

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.

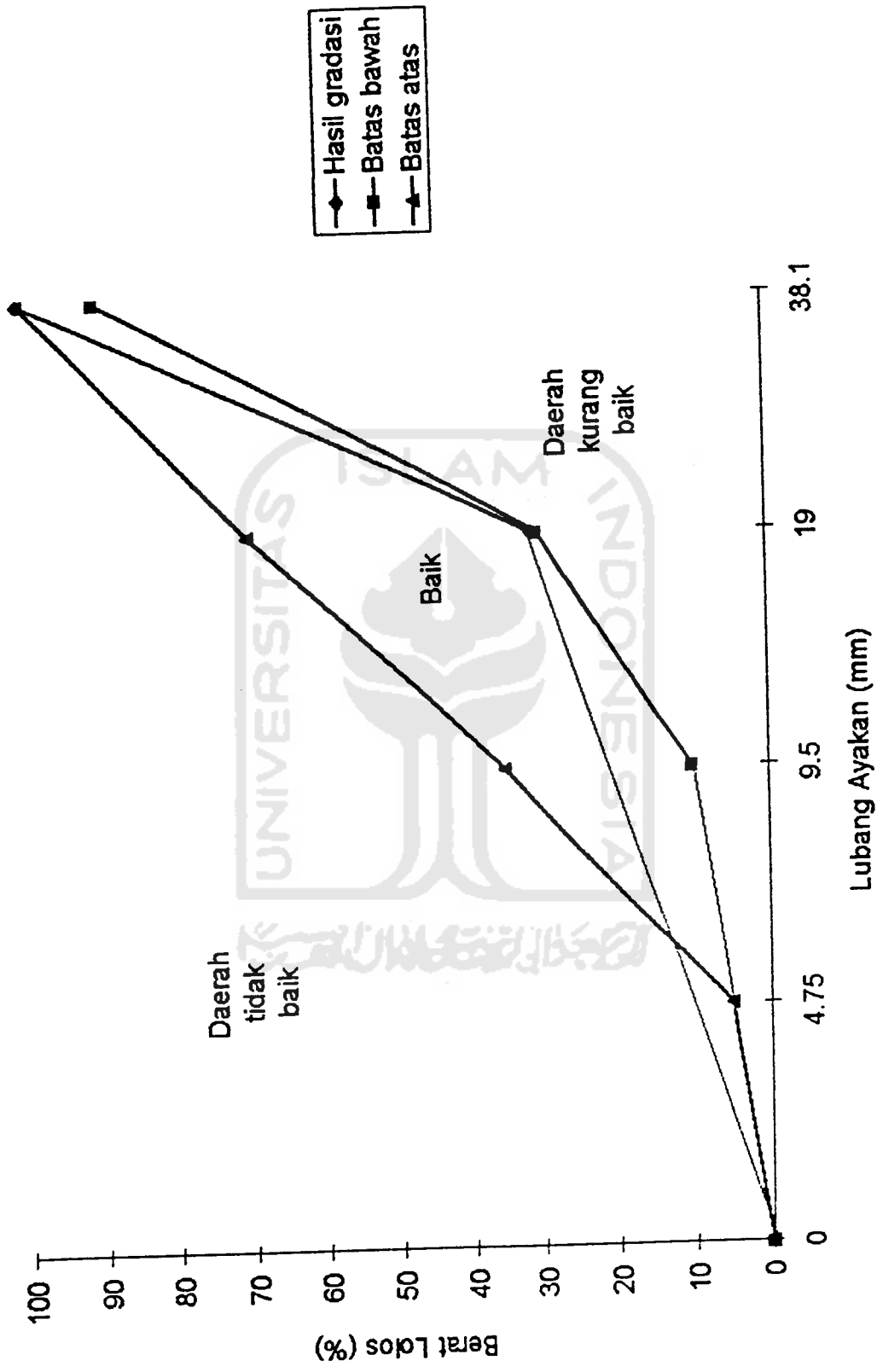
Tabel 3.2. Hasil gradasi agregat kasar dibanding dengan syarat ASTM (C33-71 a)

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.



Gambar 3.1. Kuva Gradasi Agregat Kasar Yang Dipakai Untuk Campuran Beton

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

3.4.1. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah mengetahui besarnya kadar lumpur yang terkandung oleh agregat halus yang akan dipergunakan sebagai campuran adukan beton. Kadar lumpur yang dikandung oleh agregat halus ini tidak boleh lebih dari 5 %.

Adapun cara pemeriksaan kadar lumpur dalam pasir adalah sebagai berikut :

1. Diambil pasir kering oven yang lolos saringan 4,75 mm dengan ditimbang seberat 100 gram (W1)
2. Pasir dimasukkan ke dalam gelas ukur 250 cc, dituangkan air ke dalamnya sehingga tinggi air tersebut mencapai 12 cm di atas permukaan pasir
3. Campuran air dan pasir tersebut sampai kurang lebih 10 kali, air yang kotor dibuang akan tetapi jangan sampai ada butiran pasir yang terbang. Hal ini dilakukan sampai air dalam gelas ukur menjadi jernih
4. Tuangkan pasir yang telah dicuci tersebut dalam van aluminium, air yang ikut terbawa dibuang dengan menggunakan pipet
5. Masukkan van dan pasir tersebut ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 120° Celcius
6. Setelah dikeringkan ambil pasir dari oven dan dimasukkan ke dalam desikator agar tercapai suhu kamar, kemudian ditimbang beratnya (W2).

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

3.4.2. Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir

Analisis saringan bertujuan untuk mengetahui variasi butiran (gradasi) agregat halus dan menentukan modulus halus butir (MHB) dengan menggunakan saringan.

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

1. Siapkan agregat halus (pasir) sebanyak 1000 gram
2. Pasang susunan ayakan sesuai aturan diameter butiran maksimum dari atas ke bawah yaitu 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,60 mm, 0,3 mm, 0,15 mm , PAN
3. Tumpahkan contoh pasir ke susunan ayakan paling atas dan ditutup rapat-rapat
4. Goyangkan rangkaian ayakan tersebut dengan mesin penggerak selama \pm 5 menit
5. Tumpahkan sisa masing-masing butiran yang tidak lolos saringan pada masing-masing van dan ditimbang.

