

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. PEMERIKSAAN BATUAN

Sebelum melaksanakan penelitian perlu diadakan pemeriksaan terhadap bahan-bahan yang dipakai dalam campuran beton agar mutu beton yang direncanakan mencapai kekuatan yang maksimal sehingga prakiraan kuat rencana tekan beton sesuai dengan perhitungan.

4.1.1 Gradasi Batuan

Penggunaan gradasi batuan (pasir dan krakal) dalam penelitian ini melalui grafik ayakan, diambil sesuai dengan kondisi aslinya (daerah asal). Hal ini sengaja dilakukan untuk memperoleh hasil pengujian dengan pekerjaan di lapangan yang sesungguhnya (pekerjaan proyek). Bahan yang digunakan berasal dari kaliprogo untuk pasir dan krakalnya dari krasak.

Data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan perencanaan beton menggunakan data-data yang ada sebelumnya, yang berasal dari daerah yang sama (lab. BKT UII), sedangkan untuk krakal yang digunakan berdiameter maksimum 38,1 mm.

Hasil pemeriksaan gradasi (distribusi ukuran butiran) pasir dan krakal dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2 atau gambar 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1 Distribusi ukuran butiran pasir

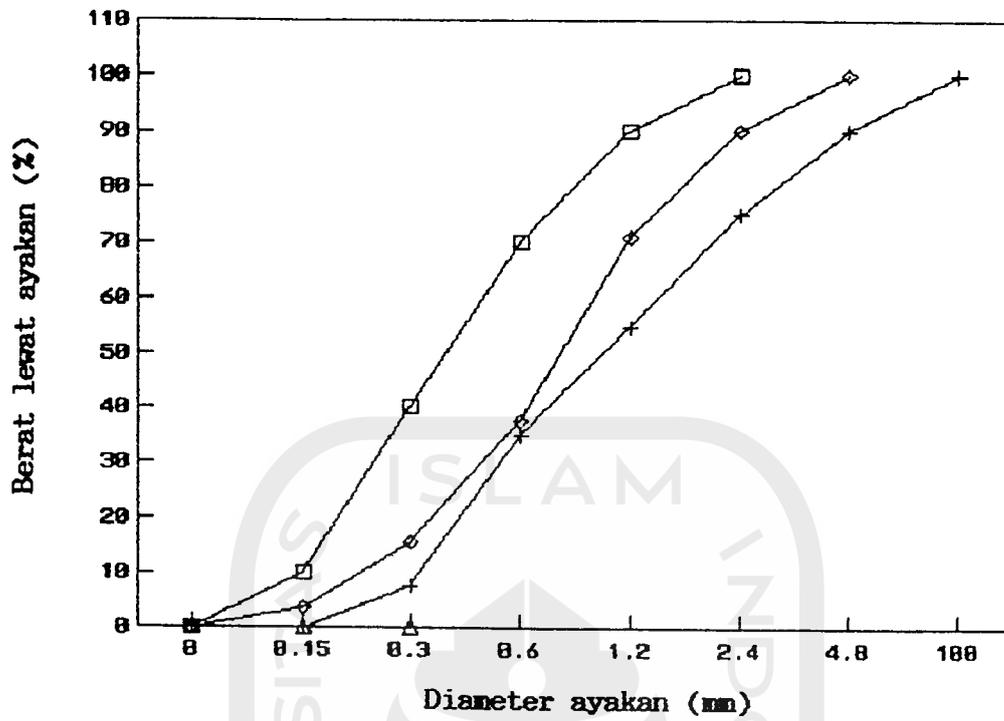
Saringan (mm)	berat tertahan		berat komulatif	
	(gr)	(%)	tertahan (%)	lolos (%)
4,80	0	0	0	100
2,40	50,0	10	10	90
1,20	95,0	19	29	71
0,60	167,50	33,50	62,50	37,50
0,30	109,50	21,90	84,40	15,60
0,15	60,00	12,00	96,40	3,60
sisa	18,00	3,60	-	-
Jumlah	500,00	100,00	282,3	-

