

**TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM
ANALISIS KUAT DESAK BETON
DENGAN GRADASI PASIR
DARI SUNGAI KRASAK DAN SUNGAI PROGO
YOGYAKARTA**



Disusun Oleh :

GUNAWAN

No. Mhs. : 90 310 181
NIRM : 90 0051013114120 161

BANTA CHAIRULLAH

No. Mhs. : 88 310 197
NIRM : 88 5014330 197

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1996**

TUGAS AKHIR
ANALISIS KUAT DESAK BETON
DENGAN GRADASI PASIR
DARI SUNGAI KRASAK DAN SUNGAI PROGO
YOGYAKARTA

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

DISUSUN OLEH :

GUNAWAN

No. Mhs : 90 310 181
Nirm : 90 0051013114120 161

BANTA CHAIRULLAH

No. Mhs : 88 310 197
Nirm : 88 5014330 197

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1996

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KUAT DESAK BETON
DENGAN GRADASI PASIR
DARI SUNGAI KRASAK DAN SUNGAI PROGO
YOGYAKARTA**

DISUSUN OLEH :

GUNAWAN

**No. Mhs : 90 310 181
Nirm : 90 0051013114120 161**

BANTA CHAIRULLAH

**No. Mhs : 88 310 197
Nirm : 88 5014330 197**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Tim Pembimbing

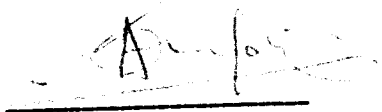
Tanda Tangan


1. Ir. H.M. Samsudin

Dosen Pembimbing I

2. Ir. Faisol AM, MS

Dosen Pembimbing II


Tanggal: 3-4-97


Tanggal: 3-4-'97



MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai mengerjakan suatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

(Q.S. Alam Nasyrah : 6 - 8)

Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagiamu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah berbuat baik kepadamu. Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.

(Q.S. Al Qashash : 77)

Kupersembahkan kepada :

- Ayahanda dan Ibunda tercinta
- Adik dan Kakak tersayang
- IPDAK

KATA PENGANTAR

Assalmu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya, sehingga dapat terselesaikan penelitian yang kami sajikan dalam Tugas Akhir ini.

Tugas akhir ini merupakan prasyarat yang harus dipenuhi oleh mahasiswa dalam memperoleh derajat kesarjanaan di bidang ilmu Teknik Sipil program S-1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penelitian Tugas Akhir ini, kami banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayah dan Ibu beserta keluarga yang telah banyak memberikan bantuan baik moril maupun materiil.
2. Ir. Susastrawan, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia.
3. Ir. Bambang Sulistiono, MSCE, selaku ketua Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia.
4. Ir. H.M.Samsudin, selaku Pembimbing I yang telah memberikan kesempatan dan fikiran dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
INTISARI	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pokok Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Penelitian	4
1.3.2 Manfaat Penelitian	4
1.4 Pembatasan Masalah	4
1.5 Metodologi Penelitian	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton	6
2.1.1 Semen Portland	8
2.1.2 Air	10
2.1.3 Agregat	12
2.1.3.1 Agregat Halus	15
2.1.3.2 Agregat Kasar	16
2.2 Gradasi Agregat	18
2.2.1 Modulus Halus Butir	21
2.2.2 Kadar Air Agregat	22
2.2.3 Pengembangan Volume Pasir	24
2.3 Kuat Desak Beton	25
2.4 Rencana Campuran Metode ACI	28

BAB III PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN

3.1 Umum	33
3.2 Persiapan Bahan	34
3.3 Pemeriksaan Agregat Kasar	34
3.3.1 Analisis Saringan dan MHB	34
3.3.2 Pemeriksaan Berat Jenis	37
3.4 Pemeriksaan Agregat Halus	37
3.4.1 Pemeriksaan Kadar Lumpur	38
3.4.2 Analisis Saringan dan MHB	40
3.4.3 Pemeriksaan Berat Jenis	53
3.5 Penentuan Proporsi Campuran Beton	55

3.6	Pembuatan Benda Uji	60
3.6.1	Pemeriksaan Berat Jenis Benda Uji	61
3.7	Hasil Penelitian	64
BAB IV	ANALISIS HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1	Analisis Karakteristik Beton	70
4.2	Ringkasan Hasil Pengujian	78
4.3	Pembahasan	78
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	89
5.2	Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	92

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Gradasi Pasir British Standard	19
Tabel 2.2 Gradasi Kerikil British Standard	19
Tabel 2.3 Persen Butiran Lewat Ayakan 40 mm	20
Tabel 2.4 Persen Butiran Lewat Ayakan 30 mm	20
Tabel 2.5 Persen Butiran Lewat Ayakan 20 mm	20
Tabel 2.6 Persen Butiran Lewat Ayakan 10 mm	21
Tabel 2.7 Perbandingan Kuat Desak Beton Pada Berbagai Benda Uji	25
Tabel 2.8 Perbandingan Kuat Desak Beton Pada Berbagai Umur	26
Tabel 2.9 Nilai Deviasi Standard	29
Tabel 2.11 Hubungan Fas dengan Kuat Desak Beton Umur 28 hari	30
Tabel 2.12 Faktor Air Semen Maksimum	30
Tabel 2.13 Nilai Slump	30
Tabel 2.14 Ukuran Maksimum Agregat	31
Tabel 2.15 Perkiraan Kebutuhan Air Berdasarkan Nilai Slump	31
Tabel 2.16 Volume Agregat Tiap Satuan Volume Adukan Beton	31
Tabel 3.1 Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Batu Pecah	35

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 3.1 Kuat Tekan Beton Rata-rata Dengan Pasir Sungai Krasak Pada Umur 7 dan 28 Hari	68
Grafik 3.2 Kuat Tekan Beton Rata-rata Dengan Pasir Sungai Progo Pada Umur 7 dan 28 Hari	69
Grafik 4.1 M.H.B. Pasir Sungai Krasak dan Progo	80
Grafik 4.2 Kadar Lumpur Sungai Krasak dan Progo	82
Grafik 4.3 Kuat Tekan Karakteristik Beton Dengan Pasir Asal Sungai Krasak dan Progo	84
Grafik 4.4 Berat Jenis Beton Rata-rata Dengan Pasir Sungai Krasak dan Sungai Progo Umur 7 Hari	86
Grafik 4.5 Berat Jenis Beton Rata-rata Dengan Pasir Sungai Krasak dan Sungai Progo Umur 28 Hari	87

DAFTAR NOTASI

W	=	Persentase berat pasir terhadap berat kerikil
K	=	Modulus halus butir kerikil
P	=	Modulus halus butir pasir
C	=	Modulus halus butir campuran
Ref	=	Resapan efektif
Wsr	=	Berat air yang diserap agregat
Wag	=	Berat agregat
Akel	=	Jumlah air kelebihan dalam adukan beton
Wtamb	=	Berat air tambahan terhadap adukan beton
Wbsh	=	Berat agregat basah
Kair	=	Kelebihan/kekurangan air dari agregat
Wagr	=	Berat agregat yang dipakai
Wssd	=	Berat agregat SSD
Fas	=	Faktor air semen
S	=	Deviasi Standard (kg/cm^2)
σ'_{28}	=	Kuat tekan rata-rata beton umur 28 hari (kg/cm^2)
σ'_b	=	Kuat tekan beton masing-masing benda uji (kg/cm^2)
σ'_{bm}	=	Kuat tekan beton rata-rata (kg/cm^2)
N	=	Jumlah benda uji
σ'_{bk}	=	Tegangan karakteristik beton (kg/cm^2)
σ	=	Tegangan yang terjadi pada benda uji (kg/cm^2)
P	=	Kuat tekan maximal benda uji

INTISARI

Salah satu komponen pembentuk beton adalah pasir, disamping semen, kerikil dan air. Kualitas pasir yang digunakan untuk campuran adukan beton akan sangat mempengaruhi kuat tekan karakteristik beton yang dihasilkan. Ukuran gradasi, kadar lumpur dan berat jenis pasir merupakan faktor-faktor penting yang menentukan kualitas untuk campuran beton tersebut.

Namun realitas di lapangan, penggunaan pasir terutama untuk proyek-proyek yang berskala menengah dan kecil umumnya menggunakan pasir alami secara langsung, tanpa dikontrol terlebih dahulu gradasi, kadar lumpur dan berat jenisnya.

Untuk daerah Yogyakarta, agregat halus (pasir) alami yang banyak digunakan umumnya berasal dari sungai Krasak dan sungai Progo. Mengingat Kualitas dan sifat-sifat pasir pada masing-masing lokasi sungai berbeda, maka diadakan penelitian pada daerah-daerah Hulu, Tengah dan Hilir dari kedua sungai tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian ini, diperoleh bahwa ukuran gradasi pasir daerah Hulu, Tengah dan Hilir dari kedua sungai tersebut, semuanya memenuhi syarat kurva gradasi yang ditetapkan oleh ASTM C 33-71a. Sedang kadar lumpur pasir daerah Hulu dari kedua sungai tersebut memiliki kadar lumpur lebih dari 5%, maka sebelum digunakan untuk campuran beton, pasir daerah ini perlu dicuci terlebih dahulu. Untuk daerah Tengah dan Hilir, baik sungai Krasak maupun sungai Progo, kadar lumpurnya kurang dari 5%, sehingga dapat langsung digunakan tanpa dicuci terlebih dahulu.

Dari semua variasi asal pasir, pasir asal sungai Krasak kuat tekan Karakteristik betonnya lebih baik dibandingkan dengan beton yang menggunakan pasir asal sungai Progo, bahkan untuk sungai Progo hanya bagian Hulu saja yang dapat mencapai kuat tekan karakteristik perencanaan K-225.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai bahan bangunan yang banyak dipakai secara luas, studi mengenai beton sangatlah diperlukan. Adapun beton adalah suatu komposit dari beberapa batuan yang direkatkan oleh bahan ikat yang dibentuk dengan cara mencampurkan pasta semen, air, agregat dan kadang-kadang juga dipakai bahan tambah. Secara singkat dapat dikatakan pasta semen mengikat pasir dan bahan-bahan agregat lain (batu krikil dan sebagainya) yang kemudian mengeras dalam waktu tertentu karena adanya proses kimia antara semen dan air.

Kekuatan, keawetan dan sifat beton disamping tergantung dari cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, juga tergantung pada sifat-sifat bahan dasar yang dipakai serta perbandingan dari bahan-bahan tersebut.

Salah satu komponen pembentuk beton adalah pasir. Ukuran gradasi pasir sangat mempengaruhi kualitas beton yang akan direncanakan. Maka dari itu penelitian tentang gradasi pasir sangat diperlukan.

Adapun gradasi agregat itu sendiri adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Gradasi agregat berhubungan dengan volume pori yang erat hubungannya dengan bahan ikat

pengisi-pori antara butir-butir agregat. Butir-butir agregat yang mempunyai ukuran yang sama mengakibatkan volume pori akan besar, ini terjadi karena tidak adanya butiran lebih kecil yang mengisi pori antara butiran yang lebih besar. Pada agregat untuk pembuatan mortar atau beton diinginkan butiran yang kemampatannya tinggi (volume porinya sedikit), dan ini berarti membutuhkan bahan ikat (semen) yang juga sedikit.

Peningkatan kandungan semen dapat mempertinggi kuat tekan beton, namun jika kandungan semen terlalu banyak justru mengurangi kuat tekan betonnya, karena semakin banyak semen berarti juga semakin banyak air, yang berakibat akan banyaknya pori. Oleh karena itu, perlu diketahui kandungan semen yang optimal, dengan kata lain, gradasi yang sesuai akan menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal.

Untuk daerah Yogyakarta, agregat alami yang banyak dipakai umumnya berasal dari sungai Krasak dan sungai Progo. Namun realitas di lapangan penggunaan agregat alami, khususnya agregat halus (pasir) terutama untuk proyek-proyek yang berskala menengah dan kecil umumnya menggunakan pasir alami secara langsung, tanpa dikontrol lebih dahulu gradasi pasir yang digunakan tersebut. Untuk itu perlu diketahui karakteristik pasir alami yang digunakan itu.

Sejauh mana pasir alami tersebut memiliki ukuran gradasi yang memenuhi syarat kurva gradasi standar, dan

kandungan kadar lumpurnya serta pengaruhnya terhadap sifat dan kekuatan beton yang dihasilkan.

Mengingat ukuran gradasi pasir pada suatu tempat berbeda, dalam hal ini sungai, yang mana antara pasir hulu, pasir tengah maupun pasir hilir mempunyai ukuran gradasi yang berbeda, maka dalam hal ini juga dilakukan penelitian untuk ketiga lokasi dari masing-masing sungai Krasak dan sungai Progo. Yang dimaksud lokasi-lokasi tersebut adalah sebagai berikut :

- S. Progo : bag. hulu = Kec.Kalibawang Kulon Progo
 bag. tengah = Kec.Sentolo Kulon Progo
 bag. hilir = Kec.Galur Kulon Progo
- S. Krasak : bag. hulu = Ds.Kranggan - Magelang
 bag. tengah = Kec. Salam - Magelang
 bag. hilir = Ds.Blaburan - Sleman

1.2. Pokok Masalah

Pokok permasalahan yang dipelajari dari penelitian ini adalah :

Bagaimana karakteristik pasir alami pada bagian hulu, tengah dan hilir dari sungai Krasak dan sungai Progo yang digunakan untuk campuran beton di Yogyakarta dan pengaruhnya terhadap sifat dan kekuatan beton.

1.3. Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik pasir dari sungai Krasak dan sungai Progo serta pengaruhnya terhadap kuat desak beton yang dihasilkan dari berbagai variasi asal agregat (daerah hulu, tengah dan hilir sungai) tersebut.

1.3.2. Manfaat Penelitian

Untuk menambah khasanah ilmu pengetahuan tentang agregat halus (pasir) alami, khususnya di Yogyakarta sehingga dapat dijadikan bahan untuk digunakan kontraktor didalam pekerjaan beton agar diperoleh beton dengan kualitas seperti yang diharapkan.

1.4. Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini permasalahan yang ditinjau dibatasi :

1. Digunakan pasir dari sungai Krasak dan sungai Progo dari daerah hulu, tengah dan hilir sungai.
2. Agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton yaitu batu pecah / split standard dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII.
3. Variabel yang diharapkan dari pasir adalah gradasi, kadar lumpur dan berat jenis (BJ).
4. Sifat yang ingin diketahui yaitu kuat desak beton yang dihasilkan.

5. Faktor air semen (fas) tetap.
6. Mix design method yang digunakan metode ACI.
7. Uji kuat desak beton dilakukan pada umur beton 7 dan 28 hari.

1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini merupakan studi eksperimental / laboratorium.
2. Alat-alat yang digunakan antara lain : cetakan kubus, oven, molen, alat pemeriksa slump, mesin uji desak beton, timbangan, dan peralatan bantu lainnya.
3. Dipakai 120 buah benda uji kubus ukuran 15x15x15 cm.
 - S.Progo : bagian hulu : 20 sample
bagian tengah : 20 sample
bagian hilir : 20 sample
 - s. Krasak : bagian hulu : 20 sample
bagian tengah : 20 sample
bagian hilir : 20 sample
4. Mix design yang digunakan metode ACI, dengan rencana mutu beton K-225.
5. Fas yang digunakan tetap yaitu 0,495
6. Pengujian desak beton dilakukan saat benda uji berumur 7 dan 28 hari.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton adalah salah satu jenis konstruksi bangunan yang sangat banyak dipakai disamping konstruksi baja dan kayu. Beton tersebut dapat diperoleh dengan cara membuat suatu komposisi campuran yang terdiri dari semen portland, pasir dan kerikil yang ditambah air dengan perbandingan tertentu, dan kadang-kadang juga dipakai bahan tambah.

