

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KUAT DESAK BETON
DENGAN VARIASI GRADASI AGREGAT
DARI SUNGAI BOYONG, SUNGAI KRASAK
DAN SUNGAI PROGO**



Disusun Oleh :

AGUNG NUSANTORO

No. Mhs. : 91 310 169

NIRM : 910051013114120164

ARIE FEBRIANSYAH

No. Mhs. : 91 310 045

NIRM : 9100510131141201043

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

1998

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KUAT DESAK BETON
DENGAN VARIASI GRADASI AGREGAT
DARI SUNGAI BOYONG, SUNGAI KRASAK
DAN SUNGAI PROGO**

*Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka
Memperoleh Derajat Sarjana Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia*

Disusun Oleh :

AGUNG NUSANTORO

No. Mhs. : 91 310 169

NIRM : 910051013114120164

ARIE FEBRIANSYAH

No. Mhs. : 91 310 045

NIRM : 9100510131141201043

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

1998

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KUAT DESAK BETON
DENGAN VARIASI GRADASI AGREGAT
DARI SUNGAI BOYONG, SUNGAI KRASAK
DAN SUNGAI PROGO**

Disusun Oleh :

AGUNG NUSANTORO

No. Mhs. : 91 310 169

NIRM : 910051013114120164

ARIE FEBRIANSYAH

No. Mhs. : 91 310 045

NIRM : 9100510131141201043


Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Moch. Teguh, MSCE

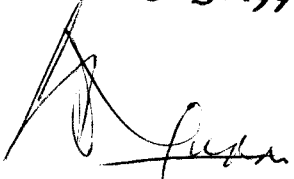
Dosen Pembimbing I

Ir. Tadjuddin BMA, MS

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 20-3-1998



Tanggal : 9-3-98

MOTTO

...., dan mereka tidak mengetahui apa-apa dari ilmu Allah melainkan apa yang dikehendaki-Nya.

(Q.S. Al-Baqarah : 255)

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan

(Q.S. Al-Mujadilah : 11)

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT,
Kupersembahkan Laporan Tugas Akhir ini kepada,
Ayah dan Ibuku tercinta,
serta kakak-kakak dan adikku tersayang,
yang telah memberikan dorongan semangat.

PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT, hanya dengan pertolongan dan karunia-Nya serta rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Alhamdulillah, walaupun banyak mengalami masalah dan rintangan, namun Tugas Akhir ini dapat diselesaikan guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh jenjang kesarjanaan strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam Tugas Akhir ini diteliti mengenai variasi gradasi terhadap kuat desak beton yang diambil dari Sungai Boyong, Sungai Krasak, dan Sungai Progo. Penelitian ini dilakukan di laboratorium BKT, Universitas Islam Indonesia untuk menganalisis kuat desak beton yang dihasilkan dari masing-masing benda uji yang telah dipersiapkan.

Selama dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini cukup banyak bantuan yang datang dari berbagai pihak yaitu dari awal pembuatan dan pengujian benda uji di laboratorium BKT, sampai pada penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Bantuan itu tidak hanya pada saat pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir saja, tetapi sejak mulai menempuh studi di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,

Universitas Islam Indonesia. Oleh karena itu, diucapkan terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya kepada yang disebutkan dibawah ini.

1. Bapak Ir. Susastrawan, MS selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan dan Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil,
2. Bapak Ir. M. Teguh, MSCE dan Bapak Ir. Tadjuddin BMA, MS selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan sejak awal hingga selesainya tugas akhir ini,
3. Yang tercinta dan terkasih serta selalu rela berkorban, Bapak dan Ibu serta kakak dan adik kami yang telah memberi perhatian, doa dan motivasi tersendiri agar penyusunan tugas akhir ini segera selesai,
4. Sahabat-sahabat kami dari FTSP - UII dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Semoga bantuan diberikan seikhlas-ikhlasnya sehingga menjadi amal baik dan mendapatkan imbalan dari Allah SWT, Amin.

Walaupun laporan tugas akhir ini telah selesai namun masih jauh dari sempurna, karena keterbatasan waktu dan pengetahuan dalam menghadapi berbagai permasalahan tentang teknologi beton yang cukup kompleks.

Kritik dan saran demi kesempurnaan serta kebaikan dalam penulisan laporan tugas akhir ini sangat

diharapkan, mudah-mudahan hasil penelitian ini bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 16 Desember 1997

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GRAFIK	xvi
ABSTRAK	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Hipotesis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton	5
2.2 Semen Portland	7
2.3 Agregat	9
2.3.1 Agregat Kasar	10
2.3.2 Agregat Halus	11
2.4 Air	12

2.5 Rencana Campuran.....	13
BAB III LANDASAN TEORI.....	14
3.1 Umum.....	14
3.2 Kekerasan Agregat.....	14
3.3 Gradasi.....	15
3.4 Ketentuan Menurut ACI Standar.....	17
BAB IV METODE PENELITIAN.....	22
4.1 Bahan Agregat.....	22
4.2 Alat-alat.....	22
4.3 Pengadukan Beton.....	23
4.4 Slump.....	23
4.5 Pemadatan Adukan Beton.....	24
4.6 Rawatan Beton.....	24
4.7 Kuat Tekan Beton.....	25
BAB V PELAKSANAAN DAN PERANCANGAN.....	26
5.1 Umum.....	26
5.2 Persiapan Material.....	26
5.3 Pemeriksaan Agregat Kasar.....	27
5.3.1 Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil.....	27
5.3.2 Analisis Saringan dan MHB.....	27
5.4 Pemeriksaan Agregat Halus.....	30
5.4.1 Analisis Saringan dan MHB.....	30
5.4.2 Pemeriksaan Kandungan Lumpur.....	32
5.4.3 Pemeriksaan Berat Jenis Pasir.....	33
5.5 Mengatur Gradasi Campuran.....	34

5.6	Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar.....	53
5.7	Bentuk dan Tekstur Agregat.....	54
5.8	Perancangan Campuran Adukan Beton.....	54
BAB VI	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	61
6.1	Hasil Penelitian.....	62
6.2	Pembahasan.....	71
BAB VII	SIMPULAN DAN SARAN.....	81
7.1	Simpulan.....	81
7.2	Saran-saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA	84

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Persyaratan kekerasan agregat untuk beton	14
Tabel 3.2	Gradasi kerikil menurut british standar	15
Tabel 3.3	Gradasi pasir menurut british standar	16
Tabel 3.4	Kekuatan rata-rata yang diperlukan jika tidak tersedia data untuk menentukan simpangan baku	18
Tabel 3.5	Faktor air semen maksimum yang diizinkan untuk beton yang data kekuatannya dari pengalaman dilapangan atau dari campuran percobaan tidak ada	18
Tabel 3.6	Faktor modifikasi simpangan baku jika data tes yang tersedia kurang dari 30	19
Tabel 3.7	Slump yang disarankan untuk berbagai jenis konstruksi	20
Tabel 3.8	Perkiraan air campuran dan persyaratan kandungan udara untuk berbagai slump dan ukuran agregat nominal maksimum	20
Tabel 3.9	Hubungan antara faktor air semen dengan kekuatan tekan beton	20
Tabel 3.10	Volume agregat kasar per satuan volume beton	21
Tabel 3.11	Estimasi awal beton segar	21
Tabel 4.1	Alat-alat yang digunakan dalam penelitian	22
Tabel 5.1	Berat jenis kerikil dan berat kering tusuk kerikil dari 3 lokasi sungai	27
Tabel 5.2	Hasil gradasi kerikil asal sungai Boyong	28

Tabel 5.3	Hasil gradasi kerikil asal sungai Krasak	29
Tabel 5.4	Hasil gradasi kerikil asal sungai Progo	29
Tabel 5.5	Hasil analisis modulus halus butir kerikil dari 3 sungai	29
Tabel 5.6	Hasil gradasi pasir asal sungai Boyong	31
Tabel 5.7	Hasil gradasi pasir asal sungai Krasak	31
Tabel 5.8	Hasil gradasi pasir asal sungai Progo	31
Tabel 5.9	Hasil analisis modulus halus butir pasir dari ke-3 sungai	32
Tabel 5.10	Persentase kandungan lumpur dari agregat halus	33
Tabel 5.11	Hasil pemeriksaan berat jenis pasir	33
Tabel 5.12	Kebutuhan kerikil dalam 1 Kg	34
Tabel 5.13	MHB kerikil Sungai Progo setelah diatur butirannya	35
Tabel 5.14	MHB kerikil Sungai Boyong setelah diatur butirannya	35
Tabel 5.15	MHB kerikil Sungai Krasak setelah diatur butirannya	36
Tabel 5.16	Hasil analisis MHB kerikil dari ke-3 sungai	36
Tabel 5.17	Hasil perhitungan perbandingan pasir terhadap kerikil	37
Tabel 5.18	Perbandingan antara pasir dengan kerikil setelah dicek dengan grafik standar	38
Tabel 5.19	Hasil nilai MHB kerikil dari sungai Progo dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:1,2	39
Tabel 5.20	Hasil nilai MHB kerikil dari sungai Progo dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:1,5	39

Tabel 5.21 Hasil nilai MHB kerikil dari sungai Progo dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:2,5	40
Tabel 5.22 Hasil nilai MHB kerikil dari sungai Krasak dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:1,2	40
Tabel 5.23 Hasil nilai MHB kerikil dari sungai Krasak dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:1,6	41
Tabel 5.24 Hasil nilai MHB kerikil dari sungai Krasak dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:2,6	41
Tabel 5.25 Hasil nilai MHB kerikil dari sungai Boyong dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:1,2	42
Tabel 5.26 Hasil nilai MHB kerikil dari sungai Boyong dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:1,5	42
Tabel 5.27 Hasil nilai MHB kerikil dari sungai Boyong dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:2,2	43
Tabel 5.28 Hasil nilai MHB	43
Tabel 5.29 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal sungai Progo dengan perbandingan 1:1,2	44
Tabel 5.30 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal sungai Progo dengan perbandingan 1:1,5	44
Tabel 5.31 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal sungai Progo dengan perbandingan 1:2,5	45
Tabel 5.32 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal sungai Krasak dengan perbandingan 1:1,2	45

Tabel 5.33 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal sungai Krasak dengan perbandingan 1:1,6	46
Tabel 5.34 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal sungai Krasak dengan perbandingan 1:2,6	46
Tabel 5.35 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal sungai Boyong dengan perbandingan 1:1,2	47
Tabel 5.36 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal sungai Boyong dengan perbandingan 1:1,5	47
Tabel 5.37 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal sungai Boyong dengan perbandingan 1:2,2	48
Tabel 5.38 Hasil tes keausan dengan mesin Los Angeles	54
Tabel 5.39 Ciri-ciri agregat kerikil	54
Tabel 5.40 Nilai deviasi standar	55
Tabel 5.41 Kebutuhan material untuk setiap 1 m ³ adukan beton	58
Tabel 5.42 Kebutuhan material setiap adukan untuk 20 buah silinder setelah diberi penambahan 10%	58
Tabel 5.43 Kebutuhan pasir dan kerikil berdasarkan perbandingan per 1m ³ beton	58
Tabel 5.44 Kebutuhan pasir dan kerikil berdasarkan perbandingan untuk 20 silinder + 10%	59
Tabel 5.45 Kebutuhan kerikil berdasarkan besaran butiran untuk 20 silinder + 10%	59
Tabel 5.46 Perbandingan semen:pasir:kerikil dalam 1m ³ beton	59

Tabel 6.1	Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,2	62
Tabel 6.2	Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,5	63
Tabel 6.3	Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:2,2	64
Tabel 6.4	Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,2	65
Tabel 6.5	Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,6	66
Tabel 6.6	Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:2,6	67
Tabel 6.7	Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,2	68
Tabel 6.8	Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,5	69
Tabel 6.9	Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:2,5	70
Tabel 6.10	Hasil kuat desak rata-rata yang ditargetkan pada sungai Boyong dengan agregat alami	71
Tabel 6.11	Hasil kuat desak rata-rata yang ditargetkan pada sungai Krasak dengan agregat alami	72

Tabel 6.12 Hasil kuat desak rata-rata yang ditargetkan pada sungai Progo dengan agregat alami	73
Tabel 6.13 Hasil perhitungan numerik hubungan kuat desak beton dengan perbandingan kerikil dari sungai Boyong	74
Tabel 6.14 Hasil perhitungan numerik hubungan kuat desak beton dengan perbandingan kerikil dari sungai Krasak	77
Tabel 6.15 Hasil perhitungan numerik hubungan kuat desak beton dengan perbandingan kerikil dari sungai Progo	78

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1	Kurva gradasi standar agregat dengan butir maksimum 40 mm	17
Grafik 5.1	Kurva gradasi sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,2	48
Grafik 5.2	Kurva gradasi sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,5	49
Grafik 5.3	Kurva gradasi sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:2,5	49
Grafik 5.4	Kurva gradasi sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,2	50
Grafik 5.5	Kurva gradasi sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,6	50
Grafik 5.6	Kurva gradasi sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:2,6	51
Grafik 5.7	Kurva gradasi sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,2	51
Grafik 5.8	Kurva gradasi sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,5	52
Grafik 5.9	Kurva gradasi sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:2,2	52
Grafik 6.1	Hasil kuat desak beton sungai Boyong	71
Grafik 6.2	Hasil kuat desak beton sungai Krasak	72
Grafik 6.3	Hasil kuat desak beton sungai Progo	73
Grafik 6.4	Hubungan perbandingan pasir:kerikil sungai Boyong dengan kuat desak dari hasil perhitungan numerik	76
Grafik 6.5	Hubungan perbandingan pasir:kerikil sungai Krasak dengan kuat desak dari hasil perhitungan numerik	77

Grafik 6.6 Hubungan perbandingan pasir:kerikil sungai Progo dengan kuat desak dari hasil perhitungan numerik

78

ABSTRAK

Di Daerah Istimewa Yogyakarta sungai-sungai yang sering diambil pasir dan kerikilnya yang dapat digunakan untuk bahan pembuatan beton adalah Sungai Boyong, Sungai Krasak, dan Sungai Progo. Dalam campuran beton, diperlukan gradasi agregat yang baik, Semakin baik gradasi agregat akan menghasilkan mutu beton yang baik pula. Dalam menentukan gradasi yang baik dilakukan cara coba-coba yaitu menentukan perbandingan antara pasir dengan kerikil yang berpedoman pada kurva gradasi standar agregat. Dari agregat-agregat tersebut diatur gradasinya dan dibuat adukan beton dengan menggunakan agregat alami, lalu dibuat sampel silinder dengan mutu beton dianalisis berdasarkan pengujian kuat desak beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk Sungai Boyong kuat desak beton tertinggi pada campuran semen:pasir:kerikil = 1:2,3:2,8 dengan $f'c = 28,995$ MPa, sedangkan Sungai Krasak kuat desak beton tertinggi pada campuran semen:pasir:kerikil = 1:2,3:2,8 dengan $f'c = 27,912$ MPa, untuk Sungai Progo kuat desak beton tertinggi pada campuran semen : pasir : kerikil = 1:2,3:2,8 dengan $f'c = 31,074$ Mpa. Dari ketiga sungai tersebut kuat desak beton tertinggi adalah Sungai Progo. Tercapainya kuat desak $f'c = 22,5$ MPa sangat dipengaruhi oleh pengaturan campuran agregat atau gradasi agregat.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Beton merupakan salah satu unsur struktur yang sangat penting. Hampir sebagian besar bangunan menggunakan beton sebagai struktur utama dikarenakan bahannya mudah didapat, mudah dibuat serta harganya murah.

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, yaitu nilai banding campuran serta mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan *finishing*, temperatur, dan kondisi rawatan pengerasanya. Agregat yang dipergunakan dalam pembuatan

beton harus mempunyai kekuatan dan keuletan yang tinggi untuk mendapatkan mutu beton yang baik. Selain itu gradasi agregat yang baik sangat berpengaruh terhadap mutu beton.

Di daerah Istimewa Yogyakarta terdapat beberapa sungai yang pasir dan kerikilnya dapat digunakan untuk bahan pembuatan beton. Pasir dan kerikil yang berasal dari sungai-sungai di DIY tersebut belum diketahui kualitasnya untuk campuran adukan beton dengan agregat alami. Dalam penggunaan campuran beton, agregat yang diambil dari beberapa sungai itu seringkali tanpa dikontrol gradasinya, sehingga kuat desak beton belum bisa mencapai mutu beton yang tinggi. Untuk itu perlu diketahui nilai gradasinya atau MHB-nya dari agregat kasar (kerikil) tersebut. Dari agregat kasar (kerikil) tersebut perlu divariasikan gradasinya untuk mengetahui sejauh mana pengaruh gradasi tersebut terhadap kuat desak beton ataupun mutu beton. Untuk itu diperlukan penelitian dengan variasi gradasi agregat sebagai campuran beton. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan mutu beton sebagai bahan konstruksi beton yang baik.

1.2 Permasalahan

Di Daerah Istimewa Yogyakarta terdapat beberapa sungai yang pasir dan kerikilnya dapat dipergunakan untuk

campuran beton. Dari penelitian sebelumnya agregat yang diambil dari sungai masih alami dengan lolos saringan 40 mm sebagai agregat kasar dan lolos saringan 4,75 mm sebagai agregat halus. Agregat kasar mempunyai nilai MHB rata-rata di atas 7 menghasilkan mutu beton yang belum memenuhi standar. Dari kondisi itulah diadakan penelitian dengan pengaturan agregat campuran yang bergradasi dengan nilai MHB antara 5, 5.5, dan 6. Dari adukan beton tersebut dibuat beberapa benda uji silinder selanjutnya dilakukan pengujian kuat desak.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah dalam penelitian ini, permasalahan yang ditinjau dibatasi sebagai berikut ini.

1. Penelitian ini menggunakan agregat halus dan agregat kasar yang diambil dari 3 sungai yang ada di sekitar Yogyakarta, yaitu :
 - a. Sungai Boyong
 - b. Sungai Krasak
 - c. Sungai Progo
2. Agregat yang dipergunakan adalah agregat alami.
3. Agregat lolos saringan 40 mm.
4. Agregat dalam kondisi SSD (*saturated surface dry*).
5. Agregat tidak dicuci
6. Kuat desak silinder beton direncanakan 22,5 MPa.