modulus halus butir (mhb) = 2,823

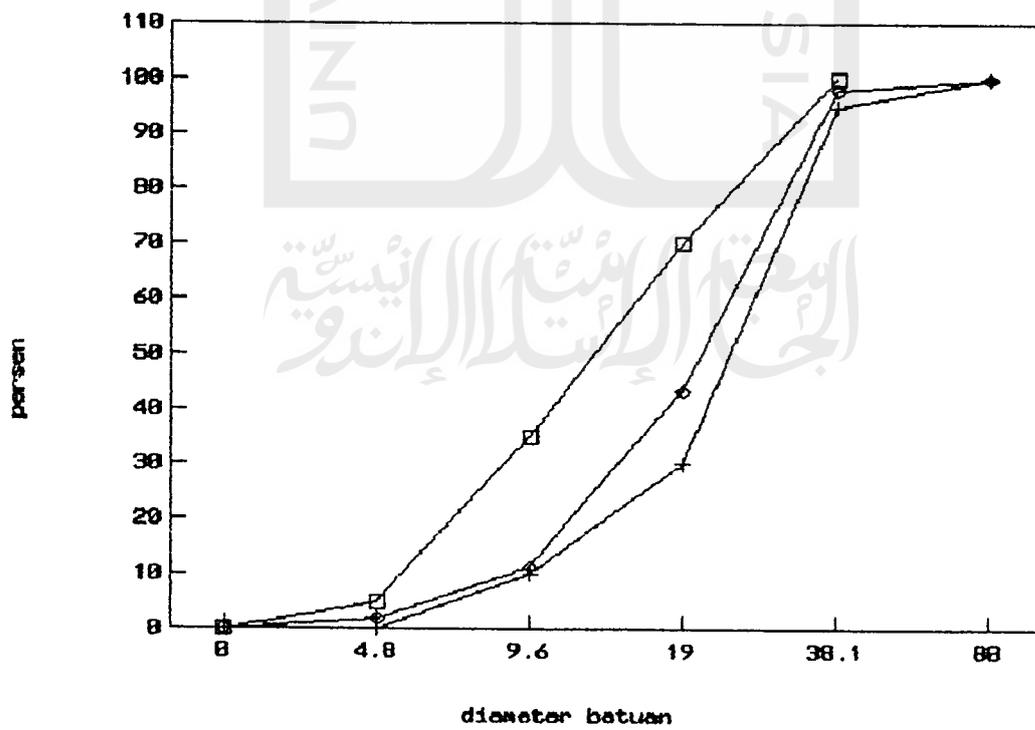
Tabel 4.2 Distribusi ukuran butiran Krakal

Saringan (mm)	berat tertahan		berat komulatif	
	(gr)	(%)	tertahan (%)	lolos (%)
80,00	0	0	0	100
38,10	10,00	2,00	2,00	98
19,00	273,00	54,60	56,60	43,40
9,60	160,50	32,10	88,70	11,30
4,80	47,00	9,40	98,10	1,90
sisa	9,50	1,90		
Jumlah	500,00	100,00	245,40	

Gradasi pasir dan krakal yang dipakai adalah gradasi yang sesuai dengan kondisi aslinya. Berdasarkan tabel 4.1 dan 4.2 diatas terlihat bahwa pasir asal progo dan krakal asal krasak dapat dipergunakan dan memenuhi persyaratan.



Gambar 4.1. Gradasi Pasir



Gambar 4.2. Gradasi krakal dengan butir maksimum 38,1



4.1.2 Gradasi Campuran

Dalam perhitungan campuran adukan beton dengan menggunakan metode ACI ("American Concrete Institute") digunakan perbandingan volume agregat halus dan agregat kasar sebesar 40 : 60. Hasil perbandingan ini kemudian diubah kedalam bentuk perbandingan berat untuk memudahkan pelaksanaan pengadukan (penimbangan bahan penyusun beton uji).