Campuran bahan-bahan tersebut akan menghasilkan campuran yang plastis, sehingga dapat dituangkan ke dalam cetakan dengan bentuk dan ukuran sesuai dengan yang diinginkan. Campuran tersebut bilamana dibiarkan, maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan itu terjadi karena adanya peristiwa reaksi kimia antara air dan semen.

Sedangkan agregat kasar dan agregat halus tidak mengalami proses hidrasi, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi atau bahan yang diikat oleh semen setelah proses pengerasan. Dan hal ini berlangsung selama waktu yang panjang, akibatnya campuran itu selalu bertambah keras setara dengan umurnya.

Beton yang sudah mengeras dapat dianggap sebagai batu tiruan dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar, kerikil atau batu pecah) diisi oleh butiran yang lebih kecil (agregat halus atau pasir), dan

pori-pori antara agregat halus ini diisi oleh semen dan air (pasta semen).

Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat-sifat bahan dasar pembentuknya, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan, cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan.

Campuran beton yang baik harus memenuhi faktor sebagai berikut :

1. Kekuatan ("*strength*") tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan (mempunyai kuat tarik tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat untuk struktur berat.
2. Tahan lama ("*durability*"), yakni sifat tahan terhadap pengkaratan / pembusukan oleh kondisi lingkungan.
3. Kemudahan pengerjaan ("*workability*"), sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan. Perbandingan maupun sifat bahan-bahan itu secara bersama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton (Kardiyono, 1995) antara lain :

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan. Makin banyak air yang dipakai makin mudah beton dikerjakan tetapi mengurangi kekuatannya.
2. Penambahan semen ke dalam campuran, juga memudahkan cara pengerjaannya, karena pasti diikuti dengan bertambahnya air untuk memperoleh nilai fas tetap.

3. Gradasi campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan, sehingga adukan beton mudah dikerjakan.
4. Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempengaruhi cara pengerjaan dan kekuatan beton.
5. Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai, juga berpengaruh pada tingkat kemudahan pengerjaan .
6. Cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda. Bila dilakukan dengan alat penggetar maka diperlukan tingkat keenceran yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada jika dipadatkan dengan tangan.

Material-material penyusun yang digunakan dalam pembuatan campuran adukan beton adalah sebagai berikut :

2.1.1. Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan dan mencampurkan silikat-silikat kalsium yang *calcareous* seperti *lime stone* atau *chalk*, dan material *argillaceous* serta *silica* dan *alumina* yang terdapat sebagai lempung atau *shale*, dan juga besi oksida.

Karena bahan dasarnya terdiri dari bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumina dan oksida besi maka bahan-bahan ini menjadi unsur pokok pembentuk semen. Sebagai hasil perubahan susunan kimia yang terjadi, diperoleh susunan kimia yang kompleks. Walaupun demikian pada dasarnya dapat disebutkan 4 unsur yang paling penting

pembentuk semen, yaitu :

1. Trikalsium Silikat (C_3S) atau $3CaO.SiO_2$
2. Dicalcium Silikat (C_2S) atau $2CaO.SiO_2$
3. Trikalsium Aluminat (C_2A) atau $3CaO.SiO_2$
4. Tetrakalsium Aluminoforit (C_4AF) atau $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$.

Di Indonesia terdapat 5 jenis semen portland, yaitu : S-325, S-400, S-475, S-550, S-S. Pengelompokan tersebut menurut kehalusan butir dan kuat desak adukannya.

Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah prosentase 4 komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan pemakaiannya.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia (PUBLI-1982) dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

1. Tipe I (*Normal Portland Cement*)

Semen yang dipakai untuk penggunaan umum dan tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

2. Tipe II (*Modified Portland Cement*)

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

3. Tipe III (*High Early Strength Portland Cement*)

Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.

4. Tipe IV (*Low Heat Portland Cement*)

Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut per-

syarat panas hidrasi yang rendah.

5. Tipe V (*Sulfat Resisting Portland Cement*)

Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam pengikatan semen adalah :

- a. Kehalusan semen, semakin halus butiran akan semakin cepat waktu pengikatan.
- b. Jumlah air, pengikatan semen akan semakin cepat bila jumlah air berkurang.
- c. Temperatur, waktu pengikatan akan semakin cepat jika temperatur makin tinggi.
- d. Penambahan zat kimia.

2.1.2. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan sekitar 30 % berat semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air ini yang dipakai sebagai pelumas. Tetapi perlu dicatat bahwa tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan rendah serta betonnya porous.

Selain itu kelebihan air akan bersama-sama dengan semen bergerak ke permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan merupakan suatu lapisan tipis yang dikenal dengan *laitance* (selaput tipis). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah

Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton, tetapi tidak berarti air pencampuran beton harus memenuhi standar persyaratan air minum. Secara umum, air yang dapat dipakai untuk bahan pencampuran beton ialah air yang apabila dipakai akan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90 % kekuatan beton yang memakai air suling.

Kekuatan beton dan daya tahannya berkurang jika air yang digunakan mengandung kotoran. Pengaruh pada beton antara lain pada lamanya waktu ikatan awal adukan beton, serta kekuatan betonnya setelah mengeras. Adanya butiran melayang atau lumpur dalam air diatas 2 gram/liter dapat mengurangi kekuatan beton. Air yang berlumpur terlalu banyak dapat diendapkan dulu sebelum dipakai, dalam kolam pengendap.

Dalam pemakaian air untuk beton, sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram / liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak

agregat tersebut umumnya ialah 4,75 mm atau 4,8 mm. Agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar dan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus.

Secara umum agregat kasar sering disebut sebagai kerikil, kericak, batu pecah atau split. Adapun agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu.

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 disebut *silt* dan yang lebih kecil dari 0.002 mm disebut *clay*.

Dalam praktek agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu :

- a. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm
- b. Kerikil, untuk butiran antara 5 mm dan 40 mm
- c. Pasir, untuk butiran antara 0,15 mm dan 5 mm

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati kubus), bersih, keras, kuat dan gradasinya baik. Agregat harus pula mempunyai kestabilan kimiawi, dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus dan tahan cuaca.

Pada agregat untuk pembuatan mortar atau beton diinginkan butiran yang kemampatannya tinggi, karena volume porinya sedikit dan ini berarti hanya membutuhkan bahan ikat yang sedikit pula.

2.1.3.1. Agregat Halus atau Pasir

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 5 mm (Kusuma Gideon dan WC. Vis, 1993).

Umumnya pasir yang digali dari dasar sungai cocok digunakan untuk pembuatan beton. Pasir ini terbentuk ketika batu-batu dibawa arus sungai dari sumber air ke muara sungai. Akibat tergulung dan terkikis (pelapukan / erosi) akhirnya membentuk butir-butir halus.

Arus sungai membawa pecahan, butiran-butiran yang besar (kerikil) diendapkan pada hulu sungai sedangkan yang kecil-kecil di muara sungai. Karena alur sungai sering berpindah tempat sehingga banyak dangkalan pasir dan kerikil terletak di luar jalur sungai seperti sekarang ini.

Pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 macam (Kardi-yono Tjokrodimulyo, 1993) yaitu :

1. Pasir Galian

Pasir ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali. Bentuk pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam. Tapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan jalan dicuci terlebih dahulu.

2. Pasir Sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang

granit, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis sekitar $2,3 \text{ gr/cm}^3$.

2. Agregat Berat

Agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari $2,8 \text{ gr/cm}^3$, misalnya magnetik (Fe_3O_4), barytes (BaSO_4) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan juga mempunyai berat jenis tinggi sampai 5 gr/cm^3 , digunakan sebagai dinding pelindung radiasi sinar X.

3. Agregat Ringan

Agregat yang mempunyai berat jenis kurang dari 2 gr/cm^3 yang biasanya dibuat untuk beton non struktur, tetapi dapat pula untuk beton struktural atau blok dinding tembok. Pada umumnya beton dari agregat ringan, selain bobotnya rendah juga mempunyai sifat lebih tahan api dan sebagai bahan isolasi panas yang lebih baik. Agregat ringan umumnya mempunyai daya serap air yang tinggi, sehingga dalam pengadukan beton cepat keras hanya dalam beberapa menit saja setelah pencampuran, untuk itu perlu diadakan pembasahan agregat terlebih dahulu sebelum pengadukan.

Pada agregat kasar harus terpenuhi gradasi yang baik. Apabila butir-butir agregat mempunyai gradasi yang sama atau seragam maka volume pori akan besar, sebaliknya apabila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil akan mengisi pori diantara butiran yang lebih besar.

Adapun gradasi kerikil yang baik sebaiknya masuk di dalam batas-batas yang tercantum dalam tabel 2.2.

Tabel 2.1. 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	84 - 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

Tabel 2.2. 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	90 - 100	100
12,5	---	---	90 - 100
10	10 - 35	25 - 55	40 - 85
4,8	0 - 5	0 - 10	0 - 10

Pada peraturan tersebut juga telah ditetapkan bahwa untuk campuran beton dengan diameter maksimum agregat sebesar 40 mm, 30 mm, 20 mm, 10 mm, gradasi agregatnya (campuran pasir dan kerikil) harus berada di dalam batas-batas yang tertera pada tabel berikut.

**Tabel 2.3. Persen butiran yang lewat ayakan (%).
Untuk agregat dengan butir maksimum 40 mm.**

Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
38	100	100	100	100
19	50	59	67	75
9,6	36	44	52	60
4,8	24	32	40	47
2,4	18	25	31	38
1,2	12	17	24	30
0,6	7	12	17	23
0,3	3	7	11	15
0,15	0	0	2	5

**Tabel 2.4. Persen butiran yang lewat ayakan (%).
Untuk agregat dengan butir maksimum 30 mm.**

Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3
38	100	100	100
19	74	86	93
9,6	47	70	82
4,8	28	52	70
2,4	18	40	57
1,2	10	30	46
0,6	6	21	32
0,3	4	11	19
0,15	0	1	4

**Tabel 2.5. Persen butiran yang lewat ayakan (%).
Untuk agregat dengan butir maksimum 20 mm.**

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

**Tabel 2.6. Persen butiran yang lewat ayakan (%).
Untuk agregat dengan butir maksimum 10 mm.**

Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
9,6	100	100	100	100
4,8	30	45	60	75
2,4	20	33	46	60
1,2	16	26	37	46
0,6	12	19	28	34
0,3	4	8	14	20
0,15	0	1	3	6

Dalam praktek diperlukan suatu campuran pasir dan kerikil dengan perbandingan tertentu agar gradasi campuran dapat masuk dalam kurva standar di atas.

2.2.1. Modulus Halus Butir

Modulus halus butir (*fineness modulus*) ialah suatu indek yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan dan kekasaran butir-butir agregat.

Modulus halus butir (Mhb) didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal diatas suatu set ayakan dan kemudian dibagi seratus. Susunan lubang ayakan itu adalah sebagai berikut : 38 mm, 19 mm, 9,60 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm dan 0,15 mm.

Makin besar nilai modulus halus butir menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregatnya. Pada umumnya pasir mempunyai modulus halus butir antara 1,5 sampai 3,8. Adapun modulus halus untuk kerikil biasanya antara 5 dan 8. Modulus halus butir selain untuk ukuran kehalusan butir juga dapat dipakai untuk mencari nilai perbandingan

berat antara pasir dan kerikil, bila kita akan membuat campuran beton. Modulus halus butir agregat dari campuran pasir dan kerikil untuk bahan pembuat beton berkisar antara 5,0 dan 6,5.

Hubungan antara Mhb pasir, Mhb kerikil dan Mhb campurannya dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan : W = Persentase berat pasir terhadap berat kerikil

K = Modulus halus butir kerikil

P = Modulus halus butir pasir

C = Modulus halus butir campuran

2.2.2. Kadar Air Agregat

Air yang ada pada suatu agregat di lapangan perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang perlu dipakai dalam campuran adukan beton dan pula untuk mengetahui berat satuan agregat. Keadaan kandungan air di dalam agregat di bedakan menjadi beberapa tingkat :

a. Kering Tungku

Benar-benar tidak berair, dan ini berarti secara penuh dapat menyerap air.

b. Kering Udara

Butir-butir agregat kering permukaannya tetapi mengandung sedikit air di dalam porinya. Karena itu

2.2.3. Pengembangan Volume Pasir

Volume pasir biasanya mengembang bila sedikit mengandung air. Pengembangan volume itu disebabkan karena adanya lapisan tipis air di sekitar butir-butir pasir. Ketebalan lapisan itu bertambah dengan adanya kandungan air di dalam pasir, dan ini berarti pengembangan volume secara keseluruhan. Akan tetapi pada suatu kadar air tertentu, volume pasir mulai berkurang dengan bertambahnya kadar air. Pada suatu kadar tertentu pula, besar penambahan volume pasir itu menjadi nol, berarti volume pasir menjadi sama dengan volume pasir kering.

Pasir yang halus mengembang lebih banyak daripada pasir yang kasar. Besar pengembangan volume pasir itu dapat sampai 25 atau 40 %.

Untuk menghindari kesalahan hitung (perbedaan antara hitungan dengan pelaksanaan) pada pencampuran pasir dalam adukan beton / mortar akibat pengaruh pengembangan pasir tersebut, maka perlu diadakan sedikit koreksi bila mencampur pasir untuk mortar atau beton dengan meninjau kandungan air dalam pasirnya.

Jika pasir diukur menurut volume dan tidak diberikan koreksi terhadap pengembangan volume, maka campuran adukan beton akan kekurangan pasir seperti yang ditetapkan, karena pasir yang basah menempati volume yang lebih besar daripada pasir kering. Dalam kasus ini penambahan volume pasir diperlukan sebesar persentase pengembangan volumenya, agar jumlah pasir yang dimasukkan ke dalam

adukan sama dengan yang direncanakan. Karena itu campuran beton dengan perbandingan volume tidak boleh dipakai untuk beton mutu lebih dari 20 Mpa. Dalam penelitian ini, mutu beton rencana adalah K-225 (22,5 Mpa), maka campuran adukan beton menggunakan perbandingan berat.

2.3. Kuat Desak Beton

Campuran beton harus dipilih sedemikian rupa hingga menghasilkan kekuatan tekan karakteristik (σ'_{bk}) yang disyaratkan untuk mutu beton yang bersangkutan. Yang dimaksud kekuatan tekan karakteristik ialah kekuatan tekan yang diperoleh dari pemeriksaan benda uji kubus yang berukuran 15 x 15 x 15 cm pada umur 28 hari.

Apabila kekuatan tekan beton tidak ditentukan dengan benda uji kubus yang bersisi 15 cm, tetapi dengan benda uji kubus yang berukuran 20 x 20 x 20 cm atau dengan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, maka perbandingan antara kekuatan desak yang didapat dengan benda uji terakhir ini dengan benda uji kubus yang berukuran 15 x 15 x 15 cm diambil menurut tabel 2.7.

Tabel 2.7. Perbandingan kekuatan desak beton pada berbagai benda uji.

Benda Uji	Perbandingan Kuat Desak
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1,0
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0,95
Silinder \varnothing 15 x 30 cm	0.83

Apabila pemeriksaan benda uji tidak dilakukan pada umur 28 hari, maka perbandingan kekuatan desak beton pada berbagai umur dapat diambil menurut tabel 2.2. (PBI '71 NI-2, 1979).

Tabel 2.8. Perbandingan kuat desak beton pada berbagai umur

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen portland biasa	0,4	0,65	0,88	0,95	1	1,2	1,35
Semen portland dengan kekuatan awal tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1	1,15	1,20

Pada dasarnya beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat desak tinggi, kuat lekat tinggi, rapat air, susutnya kecil, tahan aus, tahan terhadap pengaruh cuaca dan tahan terhadap serangan zat-zat kimia yang akan merusak mutu beton. Apabila kuat desak tinggi, maka sifat-sifat yang lainnya cenderung baik, maka peninjauan secara kasar mutu beton biasanya hanya ditinjau kuat desaknya saja.

