

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
KADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	13 Februari 2007
NO. JUDUL :	00 265
NO. INV. :	52000265001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

PENGARUH PROSENTASE AGREGAT HALUS DARI SUNGAI BOYONG DAN SUNGAI KRASAK PADA DAERAH GRADASI II TERHADAP PARAMETER KEKUATAN BETON

(The Effect of Fine Aggregate Percentage from Krasak and Boyong Rivers at
Gradation Area II to Concrete Strength Parameters)

R.

693 54

Riy

8

4



الحمد لله الذي هدانا لهذا
الذي كنا لنهتدي لاه

xvi, 127: fbl lamp: 24

Oleh

Nama : RIYANTO
No. Mhs : 00 511 167

Nama : ASRIN STYANINGRUM
No. Mhs : 00 511 375

Belra - Iqra
belra - Iqra

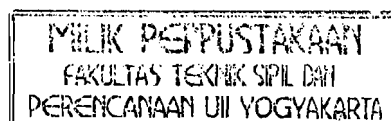
belra - Iqra

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

2006

Styaningrum Ken

W. D. L.



Lembar pengesahan

**PENGARUH PROSENTASE AGREGAT HALUS DARI
SUNGAI BOYONG DAN SUNGAI KRASAK PADA
DAERAH GRADASI II TERHADAP PARAMETER
KEKUATAN BETON**

*(The Effect of Fine Aggregate Percentage from Krasak and Boyong Rivers at
Gradation Area II to Concrete Strength Parameters)*

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil



Oleh

Nama : RIYANTO

No. Mhs : 00511167

Nama : ASRIN STYANINGRUM

No. Mhs : 005111375

السلامة الإسلامية

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dr. Ir. Ade Ilham, MT
Dosen Pembimbing


Tanggal : 14-06-'06

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Kami panjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas semua rahmat yang telah dilimpahkan kepada kami sehingga memungkinkan kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini, sholawat serta salam selalu terlimpah pada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sebagai nabi akhir jaman dan penutup rizalah yang sempurna.

Adapun maksud dan tujuan disusunnya tugas akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata 1 di jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

Penyusun menyadari bahwa isi, ataupun susunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna oleh karena keterbatasan yang ada pada penulis, Namun demikian penulis telah berusaha dengan segala kemampuan yang ada. Oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran demi perbaikan dalam tugas akhir ini.

Tugas akhir ini berhasil kami selesaikan atas bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga dengan kerendahan hati wajib kiranya ucapan terimakasih yang sangat mendalam kami persembahkan kepada:

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Ir. Ade Ilham, MT, selaku dosen pembimbing.

4. Pimpinan serta staff Laboratorium BKT Universitas Islam Indonesia yang telah bersedia memberikan ijin dan membantu kepada penulis untuk mengambil data.
5. Ayah dan Ibu serta keluarga di Kebumen dan Solo yang telah memberikan dorongan moral dan moril dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Rekan-rekan: Mas Tusino, Mas Paryadi "Baworo", Mas Hanka, Abang Fauzy, Abang Azis, Widyono, Joko'jpr, Bangun dan semua teman-temanku *"thank be for all"*.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT berkenan memberikan pahala yang sepadan kepada jasa-jasa yang telah diberikan kepada penyusun dan akhir kata penulis berharap kiranya Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, April 2006

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR SIMBOL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAKSI.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pengertian Umum.....	6
2.2 Pernyataan yang Mendasari Penelitian.....	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	9
3.1 Beton.....	9
3.2 Semen	9
3.3 Agregat.....	11

3.3.1 Agregat Kasar (Kerikil).....	12
3.3.2 Agregat Halus (Pasir).....	13
3.3.3 Agregat Lengkap (Campuran Agregat).....	14
3.3.4 Kekerasan Agregat.....	14
3.3.5 Kekasaran Agregat.....	14
3.3.6 Persyaratan Agregat.....	19
3.3.7 Gradasi.....	20
3.4 Air.....	25
3.5 Rencana Campuran.....	26
3.6 Analisis Saringan.....	29
3.7 Pemeriksaan Agregat Kasar (Kerikil).....	30
3.7.1 Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil.....	30
3.7.2 Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir.....	31
3.8 Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir).....	31
3.8.1 Pemeriksaan Berat Jenis Pasir.....	32
3.8.2 Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir.....	33
3.8.3 Pemeriksaan Kandungan Lumpur.....	33
3.9 Berat Volume Beton.....	33
3.10 Pengujian Kekuatan Beton.....	34
3.10.1 Kuat Tekan Beton.....	34
3.10.2 Kuat Tarik Belah Beton.....	35
3.10.3 Kuat Lentur Beton.....	36
3.10.4 Kuat Geser Beton.....	37

BAB IV	METODE PENELITIAN.....	39
4.1	Bahan Agregat.....	39
4.2	Alat – Alat.....	39
4.3	Penentuan Daerah Gradasi Pasir.....	40

4.4 Menentukan Prosentase Agregat Halus Dalam Daerah Gradasi..	41
4.5 Analisis Saringan.....	42
4.6 Pemeriksaan Agregat Kasar (Kerikil).....	43
4.6.1 Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil.....	43
4.6.2 Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir.....	44
4.7 Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir).....	44
4.7.1 Pemeriksaan Berat Jenis Pasir.....	44
4.7.2 Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir.....	45
4.7.3 Pemeriksaan Kandungan Lumpur.....	46
4.8 Pengadukan Beton.....	46
4.9 Slump.....	48
4.10 Pemadatan Adukan Beton.....	48
4.11 Rawatan Beton.....	49
4.12 Berat Volume Beton.....	50
4.13 Pengujian Kekuatan Beton.....	50
4.13.1 Kuat Tekan Beton.....	50
4.13.2 Kuat Tarik Belah Beton.....	50
4.13.3 Kuat Lentur Beton.....	51
4.13.4 Kuat Geser Beton.....	51
 BAB V	
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	52
5.1 Umum.....	52
5.2 Pemeriksaan Agregat Kasar (Kerikil).....	53
5.3 Hasil Penelitian Nilai Slump.....	54
5.4 Berat Volume Benda Uji Tekan.....	56
5.5 Perancangan Adukan Beton.....	59
5.6 Hasil Penelitian Kekuatan Beton.....	60
5.6.1 Hasil Uji Kuat Tekan.....	60

5.6.2 Hasil Uji Kuat Tarik Belah.....	63
5.6.3 Hasil Uji Kuat Geser.....	65
5.6.4 Hasil Uji Kuat Lentur.....	67
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
6.1 Umum.....	71
6.2 Kesimpulan.....	71
6.3 Saran – saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN.....	75



DAFTAR SIMBOL dan SINGKATAN

f_c	= kuat tekan beton
f_{cr}	= kuat tekan rata-rata
M	= nilai tambah
BA	= batas atas
BT	= batas tengah
BB	= batas bawah
BAK	= batas atas sungai Krasak
BAB	= batas atas sungai Boyong
BTK	= batas tengah sungai Krasak
BTB	= batas tengah sungai Boyong
BBK	= batas bawah sungai Krasak
BBB	= batas bawah sungai Boyong



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Batas-batas gradasi untuk agregat kasar	17
Gambar 3.2 Batas-batas gradasi untuk agregat halus(Neville, 1975).....	18
Gambar 3.3 Batas-batas gradasi untuk agregat kasar	24
Gambar 3.4 Gradasi standar agregat dengan butir maksimum 20 mm(Kardiyono, 2004).....	25
Gambar 3.5 Pengujian kuat tekan beton.....	35
Gambar 3.6 Penempatan beban pada pengujian kuat tarik belah.....	36
Gambar 3.7 Penempatan beban pada pengujian kuat lentur.....	37
Gambar 3.8 Pengujian kuat geser.....	38
Gambar 4.1 Proporsi agregat halus pada agregat maksimum 20 mm(Kardiyono, 2004).....	42
Gambar 5.1 Berat volume benda uji tekan dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.....	57
Gambar 5.2 Kuat tekan rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.....	61
Gambar 5.3 Kuat tarik belah rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.....	64
Gambar 5.4 Kuat geser rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.....	66
Gambar 5.5 Kuat lentur rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Saringan Inggris dan saringan Amerika yang setara(Murdock dan Brook, 1991).....	15
Tabel 3.2 Persyaratan kekerasan agregat untuk beton (Kardiyono, 1992).....	16
Tabel 3.3 Batas-batas gradasi untuk agregat halus.....	16
Tabel 3.4 Batas-batas gradasi untuk agregat kasar (Neville. 1975).....	17
Tabel 3.5 Gradasi kerikil menurut <i>British Standard</i>	21
Tabel 3.6 Gradasi pasir menurut <i>British Standard</i> (Kardiyono, 1992).....	21
Tabel 3.7 Batas-batas gradasi untuk agregat kasar.....	23
Tabel 3.8 Persen butiran yang lewat ayakan, untuk agregat dengan butir maksimum 20 mm(Kardiyono, 2004).....	24
Tabel 4.1 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian.....	40
Tabel 4.2 Rencana benda uji agregat berasal dari sungai Krasak.....	47
Tabel 4.3 Rencana benda uji agregat berasal dari sungai Boyong.....	47
Tabel 5.1 Pemeriksaan berat jenis agregat halus dan agregat kasar.....	53
Tabel 5.2 Hasil pengujian slump pada pembuatan sampel.....	52
Tabel 5.3 Berat volume benda uji tekan dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.....	57
Tabel 5.4 Kebutuhan agregat kasar, agregat halus, semen dan air dalam 1m ³	59
Tabel 5.5 Kuat tekan rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.....	60
Tabel 5.6 Kuat tarik belah rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.....	63
Tabel 5.7 Kuat geser rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.....	66
Tabel 5.8 Kuat lentur rata- rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A.	HASIL PEMERIKSAAN BAHAN BETON.....	76
Tabel A.1	Modulus Halus Butir (MHB) agregat kasar.....	77
Tabel A.2	Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus dari sungai Krasak....	78
Gambar A.1	Gradasi agregat halus dari sungai Krasak.....	79
Tabel A.3	Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus dari sungai Boyong...	80
Gambar A.2	Gradasi agregat halus dari sungai Boyong.....	81
Gambar A.3	Batas-batas gradasi untuk agregat halus.....	82
Tabel A.4	Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar.....	83
Tabel A.5	Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus dari sungai Krasak....	84
Tabel A.6	Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus dari sungai Boyong...	85
LAMPIRAN B.	PERHITUNGAN KOMPOSISI CAMPURAN METODE	
DOE.....		86
Perhitungan Mix Design Beton		87
Tabel B.1	Tabel pengendalian pekerjaan.....	93
Tabel B.2	Persyaratan faktor air-semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus.....	93
Tabel B. 3	Faktor air-semen maksimum untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat.....	94
Tabel B. 4	Faktor air-semen untuk beton bertulang dalam air.....	95
Tabel B. 5	Penempatan nilai slump (cm).....	95
Tabel B. 6	Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (lt).....	95
Tabel B. 7	Kebutuhan semen minimum untuk berbagi pembetonan dan lingkungan khusus.....	96

Tabel B. 8 Kandungan semen maksimum untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat.....	97
Tabel B. 9 Perkiraan kuat tekan beton (MPa) dengan faktor air semen 0,50..	98
Tabel B. 10 Kandungan semen minimum untuk beton bertulang dalam air...	98
Tabel B. 11 Batas gradasi pasir.....	99
Gambar B.1 Hubungan berat beton, berat jenis agregat campuran dan kandungan air.....	99
Gambar B. 2 Grafik mencari faktor air semen.....	100
Gambar B. 3 Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 10 mm.....	101
Gambar B. 4 Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm	101
Gambar B. 4 Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	102
Tabel B. 12 Kebutuhan campuran untuk 5 sampel dengan agregat halus dari sungai Krasak untuk uji tekan.....	103
Tabel B. 13 Kebutuhan campuran untuk 5 sampel dengan agregat halus dari sungai Boyong untuk uji tekan.....	103
Tabel B. 14 Kebutuhan campuran untuk 3 sampel dengan agregat halus dari sungai Krasak untuk uji tarik belah.....	104
Tabel B. 15 Kebutuhan campuran untuk 3 sampel dengan agregat halus dari sungai Boyong untuk uji tarik belah.....	104
Tabel B. 16 Kebutuhan campuran untuk 4 sampel dengan agregat halus dari sungai Krasak untuk uji geser.....	105
Tabel B. 17 Kebutuhan campuran untuk 4 sampel dengan agregat halus dari sungai Boyong untuk uji geser.....	105
Tabel B. 18 Kebutuhan campuran untuk 3 sampel dengan agregat halus dari sungai Krasak untuk uji lentur.....	106

Tabel B. 19 Kebutuhan campuran untuk 3 sampel dengan agregat halus dari sungai Boyong untuk uji lentur.....	106
Tabel B. 20 Formulir perancangan adukan beton dengan pasir dari sungai Krasak dengan agregat halus 42%.....	107
Tabel B. 21 Formulir perancangan adukan beton dengan pasir dari sungai Krasak dengan agregat halus 48%.....	108
Tabel B. 22 Formulir perancangan adukan beton dengan pasir dari sungai Krasak dengan agregat halus 52%.....	109
Tabel B. 23 Formulir perancangan adukan beton dengan pasir dari sungai Boyong dengan agregat halus 42%.....	110
Tabel B. 24 Formulir perancangan adukan beton dengan pasir dari sungai Boyong dengan agregat halus 48%.....	111
Tabel B. 25 Formulir perancangan adukan beton dengan pasir dari sungai Boyong dengan agregat halus 52%.....	112

LAMPIRAN C HASIL PENGUJIAN NILAI SLUMP, KUAT TEKAN, TARIK BELAH, GESER DAN LENTUR.....113

Tabel C. 1 Hasil pengujian slump terhadap uji kuat tekan.....	114
Tabel C. 2 Hasil pengujian slump terhadap uji kuat tarik belah.....	114
Tabel C. 3 Hasil pengujian slump terhadap uji kuat geser.....	114
Tabel C. 4 Hasil pengujian slump terhadap uji kuat lentur.....	115
Tabel C. 5 Hasil pengujian slump terhadap uji kuat tekan.....	115
Tabel C. 6 Hasil pengujian slump terhadap uji kuat tarik belah.....	115
Tabel C. 7 Hasil pengujian slump terhadap uji kuat geser.....	116
Tabel C. 8 Hasil pengujian slump terhadap uji kuat lentur.....	116
Tabel C. 9 Pengujian sampel terhadap kuat tekan dengan agregat dari sungai Krasak.....	117

Tabel C. 10 Pengujian sampel terhadap kuat tekan dengan agregat dari sungai Boyong.....	118
Tabel C. 11 Pengujian sampel terhadap kuat tarik belah dengan agregat dari sungai Krasak.....	119
Tabel C. 12 Pengujian sampel terhadap kuat tarik belah dengan agregat dari sungai Boyong.....	119
Tabel C. 13 Pengujian sampel terhadap kuat geser dengan agregat dari sungai Krasak.....	120
Tabel C. 14 Pengujian sampel terhadap kuat geser dengan agregat dari sungai Boyong.....	120
Tabel C. 15 Pengujian sampel terhadap kuat lentur dengan agregat dari sungai Krasak.....	120
Tabel C. 16 Pengujian sampel terhadap kuat lentur dengan agregat dari sungai Boyong.....	120

LAMPIRAN D GAMBAR PELAKSANAAN DAN SAMPEL.....122

Gambar. 1 Cetakan sampel uji geser dan uji lentur.....	123
Gambar. 2 Proses pengadukan beton dan penuangan adukan ke dalam cetakan.....	123
Gambar. 3 Proses pemadatan beton di dalam cetakan.....	124
Gambar. 4 Sampel yang masih dalam cetakan.....	124
Gambar. 5 Perawatan sampel.....	125
Gambar. 6 Pemindahan sampel ke dalam bak rendaman.....	125
Gambar. 7 Perawatan sampel di rendam dalam bak yang berisi air.....	126
Gambar. 8 Sampel siap untuk di uji.....	126
Gambar. 9 Sampel sedang di uji.....	127
Gambar. 10 Sampel sesudah di uji.....	127

ABSTRAKSI

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang perkembangan penggunaannya semakin meningkat. Bahan beton diperoleh dengan cara mencampur semen Portland, air dan agregat, baik halus maupun kasar dengan perbandingan tertentu. Sifat agregat halus antara lain adalah gradasi. Dimana agregat halus masuk daerah gradasi II dalam pembagian daerah gradasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan beton yang menggunakan agregat halus dari sungai Boyong dan sungai Krasak dengan menggunakan perbandingan prosentase campuran batas bawah (BB), batas tengah (BT), batas atas (BA) dalam satu daerah gradasi II dengan pengujian terhadap kuat tekan, tarik belah, geser dan lentur. Perhitungan perancangan adukan beton menggunakan metode DOE (*Department of Environment*). Pengujian untuk masing-masing perbandingan dan asal agregat halus: untuk uji tekan menggunakan 5 sampel dan uji tarik belah sebanyak 3 sampel, uji geser sebanyak 4 sampel dan uji lentur sebanyak 3 sampel. Kemudian menentukan daerah gradasi agregat halus. Menentukan prosentase perbandingan agregat halus dan agregat kasar, semen dan air. Mencampur hasil perencanaan campuran dengan diukur nilai slump, kemudian dimasukkan kedalam cetakan dan dilepas setelah umur 24 jam, kemudian melakukan perawatan sampel dengan direndam pada bak berisi air. Setelah umur 28 hari sampel diangkat kemudian di uji. Hasil pengujian didapatkan nilai kuat tekan dengan menggunakan agregat halus dari sungai Boyong lebih baik daripada sungai Krasak, pada BB 15,94%, pada BT 10,61% dan 8,90% pada BA, karena agregat dari sungai Boyong mempunyai nilai MHB lebih besar yaitu sebesar 3,03 sedangkan dari sungai Krasak sebesar 2,73. Nilai uji kuat tarik belah jika terhadap kuat tekan dengan agregat halus dari sungai Krasak menghasilkan kekuatan lebih baik yaitu antara 8.38% - 22.37% sedangkan agregat halus dari sungai Boyong 11.51% - 20.38%. Nilai uji geser terhadap kuat tekan dengan agregat halus dari sungai Krasak menghasilkan kekuatan lebih baik yaitu antara 10.62% - 23.18% sedangkan agregat halus dari sungai Boyong 8,69% - 15,27%. Nilai uji lentur terhadap kuat tekan dengan agregat halus dari sungai Krasak menghasilkan kekuatan lebih baik yaitu antara 19.02%-24.06% sedangkan agregat halus dari sungai Boyong 19.02% - 22.10%.

Kata kunci:

- Gradasi : distribusi ukuran butiran.
- BB : batas bawah
- BT : batas tengah
- BA : batas atas
- MHB : modulus halus butiran

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Beton merupakan salah satu unsur struktur yang sangat penting. Hampir setiap bangunan menggunakan beton sebagai bahan penyusun. Hal-hal yang menyebabkan beton lebih banyak digunakan dibandingkan baja dan kayu adalah karena beton mempunyai keunggulan antara lain:

1. harga relatif murah,
2. memiliki kuat tekan tinggi,
3. tahan terhadap perkaratan (*korosi*) atau pembusukan oleh kondisi lingkungan,
4. beton segar (*fresh concrete*) dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran secerapapun tergantung kebutuhan,
5. beton segar dapat dipompakan sehingga dapat menjangkau tempat-tempat yang sulit,
6. tahan terhadap keausan dan kebakaran,
7. dapat ditempelkan pada beton yang lama atau yang rusak,
8. dengan kombinasi baja mempunyai kuat tekan dan tarik yang baik.

Beton merupakan campuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, kerikil, dengan menambahkan semen dan air. Agregat halus dan kasar merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan dan daya tahan beton merupakan fungsi dari beberapa faktor. Campuran adukan beton yang berbeda akan menghasilkan kuat tekan beton yang beragam. Menurut (Tjokrodimulyo, 1996) dalam teknologi beton dijelaskan bahwa faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton ialah;

1. faktor air semen dan kepadatan,
2. umur beton dan cara perawatan,
3. jenis dan jumlah semen,
4. sifat agregat.

Agregat terdiri dari agregat kasar dan halus. Agregat halus umumnya terdiri dari pasir atau partikel-partikel yang lewat saringan # 4,75 atau 5 mm sedangkan agregat kasar tidak lewat saringan tersebut (Dipohusodo, 1994). Agregat halus dibedakan dengan mengayak, distribusi ukuran agregat halus disebut gradasi agregat. Dalam penelitian ini menggunakan agregat halus yang lolos saringan # 5 mm yang masuk dalam daerah gradasi II, sedangkan agregat kasar yang dipakai adalah agregat kasar yang lolos saringan 20 mm. Karena dalam menentukan komposisi campuran diambil dari daerah II terdapat selisih yang luas, maka kami melakukan penelitian ini untuk mengetahui apakah kekuatan yang dihasilkan dipengaruhi prosentase agregat kasar dan agregat halus yang berbeda dengan prosentase batas atas (BA), batas tengah (BT) dan batas bawah (BB) dalam satu daerah dengan jumlah semen dan air yang sama, dan dalam menghitung perancangan adukan beton (*mix desain*) menggunakan metode DOE. Setiap sampel dibuat dengan prosentase jumlah agregat halus yang berbeda sehingga diperoleh dengan jelas pengaruh yang terjadi terhadap kuat tekan, tarik belah, lentur dan geser.

1.2 Permasalahan.

Di Daerah Istimewa Yogyakarta yang terletak di lereng gunung Merapi terdapat banyak sungai sebagai penghasil agregat alami yang digunakan sebagai bahan utama campuran beton, adapun agregat terbagi menjadi dua golongan yaitu:

1. agregat halus,
2. agregat kasar.

Di dalam merancang suatu kekuatan beton, perlu diketahui apakah dengan perbedaan prosentase akan berpengaruh terhadap kekuatan dan workabilitas beton. Dalam hal ini digunakan agregat halus yang berasal dari sungai Krasak dan sungai Boyong untuk mengetahui perbedaannya. Perencanaan campuran beton dengan agregat halus yang diperoleh harus berdasar juga pada slump, faktor air-semen, dan daerah gradasi.

1.3 Rumusan Masalah.

Berdasarkan atas permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka masalah yang dapat dirumuskan untuk penelitian ini adalah:

1. adakah perbedaan kelecakan beton segar akibat prosentase agregat halus yang berbeda?
2. apakah lokasi pengambilan agregat halus yang berbeda akan mempengaruhi kekuatan beton?
3. adakah perbedaan kuat tekan, tarik, geser dan lentur akibat prosentase agregat halus yang berbeda?
4. seberapa besar pengaruh prosentase agregat halus terhadap kekuatan rencana?

1.4 Batasan Masalah

Untuk mempermudah dalam penelitian ini, permasalahan yang ditinjau dibatasi hal-hal sebagai berikut:

1. penelitian ini menggunakan agregat halus dengan lolos saringan 4,75 mm,

2. agregat halus yang digunakan adalah agregat alami dari sungai Boyong dan sungai Krasak,
3. agregat halus dalam kondisi SSD (*saturated surface dry*),
4. agregat halus tidak dicuci,
5. kuat desak silider beton direncanakan 25 MPa,
6. desain campuran beton menggunakan metode DOE (Department of Environment) Building Research Establishment, Britain,
7. Variasi prosentase agregat halus pada daerah gradasi yang direncanakan dengan interval 50% sebanyak 3 variasi.
8. Nilai keausan agregat kasar diketahui dengan mesin Los Angeles.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. untuk mengetahui kekuatan beton terhadap kuat desak, tarik, lentur, dan geser, dengan jumlah prosentase agregat yang berbeda dalam satu daerah gradasi,
2. membandingkan kekuatan beton dengan menggunakan agregat halus yang berasal dari dua tempat yaitu dari sungai Krasak dan sungai Boyong,
3. mengetahui prosentase agregat halus dalam satu daerah gradasi, yang mempunyai kekuatan yang paling optimum.

1.6 Manfaat Penelitian.

Manfaat yang dapat diambil dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. memberi tambahan pengetahuan tentang prosentase penggunaan agregat halus yang terbaik,
2. mendapatkan tambahan pengetahuan kekuatan beton yang terbaik dengan menggunakan agregat halus yang berasal dari dua sungai yang direncanakan,

3. mendapatkan jawaban tentang apakah prosentase agregat halus dalam satu daerah gradasi berpengaruh terhadap kekuatan beton,
4. sebagai pertimbangan untuk menentukan prosentase agregat halus yang akan dipakai dalam satu adukan beton.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum

Beton merupakan bahan material komposit yang sangat banyak digunakan pada konstruksi bangunan, baik bangunan perumahan, fasilitas umum yang lain. Beton berasal dari bahan yang mudah didapatkan yaitu percampuran antara kerikil, semen dan air. Oleh karena itu maka beton menjadi pilihan utama dalam pembuatan suatu bangunan konstruksi.