Hasil pemeriksaan berat jenis dan Modulus Halus Butir dari 6 lokasi asal agregat halus (pasir) dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

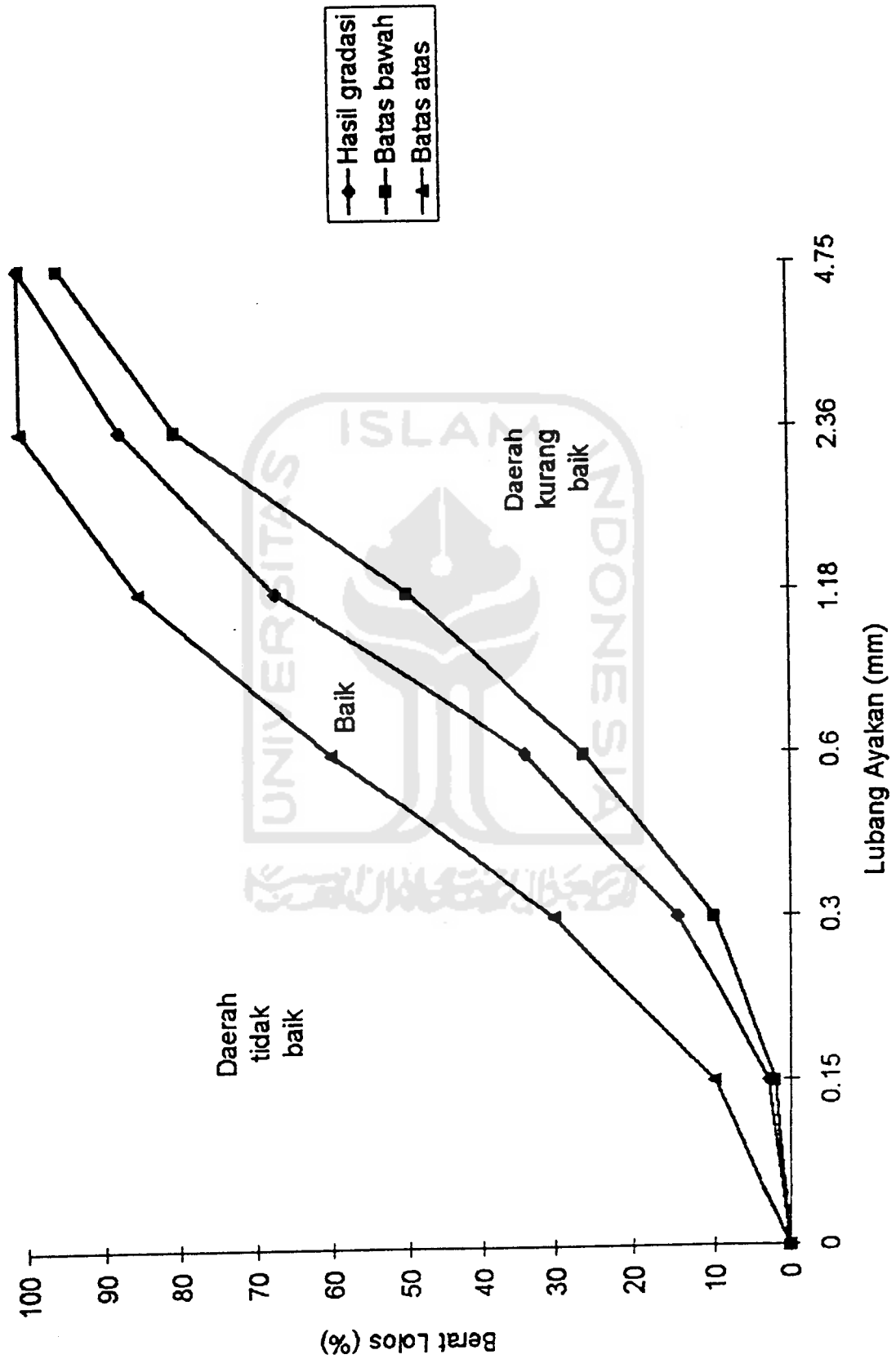
Tabel 3.4. Hasil gradasi pasir pada bagian hulu sungai Krasak dibandingkan dengan syarat ASTM (C33-71 a)

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

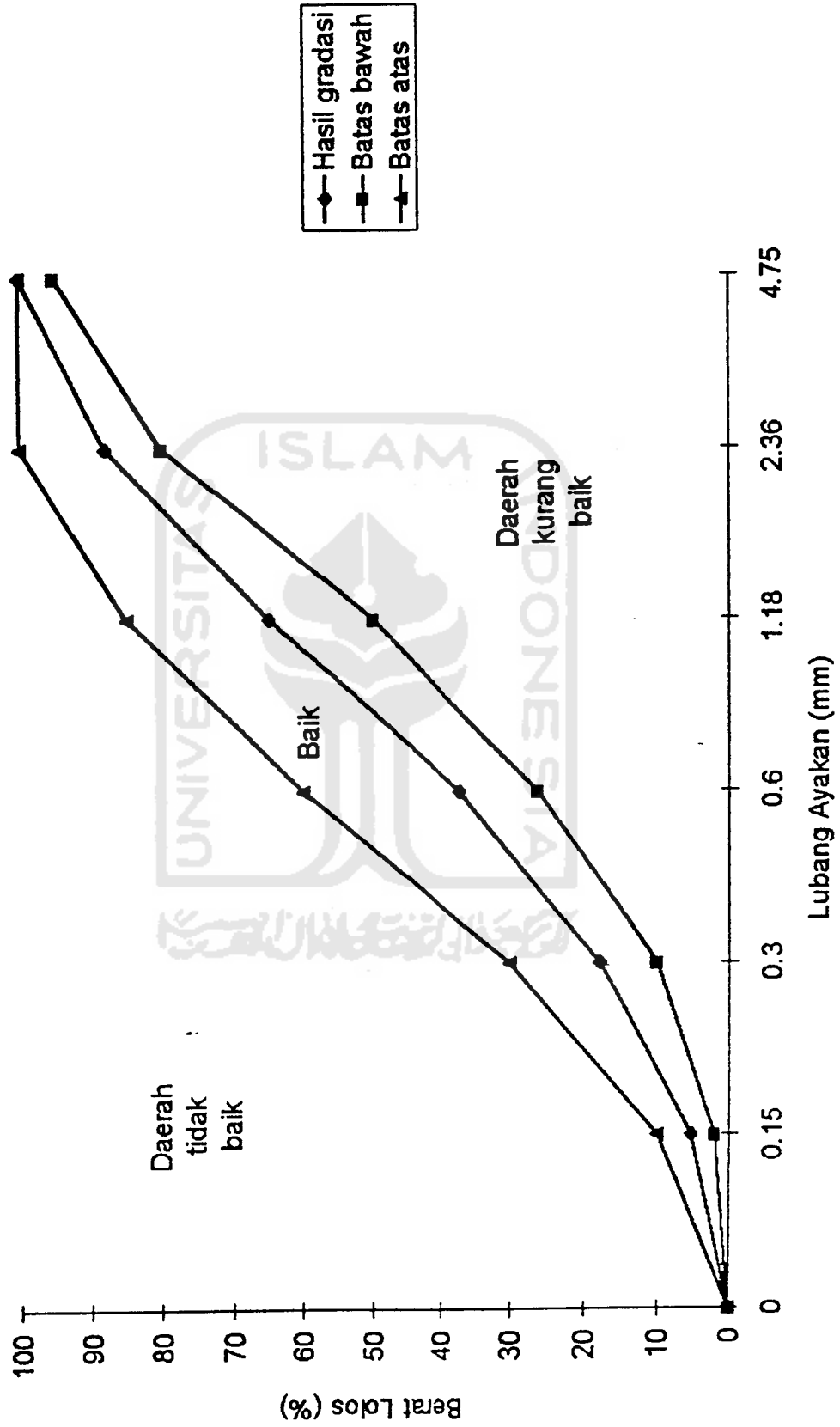
Tabel 3.5. Hasil gradasi pasir pada bagian tengah sungai Krasak dibandingkan dengan syarat ASTM (C33-71 a)