Kuat desak beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor, selain oleh perbandingan air semen dan tingkat pematatannya, faktor-faktor tersebut antara lain (Chu-Kla Wang dan Charles G. Salmon, 1993) :

1. Jenis semen dan kualitasnya

Jenis semen dan kualitasnya sangat mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton.

2. Jenis dan bentuk bidang permukaan agregat

Penggunaan agregat dengan permukaan kasar akan menghasilkan beton dengan kuat desak yang lebih tinggi daripada penggunaan agregat kasar permukaan halus.

dimana :

S_d = Deviasi standard (kg/cm^2).

σ'_{b} = Kuat tekan beton masing-masing benda uji (kg/cm^2).

σ'_{bm} = Kuat tekan beton rata-rata (kg/cm^2).

P = Beban desak maksimum (kg)

A = Luas benda uji (cm^2)

$$\sigma'_{bm} = \frac{\sum_{1}^{n} \sigma'_{b}}{N} \quad (2.3)$$

N = Jumlah benda uji

Sedangkan rumus tegangan karakteristik beton :

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64.S \quad (2.4)$$

2.4. Rencana Campuran Menurut Metode ACI

Untuk merencanakan perbandingan campuran beton umumnya didasarkan pada hubungan kuat desak dan faktor air semen (fas). Dari kuat tekan yang direncanakan diperoleh nilai faktor air semen. Disini membuktikan bahwa kuat desak beton tergantung pada perbandingan antara air dengan semen, serta agregat yang digunakan dalam campuran.

The American Concrete Institut (ACI) menyarankan suatu perencanaan yang memperhatikan nilai ekonomi, bahan yang tersedia, kemudahan pengerjaan, keawetan serta kuat desak yang diinginkan. Cara ACI ini melihat kenyataan bahwa pada ukuran maksimum agregat tertentu, jumlah air per meter kubik adukan beton menentukan tingkat konsistensi atau kekentalan adukan tersebut (Kardiyono, 1993).

Dalam penelitian ini direncanakan jenis beton struktural, kuat desak beton yang direncanakan K-225. Tahapan perhitungan perancangan campuran beton dengan metode ACI adalah sebagai berikut:

1. Menghitung kuat desak beton rata-rata berdasarkan kuat desak karakteristik beton dan nilai margin.

$$\sigma'_{bm} = \sigma'_{bk} + m$$

$$m = 1,64 \cdot Sd$$

dengan :

σ'_{bm} = kuat desak beton rata-rata (kg/cm^2)

σ'_{bk} = kuat desak beton karakteristik (kg/cm^2)

m = nilai margin (kg/cm^2)

Sd = deviasi standar

Tabel 2.9 Nilai deviasi standar (kg/cm^2)

Volume Pekerjaan (M^3)	Mutu Pelaksanaan		
	Baik sekali	Baik	Cukup
kecil : < 1000	45<Sd<=55	55<Sd<=65	65<Sd<=85
Sedang: 1000-3000	35<Sd<=45	45<Sd<=55	55<Sd<=75
Besar : > 3000	25<Sd<=35	35<Sd<=45	45<Sd<=65

2. Menentukan faktor air semen berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur beton rencana (tabel 2.11) dan keawetan berdasarkan jenis struktur dan kondisi lingkungan (tabel 2.12). Dari keduanya dipilih yang terkecil.

Tabel 2.11 Hubungan faktor air semen dan kuat desak beton pada umur 28 hari.

Fas	Kemungkinan Kuat Desak Beton Pada Umur 28 hari (kg/cm ²)
0,35	420
0,44	350
0,53	280
0,62	224
0,71	175
0,80	140

Tabel 2.12 Faktor air semen maksimum

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

3. Menentukan nilai slump berdasarkan jenis struktur dan ukuran agregat maksimum (tabel 2.13 dan tabel 2.14).

Tabel 2.13 Nilai Slump (cm)

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

7. Menghitung volume agregat halus yang diperlukan, berdasarkan jumlah air, semen dan agregat kasar yang diperlukan serta udara terperangkap dalam adukan, dengan cara perhitungan volume absolut.
8. Menghitung berat masing-masing bahan penyusun beton.

BAB III

PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN

3.1. Umum

Penelitian Tugas Akhir ini merupakan studi eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium. Dalam penelitian ini menggunakan laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Benda Uji yang direncanakan sebanyak 120 buah kubus beton berukuran 15x15x15 cm dengan faktor air semen (fas) tetap. Dengan perincian tiap-tiap lokasi asal agregat halus, sebanyak 20 buah sample. Dalam hal ini terdapat 6 lokasi asal agregat halus dari sungai Krasak dan sungai Progo. Lama pengujian direncanakan pada umur beton 7 dan 28 hari.

Penelitian ini meliputi 8 bagian, yaitu :

- a. Persiapan bahan
- b. Pemeriksaan agregat kasar
- c. Pemeriksaan agregat halus
- d. Penentuan proporsi campuran beton
- e. Pembuatan benda uji
- f. Pengujian benda uji
- g. Hasil penelitian
- h. Analisis dan pembahasan hasil penelitian

3.2. Persiapan Bahan

Bahan pembentuk beton yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Semen portland merk Nusantara
2. Agregat kasar berupa batu pecah / split dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII Yogyakarta
3. Agregat halus (pasir) dari sungai Krasak dan sungai Progo dengan variasi asal agregat pada bagian hulu, tengah dan hilir kedua sungai tersebut
4. Air dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII Yogyakarta

3.3. Pemeriksaan Agregat Kasar / Batu Pecah

Pemeriksaan agregat kasar berupa batu pecah / split meliputi :

1. Analisis saringan dan Modulus Halus Butir
2. Pemeriksaan berat jenis

3.3.1. Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir

Analisis saringan ini bertujuan untuk mengetahui variasi butiran MHB (Modulus Halus Butir) dengan menggunakan saringan. Hasil pemeriksaan analisis saringan dapat dilihat pada tabel 3.1. berikut ini.

Tabel 3.1. Hasil pemeriksaan analisis saringan batu pecah

No.	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gr)
1.	38,1	0
2.	19,0	1379
3.	9,5	621
4.	4,75	-
	PAN / SISA	-

Hasil analisis gradasi agregat kasar batu pecah / split yang diperiksa = 2000 gram.

Tabel 3.2. Hasil gradasi agregat kasar dibanding dengan syarat ASTM (C33-71 a)

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)	Syarat ASTM C33-71a (%)
		Gram	(%)			
1.	38,1	0	0	0	100	90 - 100
2.	19,0	1379	68,95	68,95	31,05	30 - 70
3.	9,5	621	31,05	100	-	10 - 35
4.	4,75	-	0	100	-	0 - 5
5.	2,36	-	0	100	-	-
6.	1,18	-	0	100	-	-
7.	0,85	-	0	100	-	-
8.	0,30	-	0	100	-	-
9.	0,15	-	0	100	-	-
Jumlah		2000	100	768,95	-	-

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\% \text{ Kumulatif Berat Tertahan}}{\% \text{ Berat Tertahan}} \\
 &= \frac{768,95}{100} = 7,69
 \end{aligned}$$

Grafik kurva gradasi batu pecah/split ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini.

3.3.2. Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis ("bulk"), berat jenis jenuh kering permukaan (saturated surface dry = SSD). Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar batu pecah / split dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

Data Silinder:

- Berat cetakan = 7,2 kg (bk)
- Diameter = 15 cm (D)
- Tinggi = 30 cm (T)

- Berat Silinder + Kerikil = 14,70 kg (bsk)
- Berat jenis kering tusuk :

$$BJ = \frac{(bsk) - (bk)}{1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot T}$$

$$BJ = \frac{14,7 - 7,2}{1/4 \cdot \pi \cdot 0,15^2 \cdot 0,3} = 1424,00 \text{ kg/m}^3$$

3.4. Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus (pasir) yang berasal dari sungai Krasak dan sungai Progo yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Pemeriksaan kadar lumpur
2. Analisis saringan dan modulus halus butir
3. Pemeriksaan berat jenis

7. Persentase kandungan lumpur didapat dengan rumus :

$$L = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \%$$

Hasil pemeriksaan kadar lumpur dari masing-masing asal agregat dapat dilihat dalam tabel 3.3. berikut.

Tabel 3.3. Persentase kandungan lumpur dari berbagai variasi asal pasir

Asal Pasir	W1 (gr)	W2 (gr)	L (%)
Sungai Krasak :			
- Bagian Hulu	100	93,5	6,5
- Bagian Tengah	100	96,5	3,5
- Bagian Hilir	100	98,5	1,5
Sungai Progo :			
- Bagian Hulu	100	94,6	5,4
- Bagian Tengah	100	96,1	3,9
- Bagian Hilir	100	98,1	1,9

Keterangan:

W1 = berat pasir kering oven yang lolos saringan 4,25 mm

W2 = berat pasir setelah dicuci dan kering oven

L = persentase kandungan lumpur

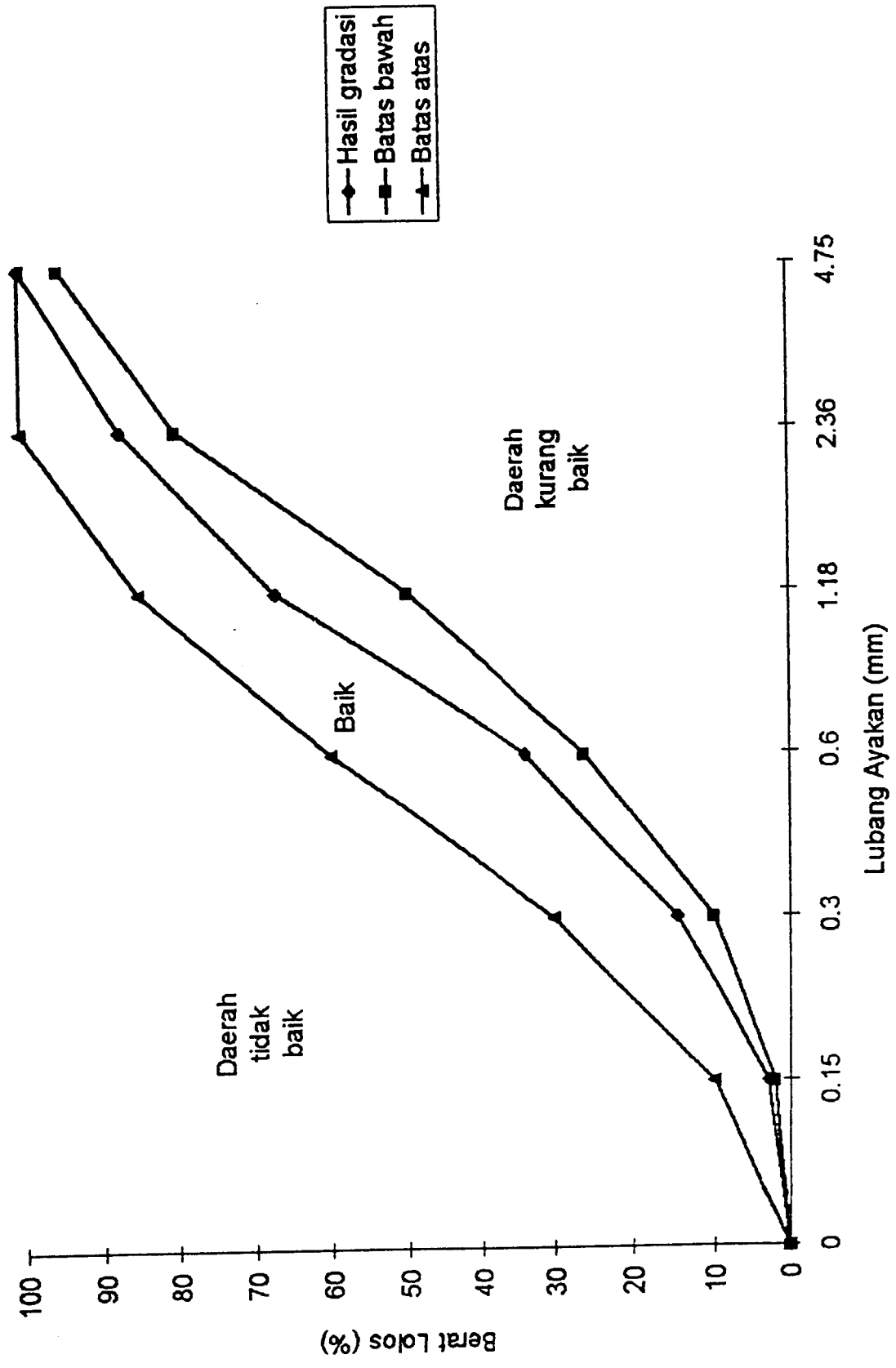
Tabel 3.4. Hasil gradasi pasir pada bagian hulu sungai Krasak dibandingkan dengan syarat ASTM (C33-71 a)

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)	Syarat ASTM C33-71a (%)
		Gram	(%)			
1.	4,75	0	0	0	100	95 - 100
2.	2,36	127	12,7	12,7	87,3	80 - 100
3.	1,18	201	20,1	32,8	67,2	50 - 85
4.	0,60	334	33,4	66,2	33,8	26 - 60
5.	0,30	194	19,4	85,6	14,4	10 - 30
6.	0,15	117	11,7	97,3	2,7	2 - 10
7.	PAN	27	2,7	-	-	0 - 2
Jumlah		1000	100	294,6	-	-

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\% \text{ Kumulatif Berat Tertahan}}{\% \text{ Berat Tertahan}} \\
 &= \frac{294,6}{100} = 2,95
 \end{aligned}$$

Grafik kurva gradasi pasir alami dari sungai Krasak Hulu ini dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Kurva Gradasi Pasir Bagian Hulu Sungai Krasak

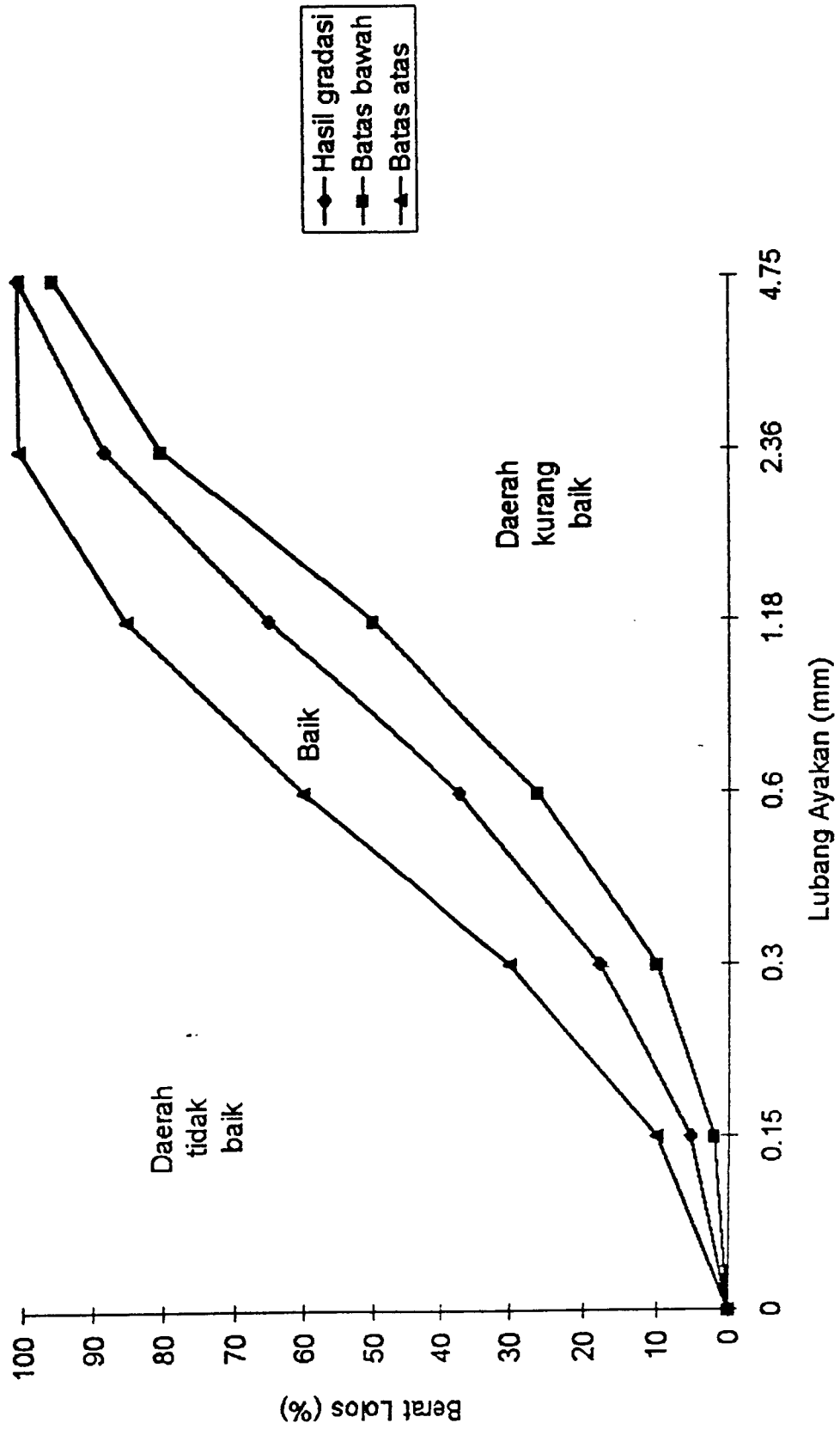
Tabel 3.5. Hasil gradasi pasir pada bagian tengah sungai Krasak dibandingkan dengan syarat ASTM (C33-71 a)