2.2 Pernyataan yang mendasari penelitian

Umumnya bahan agregat dalam adukan beton mencapai jumlah $\pm 70\% - 75\%$ dari seluruh volume massa padat beton. Untuk mencapai kuat beton baik perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya, karena umumnya semakin padat dan keras massa agregat akan makin tinggi kekuatan dan *durability*-nya (daya tahan terhadap penurunan mutu terhadap zat-zat perusak). Untuk membentuk massa padat diperlukan susunan gradasi butiran yang baik. Disamping bahan agregat harus mempunyai cukup kekerasan, sifat, tidak bersifat reaktif terhadap alkali, dan tidak mengandung bagian-bagian kecil (< 70 micro) atau lumpur. Nilai kuat tekan beton yang dicapai sangat ditentukan oleh mutu bahan agregat ini (Istimawan Dipohusodo, 1994).

Agregat yang dipakai untuk campuran adukan beton memenuhi gradasi yang disyaratkan. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam), volume pori-pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butir bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini dikarenakan butiran yang kecil mengisi pori di antara

butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit dengan kata lain kemampatannya tinggi (Tjokrodimuljo, 1997).

Takaran menurut berat menghilangkan kesalahan yang disebabkan variasi rongga dalam proporsi yang berisi suatu volume tertentu, suatu hal khusus yang penting adalah hubungannya dengan takaran pasir (Murdock dan Brook, 1986).

Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batuan-batuan, kerikil, pasir dan lain-lain) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan (Murdock dan Brook, 1986).

Semakin halus gradasi pasir (proporsi pasir semakin sedikit), nilai slump semakin tinggi. Gradasi pasir lebih dipengaruhi gradasi campuran daripada gradasi batu pecah, sehingga perbedaan gradasi kerikil dapat diabaikan. Kuat tekan campuran dengan gradasi pasir halus lebih tinggi dari gradasi pasir kasar karena jumlah agregat kasar atau batu pecah pada gradasi pasir halus (82% - 83%) jauh lebih besar dari gradasi pasir kasar (28%) sehingga kekuatannya meningkat (Sholeh, 2002).

Kuat tekan beton dengan gradasi pasir standar dan batu pecah non standar menghasilkan kekuatan beton sebesar 91,19% dari beton dengan gradasi pasir dan kerikil standar. Apabila digunakan gradasi pasir non standar dan kerikil dihasilkan kekuatan sebesar 92,11% dari beton dengan gradasi pasir dan kerikil standar. Apabila digunakan gradasi pasir non standar dan kerikil non standar dihasilkan kekuatan sebesar 90,29% dari beton dengan gradasi pasir dan kerikil standar (Sholeh, 2002).

Kekuatan beton dalam suatu cetakan yang sama dengan menggunakan prosentase jumlah semen, faktor air semen, adukan, waktu, dengan kekuatan yang diharapkan sama 25 MPa, butiran agregat yang sama tetapi prosentase jumlah yang tidak sama akan mempengaruhi kekuatan beton (Kardiyono, 1992)

Ukuran agregat yang maksimum akan sangat mempengaruhi kekuatan beton. Hal ini karena pada pemakaian butir agregat besar menyebabkan pemakaian pasta yang lebih sedikit berarti porinya semakin sedikit pula. Namun karena butir-butirnya besar mengakibatkan luas permukaan lebih sempit, dan

ini berakibat lekatan antara semen dan agregatnya kurang kuat. Lagi pula karena butirannya besar menghalangi susutan pasta, dan ini berakibat retakan-retakan kecil pada pasta disekitar butiran (Kardiyono, 1992).



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Beton

Beton didapat dari percampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan rawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran, karena merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan *finishing*, temperatur, kondisi rawatan pengerasannya (Dipohusodo, 1994).

Kekuatan beton tidak lebih tinggi daripada kekuatan agregatnya. Oleh karena itu, sepanjang kuat tekan agregat lebih tinggi daripada beton yang dibuat dari agregat tersebut maka agregat tersebut masih dianggap cukup kuat (Kardiyono, 1992).

Gradasi agregat ialah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir – butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir – butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini dikarenakan butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang besar, sehingga pori – porinya menjadi sedikit, dengan kata lain kemampuannya tinggi (Kardiyono, 1992).

3.2 Semen

Semen yang digunakan untuk bahan beton adalah Semen Portland atau Semen Portland Pozzolan, berupa semen hidrolik yang berfungsi sebagai bahan perekat

bahan susun beton. Dengan jenis tersebut diperlukan air guna berlangsungnya reaksi kimiawi pada proses hidrasi. Pada proses hidrasi semen mengeras dan mengikat bahan susun beton membentuk masa padat. Semen Portland terutama mengandung kalsium dan almunium silika. Dibuat dari bahan utama *limestone* yang mengandung kalsium oksida (CaO), dan lempung yang mengandung silika dioksida (SiO_2) serta almunium oksida (Al_2O_3). Setelah melalui suatu proses industri, semen dipasarkan dalam bentuk bubuk dikemas dalam kantung (berat ± 47 kg). Semen Portland yang dipakai harus memenuhi syarat SII 0013-81 dan Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI) 1982, sedangkan Semen Portland Pozzolan harus memenuhi syarat SII 0132-75. Didalam syarat pelaksanaan pekerjaan beton harus dicantumkan dengan jelas jenis semen yang boleh dipakai, dan harus selalu dipertahankan sesuai dengan yang di pakai pada waktu penentuan rencana campuran (Dipohusodo, 1994)

Pada dasarnya bahan pembentuk semen ada 4 unsur yang paling penting. Keempat unsur itu ialah :

1. Trikalsium silikat ($2\text{CaO}.\text{SiO}_2$),
2. Dikalsium silikat ($3\text{CaO}.\text{SiO}_2$),
3. Trikalsium aluminat ($3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$),
4. Tetrakalsium aluminat ($4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3$).

Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah prosentase 4 komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan pemakaiannya. Kardiyo (1992) menjelaskan kesesuaian dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia (PUBI – 1982) di bagi menjadi 5 jenis, yaitu:

1. Jenis I. Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan – persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis – jenis lain.
2. Jenis II. Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

3. Jenis III. Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV. Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V. Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

3.3 Agregat

Agregat adalah material granular misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidrolis atau adukan beton SK-SNI-T-15-1991-01 (Sholeh, 2002).

Menurut Kardiyono (1997), agregat adalah butiran material mineral alami yang berfungsi sebagai pengisi dalam campuran mortar atau beton. Walaupun sebagai pengisi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar (beton).

Agregat menempati kira-kira 75% dari volume beton dan oleh karena itu mempunyai pengaruh yang sangat penting (Sholeh, 2002).

Agregat terbagi atas agregat kasar dan halus. Agregat halus umumnya terdiri dari pasir atau partikel-partikel yang lewat saringan # 4 atau 5 mm, sedangkan agregat kasar tidak lewat saringan tersebut. Ukuran maksimum agregat kasar dalam struktur beton diatur di dalam peraturan untuk kepentingan berbagai komponen, namun pada dasarnya bertujuan agar agregat dapat masuk atau lewat di antara sela-sela tulangan atau acuan. Agregat yang digunakan harus memenuhi ketentuan SII 0052-80 dan dalam hal-hal yang tidak tercakup dalam standar tersebut juga harus memenuhi ketentuan ASTM C330-80 untuk agregat ringan.

Dalam praktek agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu:

1. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm,
2. Kerikil, untuk butiran antara 5 mm dan 40 mm,

3. Pasir, untuk butiran antara 0,15 mm dan 5 mm.

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik (Kardiyono, 1992).

3.3.1 Agregat Kasar (Kerikil)

Agregat kasar untuk beton dapat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah atau dapat pula diperoleh dengan cara memecah batu alami. Pada umumnya agregat kasar adalah agregat dengan butir lebih dari 5 mm dan lebih kecil dari 40 mm. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori, kuat, dan gradasinya baik (Agung dan Arie, 1998).

Kekuatan dan keuletan agregat tergantung dari bahan pembentuk batuanannya. Kekuatan beton tidak lebih tinggi daripada kekuatan agregatnya. Oleh karena itu, sepanjang kuat tekan agregat lebih tinggi daripada beton yang dibuat dari agregat tersebut maka agregat tersebut masih dianggap cukup kuat. Agregat yang kekuatannya lebih rendah daripada pasta semen yang telah mengeras, tidak dapat menghasilkan beton yang kekuatannya dapat diandalkan (Agung dan Arie, 1998).

Bentuk agregat kasar dapat dibedakan menjadi: agregat bulat, bulat sebagian, bersudut, panjang, dan pipih. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya (PBI, 1972).

Tekstur permukaan agregat dapat dibedakan menjadi: sangat halus, halus, granuler, kasar, berkrystal, berpori, dan berlubang-lubang. Butir-butir dengan tekstur permukaan yang licin membutuhkan air lebih sedikit daripada butir-butir yang tekstur permukaannya kasar. Agregat dengan permukaan yang berpori dan kasar lebih disukai daripada agregat dengan permukaan yang halus, karena agregat dengan tekstur kasar dapat meningkatkan rekatan antara agregat dan semen (Agung dan Arie, 1998).

Berdasarkan berat jenisnya, agregat kasar dapat dibedakan atas 3 golongan (Kardiyono, 1992), yaitu:

1. Agregat normal, mempunyai berat jenis antara 2,5 sampai 2,7 gr/cm^3 .
2. Agregat berat, mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 gr/cm^3 .
3. Agregat ringan, mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 gr/cm^3 .

3.3.2 Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam, keras dan bersifat kuat. Agregat tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Pasir alam terbentuk dari pecahan batu karena beberapa sebab. Pasir dapat diperoleh dari dalam tanah, pada dasar sungai, atau dari tepi laut (PBI, 1972).

Menurut PBI (1972) cara memperoleh pasir dapat digolongkan menjadi 3 macam :

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

3.3.3 Agregat Lengkap (campuran agregat)

Agregat lengkap adalah suatu agregat yang terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar.

Analisa saringan diadakan dengan melewati agregat yang dikeringkan melewati sederetan saringan-saringan uji mulai dengan suatu saringan yang cukup kasar untuk melewati seluruh bahan. Ukuran dari anyaman yang umumnya dipakai untuk analisa saringan dari agregat beton tertulis dalam Tabel 3.1 (Murdock dan Brook, 1986).

3.3.4 Kekerasan Agregat

Kekerasan tergantung dari bahan batuan yang digunakan sebagai penyusun. Untuk mengetahui tingkat kekerasan agregat maka menggunakan mesin Los Angeles, yang mana tidak diperbolehkan kehilangan berat lebih dari 50%. Persyaratan kekerasan agregat dapat dilihat pada Tabel 3.2.

$$\text{Kekerasan} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Keterangan : A = jumlah benda uji sebelum tes

B = jumlah benda uji setelah tes

3.3.5 Kekasaran Agregat

Berdasarkan ukuran butiran, agregat dibedakan menjadi agregat halus (*fine aggregate*), agregat kasar (*coarse aggregate*) dan agregat lengkap (*all in aggregate*).

1. Agregat halus (*fine aggregate*)

Agregat halus adalah agregat yang lolos butiran 5 mm dan hanya berisi agregat kasar (5 mm) sejumlah tertentu seperti yang diijinkan untuk bermacam-

macam batas gradasi seperti diuraikan dalam *British Standard 882:1965* (Neville, 1975).

Distribusi ukuran butir agregat halus dibagi menjadi 4 daerah gradasi: kasar, agak kasar, agak halus, halus. Distribusi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.1 Saringan Inggris dan saringan Amerika yang setara.

Saringan uji BS 410 ukuran nominal lubang		Saringan ASTM E11 -- 70 yang ditunjukkan sebagai saringan setara	
Metrik	Satuan Inggris yang setara	Lebar Standar lubang saringan	Saringan ASTM No.
37.5mm	1.5 in	38.1 mm	(1.5 in)
20.0mm	3/4 in	19.0 mm	(3/4 in)
10.0mm	3/8 in	9.5 mm	(3/8 in)
5.0mm	3/16 in	4.76 mm	4
2.36mm	No. 7	2.38 mm	8
1.18mm	No. 14	1.19 mm	16
600µm	No. 25	595 µm	30
300µm	No. 52	297 µm	50
150µm	No. 100	149 µm	100
75 µm	No. 200	74 µm	200

(Murdock dan Brook, 1986)

Tabel 3.2 Persyaratan kekerasan agregat untuk beton

Kelas dan mutu beton	Bejana Reduloff Maksimum bagian yang hancur, menembus ayakan 2 mm (Persen) Ukuran butir		Mesin Los Angeles Maksimum bagian yang hancur, menembus ayakan 1,7 mm (persen)
	19 – 30 mm	9,5 – 1,9 mm	
Kelas I Mutu Bo dan B1	30	32	50
Kelas II Mutu K-125 – K-225	22	24	40
Kelas III Mutu diatas K-225	14	16	32

(Kardiyono, 1992)

Tabel 3.3 Batas-batas Gradasi untuk Agregat Halus (Neville, 1975)

Saringan uji Lubang (mm)	Persen butir yang lewat ayakan Jenis agregat halus			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
9,75	100	100	100	100
4,76	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan:

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

2. Agregat kasar (*coarse aggregate*)

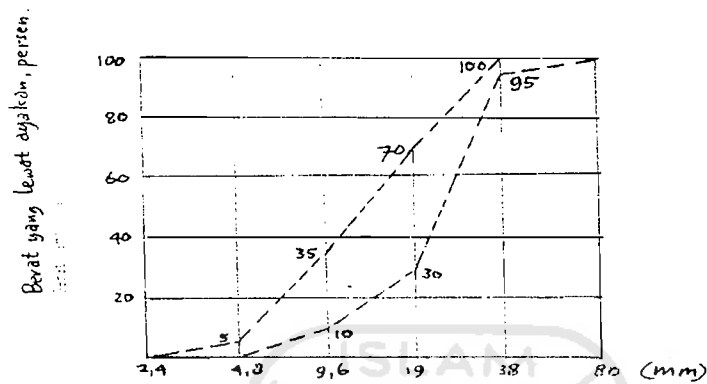
Agregat kasar dapat diartikan sebagai agregat yang tertinggal di atas saringan uji 5 mm dan hanya mengandung bahan lebih halus seperti yang diijinkan untuk bermacam-macam ukuran yang tercantum dalam BS 882:1965 (Neville, 1975).

Agregat kasar dapat berupa kerikil yang utuh, kerikil pecah, batu pecah atau campuran. Menurut BS 882 dalam Neville (1975), yang diterangkan oleh Kardiyono (2004), bahwa distribusi ukuran agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan Gambar 3.1.

Tabel 3.4 Batas-batas Gradasi untuk Agregat Kasar (Neville, 1975)

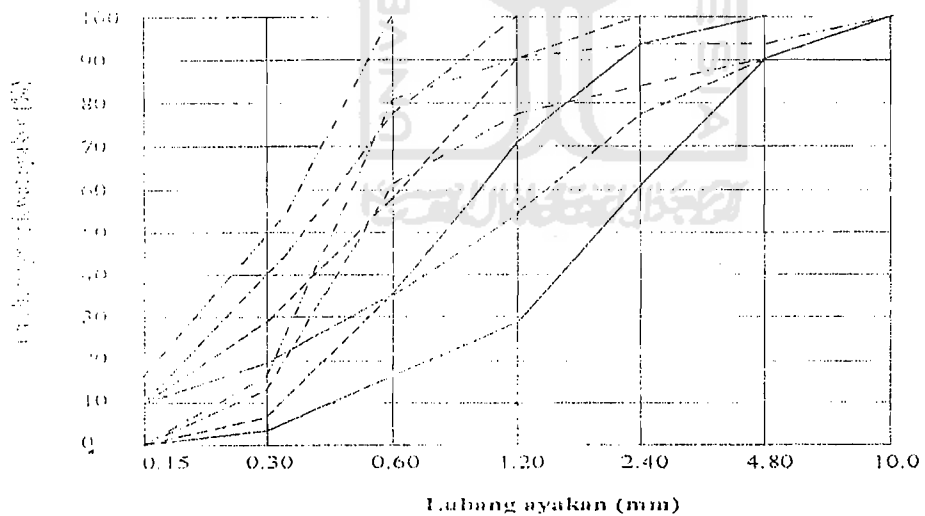
Saringan uji <i>British Standard</i> (mm)	Persen butir lewat ayakan Besar butir maksimum	
	40 mm	20 mm
38.1	95-100	100
19.0	30-70	95-100
9.52	10-35	25-35
4.76	0-5	0-10

TEKNOLOGI BETON



Gb.3.7. Gradasi kerikil (khusus ukuran maksimum 40 mm).

Gambar 3.1 Batas-batas gradasi untuk agregat kasar (Neville, 1975)



- Daerah I = —————
 Daerah II = - - - - -
 Daerah III = -
 Daerah IV = -

Gambar 3.2 Batas-batas gradasi untuk agregat halus (Kardiyono, 2004)

3. Agregat lengkap (*all in aggregate*)

Agregat lengkap adalah agregat yang terdiri dari campuran agregat kasar dan halus dengan perbandingan tertentu. Campuran beton dengan diameter maksimum 20 mm gradasi agregatnya harus berada pada batas-batas yang tercantum dalam Rote Note No. 4 (Neville, 1975) sebagaimana terlihat pada Tabel 3.8 dan Gambar 3.3.

3.3.6 Persyaratan Agregat

Persyaratan agregat yang akan dipakai harus memenuhi seperti yang dijelaskan oleh Kardiyono (1992), adalah sebagai berikut:

- 1 Butir-butir tajam, kuat, dan bersudut. Ukuran kekuatan agregat dapat dilakukan dengan pengujian ketahanan aus dengan mesin uji Los Angeles, atau dengan bejana Rudeloff. Persyaratan umum menurut Konsep Beton 1989 dapat dibaca dalam Tabel 3.2.
- 2 Tidak mengandung tanah atau kotoran lain yang lewat ayakan 0.075 mm. Pada agregat halus jumlah kandungan kotoran harus tidak lebih dari 5% untuk mutu beton K-125, dan 2,5% untuk beton mutu yang lebih tinggi. Pada agregat kasar kandungan kotoran ini dibatasi sampai maksimum 1%. Jika agregat mengandung kotoran lebih dari batas-batas maksimum tersebut maka harus dicuci dengan air.
- 3 Harus tidak mengandung garam yang menghisap air dari udara.
- 4 Harus yang benar-benar tidak mengandung zat organis. Kandungan organis dapat mengurangi mutu beton. Bila direndam dalam larutan 3% NaOH, cairan diatas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna pembanding. Agregat yang tidak diperiksa dengan percobaan warna dapat juga dipakai jika kuat tekan adukan dengan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% daripada kuat tekan adukan dengan agregat yang sama tetapi telah dicuci dalam larutan 3% NaOH dan kemudian dicuci dengan air yang bersih, pada umur yang sama.

- 5 Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik sehingga rongganya sedikit (untuk pasir modulus halus butirnya antara 1,50-3,80). Pasir seperti ini hanya memerlukan pasta semen yang sedikit.
- 6 Bersifat kekal, tidak hancur atau berubah karena perubahan cuaca. Sifat kekal tersebut jika diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
 - a. Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%.
 - b. Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 18%.
- 7 Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi, agregat harus mempunyai tingkat reaktif yang negatif terhadap alkali.
- 8 Untuk agregat kasar, tidak boleh mengandung butiran-butiran yang pipih dan panjang lebih dari 20% dari berat keseluruhan.

3.3.7 Gradasi

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran agregat dalam percampuran beton. Bila ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang lebih besar, sehingga pori-pori yang terjadi menjadi berkurang. Menurut peraturan di Inggris (*British Standard*) yang juga dipakai di Indonesia pada saat ini, gradasi kerikil yang sebaiknya masuk di dalam batas-batas yang tercantum dalam tabel 3.5 dan gradasi pasir dalam tabel 3.6.

Tabel 3.5 Gradasi kerikil menurut *British Standard*

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan besar butiran maksimum		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95 - 100	100	100
20	30 - 70	95 - 100	100
12,5	---	---	90 - 100
10	10 - 35	25 - 55	40 - 85
4,8	0 - 5	0 - 10	0 - 10

(Kardiyono, 1992)

Tabel 3.6 Gradasi pasir menurut *British standard*

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0.6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0.15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

(Kardiyono, 1992)

Keterangan:

Daerah I = pasir kasar

Daerah II = pasir agak halus

Daerah III = pasir agak halus

Daerah IV = pasir halus

Gradasi kombinasi diperlukan, jika dalam perencanaan campuran-campuran beton didasarkan pada gradasi dari agregat, maka perlu mempertimbangkan gradasi kombinasi dari agregat halus atau lebih agregat kasar. Dengan diketahuinya gradasi masing-masing proporsi yang teoritis diperlukan untuk memperkirakan yang diharapkan yang dapat ditentukan dengan cara coba-coba, dengan cara hitungan atau dengan cara grafis (Murdock dan Brook, 1986).

Berdasar gradasinya agregat dapat dibedakan menjadi agregat dengan gradasi seragam (*uniform graded*), agregat dengan gradasi sela (*gap graded*), dan agregat dengan gradasi rapat (*well graded*).

1. Agregat dengan gradasi seragam (*uniform graded*)

Agregat dengan gradasi seragam adalah agregat yang terdiri dari butiran yang berada pada batas yang sempit dari ukuran fraksi. Agregat dengan gradasi seragam ini biasanya dipakai untuk mengisi agregat dengan gradasi sela atau untuk tambahan agregat dengan gradasi campuran yang kurang memenuhi syarat.

2. Agregat dengan gradasi sela (*gap graded*)

Gradasi sela didefinisikan sebagai suatu agregat dengan gradasi salah satu fraksi atau lebih yang tidak ada ukuran tertentu. Dalam diagram gradasi, gradasi sela ini ditunjukkan dengan adanya suatu garis horisontal pada suatu fraksi ukuran agregat tertentu.

Menurut Sholeh (2002) beberapa keistimewaan penting dari agregat dengan gradasi sela ini adalah sebagai berikut:

- a. Pada suatu faktor air semen dan rasio agregat semen tertentu kemudahan pengerjaan akan lebih tinggi bila kandungan pasir lebih sedikit. Hal ini berbeda jika dipakai gradasi menerus.
- b. Pada kondisi campuran adukan beton segar yang mudah dikerjakan, agregat dengan gradasi sela disarankan dipakai pada campuran dengan tingkat

kemudahan pengerjaan rendah, yang kemudian pemadatannya dilakukan dengan penggetaran.

- c. Agregat dengan gradasi sela tidak nampak berpengaruh terhadap kuat tekan ataupun kuat tarik betonnya.

3. Agregat dengan gradasi rapat (*well graded*)

Agregat dengan gradasi rapat adalah suatu campuran yang terdiri dari campuran agregat kasar dan agregat halus dengan perbandingan tertentu. Untuk campuran beton dengan diameter maksimal 20 mm, gradasi agregatnya harus berbeda pada batas-batas yang tercantum dalam Rote Note No.4 Neville (1975), yang diterangkan juga oleh Kardiyono (2004). Seperti pada Tabel 3.8 dan Gambar 3.4.

Tabel 3.7 Batas-batas Gradasi untuk Agregat kasar

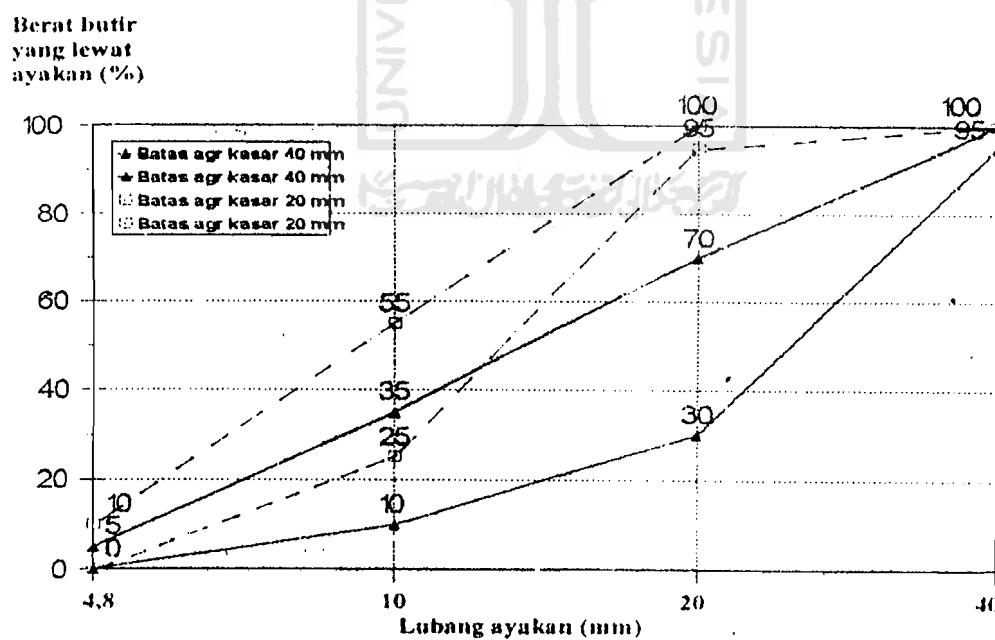
Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Besar butir maksimum		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95 - 100	100	100
20	37 - 70	95 - 100	100
10	10 - 40	30 - 60	50 - 85
4,8	0 - 5	0 - 10	0 - 10

(Kardiyono, 2004).