Dari perbandingan berat tersebut kemudian diketahui bahwa perbandingan pasir dan krakal adalah 41,652 : 58,389.

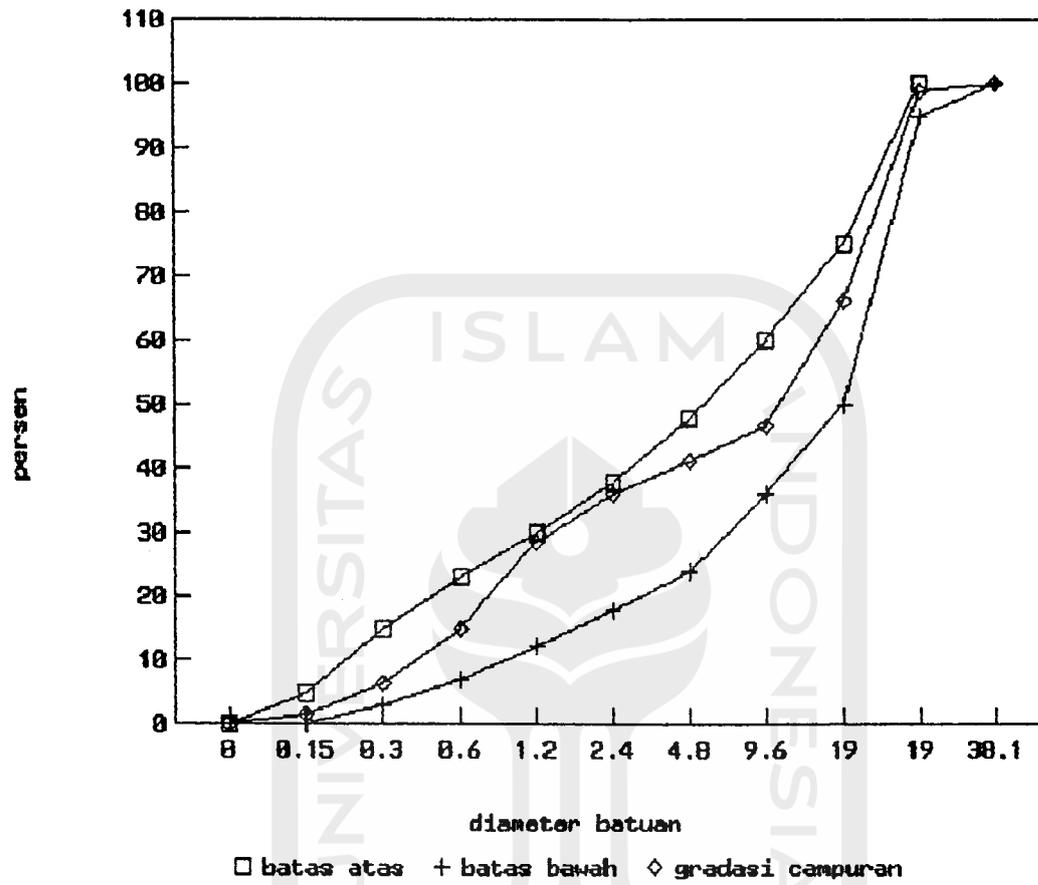
Hasil pemeriksaan gradasi selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Distribusi ukuran butiran Campuran

lubang ayakan (mm)	berat butir lewat		(2)xP	(3)xK	(4)+(5)	(6)
	pasir (%)	kerikil (%)				$\frac{P+K}{P+K}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
80,00	100	100	100	150	250	100
38,10	100	98	100	147	247	98,8
19,00	100	43,4	100	65,1	165,1	66,04
9,60	100	11,3	100	16,95	116,95	46,78
4,80	100	1,9	100	2,85	102,85	41,14
2,40	90	0	90	0	90	36,00
1,20	71	0	71	0	71	28,40
0,60	37,5	0	37,5	0	37,5	15,00
0,30	15,6	0	15,6	0	15,6	6,24
0,15	3,6	0	3,6	0	3,6	1,44