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)	Syarat ASTM C33-71a (%)
		Gram	(%)			
1.	4,75	0	0	0	100	95 - 100
2.	2,36	120	12,0	12,0	88,0	80 - 100
3.	1,18	229	22,9	34,9	65,1	50 - 85
4.	0,60	279	27,9	62,8	37,2	26 - 60
5.	0,30	194	19,4	82,2	17,8	10 - 30
6.	0,15	125	12,5	94,7	5,3	2 - 10
7.	PAN	53	5,3	-	-	0 - 2
Jumlah		1000	100	286,6	-	-

.lh16
Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\% \text{ Kumulatif Berat Tertahan}}{\% \text{ Berat Tertahan}} \\
 &= \frac{286,6}{100} = 2,87
 \end{aligned}$$

Grafik kurva gradasi pasir alami dari sungai Krasak tengah ini dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3. kurva Gradasi Pasir Bagian Tengah Sungai Krasak

Tabel 3.6. Hasil gradasi pasir pada bagian hilir sungai Krasak dibandingkan dengan syarat ASTM (C33-71 a)

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat Tertahan	Berat Lolos	Syarat ASTM
		Gram	(%)	Kumulatif (%)	Kumulatif (%)	C33-71a (%)
1.	4,75	0	0	0	100	95 - 100
2.	2,36	75	7,5	7,5	92,5	80 - 100
3.	1,18	169	16,9	24,4	75,6	50 - 85
4.	0,60	321	32,1	56,5	43,5	26 - 60
5.	0,30	236	23,6	80,1	19,9	10 - 30
6.	0,15	137	13,7	93,8	6,2	2 - 10
7.	PAN	62	6,2	-	-	0 - 2
Jumlah		1000	100	262,3	-	-

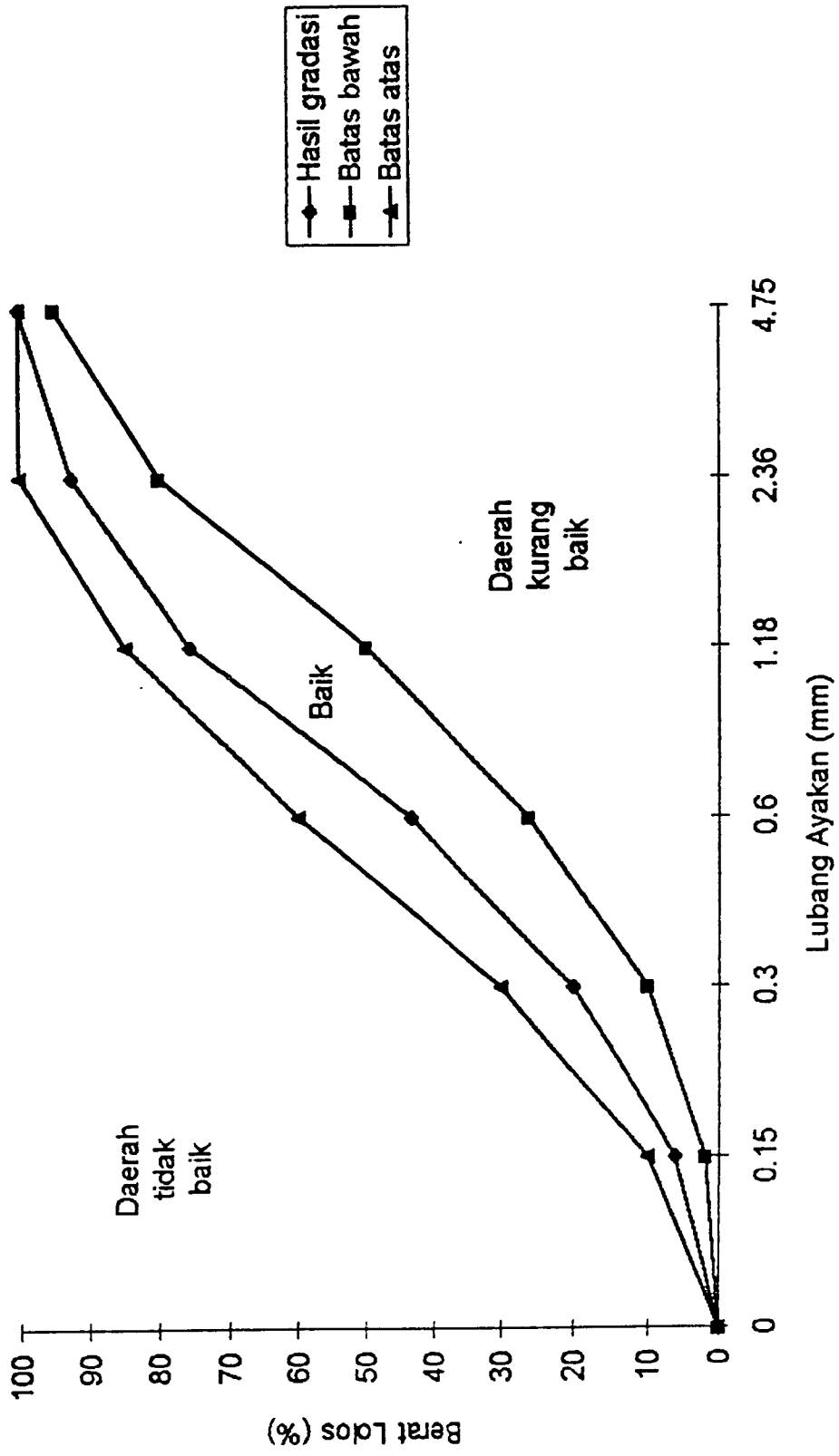
.1h16

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

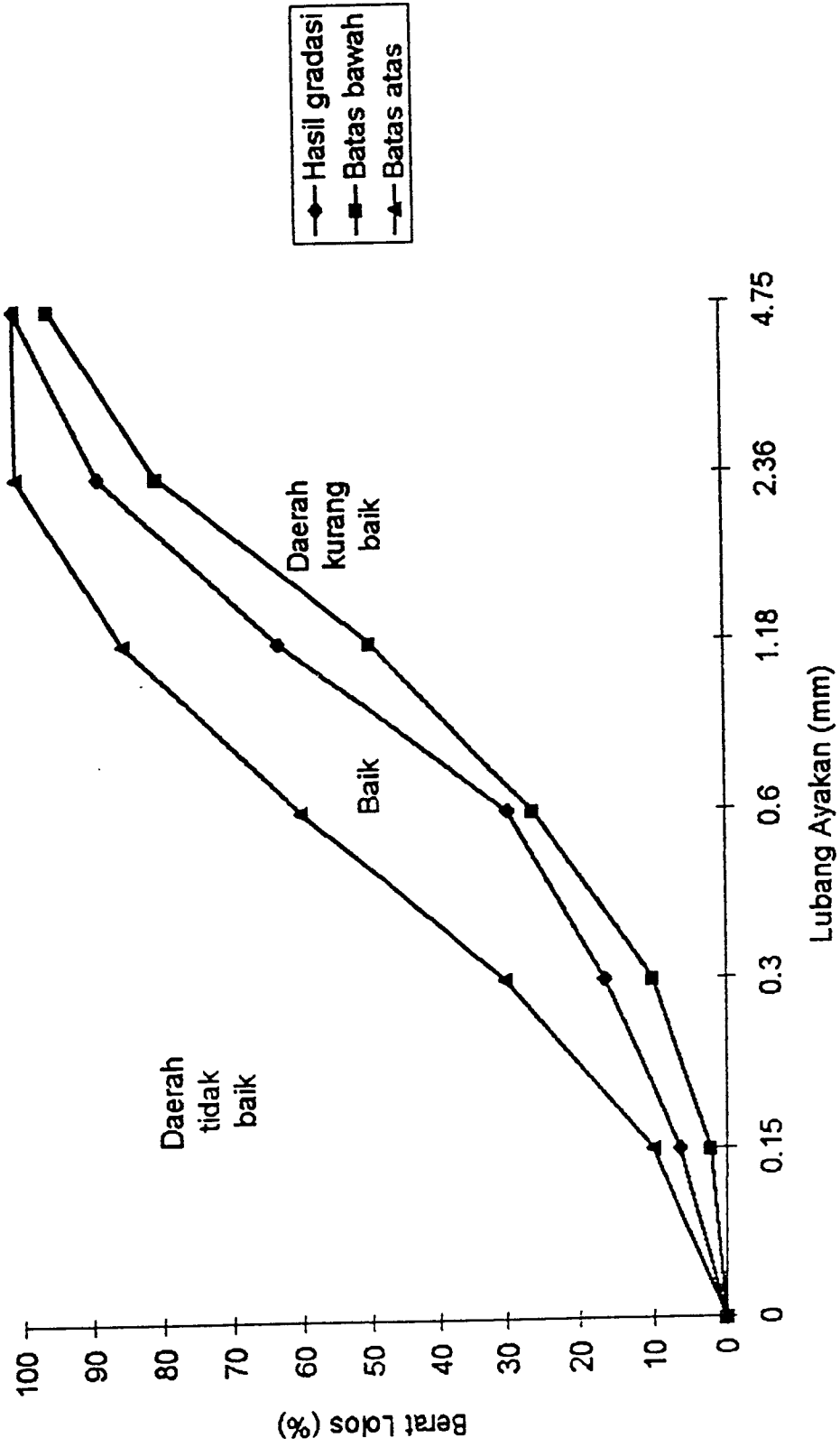
$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\% \text{ Kumulatif Berat Tertahan}}{\% \text{ Berat Tertahan}} \\
 &= \frac{262,3}{100} = 2,62
 \end{aligned}$$

Grafik kurva gradasi pasir alami dari sungai Krasak Hilir ini dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut ini.





Gambar 3.4. Kurva Gradasi Pasir Bagian Hilir Sungai Krasak



Gambar 3.5. Kurva Gradasi Pasir Bagian Hulu Sungai Progo

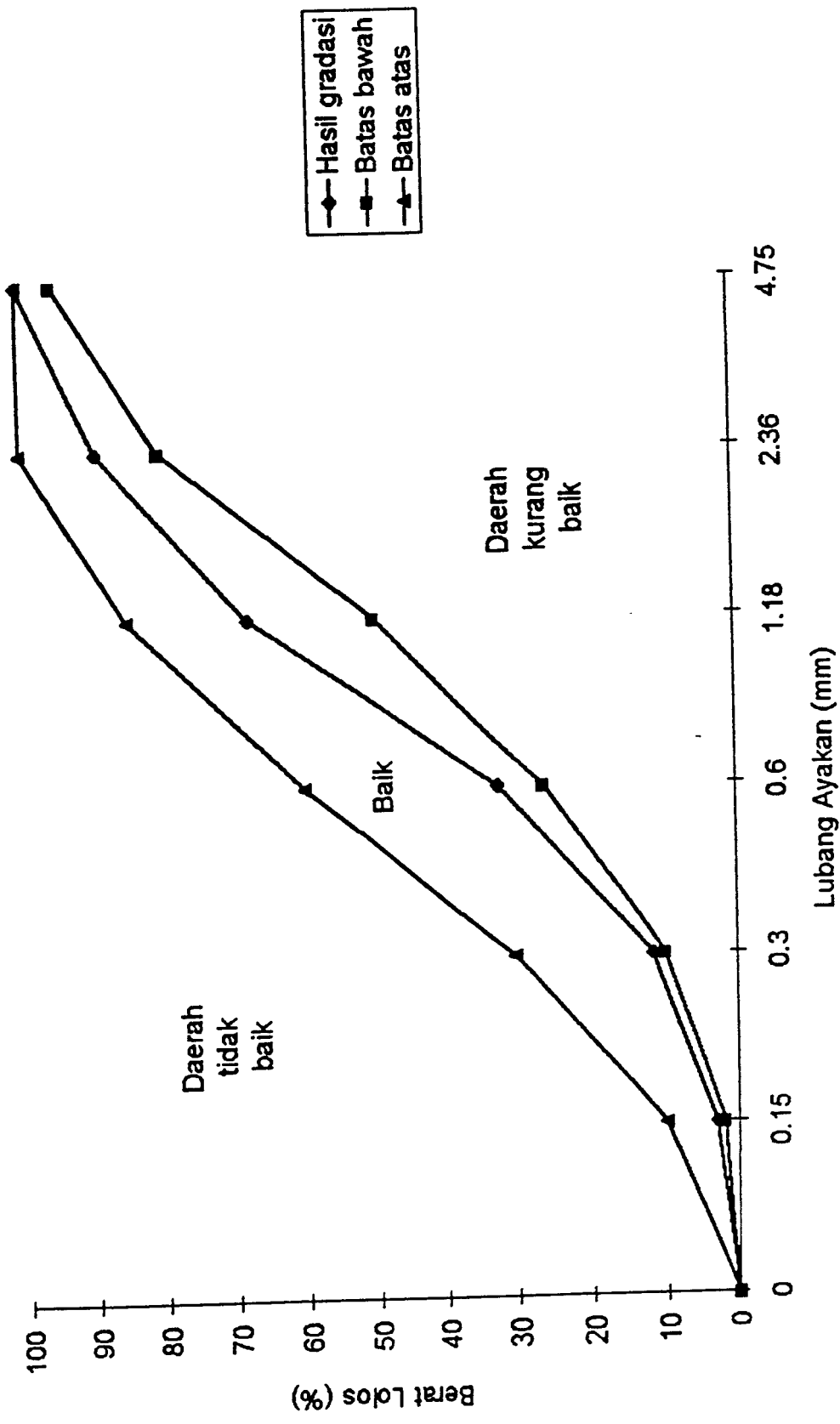
Tabel 3.8. Hasil gradasi pasir pada bagian tengah sungai Progo dibandingkan dengan syarat ASTM (C33-71 a)

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)	Syarat ASTM C33-71a (%)
		Gram	(%)			
1.	4,75	0	0	0	100	95 - 100
2.	2,36	110	11,0	11,0	89,0	80 - 100
3.	1,18	211	21,1	32,1	67,9	50 - 85
4.	0,60	357	35,7	67,8	32,2	26 - 60
5.	0,30	205	20,5	88,3	11,7	10 - 30
6.	0,15	85	8,5	96,8	3,2	2 - 10
7.	PAN	32	3,2	-	-	0 - 2
Jumlah		1000	100	296,0	-	-