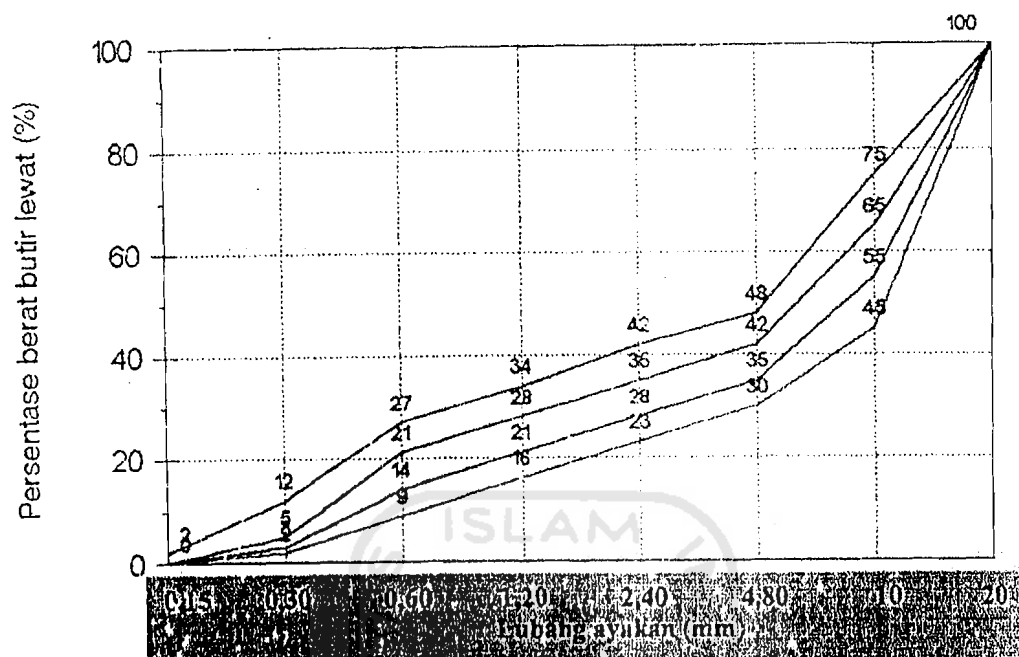
Tabel 3.8 Persen butiran yang lewat ayakan, (%). Untuk agregat dengan butir maksimum 20 mm

Saringan uji Lubang (mm)	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV
19	100	100	100	100
9,6	45	55	65	75
4,8	30	35	42	48
2,4	23	28	35	42
1,2	16	21	28	34
0,6	9	14	21	27
0,3	6	3	5	12
0,15	2	0	0	2

(Kardiyono, 2004).



Gambar 3.3 Batas-batas Gradasi untuk Agregat Kasar (Kardiyono, 2004)



Gambar 3.4 Gradasi standard agregat dengan butir maksimum 20 mm (Kardiyono, 2004)

3.4 Air

Air merupakan salah satu bahan dasar pembuat beton. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Hal yang penting dalam pemilihan air antara lain kejernihannya dan air tidak mengandung bahan-bahan perusak (fosfat, asam alkali, minyak atau bahan-bahan organis atau garam (Adhie dan Sutri, 2001).

Dalam pemakaian air untuk beton itu sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut (PBI -1971):

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gr/liter,
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gr/liter,
3. Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/liter,
4. Tidak mengandung senyawa sulfat (SO_4) lebih dari 1 gr/liter.

Air yang mengandung lumpur dan tanah liat dapat diambil dengan membiarkannya mengendap dalam kolam atau tangki yang sesuai, tapi bahan lain yang terlarut, sukar untuk dihilangkan. Dapat digunakan untuk mencampurkan beton, tidak ada batasan untuk bahan kimia, garam atau senyawa lain yang terkandung didalamnya. Jika air tidak terasa asin atau payau, maka dapat digunakan dengan aman (Murdock dan Brook, 1986).

Untuk itu air harus diuji dengan menganalisis kualitasnya terlebih dahulu terhadap kehadiran bahan perusak yang larut didalamnya. Air yang dipergunakan dalam pembuatan campuran adukan beton ini berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia.

3.5 Rencana Campuran

Untuk kepentingan pengendalian mutu di samping ekonomis, beton dengan nilai kuat tekan f'_c lebih dari 20 MPa perbandingan campuran bahan susun beton baik dari percobaan maupun produksinya harus didasarkan pada teknik penakaran berat. Untuk beton dengan nilai f'_c sampai dengan 20 MPa, pada pelaksanaan produksi boleh menggunakan teknik penakaran volume, dimana volume tersebut adalah konversi takaran berat sewaktu membuat rencana campuran. Untuk beton dengan nilai f'_c tidak lebih dari 10 MPa, perbandingan yang digunakan boleh menggunakan takaran volume 1 pc : 2 ps : 3 kr atau 1 pc : $\frac{3}{2}$ ps : $\frac{5}{2}$ kr (kedap air), dengan catatan nilai slump melampaui 100 mm. Ketentuan sesuai dengan PBI 1971, di kenal beberapa cara untuk menentukan perbandingan antar-fraksi bahan susun dalam suatu adukan. Untuk beton mutu B0, perbandingan jumlah agregat (pasir dan kerikil, atau batu pecah) terhadap jumlah semen tidak lebih dari 8:1 untuk beton mutu B1 dan K125 dapat memakai perbandingan campuran unsur bahan beton dalam takaran volume 1 pc : 2 ps : 3 kr atau 1 pc : $\frac{3}{2}$ ps : $\frac{5}{2}$ kr. Apabila hendak menentukan perbandingan antar-fraksi bahan beton mutu K175 dan mutu lainnya yang lebih tinggi harus dilakukan percobaan campuran rencana guna dapat menjamin

terciptanya kuat tekan karakteristik yang diinginkan dengan menggunakan bahan-bahan susun yang ditentukan. Dalam pelaksanaan pekerjaan beton di mana angka perbandingan antar-fraksi bahan susunnya didapatkan dari percobaan campuran rencana harus diperhatikan bahwa jumlah semen maksimum dan nilai faktor air semen minimum yang digunakan harus disesuaikan dengan keadaan sekeliling (Istimawan Dipohusodo, 1994).

Rencana campuran digunakan metode DOE (*Department of Environment*) yang dilakukan oleh *Building Research Establishment, Britain* dengan mutu beton $f'_c = 25$ MPa. Perencanaan campuran cara DOE berasal dari perancangan adukan beton cara Inggris (*The British Mix Design Method*) ini tercantum dalam "Road Note No.4." sejak tahun 1975. Di Indonesia cara ini dikenal dengan cara DOE (*Department of Environment*). Perencanaan dengan cara DOE ini dipakai sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia, dan dimuat dalam buku Standar No. SK. SNI. T-15-1990-03 dengan judul bukunya: "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal".

Langkah-langkah pokok cara Inggris/Departemen Pekerjaan Umum ini ialah:

1. Penetapan kuat tekan beton yang disyaratkan (f'_c) pada umur tertentu.
2. Penetapan nilai deviasi standar (sd).
3. Penghitungan nilai tambah ($margin$), (M).
4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan. Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan diperoleh dengan rumus :

$$f'_{cr} = f'_c + M$$

5. Penetapan jenis semen Portland
6. Penetapan jenis agregat
7. Tetapkan faktor air-semen dengan salah satu dari dua cara berikut :
8. Penetapan faktor air-semen maksimum
9. Penetapan nilai slump
10. Penetapan besar butir agregat maksimum

11. Hitung berat semen yang diperlukan
12. Kebutuhan semen minimum
13. Penyesuaian kebutuhan semen
14. Penyesuaian jumlah air atau faktor air-semen
15. Penentuan daerah gradasi agregat halus
16. Perbandingan agregat halus dan agregat kasar
17. Berat jenis agregat campuran

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus :

$$B_j \text{ camp} = \frac{P}{100} \times b_j \text{ agg hls} + \frac{K}{100} \times b_j \text{ agg ksr.}$$

18. Penentuan berat jenis beton
19. Kebutuhan agregat campuran
20. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (17) dan (20)
21. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (20) dan (21)

Dalam perhitungan di atas, agregat halus dan agregat kasar dianggap dalam keadaan jenuh kering-muka, sehingga di lapangan yang pada umumnya keadaan agregatnya tidak jenuh kering-muka maka harus dilakukan koreksi terhadap kebutuhan bahannya. Koreksi harus selalu dilakukan minimum satu kali per hari.

Hitungan koreksi dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

1. Air $= A - [(A_h - A_1) / 100] \times B - [(A_k - A_2) / 100] \times C$
2. Agregat halus $= B + [(A_h - A_1) / 100] \times B$
3. Agregat kasar $= C + [(A_k - A_2) / 100] \times C$

Dengan:

- A = jumlah kebutuhan air (liter / m³)
 B = jumlah kebutuhan agregat halus (kg / m³)
 C = jumlah kebutuhan agregat kasar (kg / m³)

- A_h = kadar air sesungguhnya dalam agregat halus (%)
 A_k = kadar air sesungguhnya dalam agregat kasar (%)
 A_1 = kadar air pada agregat halus jenuh kering-muka (%)
 A_2 = kadar air pada agregat kasar jenuh kering-muka (%)

Cara Inggris / Standar Departemen Pekerjaan Umum ini memiliki kekurangan, antara lain:

1. Jenis agregat yang hanya ditetapkan sebagai batu-pecah dan alami saja tampaknya sulit, karena sering walaupun agregat alami tetapi bentuk dan permukaannya tidak bulat atau halus. Kekasaran permukaan butir merupakan hal yang sulit diukur, dan ini berpengaruh terhadap jumlah air yang diperoleh pada langkah (11),
2. Diagram proporsi agregat halus terhadap agregat total yang dipakai pada langkah (17) sulit mendapatkan hasil yang tetap. Hal ini selain karena gradasi agregat halus yang tersedia kadang-kadang tidak berimpit dengan salah satu kurva dari 4 kurva gradasi yang disediakan,
3. Diagram hitungan antara faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton tidak sama untuk berbagai jenis agregat yang dipakai untuk beton, sehingga sebaiknya dipakai diagram yang sesuai untuk tiap agregat yang dipakai.

3.6 Analisis Saringan

Agregat yang mempunyai ukuran butiran lebih besar dari 4,75 mm atau 4,80 mm disebut agregat kasar dan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus (Kardiyono, 2004).

Analisis saringan ini bertujuan untuk mengetahui variasi butiran yang akan dipergunakan dalam adukan beton. Dalam hal ini kami menggunakan agregat kasar yang lolos saringan 2,00 cm, sedangkan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong yang lolos saringan 4,75 mm.

3.7 Pemeriksaan Agregat Kasar (Kerikil)

Pemeriksaan agregat kasar berupa kerikil yang berasal dari Clereng, Kulon Progo yang sudah tersedia di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

3.7.1 Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil

Berat jenis agregat ialah rasio antara massa padat agregat dan massa air dengan volume yang sama (Kardiyono, 2004)

Pemeriksaan berat jenis dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Perhitungan dengan rumus panduan praktikum bahan konstruksi teknik (SK SNI M – 09 – 1989 – F)

1. Berat jenis curah didapat dengan menggunakan rumus:

$$B_{jc} = \frac{B_k}{(B_j - B_a)} \dots \dots \dots (3.1)$$

2. Berat jenis jenuh kering muka (B_{jjkm})

Berat jenis jenuh kering muka didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$B_{jjkm} = \frac{B_j}{(B_j - B_a)} \dots \dots \dots (3.2)$$

3. Berat jenis semu (B_{js})

Cara mendapatkan berat jenis semu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$B_{js} = \frac{B_k}{(B_k - B_a)} \dots \dots \dots (3.3)$$

4. Penyerapan air (P_a)

Penyerapan air didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Pa = \frac{(Bj - Bk)}{Bk} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan =

Bj = Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (gr)

Ba = Berat kerikil dalam air (gr)

Bk = Berat kerikil kering mutlak (gr)

Bjc = Berat jenis curah

3.7.2 Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir (MHB)

Modulus halus butir (*fineness modulus*) ialah suatu indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Makin besar nilai modulus halus menunjukan bahwa semakin besar ukuran butir-butir agregat. Pada umumnya agregat halus mempunyai modulus halus butir antara 1,5 sampai 3,8 dan agregat kasar biasanya diantara 6 dan 8 (Kardiyono, 2004).

Analisis saringan ini bertujuan untuk mengetahui variasi butiran Modulus Halus Butir (MHB) dengan menggunakan saringan. Perhitungan dengan rumus panduan praktikum bahan konstruksi teknik (SK SNI M – 08 – 1989 – I).

Rumus yang dipakai untuk menghitung Modulus Halus Butir (MHB)

$$MHB = \frac{\%Komulatifberatertinggal}{100\%} \dots\dots\dots(3.5)$$

3.8 Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan agregat halus berupa pasir yang berasal dari Sungai Krasak dan Sungai Boyong. Meliputi pemeriksaan berat jenis, Modulus Halus Butir (MHB) dan pemeriksaan kadar lumpur.

3.8.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan berat jenis pasir dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, menggunakan saringan. Perhitungan dengan rumus panduan praktikum bahan konstruksi teknik (SK SNI M 10 - 1989 F):

1. Berat jenis curah, gr/cm^3

Berat jenis curah didapat dengan menggunakan rumus:

$$B_{jc} = \frac{Bk}{(B + 500 - Bt)} \dots\dots\dots(3.6)$$

2. Berat jenis jenuh kering muka (B_{jssd})

Berat jenis jenuh kering muka didapat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$B_{jssd} = \frac{500}{(B + 500 - Bt)} \dots\dots\dots(3.7)$$

3. Berat jenis semu (B_{js})

Berat jenis semu didapat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$B_{js} = \frac{Bk}{B + Bk - Bt} \dots\dots\dots(3.8)$$

4. Penyerapan air (P_a)

Penyerapan air didapat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_a = \frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan =

B_j = Berat pasir kondisi jenuh kering muka (gr)

B_t = Berat piknometer berisi pasir dan air (gr)

B = Berat piknometer berisi air (gr)

B_k = Berat pasir kering mutlak (gr)

3.8.2 Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir (MHB)

Analisis Saringan untuk mengetahui gradasi agregat halus dan menentukan Modulus Halus Butir (MHB) dengan menggunakan saringan. Modulus halus butir (MHB) adalah jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal di atas suatu set ayakan dan kemudian dibagi seratus. Susunan lubang ayakan itu ialah sebagai berikut : 38 mm, 19 mm, 9,16 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm dan 0,15 mm (Kardiyono, 2004).

3.8.3 Pemeriksaan Kandungan Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur bertujuan untuk mengetahui besarnya kandungan lumpur dalam agregat halus (pasir) yang akan dipergunakan sebagai campuran adukan beton. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (PBI – 71).

$$\frac{Bo - B}{Bo} \times 100\% \dots\dots\dots (3.10)$$

Keterangan: Bo = Berat pasir sebelum dioven

Bo = Berat pasir setelah dioven

3.9 Berat Volume Beton

Beton normal merupakan bahan yang relatif cukup berat dengan berat jenis 2,4 atau berat 2400 kg/m³. Untuk mengurangi beban mati suatu struktur beton atau mengurangi sifat penghantar panasnya maka telah banyak dipakai beton ringan. Beton disebut sebagai beton ringan jika beratnya kurang dari 1800kg/m³ (Kardiyono, 1992).

3.10 Pengujian Kekuatan Beton

Pengujian kekuatan beton dengan menggunakan sampel berupa silinder untuk uji kuat tekan dan tarik belah dengan ukuran cetakan sampel $t = 30$ cm dan lebar = 15 cm, untuk uji kuat lentur dengan menggunakan balok dengan ukuran cetakan lebar = 10 cm, tinggi = 10 cm dan panjang = 50 cm, sedangkan untuk uji geser dengan menggunakan balok berukuran tinggi = 10 cm, lebar = 10 cm dan panjang = 25 cm.

Pengujian sampel dengan umur beton 28 hari dengan agregat kasar dari sungai Ciereng, agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong dengan variasi tertentu.

3.10.1 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton ini dengan menggunakan mesin, hingga beton tersebut retak atau hancur pada kekuatan maksimumnya. Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan ukuran cetakan tinggi = 15 cm dan tinggi 30 cm. Kekuatan beton yang dikehendaki 25 MPa.

Besarnya tegangan kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.11)$$

Dengan:

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm^2)



Gambar 3.5 Pengujian Kuat Tekan Beton.

3.10.2 Kuat Tarik Belah Beton

Satu kelemahan yang dimiliki oleh beton tanpa tulangan adalah kuat tarik yaitu berkisar antara 9%-15% dari kuat tekan yang dimiliki. Umur beton yang dikehendaki 28 hari. Menggunakan prosentase agregat halus yang berbeda dalam satu daerah gradasi II dengan agregat halus yang berasal dari sungai Boyong dan sungai Krasak. Metode pengujian kuat tarik belah beton yang biasanya diujikan adalah dalam bentuk pembelahan (*Splitting*). Dalam tes uji kuat tarik belah ini menggunakan silinder beton berukuran sama seperti ukuran sampel untuk uji tekan (diameter = 15 cm, tinggi = 30 cm).

Besarnya tegangan kuat tarik belah (f_s) adalah sebagai berikut:

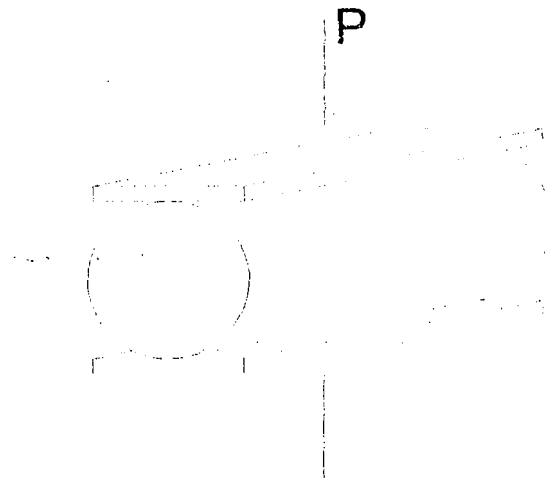
$$f_s = \frac{2P}{\pi LD} \dots \dots \dots (3.12)$$

Dengan:

P = beban maksimum yang terjadi

L = tinggi silinder

D = diameter silinder



Gambar 3.6 Penempatan beban pada pengujian kuat tarik belah.

3.10.3 Kuat Lentur Beton

Pengujian nilai kuat lentur ini bertujuan untuk mengetahui dengan menggunakan prosentase jumlah agregat halus yang berbeda dalam satu daerah yang sama, tetapi asal agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong apakah akan memperoleh hasil yang berbeda dengan umur beton yang dikehendaki 28 hari, pengujian dengan menggunakan mesin.

Tegangan maksimum pada pengujian kuat lentur dicapai pada bagian bawah balok. Kuat lentur beton dikenal sebagai *Modulus of Rupture*. Pengujian kuat lentur dipusatkan pada satu titik ditengah balok yang berukuran 100 x 100 x 500 (mm) untuk ukuran diameter agregat kasar maksimum 20 cm.

Besarnya *modulus of rupture* (f_r) untuk pengujian dengan penempatan beban ditengah bentang dihitung sebagai berikut :

$$f_r = \frac{3PL}{2bh^2} \dots \dots \dots (3.13)$$

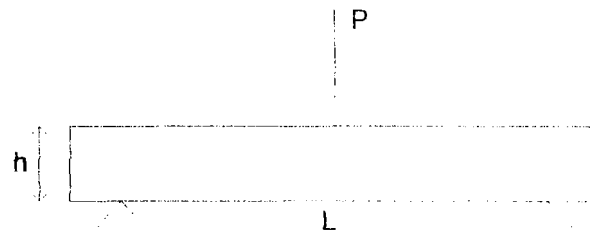
Dengan :

P = beban maksimum yang terjadi (N)

L = panjang antar tumpuan (mm)

b = lebar balok (mm)

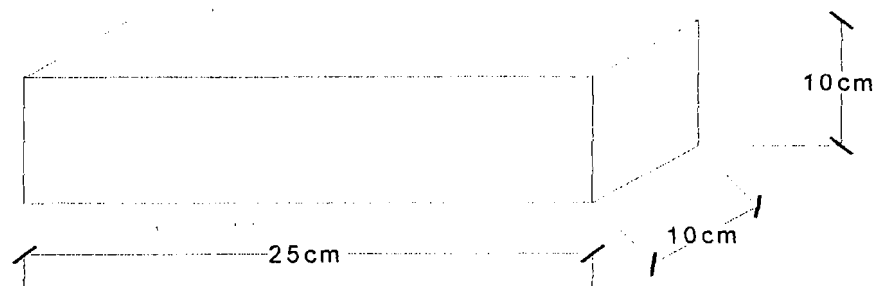
h = tinggi balok (mm)

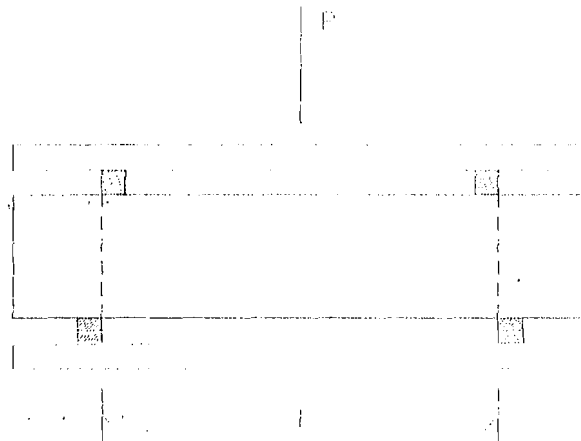


Gambar 3.7 Penempatan beban pada pengujian kuat lentur.

3.10.4 Kuat Geser Beton

Kuat geser yang diuji adalah kuat geser suatu balok dengan ukuran 10 x 10 x 25 (cm) dengan menggunakan mesin sampai beton tersebut mencapai kekuatan maksimumnya, hingga beton tersebut retak atau patah. Umur beton yang dikehendaki adalah 28 hari. Dengan menggunakan agregat halus yang sama dalam satu daerah tetapi prosentase yang berbeda.





Gambar 3.8 Pengujian Kuat Geser Balok

$$f_{sh} = \frac{P}{2A} \dots \dots \dots (3.14)$$

Dengan :

f_{sh} = kuat geser balok (MPa)

P = beban tekan (kN)

A = luas permukaan bidang geser (cm²)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan Agregat

Dalam penelitian yang kami lakukan menggunakan bahan agregat halus yang berasal dari dua lokasi yaitu sungai Boyong dan sungai Krasak. Kerikil yang kami gunakan adalah kerikil yang lolos pada saringan 4,75 mm yang berasal dari Clereng, Kulon Progo. Menentukan berat jenis dan gradasi atau menentukan gradasi untuk mengetahui daerah gradasinya menurut *British Standard*. Adapun pengaturan jumlah prosentase jumlah campuran agregat halus dalam satu daerah gradasi dengan interval 50% sebanyak 3 variasi dari 0% - 100%. Agregat yang dipakai adalah agregat yang lolos saringan 4,75 mm yang berdasarkan analisis ayakan termasuk dalam daerah II.

4.2 Alat – alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini tercantum dalam tabel berikut ini.

Tabel 4.1 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Mesin Siever	Pengayak mekanik
2	Ayakan	Menyaring mekanik
3	Timbangan	Menimbang bahan-bahan
4	Gelas ukur	Menakar air
5	Ember	Menampung agregat
6	Kerucut Abrams	Pengujian slump
7	Sekop besar	Mengaduk agregat
8	Sekop kecil	Masukkan adukan beton ke cetakan silinder
9	Penggaris	Mengukur slump
10	Tongkat penumbuk	Memadatkan benda uji
11	Cetakan silinder	Tempat mencetak benda uji
12	Cetakan balok (10x10x25)	Tempat mencetak benda uji
13	Kaliper	Mengukur benda uji
14	Mesin uji desak	Mengukur benda uji
15	Mesin uji tarik	Mengukur benda uji
16	Mesin uji geser	Mengukur benda uji
17	Mesin Pengaduk Beton (mollen)	Sebagai tempat mengaduk
18	Cetak balok (10x10x25)	Tempat cetak benda uji
19	Seperangkat saringan	Mengayak pasir dan kerikil

4.3 Penentuan Daerah Gradasi Pasir

Nilai perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar diperlukan untuk memperoleh gradasi agregat campuran yang baik. Gradasi agregat halus diperoleh berdasarkan analisis ayakan, setelah mendapatkan agregat halus yang sudah diayak maka daerah gradasi agregat halus diperoleh dengan menggunakan tabel 3.5 dan

berdasarkan hasil analisis ayakan yang dicocokkan dengan Tabel daerah gradasi, diambil yang paling sesuai. Daerah yang akan digunakan sebagai campuran dalam penelitian ini menggunakan daerah II, karena agregat halus yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan 4,75 mm.