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	-	-

.1h16
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 Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)	Syarat ASTM C33-71a (%)
		Gram	(%)			
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	-	-

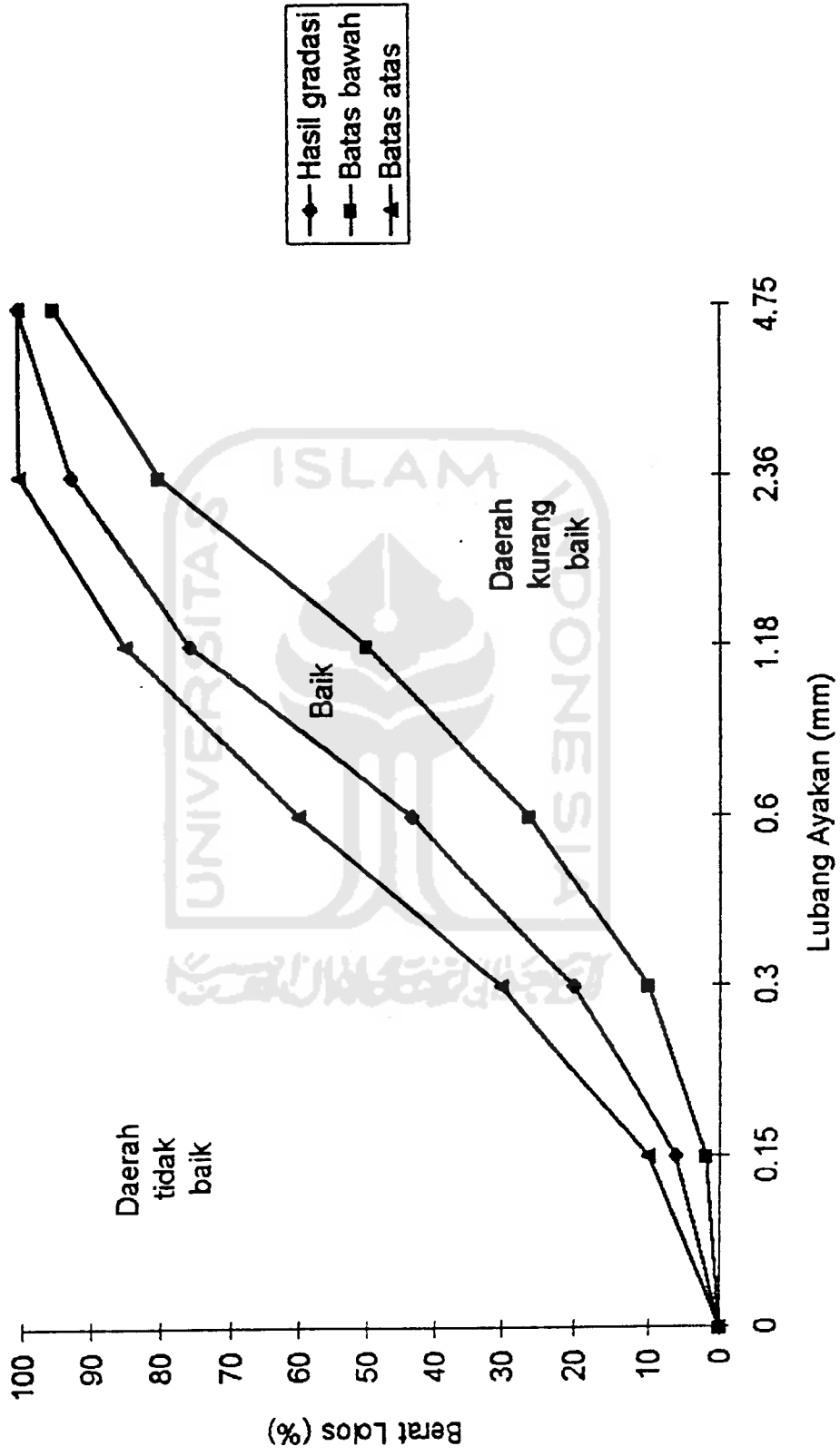
.1h16

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

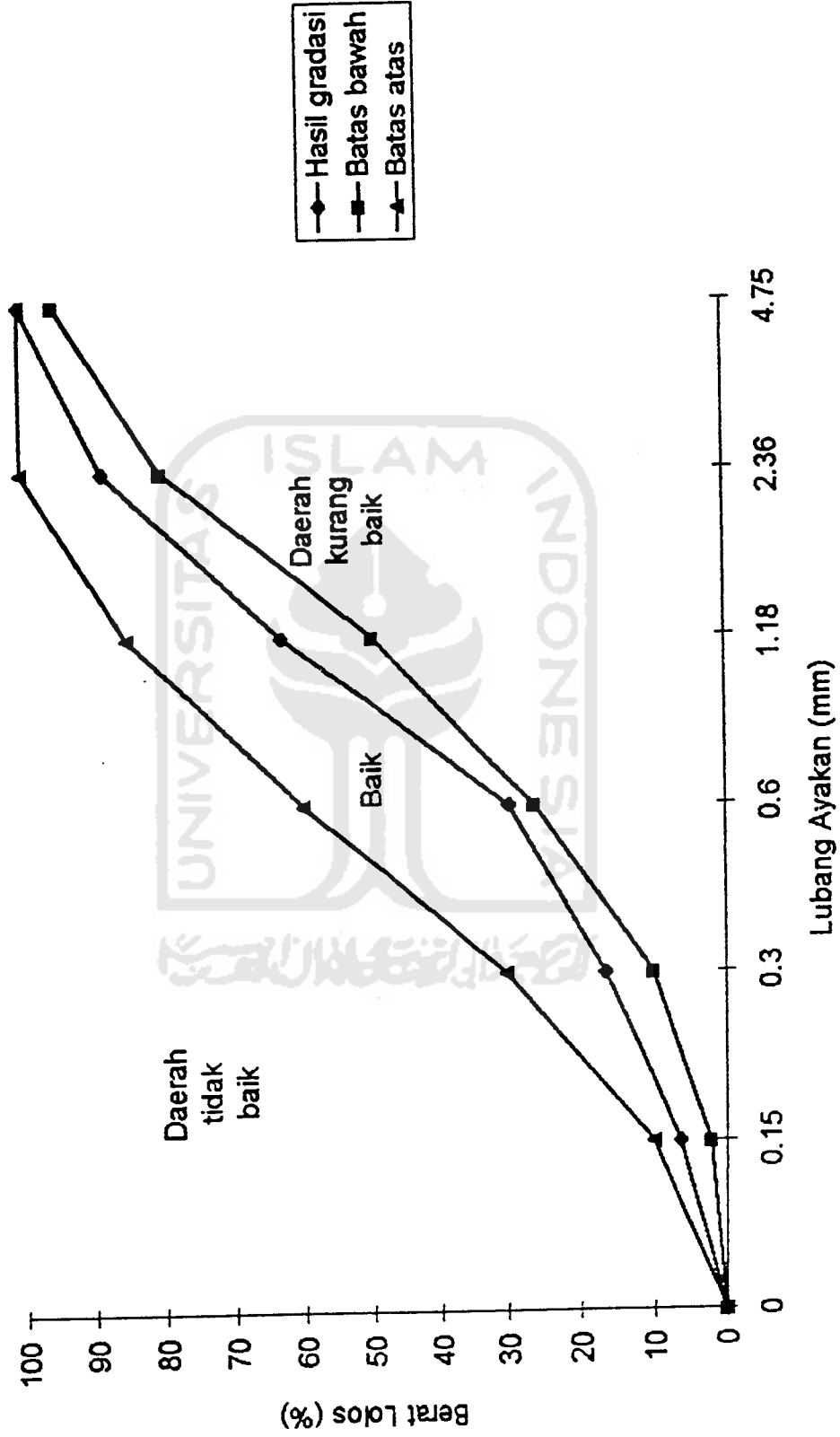
Tabel 3.7. Hasil gradasi pasir pada bagian hulu sungai Progo dibandingkan dengan syarat ASTM (C33-71 a)

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	116	11,6	11,6	88,4	80 - 100