Dengan : P = Pasir
K = Krikil

Adapun Grafik gradasi campuran adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3. Gradasi campuran dengan butir maksimum 38,1 mm

4.2. PEMERIKSAAN AIR

Penggunaan air dalam pelaksanaan pembuatan beton berasal dari lokasi setempat (lab. BKT UII). Air yang digunakan tersebut dapat memenuhi persyaratan minimum untuk pembuatan beton yaitu dapat diminum, tidak mengandung lumpur dan tidak mengandung garam sehingga tidak merusak sifat-sifat beton.

4.3. PEMAKAIAN SEMEN

Semen adalah bahan pengikat beton melalui reaksi kimia dengan air. Semen yang digunakan dalam penelitian menggunakan semen type I produksi pabrik semen Gresik (merk). Dalam pelaksanaan pembuatan benda uji kondisi semen dalam keadaan baik, dalam hal ini tidak ada penggumpalan dan butirnya halus sehingga belum terjadi pengikatan.

4.4. PEMAKAIAN BAHAN TAMBAH

Penggunaan bahan tambah kimia dalam pengadukan beton mempunyai tujuan tertentu sesuai dengan kebutuhan di lapangan ataupun kondisi struktur. Pemakaian bahan tambah dalam penelitian ini adalah bahan tambah "Super Plasticizer" jenis "MERGUSS FB". Bahan tambah ini berfungsi untuk mengurangi kadar air dan memperlambat pengikatan awal. Dengan pengurangan air tersebut akan didapat mutu beton lebih tinggi bila dibandingkan tanpa menggunakan bahan tambah dan

pelaksanaan pengadukan yang mudah.

4.5. KEBUTUHAN BAHAN SUSUN

4.5.1 Kebutuhan bahan pengadukan

Pekerjaan setiap pengadukan beton adalah untuk 6 kubus dengan ukuran setiap kubus 15 x 15 x 15 cm³. Dengan penambahan 15 % sebagai cadangan kebutuhan bahan-bahan setiap adukan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan kebutuhan bahan setiap adukan.

Bahan tambah thd berat semen		Semen	Pasir	Kerikil	Air
%	kg	(kg)	(kg)	(kg)	(lt)
0	0,000	7,920	17,04	23,82	4,260
0,7	0,0550	7,920	17,04	23,82	3,510
1	0,0792	7,920	17,04	23,82	3,350
2,5	0,1980	7,920	17,04	23,82	2,800
4	0,3168	7,920	17,04	23,82	2,400

4.5.2 Kebutuhan bahan per m³ beton

Kebutuhan bahan-bahan tiap m³ beton dengan penambahan "Super Plasticizer" dalam prosentasi yang berbeda dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.5 Hasil perhitungan kebutuhan bahan meter kubik

Bahan tambah thd. berat semen		Semen	Pasir	Kerikil	Air
%	kg	(kg)	(kg)	(kg)	(lt)
0	0,000	338,8883	730,1736	1023,8240	183,0
0,7	2,3722	338,8883	730,1736	1023,8240	150,7246
1	3,3889	338,8883	730,1736	1023,8240	138,9400
2,5	8,4722	338,8883	730,1736	1023,8240	120,2362
4	13,5556	338,8883	730,1736	1023,8240	103,0596

Tabel 4.6 Hasil perhitungan kebutuhan bahan dalam perbandingan satuan

Bahan tambah thd. berat semen		Semen	Pasir	Kerikil	fas
0,000	0,000	1	1,8776	2,6327	0,5379
0,007	2,3722	1	1,8776	2,6327	0,4432
0,010	3,3889	1	1,8776	2,6327	0,4230
0,025	8,4722	1	1,8776	2,6327	0,3535
0,040	13,5556	1	1,8776	2,6327	0,3030

4.6. PENGUJIAN "SLUMP"

Dari hasil pengujian "slump" untuk masing-masing campuran beton dalam setiap adukan dengan prosentase bahan tambah tertentu dapat dilihat pada tabel 4.7.