4.4 Menentukan prosentase agregat halus dalam daerah gradasi

Menentukan prosentase agregat dengan mengambil beberapa variasi yang dianggap menghasilkan kekuatan maksimum dan minimum yang dikehendaki. Penelitian ini menggunakan variasi prosentase agregat halus batas bawah (0%), batas tengah (50%), batas atas (100%). Langkah-langkah yang digunakan sebagai berikut:

1. Nilai slump.

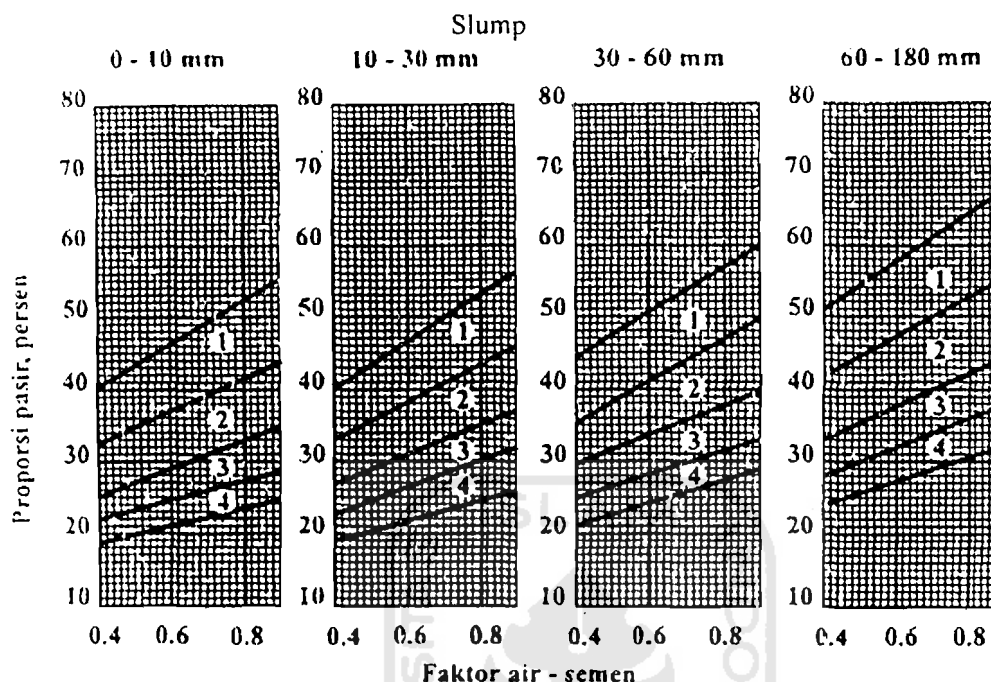
Slump yang di gunakan adalah slump antara 60-180 mm. Di harapkan dengan menggunakan nilai slump ini mendapatkan hasil adukan beton yang encer sehingga dalam pengerjaan tidak mengalami kesulitan.

2. Menentukan faktor air semen (fas)

Faktor air semen diperoleh dari perhitungan perencanaan campuran adukan beton, pada penelitian ini dengan menggunakan cara DOE (*Department of Environment*) yaitu pada langkah 8 yang terdapat pada lampiran kemudian diplotkan pada Grafik 4.1.

3. Menentukan prosentase agregat halus

Setelah mendapatkan fas yang telah diplotkan pada nilai fas yang tertera di bagian bawah tabel, ditarik garis lurus ke atas sampai memotong garis batas bawah daerah gradasi II kemudian ditarik garis ke kiri ke arah nilai prosentase agregat halus yang akan digunakan dalam campuran adukan beton. Selanjutnya untuk mencari prosentase agregat dengan batas tengah dan batas atas cara mencarinya sama.



Gambar 4.1 Proporsi agregat halus pada agregat maksimum 20 mm (Kardiyono, 2004).

4.5 Analisis Saringan

Analisis saringan ini bertujuan untuk mengetahui variasi butiran yang akan dipergunakan dalam adukan beton. Dalam hal ini kami menggunakan agregat kasar yang lolos saringan 2,00 cm. Cara pemeriksaan gradasi agregat kasar adalah sebagai berikut:

1. agregat kasar berasal dari Clereng, Kulon Progo yang sudah tersedia di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam keadaan *saturated surface dry* (ssd).
2. pengayakan agregat

Dalam pengayakan dilakukan 2 orang yang saling berhadapan memegang ayakan, seorang lagi mengambil agregat dengan menggunakan cangkul atau

sekop besar, setelah agregat dianggap cukup maka ayakan mulai diayunkan demikian sedikit demi sedikit sampai kira-kira kebutuhan agregat tercukupi.

3. setelah kira-kira cukup agregat kasar dimasukkan dalam karung yang sudah disediakan kemudian agregat disimpan di tempat yang teduh supaya dalam pelaksanaan pengecoran nanti diharapkan agregat dalam kondisi yang sama, sehingga akan menghasilkan sampel beton yang seragam.

4.6 Pemeriksaan Agregat Kasar (Kerikil)

Pemeriksaan agregat kasar berupa kerikil yang berasal dari Clereng, Kulon Progo yang sudah tersedia di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.6.1 Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil

Pemeriksaan berat jenis dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dengan urutan sebagai berikut:

1. Berat kerikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)
 Dengan mengambil langsung kerikil secukupnya, kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan halus masing-masing 5000 gr. Untuk menjaga kemungkinan data salah maka diambil sampel 2 (dua) buah.
2. Berat kerikil dalam air, gram (Ba)
 Setelah mengambil sampel seberat 5000 gr, sampel ditimbang dalam timbangan halus yang berisi air secukupnya.
3. Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)
 Setelah kedua sampel ditimbang dan sudah diketahui berat jenuh kering dan berat dalam air maka kedua sampel ditampung dalam cawan, kemudian kedua sampel dimasukkan kedalam oven pengering dengan suhu 100°C . Sampel

dibiarkan 24 jam kemudian sampel diangkat dan ditimbang kembali maka didapat berat kerikil kering mutlak.

4.6.2 Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir (MHB)

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

1. susunan ayakan dipasang sesuai dengan aturan diameter yaitu dari atas ke bawah mulai dari diameter 40.0 mm, 20.0 mm, 10.0 mm, 4.80 mm, dan seterusnya,
2. contoh kerikil ditimbang sesuai kebutuhan lalu dimasukkan kedalam ayakan paling atas dan kemudian ditutup rapat-rapat,
3. susunan ayakan digetarkan dengan mesin ayakan siever ± 15 menit,
4. kerikil yang tertinggal dari masing-masing ayakan dipindahkan kedalam piring, kemudian ditimbang.

4.7 Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan agregat halus berupa pasir yang berasal dari Sungai Krasak dan Sungai Boyong. Meliputi pemeriksaan berat jenis, Modulus Halus Butir (MHB) dan pemeriksaan kadar lumpur.

4.7.1 Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Pemeriksaan berat jenis pasir dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dengan urutan sebagai berikut:

1. Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)

Dengan mengambil langsung pasir yang sudah ada secukupnya, kemudian ditimbang menggunakan timbangan halus masing-masing 500 gr. Untuk menjaga kemungkinan data salah, maka diambil sampel 2 (dua) buah.

2. Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)

Setelah mengambil sampel cukup 500 gr, sampel ditimbang dalam timbangan halus yang berisi air secukupnya.

3. Berat piknometer berisi air, gr (B)

4. Berat pasir kering mutlak, gr (Bk)

Setelah kedua sampel ditimbang dan sudah mengetahui berat jenis kering muka dan berat dalam air, maka kedua sampel ditampung dalam cawan, kemudian kedua sampel dimasukkan kedalam oven pengering pada suhu 100°C . Sampel dibiarkan sampai 24 jam, kemudian sampel diangkat dan ditimbang kembali. Maka didapat berat pasir kering mutlak.

4.7.2 Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir (MHB)

Analisis Saringan untuk mengetahui gradasi agregat halus dan menentukan Modulus Halus Butir (MHB) dengan menggunakan saringan.

Pelaksanaan analisis saringan dan Modulus Halus Butir dengan menggunakan adalah sebagai berikut:

1. susunan ayakan sesuai dengan aturan diameter butiran dari atas kebawah yaitu, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.60 mm, 0.30 mm, 0.15, dan PAN,
2. agregat halus (pasir) yang akan disaring ditimbang,
3. pasir dimasukkan kedalam saringan yang paling atas, kemudian ditutup rapat-rapat,



4. mesin seiver dinyalakan selama ± 15 menit,
5. butiran yang tertinggal pada masing-masing ayakan ditimbang.

4.7.3 Pemeriksaan Kandungan Lumpur

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

Pelaksanaan pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir menggunakan cara sebagai berikut:

1. menimbang pasir kering oven/tungku sebanyak 100 gr dan memasukkan ke dalam gelas ukur 250 cc,
2. diisi dengan menggunakan air sampai ketinggian 12 cm dari permukaan pasir,
3. gelas ukur ditutup dan dikocok berkali-kali sampai airnya keruh,
4. biarkan selama 1 menit kemudian buang airnya secara perlahan-lahan dan jangan sampai pasirnya ikut terbuang,
5. mengulangi pekerjaan 2, 3, dan 4 hingga airnya jernih,
6. pasir dipindahkan dari gelas ukur ke dalam piring, kemudian memasukkan kedalam oven dengan temperatur 105° selama ± 36 jam,
7. pasir dikeluarkan dan didinginkan dalam eksikator selama ± 1 jam,
8. menimbang pasir (berat pasir = B gram),

4.8 Pengadukan Beton

Pengadukan beton adalah proses pencampuran antara bahan-bahan dasar beton, yaitu semen, air, pasir, kerikil, dalam pebandingan kerikil (menggunakan agregat dalam satu daerah dengan interval 50%, sebanyak 3 variasi dari 0%-100%). Pengadukan ini sampai adukan merata dan benar agar dapat mencapai mutu beton

seperti yang diharapkan, maka pengadukan menggunakan mollen. Adapun kekentalan akan selalu diawasi dengan mengukur nilai slump pada setiap adukan beton baru. Nilai slump digunakan sebagai petunjuk ketepatan jumlah pemakaian air dalam hubungannya dengan faktor air semen yang diharapkan. Dan adukan tersebut dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk silinder dan balok ukuran 100 x 100 x 250 (mm) dan balok dengan ukuran 100 x 100 x 500 (mm).

Jumlah benda uji silinder beton yang kami teliti 90 buah dengan penjelasan seperti Tabel dibawah ini:

Tabel 4.2 Rencana benda uji agregat berasal dari sungai Krasak.

BEBAN	f'c (MPa)	BENDA UJI			JUMLAH
		%psr=0%	%psr=50%	%psr=100%	
TEKAN	25	5	5	5	15
TARIK	25	3	3	3	9
GESER	25	4	4	4	12
LENTUR	25	3	3	3	9
JUMLAH					45

Tabel 4.3 Rencana benda uji agregat berasal dari sungai Boyong.

BEBAN	f'c (MPa)	BENDA UJI			JUMLAH
		%psr = 0%	%psr = 50%	%psr = 100%	
TEKAN	25	5	5	5	15
TARIK	25	3	3	3	9
GESER	25	4	4	4	12
LENTUR	25	3	3	3	9
JUMLAH					45

4.9 Slump

Pengujian Slump adalah suatu cara yang digunakan untuk mengetahui kelecakan adukan beton, yaitu tingkat kecairan maupun kepadatan adukan yang sangat berguna dalam pengerjaan beton. Pengujian ini menggunakan alat-alat sebagai berikut;

1. Corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya. Bagian bawah berdiameter 20 cm, adapun bagian atas berdiameter 10 cm, dan tinggi 30 cm.
2. Tongkat baja dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm, bagian ujung baja dibulatkan.

Uji slump pada ukuran beton ini menggunakan nilai slump antara 60 – 180 cm.

Pelaksanaan uji slump sebagai berikut :

Pemeriksaan nilai slump dilakukan dengan memasukkan beton segar ke dalam corong abrams dalam 3 lapis yang ditusuk dengan baja sebanyak 25 kali, penusukan merata tidak boleh sampai masuk ke dalam lapisan sebelumnya. Setelah itu ditunggu kira-kira 30 detik, kemudian corong abrams diangkat ke atas dengan tegak lurus. Kemudian dilakukan pengukuran berapa besar keruntuhan dengan corong abrams sebagai dasar pengukuran.

4.10 Pemadatan Adukan Beton

Pemadatan beton ditujukan untuk menghilangkan pori-pori atau rongga-rongga udara dan untuk mencapai kepadatan yang maksimal. Adapun pemadatan yang kami lakukan adalah pemadatan yang dilakukan secara manual, yaitu dengan cara menuangkan agregat halus kira-kira 1/3 cetakan kemudian menusuk-nusukkan tongkat baja sebanyak 25 kali, kemudian adukan dituang lagi sampai 2/3 cetakan ditusuk-tusuk dengan tongkat baja 25 kali dan menuangkan adukan beton ke dalam cetakan sampai penuh kemudian ditusuk-tusuk 25 kali.

4.11 Rawatan Beton

Perawatan beton dilakukan setelah cetakan dibuka, yaitu setelah beton 24 jam atau lebih dalam cetakan. Perawatan beton ialah suatu pekerjaan yang ditujukan untuk mempertahankan beton supaya terus menerus dalam keadaan basah selama periode tertentu, termasuk juga pencegahan penguapan. Karena penguapan dapat menyebabkan kehilangan air yang cukup berarti sehingga mengakibatkan terhentinya proses hidrasi, dengan konsekuensi berkurangnya peningkatan kekuatan. Di samping itu juga penguapan dapat menyebabkan penyusutan kering yang lebih awal dan cepat, sehingga menimbulkan tegangan tarik yang dapat menyebabkan retak. Dengan perawatan yang baik terhadap beton maka akan memperbaiki beberapa segi dari kualitas. Di samping lebih kuat dan lebih awet terhadap agresi kimia, beton ini juga lebih tahan terhadap aus karena lalu lintas dan lebih kedap air. Beton ini juga lebih kecil kemungkinannya, dirusak oleh agresi kimia. Bila hal ini tidak dilakukan, akan terjadi beton yang kurang kuat, dan juga menambah beton lebih tahan terhadap cuaca, dan lebih kedap air. Beberapa cara perawatan beton yang dipersyaratkan untuk dilakukan:

1. Beton agar tetap basah dalam beberapa hari tertentu sejak saat pengecoran,
2. Menyelimuti beton dengan menggunakan karung yang dibasahi,
3. Menempatkan beton pada tempat yang lembab,
4. Menyiram permukaan beton segar setiap saat,
5. Merendam beton segar,
6. Permukaan beton segar selalu digenangi air,
7. Pengaturan suhu yang tepat (konsisten dalam keadaan lembab).

Dalam penelitian ini cara perawatan yang dipakai dengan merendam beton segar, dimasukkan ke dalam bak berisi air.

4.12 Berat Volume Beton

Beton normal merupakan bahan yang relatif cukup berat dengan berat jenis 2,4 atau berat 2400 kg/m^3 . Untuk mengurangi beban mati suatu struktur beton atau mengurangi sifat penghantar panasnya maka telah banyak dipakai beton ringan. Beton disebut sebagai beton ringan jika beratnya kurang dari 1800 kg/m^3 (Kardiyono, 1992).

4.13 Pengujian Kekuatan Beton

Pengujian sampel dengan umur beton 28 hari dengan agregat kasar dari sungai Ciereng, agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong dengan variasi tertentu.

4.13.1 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton ini dengan menggunakan mesin. Sebelum dilakukan pengujian dilakukan pengukuran diameter, tinggi dan berat sampel. Kemudian benda uji diletakkan pada mesin tekan dan diatur sehingga benda uji berada di tengah-tengah blok penekan, pengujian dapat dimulai sampai mencapai beban maksimal, dengan mencatat nilai-nilai beban pada perpindahan yang ditetapkan untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas beton. Pengujian dilakukan pada beton cetakan dengan umur beton yang dikehendaki yaitu umur 28 hari.

4.13.2 Kuat Tarik Belah Beton

Satu kelemahan yang dimiliki oleh beton tanpa tulangan adalah kuat tarik yaitu berkisar antara 9%-15% dari kuat tekan yang dimiliki. Pengujian nilai kuat tarik beton ini menggunakan mesin. Adapun umur beton yang dikehendaki 28 hari. Sebelum dilakukan pengujian dilakukan pengukuran

diameter tinggi dan berat sample. Benda uji diletakkan dalam posisi untuk diuji tarik belah.

4.13.3 Kuat Lentur Beton

Pengujian nilai kuat lentur ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar simpangan yang dihasilkan dengan menggunakan sampel yang berbentuk balok dengan ukuran cetakan 10 x 10 x 50 (cm). Dengan menggunakan prosentase jumlah agregat halus yang berbeda dan dalam satu daerah yang sama apakah akan memperoleh simpangan yang berbeda dengan umur beton yang dikehendaki 28 hari. Pengujian dengan menggunakan mesin. Pelaksanaan uji kuat letur adalah sebagai berikut : balok uji diletakkan pada mesin uji kemudian balok uji diberi 1 buah beban vertikal pada tempat yang membagi 2 bagian yang sama kemudian beban dikenakan pada balok uji hingga mengalami runtuh akibat lentur.

4.13.4 Kuat Geser Beton

Kuat geser yang diuji adalah kuat geser suatu balok dengan ukuran 10 x 10 x 25 (cm) dengan menggunakan mesin tekan. Dengan umur beton yang dikehendaki 28 hari. Dengan agregat halus dalam daerah II dengan perbandingan prosentase agregat halus terhadap agregat kasar: 42% untuk variasi prosentase batas bawah, 48% untuk variasi prosentase batas tengah dan 52% untuk variasi prosentase batas atas.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Pelaksanaan penelitian tugas akhir ini merupakan eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Urutan pelaksanaan percobaan dalam membuat sampel akan dibahas dalam bab ini yaitu: persiapan material, pemeriksaan agregat halus (pasir) dari sungai Boyong dan sungai Krasak, pemeriksaan agregat kasar (kerikil), mengatur gradasi pasir dan kerikil, merencanakan bahan susun adukan beton (dengan menggunakan metode DOE), pengujian sampel terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, kuat geser dan kuat lentur.

Bab ini menjelaskan tentang proses perhitungan, analisis, pembahasan dan perbandingan kekuatan beton dengan variasi prosentase agregat halus yang berbeda dan berasal dari dua sungai yaitu sungai Boyong dan sungai Krasak tetapi masih dalam satu daerah gradasi dengan menggunakan sampel yang digunakan berbentuk silinder untuk menguji kekuatan tekan dan tarik (tarik belah) dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Untuk sampel uji geser menggunakan balok ukuran 100 x 100 x 250 (mm) dan untuk uji lentur menggunakan sampel berbentuk balok dengan ukuran tinggi 100 x 100 x 500 (mm). Dari seluruh hasil penelitian pengujian kuat desak, tarik, lentur dan geser akan dibahas dalam bab ini.

Hasil penelitian uji desak, tarik, geser dan lentur beton pada benda uji ditampilkan dalam bentuk tabel agar lebih mudah dalam pembahasan. Pembahasan penelitian ini dibatasi sesuai dengan batasan masalah yang dititik beratkan untuk mengetahui:

Apakah dengan prosentase agregat halus dalam satu daerah gradasi akan mempengaruhi kelecakan dalam hal ini jika tinjau dari besar kecilnya nilai slump yang dihasilkan.

Apakah lokasi pengambilan agregat halus yang berasal dari sungi Boyong dan sungai Krasak mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan.

Adakah perbedaan nilai kuat tekan, kuat tarik belah, kuat geser dan kuat lentur akibat prosentase agregat halus yang berbeda dan asal sungai yang berbeda.

Berapa besar pengaruh prosentase agregat halus terhadap kekuatan yang direncanakan.

Untuk lebih jelas dan rincian hasil perhitungan, analisis dan pembahasan hasil pengujian sampel yang dilakukan pada umur perawatan beton 28 hari akan dijelaskan sebagai berikut:

5.2 Pemeriksaan Agregat Kasar (kerikil)

Pemeriksaan agregat kasar berupa kerikil yang berasal dari Clereng, Kulon Progo dengan variasi gradasi meliputi sebagai berikut:

Pemeriksaan berat jenis ini dalam keadaan jenuh kering muka atau SSD (*Saturated Surface Dry*). Hasil pemeriksaan berat jenis curah, berat jenis jenuh kering muka, berat jenis semu dan angka penyerapan dari agregat kasar dan halus dapat dilihat dalam Tabel 5.1 berikut ini:

Tabel 5.1 Pemeriksaan berat jenis agregat halus dan agregat kasar.

Uraian	Agregat		
	Kerikil	Pasir Krasak	Pasir Boyong
Berat Jenis Curah (Bjc)	2.58	2.59	2.47
Berat Jenis SSD (Bj SSD)	2.66	2.67	2.56
Berat Jenis Semu (Bjs)	2.79	2.79	2.73
Penyerapan Air (%)	2.80	2.77	3.95
Kadar Lumpur (%)	-	2.66	2.65
Modulus Halus Butir (%)	7,3	2,73	3,03

Penelitian agregat halus dari sungai Krasak menghasilkan berat jenis jenuh kering muka (B_j ssd) sebesar 2,67, sedangkan penelitian pada agregat halus dari sungai Boyong menghasilkan 2,56. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berat jenis agregat halus dari kedua sungai hampir sama. Pada penelitian berat jenis jenuh kering muka agregat kasar sebesar 2,66. Penelitian berat jenis jenuh kering muka menunjukkan kualitas agregat halus maupun agregat kasar dijadikan bahan untuk adukan beton, seperti pernyataan Kardiyono (2004) : bahwa beton normal dibuat dengan agregat normal yaitu agregat halus dan kasar yang memiliki berat jenis antara 2,5 – 2,7.

Tabel 5.1 menunjukkan bahwa nilai kandungan lumpur dari sungai Krasak sebesar 2,66% dan kandungan lumpur dari sungai Boyong sebesar 2,65%. Kandungan lumpur agregat halus dari kedua sungai hampir sama dan dibawah 5% memenuhi syarat PBI – 71 yang menyatakan : agregat halus harus tidak mengandung lumpur lebih dari 5%. Jadi agregat halus dari kedua sungai memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran.

Agregat dari sungai Krasak menghasilkan nilai MHB sebesar 2,73 lebih kecil dari pada agregat dari sungai Boyong yaitu sebesar 3.03. Hal ini dikarenakan agregat dari sungai Boyong mempunyai ukuran butiran yang lebih besar dan seragam dibandingkan dengan agregat dari sungai Krasak, seperti yang dikatakan oleh Kardiyono, 2004, makin besar modulus halus butiran menunjukkan bahwa makin besar ukuran butir-butir agregatnya. Pada umumnya agregat halus mempunyai modulus halus butiran antara 1,5 sampai 3,8 dan agregat kasar biasanya antara 6 dan 8.

5.3 Hasil Penelitian Nilai Slump.

Nilai slump dipengaruhi oleh jumlah kadar air dalam campuran. Tinggi atau rendah nilai slump yang dihasilkan akan berpengaruh terhadap workabilitas. Workabilitas merupakan salah satu kinerja beton segar dan dengan adanya

workabilitas yang tinggi pada beton akan memudahkan pekerjaan pada saat penuangan adukan beton ke dalam cetakan, pemadatan dan *finishing*. Agar pada saat penuangan dan pemadatan beton segar mudah dilaksanakan, maka workabilitas beton tersebut harus tinggi (Swamy, 1989). Penelitian menggunakan agregat kasar dari sungai Clereng, Kulon Progo dan agregat halus dari sungai Krasak menghasilkan nilai slump antara 8 - 14 cm, sedangkan sungai Boyong dengan nilai slump yang dihasilkan sebesar 8 - 15 cm seperti Tabel 5.2.