7. Desain campuran beton menggunakan metode ACI (American Concrete Institute).

8. Variasi modulus halus butir yang direncanakan adalah 5, 5.5, dan 6.

9. Nilai keausan agregat diketahui dengan menggunakan mesin Los Angeles.

Penelitian ini akan dibatasi pada peninjauan kuat desak silinder beton.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja agregat yang berasal dari sungai-sungai di DIY terhadap kuat desak beton dengan variasi gradasi untuk mencapai nilai mutu beton yang baik dari $f'c = 22,5$ MPa.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk menentukan mutu beton yang terbaik dengan cara mengatur gradasi dari agregat tersebut yang berasal dari ke tiga sungai tersebut.

1.6 Hipotesis

Dari uraian rencana penelitian di atas maka dapat dihipotesiskan bahwa semakin baik gradasi suatu agregat akan semakin tinggi kuat desaknya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton didapat dari pencampuran 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, 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, dan kondisi rawatan pengerasannya (Istimawan Dipohusodo, 1994).

Umumnya penggunaan 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 akibat pengaruh cuaca). Untuk membentuk massa padat diperlukan susunan gradasi butiran yang baik.

Nilai kuat tekan beton yang dicapai ditentukan oleh mutu bahan agregat ini (Istimawan Dipohusodo, 1994).

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 karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit, dengan kata lain keampatannya tinggi (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992).

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 Tjokrodimulyo, 1992).

Gradasi kerikil dari sungai Boyong, sungai Winongo, sungai Opak, sungai Progo tidak memenuhi syarat British Standart, dan modulus halus butir (MHB) dari kerikil terlalu tinggi (rata-rata diatas 7), sedangkan gradasi pasir dari sungai yang sama memenuhi syarat British Standart. Campuran beton yang menggunakan agregat dari sungai Boyong hulu, tengah, hilir dan sungai opak tengah, hilir serta sungai progo kuat desak yang dihasilkan mencapai mutu beton $f'c = 22,5$ MPa, sedangkan dari sungai Opak hulu kuat desak beton yang dihasilkan tidak mencapai

mutu beton $f'c = 22,5$ MPa. Campuran beton dengan menggunakan agregat yang dicuci kuat desak beton naik dibandingkan dengan menggunakan agregat yang alami (tidak dicuci). Tidak tercapainya mutu beton $f'c = 22,5$ MPa bukan karena kandungan lumpur, namun disebabkan karena Modulus Halus Butir (MHB) kerikil terlalu besar dan terdapat kerikil yang kurang keras serta lapuk berwarna kecoklatan (Muharrie N. & Rahwanto S., 1997).

Nilai Modulus Halus Butir (MHB) pasir, baik dari sungai Krasak maupun sunagi Progo, makin ke hilir cenderung makin kecil. Pasir alami asal sungai Krasak bagian tengah dan hilir mencapai kuat tekan karakteristik perencanaan K-225, sedang pasir alami asal sungai Progo bagian tengah dan hilir tidak mencapai K-225 (Gunawan & Banta C., 1996).

2.2 Semen Portland

Semen Portland merupakan bahan ikat hidrolik. Yang disebut semen hidrolik adalah suatu bahan pengikat yang mengeras, jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air.

Bahan dasar semen portland terdiri dari bahan-bahan yang terutama mengandung kapur, silika, alumina dan oksida besi, maka bahan-bahan ini menjadi unsur-unsur pokok pembentuk semen. Pada dasarnya bahan pembentuk

semen dapat disebutkan 4 unsur yang paling penting.

Keempat unsur itu ialah :

1. Trikalsium silikat,
2. Dikalsium silikat,
3. Trikalsium aluminat,
4. Tetrakalsium aluminoforit.

Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah presentase 4 komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan pemakaiannya. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia (PUBI-1982) dibagi 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.

2.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton. Berdasarkan dari besar kecilnya butiran-butiran, agregat dapat dibedakan yaitu agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang mempunyai ukuran butir-butir kecil disebut agregat halus. Sebagai batas antara ukuran butir yang kasar dan yang halus dalam bidang teknologi beton nilai batas tersebut umumnya ialah 4,75 mm atau 4,80 mm. Agregat yang butiran-butirnya lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar, dan agregat yang butiran-butirnya lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,20 mm kadang-kadang disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm silt (lumpur), dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay* (tanah liat). Dalam praktek agregat umumnya di golongan menjadi 3 kelompok, yaitu:

1. batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm,
2. krikil, 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 (Teknologi Beton, hal.3.2, 1995).

2.3.1 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 besar 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.

Kekuatan dan keuletan agregat tergantung dari bahan pembentuk batuanannya. Kekuatan beton tidak lebih tinggi dari pada 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.

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.

Tekstur permukaan agregat dapat dibedakan menjadi: sangat halus, halus, granuler, kasar, berkristal, berpori, dan berlubang-lubang. Butir-butir dengan tekstur permukaan yang licin membutuhkan air lebih sedikit dari pada 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.

Berdasarkan berat jenisnya agregat dapat dibedakan menjadi:

1. Agregat normal, yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7 gr/cm³.
2. Agregat berat, mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 gr/cm³.
3. Agregat ringan, mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 gr/cm³.

2.3.2 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 dan 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. Oleh karena itu 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.

2.4 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. Dalam pemakaian air untuk beton itu sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut :

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.

2.5 Rencana Campuran

Rencana campuran digunakan metode ACI (*American Concrete Institute*) dengan mutu beton $f'c = 22,5$ Mpa.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Komponen utama beton adalah agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil). Dalam pembentukan beton diperlukan adanya komposisi pasir dan kerikil yang tepat dan kekuatan dari agregatnya.

3.2 Kekerasan Agregat

Kekerasan agregat tergantung dari bahan pembentuk batuannya. Pengujian kekerasan agregat kasar (kerikil) dengan menggunakan mesin Pengaus Los Angeles, yang mana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%. Persyaratan kekerasan agregat dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Persyaratan kekerasan agregat untuk beton

Kelas dan mutu beton	Bejana Rudeloff Maksimum bagian yang hancur, menembus ayakan 2mm (persen) Ukuran butir		Mesin Los Angeles Maksimum bagian yang hancur, menembus ayakan 1,7mm (persen)
	19-30 mm	9,5-19 mm	
Kelas I mutu B0 dan B1	30	32	50
Kelas II mutu K-125 - K-225	22	24	40
Kelas III mutu diatas K-225	14	16	27

Sumber Teknologi Beton, hal 3.35, 1992

$$\text{Keausan} = \frac{(A - B)}{A} \times 100\%$$

Keterangan : A = Jumlah benda uji sebelum tes

B = Jumlah benda uji setelah tes

3.3 Gradasi

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 karena butiran yang kecil mengisi pori di antara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit. Menurut peraturan di Inggris (British Standard) yang juga dipakai di Indonesia pada saat ini, gradasi kerikil yang baik sebaiknya masuk di dalam batas-batas yang tercantum dalam tabel 3.2 dan gradasi pasir dalam tabel 3.3.

Tabel 3.2 Gradasi kerikil menurut British Standard

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Besar butir 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

Sumber Teknologi Beton, hal 3.14, 1992

Tabel 3.3 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

Keterangan :

Daerah I = pasir kasar

Daerah II = pasir agak kasar

Daerah III = pasir agak halus

Daerah IV = pasir halus

Dalam praktek diperlukan suatu campuran pasir dan kerikil dengan perbandingan tertentu agar gradasi campuran dapat masuk didalam kurva standar seperti pada grafik 3.1. Untuk mendapatkan nilai perbandingan antara berat pasir dan kerikil yang tepat dapat dilakukan dengan cara coba-coba. Hubungan antara MHB pasir, MHB kerikil, dan MHB campuran dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$w = \frac{K - C}{C - P} \times 100\%$$

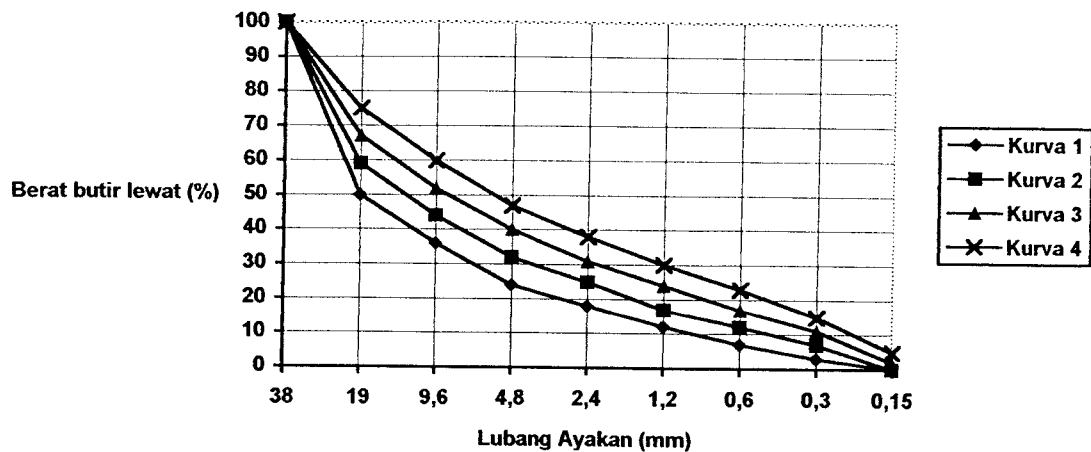
dengan :

w = persentase berat pasir terhadap berat kerikil

K = modulus halus butir kerikil

P = modulus halus butir pasir

C = modulus halus butir campuran



Grafik 3.1 Kurva gradasi standard agregat dengan butir maksimum 40 mm

3.4 Ketentuan Menurut ACI Standar

Penelitian ini menggunakan peraturan ACI (*American Concrete Institute*) sebagai perancangan dasar campuran. Salah satu tujuan yang hendak dicapai dengan perancangan campuran ACI adalah menghasilkan beton yang mudah dikerjakan. Ukuran derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat pada pengujian slump. Secara garis besar langkah perancangan menurut ACI adalah sebagai berikut ini.

1. Kekuatan tekan silinder yang disesuaikan dengan f'_{cr} , yang dipakai dalam perhitungan desain campuran, bergantung pada data lapangan yang tersedia.
 - a. Tidak ada data uji silinder : Jika catatan kekuatan dispesifikasikan tidak tersedia, kekuatan campuran percobaan f'_{cr} dapat dihitung dengan menambah kekuatan tekan silinder f'_c dengan suatu harga yang

bergantung pada besarnya simpangan yang diharapkan dari kekuatan beton. Simpangan ini dapat dikualifikasikan sebagai harga simpangan baku yang ada pada Tabel 3.4 dinyatakan sebagai simpangan dari $f'c$. Dengan demikian Tabel 3.5 dapat dipakai untuk mendapatkan faktor air semen yang diperlukan untuk suatu harga kekuatan silinder $f'c$.

Tabel 3.4 Kekuatan rata-rata yang diperlukan jika tidak tersedia data untuk menentukan simpangan baku

Kekuatan tekan yang dispesifikasikan $f'c$ (psi)	Kekuatan rata-rata yang diperlukan $f'cr$ (psi)
kurang dari 3000	$f'c + 1000$
3000 - 5000	$f'c + 1200$
lebih dari 5000	$f'c + 1400$

Tabel 3.5 Faktor air semen maksimum yang diizinkan untuk beton yang data kekuatannya dari pengalaman di lapangan atau dari campuran percobaan tidak ada

Kekuatan tekan yang dispesifikasikan $f'c$ (psi)	Faktor air semen absolut (berdasarkan berat)	
	Beton non air-entrined	Beton air-entrained
2500	0,67	0,54
3000	0,58	0,46
3500	0,51	0,40
4000	0,44	0,35
4500	0,38	c
5000	c	c

b. Tersedia data uji lebih dari 30 silinder : Jika ada lebih dari 30 hasil tes silinder, persamaan 3.1, 3.2, dan 3.3 dapat digunakan untuk memperoleh kekuatan campuran yang diperlukan $f'cr$ dari $f'c$.

$$f'cr = f'c + 1,34 s \quad 3.1$$

atau

$$f'_{cr} = f'_c + 2,33s - 500 \quad 3.2$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f'_{cr} - f'_c)^2}{n - 1}} \quad 3.3$$

c. Tersedia data uji kurang dari 30 silinder : Jika banyak hasil tes yang ada tidak lebih dari 30, tetapi lebih dari 15, maka persamaan 3.1, 3.2, dan 3.3 dapat dipakai bersama-sama dengan tabel 3.6. Pada dasarnya perencana harus menghitung simpangan baku s dengan persamaan 3.3, kemudian kalikan s dengan faktor pengali yang ada pada tabel 3.6 dan gunakan hasil kali ini pada persamaan 3.1 dan 3.2. Dengan cara demikian tingkat simpangan dari tes silinder yang diukur sebagai simpangan baku telah diperhitungkan dengan benar.

Tabel 3.6 Faktor modifikasi simpangan baku jika data tes yang tersedia kurang dari 30

Banyaknya tes	Faktor modifikasi simpangan baku
Kurang dari 15	Gunakan tabel 2.4
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

d. Berdasarkan jenis strukturnya, tetapkan nilai slump pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Slump yang disarankan untuk berbagai jenis konstruksi

Jenis Konstruksi	Slump (in)	
	Maksimum	Minimum
Dinding penahan dan fundasi	3	1
Fundasi sederhana, sumuran, dan dinding sub struktur	3	1
Balok dan dinding beton	4	1
Kolom struktural	4	1
Perkerasan dan slab	3	1
Beton massal	2	1

Slump maksimum dapat ditambah 1 in. untuk yang bukan menggunakan vibrator.

e. Ukuran maksimum agregat, dengan petunjuk berikut:

ukuran maksimum $> 1/5$ dimensi terkecil bekisting $1/3$ tebal $\frac{3}{4}$ jarak bersih antara batang tulangan

f. Air yang diperlukan berdasarkan nilai slump dan

ukuran maksimum agregat pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Perkiraan air campuran dan persyaratan kandungan udara untuk berbagai slump dan ukuran agregat nominal maksimum

Slump (in)	Air (lb/yd ³ beton untuk ukuran agregat nominal maksimum yang dimaksud							
	3/8 in	1/2 in	3/4 in	1 in	1,5 in	2 in	3 in	6 in
1-2	350	335	315	300	275	260	220	190
3-4	385	365	340	325	300	285	245	210
6-7	410	385	360	340	315	300	270	-

G. Faktor air semen (fas) pada tabel 3.9.

Tabel 3.9 Hubungan antara faktor air semen dengan kekuatan tekan beton

Kekuatan tekan pada 28 hari (Psi)	Faktor Air Semen (berat)	
	beton Non air-entrained	beton Air-entrained
6000	0,41	0
5000	0,48	0,40
4000	0,57	0,48
3000	0,68	0,59
2000	0,82	0,74

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan Agregat

Dalam penelitian ini digunakan bahan agregat kasar dan halus yang diambil dari Sungai Boyong, Sungai Krasak, dan Sungai Progo. Kerikil yang digunakan lolos saringan 40 mm dan pasir lolos saringan 4,75 mm. Menentukan berat jenis, gradasi atau nilai MHB dari masing-masing agregat. Pengaturan gradasi campuran dengan nilai Modulus Halus Butir 5; 5,5; dan 6.

4.2 Alat-alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini seperti yang tercantum dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Oven	Pengering agregat
2	Piring logam	Menampung agregat di oven
3	Mesin Siever	Pengayak mekanik
4	Ayakan	Menyaring agregat
5	Timbangan	Menimbang bahan-bahan
6	Gelas ukur	Menakar air
7	Ember	Menampung agregat
8	Kerucut Abrams	Pengujian slump
9	Mixer listrik	Pencampur adukan beton
10	Sekop besar	Mengaduk agregat
11	Sekop kecil	Memasukkan adukan beton ke cetakan silinder
12	Penggaris	Mengukur slump
13	Tongkat penumbuk	Memadatkan benda uji
14	Cetakan silinder	Tempat mencetak benda uji
15	Kaliper	Mengukur benda uji
16	Mesin uji desak	Tes desak beton
17	Karung basah	Menjaga kelembaman beton

4.3 Pengadukan Beton

Pengadukan beton adalah proses pencampuran antara bahan-bahan dasar beton, yaitu semen, air, pasir dan kerikil, dalam perbandingan yang baik. Pengadukan ini dilakukan sampai warna adukan tampak rata, kelecakan yang cukup (tidak cair tidak padat), dan tampak campurannya juga homogen. Cara pengadukan dilakukan dengan mesin molen. Dari adukan beton tersebut dimasukan ke dalam cetakan silinder. Jumlah benda uji silinder beton 180 buah dengan penjelasan sebagai berikut:

SUNGAI	f'c (Mpa)	BENDA UJI SILINDER			
		MHB = 5	MHB = 5,5	MHB = 6	JUMLAH
BOYONG	22,5	20	20	20	60
KRASAK	22,5	20	20	20	60
PROGO	22,5	20	20	20	60
JUMLAH					180

4.4 Slump

Percobaan slump (slump test) ialah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu kecairan/kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton. Percobaan 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 ini dibulatkan.

Uji slump pada adukan beton ini menggunakan nilai slump antara 2,54 - 10,16 cm.

4.5 Pemadatan Adukan Beton

Pada prinsipnya pemadatan adukan beton disini ialah usaha agar sedikit mungkin pori/rongga yang terjadi di dalam betonnya. Pemadatan adukan beton ini dilakukan secara manual.

4.6 Rawatan Beton

Setelah 24 jam cetakan silinder beton dibuka, kemudian dilakukan rawatan beton. Rawatan beton ialah suatu pekerjaan menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dengan pasir) berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, akan terjadi beton yang kurang kuat, dan juga timbul retak-retak. Selain itu, kelembaban permukaan tadi juga menambah beton lebih tahan cuaca, dan lebih kedap air. Beberapa cara perawatan beton yang biasa dilakukan ialah:

1. menaruh beton segar di dalam ruangan yang lembab,
2. menaruh beton segar di genangan air,

3. menaruh beton segar di dalam air,
4. menyelimuti permukaan beton dengan karung basah,
5. menggenangi permukaan beton dengan air,
6. menyirami permukaan beton setiap saat secara terus-menerus.