3.	1,18	251	25,1	36,7	63,3	50 - 85
4.	0,60	338	33,8	70,5	29,5	26 - 60
5.	0,30	130	13,0	83,5	16,5	10 - 30
6.	0,15	102	10,2	93,7	6,3	2 - 10
7.	PAN	63	6,3	-	-	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 Hulu ini dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut ini.



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)

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

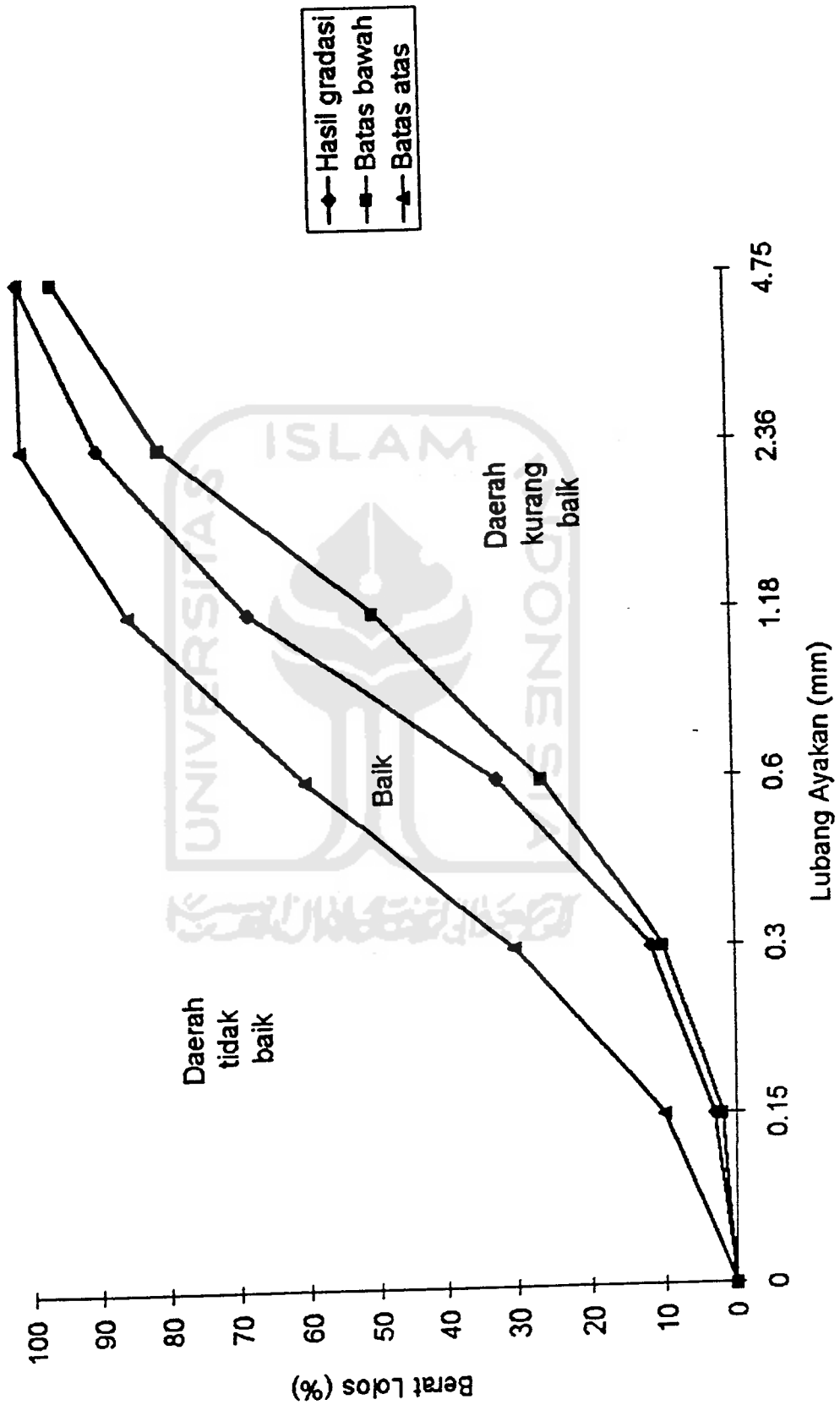
Grafik kurva gradasi pasir alami dari sungai Progo Tengah ini dapat dilihat pada gambar 3.6 berikut ini.