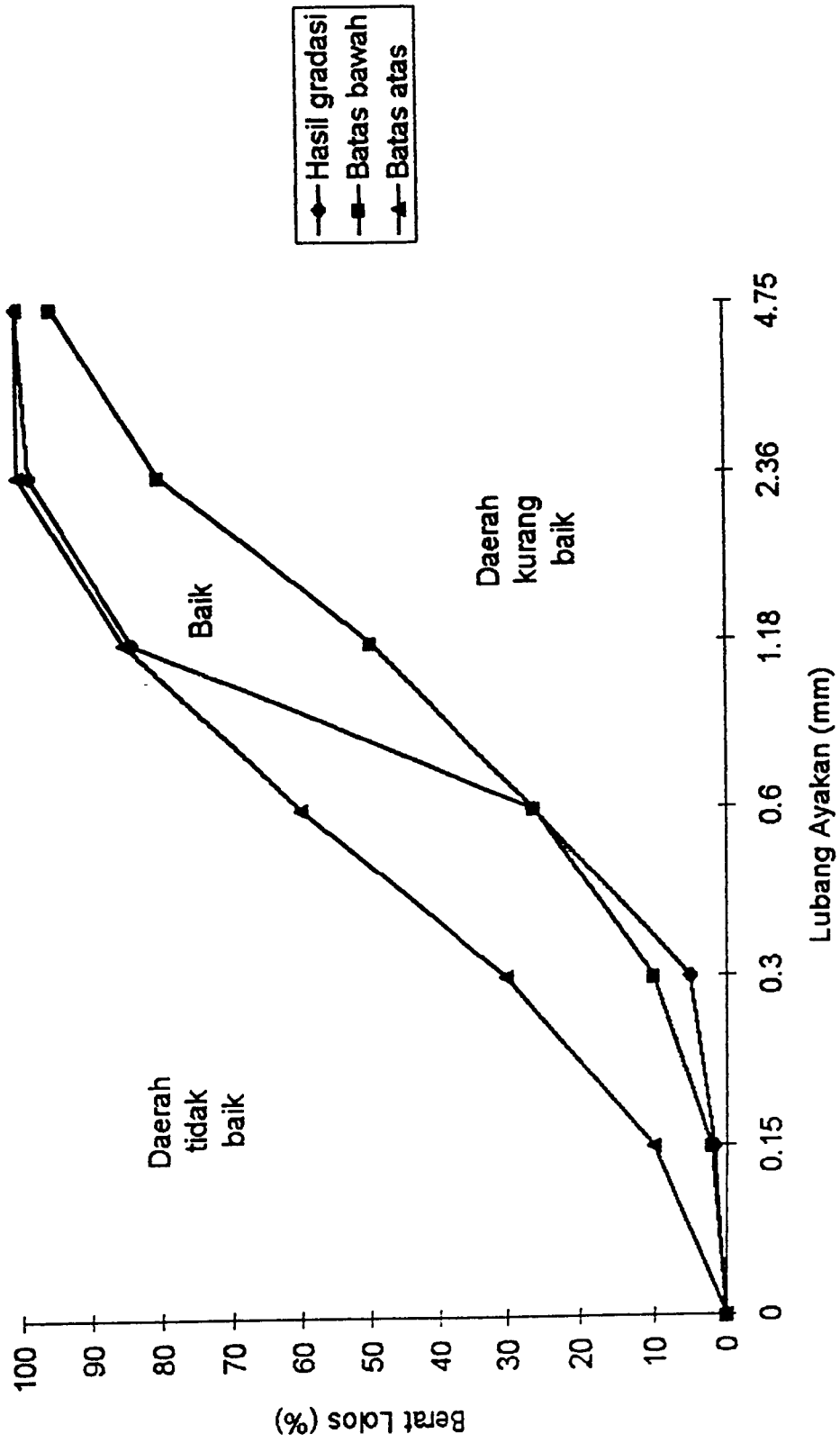
Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\% \text{ Kumulatif Berat Tertahan}}{\% \text{ Berat Tertahan}} \\
 &= \frac{296,0}{100} = 2,96
 \end{aligned}$$

Grafik kurva gradasi pasir alami dari sungai Progo Tengah ini dapat dilihat pada gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3.6. Kurva Gradasi Pasir Bagian Tengah Sungai Progo



Gambar 3.7. Kurva Gradasi Pasir Bagian Hilir Sungai Progo

Secara ringkas, hasil pemeriksaan Modulus Halus Butir pasir dengan variasi asal sungai Krasak dan sungai Progo di atas, dapat dilihat pada tabel 3.9A berikut ini.

Tabel 3.9A Modulus Halus Butir (MHB) pasir dari sungai Krasak dan sungai Progo.

Asal Pasir	Modulus Halus Butir
Sungai Krasak :	
- Bagian Hulu	2,95
- Bagian Tengah	2,87
- Bagian Hilir	2,62
Sungai Progo :	
- Bagian Hulu	2,96
- Bagian Tengah	2,96
- Bagian Hilir	2,85

3.4.4. Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Pemeriksaan berat jenis ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis jenuh kering permukaan (SSD), berat jenis semu dan penyerapan dari agregat halus (pasir).

Adapun cara pemeriksaan berat jenis pasir tersebut adalah sebagai berikut :

1. Siapkan agregat halus dan keringkan dengan oven pada suhu 105° - 110° Celcius
2. Dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama 24 jam
3. Buang air perendam, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat halus (pasir) di atas talam,

Tabel 3.10 Berat Jenis pasir dari 6 lokasi asal agregat

Asal Pasir	H1 (cc)	H2 (cc)	$\frac{G}{H2 - H1}$
Sungai Krasak :			
- Bagian Hulu	500	660	2,50
- Bagian Tengah	500	650	2,67
- Bagian Hilir	500	650	2,67
Sungai Progo :			
- Bagian Hulu	500	650	2,67
- Bagian Tengah	500	645	2,75
- Bagian Hilir	500	640	2,86

3.5. Penentuan Proporsi Campuran Adukan Beton

Penentuan proporsi campuran adukan beton dilakukan dengan menggunakan metode ACI. Adapun perhitungan proporsi campurannya sebagai berikut :

Mutu beton rencana : K-225

Kuat desak beton K-225 : 225 kg/cm^2

1. Menghitung kuat desak beton rata-rata berdasarkan kuat desak beton yang direncanakan dan nilai margin.

a. Menentukan nilai margin (m)

$$m = 1,64 \cdot S_d$$

berdasarkan tabel 2.9, untuk volume pekerjaan < 1000 m^3 dan mutu pelaksanaan baik, diambil nilai

$$S_d = 55 \text{ kg/cm}^2,$$

$$m = 1,64 \cdot 55$$

$$= 90,2 \text{ kg/cm}^2$$

b. Menentukan kuat desak rata-rata

$$\begin{aligned}\sigma'_{bm} &= \sigma'_{bk} + m \\ &= 225 + 90,2 \\ &= 315,2 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

2. Menentukan faktor air semen

- berdasarkan tabel 2.11, untuk $\sigma'_{bm} = 315,2 \text{ kg/cm}^2$ (diinterpolasi) didapat nilai fas = 0,495
- berdasarkan tabel 2.12, untuk beton yang masuk ke dalam tanah dan mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti, didapat fas = 0,55
- dari kedua nilai fas di atas, dipakai yang terendah yaitu fas = 0,495.

3. Menentukan nilai slump

berdasarkan tabel 2.13, untuk jenis struktur Plat fondasi dan fondasi bertulang, didapat nilai slump = 5 - 12,5 cm.

4. Menentukan kebutuhan air

berdasarkan tabel 2.14, untuk nilai slump 7,5 - 15 cm dan ukuran agregat maksimum = 40 mm, didapat:

- kebutuhan air = 177 liter
- udara terperangkap = 1 %

7. Menentukan kebutuhan agregat halus

3.6.	Volume air	=	0,177	m^3	
	Volume PC	=	0,114	m^3	
buat	Volume udara	=	0,010	m^3	
(pasir	Volume Split	=	0,375	m^3	
diper-		=	0,676	m^3	+
0,48		=	0,676	m^3	
beton	Volume pasir	=	$1 - 0,676 = 0,324 \text{ m}^3$		
uji,	Berat pasir	=	volume x berat jenis		
sampel		=	$0,324 \times 2,5$		
diuji		=	$0,810 \text{ ton} = 810 \text{ kg}$		

Untuk tiap 1 m^3 adukan beton diperlukan :

a. Perbandingan berat

Berat air	=	177,00	kg
Berat PC	=	357,69	kg
Berat pasir	=	810,00	kg
Berat krikil	=	1003,90	kg

Perbandingan campuran =	PC	:	Pasir	:	Krikil	
	=	1	:	2,26	:	2,81

3.6.1 Pemeriksaan Berat Jenis Benda Uji

Tabel 3.11 Berat Jenis beton dengan asal pasir Krasak Hulu

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	BJ Rata-rata (kg/m ³)
1	7	8,40	3555,43	2362,58	2335,357
2	7	8,55	3675,71	2326,08	
3	7	8,43	3520,79	2394,35	
4	7	8,20	3575,73	2293,24	
5	7	8,34	3557,94	2344,05	
6	7	8,28	3496,50	2368,08	
7	7	8,23	3546,54	2320,57	
8	7	8,46	3661,51	2310,52	
9	7	8,20	3576,03	2293,04	
10	7	8,28	3536,86	2341,06	
11	28	8,24	3518,68	2341,79	2359,218
12	28	8,36	3546,50	2357,25	
13	28	8,35	3525,71	2368,32	
14	28	8,28	3600,53	2299,66	
15	28	8,21	3465,00	2369,41	
16	28	8,50	3502,29	2426,98	
17	28	8,27	3527,88	2344,18	
18	28	8,09	3427,07	2360,06	
19	28	8,34	3487,78	2391,21	
20	28	8,21	3518,59	2333,32	

Tabel 3.12 Berat Jenis beton dengan asal pasir Krasak Tengah

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	BJ Rata-rata (kg/m ³)
1	7	8,26	3576,69	2309,39	2351,095
2	7	8,35	3495,59	2388,72	
3	7	8,38	3525,71	2376,83	
4	7	8,19	3484,13	2350,66	
5	7	8,17	3504,94	2330,99	
6	7	8,25	3511,25	2349,59	
7	7	8,92	3375,00	2346,67	
8	7	8,35	3493,29	2390,29	
9	7	8,28	3592,92	2304,53	
10	7	8,37	3541,68	2363,28	
11	28	8,24	3511,81	2346,37	2316,798
12	28	8,15	3495,28	2331,72	
13	28	8,26	3534,60	2336,89	
14	28	8,24	3518,68	2341,79	
15	28	8,04	3792,15	2120,17	
16	28	8,09	3411,15	2371,63	
17	28	8,36	3546,50	2357,25	
18	28	8,15	3495,28	2331,71	
19	28	8,30	3609,55	2299,46	
20	28	8,17	3504,94	2330,99	

3.7 Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode ACI, dimana benda uji standardnya adalah silinder, sedang dalam penelitian ini menggunakan benda uji kubus, karena itu hasil pengujian kuat desak betonnya dikonversikan seperti berikut ini.

$$\sigma'_{b \text{ silinder}} = \sigma'_{b \text{ kubus}} \times 0,83$$

Hasil Pengujian kuat desak beton dengan variasi asal agregat halus (pasir) dan variasi umur beton 7 dan 28 hari, dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

(Faktor konversi 1 KN = 101,971 kg).

Tabel 3.17 Hasil pengujian kuat desak beton dengan pasir Krasak Hulu

No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (KN)	Kuat Tekan Kubus (kg/cm ²)	Kuat Tekan Silinder (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
1	7	233,91	595	259,38	215,38	212,593
2	7	239,46	620	264,02	219,02	
3	7	230,72	570	251,92	209,09	
4	7	236,49	600	258,71	214,73	
5	7	232,09	560	246,04	204,21	
6	7	233,10	610	266,85	221,48	
7	7	232,56	595	256,51	212,90	
8	7	238,67	600	256,33	212,75	
9	7	229,97	565	250,53	207,77	
10	7	235,32	580	251,33	208,60	
11	28	231,34	780	343,81	285,36	288,690
12	28	233,63	800	349,17	289,31	
13	28	231,65	790	347,75	288,63	
14	28	236,10	800	345,52	286,78	
15	28	231,00	880	388,46	322,42	
16	28	232,71	815	357,12	296,41	
17	28	233,48	805	351,58	291,81	
18	28	227,41	750	336,30	279,13	
19	28	225,60	700	316,39	269,60	
20	28	232,25	760	333,68	276,95	

Tabel 3.18 Hasil pengujian kuat desak beton dengan pasir Krasak Tengah

No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (KN)	Kuat Tekan Kubus (kg/cm ²)	Kuat Tekan Silinder (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
1	7	233,14	560	244,93	203,29	202,197
2	7	230,58	520	229,96	190,87	
3	7	231,65	545	239,91	199,12	
4	7	229,37	645	286,75	238,00	
5	7	230,74	490	216,55	179,74	
6	7	228,30	540	241,19	200,19	
7	7	225,00	580	262,86	218,17	
8	7	230,58	520	229,95	190,86	
9	7	234,07	565	246,14	204,29	
10	7	233,62	545	237,88	197,44	
11	28	231,04	805	355,29	294,89	320,187
12	28	228,45	750	334,77	277,86	
13	28	234,39	795	345,86	287,06	
14	28	231,34	780	343,81	285,36	
15	28	252,81	835	336,79	279,53	
16	28	227,41	795	356,48	295,88	
17	28	233,63	805	351,35	291,62	
18	28	228,45	835	372,71	309,35	
19	28	235,15	800	346,91	287,93	
20	28	230,74	820	362,38	300,77	

Tabel 3.19 Hasil pengujian kuat desak beton dengan pasir Krasak Hilir

No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (KN)	Kuat Tekan Kubus (kg/cm ²)	Kuat Tekan Silinder (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
1	7	229,52	575	255,46	212,03	250,123
2	7	229,52	570	253,24	210,19	
3	7	237,00	500	215,13	178,56	
4	7	231,95	530	233,00	193,39	
5	7	232,87	530	232,08	192,63	
6	7	231,04	550	242,75	201,48	
7	7	230,28	595	263,47	218,68	
8	7	246,33	670	277,35	230,20	
9	7	237,45	600	257,66	213,86	
10	7	232,09	580	254,83	211,51	
11	28	231,04	780	344,26	285,73	293,362
12	28	227,10	750	336,76	279,51	
13	28	236,24	720	310,78	257,95	
14	28	232,67	820	359,38	298,28	
15	28	224,39	765	347,64	288,54	
16	28	232,56	775	339,82	282,05	
17	28	229,56	850	377,57	313,38	
18	28	228,77	845	376,65	312,62	
19	28	229,83	800	354,94	294,60	
20	28	229,51	840	373,21	309,76	

Tabel 3.20 Hasil pengujian kuat desak beton dengan pasir Progo Hulu

No	Umur (hari)	Luas (cm^2)	Beban Max. (KN)	Kuat Tekan Kubus (kg/cm^2)	Kuat tekan Silinder (kg/cm^2)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm^2)
1	7	232,26	670	294,16	244,15	250,123
2	7	230,11	680	301,33	250,10	
3	7	235,93	745	321,99	267,25	
4	7	229,06	700	311,62	258,64	
5	7	229,82	680	301,72	250,43	
6	7	231,32	695	306,37	254,28	
7	7	229,51	735	326,56	271,04	
8	7	232,26	620	272,20	225,93	
9	7	232,25	670	294,17	244,16	
10	7	237,45	660	283,43	235,25	
11	28	230,58	700	309,16	256,60	293,362
12	28	228,46	720	321,36	266,73	
13	28	237,12	840	361,23	299,82	
14	28	233,16	810	354,25	294,03	
15	28	229,81	790	350,54	290,95	
16	28	228,46	800	357,07	296,37	
17	28	226,50	850	382,67	317,62	
18	28	233,78	880	383,84	318,59	
19	28	231,65	830	365,36	303,25	
20	28	233,75	800	348,99	289,66	