4.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari beton tersebut dengan umur beton yang dikehendaki yaitu umur 14 dan 28 hari. Kuat tekan beton ini dilakukan dengan menggunakan mesin.

BAB V

PELAKSANAAN DAN PERANCANGAN

5.1 Umum

Penelitian Tugas Akhir ini merupakan studi eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Urutan pelaksanaan percobaan yang dilakukan dalam penelitian akan dibahas dalam bab ini yaitu, persiapan material, pemeriksaan agregat kasar (kerikil), pemeriksaan agregat halus (pasir), mengatur gradasi kerikil, merencanakan bahan susun adukan beton, pembuatan benda uji, pengujian slump, dan pengujian kuat desak beton pada benda uji.

5.2 Persiapan Material

Bahan campuran adukan beton pada penelitian ini sebagai berikut:

1. semen Merk Gresik kemasan 50 Kg,
2. agregat kasar berupa kerikil dari Sungai Boyong, Sungai Krasak, dan Sungai Progo,
3. agregat halus berupa pasir dari sungai-sungai seperti di atas,

4. air dari PDAM di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

5.3 Pemeriksaan Agregat Kasar (Kerikil)

Pemeriksaan agregat kasar berupa kerikil dari Sungai Boyong, Sungai Krasak, Sungai Progo dengan variasi gradasi meliputi sebagai berikut :

5.3.1 Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil

Pemeriksaan berat jenis dan berat kering tusuk (*saturated surface dry = ssd*). Hasil pemeriksaan berat jenis dan berat kering tusuk dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Berat jenis kerikil dan berat kering tusuk kerikil dari 3 lokasi sungai

Asal Kerikil	Berat Jenis Kerikil (gr/cc)	Berat Kering Tusuk (ssd) gr/cm ³
Sungai Boyong	2,30	1,44
Sungai Krasak	2,36	1,52
Sungai Progo	2,51	1,57

5.3.2 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 ini.

1. susunan ayakan dipasang sesuai dengan aturan diameter yaitu dari atas ke bawah mulai dari diameter 38.1 mm, 19.0 mm, 9.5 mm, 4.75 mm,

2. contoh kerikil ditimbang sesuai kebutuhan lalu dimasukkan kedalam ayakan yang paling atas dan kemudian ditutup rapat-rapat,
3. susunan ayakan digetarkan dengan mesin siever selama ±15 menit,
4. kerikil yang tertinggal dari masing-masing ayakan dipindahkan kedalam piring, kemudian ditimbang.

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{\% \text{ Komulatif berat tertinggal}}{100\%}$$

Hasil Pemeriksaan analisis saringan dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 5.2 Hasil gradasi kerikil asal Sungai Boyong

No	Lubang ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat tertahan komulatif (%)	Berat lolos komulatif (%)	Syarat British Standart
		gram	%			
1	38.1	0	0	0	100	95.0-100
2	19.0	926.5	46.325	46.325	53.675	30.0-70.0
3	9.5	889.5	44.475	90.8	9.2	10.0-35.0
4	4.75	49	2.45	93.25	6.75	0.0-5.0
5	2.36	135	6.75	100	0	0.0
6	1.18	0	0	100	0	0.0
7	0.6	0	0	100	0	0.0
8	0.3	0	0	100	0	0.0
9	0.15	0	0	100	0	0.0
		2000	100	730.375		

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

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

Tabel 5.3 Hasil gradasi kerikil asal Sungai Krasak

No	Lubang ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat tertahan komulatif (%)	Berat lolos komulatif (%)	Syarat British Standart
		gram	%			
1	38.1	0	0	0	100	95.0-100
2	19.0	1589.5	79.475	79.475	20.525	30.0-70.0
3	9.5	279.5	13.975	93.45	6.55	10.0-35.0
4	4.75	29	1.45	94.9	5.1	0.0-5.0
5	2.36	102	5.1	100	0	0.0
6	1.18	0	0	100	0	0.0
7	0.6	0	0	100	0	0.0
8	0.3	0	0	100	0	0.0
9	0.15	0	0	100	0	0.0
		2000	100	767.865		

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{767,865}{100} \times 100 = 7,7$$

Tabel 5.4 Hasil gradasi kerikil asal Sungai Progo

No	Lubang ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat tertahan komulatif (%)	Berat lolos komulatif (%)	Syarat British Standart
		gram	%			
1	38.1	0	0	0	100	95.0-100
2	19.0	480	24	24	76	30.0-70.0
3	9.5	1200.5	60.025	84.025	15.975	10.0-35.0
4	4.75	251	12.55	96.575	3.425	0.0-5.0
5	2.36	68.5	3.425	100	0	0.0
6	1.18	0	0	100	0	0.0
7	0.6	0	0	100	0	0.0
8	0.3	0	0	100	0	0.0
9	0.15	0	0	100	0	0.0
		2000	100	704,6		

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{704,6}{100} \times 100 = 7,05$$

Ringkasan hasil analisa Modulus Halus Butir (MHB) kerikil dapat dilihat pada tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 Hasil analisis Modulus Halus Butir (MHB) kerikil dari 3 sungai

Asal Kerikil	Modulus Halus Butir
Sungai Boyong	7,3
Sungai Krasak	7,7
Sungai Progo	7,05

5.4 Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan agregat halus (pasir) yang berasal dari sungai Boyong, Sungai Krasak, Sungai Progo meliputi pemeriksaan analisis saringan dan Modulus Halus Butir (MHB), pemeriksaan berat jenis pasir, pemeriksaan kadar lumpur seperti berikut ini.

5.4.1 Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir (MHB)

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

Adapun cara pelaksanaan analisis saringan dan Modulus Halus Butir adalah sebagai berikut :

1. susunan ayakan sesuai dengan aturan diameter butiran dari atas ke bawah yaitu, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.60 mm, 0.30 mm, 0.15 mm, dan PAN,
2. agregat halus (pasir) yang akan disaring ditimbang,
3. pasir dimasukkan kedalam saringan yang paling atas, kemudian tutup rapat-rapat,
4. mesin siever dinyalakan selama \pm 15 menit,
5. butiran yang tertinggal pada masing-masing ayakan ditimbang.

Hasil pemeriksaan Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus (pasir) dari ke tiga sungai dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 5.6 Hasil gradasi pasir asal Sungai Boyong

No	Lubang ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat tertahan komulatif (%)	Berat lolos komulatif (%)	Syarat British Standart
		gram	%			
1	4.75	0	0	0	100	90.0-100.0
2	2.36	276	13.8	13.8	86.2	75.0-100.0
3	1.18	487	24.35	38.15	61.85	55.0-90.0
4	0.60	604	30.2	68.35	31.65	35.0-59.0
5	0.30	373	18.65	87.0	13.0	8.0-30.0
6	0.15	180	9.0	96.0	4.0	0.0-10.0
7	PAN	80	4.0	-		
		2000	100	303.3		

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{303,3}{100} \times 100 = 3,0$$

Tabel 5.7 Hasil gradasi pasir asal Sungai Krasak

No	Lubang ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat tertahan komulatif (%)	Berat lolos komulatif (%)	Syarat British Standart
		gram	%			
1	4.75	0	0	0	100	90.0-100.0
2	2.36	203	10.15	10.15	89.85	75.0-100.0
3	1.18	357	17.85	28	72.00	55.0-90.0
4	0.60	511	25.55	53.55	46.45	35.0-59.0
5	0.30	407	20.35	73.9	26.10	8.0-30.0
6	0.15	326	16.30	90.2	9.8	0.0-10.0
7	PAN	196	9.8	-		
		2000	100	255.8		

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{255,8}{100} \times 100 = 2,6$$

Tabel 5.8 Hasil gradasi pasir asal Sungai Progo

No	Lubang ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat tertahan komulatif (%)	Berat lolos komulatif (%)	Syarat British Standart
		gram	%			
1	4.75	0	0	0	100	90.0-100.0
2	2.36	196	9.8	9.8	90.2	75.0-100.0
3	1.18	370	18.5	28.3	71.7	55.0-90.0
4	0.60	693	34.65	62.95	37.05	35.0-59.0
5	0.30	461.5	23.075	86.025	13.975	8.0-30.0
6	0.15	227	11.35	97.375	2.625	0.0-10.0
7	PAN	52.5	2.625	-		
		2000	100	284.45		

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{284,45}{100} \times 100 = 2,8$$

Secara ringkas hasil pemeriksaan Modulus Halus Butir pasir dari ke-3 sungai dapat dilihat pada tabel 3.10 berikut ini.

Tabel 5.9 Hasil analisis Modulus Halus Butir (MHB) pasir dari ke-3 sungai

Asal Pasir	Modulus Halus Butir
Sungai Boyong	3,0
Sungai Krasak	2,6
Sungai Progo	2,8

5.4.2 Pemeriksaan Kandungan Lumpur

Tujuan dari pemeriksaan kadar lumpur adalah 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%.

Cara pelaksanaan pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir sebagai berikut :

1. menimbang pasir kering oven/tungku sebanyak 100 gram dan memasukkannya kedalam gelas ukur 250 cc,
2. diisi dengan 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 terbang,
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°C selama ± 36 jam,
7. pasir dikeluarkan dan didinginkan dalam eksikator selama ± 1 jam,
8. penimbangan pasir (berat pasir = B gram)
9. kandungan lumpur dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini,

$$\frac{100 - B}{100} \times 100\%$$

Hasil pemeriksaan kandungan lumpur dari masing-masing asal agregat halus tersebut dapat dilihat dalam Tabel 5.10 berikut ini.

Tabel 5.10 Persentase kandungan lumpur dari agregat halus (pasir)

Asal pasir	Kandungan Lumpur (%)
Sungai Boyong	2,525
Sungai Krasak	2,300
Sungai Progo	1,225

5.4.3 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan berat jenis pasir dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut ini.

Tabel 5.11 Hasil pemeriksaan berat jenis pasir

Asal Pasir	Berat Jenis Pasir
Sungai Boyong	2,65
Sungai Krasak	2,66
Sungai Progo	2,67

5.5 Mengatur Gradasi Campuran

Dalam pengaturan gradasi campuran ini dititik beratkan pada pengaturan butiran kerikil, sedangkan pasir tetap alami. Pada pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

1. ukuran maksimum dan minimum kerikil ditentukan yaitu 40 mm dan 4.8 mm,
2. kerikil dipisahkan menjadi 3 ukuran yaitu tertahan ayakan 19 mm, 9,6 mm dan 4,8 mm,
3. dikarenakan ukuran ayakan tersebut susah dicari dipasaran maka digunakan ayakan dengan ukuran 40 mm, 20 mm, 10 mm dan 5 mm,
4. ayakan disusun dari ukuran besar ke ukuran kecil, lalu kerikil diletakkan pada ayakan paling atas dan diayak satu persatu,
5. hasil dari ayakan dipisahkan sesuai dengan ukuran masing-masing yaitu tertahan ayakan 20 mm, 10 mm dan 5 mm,
6. dalam 1 kg diperlukan masing-masing dari kerikil tertahan 20 mm, 10 mm, dan 5 mm dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut ini,

Tabel 5.12 kebutuhan kerikil dalam 1 kg

Kerikil tertahan ayakan	berat kerikil (gram)
20 mm	500
10 mm	300
5 mm	200

7. dicari nilai Modulus Halus Butirnya tiap-tiap sungai, yang ditampilkan dalam bentuk Tabel berikut ini,

Tabel 5.13 MHB kerikil Sungai Progo setelah diatur butirannya

No	Lubang ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat tertahan komulatif (%)
		gram	%	
1	38.1	0	0	0
2	19.0	576	28,8	28,8
3	9.5	1005	50,25	79,05
4	4.75	382	19,1	98,15
5	2.36	37	1,85	100
6	1.18	0	0	100
7	0.6	0	0	100
8	0.3	0	0	100
9	0.15	0	0	100
		2000	100	706

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{706}{100} \times 100 = 7,06 = 7,1$$

Tabel 5.14 MHB kerikil Sungai Boyong setelah diatur butirannya

No	Lubang ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat tertahan komulatif (%)
		gram	%	
1	38.1	0	0	0
2	19.0	906	45,3	45,3
3	9.5	832	41,6	86,9
4	4.75	180	9,0	95,9
5	2.36	82	4,1	100
6	1.18	0	0	100
7	0.6	0	0	100
8	0.3	0	0	100
9	0.15	0	0	100
		2000	100	728,1

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{728,1}{100} \times 100 = 7,28 = 7,3$$

Tabel 5.15 MHB kerikil Sungai Krasak setelah diatur butirannya

No	Lubang ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat tertahan komulatif (%)
		gram	%	
1	38.1	0	0	0
2	19.0	945	47,25	47,25
3	9.5	694	34,7	81,95
4	4.75	265	13,25	95,2
5	2.36	96	4,8	100
6	1.18	0	0	100
7	0.6	0	0	100
8	0.3	0	0	100
9	0.15	0	0	100
		2000	100	724,4

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{724,4}{100} \times 100 = 7,24 = 7,2$$

Tabel 5.16 Hasil analisis Modulus Halus Butir (MHB) kerikil dari 3 sungai

Asal Kerikil	Modulus Halus Butir
Sungai Boyong	7,3
Sungai Krasak	7,2
Sungai Progo	7,1

8. setelah MHB masing-masing agregat di dapat, dicari perbandingan pasir dan kerikil menggunakan rumus dibawah ini,

$$w = \frac{K - C}{C - P} \times 100\%$$

dengan :

w = persentase berat pasir terhadap berat kerikil

K = modulus halus butir kerikil

P = modulus halus butir pasir

C = modulus halus butir campuran

Untuk agregat Sungai Krasak

$$w = \frac{7,2 - 5}{5 - 2,6} \times 100\% = 91,67\%$$

Berat pasir terhadap kerikil sebesar 91,67% atau dapat dikatakan perbandingan antara berat pasir dan kerikil sebesar 91,67 : 100 atau 1 : 1,1,

Dengan cara yang sama maka masing-masing perbandingan agregat tiap sungai dapat dilihat pada tabel 5.17,

Tabel 5.17 Hasil perhitungan perbandingan pasir terhadap kerikil

Asal Kerikil	Perbandingan pasir : kerikil
Sungai Boyong	1 : 1,0
	1 : 1,4
	1 : 2,3
Sungai Krasak	1 : 1,1
	1 : 1,7
	1 : 2,8
Sungai Progo	1 : 1,1
	1 : 1,7
	1 : 2,9

Dari hasil hitungan di atas hanya dipakai untuk menentukan perbandingan pasir dan kerikil secara kasar. Untuk itu hasil perbandingan tersebut perlu di tes dan digambarkan ke dalam diagram gradasi standar (Grafik 3.1), karena nilai modulus halus butir tidak menggambarkan variasi besar butir secara teliti,

9. langkah selanjutnya agregat dimasukkan ke dalam ayakan dengan ukuran 38 mm, 19 mm, 9,6 mm, 4.8 mm, 2.40 mm, 1.20 mm, 0.60 mm, 0.30 mm, 0.15 mm dan PAN,

10. mesin siever dinyalakan selama ± 15 menit,
11. hasil dari gradasi tersebut digambarkan pada grafik standar (gambar 3.1), apabila grafik tersebut tidak masuk dalam grafik standar, maka perbandingan pasir dan kerikil dicoba lagi, dan setelah dengan cara yang sama sampai menghasilkan grafik yang memenuhi grafik standar.
12. dalam uji gradasi campuran ini perbandingan antara pasir dan kerikil dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut ini,

Tabel 5.18 Perbandingan antara pasir dengan kerikil setelah dicek dengan grafik standar

Asal Kerikil	Perbandingan pasir : kerikil
Sungai Boyong	1 : 1,2 1 : 1,5 1 : 2,2
Sungai Krasak	1 : 1,2 1 : 1,6 1 : 2,6
Sungai Progo	1 : 1,2 1 : 1,5 1 : 2,5

13. hasil nilai modulus halus butir campuran setelah diolah dengan menggunakan grafik standar ditampilkan dalam bentuk Tabel,
- Hasil pemeriksaan Modulus Halus Butir agregat campuran untuk Sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,2 dapat dilihat dalam Tabel 5.19,

Tabel 5.19 Hasil nilai modulus halus butir (MHB) agregat campuran dari sungai Progo dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 1,2

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif
1	38	0	0	0
2	19	580	26,36	26,36
3	9,60	472	21,45	47,81
4	4,80	133	6,05	53,86
5	2,40	117	5,32	59,18
6	1,20	161	7,32	66,50
7	0,60	308	14,00	80,50
8	0,30	260	11,82	92,32
9	0,15	136	6,18	98,50
10	sisia	33	1,50	
	JUMLAH	2200	100	525

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{525}{100} \times 100\% = 5,25$$

Hasil pemeriksaan Modulus Halus Butir agregat campuran untuk Sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,5 dapat dilihat pada Tabel 5.20,

Tabel 5.20 Hasil nilai modulus halus butir (MHB) agregat campuran dari sungai Progo dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 1,5

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif
1	38	0	0	0
2	19	747	29,88	29,88
3	9,60	565	22,60	52,48
4	4,80	156	6,24	58,72
5	2,40	81	3,24	61,96
6	1,20	136	5,44	67,40
7	0,60	303	12,12	79,52
8	0,30	303	12,12	91,64
9	0,15	172	6,88	98,52
10	sisia	37	1,48	
	JUMLAH	2500	100	540,12

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{540,12}{100} \times 100\% = 5,4$$

Hasil pemeriksaan Modulus Halus Butir agregat campuran untuk Sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:2,5 dapat dilihat pada Tabel 5.21,

Tabel 5.21 Hasil nilai modulus halus butir (MHB) agregat campuran dari sungai Progo dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 2,5