Tabel 3.9. Hasil
AST

No	Lubang Ayakan
1.	4,7
2.	2,3
3.	1,1
4.	0,6
5.	0,3
6.	0,1
7.	PAN
Jumlah	

Perhitung

Grafik ini dap



Gambar 3.6. Kurva Gradasi Pasir Bagian Tengah Sungai Progo

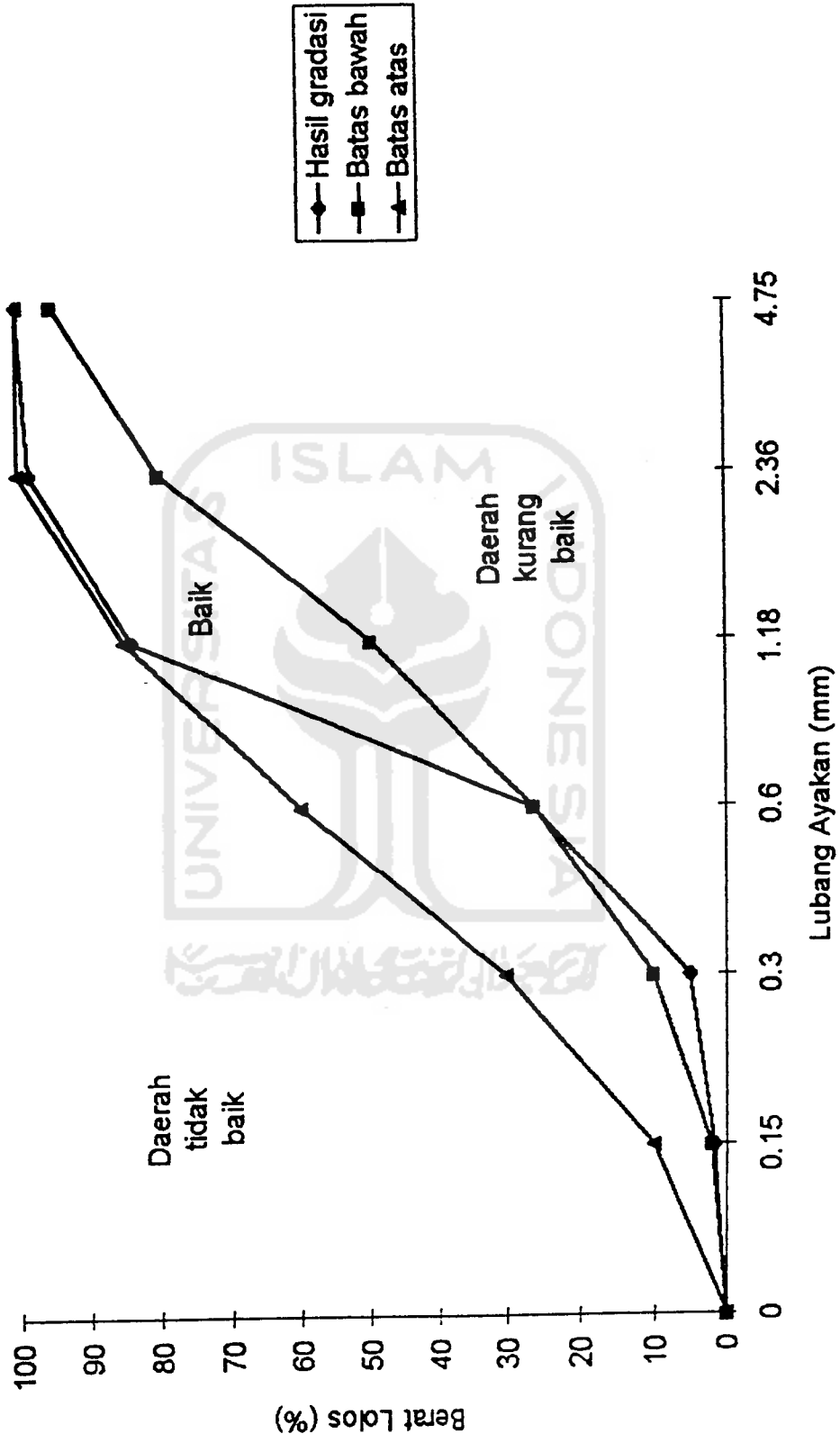
Tabel 3.9. Hasil gradasi pasir pada bagian hilir sungai Progo dibandingkan dengan syarat ASTM (C33-71 a)

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	16	1,6	1,6	98,4	80 - 100
3.	1,18	145	14,5	16,1	83,9	50 - 85
4.	0,60	578	57,8	73,9	26,1	26 - 60
5.	0,30	212	21,2	95,1	4,9	10 - 30
6.	0,15	32	32,0	98,3	1,7	2 - 10
7.	PAN	17	17,0	-	-	0 - 2
Jumlah		1000	100	285,0	-	-

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\% \text{ Kumulatif Berat Tertahan}}{\% \text{ Berat Tertahan}} \\
 &= \frac{285,0}{100} = 2,85
 \end{aligned}$$

Grafik kurva gradasi pasir alami dari sungai Progo Hilir ini dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut ini.



