal diuji	
1	150,00	303,25	17662,50	12,90	2,4084	780	79536,60	28-Okt-03	11-Nov-03	F1/LA/2003
2	149,00	305,00	17427,79	12,90	2,4269	780	79536,60	28-Okt-03	11-Nov-03	F2/LA/2003
3	151,75	301,00	18077,03	12,80	2,3524	870	88713,90	28-Okt-03	11-Nov-03	F3/LA/2003
4	151,00	305,00	17898,79	12,80	2,3447	705	71888,85	28-Okt-03	11-Nov-03	F4/LA/2003
5	149,50	303,00	17544,95	12,70	2,3890	890	90753,30	28-Okt-03	11-Nov-03	F5/LA/2003
6	150,00	304,00	17662,50	12,80	2,3839	775	79026,75	28-Okt-03	11-Nov-03	F6/LA/2003
7	151,50	301,75	18017,52	13,00	2,3911	875	89223,75	28-Okt-03	11-Nov-03	F7/LA/2003
8	149,00	306,00	17427,79	13,00	2,4377	755	76987,35	28-Okt-03	11-Nov-03	F8/LA/2003
9	149,50	304,25	17544,95	12,90	2,4166	880	89733,60	28-Okt-03	11-Nov-03	F9/LA/2003
10	150,25	305,75	17721,42	12,90	2,3808	840	85654,80	28-Okt-03	11-Nov-03	F10/LA/2003
11	149,25	302,50	17486,32	12,70	2,4009	800	81576,00	28-Okt-03	11-Nov-03	F11/LA/2003
12	151,50	299,50	18017,52	12,80	2,3720	810	82595,70	28-Okt-03	11-Nov-03	F12/LA/2003
13	152,25	298,00	18196,35	12,80	2,3605	925	94322,25	28-Okt-03	11-Nov-03	F13/LA/2003
14	150,25	298,25	17721,42	12,80	2,4218	830	84635,10	28-Okt-03	11-Nov-03	F14/LA/2003
15	150,00	301,75	17662,50	12,90	2,4204	910	92792,70	28-Okt-03	11-Nov-03	F15/LA/2003

Catatan : Tidak ada penambahan material. Slump = 3,5 cm. Beton dengan penambahan zat additif.

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. : Ka.Ops./ LBKT/ / /2003

Penguji : Lena Angraini

Di test tgl. : 6 November 2003

Keperluan : Tugas akhir

Jumlah : 15 buah

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (kg)	Berat satuan (t/m ³)	Beban Maks		Keterangan		Kode Benda Uji
	Diameter	Tinggi				KN	Kgf	Tanggal dibuat	Tanggal diuji	
1	149,75	302,75	17603,67	12,70	2,3830	645	65770,65	30-Okt-03	6-Nov-03	G1/LA/2003
2	150,75	306,50	17839,57	13,05	2,3867	630	64241,10	30-Okt-03	6-Nov-03	G2/LA/2003
3	149,75	303,50	17603,67	12,90	2,4145	615	62711,55	30-Okt-03	6-Nov-03	G3/LA/2003
4	151,50	300,75	18017,52	12,85	2,3714	655	66790,35	30-Okt-03	6-Nov-03	G4/LA/2003
5	151,50	305,75	18017,52	12,90	2,3417	630	64241,10	30-Okt-03	6-Nov-03	G5/LA/2003
6	150,75	303,75	17839,57	12,80	2,3622	595	60672,15	30-Okt-03	6-Nov-03	G6/LA/2003
7	151,25	303,75	17958,10	12,90	2,3649	695	70869,15	30-Okt-03	6-Nov-03	G7/LA/2003
8	152,50	303,25	1825616	12,85	2,3211	650	66280,50	30-Okt-03	6-Nov-03	G8/LA/2003
9	150,75	303,75	17839,57	12,90	2,3806	675	68829,75	30-Okt-03	6-Nov-03	G9/LA/2003
10	152,50	305,50	18256,16	12,90	2,3130	680	69339,60	30-Okt-03	6-Nov-03	G10/LA/2003
11	150,00	306,00	17662,50	12,90	2,3868	600	61182,00	30-Okt-03	6-Nov-03	G11/LA/2003
12	151,25	304,00	17958,10	12,90	2,3630	640	65260,80	30-Okt-03	6-Nov-03	G12/LA/2003
13	150,50	303,75	17780,45	12,80	2,3700	690	70359,30	30-Okt-03	6-Nov-03	G13/LA/2003
14	150,75	300,25	17839,57	12,80	2,3897	705	71888,85	30-Okt-03	6-Nov-03	G14/LA/2003
15	151,50	301,25	18017,52	12,80	2,3582	600	61182,00	30-Okt-03	6-Nov-03	G15/LA/2003

Catatan : Agregat basah karena hujan. Air dikurangi 1,6 liter. Slump awal = 10 cm. Material selain air ditambah 10% dari kebutuhan sekali

pengadukan. Penambahan pasir 7,1 kg, kerikil 8,6 kg, dan semen 4,2 kg. Slump = 2,7 cm