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif
1	38	0	0	0
2	19	1200	34,29	34,29
3	9,60	950	27,14	61,43
4	4,80	285	8,14	69,57
5	2,40	150	4,29	73,86
6	1,20	170	4,86	78,72
7	0,60	317	9,06	87,78
8	0,30	260	7,43	95,21
9	0,15	100	2,86	98,07
10	sisa	68	1,93	
	JUMLAH	3500	100	599,56

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{599,56}{100} \times 100\% = 5,9956 = 6,0$$

Hasil pemeriksaan Modulus Halus Butir agregat campuran untuk Sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil= 1:1,2 dapat dilihat pada Tabel 5.22,

Tabel 5.22 Hasil nilai modulus halus butir (MHB) agregat campuran dari sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil = 1 : 1,2

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif
1	38	0	0	0
2	19	573	26,05	26,05
3	9,60	387	17,59	43,64
4	4,80	191	8,68	52,32
5	2,40	223	10,14	62,46
6	1,20	215	9,77	72,23
7	0,60	241	10,96	83,19
8	0,30	149	6,77	89,96
9	0,15	123	5,59	95,55
10	sisa	98	4,45	
	JUMLAH	2200	100	525,4

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{525,4}{100} \times 100\% = 5,25$$

Hasil pemeriksaan Modulus Halus Butir agregat campuran untuk Sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil=1:1,6 dapat dilihat pada Tabel 5.23,

Tabel 5.23 Hasil nilai modulus halus butir (MHB) agregat campuran dari sungai Krasak dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 1,6

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif
1	38	0	0	0
2	19	763	29,35	29,35
3	9,60	545	20,96	50,31
4	4,80	222	8,54	58,85
5	2,40	120	4,62	63,47
6	1,20	157	6,04	69,51
7	0,60	232	8,92	78,43
8	0,30	213	8,19	86,62
9	0,15	188	7,23	93,85
10	sisa	160	6,15	
	JUMLAH	2600	100	530,39

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{530,39}{100} \times 100\% = 5,30$$

Hasil pemeriksaan Modulus Halus Butir agregat campuran untuk Sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil=1:2,6 dapat dilihat pada Tabel 5.24,

Tabel 5.24 Hasil nilai modulus halus butir (MHB) agregat campuran dari sungai Krasak dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 2,6

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif
1	38	0	0	0
2	19	1229	34,14	34,14
3	9,60	912	25,33	59,47
4	4,80	366	10,17	69,64
5	2,40	154	4,28	73,92
6	1,20	190	5,28	79,20
7	0,60	245	6,81	86,01
8	0,30	200	5,55	91,56
9	0,15	166	4,61	96,17
10	sisa	138	3,83	
	JUMLAH	3600	100	590,11

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{590,11}{100} \times 100\% = 5,90$$

Hasil pemeriksaan Modulus Halus Butir agregat campuran untuk Sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil=1:1,2 dapat dilihat pada Tabel 5.25,

Tabel 5.25 Hasil nilai modulus halus butir (MHB) agregat campuran dari sungai Boyong dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 1,2

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif
1	38	0	0	0
2	19	545	24,77	24,77
3	9,60	479	21,77	46,54
4	4,80	134	6,09	52,63
5	2,40	159	7,23	59,86
6	1,20	277	12,59	72,45
7	0,60	294	13,36	85,81
8	0,30	185	8,41	94,22
9	0,15	80	3,64	97,86
10	sisa	47	2,14	
	JUMLAH	2200	100	534,14

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{534,14}{100} \times 100\% = 5,34$$

Hasil pemeriksaan Modulus Halus Butir agregat campuran untuk Sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil=1:1,5 dapat dilihat pada Tabel 5.26,

Tabel 5.26 Hasil nilai modulus halus butir (MHB) agregat campuran dari sungai Boyong dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 1,5

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif
1	38	0	0	0
2	19	704	28,16	28,16
3	9,60	591	23,64	51,80
4	4,80	173	6,92	58,72
5	2,40	170	6,80	65,52
6	1,20	270	10,80	76,32
7	0,60	287	11,48	87,80
8	0,30	173	6,92	94,72
9	0,15	94	3,76	98,48
10	sisa	38	1,52	
	JUMLAH	2500	100	561,52

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{561,52}{100} \times 100\% = 5,61$$

Hasil pemeriksaan Modulus Halus Butir agregat campuran untuk Sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil= 1:2,2 dapat dilihat pada Tabel 5.27,

Tabel 5.27 Hasil nilai modulus halus butir (MHB) agregat campuran dari sungai Boyong dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 2,2

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif
1	38	0	0	0
2	19	990	30,94	30,94
3	9,60	914	28,56	59,50
4	4,80	224	7,00	66,50
5	2,40	130	4,06	70,56
6	1,20	260	8,13	78,69
7	0,60	305	9,53	88,22
8	0,30	203	6,34	94,56
9	0,15	97	3,03	97,56
10	sisa	77	2,41	
	JUMLAH	3200	100	586,53

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{586,53}{100} \times 100\% = 5,90$$

14. Hasil dari modulus halus butir agregat campuran dari masing-masing sungai dapat dilihat pada Tabel 5.28 berikut ini,

Tabel 5.28 Hasil nilai MHB

Asal agregat	Perbandingan pasir : kerikil	Nilai MHB
Sungai Boyong	1 : 1,2	5,30
	1 : 1,5	5,60
	1 : 2,2	5,90
Sungai Krasak	1 : 1,2	5,25
	1 : 1,6	5,30
	1 : 2,6	5,90
Sungai Progo	1 : 1,2	5,25
	1 : 1,5	5,40
	1 : 2,5	6,00

15. Hasil dari gradasi campuran ditampilkan dalam bentuk Tabel dan grafik,

Hasil hitungan gradasi campuran untuk Sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,2 dapat dilihat pada Tabel 5.29,

Tabel 5.29 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal Sungai Progo dengan perbandingan 1 : 1,2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Butir lewat pasir (%)	Berat Butir lewat kerikil (%)	(2) x P	(3) x K	(4)+(5)	(6) (P+K)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
38	100	100	100	120	220	100
19	100	51,67	100	62,004	162,004	73,6382
9,6	100	12,34	100	14,404	114,808	52,1855
4,8	100	1,26	100	1,512	101,512	46,1418
2,4	88,3	0	88,3	0	88,300	40,1364
1,2	72,2	0	72,2	0	72,200	32,8182
0,6	41,4	0	41,4	0	41,400	18,8182
0,3	15,4	0	15,4	0	15,400	7,0000
0,15	1,8	0	1,8	0	1,800	0,8182

Hasil hitungan gradasi campuran untuk Sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,5 dapat dilihat pada Tabel 5.30,

Tabel 5.30 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal Sungai Progo dengan perbandingan 1 : 1,5

Lubang Ayakan (mm)	Berat Butir lewat pasir (%)	Berat Butir lewat kerikil (%)	(2) x P	(3) x K	(4)+(5)	(6) (P+K)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
38	100	100	100	150	250	100
19	100	50,2	100	75,3	175,3	70,12
9,6	100	12,533	100	18,799	118,799	47,519
4,8	100	2,133	100	3,199	103,199	41,79
2,4	91,9	0	91,9	0	91,9	36,76
1,2	78,3	0	78,3	0	78,3	31,32
0,6	48,0	0	48,0	0	48,0	19,2
0,3	17,7	0	17,7	0	17,7	7
0,15	0,5	0	0,5	0	0,5	0,2

Hasil hitungan gradasi campuran untuk Sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:2,5 dapat dilihat pada Tabel 5.31,

Tabel 5.31 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal Sungai Progo dengan perbandingan 1 : 2,5

Lubang Ayakan (mm)	Berat Butir lewat pasir (%)	Berat Butir lewat kerikil (%)	(2) x P	(3) x K	(4)+(5)	(6) (P+K)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
38	100	100	100	250	150	100
19	100	52	100	130	230	65,7
9,6	100	14	100	35	135	54,0
4,8	100	2,6	100	6,5	106,5	42,6
2,4	85,0	0	85,0	0	85,0	34,0
1,2	68,0	0	68,0	0	68,0	27,2
0,6	36,3	0	36,3	0	36,3	14,52
0,3	10,3	0	10,3	0	10,3	4,12
0,15	0,3	0	0,3	0	0,3	0,12

Hasil hitungan gradasi campuran untuk Sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,2 dapat dilihat pada Tabel 5.32,

Tabel 5.32 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal Sungai Krasak dengan perbandingan 1 : 1,2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Butir lewat pasir (%)	Berat Butir lewat kerikil (%)	(2) x P	(3) x K	(4)+(5)	(6) (P+K)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
38	100	100	100	120	220	100
19	100	52,25	100	62,7	162,7	73,95
9,6	100	20,0	100	24,0	124,0	56,36
4,8	100	4,08	100	4,9	104,9	47,7
2,4	77,7	0	77,7	0	77,7	35,32
1,2	56,2	0	56,2	0	56,2	25,54
0,6	32,1	0	32,1	0	32,1	14,7
0,3	17,2	0	17,2	0	17,2	7,8
0,15	4,9	0	4,9	0	4,9	2,3



Hasil hitungan gradasi campuran untuk Sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,6 dapat dilihat pada Tabel 5.33,

Tabel 5.33 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal Sungai Krasak dengan perbandingan 1 : 1,6

Lubang Ayakan (mm)	Berat Butir lewat pasir (%)	Berat Butir lewat kerikil (%)	(2) x P	(3) x K	(4)+(5)	(6) (P+K)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
38	100	100	100	160	260	100
19	100	52,31	100	83,696	183,696	70,65
9,6	100	18,21	100	29,136	129,136	49,61
4,8	100	4,335	100	6,936	106,936	41,13
2,4	88,0	0	88,0	0	88,0	33,8
1,2	72,3	0	72,3	0	72,3	27,81
0,6	49,1	0	49,1	0	49,1	18,9
0,3	27,8	0	27,8	0	27,8	10,7
0,15	9	0	9	0	9	3,5

Hasil hitungan gradasi campuran untuk Sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:2,6 dapat dilihat pada Tabel 5.34,

Tabel 5.34 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal Sungai Krasak dengan perbandingan 1 : 2,6

Lubang Ayakan (mm)	Berat Butir lewat pasir (%)	Berat Butir lewat kerikil (%)	(2) x P	(3) x K	(4)+(5)	(6) (P+K)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
38	100	100	100	260	360	100
19	100	52.73	100	137.098	237.098	65.86
9,6	100	17.63	100	45.838	145.838	40.51
4,8	100	3.6	100	9.36	109.36	30.38
2,4	84.6	0	84.6	0	84.6	23.5
1,2	65.6	0	65.6	0	65.6	18.22
0,6	41.1	0	41.1	0	41.1	11.42
0,3	21.1	0	21.1	0	21.1	5.86
0,15	4.5	0	4.1	0	4.5	1.25

Hasil hitungan gradasi campuran untuk Sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,2 dapat dilihat pada Tabel 5.35,

Tabel 5.35 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal Sungai boyong dengan perbandingan 1 : 1,2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Butir lewat pasir (%)	Berat Butir lewat kerikil (%)	(2) x P	(3) x K	(4)+(5)	(6) (P+K)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
38	100	100	100	120	220	100
19	100	54.58	100	65.5	165,5	75.23
9,6	100	14.66	100	17.6	117.6	53.45
4,8	100	3.5	100	4.2	104.2	47.4
2,4	84.1	0	84.1	0	84.1	38.2
1,2	56.4	0	56.4	0	56.4	25.6
0,6	27.0	0	27.0	0	27.0	12.3
0,3	8.5	0	8.5	0	8.5	3.86
0,15	0.5	0	0.5	0	0.5	0.3

Hasil hitungan gradasi campuran untuk Sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,5 dapat dilihat pada Tabel 5.36,

Tabel 5.36 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal Sungai boyong dengan perbandingan 1 : 1,5

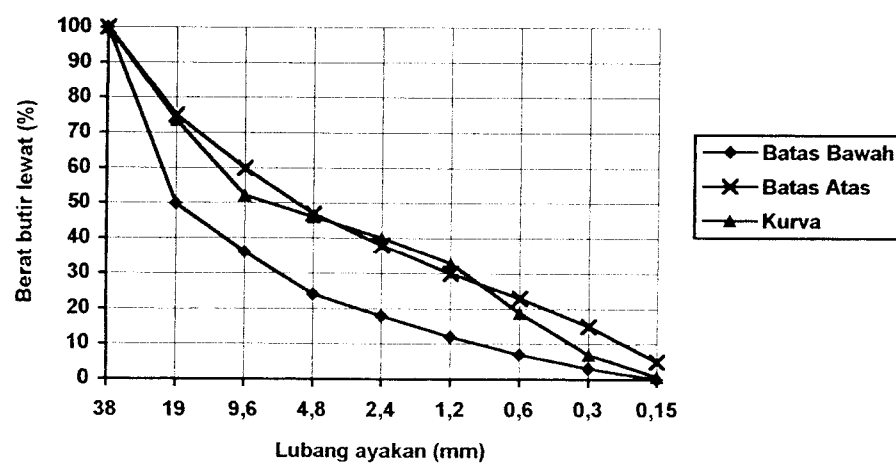
Lubang Ayakan (mm)	Berat Butir lewat pasir (%)	Berat Butir lewat kerikil (%)	(2) x P	(3) x K	(4)+(5)	(6) (P+K)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
38	100	100	100	150	250	100
19	100	53.1	100	79.65	179.65	71.86
9,6	100	13.7	100	20.55	120.55	48.22
4,8	100	2.1	100	3.15	103.15	41.26
2,4	83.0	0	83.0	0	83.0	33.2
1,2	56.0	0	56.0	0	56.0	22.4
0,6	27.3	0	27.3	0	27.3	10.92
0,3	10.0	0	10.0	0	10.0	4.0
0,15	0.6	0	0.6	0	0.6	0.24

Hasil hitungan gradasi campuran untuk Sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:2,2 dapat dilihat pada Tabel 5.37,

Tabel 5.37 Hitungan campuran pasir dan kerikil asal Sungai boyong dengan perbandingan 1 : 2,2

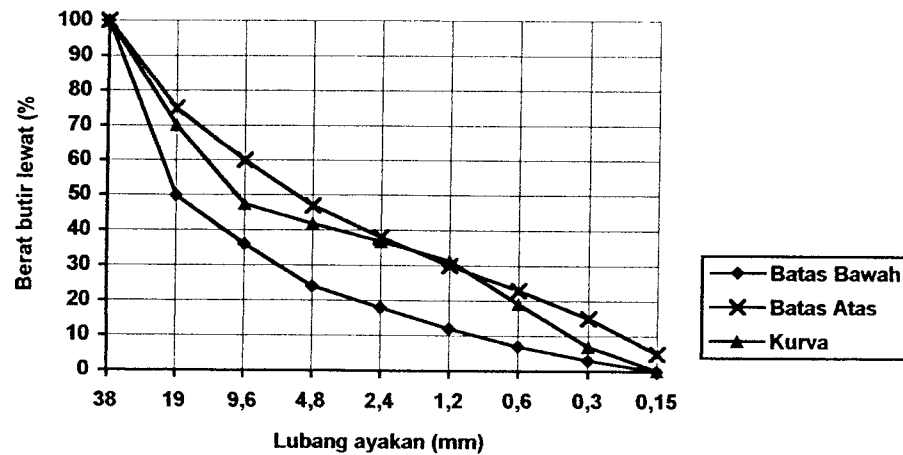
Lubang Ayakan (mm)	Berat Butir lewat pasir (%)	Berat Butir lewat kerikil (%)	(2) x P	(3) x K	(4)+(5)	(6) (P+K)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
38	100	100	100	220	320	100
19	100	55.0	100	121.0	221.0	69.06
9,6	100	13.455	100	29.6	129.6	40.5
4,8	100	3.273	100	7.2	107.2	33.5
2,4	87.0	0	87.0	0	87.0	27.19
1,2	61.0	0	61.0	0	61.0	19.1
0,6	30.5	0	30.5	0	30.5	9.5
0,3	10.2	0	10.2	0	10.2	2.9
0,15	0.5	0	0.5	0	0.5	0.2

Hasil grafik gradasi campuran untuk Sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,2 dapat dilihat pada Grafik 5.1,



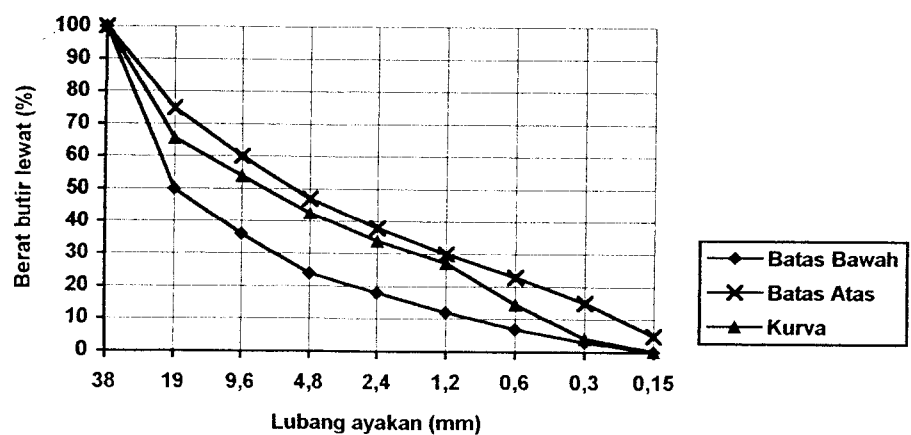
Grafik 5.1 Kurva gradasi Sungai Progo dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 1,2

Hasil grafik gradasi campuran untuk Sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,5 dapat dilihat pada Grafik 5.2,