Dari tabel 4.7. dapat disimpulkan bahwa adukan beton dengan bahan tambah pada kondisi 0% sampai 1% nilai "slump" dapat dipertahankan (tetap/berbeda sedikit) dengan pengurangan kadar air. Karena pada kondisi ini kandungan airnya masih relatif banyak (diatas 3 lt) sehingga pengadukannya masih tidak terlalu sulit dan campuran betonnya bisa homogen.

Namun pada kondisi adukan beton dengan bahan tambah 2,5% keatas, pengadukannya sangat sulit, campuran beton susah untuk homogen karena kandungan airnya sangat sedikit dan nilai "slump" susah untuk dipertahankan.

Tabel 4.7. Nilai Slump dari pengadukan beton pada prosentase bahan tambah tertentu.

Kode	Bahan pembentuk beton setiap adukan				fas	Prosentase additive (%)	Sluap (cm)
	semen kg	pasir kg	krikil kg	air kg			
4/5-94/0%/s-10	7,920	17,04	23,82	4,26	0,5379	0	10
23/5-94/0%/s-10	7,920	17,04	23,82	4,26	0,5379	0	10
3/5-94/0%/s-12	7,920	17,04	23,82	4,26	0,5379	0	12
3/5-94/0%/s-12	7,920	17,04	23,82	4,26	0,5379	0	12
23/5-94/0,7%/s-10	7,920	17,04	23,82	3,51	0,4432	0,7	10
5/5-94/0,7%/s-12	7,920	17,04	23,82	3,51	0,4432	0,7	12
5/5-94/0,7%/s-10	7,920	17,04	23,82	3,51	0,4432	0,7	10
4/5-94/0,7%/s-12	7,920	17,04	23,82	3,51	0,4432	0,7	12
25/5-94/1%/s-10	7,920	17,04	23,82	3,35	0,4230	1,0	10
7/5-94/1%/s-12	7,920	17,04	23,82	3,35	0,4230	1,0	12
7/5-94/1%/s-10	7,920	17,04	23,82	3,35	0,4230	1,0	10
6/5-94/1%/s-12	7,920	17,04	23,82	3,35	0,4230	1,0	12
25/5-94/2,5%/s-12	7,920	17,04	23,82	2,80	0,3535	2,5	12
12/5-94/2,5%/s-12	7,920	17,04	23,82	2,80	0,3535	2,5	12
9/5-94/2,5%/s-13	7,920	17,04	23,82	2,80	0,3535	2,5	13
9/5-94/2,5%/s-13	7,920	17,04	23,82	2,80	0,3535	2,5	13
26/5-94/4%/s-13	7,920	17,04	23,82	2,40	0,3030	4,0	13
15/5-94/4%/s-10	7,920	17,04	23,82	2,40	0,3030	4,0	10
12/5-94/4%/s-10	7,920	17,04	23,82	2,40	0,3030	4,0	10

4.7. BERAT JENIS BETON

Dari hasil pengukuran berat dan volume kubus beton, akan diperoleh berat jenis beton. Berat jenis beton rata-ratanya adalah: $2,32 \text{ t/m}^3$. Berat jenis beton terbesar adalah: $2,32 \text{ t/m}^3$ dan berat jenis terkecil adalah: $2,30 \text{ t/m}^3$, untuk lebih jelasnya seperti terlihat dalam lampiran 3.