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,

keringkan di udara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji. Hal ini dilakukan sampai terjadi kering permukaan jenuh

4. Periksa keadaan kering permukaan jenuh (SSD), pasir dimasukkan ke dalam kerucut terpancung, padatkan dengan menumbuk sebanyak 25 kali
5. Kerucut terpancung (Cone) diangkat, keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh, tapi masih dalam keadaan tercetak
6. Bila pasir dalam keadaan SSD diambil sample 400 gram (G)
7. Siapkan gelas ukur 1000 cc kemudian diisi air sebanyak 500 cc (H1)
8. Sampel pasir dimasukkan ke dalam gelas ukuran dan diukur kenaikan airnya (H2).
9. BJ pasir diperoleh dengan rumus :

$$BJ = \frac{G}{H2 - H1}$$

Hasil pemeriksaan berat jenis dari ke-6 lokasi asal agregat halus (pasir) dapat dilihat dalam tabel 3.10 berikut.

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 $< 1000 \text{ m}^3$ 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 %

5. Menentukan kebutuhan semen

$$\begin{aligned}
 \text{- berat semen (PC)} &= \frac{\text{berat air}}{\text{fas}} \\
 &= \frac{177}{0,495} \\
 &= 357,697 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

6. Menentukan kebutuhan agregat kasar

- berdasarkan tabel 2.15, untuk diameter maksimum agregat kasar = 40 mm, mhb pasir = 2,95 dan BJ agregat kasar = 1,424 t/m³, didapat volume agregat kasar (interpolasi) = 0,705 m³.

$$\begin{aligned}
 \text{- berat agregat kasar} &= 0,705 \\
 \times 1,424 &= 1,0039 \text{ T} = 1003,9 \text{ kg} \\
 &1,0039
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Volume agregat kasar} &= \frac{\quad}{2,68} = 0,375 \text{ m}^3 \\
 &0,3577
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- volume PC} &= \frac{\quad}{3,15} = 114 \text{ lt} = 0,114 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

7. Menentukan kebutuhan agregat halus

$$\begin{array}{rcl}
 \text{3.6.} & \text{Volume air} & = 0,177 \text{ m}^3 \\
 & \text{Volume PC} & = 0,114 \text{ m}^3 \\
 \text{buat} & \text{Volume udara} & = 0,010 \text{ m}^3 \\
 \text{(pasir)} & \text{Volume Split} & = 0,375 \text{ m}^3 \\
 \text{diperlukan} & & \text{-----} + \\
 \text{0,48} & & = 0,676 \text{ m}^3
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{beton} & \text{Volume pasir} & = 1 - 0,676 = 0,324 \text{ m}^3 \\
 \text{uji,} & \text{Berat pasir} & = \text{volume} \times \text{berat jenis} \\
 \text{sampel} & & = 0,324 \times 2,5 \\
 \text{diuji} & & = 0,810 \text{ ton} = 810 \text{ kg}
 \end{array}$$

Untuk tiap 1 m³ adukan beton diperlukan :

a. Perbandingan berat

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Berat air} & = & 177,00 \text{ kg} \\
 \text{Berat PC} & = & 357,69 \text{ kg} \\
 \text{Berat pasir} & = & 810,00 \text{ kg} \\
 \text{Berat krikil} & = & 1003,90 \text{ kg}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Perbandingan campuran} & = & \text{PC} : \text{Pasir} : \text{Krikil} \\
 & = & 1 : 2,26 : 2,81
 \end{array}$$

b. Perbandingan Volume

$$\begin{aligned} \text{Volume PC} &= 0,114 \text{ m}^3 \\ \text{Volume pasir} &= 0,284 \text{ m}^3 \\ \text{Volume krikil} &= 0,415 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan campuran} &= \text{PC} : \text{Pasir} : \text{Krikil} \\ &= 1 : 2,49 : 3,64 \end{aligned}$$

Secara keseluruhan, kebutuhan bahan-bahan penyusun campuran beton dengan variasi pasir dari sungai krasak dan sungai progo, dapat dilihat pada tabel 3.11 berikut ini.

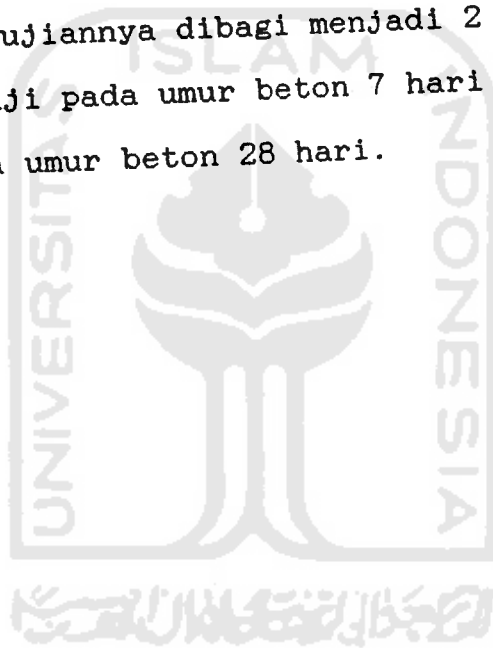
Tabel 3.11 Proporsi bahan campuran beton tiap m³ dengan variasi pasir asal sungai krasak dan sungai progo.

Asal Pasir	Mhb	BJ	Berat Air (kg)	Berat Semen (kg)	Berat Pasir (kg)	Berat Krikil (kg)	Perbandingan Campuran
Krasak Hulu	2,95	2,50	177,00	357,69	810,20	1003,90	1 : 2,26 : 2,81
Krasak Tengah	2,87	2,67	177,00	357,69	854,40	1015,30	1 : 2,38 : 2,84
Krasak Hilir	2,62	2,67	177,00	357,69	851,70	1019,60	1 : 2,38 : 2,85
Progo Hulu	2,67	2,67	177,00	357,69	867,70	1002,50	1 : 2,42 : 2,80
Progo Tengah	2,75	2,75	177,00	357,69	893,70	1002,50	1 : 2,49 : 2,80
Progo Hilir	2,85	2,86	177,00	357,69	915,20	1018,20	1 : 2,56 : 2,85

3.6. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat berupa kubus beton sebanyak 120 buah, dengan perincian tiap-tiap lokasi asal agregat halus (pasir) dibuat 20 buah sampel. Faktor air semen yang dipakai untuk campuran adukan beton adalah tetap yaitu 0,495.

Nilai slump yang direncanakan untuk campuran adukan beton berkisar antara 7,5 s/d 10 cm. Dari 20 sampel benda uji, pengujiannya dibagi menjadi 2 bagian. Sepuluh (10) sampel diuji pada umur beton 7 hari dan 10 sampel lainnya diuji pada umur beton 28 hari.