Pengujian nilai slump dan aliran slump sebagai indikator workabilitas beton saling berkaitan, nilai slump tinggi akan menghasilkan aliran slump yang tinggi pula, begitu juga dengan nilai slump rendah akan menghasilkan aliran slump yang rendah. Untuk itu aliran slump juga bisa dijadikan parameter workabilitas beton, karena memperlihatkan sifat mengalir beton segar (Syafrudin dan Hastoro, 2005)

Hasil pengujian nilai slump pada campuran dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini:

Tabel 5.2 Hasil pengujian slump pada pembuatan sampel.

Variasi prosentase agregat	Asal agregat halus	
	Sungai Krasak (cm)	Sungai Boyong (cm)
Batas bawah / BB (0%)	8 - 12,5	8 - 15
Batas tengah / BT (50%)	8 - 12	8 - 9
Batas atas / BA (100%)	9 - 14	12 - 14

Semua hasil yang diperoleh dari pengujian memenuhi syarat yang direncanakan, yaitu antara interval 6,0 - 16 cm.

Perbandingan menggunakan variasi prosentase BT menghasilkan nilai slump yang berbeda, tetapi perbedaan tersebut tidak signifikan. Nilai slump rata-rata sebesar 10 cm dengan agregat halus dari sungai Krasak (BTK) dan 8,5 cm dengan agregat halus dari sungai Boyong (BTB). Ini menunjukkan bahwa pada perbandingan ini

menghasilkan adukan dengan perbandingan agregat halus dan kasar yang optimum, yaitu sebesar 48% agregat halus dan 52% agregat kasar.

Pada pengerjaan pengadukan menggunakan variasi campuran BA dengan agregat dari sungai Krasak (BAK) dan pada variasi BA dengan nilai slump yang hampir sama dengan agregat dari sungai Boyong (BAB), tetapi cenderung agak sulit dengan nilai slump 10 cm dibandingkan dengan variasi BA sebesar 10,5 cm dengan nilai slump di atas 10 cm, dalam pengerjaan ini sesuai dengan pernyataan: Swamy, 1989; bahwa penambahan agregat halus pada satu daerah gradasi yang hanya sebesar 6% dan 4% menghasilkan nilai slump yang bervariasi. Ini menunjukkan bahwa penambahan agregat halus dengan variasi batas atas, batas tengah dan batas bawah cenderung tidak mempengaruhi perubahan nilai slump yang berarti.

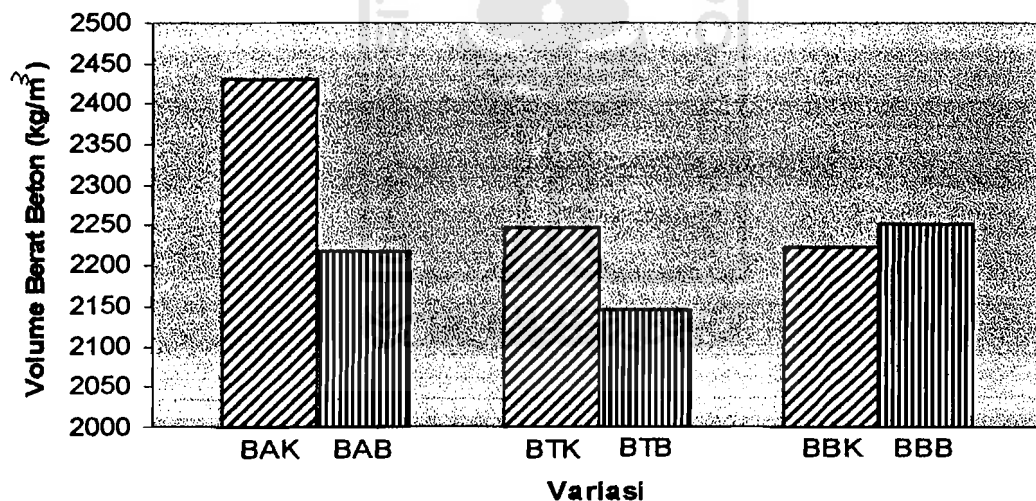
Pada variasi BB menghasilkan nilai slump rata-rata 10,25 cm dengan agregat halus dari sungai Krasak (BBK) dan 11,5 cm dengan agregat halus dari sungai Boyong (BBB), pada BA menghasilkan nilai slump rata-rata 11,5 cm dengan agregat dari sungai Krasak (BAK) dan 13 cm agregat halus dari sungai Boyong (BAB), menjadikan adukan yang lebih cair, menyebabkan pembuatan sampel lebih mudah dibandingkan dengan variasi prosentase BT dengan nilai slump rata-rata 10 cm untuk agregat halus dari sungai Krasak (BTK) dan 8,5 cm dengan agregat halus dari sungai Boyong (BTB) seperti pernyataan Kardiyono (2004) : semakin encer beton segar maka semakin mudah beton segar tersebut dikerjakan, dan pernyataan Chaiyesena (1992) : pengurangan air berlebih akan menghasilkan beton kering dengan workabilitas rendah.

5.4 Berat volume benda uji tekan

Berat volume benda uji tekan menggunakan sampel yang berbentuk silinder dengan ukuran cetakan $D = 15$ cm dan $T = 30$ cm seperti dalam Tabel dan Gambar di bawah ini:

Tabel 5.3 Berat volume benda uji tekan dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong

No	Variasi	Berat Volume (kg/m^3)	
		Krasak	Boyong
1	Batas Atas / BA (100%)	2428.78	2216.37
2	Batas Tengah / BT (50%)	2247.44	2144.12
3	Batas Bawah / BB (0%)	2223.16	2151.32



Gambar 5.1 Berat volume benda uji tekan dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong

Pada Tabel 5.3 dan Gambar 5.1 terlihat bahwa dalam variasi BB menunjukkan bahwa semakin banyak kerikil yang dipakai maka berat volume semakin meningkat. Beton yang menggunakan pasir Krasak menyebabkan berat volume meningkat, dikarenakan penambahan pasir 42 %, 48 % dan 52 % yaitu dari variasi prosentase BB dan menghasilkan volume berat beton sebesar 2223,16 kg/m^3 ,

kemudian pada BT menghasilkan volume berat beton sebesar $2247,44 \text{ kg/m}^3$, dan pada variasi prosentase BA menghasilkan volume berat beton sebesar 2448 kg/m^3 .

Hasil berat volume beton rata-rata 5 sampel seperti pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.5 menggunakan agregat halus dari sungai Krasak dengan variasi prosentase BA menghasilkan berat volume beton sebesar $2428,78 \text{ kg/m}^3$ dan menghasilkan kekuatan sebesar $25,41 \text{ MPa}$, sedangkan pada variasi prosentase BT menghasilkan berat volume beton sebesar $2247,44 \text{ kg/m}^3$ dan menghasilkan kekuatan sebesar $26,87 \text{ MPa}$ dan dengan variasi prosentase BB menghasilkan volume berat beton sebesar $2223,16 \text{ kg/m}^3$ dengan kekuatan sebesar $24,11 \text{ MPa}$. Jika menggunakan agregat halus dari sungai Boyong dengan variasi prosentase BA menghasilkan volume berat beton sebesar 2216 kg/m^3 dan menghasilkan kekuatan sebesar $29,46 \text{ MPa}$, jika menggunakan variasi BT menghasilkan volume berat beton sebesar $2141,2 \text{ kg/m}^3$ dan menghasilkan kekuatan sebesar $30,06 \text{ MPa}$, dan pada variasi BB menghasilkan volume berat beton sebesar $2251,32 \text{ kg/m}^3$ dan menghasilkan kekuatan sebesar $26,26 \text{ MPa}$, dari hasil tersebut berarti beton ini adalah beton normal, karena mendekati hasil penelitian yang dilakukan oleh: Gambhir, (1986) : Agregat normal mempunyai berat jenis 2,5 hingga 2,7 dan akan menghasilkan beton dengan volume berat sekitar 2300 kg/m^3 sampai 2600 kg/m^3 dengan kuat tekan pada umur 28 hari antara 15 MPa hingga 40 MPa .

Berat volume beton juga dipengaruhi oleh berat jenis agregat halus. Tabel 5.3 menunjukkan volume berat beton yang menggunakan agregat halus dari sungai Krasak lebih besar daripada sungai Boyong. Ini dikarenakan berat jenis agregat halus sungai Krasak lebih besar yaitu sebesar 2,67 sedangkan dari sungai Boyong sebesar 2,56.

Beton yang semakin padat dengan pori yang semakin berkurang akan menghasilkan beton dengan volume berat yang lebih besar, hal ini karena berat jenis yang berbeda.

5.5 Perancangan adukan beton

Perancangan beton dalam penelitian ini menggunakan metode DOE. Dalam hal ini kekuatan beton yang direncanakan 25 MPa untuk agregat kasar yang berasal dari Clereng, agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong. Dengan perbandingan prosentase agregat halus dan agregat kasar pada daerah gradasi II dengan perbandingan sebagai berikut:

Hasil perencanaan campuran yang dibutuhkan untuk 1 m³ dalam Tabel 5.4 sebagai berikut:

Tabel 5.4 Kebutuhan agregat kasar, agregat halus, semen dan air dalam 1 m³.

Asal agregat halus	Variasi prosentase	Agregat halus (kg/m ³)	Agregat kasar (kg/m ³)	Air (lt)	Semen (kg)
Krasak	Batas bawah (0%)	703,88	972,03	225	409,091
Boyong		691,28	954,63		
Krasak	Batas tengah (50%)	804,44	871,47	225	409,091
Boyong		789,08	854,83		
Krasak	Batas atas (100%)	871,47	804,44	225	409,091
Boyong		854,83	789,08		

Dari perhitungan kebutuhan agregat halus dan kasar yang digunakan untuk campuran adukan beton dengan menggunakan metode DOE yaitu pada penentuan berat jenis agregat campuran, menghasilkan agregat halus dari sungai Krasak untuk campuran beton yang sebesar 972,02 kg/m³ sedangkan jika menggunakan agregat halus dari sungai Boyong sebesar 691,28 kg/m³. Hal ini karena agregat halus dari sungai Krasak mempunyai berat jenis jenuh kering muka sebesar 2,67 dan agregat dari sungai Boyong mempunyai berat jenis jenuh kering muka 2,56.

5.6 Hasil Penelitian Kekuatan Beton.

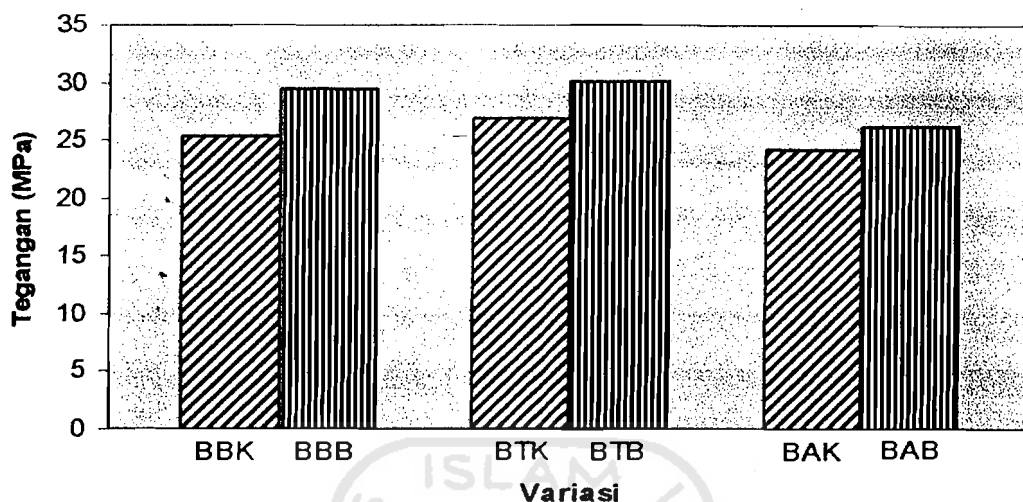
Hasil pengujian kuat desak, kuat tarik belah, kuat geser dan kuat lentur dari laboratorium dapat dilihat pada penjelasan di bawah ini:

5.6.1 Hasil Uji Kuat tekan.

Kuat tekan beton adalah parameter sifat mekanik yang sangat penting dalam perencanaan suatu bangunan beton, karena berkaitan dengan kekuatan dari konstruksi bangunan menahan beban yang akan dipikul. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari dan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Gambar 5.2. Untuk sampel beton yang menggunakan agregat halus berasal dari sungai Krasak, terlihat bahwa penggunaan prosentase agregat halus yang terbesar menghasilkan kekuatan yang semakin kecil.

Tabel 5.5 Kuat tekan rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.

No	Asal Agregat	Variasi Campuran	Kuat tekan rata-rata (MPa)	Perbandingan prosentase	
				Terhadap batas bawah (%)	Sungai Boyong dan sungai Krasak (%)
1	Krasak	Batas Bawah (0%) / BB	25.41	100	115,94
	Boyong		29.46	100	
2	Krasak	Batas Tengah (50%) / BT	26.87	105.7	110,61
	Boyong		30.06	102.0	
3	Krasak	Batas Atas (100%) / BA	24.11	91,61	108,19
	Boyong		26.26	86,14	



Gambar 5.2 Kuat tekan rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.

Hasil uji kuat tekan sebagaimana tampak dalam Tabel 5.5 dan Gambar 5.2 menunjukkan bahwa kekuatan maksimal terjadi pada variasi campuran BT yaitu sebesar 26,87 MPa dengan agregat halus dari sungai Krasak dan 30,06 MPa lebih besar daripada agregat halus dari sungai Boyong.

Pada variasi prosentase dengan BA mengalami sedikit penurunan dibandingkan batas tengah yang besarnya 5,2 % dengan agregat halus dari sungai Krasak dan 2,0 % untuk agregat halus dari sungai Boyong. Ini terjadi karena pada batas atas jumlah agregat halus lebih besar dibandingkan agregat kasar dan pada batas tengah sehingga terjadi penurunan, karena agregat halus yang berfungsi untuk mengisi ruang kosong di antara agregat kasar berkurang maka kekuatan menurun. Seperti pernyataan Sholeh, 2002: butir-butir batuan mempunyai ukuran seragam akan menghasilkan pori yang besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butir bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil.

Kuat tekan juga dipengaruhi oleh nilai modulus halus butir (MHB) lebih besar akan menghasilkan kuat tekan yang lebih besar, karena dengan nilai MHB yang lebih besar maka dihasilkan agregat halus yang mempunyai butiran yang lebih besar

sehingga dalam adukan beton agregat halus akan mengisi rongga yang kosong, sehingga kemungkinan rongga-rongga beton terisi oleh udara lebih sedikit. Seperti dalam Tabel 5.1 terlihat bahwa agregat halus dari sungai Boyong menghasilkan nilai MHB yang lebih besar dari agregat halus dari sungai Krasak.

Agregat halus dari sungai Krasak menghasilkan nilai MHB sebesar 2,73, dengan variasi prosentase BB menghasilkan kekuatan tekan rata-rata sebesar 25,41 MPa, sedangkan pada variasi prosentase BT menghasilkan kekuatan rata-rata sebesar 26,87 MPa dan dengan variasi prosentase BA menghasilkan kuat tekan rata-rata 24,11 MPa.

Agregat halus dari sungai Boyong menghasilkan nilai MHB sebesar 3.03, campuran BB menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 29,46 MPa. Sedangkan pada variasi prosentase BT menghasilkan kekuatan yang maksimum yaitu sebesar 30,06 MPa dan dengan menggunakan variasi prosentase BA menghasilkan kuat tekan sebesar 26,26 MPa. Hal di atas menunjukkan bahwa kuat tekan beton dalam penelitian ini bergantung dengan nilai MHB.

Sesuai dengan pernyataan: Gambhir, 1986: Agregat normal mempunyai berat jenis 2,5 hingga 2,7 dan akan menghasilkan beton dengan volume berat sekitar 2300 kg/m^3 sampai 2600 kg/m^3 dengan kuat tekan pada umur 28 hari antara 15 MPa hingga 40 MPa.

Berdasarkan perbandingan hasil uji tekan BB menghasilkan kekuatan terbesar pada perbandingan prosentase BT yang meningkat sebesar 5,7% dengan agregat halus dari sungai Krasak dan meningkat 2,0% dengan agregat halus dari sungai Boyong. Sedangkan pada variasi prosentase BA menghasilkan kekuatan yang semakin menurun yaitu sebesar 5,39% dengan agregat halus dari sungai Krasak dan 10,86% dengan agregat halus dari sungai Boyong. Dari tabel 5.5 terlihat jelas bahwa kuat tekan terbesar terdapat pada variasi prosentase BT dan menggunakan agregat halus dari sungai Boyong. Karena pada BT terjadi perbandingan jumlah agregat halus, agregat kasar, semen dan air yang optimum. Seperti dengan hasil nilai slump

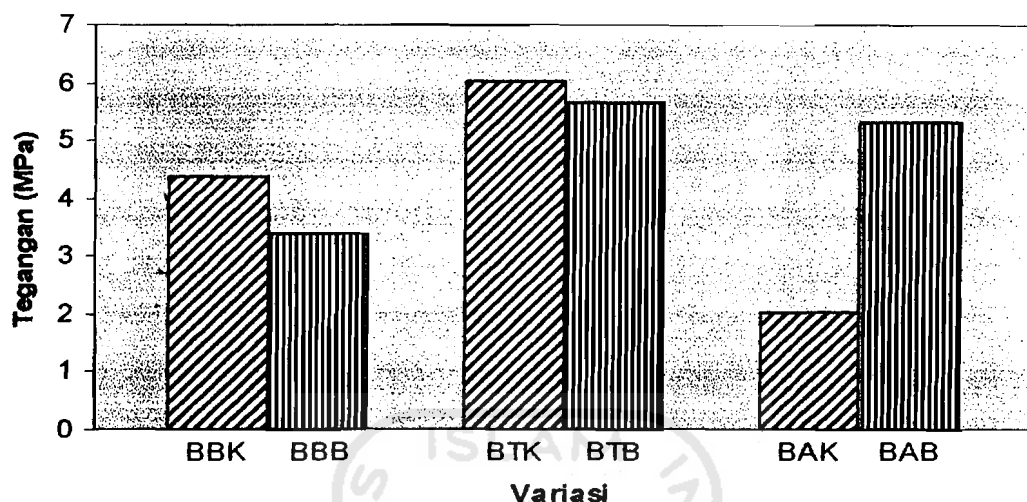
yang terendah dibandingkan nilai slump yang dihasilkan variasi prosentase BA dan BB seperti terlihat pada Tabel 5.2. sesuai pernyataan: Semua campuran yang mempunyai butiran halus yang cukup, bisa mengisi ruang kosong di antara partikel-partikel besar. Bilamana jumlah butiran halus menjadi kecil maka akan berpengaruh pada kekuatan beton (Murdock dan Brook, 1991).

5.6.2 Hasil uji Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah dilakukan menggunakan benda uji silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan 3 untuk masing-masing variasi prosentase agregat, sampel hasil pengujian kuat tarik belah dapat dilihat pada Tabel dan Gambar sebagai berikut:

Tabel 5.6 Kuat tarik belah rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong

No	Asal Agregat	Variasi Campuran	Kuat tarik belah rata-rata (MPa)	Perbandingan prosentase		
				Terhadap batas bawah (%)	Terhadap kuat tekan (%)	Sungai Krasak dan sungai Boyong (%)
1	Krasak	Batas Bawah BB (0%)	4.36	100	17.16	122,78
	Boyong		3.39	100	11.51	
2	Krasak	Batas Tengah BT (50%)	6.01	137.84	22.37	105,82
	Boyong		5.66	166.96	18.83	
3	Krasak	Batas Atas BA (100%)	2.02	46,33	8.38	61,89
	Boyong		5.30	156.34	20.38	



Gambar 5.3 Kuat tarik belah rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.

Hasil pengujian sampel diatas menunjukkan kuat tarik belah maksimum terjadi pada sampel dengan agregat halus yang berasal dari sungai Krasak dan sungai Boyong terjadi pada variasi prosentase BT, hal ini terjadi karena terjadi perbandingan yang optimum antara agregat halus dan agregat kasar sehingga pori-pori dalam beton kecil, seperti pernyataan Sholeh, 2002: butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang besar sehingga akan diperoleh suatu campuran yang pampat dengan volume pori seminimal mungkin, dan ini berarti hanya membutuhkan bahan ikat yang sedikit.

Sifat paling penting dari beton pada umumnya ialah kuat tekan. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya bila kuat tekan tinggi, sifat-sifat yang lain juga baik (Kardiyono, 1992).

Pada campuran agregat dari sungai Krasak dengan variasi prosentase BB menghasilkan kekuatan sebesar 4,36 MPa, sedangkan menggunakan variasi prosentase BT sebesar 6,01 MPa dan menggunakan BA sebesar 2,02 MPa.

Sampel dengan menggunakan agregat halus dari sungai Boyong juga terjadi kekuatan maksimum pada variasi prosentase agregat BT yaitu sebesar 5,66 MPa. Mengalami penurunan yang paling besar pada variasi prosentase BB yaitu sebesar 3,39 MPa, hal ini karena pada variasi prosentase batas atas perbandingan agregat halus yang lebih kecil membuat beton yang dihasilkan mempunyai rongga-rongga udara. Sedangkan pada BA dengan agregat yang hampir sama dengan agregat kasar menghasilkan kekuatan sebesar 5,30 MPa.

Dari Tabel 5.6 dapat dilihat bahwa pada variasi prosentase batas tengah menghasilkan kekuatan yang terkuat dibandingkan dengan variasi prosentase batas atas maupun batas bawah. Kenaikan kekuatan sebesar 37,84% dengan agregat dari sungai Krasak tetapi mengalami penurunan sebesar 53,67%. Sedangkan agregat dari sungai Boyong mengalami kenaikan yang stabil 66,96% dan 56,38%.

Perbandingan kuat tekan terhadap kuat tarik belah sebesar 8,38 – 22,37% ini menunjukkan agregat dari sungai Krasak dan sungai Boyong cukup baik untuk dijadikan campuran beton. Penelitian ini hampir mendekati penelitian yang dilakukan oleh Sugiyono dan David, 2003: Perbandingan kuat tarik belah terhadap kuat desaknya sangat kecil, yaitu sebesar 8% sampai 11% yang menggunakan agregat kasar dari spilt (batu pecah) dan batu kuning.

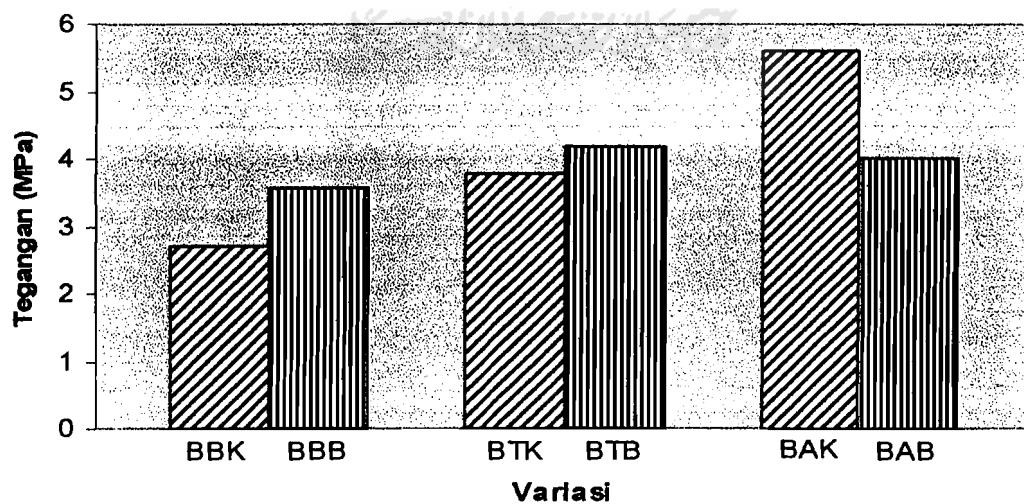
5.6.3 Hasil Uji Kuat Geser

Balok beton murni tanpa tulangan sangat kecil tahanannya terhadap gaya geser dan lentur dibandingkan dengan kuat tekan dan tarik.

Pengujian geser ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan pembebanan maksimal. Pada penelitian ini digunakan balok biasa tanpa tulangan dengan ukuran 100 x 100 x 250 (mm) dengan jumlah sampel 4 buah setiap prosentase perbandingan:

Tabel 5.7 Kuat geser rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong

No	Asal Agregat	Variasi Campuran	Kuat geser rata-rata (MPa)	Perbandingan prosentase		
				Terhadap batas bawah (%)	Terhadap kuat tekan (%)	Sungai Krasak dan sungai Boyong (%)
1	Krasak	Batas Bawah BB (0%)	2.7	100	10.62	68,15
	Boyong		3.56	100	8.69	
2	Krasak	Batas Tengah BT (50%)	3.77	139.63	14.03	89,10
	Boyong		4.18	117.42	13.90	
3	Krasak	Batas Atas BA (100%)	5.59	207.04	23.18	128,26
	Boyong		4.01	112.64	15.27	



Gambar 5.4 Kuat geser rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.