4.8. KUAT TEKAN BETON

Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji kubus (15 x 15 x 15) dilaksanakan pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari untuk pemakaian bahan tambah 0%, 0,7%, 1% dan 2,5%. Sedangkan untuk pemakaian bahan tambah dengan prosentasi 4% hanya dilakukan pada umur 7, 14 dan 28 hari sebab pada umur 3 hari beton tersebut belum mengeras.

Pengujian beton menggunakan mesin uji tekan beban maksimum yang terjadi dicatat untuk menghitung kuat tekannya, beban maksimum terjadi apabila beton yang diuji telah mencapai keruntuhan.

Kuat tekan beton dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$f_b = P/A \dots\dots\dots(4.1)$$

diamana, f_b adalah kuat tekan kubus beton, P adalah beban maksimum yang dipikul dan A adalah luas penampang kubus beton. Data dari hasil pengujian kuat tekan beton maksimum adalah pada prosentase bahan tambah 1%. Kuat tekan rata-rata yang dapat dipikul oleh kubus beton untuk masing-masing prosentase bahan tambah dapat dilihat pada tabel 4.8. berikut :

Tabel 4.8 Kuat tekan untuk berbagai prosentase bahan tambah.

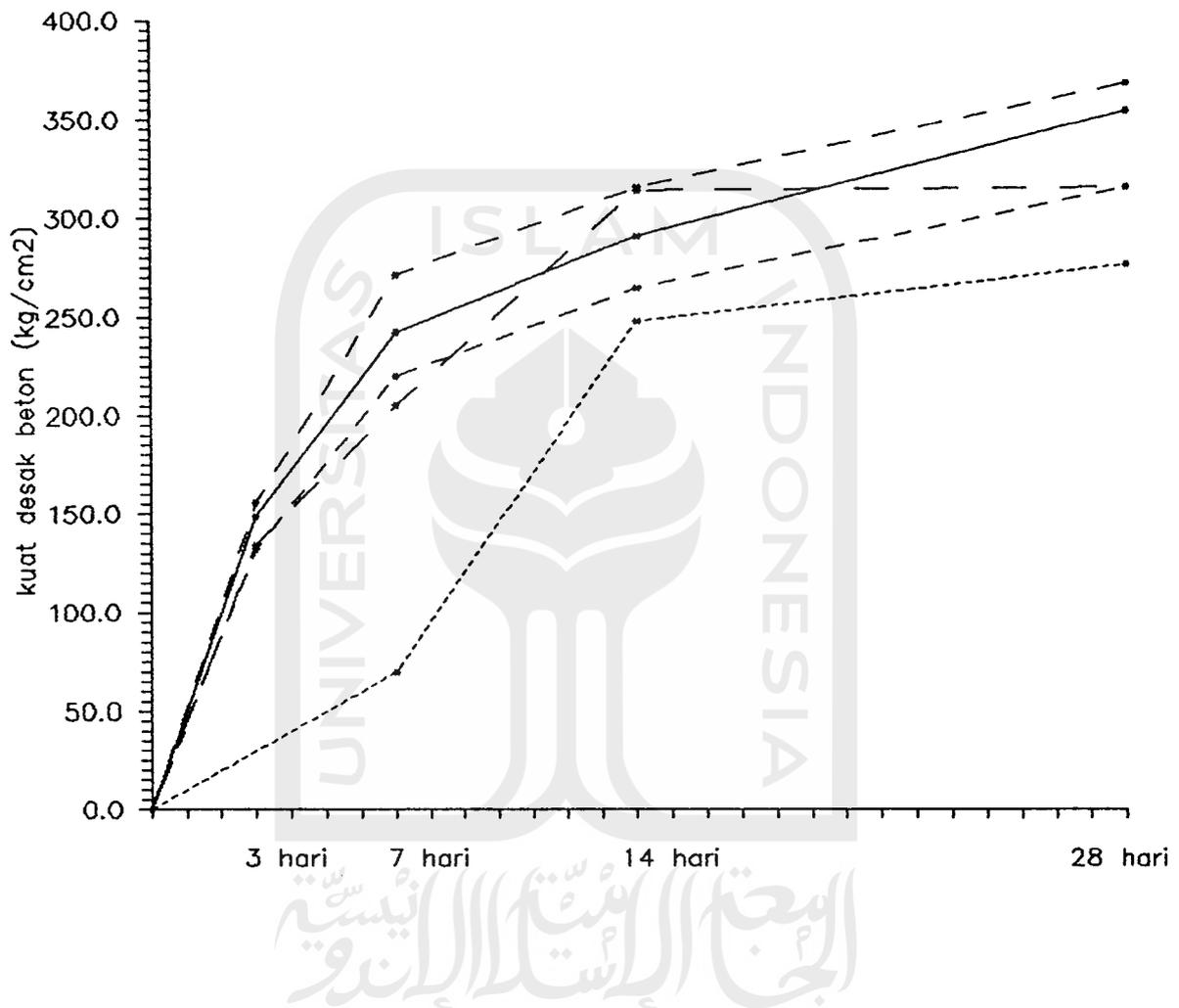
Kode	Umur test (hari)	Bahan Tambah (%)	Kuat Tekan Maks. rata-rata (kg/cm ²)	Kuat tekan maks. rata-rata (%)
4/5-94/0%/s-10	3	0	132,3056	41,94
23/5-94/0,7%/s-10	3	0,7	148,7774	47,16
25/5-94/1%/s-10	3	1	155,9167	49,42
25/5-94/2,5%/s-12	3	2,5	134,2383	42,55
23/5-94/0%/s-10	7	0	220,2583	69,82
5/5-94/0,7%/s-12	7	0,7	242,4969	76,87
7/5-94/1%/s-12	7	1	271,4083	86,03
12/5-94/2,5/s-12	7	2,5	205,4617	65,13
26/5-94/4%/s-13	7	4	69,920	22,16
3/5-94/0%/s-12	14	0	264,7502	83,92
5/5-94/0,7%/s-10	14	0,7	290,7731	92,17
7/5-94/1%/s-10	14	1	315,3750	99,97
9/5-94/2,5%/s-13	14	2,5	313,8583	99,49
15/5-94/4%/s-10	14	4	248,0199	78,62
3/5-94/0%/s-12	28	0	315,4700	100,00
4/5-94/0,7%/s-12	28	0,7	354,5683	112,39
6/5-94/1%/s-12	28	1	368,6033	116,84
9/5-94/2,5%/s-13	28	2,5	315,5483	100,03
12/5-94/4%/s-10	28	4	276,7300	87,72