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	

Tabel 3.13 Berat Jenis beton dengan asal pasir Krasak Hilir

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	BJ Rata-rata (kg/m ³)
1	7	8,31	3426,32	2425,34	2400,222
2	7	8,35	3408,77	2449,56	
3	7	8,59	3583,76	2396,92	
4	7	8,55	3648,36	2343,58	
5	7	8,45	3493,75	2418,61	
6	7	8,45	3590,73	2353,28	
7	7	8,42	3443,40	2445,26	
8	7	8,21	3468,15	2367,26	
9	7	8,37	3484,22	2402,26	
10	7	8,34	3474,78	2400,15	
11	28	8,10	3518,68	2301,99	2371,454
12	28	8,17	3546,50	2303,68	
13	28	8,49	3525,71	2408,03	
14	28	8,50	3600,52	2360,77	
15	28	8,34	3465,00	2406,93	
16	28	8,49	3502,28	2424,13	
17	28	8,22	3527,88	2330,01	
18	28	8,52	3427,07	2486,09	
19	28	8,16	3487,78	2339,59	
20	28	8,28	3518,59	2353,52	

Tabel 3.14 Berat Jenis beton dengan asal pasir Progo Hulu

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	BJ Rata-rata (kg/m ³)
1	7	8,17	3509,45	2328,00	2338,312
2	7	8,17	3518,38	2322,09	
3	7	8,37	3562,54	2349,45	
4	7	8,37	3507,05	2392,97	
5	7	8,28	3536,88	2360,96	
6	7	8,47	3474,78	2394,77	
7	7	8,28	3567,51	2382,88	
8	7	7,90	3567,51	2214,43	
9	7	8,19	3518,59	2327,64	
10	7	8,37	3623,49	2309,93	
11	28	8,29	3470,23	2388,89	2355,738
12	28	8,12	3438,32	2361,62	
13	28	8,25	3580,51	2304,14	
14	28	8,52	3518,38	2421,57	
15	28	8,46	3513,79	2407,66	
16	28	8,50	3438,32	2472,14	
17	28	8,06	3426,94	2351,95	
18	28	8,33	3621,25	2300,31	
19	28	8,94	3525,71	2252,03	
20	28	8,14	3543,65	2297,07	

Tabel 3.15 Berat Jenis beton dengan asal pasir Progo Tengah

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	BJ Rata-rata (kg/m ³)
1	7	8,48	3376,56	2511,43	2373,647
2	7	8,46	3647,35	2319,49	
3	7	8,34	3484,22	2393,65	
4	7	8,34	3449,55	2417,71	
5	7	8,57	3546,54	2416,44	
6	7	8,11	3574,49	2268,85	
7	7	8,28	3468,15	2387,44	
8	7	8,26	3495,59	2362,98	
9	7	8,09	3504,94	2308,17	
10	7	8,27	3518,68	2350,31	
11	28	8,06	3578,69	2252,22	2365,893
12	28	8,68	3495,59	2483,13	
13	28	8,16	3525,71	2314,43	
14	28	8,22	3484,13	2359,27	
15	28	8,23	3504,94	2348,11	
16	28	8,38	3511,25	2386,61	
17	28	8,52	3375,00	2524,44	
18	28	8,35	3493,29	2390,29	
19	28	8,17	3592,97	2273,85	
20	28	8,24	3541,68	2326,58	

Tabel 3.16 Berat Jenis beton dengan asal pasir Progo Hilir

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	BJ Rata-rata (kg/m ³)
1	7	8,28	3558,14	2327,06	2304,542
2	7	8,14	3597,81	2262,49	
3	7	7,93	3543,65	2237,81	
4	7	8,23	3548,74	2319,13	
5	7	8,20	3575,73	2293,24	
6	7	8,37	3623,49	2309,93	
7	7	8,19	3532,49	2318,48	
8	7	8,17	3504,94	2330,99	
9	7	8,28	3592,97	2304,50	
10	7	8,24	3518,68	2341,79	
11	28	8,12	3548,74	2288,14	2288,785
12	28	8,09	3516,12	2300,83	
13	28	7,94	3525,71	2252,03	
14	28	7,90	3567,51	2214,43	
15	28	8,21	3702,34	2217,52	
16	28	8,19	3518,59	2327,64	
17	28	8,33	3621,25	2300,31	
18	28	8,24	3518,68	2341,79	
19	28	8,35	3493,29	2390,29	
20	28	7,95	3525,71	2254,87	

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	238,69	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