Hasil pengujian kuat geser terhadap kuat tekan pada balok beton berkisar 8%-13% (Ilham, dkk). Pada variasi prosentase BB didapatkan kuat geser terhadap kuat tekan untuk agregat halus dari sungai krasak sebesar 10,62%, pada perbandingan BT menghasilkan perbandingan kuat geser terhadap kuat tekan sebesar 14,03% dan pada variasi prosentase BA menghasilkan kuat geser terhadap kuat tekan sebesar 23,18%.

Kekuatan yang terbesar jika dibandingkan dengan variasi prosentase agregat halus BB terjadi pada variasi prosentase BA dengan agregat halus yang berasal dari sungai Krasak sebesar 107,04% dan 39,63% pada BT, hal ini menunjukkan bahwa kekuatan yang dihasilkan meningkat seiring kenaikan jumlah prosentase agregat. Agregat halus dari Sungai Boyong jika dibandingkan dengan variasi prosentase BB menghasilkan kenaikan yang setara yaitu sebesar 17,42% pada batas tengah dan 12,64% pada perbandingan dengan menggunakan variasi prosentase BA.

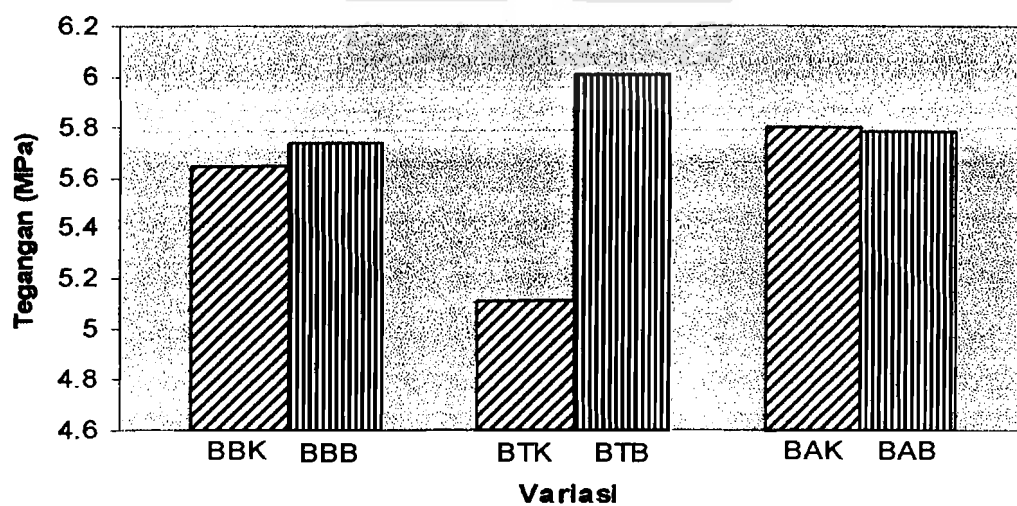
Pengujian dengan sampel yang menggunakan agregat halus dari sungai Boyong menghasilkan perbandingan kuat geser terhadap kuat tekan sebesar 12,08% pada variasi BB, sedangkan pada perbandingan BT menghasilkan 13,90% dan pada perbandingan BA menghasilkan perbandingan 15,27% sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh M. Syafrudin dan Hastoro yaitu sebesar 6,34% - 15,44%.

5.6.4 Hasil Uji Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan dengan benda uji berupa balok ukuran 100 x 100 x 500 (mm) yang direndam dalam bak yang berisi air selama 28 hari. Menggunakan mesin uji kuat lentur. Hasil pengujian kuat lentur dapat dilihat pada Tabel 5.8. dibawah ini.

Tabel 5.8 Kuat lentur rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.

No	Asal Agregat	Variasi Campuran	Kuat lentur rata-rata (MPa)	Perbandingan prosentase		
				Terhadap batas bawah (%)	Terhadap kuat tekan (%)	Sungai Krasak dan sungai Boyong (%)
1	Krasak	Batas Bawah BB (0%)	5.64	100	21.88	110,97
	Boyong		5.74	100	19.48	
2	Krasak	Batas Tengah BT (50%)	5.11	90.60	19.02	99,95
	Boyong		6.01	104.70	20	
3	Krasak	Batas Atas BA (100%)	5.8	102.84	24.06	108,15
	Boyong		5.78	100.70	22.10	



Gambar 5.5 Kuat lentur rata-rata dengan agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Boyong.



Pengujian kuat lentur dengan menggunakan agregat halus dari sungai Krasak dengan variasi prosentase BT menghasilkan kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan kuat geser yaitu sebesar 20,89%, pada variasi prosentase BT yaitu sebesar 16,55% sedangkan pada variasi prosentase BB terjadi kenaikan kekuatan sebesar 9,64%.

Pada pengujian kuat lentur terhadap kuat tekan dengan menggunakan agregat dari sungai Boyong pada variasi prosentase BA menghasilkan kenaikan kekuatan sebesar 22,10%, dengan variasi prosentase BT sebesar 20% dan menggunakan variasi prosentase BA menghasilkan perbandingan 19,48%. Hal ini menunjukkan kekuatan lentur yang dihasilkan oleh beton dengan agregat halus dari sungai Boyong mempunyai kuat lentur yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan agregat halus dari sungai Krasak, karena perbedaan MHB yang lebih besar maka akan menghasilkan kekuatan lebih besar. Kekuatan lentur juga dipengaruhi oleh MHB.

Penyataan; Jika nilai MHB-nya semakin besar akan menghasilkan kuat tekan yang semakin tinggi pula (Agung dan Arie, 1998), kurang benar karena nilai MHB yang besar juga berpengaruh pada kuat lentur yaitu semakin besar nilai MHB yang lebih besar juga akan menghasilkan nilai kuat lentur yang lebih besar pula.

Hasil dari pengujian kuat tekan terhadap kuat lentur dengan variasi prosentase BW sangat bervariasi. Hasil maksimum dicapai pada variasi prosentase BT yang menggunakan agregat halus dari sungai Boyong, terjadi kenaikan sebesar 4,70%. Tetapi pada variasi prosentase BT yang menggunakan agregat halus dari sungai Krasak, mengalami penurunan sebesar 9,40%. Hal ini disebabkan oleh kemungkinan agregat halus tidak mengisi rongga-rongga. Seperti pernyataan: Semua campuran yang mempunyai butiran halus yang cukup untuk mengisi ruang kosong di antara partikel-partikel besar. Bilamana jumlah butiran halus menjadi kecil maka akan berpengaruh pada kekuatan beton (Murdock dan Brook, 1991).

Perbandingan kuat tekan terhadap kuat lentur menghasilkan kekuatan antara 19,02% – 24,06%. Ini menunjukkan bahwa kuat lentur yang berasal dari sungai Krasak dan sungai Boyong sangat kecil dibandingkan kuat tekannya.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Umum

Setelah melaksanakan penelitian mengenai pengaruh variasi prosentase pasir pada daerah gradasi terhadap parameter kekuatan beton , maka kesimpulan dan saran-saran dari hasil penelitian tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut ini.

6.2 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berat jenis (*ssd*) yang dihasilkan oleh agregat halus dari sungai Krasak sebesar 2,67 sedangkan agregat halus dari sungai Boyong sebesar 2,56.
2. Kandungan lumpur agregat halus dari sungai Boyong 2,66% dan sungai Krasak 2,65%, di bawah 5% memenuhi syarat.
3. Nilai Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus dari sungai Krasak sebesar 2,73 dan agregat halus sungai Boyong 3,03.
4. Agregat dari sungai Boyong menghasilkan kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan agregat dari sungai Krasak, pada BB turun 13,75%, pada BT turun 10,61% dan pada BA turun 8,19%.
5. Kuat tekan terbesar terjadi pada perbandingan prosentase agregat pada BT dengan agregat halus dari sungai Boyong yaitu sebesar 30,06 Mpa, turun 1,99% pada BA dan 12,47% pada BA.
6. Nilai perbandingan kuat tekan terhadap kuat tarik belah dengan agregat halus dari sungai Krasak lebih baik yaitu antara 8,38% - 22,37% sedangkan dari agregat halus dari sungai Boyong sebesar 11,51% - 20,38%.

7. Hasil pengujian nilai slump dengan agregat dari sungai Krasak dan sungai Boyong sama, yaitu berkisar antara 8-14 cm.
8. Hasil berat volume beton dari sungai Krasak dari BB mengalami kenaikan 1,10% dan pada BA mengalami kenaikan 9,25%.
9. Nilai perbandingan kuat tekan terhadap geser dengan agregat halus dari sungai Krasak menghasilkan kekuatan lebih baik yaitu antara 10.62% - 23.18%.
10. Nilai uji lentur terhadap kuat tekan dengan agregat halus dari sungai Krasak menghasilkan kekuatan lebih baik yaitu antara 19.02%-24.06% sedangkan agregat halus dari sungai Boyong 19.02% - 22.10%.

6.3 Saran-saran

Saran-saran yang dapat diambil dari penelitian ini untuk dapat diteliti lebih lanjut sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan agregat halus dari sungai lain dan menggunakan daerah gradasi agregat halus yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhie dan Sutri, 2001. Pengujian Kuat Geser pada Beton Mutu Tinggi, Yogyakarta.
- Agung dan Arie, 1998. Analisis Kuat Desak Beton dengan Variasi Gradasi Agregat dari Sungai Boyong, Sungai Krasak dan Sungai Progo. Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989, SK SNI M-8-1989-F, Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar, Yayasan LPBM, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989, SK SNI M-09-1989-F, Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar, Yayasan LPBM, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989, SK SNI M-10-1989-F, Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus, Yayasan LPBM, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989, SK SNI M-14-1989-F, Metode Pengujian Metode Kuat Tekan Beton, Yayasan LPBM, Bandung.
- Dipohusodo, I, 1994. Struktur Beton Bertulang, Jakarta.
- Hastoro dan Syafrudin, 2005. Pengaruh Pengurangan Kandungan Air dan Penambahan Superplasticizer pada Komposisi Campuran Beton Kuat Tekan 30 dan 40 MPa.
- Irham dan Agus, 1999. Pengaruh Variasi Penambahan Plastocer NC dan Lama Perendaman Terhadap Kuat Desak Beton.
- Murdock, J, L dan Brook, M, K, 1981, Bahan dan Praktek Beton, Jakarta.
- PBI, 1972. Peraturan Beton Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan P.U. Bandung.
- PUBI, 1982, Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan P.U., Bandung.

- Sidik dan Budi, 2002. Pengaruh Variasi Campuran Agregat yang Berasal dari Sungai Clereng, Sungai Krasak, Sungai Progo dan Sungai Sribung Terhadap Kuat Desak Beton, Yogyakarta.
- Sholeh, 2002. Pengaruh Gradasi Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan, Tarik, Geser, dan Lentur Beton, Yogyakarta.
- Sri H. dan Hardizora, 1998. Pengaruh Suhu Pada Kuat Desak dan Lentur Beton dengan Variasi Agregat Halus Pasir Hitam dan Pasir Putih.
- Sugiyono dan Javid H, 2003. Tinjauan Kuat Desak dan Kuat Tarik Belah pada Beton dengan Agregat Kasar Batu Kuning.
- Tjokrodimulyo, K, 1992. Bahan Bangunan, Buku ajar jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, K, 1992. Teknologi Beton, Buku ajar jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, K, 2004. Teknologi Beton, Buku ajar jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Zamroni, Y, F, 2004. Pengaruh Penambahan Kawat Bendrat dan Superplasticer pada Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Kuat Lentur Beton.
- , 1991, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SK SNIT-15-1991-03, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.

LAMPIRAN



LAMPIRAN A

Hasil pemeriksaan bahan beton



Tabel A.1

Analisis saringan ini bertujuan untuk mengetahui variasi butiran Modulus Halus Butir (MHB) agregat kasar.

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	926,5	46,325	46,325	53,675
10,00	889,5	44,475	90,8	9,2
4,80	49	2,45	93,25	6,75
2,40	135	6,75	100	0
1,20	0	0	100	0
0,60	0	0	100	0
0,30	0	0	100	0
0,15	0	0	100	0
Sisa	-	-	-	-
Jumlah	2000	100	730,375	

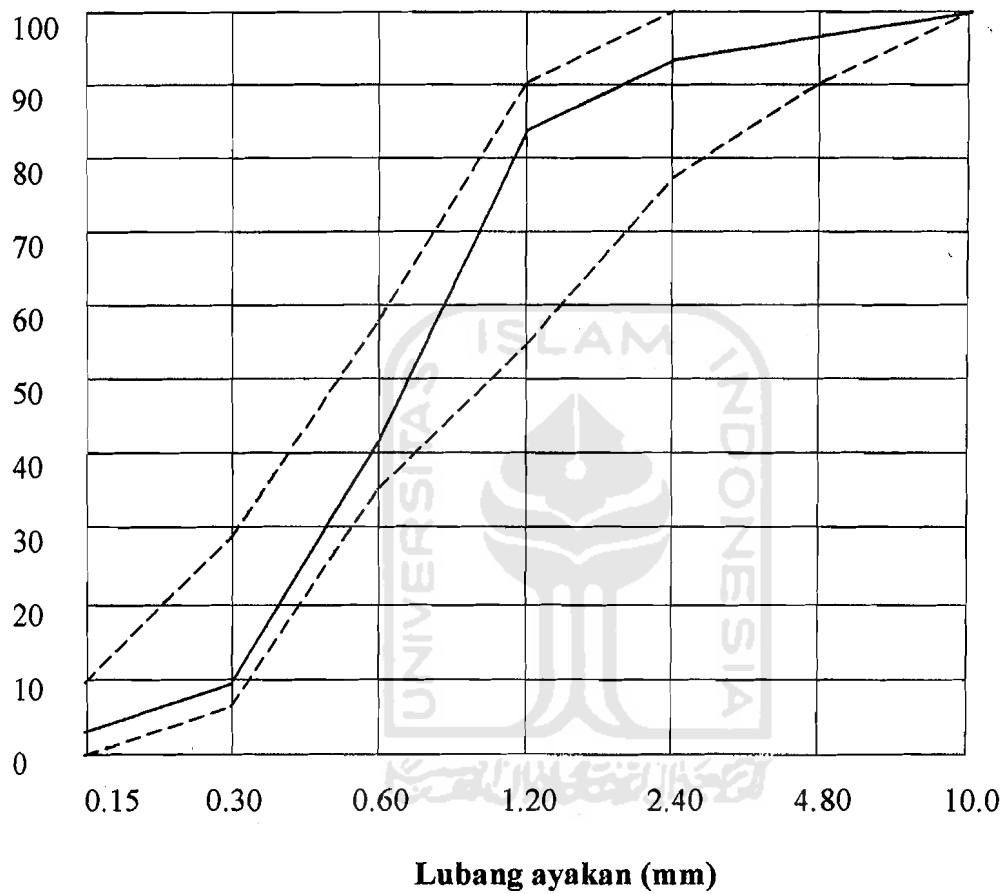
$$\text{MHB} = \frac{730,375}{100} = 7,3$$

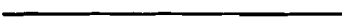
Tabel A.2

Analisis saringan ini bertujuan untuk mengetahui variasi butiran Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus dari sungai Krasak.

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00				
20,00				
10,00				
4,80	1	0.07	0.07	99.93
2,40	71	4.78	4.85	95.15
1,20	195	13.123	17.97	82.03
0,60	612	41.251	59.22	40.76
0,30	493	33.18	92.4	7.6
0,15	93	6.26	98.66	1.36
Sisa	20	1.34	-	-
Jumlah	1486	100	273.17	-

$$\text{MHB} = \frac{273,17}{100} = 2,73$$



Daerah II = 
 Daerah Gradasi pasir = 

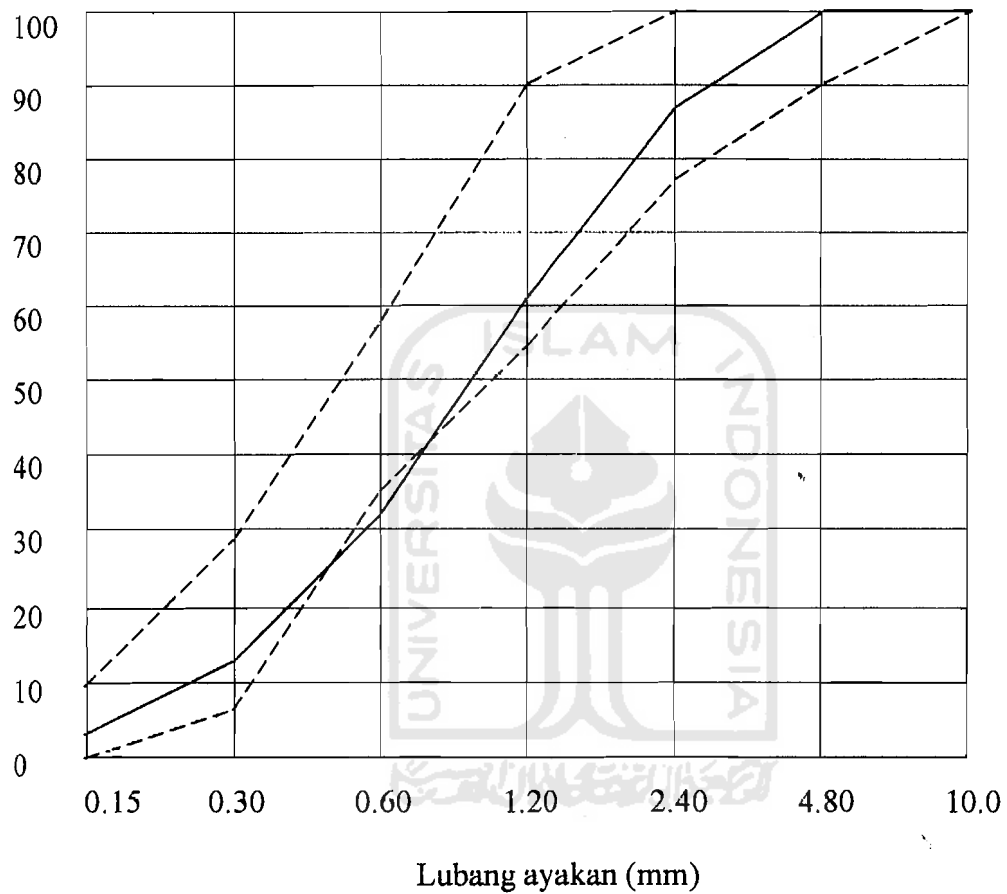
Gambar A.1 Gradasi agregat halus dari sungai Krasak masuk daerah gradasi II.

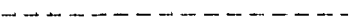
Tabel A.3

Analisis saringan ini bertujuan untuk mengetahui variasi butiran Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus dari sungai Boyong.

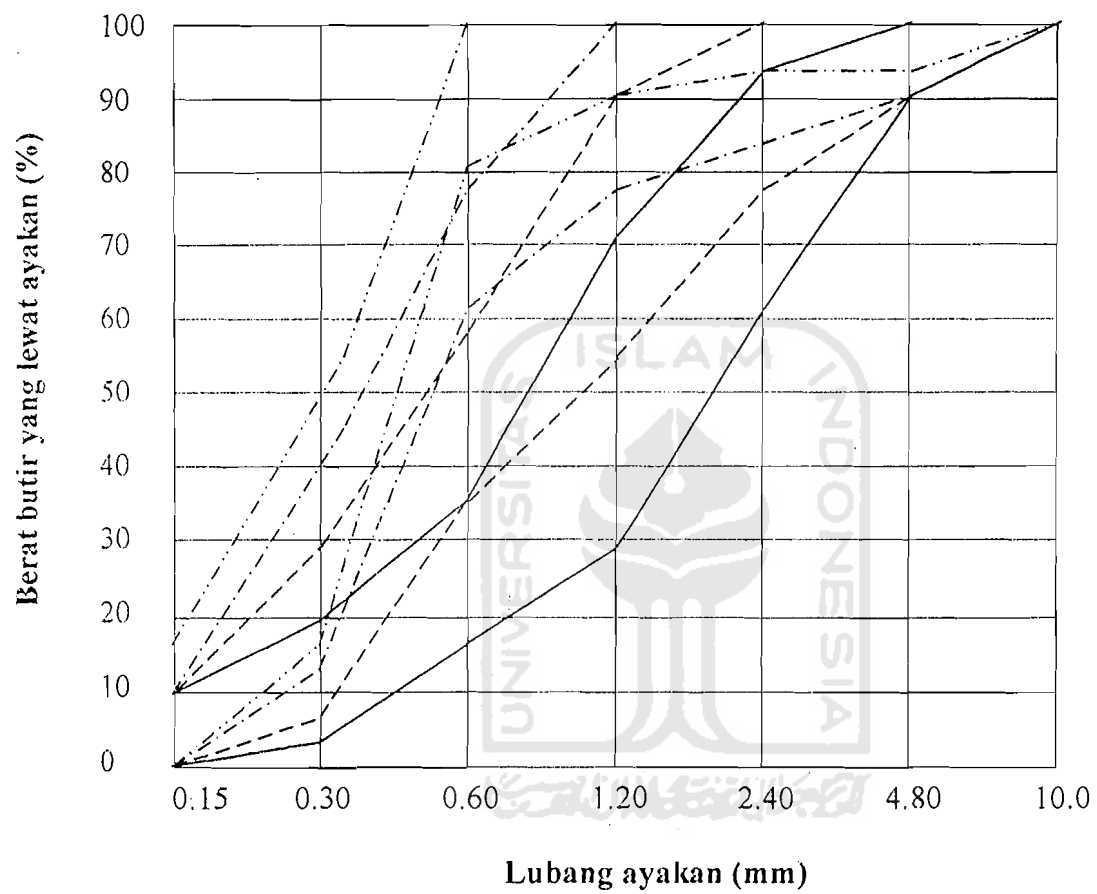
Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00				
20,00				
10,00				
4,80	-	-	-	100
2,40	276	13.8	13.8	86.2
1,20	487	24.35	38.15	61.85
0,60	604	30.2	68.35	31.65
0,30	373	18.65	87.0	13.0
0,15	180	9.0	96.0	4.0
Sisa	80	4.0	-	-
Jumlah	2000	100	303.3	-

$$\text{MHB} = \frac{303,3}{100} = 3.03$$



Daerah II = 
 Daerah Gradasi pasir = 

Gambar A.2 Gradasi agregat halus dari sungai Boyong masuk daerah gradasi II.



Daerah I = —————
 Daerah II = - - - - -
 Daerah III = - . - . -
 Daerah IV = -

Gambar A.3 Batas – batas gradasi untuk agregat halus.

Tabel A.4
Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar (kerikil)

<u>Uraian</u>	Cantoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4879,4	4897,7	4863,55
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3107,9	3129,5	3118,7
Berat jenis curah(Bjc) $Bk / (Bj - Ba)$	2,579	2,592	2,585
Berat jenis jenuh kering muka(Bj _{jk}) $Bj / (Bj - Ba)$	2,64	2,67	2,66
Berat jenis semu(Bjs) $Bk / (Bk - Ba)$	2,75	2,82	2,79
Penyerapan air(Pa) $(Bj - Bk) / Bk \times 100\%$	2,47	3,14	2,8

Tabel A.5
 Hasil pemeriksaan agregat halus (pasir) dari Sungai Krasak

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat jenis kering mutlak, gr (Bk)	490	483	486,5
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gr (Bj)	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gr (Bt)	1135	1130	1132,5
Berat piknometer berisi air, gr (B)	820	820	820
Berat jenis curah, gr/cm ³ (Bjc) $Bk / (B+500-Bt)$	2,6486	2,5421	2,5953
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm ³ (Bjkm) $500 / (B+500-Bt)$	2,7027	2,6316	2,6671
Berat jenis semu (Bjs) $Bk / (B+Bk-Bk)$	2,8	2,792	2,796
Penyerapan air (Pa) $(500-Bk) / Bk \times 100 \%$	2,041	3,519	2,775

Tabel A.6
 Hasil pemeriksaan agregat halus (pasir) dari Sungai Boyong

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat jenis kering mutlak, gr (Bk)	481	481	481
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gr (Bj)	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gr (Bt)	1125	1125	1125
Berat piknometer berisi air, gr (B)	820	820	820
Berat jenis curah, gr/cm^3 (Bjc) $Bk / (B+500-Bt)$	2,4667	2,4667	2,4667
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm^3 (Bjjkm) $500 / (B+500-Bt)$	2,5641	2,5641	2,5641
Berat jenis semu (Bjs) $Bk / (B+Bk-Bt)$	2,7329	2,7329	2,7329
Penyerapan air (Pa) $(500-Bk) / Bk \times 100 \%$	3,95	3,95	3,95

LAMPIRAN B

Perhitungan Komposisi Campuran Bahan Metode DOE



Perhitungan Mix Design

Data perencanaan adukan beton :

1. Diameter agregat kasar = 20 mm
2. Daerah gradasi pasir = 2
3. Pemeriksaan agregat terdapat pada Tabel 5.1

Langkah-langkah pokok cara DOE (Inggris/Departemen Pekerjaan Umum) sebagai berikut:

1. Penetapan kuat tekan beton yang disyaratkan (f'_c) pada umur 28 hari adalah 25 Mpa. Kuat tekan beton yang disyaratkan ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan strukturnya dan kondisi setempat.
2. Penetapan nilai deviasi standar (s).
Deviasi standar ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan percampuran betonnya. Makin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standarnya. Deviasi standar yang digunakan adalah 4,2 Mpa. Penetapan nilai untuk merencanakan nilai tingkat pengendalian pekerjaan menggunakan Tabel B.1, dengan tingkat pengendalian mutu baik.
3. Penghitungan nilai tambah (margin), (M).