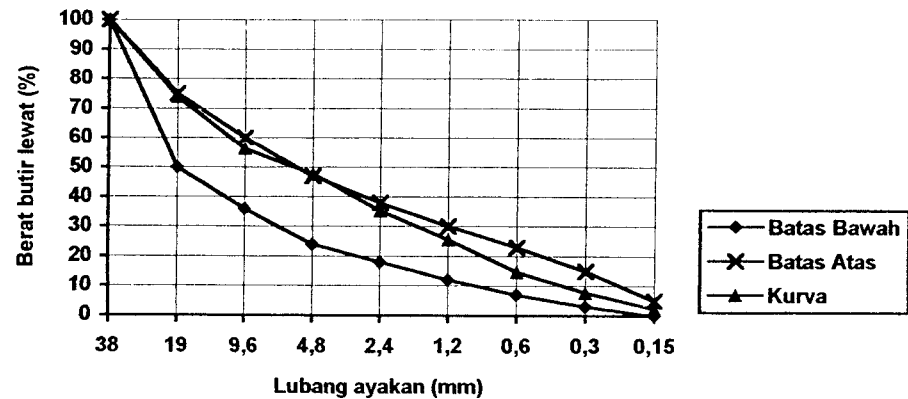
Grafik 5.2 Kurva gradasi Sungai Progo dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 1,5

Hasil grafik gradasi campuran untuk Sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:2,5 dapat dilihat pada Grafik 5.3,



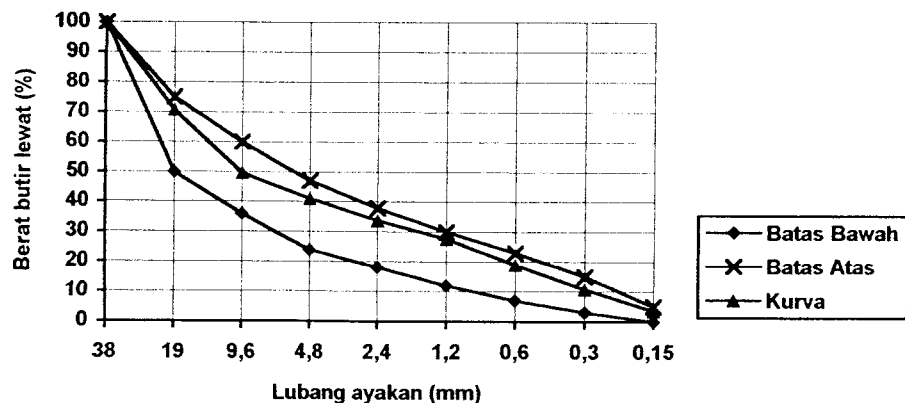
Grafik 5.3 Kurva gradasi Sungai Progo dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 2,5

Hasil grafik gradasi campuran untuk Sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,2 dapat dilihat pada Grafik 5.4,



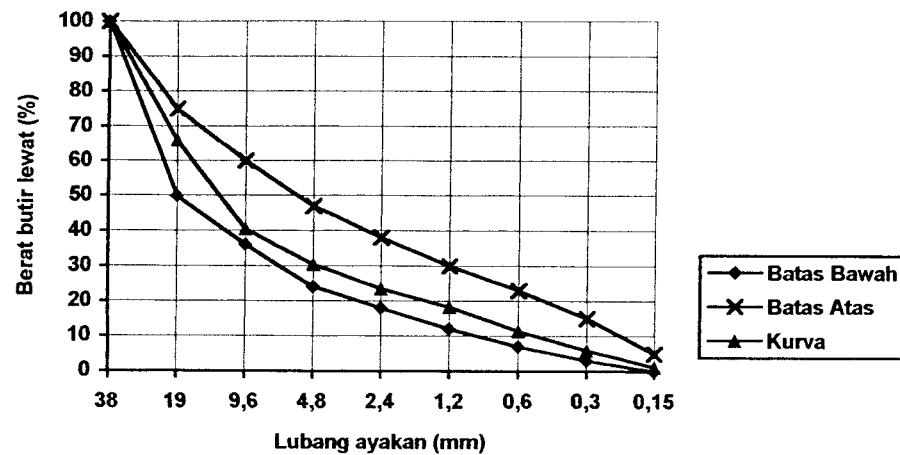
Grafik 4.4 Kurva gradasi Sungai Krasak dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 1,2

Hasil grafik gradasi campuran untuk Sungai Progo dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,6 dapat dilihat pada Grafik 5.5,



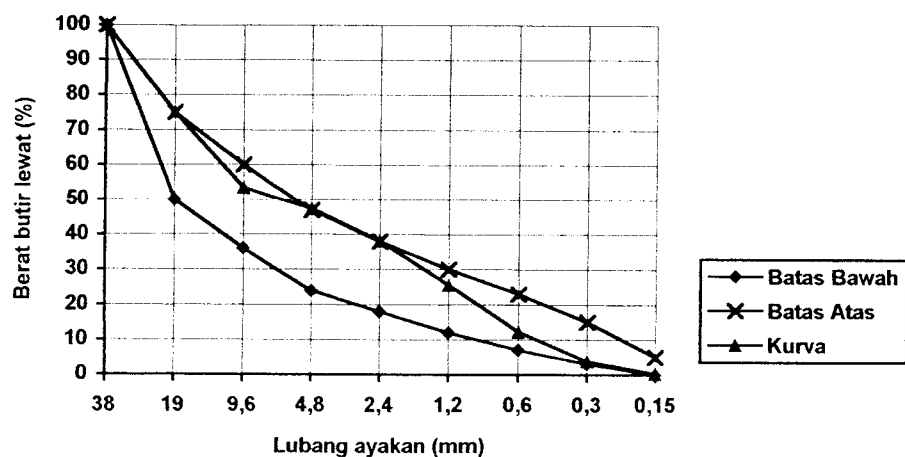
Grafik 4.5 Kurva gradasi Sungai Krasak dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 1,6

Hasil grafik gradasi campuran untuk Sungai Krasak dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:2,6 dapat dilihat pada Grafik 5.6,



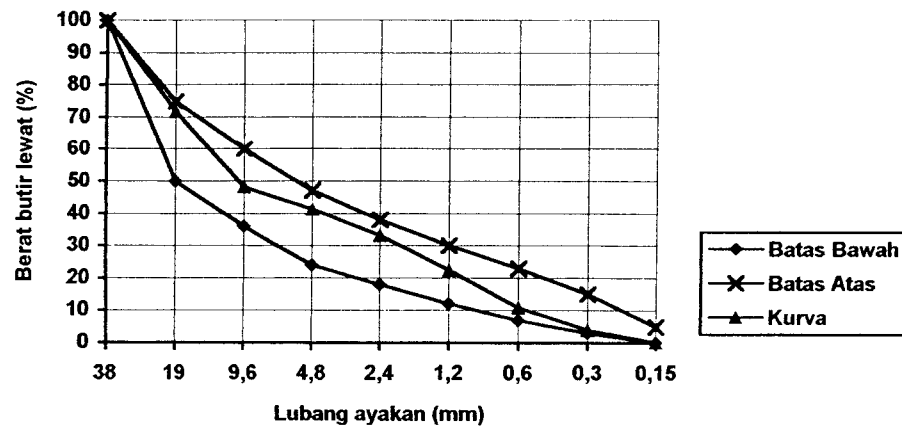
Grafik 5.6 Kurva gradasi Sungai Krasak dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 2,6

Hasil grafik gradasi campuran untuk Sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,2 dapat dilihat pada Grafik 5.7,



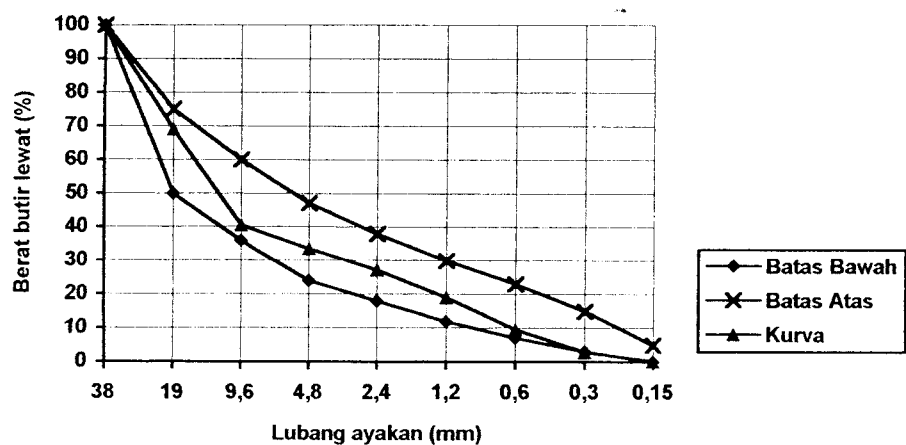
Grafik 5.7 Kurva gradasi Sungai Boyong dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 1,2

Hasil grafik gradasi campuran untuk Sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:1,5 dapat dilihat pada Grafik 5.8,



Grafik 5.8 Kurva gradasi Sungai Boyong dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 1,5

Hasil grafik gradasi campuran untuk Sungai Boyong dengan perbandingan pasir:kerikil = 1:2,2 dapat dilihat pada Grafik 5.9,



Grafik 5.9 Kurva gradasi Sungai Boyong dengan perbandingan pasir : kerikil = 1 : 2,2

5.6 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Uji keausan agregat kasar ini bertujuan untuk mengetahui kekerasan dari suatu agregat. Cara pemeriksaan tingkat kekerasan agregat adalah sebagai berikut ini.

1. Benda uji diambil secara acak dan disaring dengan lolos saringan 19,0 mm tertahan 12,5 mm dan lolos saringan 12,5 mm tertahan 9,5 mm.
2. Agregat yang lolos saringan 19,0 mm tertahan 12,5 mm diambil 2500 gram, dan agregat lolos saringan 12,5 mm tertahan 9,5 mm diambil 2500 gram.
3. agregat kasar (kerikil) dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles dengan 500 kali putaran.
4. agregat diambil dan disaring kembali dengan saringan 1,7 mm, kemudian ditimbang.
5. nilai keausannya dapat dihitung yaitu jumlah benda uji sebelum tes dikurangi jumlah benda uji tertahan di sieve 12(B), kemudian dibagi dengan jumlah benda uji dikalikan 100%.

$$\text{Keausan} = \frac{(A - B)}{A} \times 100\%$$

Hasil dari tes keausan dengan mesin Los Ageles dapat dilihat pada tabel 5.38 berikut ini.

Tabel 5.38 Hasil tes keausan dengan mesin Los Angeles

Benga Uji	Hasil Abrasi Test (persen)	Syarat kelas III mutu diatas $f'c=18,7$ MPa(%)
Sungai Boyong	53,03	27
Sungai Krasak	43,34	27
Sungai Progo	41,17	27

Dari hasil uji keausan menunjukkan bahwa agregat dari ketiga sungai tersebut tidak memenuhi syarat beton kelas III untuk mutu perencanaan beton $f'c = 22,5$ MPa.

5.7 Bentuk dan Tekstur Agregat (ciri-ciri agregat kasar)

Adapun pemeriksaan ciri-ciri dari agregat kasar adalah sebagai berikut :

Tabel 5.39 Ciri-ciri agregat kerikil

Asal Agregat	Ciri-Ciri Agregat
Sungai Boyong	a. berpori b. permukaan kasar c. bentuk agak mendekati kotak d. ringan
Sungai Krasak	a. bersudut tajam b. permukaan kasar c. bentuk agak mendekati kotak d. agak berat
Sungai Progo	a. tidak berpori b. permukaan halus c. bentuk rata-rata bulat d. berat

5.8 Perancangan Campuran Adukan Beton

Perancangan adukan beton pada penelitian ini dengan menggunakan cara ACI. Pembuatan suatu adukan beton, terlebih dahulu perlu diketahui perbandingan komposisi bahan-bahan penyusun. Benda uji direncanakan menggunakan mutu beton $f'c = 22,5$ Mpa.

Uraian perencanaan campuran beton dengan cara ACI :
Perhitungan untuk agregat dari Sungai Boyong.

1. simpangan baku dapat dipilih sesuai dengan perencanaan yang dikehendaki dapat dilihat pada Tabel 5.40,

Tabel 5.40 Nilai deviasi standar (kg/cm²)

Volume Pelerjaan		Mutu Pelaksanaan		
	m ³	baik sekali	baik	cukup
kecil	< 1000	45 < s <= 55	55 < s <= 65	65 < s <= 85
sedang	1000-3000	35 < s <= 45	45 < s <= 55	55 < s <= 75
besar	> 3000	25 < s <= 35	35 < s <= 45	45 < s <= 65

diambil mutu pelaksanaan baik, jenis beton biasa (beton non air-entrained)

$$s = 60 \text{ kg/cm}^2 = 6 \text{ MPa}$$

$$= 6 : 0,0069 = 869,57 = 870 \text{ psi}$$

2. Jumlah benda uji $n = 20$ buah

Modifikasi simpangan baku dengan tabel 3.6

$$S = 1,08 \times 870 = 939,6 \text{ psi}$$

3. Kuat tekan rencana,

$$\text{Kuat tekan rencana} = f'c = 22,5 \text{ MPa}$$

$$= 22,5 : 0,0069$$

$$= 3260 \text{ psi}$$

Persamaan 3.1

$$f'_{cr} = f'c + 1,34 \cdot s$$

$$= 3260 + 1,34 \times (1,08 \times 870)$$

$$= 4159,064 \text{ psi}$$

$$= 31,181 \text{ MPa}$$

Persamaan 3.2

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= f'_c + 2,33.s - 500 \\
 &= 3260 + 2,33 \times (1,08 \times 870) - 500 \\
 &= 4949,268 \text{ psi} \\
 &= 34,15 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dari persamaan 3.1 dan 3.2 diambil yang terbesar yaitu 34,15 MPa

4. Slump yang diperlukan untuk balok dan dinding beton lihat tabel 3.7 = maksimum 4 inch dan minimum 1 inch
= maksimum 10,16 cm dan minimum 2,54 cm
5. Ukuran agregat maksimum = 1,5 inch
= 3,8 cm = 4 cm
6. Untuk slump antara 3 dan 4 inch ukuran dan ukuran agregat 1,5 inch, berat air yang diperlukan per yard³ beton dapat dilihat pada tabel 3.8 = 300 lb/yard³
7. Untuk kekuatan tekan yang diminta $f'_c = 4949,286$ psi, faktor air semennya dapat dilihat pada tabel 3.9 = 0,485 (interpolasi)
8. Tabel 3.10 juga diperlukan jika yang digunakan dalam hitungan desain campuran bukan berdasarkan berat, melainkan berdasarkan volume. Dengan demikian jumlah semen yang diperlukan per yard³ beton = $300/0,485 = 618,6$ lb/yard³
9. Dengan menggunakan modulus kehalusan pasir (MHB = 3) dan tabel 3.10, maka volume agregat kasar = 0,69 yd³

10. Dengan menggunakan berat kering agregat kasar 90 lb/ft³, maka berat agregat kasar

$$= (0,69 \text{ yd}^3) \times (27 \text{ ft}^3/\text{yd}^3) \times 90$$

$$= 1676,7 \text{ lb/yd}^3$$

11. Berat estimasi beton segar untuk agregat berukuran maksimum 1,5 inch dapat dilihat pada tabel 3.11 (beton non air-entrained) didapat = 4070 lb/yd³

12. Berat pasir = [berat beton segar - berat (air + semen + agregat kasar)]

$$= 4070 - (300 + 618,6 + 1676,7)$$

$$= 1474,7 \text{ lb/yd}^3$$

13. Untuk 1 yard³ beton

semen = 618,6 lb

pasir = 1474,7 lb

kerikil = 1676,7 lb

air = 300 lb

14. Untuk 1 m³ beton (1 lb/yd³ = 0,6 kg/m³)

semen = 371,16 kg

pasir = 884,82 kg

Kerikil = 1006,02 kg

air = 180 kg

Secara ringkas hasil perhitungan kebutuhan semen, pasir, kerikil, dan air dapat dilihat pada tabel 5.41 berikut ini.

Tabel 5.41 Kebutuhan material untuk setiap 1 m³ adukan beton

Asal Agregat	Berat semen (kg)	Berat pasir (kg)	Berat kerikil (kg)	Berat air (liter)
S. Boyong	371,16	884,82	1006,02	180
S. Krasak	371,16	768,77	1122,07	180
S. Progo	371,16	763,62	1127,22	180

Setiap adukan diperlukan 20 buah silinder beton. Volume silinder = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,15^2 \cdot 0,3 = 0,0053 \text{ m}^3$. Volume 20 buah silinder = $20 \times 0,0053 = 0,106 \text{ m}^3$. Untuk pengerjaan kebutuhan material setiap adukan diberi penambahan 10%. Hasil penambahan 10% dapat dilihat pada Tabel 5.42 berikut ini.