Tabel 3.21 Hasil pengujian kuat desak beton dengan pasir Progo Tengah

No	Umur (hari)	Luas (cm^2)	Beban Max. (KN)	Kuat Tekan Kubus (kg/cm^2)	Kuat Tekan Silinder (kg/cm^2)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm^2)
1	7	233,32	625	273,15	226,71	240,753
2	7	234,86	505	219,26	181,98	
3	7	225,60	580	262,16	217,59	
4	7	232,09	650	285,58	237,03	
5	7	235,90	685	296,10	245,76	
6	7	226,50	630	283,63	235,41	
7	7	233,10	730	319,34	265,05	
8	7	234,39	650	282,78	234,71	
9	7	227,41	695	311,64	258,66	
10	7	231,04	605	267,02	204,63	
11	28	223,17	745	340,41	282,54	266,441
12	28	235,01	700	303,73	252,09	
13	28	229,83	750	332,76	276,19	
14	28	229,97	730	323,69	268,66	
15	28	232,56	780	342,01	283,87	
16	28	233,78	650	283,52	235,32	
17	28	228,77	800	356,59	295,97	
18	28	230,54	650	287,45	238,58	
19	28	230,74	750	331,45	275,10	
20	28	231,34	700	308,55	256,09	

Tabel 3.22 Hasil pengujian kuat desak beton dengan pasir Progo Hilir

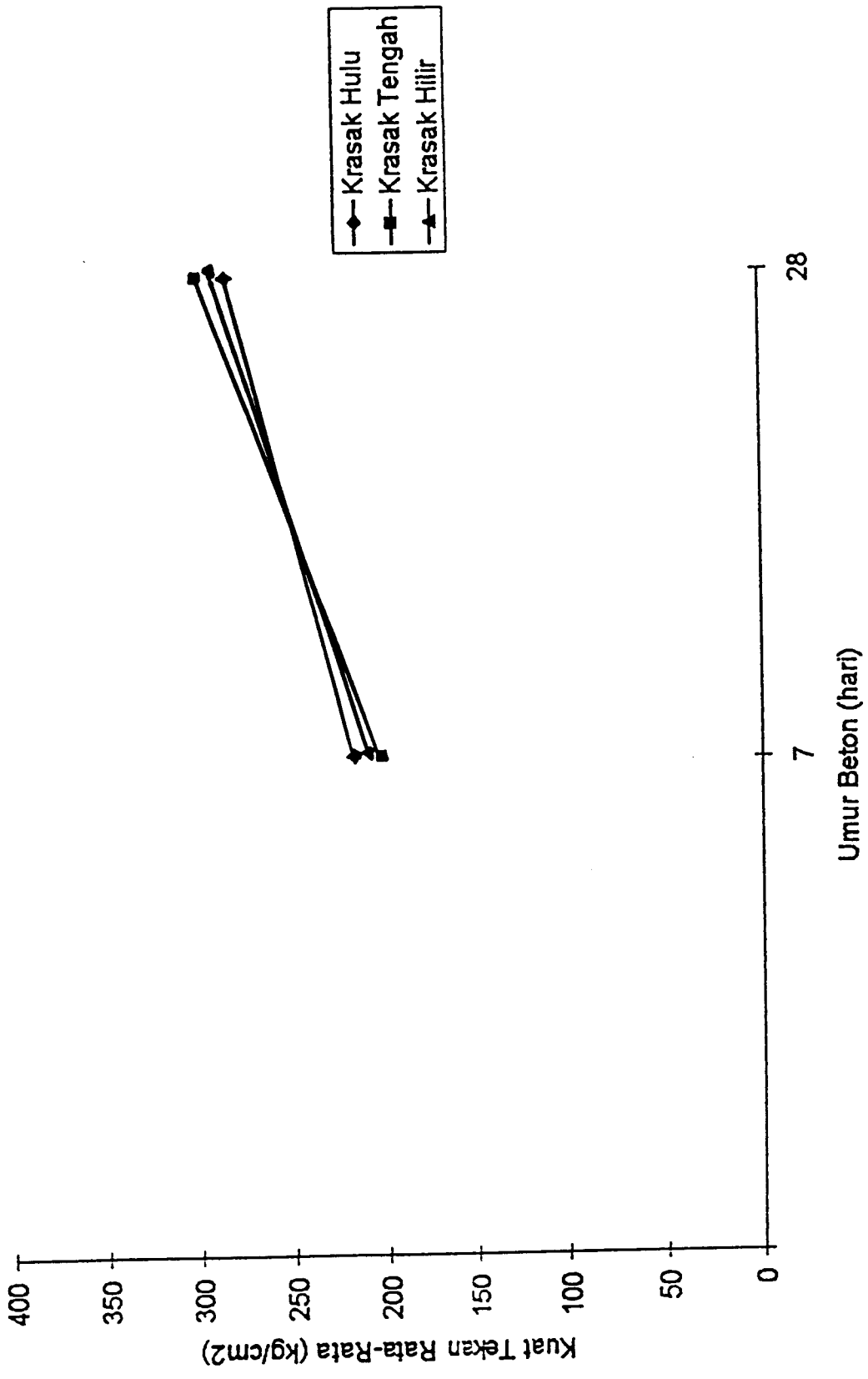
No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (KN)	Kuat Tekan Kubus (kg/cm ²)	Kuat Tekan Silinder (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
1	7	231,65	510	224,49	186,33	188,320
2	7	233,17	490	214,29	177,86	
3	7	233,75	525	229,02	190,09	
4	7	233,47	540	235,85	195,75	
5	7	236,49	505	217,75	180,73	
6	7	237,45	560	240,49	199,61	
7	7	230,13	510	225,98	187,56	
8	7	230,74	500	220,96	183,39	
9	7	234,07	520	226,53	188,02	
10	7	231,34	530	233,62	193,90	
11	28	231,49	625	275,30	228,49	231,521
12	28	231,02	650	286,91	238,13	
13	28	231,65	625	275,12	228,35	
14	28	232,26	620	272,21	225,93	
15	28	246,33	670	277,35	230,20	
16	28	232,25	680	298,56	247,80	
17	28	233,78	625	272,62	226,27	
18	28	231,34	660	290,92	241,46	
19	28	230,58	600	265,34	220,23	
20	28	231,65	625	275,12	228,35	

Secara ringkas, kuat tekan rata-rata beton di atas dapat dilihat pada tabel 3.23 berikut ini.

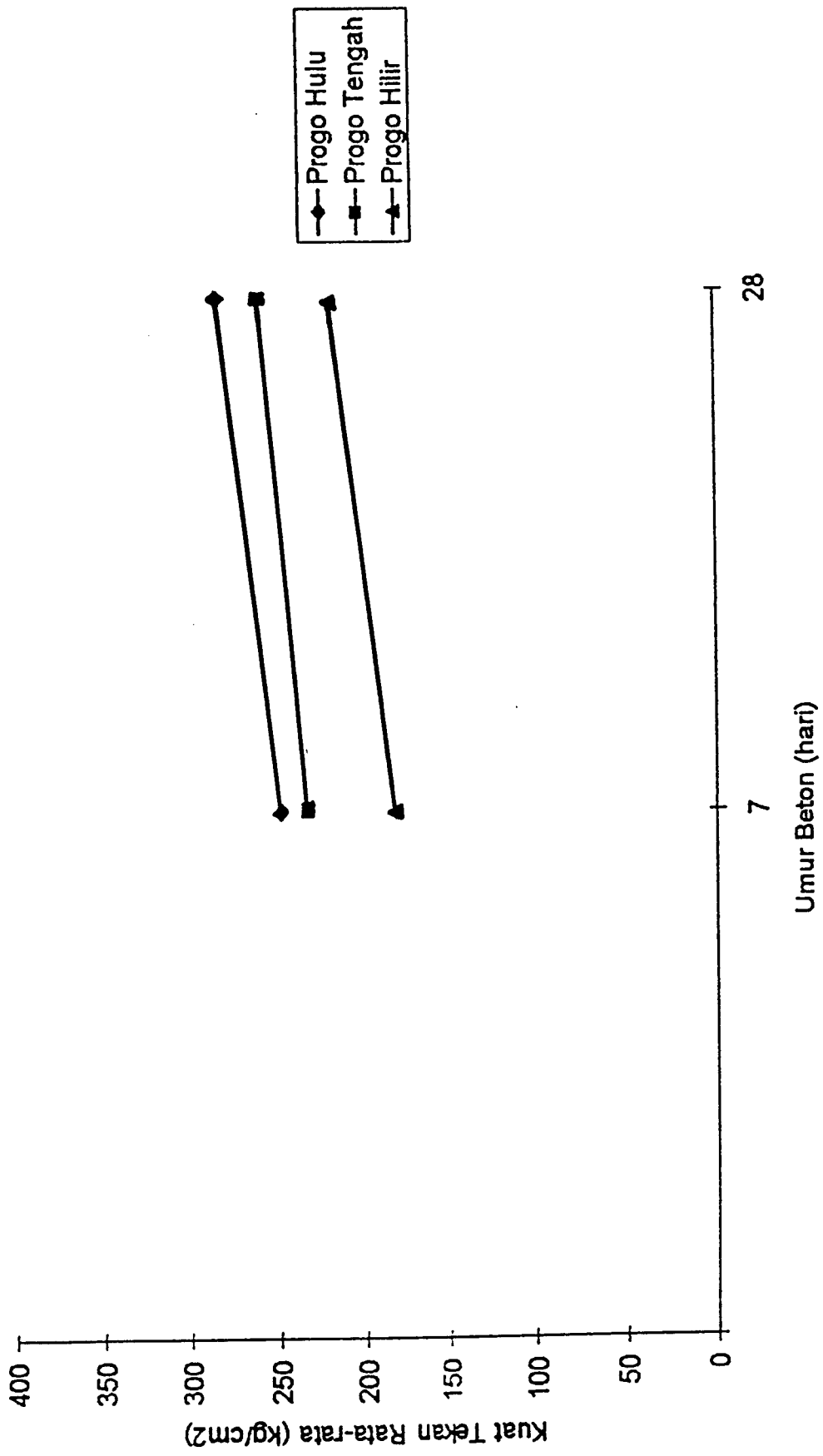
Tabel 3.23 Kuat tekan rata-rata beton dengan variasi asal pasir dari sungai Krasak dan Progo

No	Asal Pasir	σ'_{bm} Umur 7 hari (kg/cm ²)	σ'_{bm} Umur 28 hari (kg/cm ²)
1.	Krasak Hulu	212,593	288,690
2.	Krasak Tengah	202,197	320,187
3.	Krasak Hilir	206,250	292,240
4.	Progo Hulu	250,123	293,362
5.	Progo Tengah	240,753	266,441
6.	Progo Hilir	188,324	231,521

Grafik kuat tekan beton rata-rata dengan variasi asal pasir dari sungai Krasak dan sungai Progo di atas, dapat dilihat pada gambar grafik 3.1 dan 3.2 berikut ini.



Grafik 3.1. Kuat Tekan Beton Rata-rata dengan Asal Pasir Sungai Krasak Pada Umur 7 dan 28 hari



Grafik 3.2. Kuat Tekan Beton Rata-rata Dengan Asal Pasir Sungai Progo Pada Umur 7 dan 28 Hari

BAB IV

ANALISIS HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Karakteristik Beton

Kekuatan tekan beton mempunyai kecenderungan untuk bervariasi dari tiap-tiap adukan. Besar variasi itu tergantung dari berbagai faktor (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1993), antara lain:

1. Variasi mutu bahan dari satu adukan ke adukan berikutnya,
2. Variasi cara pengadukan,
3. Keterampilan dan stabilitas pengaduk atau pekerja.

Perhitungan kekuatan tekan beton karakteristik, dimaksudkan untuk mencari mutu beton dan tingkat mutu pelaksanaannya. Adapun cara perhitungan kekuatan tekan beton karakteristik dapat digunakan rumus berikut ini:

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma'_b - \sigma'_{bm})^2}{N - 1}}$$

dimana :

S = Deviasi standard (kg/cm^2).

σ'_{b} = Kuat tekan beton masing-masing benda uji (kg/cm^2).

σ'_{bk} = kuat tekan karakteristik beton (kg/cm^2)

σ'_{28} = kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari (kg/cm^2)

σ'_{bm} = kuat tekan beton rata-rata (kg/cm^2).

N = jumlah benda uji

$$\sigma'_{bm} = \frac{\sum_{1}^{n} \sigma'_{b}}{N}$$

Sedangkan rumus tegangan karakteristik beton :

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64.S$$

Tabel 4.3 Perhitungan kuat tekan karakteristik beton dengan asal pasir Krasak Hilir

No	Umur (hari)	Faktor umur	σ'_{b} (kg/cm ²)	σ'_{28} (kg/cm ²)	σ'_{bm} (kg/cm ²)	$(\sigma'_{28} - \sigma'_{bm})^2$ (kg/cm ²)
1	7	0,65	212,03	326,20	304,78	458,99
2		0,65	210,19	323,27	304,78	345,74
3		0,65	178,56	274,71	304,78	903,96
4		0,65	193,39	297,52	304,78	52,65
5		0,65	192,63	296,35	304,78	70,99
6		0,65	201,48	309,97	304,78	26,98
7		0,65	218,68	336,43	304,78	1001,97
8		0,65	230,20	354,15	304,78	2437,79
9		0,65	213,86	329,01	304,78	587,29
10		0,65	211,51	325,40	304,78	425,35
11	28	1,00	285,73	285,73	304,78	362,75
12		1,00	279,51	279,51	304,78	638,37
13		1,00	257,95	257,95	304,78	2192,67
14		1,00	298,28	298,28	304,78	42,19
15		1,00	288,54	288,54	304,78	263,61
16		1,00	282,02	282,05	304,78	516,47
17		1,00	313,38	313,38	304,78	74,03
18		1,00	312,62	312,62	304,78	61,53
19		1,00	294,60	294,60	304,78	103,55
20		1,00	309,76	309,76	304,78	24,84
				$\Sigma=6095,53$		$\Sigma=10591,72$

$$\sigma'_{bm} = \frac{\sum_{1}^n \sigma'_{28}}{N} = \frac{6095,53}{20} = 304,78 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{1}^n (\sigma'_{b} - \sigma'_{bm})^2}{N - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{10591,72}{20 - 1}} = 23,6106 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \sigma'_{bk} &= \sigma'_{bm} - 1,64 \cdot S \\ &= 304,78 - 1,64 \cdot 23,6106 \\ &= 266,0547 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Perhitungan kuat tekan karakteristik beton dengan asal pasir Progo Hulu

Tabel 4.5

No	Umur (hari)	Faktor umur	σ'_{b} (kg/cm ²)	σ'_{28} (kg/cm ²)	σ'_{bm} (kg/cm ²)	$(\sigma'_{28}-\sigma'_{bm})^2$ (kg/cm ²)
1	7	0,65	244,15	375,61	339,07	1335,24
2		0,65	250,10	384,77	339,07	2088,58
3		0,65	267,25	411,15	339,07	5195,67
4		0,65	258,64	397,64	339,07	3430,56
5		0,65	250,43	385,28	339,07	2135,46
6		0,65	254,28	391,20	339,07	2717,64
7		0,65	271,04	416,98	339,07	6070,12
8		0,65	225,93	347,58	339,07	72,44
9		0,65	244,16	375,63	339,07	1336,71
10		0,65	235,25	361,92	339,07	522,17
11	28	1,00	256,60	256,60	339,07	6801,14
12		1,00	266,73	266,73	339,07	5232,93
13		1,00	299,82	299,82	339,07	1540,48
14		1,00	294,03	294,03	339,07	2028,51
15		1,00	290,95	290,95	339,07	2315,44
16		1,00	296,37	296,37	339,07	1823,20
17		1,00	317,62	317,62	339,07	460,06
18		1,00	318,59	318,59	339,07	419,39
19		1,00	303,25	303,25	339,07	1283,00
20		1,00	289,66	289,66	339,07	2441,25
				$\Sigma=6781,38$		$\Sigma=42949,99$

$$\sigma'_{bm} = \frac{\sum_{1}^n \sigma'_{28}}{N} = \frac{6781,38}{20} = 339,07 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{1}^n (\sigma'_{b} - \sigma'_{bm})^2}{N - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{42949,99}{20 - 1}} = 50,9127 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64 \cdot S$$

$$= 339,07 - 1,64 \cdot 50,9127$$

$$= 255,572 \text{ kg/cm}^2$$

Progo hilir), memiliki ukuran gradasi yang baik. Artinya, semua memenuhi kurva gradasi standar yang ditetapkan oleh ASTM C 33-71a.