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan nilai tambah (M)} &= K * Sd \\
 &= 1,64 * 4,2 * 1,0 \\
 &= 6,88
 \end{aligned}$$

Jika nilai tambah ini sudah ditetapkan sebesar 6,88 Mpa.

Keterangan : M = nilai tambah

K = 1,64 (dipakai jika sampel 30 buah, jika sampel < 30 buah. Maka nilai K = 5 % dari sampel)

Sd = deviasi standar

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan. Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan diperoleh dengan rumus :

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'_c + M \\ &= 25 + 6,88 \\ &= 31,88 \text{ MPa} \end{aligned}$$

dengan : f'_{cr} = kuat tekan rata-rata, Mpa

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan, Mpa

M = nilai tambah, Mpa

5. Penetapan jenis semen Portland

Menurut PUBLI 1982 di Indonesia semen Portland dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu jenis I, II, III, IV dan V. Jenis I merupakan jenis semen biasa, adapun jenis III merupakan jenis semen yang dipakai untuk struktur yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi, atau dengan kata lain sering disebut semen cepat mengeras. Semen yang dipakai pada penelitian ini adalah semen portland merk Nusantara dengan kemasan berat = 50 kg.

6. Penetapan jenis agregat

Jenis kerikil dan pasir ditetapkan, apakah berupa agregat alami (tidak dipecahkan) ataukah agregat jenis batu pecah (*crushed aggregate*). Dalam penelitian ini menggunakan agregat kasar berdiameter rata-rata 20 mm.

7. Tetapkan faktor air-semen dengan salah satu dari dua cara berikut :

Lihat Gambar 2 lukislah titik A pada Gambar 2 dengan nilai fas 0,50 (sebagai absis) dan kuat tekan beton yang diperoleh dari langkah 4 (sebagai ordinat). Pada titik A tersebut kemudian dibuat grafik baru yang bentuknya sama dengan 2 grafik yang sudah ada disebelahnya. Selanjutnya ditarik garis mendatar dari sumbu tegak di kiri pada kuat tekan rata-rata yang dikehendaki sampai memotong grafik baru tersebut. Dari titik potong itu kemudian ditarik garis ke bawah sampai memotong



sumbu mendatar dan dapatlah dibaca nilai faktor- air semen yang dicari. Faktor air semen yang digunakan adalah 0,55.

8. Penetapan faktor air-semen maksimum

Agar beton yang diperoleh tidak cepat rusak misalnya, maka perlu ditetapkan nilai faktor air-semen maksimum dengan menggunakan Tabel B.2 dengan criteria beton di luar ruang bangunan dan terlindung dari hujan dan terik matahari langsung maka faktor air semen maksimum adalah 0,60. Tetapi yang digunakan adalah faktor air semen yang rendah, yaitu 0,55.

9. Penetapan nilai slump

Penetapan nilai slump dilakukan dengan memperhatikan pelaksanaan pembuatan, pengangkutan, penuangan, pemadatan maupun jenis strukturnya. Cara pengangkutan adukan beton dengan aliran dalam pipa yang dipompa dengan tekanan membutuhkan nilai slam yang besar, adapun pemadatan adukan dengan alat getar (triller) dapat dilakukan dengan nilai slump yang agak kecil. Nilai slump yang digunakan ditetapkan dengan menggunakan Tabel B.5 dengan merancang pemakaian beton untuk pembuatan pelat, balok, kolom dan dinding yaitu antara 7,5 – 15 cm.

10. Penetapan besar butir agregat maksimum

Dalam penelitian ini menggunakan ukuran agregat kasar maksimum sebesar 200 mm.

11. Kebutuhan air.

Air yang dibutuhkan dalam campuran ini menggunakan Tabel B.6 dengan menetapkan nilai slump sebesar 60-180 (mm), besar ukuran maksimum kerikil 20 mm dan menetapkan jenis batuan, yaitu batu pecah maka kebutuhan air per meter kubik beton (liter) sebesar = 225 lt.

12. Hitung berat semen yang diperlukan

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan membagi jumlah air (dari langkah (11) dengan faktor air-semen yang diperoleh pada langkah (7 dan 8).

$$\text{Menentukan kebutuhan semen} = \frac{\text{air}}{\text{fas}} = \frac{225}{0,55} = 409,091 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

13. Kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ini ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus, misalnya lingkungan korosif, air payau, air laut. Kebutuhan semen minimum ditentukan menggunakan Tabel B.7 dengan jenis pembetonan untuk beton luar ruang bangunan dan terlindung dari hujan dan terik matahari langsung maka semen minimum (kg/m^3 beton) seberat 275 kg/m^3 .

14. Penyesuaian kebutuhan semen

Apabila kebutuhan semen yang diperoleh dari (12) ternyata lebih sedikit daripada kebutuhan semen minimum (13) maka kebutuhan semen harus dipakai yang nilainya lebih besar, yaitu 275 kg/m^3 .

15. Penyesuaian jumlah air atau faktor air-semen

Karena pada langkah 14 tidak mengalami perubahan maka nilai factor air semen tetap yaitu sebesar 0,55.

16. Penentuan daerah gradasi agregat halus

Berdasarkan gradasinya (hasil analisis ayakan) atau dengan menghitung nilai Modulus Halus Butiran (MHB) maka agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 daerah. Agregat halus yang dipakai adalah agregat halus yang lolos saringan 4,75/5 mm masuk pada daerah gradasi II.

17. Perbandingan agregat halus dan agregat kasar

Nilai banding antara berat agregat halus dan agregat kasar diperlukan untuk memperoleh gradasi agregat campuran yang baik. Pada langkah ini dicari nilai banding antara berat agregat halus dan berat agregat campuran. Penetapan dilakukan dengan memperhatikan besar butir maksimum

agregat kasar, nilai slump, faktor air-semen, dan daerah gradasi agregat halus. Berdasarkan data tersebut dan Gambar B.3 Perbandingan agregat halus dan kasar yang dipakai adalah 42%, 48% dan 52%.

18. Berat jenis agregat campuran

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} B_j \text{ camp} &= \frac{P}{100} \times b_j \text{ agg hls} + \frac{K}{100} \times b_j \text{ agg ksr} \\ &= \frac{42}{100} \times 2,67 + \frac{58}{100} \times 2,66 \\ &= 2,66 \text{ t/m}^3 \end{aligned}$$

dengan : $B_j \text{ camp}$ = berat jenis agregat campuran

$b_j \text{ agg hls}$ = berat jenis agregat halus

$b_j \text{ agg ksr}$ = berat jenis agregat kasar

P = persentase agregat halus terhadap agregat kasar

K = persentase agregat kasar terhadap agregat halus

Berat jenis agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium, namun jika tidak ada dapat diambil sebesar 2,60 untuk agregat alami dan 2,70 untuk agregat pecahan.

19. Penentuan berat jenis beton

Dengan data berat jenis agregat campuran dari langkah (18) dan kebutuhan air tiap meter kubik (m^3) maka dapat ditentukan berat jenis betonnya. Menggunakan Gambar B.1 dengan hasil langkah (11) sebagai absis dan berat jenis agregat yang didapat pada langkah (18) untuk sisi kanan gambar, dengan menarik garis mendatar kekanan maka berat beton dapat dibaca. Berat jenis beton = 2310 kg/m^3 (didapat dari grafik hubungan kandungan air dan berat jenis campuran).

20. Kebutuhan agregat campuran

Kebutuhan agregat campuran dihitung dengan cara mengurangi berat beton per-meter kubik dikurangi kebutuhan air dan semen.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan agregat campuran} &= \text{berat beton} - \text{keb. air} - \text{keb. semen} \\ &= 2310 - 225 - 409,091 \\ &= 1675,91 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

21. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (17) dan (20)

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan cara mengalikan kebutuhan agregat campuran dengan persentase berat agregat halusnya.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan agregat halus (pasir)} &= \text{keb. agregat campuran} \times \text{persentase berat pasir} \\ &= 1675,91 \times 42\% \\ &= 703,88 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

22. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (20) dan (21)

Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan cara mengurangi kebutuhan agregat campuran dengan kebutuhan agregat halus.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan agregat kasar (kerikil)} &= \text{keb. agregat campuran} - \text{keb. pasir} \\ &= 1675,91 - 703,88 \\ &= 972,03 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Tabel B.1
Tingkat pengendalian pekerjaan

No	Tingkat pengendalian mutu	Sd (MPa)
1	Memuaskan	2,8
2	Sangat baik	3,5
3	Baik	4,2
4	Cukup	5,6
5	Jelek	7,0
6	Tanpa kendali	8,4

(Kardiyono, 1992)

Tabel B.2
Persyaratan faktor air-semen maksimum untuk
bebagai pembetonan dan lingkungan khusus

No	Jenis pembetonan	Fas maksimum
1	Beton di dalam ruang bangunan a. Keadaan keliling non-korosif b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0.60 0.52
2	Beton di luar ruang bangunan a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.55 0.60
3	Beton yang masuk ke dalam tanah a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	0.55 lihat tabel 2
4	Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar / payau / laut	lihat tabel 3

(Kardiyono, 1992)

Tabel B.3
Faktor air-semen maksimum untuk beton yang berhubungan
dengan air tanah yang mengandung sulfat

Konsetrasi sulfat (SO ₃)			Jenis semen	Fas maks
Dalam tanah		SO ₃ dalam air tanah (gr/lt)		
Total SO ₃ %	SO ₃ dalam campursn air : tanah = 2:1 (gr/lt)			
<0,2	<1,0	<0,3	Tipe I dengan atau pozzolan (15 – 40%)	0,50
0,2 – 0,5	1,0 – 1,9	0,3 – 1,2	Tipe I tanpa pozzolan	0,50
			Tipe I dengan pozzolan (15 – 40%) atau semen portlaand pozzolan	0,55
			Tipe II atau V	0,55
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1	1,2 – 2,5	Tipe I dengan pozzolan (15 – 40%) atau semen portland pozzolan	0,45
			Tipe II atau V	0,45
1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	2,5 – 5,0	Tipe II atau V	0,45
>2,0	>5,6	>5,0	Tipe II atau V dan lapisan pelindung	0,45

(Kardiyono, 1992)

Tabel B.4
Faktor air-semen untuk beton bertulang dalam air

Berhubungan dengan :	Tipe semen	Faktor air-semen
Air tawar	Semen tipe I - V	0,50
Air payau	Tipe I + pozzolan (15 – 40%) atau S.P Pozzolan	0,45
	Tipe II atau V	0,50
Air laut	Tipe II atau V	0,45

(Kardiyono, 1992)

Tabel B.5
Penetapan nilai slump (cm)

Pemakaian beton	Maks	Min
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

(Kardiyono, 1992)

Tabel B.6
Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (liter)

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

(Kardiyono, 1992)

Tabel B.7
Kebutuhan semen minimum untuk
bagai pembetonan dan lingkungan khusus

No	Jenis pembetonan	Semem minimum (kg/m ³ beton)
1	Beton di dalam ruang bangunan	
	c. Keadaan keliling non-korosif	275
	d. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	325
2	Beton di luar ruang bangunan	
	c. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325
	d. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
3	Beton yang masuk ke dalam tanah	
	c. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325
	d. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	lihat tabel 7
4	Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar / payau / laut	lihat tabel 8

(Kardiyono, 1992)

Tabel B.8
Kandungan semen maksimum untuk beton yang berhubungan
dengan air tanah yang mengandung sulfat

Konsetrasi sulfat (SO_3)			Jenis semen	Kandungan semen maksimum (kg/m^3) Ukuran maks. Agregat (mm)
Dalam tanah		SO_3 dalam air tanah (gr/lt)		
Total SO_3 %	SO_3 dalam campursn air : tanah = 2:1 (gr/lt)			
<0,2	<1,0	<0,3	Tipe I dengan atau pozzolan (15 – 40%)	280 300 350
0,2 – 0,5	1,0 – 1,9	0,3 – 1,2	Tipe I tanpa pozzolan Tipe I dengan pozzolan (15 – 40%) atau semen portland pozzolan Tipe II atau V	290 330 380 250 290 340
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1	1,2 – 2,5	Tipe I dengan pozzolan (15 – 40%) atau semen portland pozzolan Tipe II atau V	340 380 430 290 330 380
1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	2,5 – 5,0	Tipe II atau V	330 370 420
>2,0	>5,6	>5,0	Tipe II atau V dan lapisan pelindung	330 370 420

(Kardiyono, 1992)

Tabel B.9

Perkiraan kuat tekan beton (MPa) dengan faktor air semen 0,50

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Umur (hari)			
		3	7	28	91
I, II, V	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	23	27	37	43
III	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

(Kardiyono, 1992)

Tabel B.10

Kandungan semen minimum untuk beton bertulang dalam air

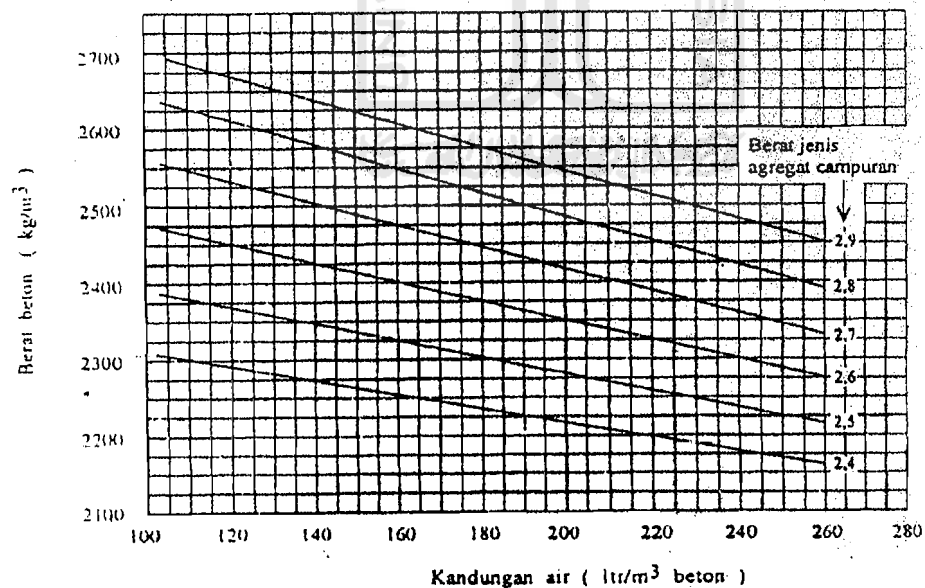
Berhubungan dengan :	Tipe semen	Kandungan semen minimum	
		Ukuran maksimum agregat (mm)	
		40	20
Air tawar	Semua tipe I - V	280	300
Air payau	Tipe I + Pozzolan (15 – 40%)	340	380
	atau S.P. Pozzolan Tipe II atau V	290	330
Air laut	Tipe II atau V	330	370

(Kardiyono, 1992)

Tabel B.11
Batas gradasi pasir

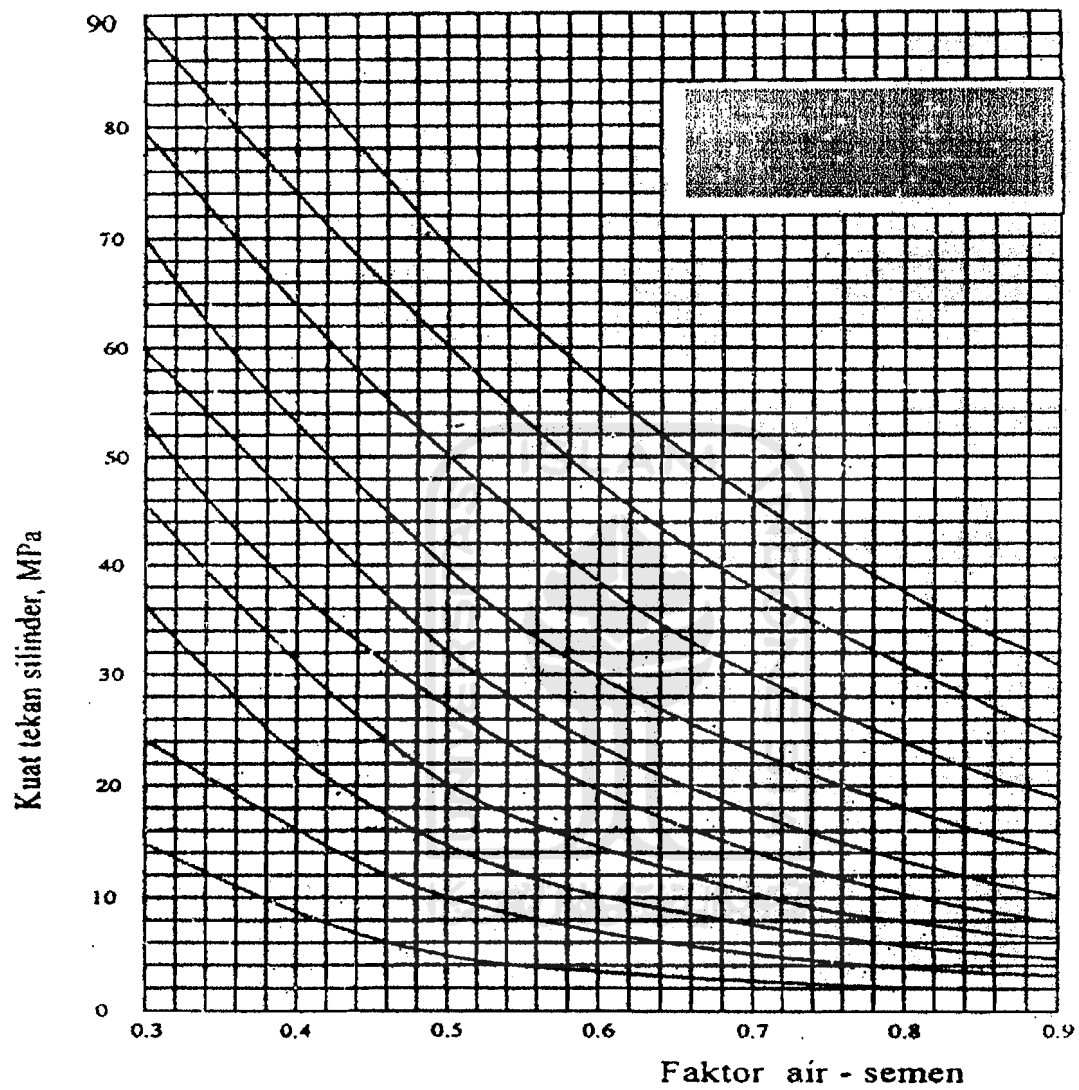
Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	1	2	3	4
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Kardiyono, 1992)



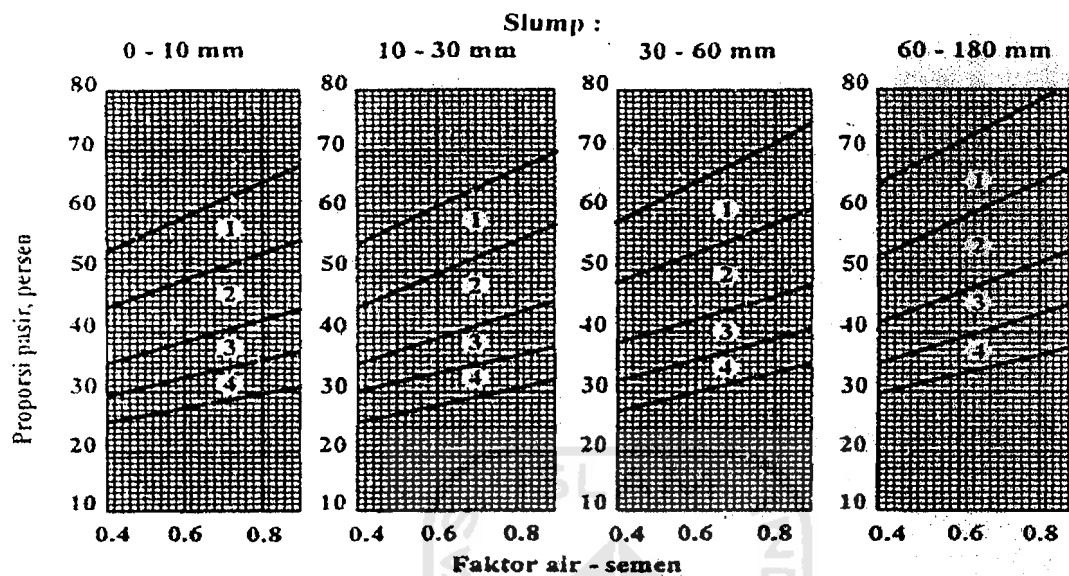
Gambar B.1

Hubungan berat beton, berat jenis agregat campuran, dan kandungan air



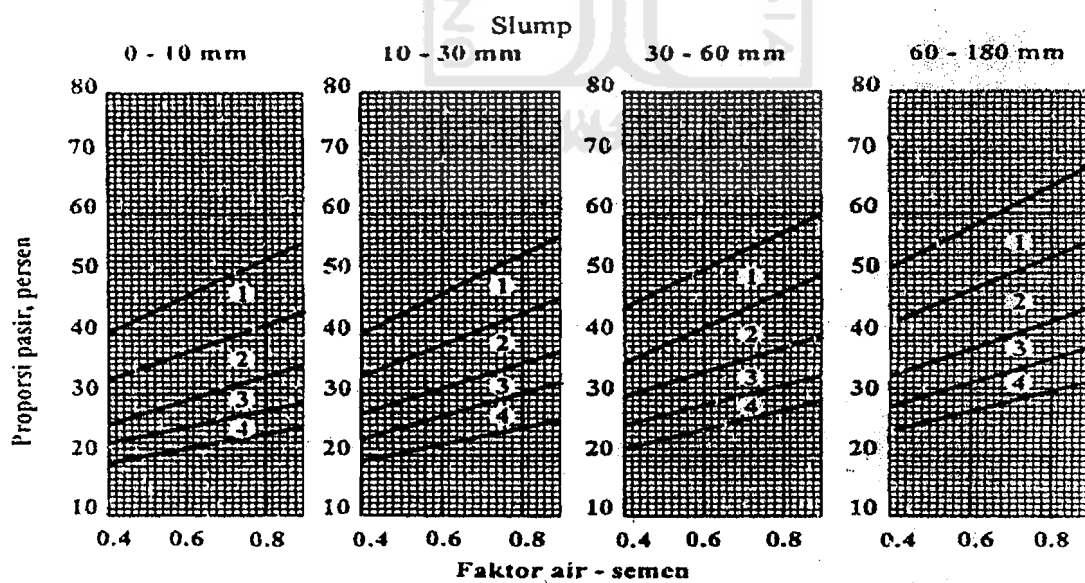
Gambar B.2

Grafik mencari faktor air semen



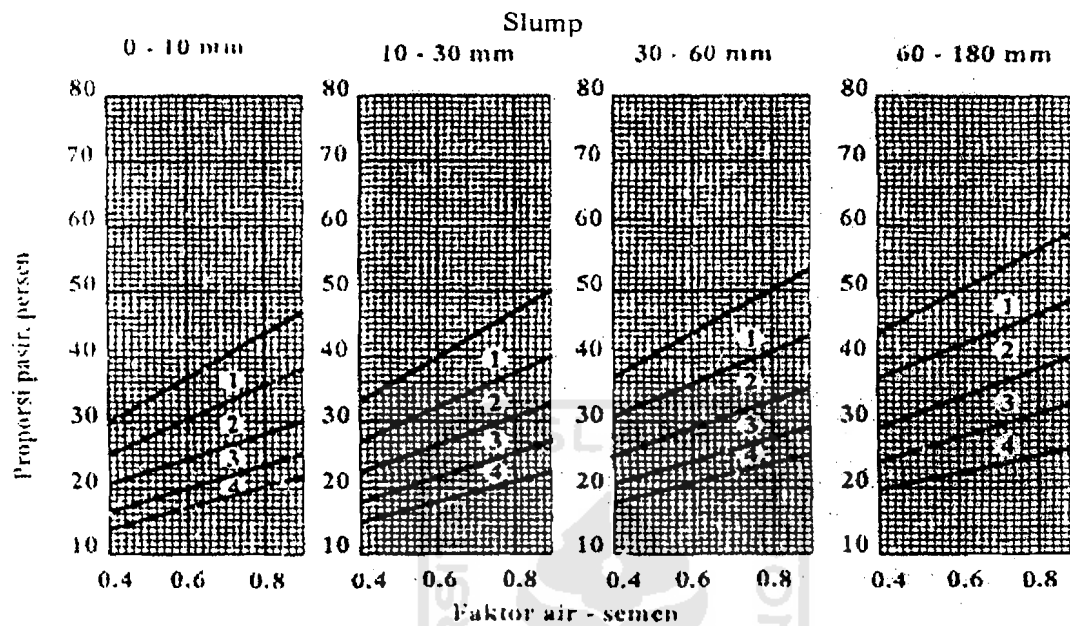
Gambar B.3

Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 10 mm



Gambar B.4

Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm



Gambar B.5

Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 40 mm

Tabel B.12

Kebutuhan campuran untuk 5 sampel dengan agregat halus dari sungai Krasak.