Tabel 5.42 Kebutuhan material setiap adukan untuk 20 buah silinder setelah diberi penambahan 10%

Asal Agregat	Berat semen (kg)	Berat pasir (kg)	Berat kerikil (kg)	Berat air (liter)
S. Boyong	43,277	103,17	117,30	21,00
S. Krasak	43,277	89,64	130,83	21,00
S. Progo	43,277	89,04	131,43	21,00

Kebutuhan pasir dan kerikil per 1m³ beton dapat dilihat pada Tabel 5.43,

Tabel 5.43 Kebutuhan pasir dan kerikil berdasarkan perbandingan per 1 m³ beton

Asal agregat	Perbandingan Pasir : kerikil	Berat Pasir+Kerikil (kg)	Berat Pasir (kg)	Berat Kerikil (kg)
S. Boyong	1 : 1,2	1890,84	859,47	1031,37
	1 : 1,5		756,34	1134,50
	1 : 2,2		590,89	1299,95
S. Krasak	1 : 1,2	1890,84	859,47	1031,37
	1 : 1,6		727,25	1163,59
	1 : 2,6		525,23	1365,61
S. Progo	1 : 1,2	1890,84	859,47	1031,37
	1 : 1,5		756,34	1134,50
	1 : 2,5		540,24	1350,60

Kebutuhan pasir dan kerikil untuk 20 silinder dengan penambahan 10% dapat dilihat pada Tabel 5.44,

Tabel 5.44 Kebutuhan pasir dan kerikil berdasarkan perbandingan untuk 20 silinder + 10%

Asal agregat	Perbandingan Pasir : kerikil	Berat Pasir+Kerikil (kg)	Berat Pasir (kg)	Berat Kerikil (kg)
S. Boyong	1 : 1,2	220,47	100,21	120,26
	1 : 1,5		88,19	132,28
	1 : 2,2		68,90	151,57
S. Krasak	1 : 1,2	220,47	100,21	120,26
	1 : 1,6		84,80	135,67
	1 : 2,6		61,24	159,23
S. Progo	1 : 1,2	220,47	100,21	120,26
	1 : 1,5		88,19	132,28
	1 : 2,5		62,99	157,48

Kebutuhan pasir dan kerikil berdasarkan besaran butiran untuk 20 silinder dengan penambahan 10% dapat dilihat pada Tabel 5.45,

Tabel 5.45 Kebutuhan kerikil berdasarkan besaran butiran untuk 20 silinder + 10%

Asal agregat	Perbandingan pasir : kerikil	Kerikil tertahan ayakan		
		20 mm	10 mm	5 mm
S. Boyong	1 : 1,2	60,13	36,08	24,05
	1 : 1,5	66,14	39,68	26,46
	1 : 2,2	75,79	45,47	30,31
S. Krasak	1 : 1,2	60,13	36,08	24,05
	1 : 1,6	67,84	40,70	27,13
	1 : 2,6	79,61	47,77	31,85
S. Progo	1 : 1,2	60,13	36,08	24,05
	1 : 1,5	66,14	39,68	26,46
	1 : 2,5	78,74	47,24	31,50

Hasil perbandingan antara semen : pasir : kerikil per lm^3 beton dapat dilihat pada Tabel 5.46,

Tabel 5.46 Perbandingan semen : pasir : kerikil dalam lm^3 beton

Asal agregat	Perbandingan Pasir : kerikil	Berat Semen (kg)	Berat Pasir (kg)	Berat Kerikil (kg)
S. Boyong	1 : 1,2	371,16	859,47	1031,37
	semen:pasir:kerikil	1	2,3	2,8
	1 : 1,5	371,16	756,34	1134,50
	semen:pasir:kerikil	1	2,0	3,1
	1 : 2,2	371,16	590,89	1299,95
	semen:pasir:kerikil	1	1,6	3,5

S. Krasak	1 : 1,2	371,16	859,47	1031,37
	semen:pasir:kerikil	1	2,3	2,8
	1 : 1,6	371,16	727,25	1163,59
	semen:pasir:kerikil	1	2,0	3,1
	1 : 2,6	371,16	525,23	1365,61
	semen:pasir:kerikil	1	1,4	3,7
S. Progo	1 : 1,2	371,16	859,47	1031,37
	semen:pasir:kerikil	1	2,3	2,8
	1 : 1,5	371,16	756,34	1134,50
	semen:pasir:kerikil	1	2,0	3,1
	1 : 2,5	371,16	540,24	1350,60
	semen:pasir:kerikil	1	1,5	3,6

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian

Pengujian kuat desak beton dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, universitas Islam Indonesia. Hasil penelitian diperoleh setelah dilakukan uji desak beton pada benda-benda uji silinder beton. Pengujian kuat desak beton dilakukan 2 tahapan, yaitu pada umur 14 hari dan pada umur 28 hari. Setiap benda uji diberi identitas, hal ini dilakukan untuk menghindari kerancuan pada waktu tes berlangsung. Untuk benda uji Sungai Boyong dengan kode "B", Sungai Krasak dengan kode "K", dan Sungai Progo dengan kode "P". Dari uji kuat desak beton dapat diketahui nilai kuat desak beton yang dapat dicapai, untuk tiap-tiap variasi gradasi.

Hasil penelitian ini disusun kedalam tabel dan data mengenai hasil pengujian dari laboratorium dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 6.1 Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari Sungai Boyong dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:1,2

No	Kode Prod	Berat (Kg)	D	T	Luas	P max (KN)	P max (Kg/cm2)	Umur	Faktor Umur	f _c (MPa)	(f _c -f _{cr})	(f _c -f _{cr}) ²	s (MPa)	Slump (cm)
1	B1	12,35	14,98	30,28	176,15	460	266,10	14	0,88	30,238	-2,143	4,592		7,5
2	B2	12,30	14,97	30,18	175,92	450	260,66	14	0,88	29,620	-2,761	7,622		7,5
3	B3	12,30	15,01	30,00	176,86	525	302,48	14	0,88	34,373	1,992	3,968		7,5
4	B4	12,40	15,02	30,20	177,10	460	264,68	14	0,88	30,077	-2,304	5,308		7,5
5	B5	12,50	15,00	30,24	176,63	520	300,00	14	0,88	34,091	1,710	2,924		7,5
6	B6	12,35	14,85	30,11	173,11	580	341,41	14	0,88	38,797	6,416	41,161		7,5
7	B7	12,45	15,00	29,94	176,63	500	288,46	14	0,88	32,780	0,399	0,159		7,5
8	B8	12,30	15,00	29,82	176,63	540	311,54	14	0,88	35,402	3,021	9,128		7,5
9	B9	12,35	15,04	30,00	177,57	550	315,63	14	0,88	35,866	3,485	12,147		7,5
10	B10	12,40	15,00	30,07	176,63	450	259,62	14	0,88	29,502	-2,879	8,290		7,5
11	B11	12,35	14,99	30,34	176,39	590	340,84	28	1	34,084	1,703	2,900		7,5
12	B12	12,25	15,00	30,07	176,63	530	305,77	28	1	30,577	-1,804	3,254		7,5
13	B13	12,65	15,04	30,41	177,57	610	350,06	28	1	35,006	2,625	6,888		7,5
14	B14	12,10	14,98	29,93	176,15	600	347,08	28	1	34,708	2,327	5,415		7,5
15	B15	12,35	15,22	29,82	181,84	500	280,19	28	1	28,019	-4,363	19,033		7,5
16	B16	12,25	14,93	29,85	174,98	580	337,76	28	1	33,776	1,395	1,947		7,5
17	B17	12,50	15,09	30,20	178,75	490	279,33	28	1	27,933	-4,448	19,784		7,5
18	B18	12,20	15,06	30,05	178,04	550	314,79	28	1	31,479	-0,902	0,814		7,5
19	B19	12,42	15,10	30,00	178,99	520	296,04	28	1	29,604	-2,777	7,711		7,5
20	B20	12,35	15,01	30,17	176,86	550	316,89	28	1	31,689	-0,692	0,479		7,5
							647,624					163,525	2,934	

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) = 32,381 MPa

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan = $f'_{cr} = f'_c - 2,33 \cdot s + 500$

$$= 4692,899 - 2,33 \times 425,217 + 500$$

$$= 4202,143 \text{ psi} = 28,995 \text{ MPa}$$

Tabel 6.2 Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari Sungai Boyong dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:1,5

No	Kode Prod	Berat (Kg)	D	T	Luas	P max (KN)	P max (Kg/cm ²)	Umur	Faktor Umur	f _c (MPa)	(f _c -f _{cr})	(f _c -f _{cr}) ²	s (MPa)	Slump (cm)
1	B1	12,60	15,03	30,26	177,33	485	278,69	14	0,88	31,670	0,914	0,835		9
2	B2	12,40	14,97	30,25	175,92	430	249,07	14	0,88	28,304	-2,452	6,012		9
3	B3	12,40	14,96	30,02	175,68	460	266,81	14	0,88	30,319	-0,437	0,191		9
4	B4	12,45	14,94	30,29	175,21	410	238,44	14	0,88	27,096	-3,660	13,395		9
5	B5	12,25	14,96	29,86	175,68	480	278,41	14	0,88	31,637	0,881	0,777		9
6	B6	12,50	15,04	30,09	177,57	470	269,72	14	0,88	30,650	-0,106	0,011		9
7	B7	12,55	14,89	29,96	174,04	430	251,76	14	0,88	28,609	-2,147	4,609		9
8	B8	12,45	14,95	30,06	175,45	410	238,13	14	0,88	27,060	-3,696	13,661		9
9	B9	12,20	15,02	29,87	177,10	505	290,57	14	0,88	33,020	2,264	5,125		9
10	B10	12,55	15,12	29,90	179,46	385	218,61	14	0,88	24,842	-5,914	34,979		9
11	B11	12,40	15,10	30,20	178,99	570	324,51	28	1	32,451	1,695	2,873		9
12	B12	12,75	15,40	30,06	186,17	530	290,09	28	1	29,009	-1,746	3,050		9
13	B13	12,35	15,00	29,87	176,63	560	323,08	28	1	32,308	1,552	2,409		9
14	B14	12,50	15,00	30,00	176,63	560	323,08	28	1	32,308	1,552	2,409		9
15	B15	12,70	15,00	30,00	176,63	630	363,46	28	1	36,346	5,591	31,255		9
16	B16	12,55	15,08	30,14	178,51	525	299,68	28	1	29,968	-0,788	0,620		9
17	B17	12,40	15,00	30,00	176,63	530	305,77	28	1	30,577	-0,179	0,032		9
18	B18	12,40	15,00	30,00	176,63	625	360,58	28	1	36,058	5,302	28,113		9
19	B19	12,50	15,00	30,30	176,63	560	323,08	28	1	32,308	1,552	2,409		9
20	B20	12,45	15,00	29,94	176,63	530	305,77	28	1	30,577	-0,179	0,032		9
										615,117		152,799		2,836

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) = 30,756 MPa

$$\begin{aligned} \text{Kuat desak rata-rata yang ditargetkan} &= f'_{cr} = f'_c - 2,33.s + 500 \\ &= 4457,391 - 2,33 \times 411,014 + 500 \\ &= 3999,728 \text{ psi} = 27,598 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Tabel 6.3 Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari Sungai Boyong dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:2, 2

No	Kode Prod	Berat (Kg)	D	T	Luas	P max (KN)	P max (Kg/cm ²)	Umur	Faktor Umur	f _c (MPa)	(f _c -f _{cr})	(f _c -f _{cr})/2	s (MPa)	Slump (cm)
1	B1	12,25	15,06	30,08	178,04	420	240,38	14	0,88	27,316	-2,601	6,766		9,25
2	B2	12,30	15,05	30,15	177,80	410	234,97	14	0,88	26,701	-3,216	10,343		9,25
3	B3	12,35	15,00	30,20	176,63	445	256,73	14	0,88	29,174	-0,743	0,552		9,25
4	B4	12,30	15,00	30,10	176,63	425	245,19	14	0,88	27,863	-2,054	4,221		9,25
5	B5	12,20	15,06	30,14	178,04	400	228,94	14	0,88	26,015	-3,902	15,225		9,25
6	B6	12,35	15,02	30,12	177,10	480	276,19	14	0,88	31,385	1,468	2,154		9,25
7	B7	12,35	15,05	29,98	177,80	380	217,78	14	0,88	24,748	-5,170	26,728		9,25
8	B8	12,40	15,04	30,12	177,57	440	252,50	14	0,88	28,693	-1,224	1,499		9,25
9	B9	12,35	15,07	30,00	178,28	400	228,63	14	0,88	25,981	-3,936	15,496		9,25
10	B10	12,50	15,02	30,12	177,10	465	267,56	14	0,88	30,404	0,487	0,237		9,25
11	B11	12,75	15,16	30,17	180,41	650	367,13	28	1	36,713	6,796	46,179		8,5
12	B12	12,25	15,00	30,00	176,63	420	242,31	28	1	24,231	-5,686	32,336		8,5
13	B13	12,25	15,00	29,88	176,63	640	369,23	28	1	36,923	7,006	49,084		8,5
14	B14	12,50	15,03	30,22	177,33	430	247,09	28	1	24,709	-5,208	27,128		8,5
15	B15	12,75	15,22	30,40	181,84	415	232,55	28	1	23,255	-6,662	44,383		8,5
16	B16	12,20	15,02	30,00	177,10	610	350,99	28	1	35,099	5,182	26,848		8,5
17	B17	12,35	15,00	30,26	176,63	650	375,00	28	1	37,500	7,583	57,501		8,5
18	B18	12,25	15,00	30,10	176,63	600	346,16	28	1	34,616	4,698	22,074		8,5
19	B19	12,25	15,00	30,40	176,63	540	311,54	28	1	31,154	1,237	1,529		8,5
20	B20	12,25	15,04	30,96	177,57	625	358,66	28	1	35,866	5,949	35,391		8,5
										598,349		425,674	4,733	

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) = 29,917 MPa

$$\begin{aligned} \text{Kuat desak rata-rata yang ditargetkan} &= f'_{cr} = f'_c - 2,33 \cdot s + 500 \\ &= 4335,862 - 2,33 \times 685,942 + 500 \\ &= 3237,617 \text{ psi} = 22,340 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Tabel 6.4 Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari Sungai Krasak dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:1,2

No	Kode Prod	Berat (Kg)	D	T	Luas	P max (KN)	P max (Kg/cm ²)	Umur	Faktor Umur	f _c (MPa)	(f _c -f _{cr})	(f _c -f _{cr}) ²	s (MPa)	Slump (cm)
1	K1	12,40	14,95	29,90	175,45	565	328,15	14	0,88	37,290	1,465	2,146		10,5
2	K2	12,30	14,99	29,82	176,39	490	283,07	14	0,88	32,167	-3,657	13,377		10,5
3	K3	12,30	14,97	29,97	175,92	500	289,62	14	0,88	32,912	-2,913	8,487		10,5
4	K4	12,60	15,05	30,33	177,80	510	292,28	14	0,88	33,214	-2,611	6,817		10,5
5	K5	12,40	15,00	30,06	176,63	520	300,00	14	0,88	34,091	-1,734	3,005		10,5
6	K6	12,35	14,94	29,98	175,21	400	232,63	14	0,88	26,435	-9,390	88,166		10,5
7	K7	12,50	15,00	29,98	176,63	515	297,12	14	0,88	33,763	-2,061	4,249		10,5
8	K8	12,40	14,97	30,05	175,92	440	254,87	14	0,88	28,962	-6,863	47,095		10,5
9	K9	12,35	14,98	30,02	176,15	450	260,31	14	0,88	29,581	-6,244	38,986		10,5
10	K10	12,45	15,00	30,08	176,63	460	265,39	14	0,88	30,158	-5,667	32,116		10,5
11	K11	12,30	15,02	30,03	177,10	730	420,04	28	1	42,004	6,179	38,179		7,5
12	K12	12,80	15,09	30,08	178,75	725	413,30	28	1	41,330	5,505	30,306		7,5
13	K13	12,35	15,08	30,04	178,51	630	359,62	28	1	35,962	0,137	0,019		7,5
14	K14	12,80	15,05	30,08	177,80	665	381,11	28	1	38,111	2,286	5,228		7,5
15	K15	12,25	15,02	30,09	177,10	690	397,02	28	1	39,702	3,877	15,034		7,5
16	K16	12,40	15,03	30,25	177,33	770	442,46	28	1	44,246	8,422	70,923		7,5
17	K17	12,40	15,02	30,08	177,10	665	382,64	28	1	38,264	2,439	5,948		7,5
18	K18	12,40	15,02	30,06	177,10	705	405,65	28	1	40,565	4,740	22,472		7,5
19	K19	12,45	15,05	30,08	177,80	690	395,44	28	1	39,544	3,719	13,833		7,5
20	K20	12,35	15,09	30,05	178,75	670	381,95	28	1	38,195	2,370	5,616		7,5
										716,495		452,003	4,877	

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) = 35,825 MPa

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat desak rata-rata yang ditargetkan} &= f'_{cr} = f'_c - 2,33.s + 500 \\
 &= 5192,029 - 2,33 \times 706,812 + 500 \\
 &= 4045,158 \text{ psi} = 27,912 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Tabel 6.5 Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari Sungai Krasak dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:1,6

No	Kode Prod	Berat (Kg)	D	T	Luas	P max (KN)	P max (Kg/cm ²)	Umur	Faktor Umur	f _c (MPa)	(f _c -f _{cr})	(f _c -f _{cr}) ²	s (MPa)	Slump (cm)
1	K1A	12,60	14,97	30,46	175,92	430	249,07	14	0,88	28,304	-3,872	14,992		6
2	K2A	12,30	15,03	30,07	177,33	450	258,58	14	0,88	29,384	-2,791	7,792		6
3	K3A	12,65	14,88	30,43	173,81	420	246,23	14	0,88	27,981	-4,195	17,595		6
4	K4A	12,40	15,06	30,03	178,04	505	289,03	14	0,88	32,845	0,669	0,447		6
5	K5A	12,45	15,05	30,13	177,80	440	252,16	14	0,88	28,655	-3,521	12,396		6
6	K6A	12,30	14,95	29,73	175,45	590	342,67	14	0,88	38,940	6,764	45,749		6
7	K7A	12,65	14,98	30,42	176,15	370	214,03	14	0,88	24,322	-7,854	61,682		6
8	K8A	12,55	15,00	30,29	176,63	405	233,66	14	0,88	26,552	-5,624	31,629		6
9	K9A	12,50	15,00	29,95	176,63	510	294,23	14	0,88	33,436	1,260	1,587		6
10	K10A	12,45	14,99	30,05	176,39	440	254,19	14	0,88	28,885	-3,291	10,830		6
11	K11A	12,50	15,00	30,20	176,63	585	337,50	28	1	33,750	1,575	2,479		7
12	K12A	12,65	15,60	30,35	191,04	650	346,71	28	1	34,671	2,495	6,227		7
13	K13A	12,40	15,25	30,50	182,56	680	379,55	28	1	37,955	5,780	33,404		7
14	K14A	12,30	14,87	29,85	173,58	570	334,62	28	1	33,462	1,287	1,655		7
15	K15A	12,60	15,10	30,33	178,99	550	313,12	28	1	31,312	-0,864	0,746		7
16	K16A	12,55	15,10	30,10	178,99	725	412,75	28	1	41,275	9,099	82,798		7
17	K17A	12,55	15,05	30,05	177,80	600	343,86	28	1	34,386	2,210	4,885		7
18	K18A	12,65	15,05	30,20	177,80	455	260,76	28	1	26,076	-6,100	37,206		7
19	K19A	12,50	15,02	30,08	177,10	640	368,25	28	1	36,825	4,649	21,616		7
20	K20A	12,45	15,15	30,10	180,18	610	344,99	28	1	34,499	2,323	5,398		7
										643,516		401,114	4,595	