Pasir dengan variasi asal sungai progo hilir, terlihat sebagian kurva gradasinya agak keluar dari kurva gradasi standar ASTM C33-71a ke arah daerah kurang baik. Hal ini disebabkan karena gradasi pasir sungai progo hilir umumnya berbutir halus. Terlihat juga pada tabel 3.9 berat pasir kumulatif yang tertahan pada lubang ayakan 0,3 mm dan 0,15 mm mencapai 95,1% dan 98,3%. Ini berarti berarti lolos kumulatif pada lubang ayakan tersebut hanya 4,9% dan 1,7%. Padahal untuk standar ASTM C33-71a pada kondisi ini, berat lolos kumulatif yang disyaratkan 10% - 30% dan 2% - 10%. Hal ini juga yang menjadi salah satu penyebab tidak tercapainya kuat tekan karakteristik seperti yang direncanakan.

Namun demikian, pasir asal sungai progo tengah dan hilir ini masih dapat digunakan untuk campuran beton struktur, karena pada kondisi tertentu, untuk lubang ayakan 0,6;1,18;2,36 dan 4,75 mm berat lolos kumulatifnya masih memenuhi syarat ASTM C33-71a dan kuat tekan karakteristiknya masih diatas K-125.

Secara umum, ukuran gradasi dari pasir sungai, makin ke hilir cenderung makin halus dan permukaan butirnya tidak lagi tajam-tajam dan kasar seperti pada pasir sungai hulu. Hal ini dapat di lihat dari gambar Modulus Halus Butir (MHB) pada grafik 4.1 berikut ini.

Dari grafik 4.1 diatas, terlihat bahwa nilai MHB-nya makin ke hilir cenderung makin menurun, ini terjadi karena pasir dibawa arus sungai dari sumber air ke muara sungai, yang membuatnya tergulung dan bertumbukan serta terkikis (pelapukan/erosi) yang akhirnya membentuk butir-butir halus.

Arus sungai membawa pecahan, butir-butir yang besar diendapkan pada hulu sungai sedangkan yang kecil-kecil di muara sungai. Karena alur sungai sering berpindah tempat maka banyak dangkalan pasir terletak di luar jalur sungai seperti sekarang ini.

Ditinjau dari persentase kandungan lumpurnya, pada grafik 4.2 berikut dapat dilihat bahwa pasir pada bagian hulu sungai, baik sungai Krasak maupun Progo, memiliki persentase kadar lumpur yang tinggi yakni 6,5% dan 5,4%. Ini berarti persentase kandungan lumpur pada sungai bagian hulu tidak memenuhi syarat kandungan lumpur pasir yang ditetapkan PBBI 1971 NI-2, yang menetapkan tidak lebih dari 5%. Dengan demikian pasir sungai bagian hulu ini harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan untuk campuran adukan beton.

Pasir sungai pada bagian hulu ini, kadar lumpurnya cenderung tinggi karena kondisi sungai pada bagian hulu tidak begitu mendukung proses alam yang dapat mengurangi endapan lumpur pada pasir. Terutama untuk sungai Krasak Hulu, bentuk sungai yang relatif kecil dan lokasinya yang berdekatan sekali dengan gunung Merapi yang selalu

mengeluarkan abu dan lahar, sehingga kandungan lumpur pada pasirnya mencapai 6,5%. Tetapi untuk sungai bagian tengah dan hilir, baik sungai Krasak maupun Progo, kandungan lumpurnya lebih kecil dari 5% (Grafik 4.2), sehingga pasir dari daerah ini dapat langsung digunakan untuk campuran beton tanpa dicuci terlebih dahulu.

Untuk kuat tekan karakteristik betonnya, dari grafik 4.3 berikut ini, dapat dilihat nilai kuat tekan karakteristik beton yang dihasilkan dari berbagai variasi asal agregat halus (pasir). Kuat tekan karakteristik beton dengan pasir dari sungai Krasak bagian Hulu mencapai $270,665 \text{ kg/cm}^2$, begitu juga pada sungai Progo Hulu mencapai $255,572 \text{ kg/cm}^2$. Walaupun pada kondisi sebelumnya pasir pada daerah hulu ini, memiliki kandungan lumpur lebih dari 5%, namun setelah dicuci dan digunakan untuk campuran adukan beton, kuat tekan karakteristiknya dapat mencapai kuat tekan perencanaan untuk mix design K-225. sehingga dapat dipakai untuk campuran beton struktur.

Secara keseluruhan, kuat tekan karakteristik beton dengan menggunakan pasir asal sungai Krasak, semuanya dapat memenuhi kuat tekan perencanaan dengan mix design K-225. Sedangkan untuk sungai Progo, hanya bagian hulu saja yang dapat mencapai kuat tekan karakteristik perencanaan K-225.

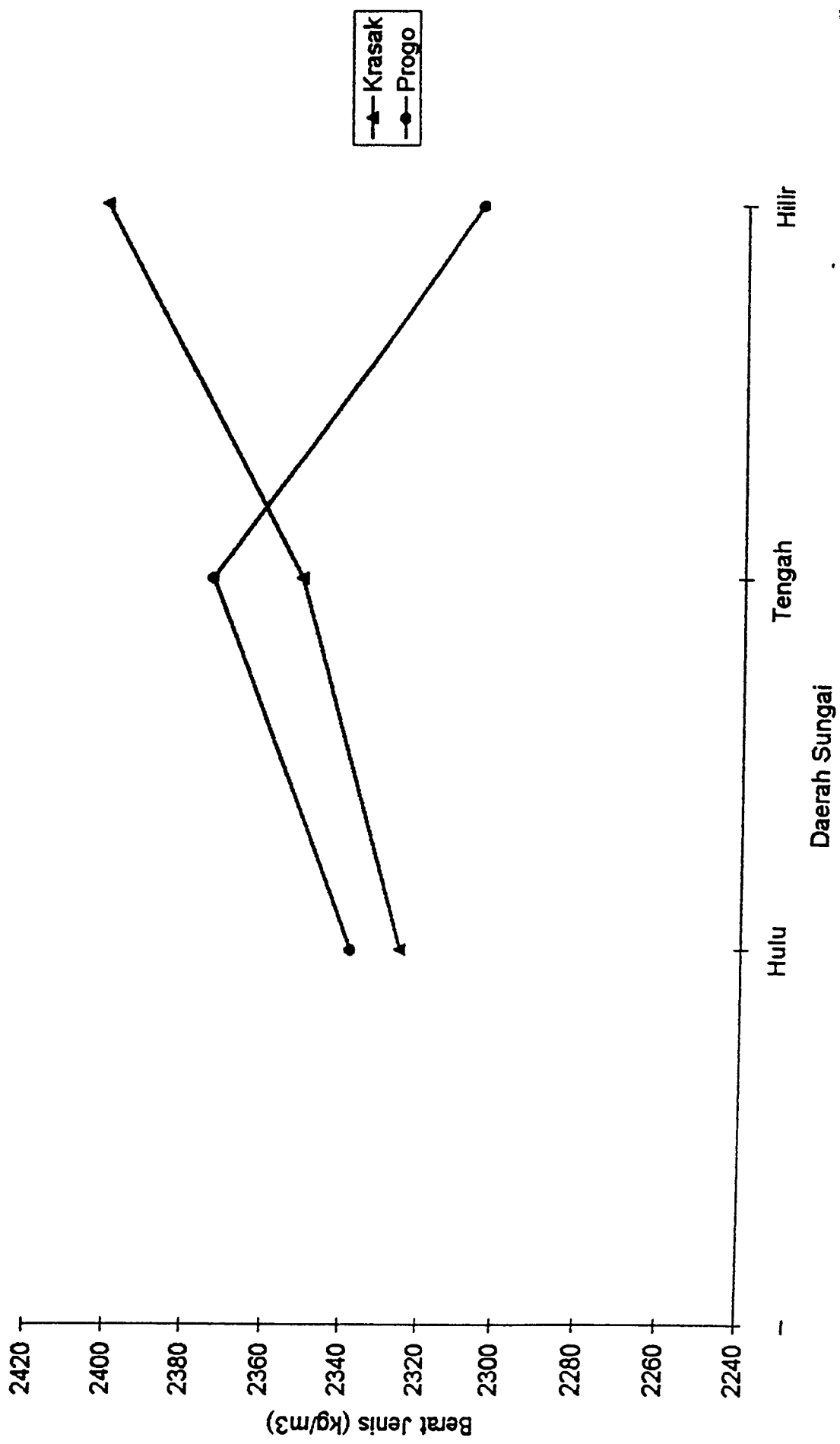
Faktor lain yang juga mempengaruhi kuat tekan karakteristik beton adalah nilai deviasi standar (Sd). Dari hasil penelitian ini diperoleh nilai deviasi standar beton

dari berbagai variasi asal agregat halus (pasir). Untuk kuat tekan karakteristik beton dengan asal pasir sungai Krasak nilai deviasi standar berkisar antara 22,6906 kg/cm²; 21,0098 kg/cm² dan 23,6106 kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pengendalian mutu pelaksanaan pekerjaan baik sekali (Tabel 2.9).

Sedangkan nilai deviasi standar untuk variasi asal agregat halus sungai Progo adalah 50,9127 kg/cm²; 64,7525 kg/cm² dan 31,2390 kg/cm². Ini berarti tingkat pengendalian mutu pelaksanaan pekerjaan adalah baik (Tabel 2.9).

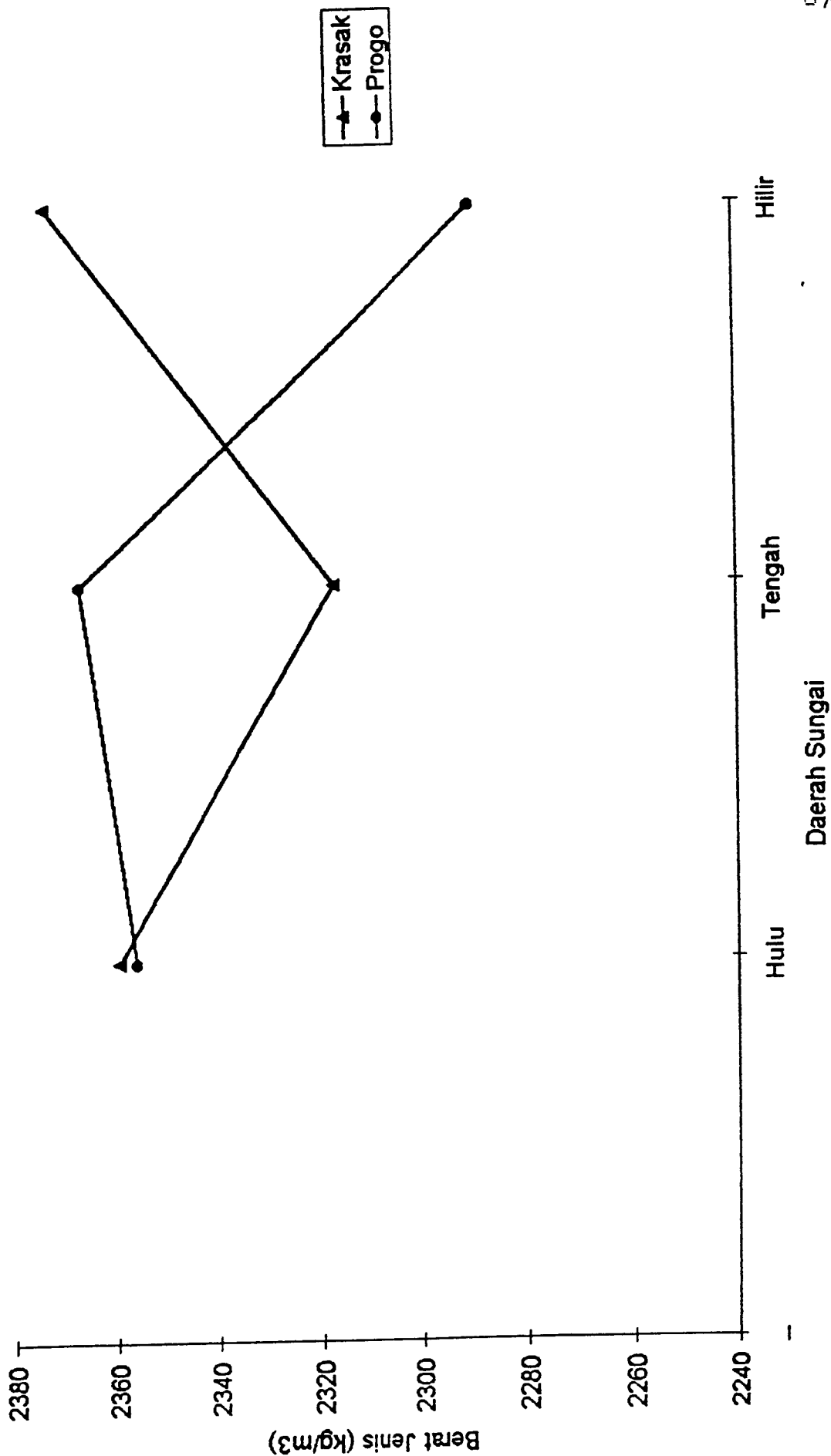
Untuk berat jenis beton, pada grafik 4.4 dan 4.5 berikut ini, terlihat ketika umur beton 7 hari pada sungai Progo Hulu berat jenis beton rata-ratanya lebih tinggi dari pada berat jenis beton dengan pasir dari sungai Krasak Hulu, tetapi pada waktu umur beton 28 hari berat jenis beton dengan pasir Progo Hulu menjadi lebih rendah dari Krasak Hulu. Hal ini dapat terjadi karena kurang telitinya pada waktu pengukuran volume dan penimbangan benda uji (kubus), sehingga mempengaruhi nilai berat jenis rata-rata yang dihasilkan.

Secara komparatif dapat dilihat, umumnya pasir dari sungai Krasak memiliki kuat tekan karakteristik yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang menggunakan pasir dari sungai Progo. Bahkan untuk daerah tengah dan hilir sungai Progo, kuat tekan karakteristiknya tidak mencapai paling K-225 (Grafik 4.3). Tetapi pasir daerah ini masih memenuhi syarat untuk campuran beton, baik kandungan



Grafik 4.4. Berat Jenis Beton Rata-rata Dengan Variasi Asal Pasir Sungai Krasak dan Progo Pada Umur 7 Hari

lump
pers
sung
Pro
sifa
baik
sifa
dan



Grafik 4.5. Berat Jenis Beton Rata-rata Dengan Variasi Asal Pasir Sungai Krasak dan Progo Pada Umur 28 Hari

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Gradasi pasir asal sungai Krasak dan sungai Progo memenuhi syarat kurva gradasi standar yang ditetapkan ASTM C33-71A.
2. Kadar lumpur pasir untuk daerah Hulu, baik sungai Krasak maupun sungai Progo lebih dari 5%, sehingga perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan untuk campuran beton, sedang bagian Tengah dan Hilirnya dapat langsung digunakan tanpa dicuci lebih dahulu.
3. Nilai Modulus Halus Butir (MHB) pasir, baik dari sungai Krasak maupun sungai Progo, makin ke hilir cenderung makin kecil.
4. Dari semua variasi asal agregat halus (pasir), pasir asal sungai Krasak, kuat tekan karakteristik betonnya lebih baik dibandingkan dengan beton yang menggunakan pasir asal sungai Progo.
5. 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.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pelaksanaan penelitian diatas, maka disarankan :

1. Untuk penelitian lebih lanjut, gunakan berbagai variasi faktor air semen (fas).
2. Sebaiknya pengambilan sampel pasir untuk tiap-tiap lokasi asal, diambil pada beberapa titik.