Beton normal

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./ LBKT/ / /2003

Penguji : Lena Anggraini

Di test tgl. : 8 November 2003

Keperluan : Tugas akhir

Jumlah : 15 buah

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (kg)	Berat satuan (t/m ³)	Beban Maks		Keterangan		Kode Benda Uji
	Diameter	Tinggi				KN	Kgf	Tanggal dibuat	Tanggal diuji	
1	151,50	307,75	18017,52	13,00	2,3445	625	63731,25	1-Nov-03	8-Nov-03	H1/LA/2003
2	151,00	300,00	17898,79	12,20	2,2720	580	59142,60	1-Nov-03	8-Nov-03	H2/LA/2003
3	151,25	304,75	17958,10	12,50	2,2841	655	66790,35	1-Nov-03	8-Nov-03	H3/LA/2003
4	152,00	300,75	18136,64	12,80	2,3466	675	68829,75	1-Nov-03	8-Nov-03	H4/LA/2003
5	152,00	300,75	18136,64	12,70	2,3283	610	62201,70	1-Nov-03	8-Nov-03	H5/LA/2003
6	150,00	301,75	17662,50	12,80	2,4017	605	61691,85	1-Nov-03	8-Nov-03	H6/LA/2003
7	150,25	302,75	17721,42	12,60	2,3485	595	60672,15	1-Nov-03	8-Nov-03	H7/LA/2003
8	153,25	304,50	18436,17	12,80	2,2801	670	68319,90	1-Nov-03	8-Nov-03	H8/LA/2003
9	150,75	305,75	17839,57	12,85	2,3559	630	64241,10	1-Nov-03	8-Nov-03	H9/LA/2003
10	151,25	303,00	17958,10	12,80	2,3524	650	66280,50	1-Nov-03	8-Nov-03	H10/LA/2003
11	151,00	305,25	17898,79	12,80	2,3428	645	65770,65	1-Nov-03	8-Nov-03	H11/LA/2003
12	150,75	305,00	17839,57	12,80	2,3525	645	65770,65	1-Nov-03	8-Nov-03	H12/LA/2003
13	150,00	305,50	17662,50	12,80	2,3722	650	66280,50	1-Nov-03	8-Nov-03	H13/LA/2003
14	14975	302,50	17603,67	12,70	2,3849	665	67810,05	1-Nov-03	8-Nov-03	H14/LA/2003
15	152,00	299,75	18136,64	12,70	2,3361	670	68319,90	1-Nov-03	8-Nov-03	H15/LA/2003

Catatan : Material agak kering. Slump awal = 2,0 cm. Air ditambah 0,5 liter. Slump = 3,8 cm.

Beton dengan penambahan zat additif.

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



جامعة الإسلامية

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 59 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./VIII/2003
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode : : 3 (Mar - Agst 2003)

Jogjakarta, 09-Oct-03

Kepada .
Yth. Bapak / Ibu : Munadhir,Ir,H,MS
di -
Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasioswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- 1 Nama : Lena Anggraini
No. Mhs. : 98 511 284
Bidang Studi : Teknik Sipil
Tahun Akademi : 2003 - 2004
- 2 Nama :
No. Mhs. :
Bidang Studi : Teknik Sipil
Tahun Akademi : 2003 - 2004

Dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	: Munadhir,Ir,H,MS
Dosen Pembimbing II	:

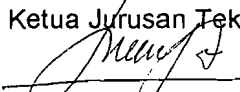
Dengan Mengambil Topik /Judul :

Pengaruh Pemakaian Zat Additif Terhadap Perkembangan Kuat Desak Beton

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An.Dekary
Ketua Jurusan Teknik Sipil


Ir.H. Munadhir,MS

Tembusan

- 1) Dosem Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip.

SURAT PERMOHONAN

No. : _

Yogyakarta, 8 Oktober 2003

Hal : Permohonan penggunaan sarana Lab. BKT

Lamp. : 1 buku proposal penelitian (TGA)

Kepada YTH.

Kepala Lab. Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII

Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lena Anggraini

No. Mhs : 98 511 284

Mohon diberikan ijin untuk menggunakan sarana dan prasarana Lab. BKT demi kelancaran penelitian dalam rangka Tugas Akhir saya yang berjudul "Pengaruh Pemakaian Zat Additif terhadap Perkembangan Kuat Tekan Beton". Saya akan mematuhi semua peraturan atau tata tertib yang telah dijadwalkan pihak laboratorium, antara lain :

1. Pelaksanaannya menyesuaikan jadwal Laboratorium.
2. Membayar biaya sewa alat dan pengujian sampel.
3. Membuat display (proses dari awal hingga akhir penelitian) di lampiri photo.
4. Mengumpulkan buku laporan TGA yang telah di ACC dosen pembimbing 1 buah.

Demikian permohonan ini. Atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Mengetahui,

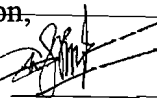
Dosen Pembimbing



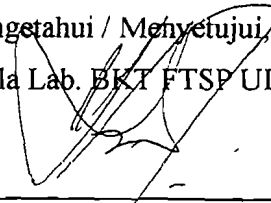
Ir. H. Munadhir, MS

Pemohon,

Lena Anggraini



Mengetahui / Menyetujui
Kepala Lab. BKT FTSP UII



Ir. H. Ilman Noor, MSCE



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID. STUDI
1	Lena Anggraini	98 511 284	Teknik Sipil
2			

JUDUL TUGAS AKHIR :

..... Pengaruh Pemakaian Zat Adiktif Terhadap Perkembangan Kuat Desak Beton

.....

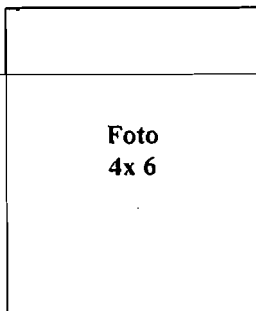
.....

PERIODE III : MARET - AGUSTUS

TAHUN : 2003 - 2004

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

DOSEN PEMBIMBING I : Munadhir, Ir, H, MS.....
 DOSEN PEMBIMBING II :



Yogyakarta, .../09-Oct-03.....
 a.n. Dekan,

(Signature)
 (..... Ir. H. Munadhir, MT.....)

Catatan.

Seminar : 7 OKTOBER 2003

Sidang : 31 DESEMBER 2003

Pendadaran : 21 JANUARI 2004