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) = 32,176 MPa

$$\begin{aligned} \text{Kuat desak rata-rata yang ditargetkan} &= f'_{cr} = f'_c - 2,33.s + 500 \\ &= 4663,188 - 2,33 \times 665,942 + 500 \\ &= 3611,543 \text{ psi} = 24,920 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Tabel 6.6 Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari Sungai Krasak dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:2,6

No	Kode Prod	Berat (Kg)	D	T	Luas	P max (KN)	P max (Kg/cm ²)	Umur	Faktor Umur	f _c (MPa)	(f _c -f _{cr})	(f _c -f _{cr}) ²	s (MPa)	Slump (cm)
1	K1B	12,40	15,05	30,28	177,80	315	180,53	14	0,88	20,514	-7,389	54,599		7
2	K2B	12,40	15,05	30,12	177,80	352	201,73	14	0,88	22,924	-4,980	24,796		7
3	K3B	12,60	15,18	30,28	180,89	425	239,41	14	0,88	27,206	-0,697	0,486		7
4	K4B	12,40	15,03	30,14	177,33	405	232,72	14	0,88	26,446	-1,458	2,125		7
5	K5B	12,35	14,95	30,04	175,45	445	258,45	14	0,88	29,370	1,466	2,150		7
6	K6B	12,35	15,10	30,23	178,99	363	206,66	14	0,88	23,484	-4,419	19,531		7
7	K7B	12,40	14,98	30,93	176,15	278	160,81	14	0,88	18,274	-9,629	92,721		7
8	K8B	12,40	15,00	30,28	176,63	293	169,04	14	0,88	19,209	-8,694	75,594		7
9	K9B	12,50	15,06	30,19	178,04	257	147,09	14	0,88	16,715	-11,189	125,185		7
10	K10B	12,50	15,06	30,19	178,04	415	237,52	14	0,88	26,991	-0,913	0,833		7
11	K11B	12,35	14,95	29,89	175,45	560	325,24	28	1	32,524	4,621	21,353		12,5
12	K12B	12,40	14,97	30,15	175,92	550	318,58	28	1	31,858	3,955	15,640		12,5
13	K13B	12,40	14,97	30,07	175,92	490	283,83	28	1	28,383	0,479	0,230		12,5
14	K14B	12,60	15,28	29,88	183,28	785	436,44	28	1	43,644	15,741	247,770		12,5
15	K15B	12,60	15,17	30,09	180,65	425	239,73	28	1	23,973	-3,931	15,449		12,5
16	K16B	12,55	15,00	30,35	176,63	560	323,08	28	1	32,308	4,404	19,399		12,5
17	K17B	12,60	14,95	30,26	175,45	595	345,57	28	1	34,557	6,654	44,271		12,5
18	K18B	12,55	15,04	30,36	177,57	560	321,36	28	1	32,136	4,233	17,917		12,5
19	K19B	12,50	15,01	30,24	176,86	555	319,77	28	1	31,977	4,073	16,592		12,5
20	K20B	12,34	14,98	30,14	176,15	615	355,76	28	1	35,576	7,672	58,865		12,5
										558,071		855,506	6,710	

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) = 27,904 MPa

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan = $f'_{cr} = f'_c - 2,33.s + 500$

$$= 4044,058 - 2,33 \times 972,464 + 500$$

$$= 2278,217 \text{ psi} = 15,720 \text{ MPa}$$

Tabel 6.7 Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari Sungai Progo dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:1,2

No	Kode Prod	Berat (Kg)	D	T	Luas	P max (KN)	P max (Kg/cm ²)	Umur	Faktor Umur	f'c (MPa)	(f'c-f'cr)	(f'c-f'cr)/2	s (MPa)	Slump (cm)	
1	P1	12,30	15,03	30,24	177,33	600	344,78	14	0,88	39,179	4,192	17,570		9	
2	P2	12,10	15,04	29,73	177,57	530	304,15	14	0,88	34,562	-0,425	0,181		9	
3	P3	12,75	15,20	30,57	181,37	540	303,40	14	0,88	34,477	-0,511	0,261		9	
4	P4	12,30	15,10	30,10	178,99	590	335,89	14	0,88	38,170	3,182	10,127		9	
5	P5	12,22	15,07	30,07	178,28	580	331,52	14	0,88	37,672	2,685	7,209		9	
6	P6	12,20	15,10	30,21	178,99	550	313,12	14	0,88	35,582	0,595	0,354		9	
7	P7	12,30	15,05	30,15	177,80	420	240,70	14	0,88	27,353	-7,635	58,292		9	
8	P8	12,25	15,04	30,10	177,57	420	241,02	14	0,88	27,389	-7,599	57,737		9	
9	P9	12,20	15,04	30,02	177,57	560	321,36	14	0,88	36,519	1,531	2,344		9	
10	P10	12,20	15,02	29,99	177,10	550	316,47	14	0,88	35,962	0,975	0,950		9	
11	P11	12,20	15,00	30,10	176,63	570	328,85	28	1	32,885	-2,103	4,421		9	
12	P12	12,25	14,99	30,16	176,39	560	323,51	28	1	32,351	-2,636	6,950		9	
13	P13	12,25	14,98	30,03	176,15	625	361,54	28	1	36,154	1,167	1,362		9	
14	P14	12,20	14,96	30,03	175,68	625	362,51	28	1	36,251	1,264	1,597		9	
15	P15	12,30	15,02	30,10	177,10	590	339,48	28	1	33,948	-1,039	1,080		9	
16	P16	12,20	15,15	29,90	180,18	680	384,58	28	1	38,458	3,471	12,046		9	
17	P17	12,20	14,98	29,88	176,15	615	355,76	28	1	35,576	0,588	0,346		9	
18	P18	12,25	15,01	29,97	176,86	625	360,10	28	1	36,010	1,023	1,046		9	
19	P19	12,30	15,00	30,00	176,63	590	340,39	28	1	34,039	-0,949	0,900		9	
20	P20	12,20	15,00	30,07	176,63	645	372,12	28	1	37,212	2,224	4,948		9	
													189,720	3,160	
										699,749					

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) = 34,987 MPa

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan = $f'c - 2,33.s + 500$

$$= 5070,580 - 2,33 \times 457,971 + 500$$

$$= 4503,507 \text{ psi} = 31,074 \text{ MPa}$$

Tabel 6.8 Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari Sungai Progo dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:1,5

No	Kode Prod	Berat (Kg)	D	T	Luas	P max (KN)	P max (Kg/cm ²)	Umur	Faktor Umur	f _c (MPa)	(f _c -f _{cr})	(f _c -f _{cr}) ²	s (MPa)	Slump (cm)
1	P1A	12,30	15,07	30,25	178,28	430	245,78	14	0,88	27,930	-4,878	23,799		9
2	P2A	12,10	15,06	29,88	178,04	580	331,96	14	0,88	37,722	4,914	24,152		9
3	P3A	12,25	15,06	30,29	178,04	550	314,79	14	0,88	35,771	2,963	8,781		9
4	P4A	12,15	15,04	30,19	177,57	470	269,72	14	0,88	30,650	-2,158	4,659		9
5	P5A	12,15	15,05	30,11	177,80	545	312,34	14	0,88	35,493	2,685	7,210		9
6	P6A	12,65	15,21	30,44	181,61	535	300,19	14	0,88	34,113	1,305	1,703		9
7	P7A	12,15	15,06	30,01	178,04	480	274,72	14	0,88	31,219	-1,589	2,526		9
8	P8A	12,15	15,04	30,16	177,57	400	229,55	14	0,88	26,085	-6,723	45,202		9
9	P9A	12,25	15,07	30,19	178,28	550	314,37	14	0,88	35,724	2,916	8,502		9
10	P10A	12,50	15,03	30,16	177,33	450	258,58	14	0,88	29,384	-3,424	11,721		9
11	P11A	12,25	15,00	30,34	176,63	565	325,96	28	1	32,596	-0,212	0,045		9
12	P12A	12,20	14,95	30,07	175,45	585	339,76	28	1	33,976	1,168	1,365		9
13	P13A	12,35	15,13	30,41	179,70	665	377,09	28	1	37,709	4,901	24,023		9
14	P14A	12,10	15,00	29,93	176,63	480	276,93	28	1	27,693	-5,115	26,167		9
15	P15A	12,35	15,10	29,82	178,99	680	387,13	28	1	38,713	5,905	34,872		9
16	P16A	12,35	15,00	29,85	176,63	560	323,08	28	1	32,308	-0,500	0,250		9
17	P17A	12,20	15,00	30,20	176,63	605	349,04	28	1	34,904	2,096	4,394		9
18	P18A	12,70	15,21	30,05	181,61	465	260,92	28	1	26,092	-6,716	45,111		9
19	P19A	12,25	15,00	30,00	176,63	555	320,20	28	1	32,020	-0,788	0,622		9
20	P20A	12,30	15,00	30,17	176,63	625	360,58	28	1	36,058	3,250	10,563		9
										656,160		285,668		3,878

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) = 32,808 MPa

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat desak rata-rata yang ditargetkan} &= f'_{cr} = f'_{c} - 2,33.s + 500 \\
 &= 4754,783 - 2,33 \times 562,029 + 500 \\
 &= 3945,255 \text{ psi} = 27,222 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Tabel 6.9 Hasil kuat desak beton dengan agregat alami dari Sungai Progo dengan perbandingan pasir : kerikil = 1:2,5

No	Kode Prod	Berat (Kg)	D	T	Luas	P max (KN)	P max (Kg/cm ²)	Umur	Faktor Umur	f _c (MPa)	(f _c -f _{cr})	(f _c -f _{cr}) ²	s (MPa)	Slump (cm)
1	P1B	12,50	15,02	29,70	177,10	350	201,39	14	0,88	22,885	-9,050	81,903		8
2	P2B	12,55	14,99	30,19	176,39	550	317,73	14	0,88	36,106	4,171	17,399		8
3	P3B	12,60	15,01	30,20	176,86	480	276,56	14	0,88	31,427	-0,508	0,258		8
4	P4B	12,45	14,94	30,03	175,21	510	296,60	14	0,88	33,705	1,770	3,132		8
5	P5B	12,55	14,93	30,03	174,98	300	174,71	14	0,88	19,853	-12,082	145,977		8
6	P6B	12,65	15,10	30,16	178,99	570	324,51	14	0,88	36,876	4,941	24,413		8
7	P7B	13,00	15,18	30,02	180,89	550	309,83	14	0,88	35,208	3,273	10,713		8
8	P8B	12,55	15,01	30,18	176,86	490	282,32	14	0,88	32,082	0,147	0,022		8
9	P9B	12,55	15,00	30,01	176,63	575	331,73	14	0,88	37,697	5,762	33,202		8
10	P10B	12,50	15,01	30,24	176,86	475	273,68	14	0,88	31,100	-0,835	0,698		8
11	P11B	12,45	15,02	30,33	177,10	560	322,22	28	1	32,222	0,287	0,082		10,5
12	P12B	12,40	14,97	30,21	175,92	575	333,06	28	1	33,306	1,372	1,881		10,5
13	P13B	12,35	14,94	30,07	175,21	450	261,71	28	1	26,171	-5,764	33,226		10,5
14	P14B	12,40	14,96	30,06	175,68	545	316,11	28	1	31,611	-0,324	0,105		10,5
15	P15B	12,35	14,94	29,75	175,21	580	337,31	28	1	33,731	1,796	3,226		10,5
16	P16B	12,35	15,15	29,90	180,18	630	356,30	28	1	35,630	3,695	13,656		10,5
17	P17B	12,50	14,96	30,13	175,68	580	336,41	28	1	33,641	1,706	2,911		10,5
18	P18B	12,45	15,00	30,14	176,63	495	285,58	28	1	28,558	-3,377	11,404		10,5
19	P19B	12,35	14,96	30,13	175,68	500	290,01	28	1	29,001	-2,934	8,609		10,5
20	P20B	12,45	14,98	30,07	176,15	655	378,90	28	1	37,890	5,955	35,460		10,5
										638,699		428,275		4,748

Kuat desak rata-rata (data laboratorium) = 31,935 MPa

Kuat desak rata-rata yang ditargetkan = $f'_{cr} = f'_c - 2,33.s + 500$

$$= 4628,261 - 2,33 \times 688,116 + 500$$

$$= 3524,951 \text{ psi} = 24,322 \text{ MPa}$$

6.2 Pembahasan

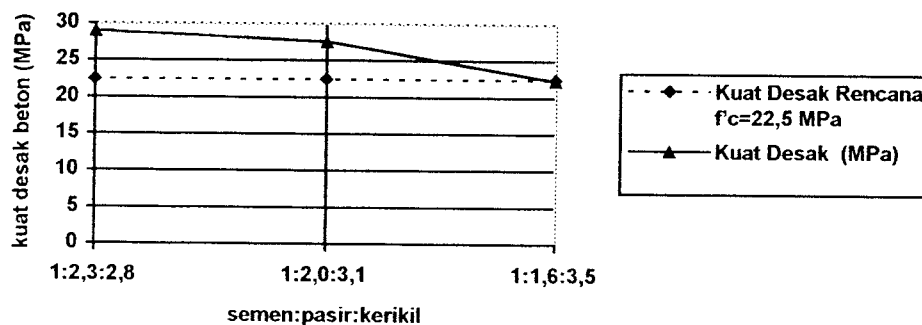
Hasil penelitian uji desak beton pada benda uji ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik agar lebih mudah dalam pembahasan. Pembahasan penelitian ini dibatasi sesuai dengan batasan masalah yang dititik beratkan untuk mengetahui hubungan gradasi agregat terhadap kuat desak beton. Kuat desak rata-rata yang ditargetkan beton dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.10 Hasil kuat desak rata-rata yang ditargetkan pada Sungai Boyong dengan agregat alami

Perbandingan pc:pasir:kerikil	MHB Campuran	Kuat Desak (MPa)	Keterangan
1:2,3:2,8	5,30	28,995	tercapai
1:2,0:3,1	5,60	27,598	tercapai
1:1,6:3,5	5,90	22,340	tidak tercapai

catatan : mutu beton yang direncanakan adalah dengan $f'c$
 $= 22,5 \text{ MPa}$

Hubungan hasil kuat desak beton dan berbagai macam variasi campuran semen, pasir, dan kerikil dari Sungai Boyong dapat dilihat pada Grafik 6.1.



Grafik 6.1 Grafik hasil kuat desak beton Sungai Boyong

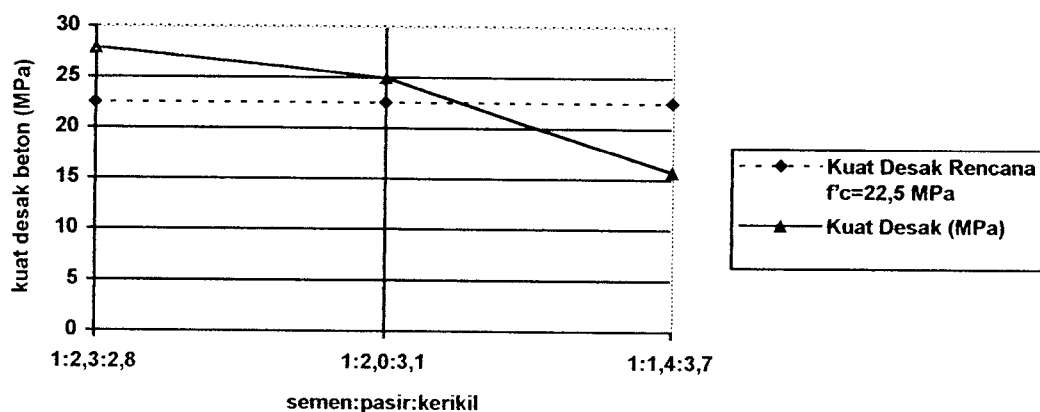
Hasil kuat desak beton dengan 3 macam variasi campuran dan modulus halus butir pada Sungai Krasak dapat dilihat pada Tabel 6.11.

Tabel 6.11 Hasil kuat desak rata-rata yang ditargetkan pada Sungai Krasak dengan agregat alami

Perbandingan pc:pasir:kerikil	MHB Campuran	Kuat Desak (MPa)	Keterangan
1:2,3:2,8	5,25	27,912	tercapai
1:2,0:3,1	5,30	24,920	tercapai
1:1,4:3,7	5,90	15,720	tidak tercapai

catatan : mutu beton yang direncanakan adalah dengan $f'c$
= 22,5 MPa

Hubungan hasil kuat desak beton dan berbagai macam variasi campuran semen, pasir, dan kerikil dari Sungai Krasak dapat dilihat pada Grafik 6.2.



Grafik 6.2 Grafik hasil kuat desak beton Sungai Krasak

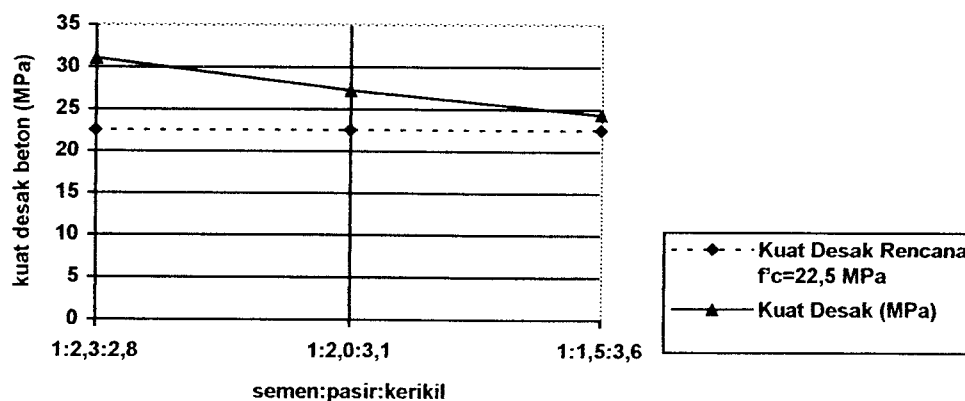
Hasil kuat desak beton dengan 3 macam variasi campuran dan modulus halus butir pada Sungai Progo dapat dilihat pada Tabel 6.12.