Variasi prosentase	Agregat halus (Kg/m ³)	Agregat kasar (Kg/m ³)	Air (lt)	Semen (Kg)
Batas bawah (0%)	18.64	25.75	5.96	23.95
Batas tengah (50%)	21.31	23.08	5.96	23.95
Batas atas (100%)	23.08	21.31	5.96	23.95

Tabel B.13

Kebutuhan campuran untuk 5 sampel dengan agregat halus dari sungai Boyong.

Variasi prosentase	Agregat halus (Kg/m ³)	Agregat kasar (Kg/m ³)	Air (lt)	Semen (Kg)
Batas bawah (0%)	18.31	25.29	5.96	23.95
Batas tengah (50%)	20.90	22.64	5.96	23.95
Batas atas (100%)	22.64	20.90	5.96	23.95

Tabel B.14

Kebutuhan campuran untuk 3 sampel dengan agregat halus dari sungai Krasak.

Variasi prosentase	Agregat halus (Kg/m ³)	Agregat kasar (Kg/m ³)	Air (lt)	Semen (Kg)
Batas bawah (0%)	11.18	15.34	3.58	14.37
Batas tengah (50%)	12.79	13.85	3.58	14.37
Batas atas (100%)	13.85	12.79	3.58	14.37

Tabel B.15

Kebutuhan campuran untuk 3 sampel dengan agregat halus dari sungai Boyong.

Variasi prosentase	Agregat halus (Kg/m ³)	Agregat kasar (Kg/m ³)	Air (lt)	Semen (Kg)
Batas bawah (0%)	10.99	15.17	3.58	14.37
Batas tengah (50%)	12.54	13.58	3.58	14.37
Batas atas (100%)	13.58	12.54	3.58	14.37

Tabel B.16

Kebutuhan campuran untuk 4 sampel dengan agregat halus dari sungai Krasak

Variasi prosentase	Agregat halus (Kg/m ³)	Agregat kasar (Kg/m ³)	Air (lt)	Semen (Kg)
Batas bawah (0%)	7,04	9,72	2,25	4,10
Batas tengah (50%)	8,04	8,71	2,25	4,10
Batas atas (100%)	8,71	8,04	2,25	4,10

Tabel B.17

Kebutuhan campuran untuk 4 sampel dengan agregat halus dari sungai Boyong

Variasi prosentase	Agregat halus (Kg/m ³)	Agregat kasar (Kg/m ³)	Air (lt)	Semen (Kg)
Batas bawah (0%)	6,91	9,55	2,25	4,10
Batas tengah (50%)	7,89	8,55	2,25	4,10
Batas atas (100%)	8,55	7,89	2,25	4,10

Tabel B.18

Kebutuhan campuran untuk 3 sampel dengan agregat halus dari sungai Krasak

Variasi prosentase	Agregat halus (Kg/m ³)	Agregat kasar (Kg/m ³)	Air (lt)	Semen (Kg)
Batas bawah (0%)	10.56	14.58	3.37	6,14
Batas tengah (50%)	12.07	13.07	3,37	6,14
Batas atas (100%)	13.07	12.07	3,37	6,14

Tabel B.19

Kebutuhan campuran untuk 3 sampel dengan menggunakan agregat halus dari sungai Boyong

Variasi prosentase	Agregat halus (Kg/m ³)	Agregat kasar (Kg/m ³)	Air (lt)	Semen (Kg)
Batas bawah (0%)	10.37	14.32	3,37	6,14
Batas tengah (50%)	11.84	12.82	3,37	6,14
Batas atas (100%)	12.82	11.84	3,37	6,14

FORMULIR PERANCANGAN ADUKAN BETON

(Menurut Standar Pekerjaan Umum)

Agregat halus dari Sungai Krasak dengan perbandingan 42 %

No.	Uraian	
1.	Kuat tekan yang disyaratkan, pada umur 28 hari	: 25 MPa
2.	Deviasi standard (E)	: 4,2 MPa
3.	Nilai tambah (m)	: 6,88 MPa
4.	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'_{cr})	: 31,88 MPa
5.	Jenis semen (biasa / cepat keras)	: Biasa
6.	Jenis agregat kasar (alami / batu pecah)	: Batu pecah
	Jenis agregat halus (alami / pecahan)	: alami
7.	Faktor air-semen (gb.B.2 hal 100)	: 0,55
8.	Faktor air-semen maksimum (tabel B.2 hal 93)	: 0,60
	Dipakai faktor air-semen yang rendah	: 0,55
9.	Nilai slump (tabel B.5 hal 95)	: 7,5 – 16 cm
10.	Ukuran maksimum agregat kasar	: 200 mm.
11.	Kebutuhan air (tabel B.6 hal 95)	: 225 ltr
12.	Kebutuhan semen Portland (dari butir 8 & 11)	: 409.091 kg
13.	Kebutuhan semen Portland minimum (tabel B.7 hal 96)	: 275 kg
14.	Dipakai kebutuhan semen Portland	: 409,091 kg
15.	Penyesuaian jumlah air atau f. a. s	: 0,55
16.	Daerah gradasi agregat halus (gb.B.3 hal 101)	: 2
17.	Persen berat agregat halus terhadap camp. (gb. B.3 hal101):	42 %
18.	Berat jenis agregat campuran (dihitung)	: 2,66 t / m ³
19.	Berat jenis beton (gb. B.1 hal 99)	: 2310 kg / m ³
20.	Kebutuhan agregat (langkah 19 - 11 - 14)	: 1675,9 kg / m ³
21.	Kebutuhan agregat halus (langkah 17 x 20)	: 703,88 kg / m ³
22.	Kebutuhan agregat kasar (langkah 20 – 21)	: 972,03 kg / m ³

FORMULIR PERANCANGAN ADUKAN BETON

(Menurut Standar Pekerjaan Umum)

Agregat halus dari Sungai Krasak dengan perbandingan 48 %

No.	Uraian	
1.	Kuat tekan yang disyaratkan, pada umur 28 hari	: 25 MPa
2.	Deviasi standard (E)	: 4,2 MPa
3.	Nilai tambah (m)	: 6,88 MPa
4.	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'_{cr})	: 31,88 MPa
5.	Jenis semen (biasa / cepat keras)	: biasa
6.	Jenis agregat kasar (alami / batu pecah)	: batu pecah
	Jenis agregat halus (alami / pecahan)	: alami
7.	Faktor air-semen (gb. B.2 hal 100)	: 0,55
8.	Faktor air-semen maksimum (tabel B.2 hal 93)	: 0,60
	Dipakai faktor air-semen yang rendah	: 0,55
9.	Nilai slump (tabel B.5 hal 95)	: 7,5 – 16 cm
10.	Ukuran maksimum agregat kasar	: 200 mm.
11.	Kebutuhan air (tabel B.6 hal 95)	: 225 ltr
12.	Kebutuhan semen Portland (dari butir 8 & 11)	: 409,091 kg
13.	Kebutuhan semen Portland minimum (tabel B.7 hal 96)	: 275 kg
14.	Dipakai kebutuhan semen Portland	: 409,091 kg
15.	Penyesuaian jumlah air atau f. a. s	: 0,55
16.	Daerah gradasi agregat halus (gb. B.3 hal 101)	: 2
17.	Persen berat agregat halus terhadap camp. (gb. B.3 hal 101)	: 48 %
18.	Berat jenis agregat campuran (dihitung)	: 2,66 t / m ³
19.	Berat jenis beton (gb. B.1 hal 99)	: 2310 kg / m ³
20.	Kebutuhan agregat (langkah 19 - 11 - 14)	: 1675,91 kg / m ³
21.	Kebutuhan agregat halus (langkah 17 x 20)	: 804,44 kg / m ³
22.	Kebutuhan agregat kasar (langkah 20 - 21)	: 871, 47 kg / m ³

FORMULIR PERANCANGAN ADUKAN BETON
(Menurut Standar Pekerjaan Umum)
Agregat halus dari Sungai Krasak dengan perbandingan 52 %

No.	Uraian
1.	Kuat tekan yang disyaratkan, pada umur 28 hari : 25 MPa
2.	Deviasi standard (E) : 4,8 MPa
3.	Nilai tambah (m) : 6,88 MPa
4.	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'_{cr}) : 31,88 MPa
5.	Jenis semen (biasa / cepat keras) : biasa
6.	Jenis agregat kasar (alami / batu pecah) : batu pecah
	Jenis agregat halus (alami / pecahan) : alami
7.	Faktor air-semen (gb. B.2 hal 100) : 0,55
8.	Faktor air-semen maksimum (tabel B.2 hal 93) : 0,66
	Dipakai faktor air-semen yang rendah : 0,55
9.	Nilai slump (tabel B.5 hal 95) : 7,5 – 16 cm
10.	Ukuran maksimum agregat kasar : 200 mm.
11.	Kebutuhan air (tabel B.6 hal 95) : 225 ltr
12.	Kebutuhan semen Portland (dari butir 8 & 11) : 409.091 kg
13.	Kebutuhan semen Portland minimum (tabel B.7 hal 96) : 275 kg
14.	Dipakai kebutuhan semen Portland : 409,091 kg
15.	Penyesuaian jumlah air atau f. a. s : 0,55
16.	Daerah gradasi agregat halus (gb. B.3 hal 101) : 2
17.	Persen berat agregat halus terhadap camp. (gb. B.3 hal 101) : 52 %
18.	Berat jenis agregat campuran (dihitung) : 2,66 t / m ³
19.	Berat jenis beton (gb. B.1 hal 99) : 2310 kg / m ³
20.	Kebutuhan agregat (langkah 19 - 11 - 14) : 1675,91 kg / m ³
21.	Kebutuhan agregat halus (langkah 17 x 20) : 871,47 kg / m ³
22.	Kebutuhan agregat kasar (langkah 20 – 21) : 804,44 kg / m ³

FORMULIR PERANCANGAN ADUKAN BETON

(Menurut Standar Pekerjaan Umum)

Agregat halus dari Sungai Boyong dengan perbandingan 42 %

No.	Uraian	
1.	Kuat tekan yang disyaratkan, pada umur 28 hari	: 28 MPa
2.	Deviasi standard (E)	: 4,2 MPa
3.	Nilai tambah (m)	: 6,88 MPa
4.	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'_{cr})	: 31,88 MPa
5.	Jenis semen (biasa / cepat keras)	: biasa
6.	Jenis agregat kasar (alami / batu pecah)	: batu pecah
	Jenis agregat halus (alami / pecahan)	: alami
7.	Faktor air-semen (gb. B.2 hal 100)	: 0,55
8.	Faktor air-semen maksimum (tabel B.2 hal 93)	: 0,60
	Dipakai faktor air-semen yang rendah	: 0,55
9.	Nilai slump (tabel B.5 hal 95)	: 7,5 – 16 cm
10.	Ukuran maksimum agregat kasar	: 200 mm.
11.	Kebutuhan air (tabel B.6 hal 95)	: 225 ltr
12.	Kebutuhan semen Portland (dari butir 8 & 11)	: 409,091 kg
13.	Kebutuhan semen Portland minimum (tabel B.7 hal 96)	: 275 kg
14.	Dipakai kebutuhan semen Portland	: 409,091 kg
15.	Penyesuaian jumlah air atau f. a. s	: 0,55
16.	Daerah gradasi agregat halus (gb. B.3 hal 101)	: 2
17.	Persen berat agregat halus terhadap camp. (gb. B.3 hal 101)	: 42 %
18.	Berat jenis agregat campuran (dihitung)	: 2,62 t / m ³
19.	Berat jenis beton (gb. B.1 hal 99)	: 2280 kg / m ³
20.	Kebutuhan agregat (langkah 19 - 11 - 14)	: 1645,91 kg / m ³
21.	Kebutuhan agregat halus (langkah 17 x 20)	: 691,28 kg / m ³
22.	Kebutuhan agregat kasar (langkah 20 – 21)	: 954,63 kg / m ³

FORMULIR PERANCANGAN ADUKAN BETON

(Menurut Standar Pekerjaan Umum)

Agregat halus dari Sungai Boyong dengan perbandingan 48 %

No.	Uraian	
1.	Kuat tekan yang disyaratkan, pada umur 28 hari	: 25 MPa
2.	Deviasi standard (E)	: 4,2 MPa
3.	Nilai tambah (m)	: 6,89 MPa
4.	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'_{cr})	: 31,89 MPa
5.	Jenis semen (biasa / cepat keras)	: biasa
6.	Jenis agregat kasar (alami / batu pecah)	: batu pecah
	Jenis agregat halus (alami / pecahan)	: alami
7.	Faktor air-semen (gb. B.2 hal 100)	: 0,55
8.	Faktor air-semen maksimum (tabel B.2 hal 93)	: 0,60
	Dipakai faktor air-semen yang rendah	: 0,55
9.	Nilai slump (tabel B.5 hal 95)	: 7,5 – 16 cm
10.	Ukuran maksimum agregat kasar	: 200 mm.
11.	Kebutuhan air (tabel B.6 hal 95)	: 225 ltr
12.	Kebutuhan semen Portland (dari butir 8 & 11)	: 409.091 kg
13.	Kebutuhan semen Portland minimum (tabel B.7 hal 96)	: 275 kg
14.	Dipakai kebutuhan semen Portland	: 409,091 kg
15.	Penyesuaian jumlah air atau f. a. s	: 0,55
16.	Daerah gradasi agregat halus (gb. B.3 hal 101)	: 2
17.	Persen berat agregat halus terhadap camp. (gb. B.3 hal 101):	48 %
18.	Berat jenis agregat campuran (dihitung)	: 2,62 t / m ³
19.	Berat jenis beton (gb. B.1 hal 99)	: 2278 kg / m ³
20.	Kebutuhan agregat (langkah 19 - 11 - 14)	: 1643,91 kg / m ³
21.	Kebutuhan agregat halus (langkah 17 x 20)	: 789,08 kg / m ³
22.	Kebutuhan agregat kasar (langkah 20 – 21)	: 854,83 kg / m ³

FORMULIR PERANCANGAN ADUKAN BETON

(Menurut Standar Pekerjaan Umum)

Agregat halus dari Sungai Boyong dengan perbandingan 52 %

No.	Uraian		
1.	Kuat tekan yang disyaratkan, pada umur 28 hari	: 25	MPa
2.	Deviasi standard (E)	: 4,2	MPa
3.	Nilai tambah (m)	: 6,88	MPa
4.	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'_{cr})	: 31,88	MPa
5.	Jenis semen (biasa / cepat keras)	: biasa	
6.	Jenis agregat kasar (alami / batu pecah)	: batu pecah	
	Jenis agregat halus (alami / pecahan)	: alami	
7.	Faktor air-semen (gb. B.2 hal 100)	: 0,55	
8.	Faktor air-semen maksimum (tabel B.2 hal 93)	: 0,60	
	Dipakai faktor air-semen yang rendah	: 0,55	
9.	Nilai slump (tabel B.5 hal 95)	: 7,5 – 16	cm
10.	Ukuran maksimum agregat kasar	: 200	mm.
11.	Kebutuhan air (tabel B.6 hal 95)	: 225	ltr
12.	Kebutuhan semen Portland (dari butir 8 & 11)	: 409,091	kg
13.	Kebutuhan semen Portland minimum (tabel B.7 hal 96)	: 275	kg
14.	Dipakai kebutuhan semen Portland	: 409,091	kg
15.	Penyesuaian jumlah air atau f. a. s	: 0,55	
16.	Daerah gradasi agregat halus (gb. B.3 hal 101)	: 2	
17.	Persen berat agregat halus terhadap camp. (gb. B.3 hal 101)	: 52	%
18.	Berat jenis agregat campuran (dihitung)	: 2,61	t / m ³
19.	Berat jenis beton (gb. B.1 hal 99)	: 2278	kg / m ³
20.	Kebutuhan agregat (langkah 19 - 11 - 14)	: 1643,91	kg / m ³
21.	Kebutuhan agregat halus (langkah 17 x 20)	: 854,83	kg / m ³
22.	Kebutuhan agregat kasar (langkah 20 – 21)	: 789,08	kg / m ³



Tabel C.1
Hasil pengujian slump terhadap uji kuat tekan.

Variasi adukan beton	Asal agregat halus	
	Sungai Krasak (cm)	Sungai Boyong (cm)
Batas atas	8	12
Batas tengah	10	8
Batas bawah	12	14

Tabel C.2
Hasil pengujian slump terhadap uji kuat tarik belah.

Variasi adukan beton	Asal agregat halus	
	Sungai Krasak (cm)	Sungai Boyong (cm)
Batas atas	8	15
Batas tengah	10	8
Batas bawah	12	14

Tabel C.3
Hasil pengujian slump terhadap uji kuat geser.

Variasi adukan beton	Asal agregat halus	
	Sungai Krasak (cm)	Sungai Boyong (cm)
Batas atas	12,5	10
Batas tengah	12	8
Batas bawah	9	12

Tabel C.4
Hasil pengujian slump terhadap uji kuat lentur

Variasi adukan beton	Asal agregat halus	
	Sungai Krasak (cm)	Sungai Boyong (cm)
Batas atas	12	11
Batas tengah	8	9
Batas bawah	14	13

Tabel C.5
Hasil pengujian slump terhadap uji kuat tekan

Variasi adukan beton	Asal agregat halus	
	Sungai Krasak (cm)	Sungai Boyong (cm)
Batas atas	8	12
Batas tengah	10	8
Batas bawah	12	14

Tabel C.6
Hasil pengujian slump terhadap uji kuat tarik belah.

Variasi adukan beton	Asal agregat halus	
	Sungai Krasak (cm)	Sungai Boyong (cm)
Batas atas	8	15
Batas tengah	10	8
Batas bawah	12	14

Tabel C.7
Hasil pengujian slump terhadap uji kuat geser.

Variasi adukan beton	Asal agregat halus	
	Sungai Krasak (cm)	Sungai Boyong (cm)
Batas atas	12,5	10
Batas tengah	12	8
Batas bawah	9	12

Tabel C.8
Hasil pengujian slump terhadap uji kuat lentur.

Variasi adukan beton	Asal agregat halus	
	Sungai Krasak (cm)	Sungai Boyong (cm)
Batas atas	12	11
Batas tengah	8	9
Batas bawah	14	13

Tabel C.9
Pengujian sampel terhadap kuat tekan dengan agregat dari sungai Krasak

Variasi	Nomor sampel	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban (kN)	Umur	Faktor	Tegangan (MPa)
Batas bawah	I	30,24	15,67	12.50	570	28	1	30.14
	II	30,43	15,57	12.25	390	28	1	20.86
	III	29,45	15,45	12.27	390	28	1	21.25
	IV	30,21	15,33	12.55	570	28	1	31.49
	V	28,99	15,48	12.30	430	28	1	23.30
	Kuat tekan rata-rata							
Batas tengah	I	29,87	15,25	12.40	460	28	1	25.68
	II	30,15	15,01	12.45	500	28	1	28.82
	III	30,34	14,98	12.45	505	28	1	29.22
	IV	30,67	15,50	12.43	480	28	1	25.95
	V	31,20	15,39	12.42	450	28	1	24.67
	Kuat tekan rata-rata							
Batas atas	I	30,34	15,45	12.25	430	28	1	23.39
	II	29,87	15,44	12.45	460	28	1	25.05
	III	30,46	15,34	12.35	440	28	1	24.28
	IV	30,56	15,25	12.34	410	28	1	22.89
	V	30,24	15,13	12.37	440	28	1	24.96
	Kuat tekan rata-rata							

Tabel C.11
Pengujian sampel terhadap kuat tarik belah dengan agregat dari sungai Krasak

[illegible]

Tabel C.12
Pengujian sampel terhadap kuat tarik belah dengan agregat dari sungai Boyong

[illegible]

Tabel C.13
Pengujian sampel terhadap kuat geser dengan agregat dari sungai Krasak

Variasi	Nomor sampel	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban (kN)	Luas (cm ²)	Tegangan (MPa)
Batas bawah	I	25.50	10.12	9.70	6.1	61.8	98.16	3.1
	II	25.35	9.83	10.12	6	61.8	99.48	3.1
	III	24.01	9.87	10.05	5.8	46.2	99.19	2.3
	IV	24.08	9.58	10.02	5.6	44.6	95.99	2.3
	Kuat geser rata-rata							2.7
Batas tengah	I	25.81	10.17	9.98	6.9	74.8	101.50	3.7
	II	25.24	9.80	10.15	6	61.3	99.47	3.1
	III	24.81	10.21	10.50	5.9	104.1	107.20	4.75
	IV	24.78	10.25	9.87	5.7	78.6	101.17	3.53
	Kuat geser rata-rata							3.77
Batas atas	I	25.01	10.20	10.51	5.7	134	107.20	6.25
	II	24.90	10.40	10.55	5.6	133.2	109.72	6.05
	III	24.75	10.10	10.39	5.2	102.3	104.94	4.52
	IV	25.05	10.05	9.61	5.4	105.7	96.58	5.45
	Kuat geser rata-rata							5.59

Tabel C.14
Pengujian sampel terhadap kuat geser dengan agregat dari sungai Krasak

[illegible]

Tabel C.15

Pengujian sampel terhadap kuat lentur dengan agregat dari sungai Krasak

[illegible]**Tabel C.16**

Pengujian sampel terhadap kuat lentur dengan agregat dari sungai Boyong

[illegible]

LAMPIRAN D

Gambar Pelaksanaan Penelitian

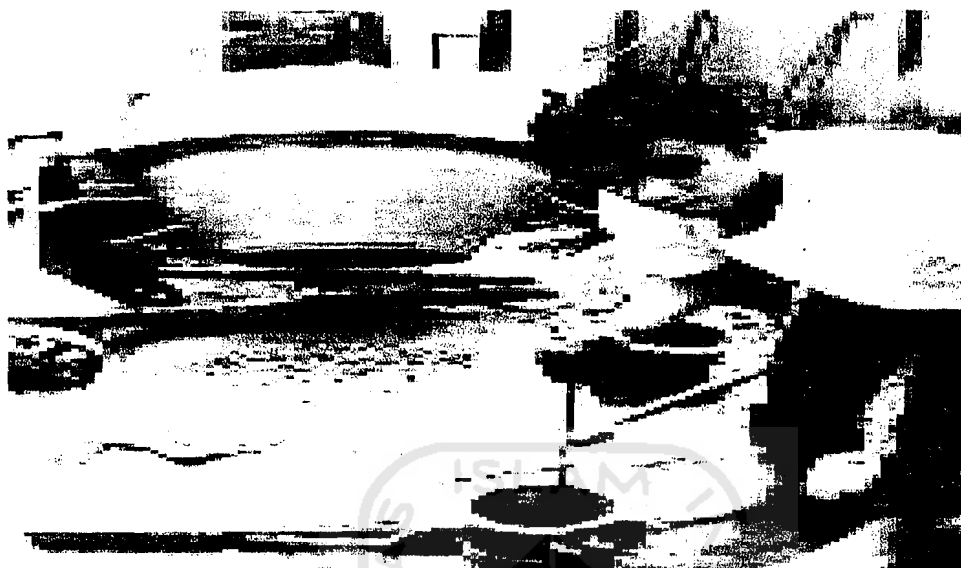




Gambar 1
Cetakan sampel uji geser dan lentur



Gambar 2
Proses pengadukan beton dan penuangan adukan ke dalam cetakan



Gambar 3
Proses pemadatan beton di dalam cetakan



Gambar 4
Sampel yang masih dalam cetakan



Gambar 5
Perawatan sampel



Gambar 6
Pemindahan sampel ke dalam bak rendaman



Gambar 7
Perawatan sampel di rendam dalm bak yang berisi air



Gambar 8
Sampel siap untuk di uji



Gambar 9
Sampel sesudah di uji



Gambar 9
Sampel sedang di uji