DAFTAR PUSTAKA

Arthur H. Nilson, George Winter, 1993, **Perencanaan Struktur Beton Bertulang**, Tim Editor dan Penerjemah ITB, ITB dan PT Paradya Paramita, Bandung.

Rosyid Banu dan Mustofa Ahmad, 1995, **Analisa Kuat Tekan Beton Ringan dengan Agregat Kasar Pecahan Genteng**, Skripsi Sarjana S-1, FTSP UII, Yogyakarta.

Tjokrodimulyo Kardiyono, 1993, **Teknologi Beton**, PAU UGM, Yogyakarta.

Kusuma Gedeon, 1993, **Pedoman Pengerjaan Beton Standar SK-SNI**, Erlangga, Bandung.

Murdock L.J., 1986, **Bahan dan Praktek Beton**, Edisi ke-4, Erlangga, Bandung.

_____, 1991, DPU, Dirjen Cipta Karya, **Tata cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SK-SNI**, Yayasan LPMB, Bandung.

_____, 1979, DPU, Dirjen Cipta Karya, **Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 NI-2**, Jakarta.

L A M P I R A N



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

pengirim : GUNAWAN & BANTA, CH. : KRASAK HULU
 keperluan : Di terima tanggal :
 Benda uji asal :
 Berat satuan :
 Di terima tanggal :
 Berat satuan :
 Ton/m³ :

No.	Ukuran (cm) p x l x l	Luas (cm ²)	berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m ³	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm ²)	Ket
11	15,21x15,21x15,21	231,34	8,24	Senin 2-9-96	Senin 30-9-96	2,34	780	343,81	
12	15,25x15,31x15,18	233,63	8,36			2,35	800	349,17	
13	15,22x15,22x15,22	231,65	8,35			2,25	790	347,75	
14	15,00x15,74x15,25	236,10	8,28			2,29	800	345,52	
15	15,01x15,39x15,0	231,00	8,21			2,37	880	388,46	
16	15,17x15,34x15,05	232,71	8,50			2,43	815	357,12	
17	15,28x15,28x15,11	233,48	8,27			2,34	805	351,58	
18	15,08x15,08x15,07	227,41	8,09			2,35	750	336,30	
19	15,03x15,01x15,46	225,60	8,34			2,39	700	316,39	
20	15,33x15,15x15,15	232,25	8,21			2,20	760	333,68	

Keterangan : - Kual desak rata-rata umur 28 hari = 346,978 kg/cm²

- Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 =

- Slump = 9 cm

Yogyakarta, 10 199
 Kepala Bagian Lab. BKT.FT. UII

(.....)



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

GUNAWAN & BANTA. CH

KRASAK...HULU.....

Benda uji asal
 Di terima tanggal

No.	Ukuran (cm) p x l x t	Luas (cm ²)	berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m ³	Beban max (kN)	Kuat desak (kg/cm ²)	Kel
1	15, 12x15, 47x15, 20	233, 91	8, 40	Senin	Senin	2, 36	595	259, 38	
2	15, 16x15, 35x15, 35	239, 46	8, 55	2-9-96	9-9-96	2, 33	620	264, 02	
3	15, 33x15, 05x15, 20	230, 72	8, 43			2, 40	570	251, 92	
4	15, 61x15, 15x15, 12	236, 49	8, 20			2, 29	600	258, 71	
5	15, 31x15, 16x15, 33	232, 09	8, 34			2, 34	560	246, 04	
6	15, 54x15, 00x15, 00	233, 10	8, 28			2, 37	610	266, 85	
7	15, 25x15, 25x15, 25	232, 56	8, 25			2, 32	585	256, 51	
8	15, 56x15, 34x15, 34	238, 69	8, 46			2, 31	600	256, 33	
9	15, 23x15, 10x15, 55	229, 97	8, 20			2, 29	565	250, 53	
10	15, 34x15, 34x15, 03	235, 32	8, 28			2, 34	580	251, 33	

Keterangan : - Kuat desak rata-rata umur 7 hari = 256, 162 kg/cm²

- Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 =

- slump = 8 cm

Yogyakarta, 10/10/1996
 Kepala Bagian Lab. BKT.FT. UII

(.....)



UNIVERSITAS INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 UNIVERSITAS INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

pengirim : GUNAWAN & BANTA CH
 keperluan :
 Benda uji asal : KRASAK TENGAH
 Di terima tanggal :

No.	Ukuran (cm) p x l x l	Luas (cm ²)	berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m ³	Beban max (kN)	Kuat desak (kg/cm ²)	Kel
1	15,09x15,45x15,35	233,14	8,26	Selasa 3-9-96	Selasa 10-9-96	2,31	560	244,93	
2	15,22x15,15x15,16	230,58	8,345			2,39	520	229,96	
3	15,22x15,22x15,22	231,65	8,385			2,38	545	239,91	
4	15,15x15,14x15,19	229,37	8,19			2,35	645	286,75	
5	15,19x15,19x15,19	230,74	8,17			2,33	490	216,55	
6	15,0 x15,22x15,38	228,30	8,25			2,35	540	241,19	
7	15,0 x15,0 x15,0	225,00	7,92			2,35	580	262,86	
8	15,22x15,16x15,15	230,58	8,35			2,35	520	229,95	
9	15,15x15,45x15,35	234,07	8,28			2,33	565	246,14	
10	15,19x15,38x15,16	233,62	8,37			2,36	545	237,88	

Keterangan : - Kuat desak rata-rata umur 7 hari = 243,61 kg/cm²

- Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 =

- Slump = 9 cm

Yogyakarta, -10 1996
 Kepala Bagian Lab. BKT.FT. UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

pengirim : GUNAWAN & BANTA CH

Diambil uji asal : KRASAK...HILLIR

Di terima tanggal :

No.	Ukuran (cm) p x l x t	Luas (cm ²)	berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m ³	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm ²)	Ket
1	15, 15x15, 15x15, 15	229,52	8,21	Rabu 4-9-96	Rabu 11-9-96	2,29	575	225,46	
2	15, 15x15, 15x15, 15	229,52	8,35			2,40	570	253,24	
3	15, 32x15, 47x15, 53	237,00	8,59			2,33	500	215,13	
4	15, 16x15, 30x15, 21	231,95	8,55			2,42	530	233,00	
5	15, 26x15, 26x15, 26	232,87	8,45			2,38	530	232,08	
6	15, 20x15, 20x15, 20	231,04	8,45			2,41	550	242,75	
7	15, 22x15, 13x15, 44	230,28	8,42			2,37	595	263,47	
8	15, 68x15, 71x15, 03	246,53	8,21			2,20	670	277,35	
9	15, 29x15, 53x15, 26	237,45	8,57			2,31	600	257,66	
10	15, 31x15, 16x15, 33	232,09	8,34			2,39	580	254,83	

catrangan : - Kuat desak rata-rata umur 7 hari = 248,497 kg/cm

- Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 =

- Slump = 9 cm

= kg/cm²

Yogyakarta, 10 1996
 Kepala Bagian Lab. BKT.FT. UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

pengirim : GUNAWAN & BANTA, CH.
 keperluan :

Benda uji asal : KHASAK...HILIR.....
 Di terima tanggal :

No.	Ukuran (cm) p x l x t	Luas (cm ²)	berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m ³	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm ²)	Ket
11	15,20x15,20x14,83	231,04	8,10	Rabu	Rabu	2,36	780	344,26	
12	15,07x15,07x15,01	227,10	8,17	4-9-96	2-10-96	2,39	750	336,76	
13	15,37x15,37x15,17	236,24	8,49			2,27	720	310,78	
14	15,05x15,46x15,68	232,67	8,50			2,33	820	359,38	
15	14,93x15,03x15,57	224,39	8,54			2,39	765	347,64	
16	15,25x15,25x15,44	232,56	8,49			2,36	775	339,82	
17	15,09x15,24x15,0	229,56	8,22			2,38	850	377,57	
18	15,12x15,13x15,16	228,77	8,52			2,46	845	376,65	
19	15,16x15,16x15,16	229,83	8,16			2,34	800	354,94	
20	15,05x15,25x15,14	229,51	8,28			2,38	840	373,21	

Keterangan : - Kuat desak rata-rata umur 28 hari = 352,10 kg/cm²

- Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 = = kg/cm²

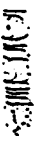
- Slump = 8 cm

Yogyakarta, -10 1996
 Kepala Bagian Lab. BKT.FT. UII

[Signature]
 (.....)



UNIVERSITAS INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554



HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

pengirim : GUNAWAN & BANTA CH
 keperluan :
 Denda uji asal : PROGO HULU
 Di terima tanggal :

No.	Ukuran (cm) p x l x l	Luas (cm ²)	berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m ³	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm ²)	Ket
11	15,18x15,19x15,05	230,58	8,29	Kamis 5-9-96	Kamis 3-10-96	2,39	700	309,16	
12	15,12x15,11x15,05	228,46	8,12			2,36	720	321,36	
13	15,60x15x20x15,10	237,12	8,25			2,30	840	361,23	
14	15,18x15,36x15,09	233,16	8,52			2,42	810	354,25	
15	15,26x15,06x15,29	229,81	8,46			2,41	790	350,54	
16	15,11x15,12x15,05	228,46	8,50			2,47	800	357,07	
17	15,03x15,07x15,13	226,50	8,06			2,36	850	382,67	
18	15,29x15,29x15,49	232,78	8,33			2,30	880	383,84	
19	15,22x15,22x15,22	231,65	7,94			2,25	850	365,36	
20	15,46x15,12x15,16	233,75	8,14			2,29	800	348,99	

Keterangan : - Kual desak rata-rata umur 28 hari = 352,45 kg/cm²

- Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 =

- Slump = 10 cm

Yogyakarta, - / - 1996
 Kepala Bagian Lab. BKT.FT. UII

(.....)



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

pengirim : GUNAWAN & BANTA CH
 keperluan :
 benda uji asal : PRLOGO...TENGAH.....
 Di terima tanggal :

No.	Ukuran (cm) p x t x l	Luas (cm ²)	berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m ³	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm ²)	Kel
1	15,30x15,25x15,52	233,32	8,48	Jum'at	Jum'at	2,34	625	273,15	
2	15,30x15,35x15,30	234,86	8,46	6-9-96	13-9-96	2,35	505	219,26	
3	15,03x15,01x15,46	225,60	8,34			2,39	580	262,16	
4	15,31x15,16x15,33	232,09	8,34			2,34	650	285,58	
5	15,14x15,53x15,01	235,90	8,57			2,42	685	296,10	
6	15,05x15,05x15,19	226,50	8,11			2,36	620	283,63	
7	15,54x15,00x15,0	233,10	8,28			2,37	720	319,34	
8	15,37x15,25x15,08	234,39	8,26			2,34	650	282,78	
9	15,08x15,08x15,07	227,41	8,09			2,35	695	311,64	
10	15,20x15,20x15,20	231,04	8,27			2,35	605	267,02	

Keterangan : - Kuat desak rata-rata umur 7 hari = 280,07 kg/cm²

- Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 =

- Slump = 10

Yogyakarta, -10-1996
 Kepala Bagian Lab. BKT.FT. UII

(.....)



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliturang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

pengirim : GUNAWAN & BANTA CH
 keperluan :
 Benda uji asal : PROGO TENGAH
 Di terima tanggal :

No.	Ukuran (cm) p x l x l	Luas (cm ²)	berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m ³	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm ²)	Ket
11	14,75x15,13x15,13	223,17	8,06	Jum'at 6-9-96	Jum'at 4-10-96	2,39	745	340,41	
12	15,33x15,33x15,52	235,01	8,68			2,38	700	303,73	
13	15,16x15,16x15,16	229,83	8,16			2,34	750	332,76	
14	15,09x15,24x15,0	229,97	8,22			2,38	730	323,69	
15	15,25x15,25x15,25	232,56	8,23			2,32	780	342,01	
16	15,29x15,29x15,29	233,78	8,38			2,34	650	283,52	
17	15,12x15,13x15,16	228,77	8,52			2,46	800	356,59	
18	15,22x15,15x15,16	230,58	8,35			2,39	650	287,45	
19	15,19x15,19x15,19	230,74	8,17			2,33	750	331,45	
20	15,21x15,21x15,21	231,34	8,24			2,34	700	308,55	

Keterangan : - Kuat desak rata-rata umur 28 hari = 321,016 kg/cm²

- Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 =

- Slump = 9 cm

Yogyakarta, 10 - 1996
 Kepala Bagian Lab. BKT.FT. UII

(.....)



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

GUNAWAN & BANTA CH

.....PROGO...HILIR.....

Denda uji asal :
 Di terima tanggal :

No.	Ukuran (cm) p x l x l	Luas (cm ²)	berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m ³	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm ²)	Kel
1	15,22x15,22x15,36	231,65	8,28	Sabtu	Sabtu	2,33	510	224,49	
2	15,27x15,27x15,43	233,17	8,14	7-9-96	14-9-96	2,26	490	214,29	
3	15,46x15,12x15,16	233,75	7,93			2,23	525	229,02	
4	15,36x15,20x15,20	233,47	8,23			2,32	540	235,85	
5	15,61x15,15x15,12	236,49	8,20			2,29	505	217,75	
6	15,29x15,53x15,26	237,45	8,45			2,31	560	240,49	
7	15,17x15,17x15,35	230,13	8,19			2,32	510	225,98	
8	15,19x15,19x15,19	230,74	8,17			2,33	500	220,96	
9	15,15x15,45x15,35	234,07	8,28			2,30	570	226,53	
10	15,21x15,21x15,21	231,34	8,24			2,34	530	233,62	

Keterangan : - Kuat desak rata-rata umur 7 hari = 226,898 kg/cm²

- Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 =

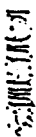
- Slump = 9 cm

Yogyakarta, 10 - 1996
 Kepala Bagian Lab. BKT.FT. UII

(.....)



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Jl. Kalitirang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554



HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

Pengirim : GUNAWAN & BANTA CH
 Keperluan :
 Benda uji asal : PROGO HILIR
 Di terima tanggal :

No.	Ukuran (cm) p x l x t	Luas (cm ²)	berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m ³	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm ²)	Ket
11	15,24x15,19x15,33	231,49	8,12	Sabtu	Sabtu	2,29	625	275,3	
12	15,05x15,35x15,22	231,02	8,09	7-9-96	5-10-96	2,30	650	286,91	
13	15,22x15,22x15,22	231,65	7,94			2,25	625	275,12	
14	15,24x15,24x15,36	232,26	7,90			2,21	620	272,21	
15	15,68x15,71x15,03	246,33	8,21			2,20	670	277,35	
16	15,33x15,15x15,15	232,25	8,85			2,33	680	298,56	
17	15,29x15,29x15,49	233,78	8,33			2,30	625	272,62	
18	15,21x15,21x15,21	231,34	8,24			2,34	660	290,92	
19	15,22x15,16x15,15	230,58	8,25			2,39	600	265,34	
20	15,22x15,22x15,22	231,65	7,95			2,25	625	275,12	

Keterangan : - Kuat desak rata-rata umur 28 hari = 278,945 kg/cm²

- Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 =

- Slump = 9 cm

Yogyakarta, 10 - 1996
 Kepala Bagian Lab. BKT.FT. UII