Tabel 6.12 Hasil kuat desak rata-rata yang ditargetkan pada Sungai Progo dengan agregat alami

Perbandingan pc:pasir:kerikil	MHB Campuran	Kuat Desak (MPa)	Keterangan
1:2,3:2,8	5,25	31,074	tercapai
1:2,0:3,1	5,40	27,222	tercapai
1:1,5:3,6	6,00	24,322	tercapai

catatan : mutu beton yang direncanakan adalah dengan $f'c$
= 22,5 MPa

Hubungan hasil kuat desak beton dan berbagai macam variasi campuran semen, pasir, dan kerikil dari Sungai Progo dapat dilihat pada Grafik 6.3.



Grafik 6.3 Grafik hasil kuat desak beton Sungai Progo

Dari data hasil kuat desak beton dan campuran agregat dibuat perhitungan numerik dengan menggunakan persamaan polinomial.

Tabel 6.13 Hasil perhitungan numerik hubungan kuat desak beton dengan perbandingan kerikil dari Sungai Boyong

No	X_i	Y_i	X_i^2	X_i^3	X_i^4	$X_i \cdot Y_i$	$X_i^2 \cdot Y_i$
1	1,2	28,995	1,440	1,728	2,074	34,794	41,753
2	1,5	27,598	2,250	3,375	5,063	41,397	62,096
3	2,2	22,34	4,840	10,648	23,426	49,148	108,126
JML	4,9	78,933	8,530	15,751	30,562	125,339	211,974

Persamaan Regresi Polinomial

$$\begin{bmatrix} n & \sum X_i & \sum X_i^2 \\ \sum X_i & \sum X_i^2 & \sum X_i^3 \\ \sum X_i^2 & \sum X_i^3 & \sum X_i^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Y_i \\ \sum X_i \cdot Y_i \\ \sum X_i^2 \cdot Y_i \end{bmatrix}$$

Persamaan kurva = $Y = a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2$

$$\begin{bmatrix} 3 & 4,9 & 8,53 \\ 4,9 & 8,53 & 15,751 \\ 8,53 & 15,751 & 30,562 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 78,933 \\ 125,339 \\ 211,974 \end{bmatrix}$$

Dengan menggunakan metode Cramer

$$D = \begin{bmatrix} n & \sum X_i & \sum X_i^2 \\ \sum X_i & \sum X_i^2 & \sum X_i^3 \\ \sum X_i^2 & \sum X_i^3 & \sum X_i^4 \end{bmatrix}$$

$$D_1 = \begin{bmatrix} \sum Y_i & \sum X_i & \sum X_i^2 \\ \sum X_i \cdot Y_i & \sum X_i^2 & \sum X_i^3 \\ \sum X_i^2 \cdot Y_i & \sum X_i^3 & \sum X_i^4 \end{bmatrix}$$

$$D_2 = \begin{bmatrix} n & \sum Y_i & \sum X_i^2 \\ \sum X_i & \sum X_i \cdot Y_i & \sum X_i^3 \\ \sum X_i^2 & \sum X_i^2 \cdot Y_i & \sum X_i^4 \end{bmatrix}$$

$$D3 = \begin{bmatrix} n & \sum X_i & \sum Y_i \\ \sum X_i & \sum X_i^2 & \sum X_i \cdot Y_i \\ \sum X_i^2 & \sum X_i^3 & \sum X_i^2 \cdot Y_i \end{bmatrix}$$

$$a_0 = \frac{D1}{D}$$

$$a_1 = \frac{D2}{D}$$

$$a_2 = \frac{D3}{D}$$

$$D = \begin{bmatrix} 3 & 4,9 & 8,53 \\ 4,9 & 8,53 & 15,751 \\ 8,53 & 15,751 & 30,562 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} &= 782,0816 + 658,3445 + 658,3445 - 620,6505 - 744,282 \\ &\quad - 733,7938 \\ &= 0,044574 \end{aligned}$$

$$D1 = \begin{bmatrix} 78,933 & 4,9 & 8,53 \\ 125,339 & 8,53 & 15,751 \\ 211,974 & 15,751 & 30,562 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} &= 20577,35 + 16360,13 + 16840,05 - 15423,42 - 19582,8 - \\ &\quad 18769,99 \\ &= 1,316682 \end{aligned}$$

$$D2 = \begin{bmatrix} 3 & 78,933 & 8,53 \\ 4,9 & 125,339 & 15,751 \\ 8,53 & 211,974 & 30,562 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 &= 11491,83 + 10605,12 + 8859,877 - 9119,778 - 10016,41 \\
 &\quad - 11820,52 \\
 &= 0,130785
 \end{aligned}$$

$$D3 = \begin{bmatrix} 3 & 4,9 & 78,933 \\ 4,9 & 8,53 & 125,339 \\ 8,53 & 15,751 & 211,974 \end{bmatrix}$$

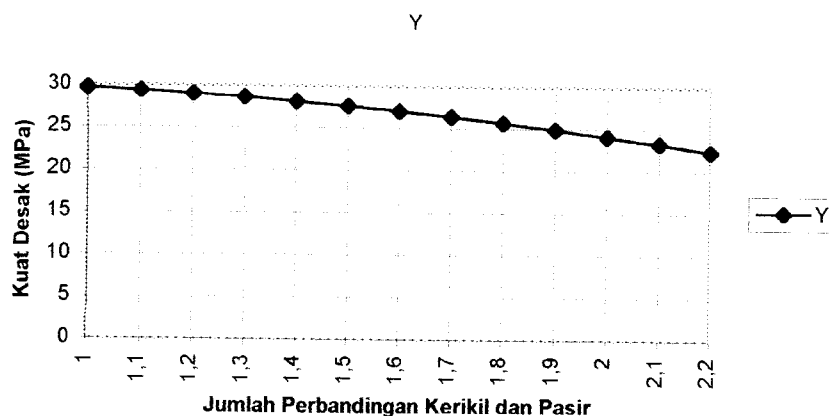
$$\begin{aligned}
 &= 5424,415 + 5238,794 + 6092,041 - 5743,236 - 5922,644 \\
 &\quad - 5089,496 \\
 &= -0,12574
 \end{aligned}$$

$$a_0 = \frac{D1}{D} = \frac{1,316682}{0,044574} = 29,53925$$

$$a_1 = \frac{D2}{D} = \frac{0,130785}{0,044574} = 2,934121$$

$$a_2 = \frac{D3}{D} = \frac{-0,12574}{0,044574} = -2,82086$$

Persamaan kurva = $Y = 29,53925 + 2,934121.X - 2,82086.X^2$
 Dari persamaan tersebut diatas dapat digambarkan ke dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Grafik 6.4.



Grafik 6.4 Grafik Hubungan Perbandingan Pasir:Kerikil Sungai Boyong Dengan Kuat Desak Dari Hasil Perhitungan Numerik

Tabel 6.14 Hasil perhitungan numerik hubungan kuat desak beton dengan perbandingan kerikil dari Sungai Krasak

No	X_i	Y_i	X_i^2	X_i^3	X_i^4	$X_i \cdot Y_i$	$X_i^2 \cdot Y_i$
1	1,2	27,912	1,440	1,728	2,074	33,494	40,193
2	1,6	24,92	2,560	4,096	6,554	39,872	63,795
3	2,6	15,72	6,760	17,576	45,698	40,872	106,267
JML	5,4	68,552	10,760	23,400	54,325	114,238	210,256

Dengan cara yang sama akan didapatkan

$$\begin{bmatrix} 3 & 5,4 & 10,76 \\ 5,4 & 10,76 & 23,4 \\ 10,76 & 23,4 & 54,325 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 68,552 \\ 114,238 \\ 210,256 \end{bmatrix}$$

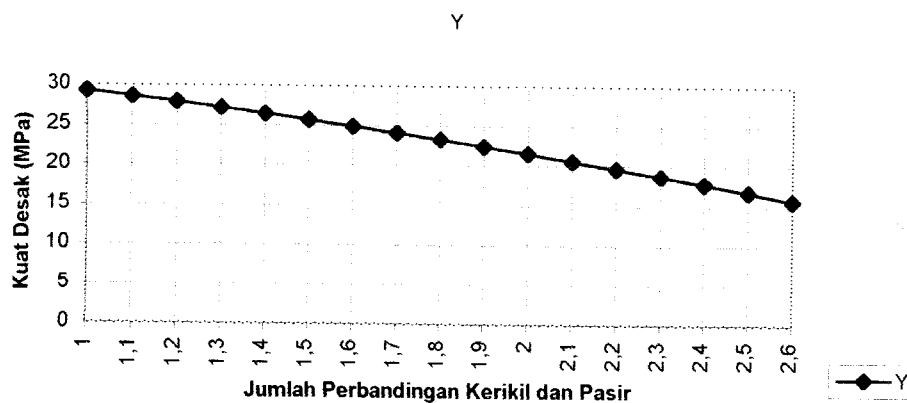
$$a_0 = 34,60111$$

$$a_1 = -4,12186$$

$$a_2 = -1,20756$$

$$\text{Persamaan kurva} = Y = 34,60111 - 4,12186 \cdot X - 1,20756 \cdot X^2$$

Dari persamaan tersebut diatas dapat digambarkan ke dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Grafik 6.5.



Grafik 6.5 Grafik Hubungan Perbandingan Pasir:Kerikil Sungai Krasak Dengan Kuat Desak Dari Hasil Perhitungan Numerik

Tabel 6.15 Hasil perhitungan numerik hubungan kuat desak beton dengan perbandingan kerikil dari Sungai Progo

No	X_i	Y_i	X_i^2	X_i^3	X_i^4	$X_i \cdot Y_i$	$X_i^2 \cdot Y_i$
1	1,2	31,074	1,440	1,728	2,074	37,289	44,747
2	1,5	27,222	2,250	3,375	5,063	40,833	61,250
3	2,5	24,322	6,250	15,625	39,063	60,805	152,013
	5,2	82,618	9,940	20,728	46,199	138,927	258,009

Dengan cara yang sama akan didapatkan

$$\begin{bmatrix} 3 & 5,2 & 9,94 \\ 5,2 & 9,94 & 20,728 \\ 9,94 & 20,728 & 46,199 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 82,618 \\ 138,927 \\ 258,009 \end{bmatrix}$$

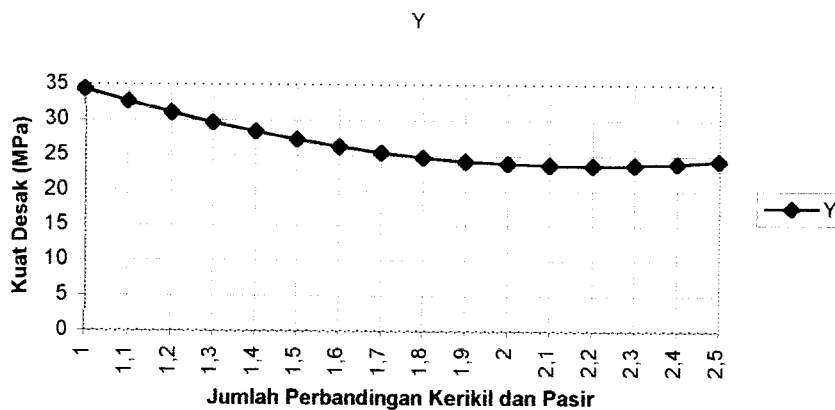
$$a_0 = 60,04693$$

$$a_1 = -33,2533$$

$$a_2 = 7,584941$$

$$\text{Persamaan kurva} = Y = 60,04693 - 33,2533 \cdot X + 7,584941 \cdot X^2$$

Dari persamaan tersebut diatas dapat digambarkan ke dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Grafik 6.6.



Grafik 6.6 Grafik Hubungan Perbandingan Pasir:Kerikil Sungai Progo Dengan Kuat Desak Dari Hasil Perhitungan Numerik

6.2.1 Sungai Boyong

Hasil penelitian terdahulu yang didasarkan pada gradasi alami dengan nilai MHB rata-rata 7,92 menghasilkan kuat desak $\pm 23,425$ MPa.

Setelah diadakan perbaikan gradasi atau pengaturan gradasi maka hasil kuat desak beton antara 22,340 MPa sampai dengan 28,995 MPa dengan perbandingan berat pasir dan kerikil yang bervariasi antara 1:1,2 sampai dengan 1:2,2. Kuat desak beton tertinggi pada campuran 1:1,2. Campuran 1:2,2 hasil kuat desak beton lebih kecil dari kuat desak rencana. Dari perhitungan numerik dengan metode cramer didapatkan grafik 6.4. Dari grafik tersebut apabila diekstrapolasi, pada perbandingan 1:1 dan 1:1,1 kuat desak beton yang dihasilkan lebih tinggi. Dengan semakin banyak kerikil menghasilkan kuat desak beton yang rendah, dan semakin sedikit kerikil sampai hampir berimbang dengan pasirnya menghasilkan kuat desak beton yang lebih tinggi.

6.2.2 Sungai Krasak

Setelah diadakan perbaikan gradasi atau pengaturan gradasi maka hasil kuat desak beton antara 15,720 MPa sampai dengan 27,912 MPa dengan perbandingan berat pasir dan kerikil yang bervariasi antara 1:1,2 sampai dengan 1:2,6. Kuat desak beton tertinggi pada campuran 1:1,2. Campuran 1:2,6 hasil kuat desak beton lebih kecil dari

kuat desak rencana. Dengan cara yang sama seperti pada Sungai Boyong didapatkan grafik 6.5. Dari grafik tersebut apabila diekstrapolasi, pada perbandingan 1:1 dan 1:1,1 kuat desak beton yang dihasilkan lebih tinggi. Dengan semakin banyak kerikil menghasilkan kuat desak beton yang rendah, dan semakin sedikit kerikil sampai hampir berimbang dengan pasirnya menghasilkan kuat desak beton yang lebih tinggi.

6.2.3 Sungai Progo

Hasil penelitian terdahulu yang didasarkan pada gradasi alami dengan nilai MHB rata-rata 7,04 menghasilkan kuat desak $\pm 22,880$ MPa.

Setelah diadakan perbaikan gradasi atau pengaturan gradasi maka hasil kuat desak beton antara 24,322 MPa sampai dengan 31,074 MPa dengan perbandingan berat pasir dan kerikil yang bervariasi antara 1:1,2 sampai dengan 1:2,2. Kuat desak beton tertinggi pada campuran 1:1,2. Dengan cara yang sama seperti Sungai Boyong dan Sungai Krasak dari perhitungan numerik dengan metode cramer didapatkan grafik 6.6. Dari grafik tersebut pada perbandingan pasir dan kerikil 1:2,2 didapatkan hasil kuat desak beton yang terendah. Dan apabila diekstrapolasi, pada perbandingan 1:1 dan 1:1,1 kuat desak beton yang dihasilkan lebih tinggi.

BAB VII

SIMPULAN DAN SARAN

7.1 Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang adukan beton menggunakan agregat alami dari Sungai Boyong, Sungai Krasak, dan Sungai Progo dengan variasi gradasi maka dapat diambil simpulan sebagai berikut ini.

1. Nilai Modulus Halus Butir (MHB) campuran semakin kecil atau mendekati nilai 5 nilai kuat desak beton semakin naik.
2. Kandungan lumpur pada agregat halus (pasir) dari Sungai Boyong, Sungai Krasak, dan Sungai Progo di bawah 5%.
3. Campuran beton dengan perbandingan semen:pasir:kerikil = 1:2,3:2,8 untuk Sungai Boyong menghasilkan kuat desak beton 28,995 MPa, Sungai Krasak menghasilkan kuat desak beton 27,912 MPa, dan Sungai Progo menghasilkan kuat desak beton 31,074 MPa.
4. Tidak tercapainya mutu beton pada agregat Sungai Boyong dikarenakan gradasinya kurang baik.
5. Tidak tercapainya mutu beton pada agregat Sungai Krasak dikarenakan nilai s (standar deviasi) terlalu besar.
6. Agar tercapai mutu beton $f'c = 22,5$ MPa, agregat Sungai Boyong dapat digunakan sebagai bahan beton pada campuran pasir:kerikil antara 1:1,2 sampai 1:1,5,

agregat Sungai Krasak pada campuran antara 1:1,2 sampai 1:1,6, dan agregat Sungai Progo pada campuran antara 1,2 sampai 1:2,5.

7. Dari hasil penelitian untuk Sungai Boyong, Sungai Krasak, dan Sungai Progo dapat dilihat pada grafik 6.4, 6.5, dan 6.6, apabila diekstrapolasi pada campuran 1:1 dan 1:1,1 akan menghasilkan kuat desak beton yang lebih tinggi, tetapi hasil ini diluar penelitian.

7.2 Saran-saran

Dari simpulan diatas kuat desak beton yang dihasilkan agregat dari Sungai Boyong, Sungai Krasak, dan Sungai Progo dengan pengaturan gradasi campuran sangat bervariasi. Namun demikian perlu diperhatikan saran-saran berikut ini.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variasi jumlah semen yang digunakan, material yang dipergunakan dicuci.
2. Agregat dari Sungai Boyong, Sungai Krasak, dan Sungai Progo dapat menghasilkan kuat desak beton yang lebih tinggi dengan cara memaksimalkan nilai MHB-nya.
3. Dalam setiap penelitian hendaknya dilakukan uji kekuatan ataupun keausannya pada agregat yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad Antono, 1985, BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK SIPIL, L. BKT. JTS. FT. UGM, Yogyakarta.
2. Chu-Kia Wang, Charles G Salmon, 1993, DESAIN BETON BERTULANG, Edisi keempat jilid 1, Penerbit Erlangga.
3. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1979, PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA 1971, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Ditjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
4. Istimawan Dipohusodo, 1994, STRUKTUR BETON BERTULANG BERDASARKAN SK SNI T-15-1991-03 DPU RI, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
5. Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992, TEKNOLOGI BETON, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
6. Kusnadi, _____, TEKNOLOGI BETON, Departemen Sipil Fakultas Teknik Sipil, ITB, Bandung.
7. Nawy, Edward G, 1990, **Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar**, PT. Eresco, Bandung.