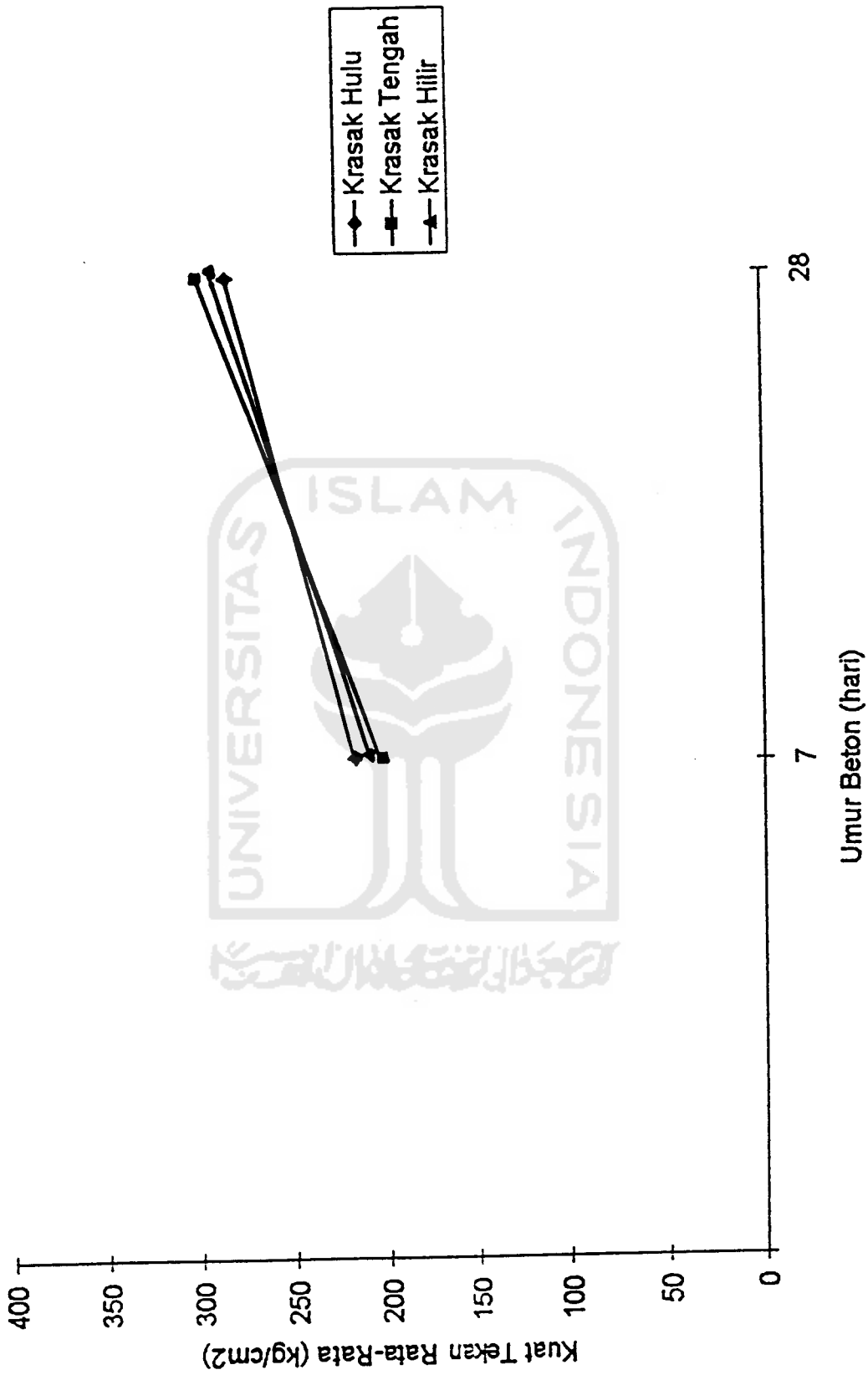
No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (KN)	Kuat Tetan Kubus (kg/cm ²)	Kuat Tekan Silinder (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
1	7	231,65	510	224,49	186,33	188,320
2	7	233,17	490	214,29	177,86	
3	7	233,75	525	229,02	190,09	
4	7	233,47	540	235,85	195,75	
5	7	236,49	505	217,75	180,73	
6	7	237,45	560	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.

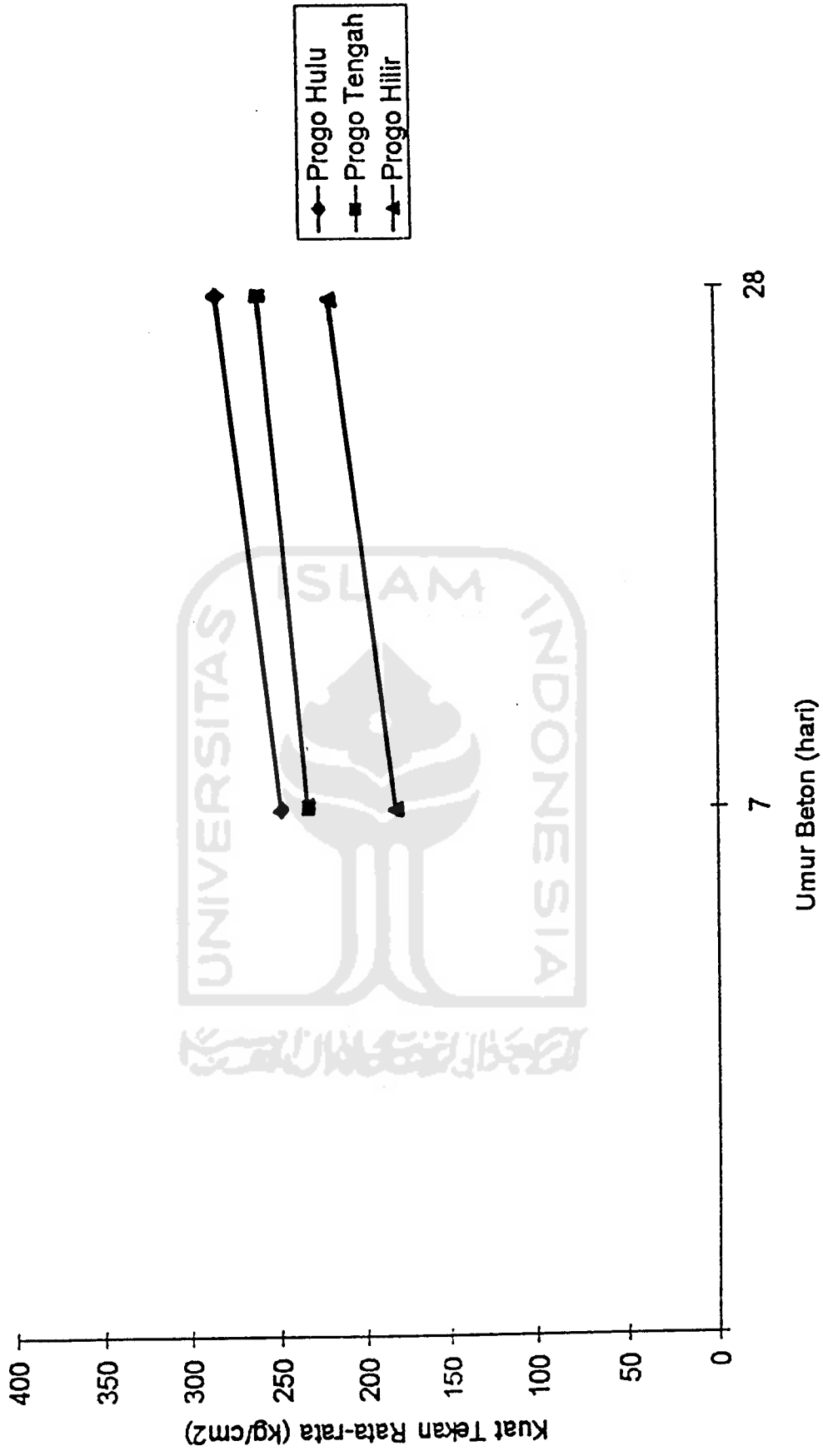
Tabel 3.23 Kuat tekan rata-rata beton dengan variasi asal pasir dari sungai Krasak dan Progo

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