Dari hasil pengujian tekan beton diatas didapat kuat tekan beton maksimum pada prosentase 1% dan hasil-hasil maksimum sebagaimana tercantum berikut :

Tabel 4.9 Hasil pengujian maksimum bahan tambah

Kode	Umur test (hari)	Bahan Tambah (%)	Kuat Tekan Maks. rata-rata (kg/cm ²)
25/5-94/1%/s-10	3	1	155,9167
7/5-94/1%/s-12	7	1	271,4083
7/5-94/1%/s-10	14	1	315,3750
6/5-94/1%/s-12	28	1	368,6033

Apabila data-data tersebut diatas diplotkan kedalam grafik maka:



Grafik 4.4 Hasil pengujian bahan tambah maksimum

Keterangan :

- = bahan tambah 0 %
- = bahan tambah 0,7 %
- - - - = bahan tambah 1 %
- — — = bahan tambah 2,5 %
- = bahan tambah 4 %

4.9. PENGARUH BAHAN TAMBAH TERHADAP KEBUTUHAN AIR

Pengaruh pemakaian bahan tambah MERGUSS FB dalam adukan beton dapat mengurangi kebutuhan air dan dapat mempertahankan kelecakan. Adapun data-data hubungan antara pemakaian bahan tambah dengan kebutuhan air terdapat dalam tabel berikut :

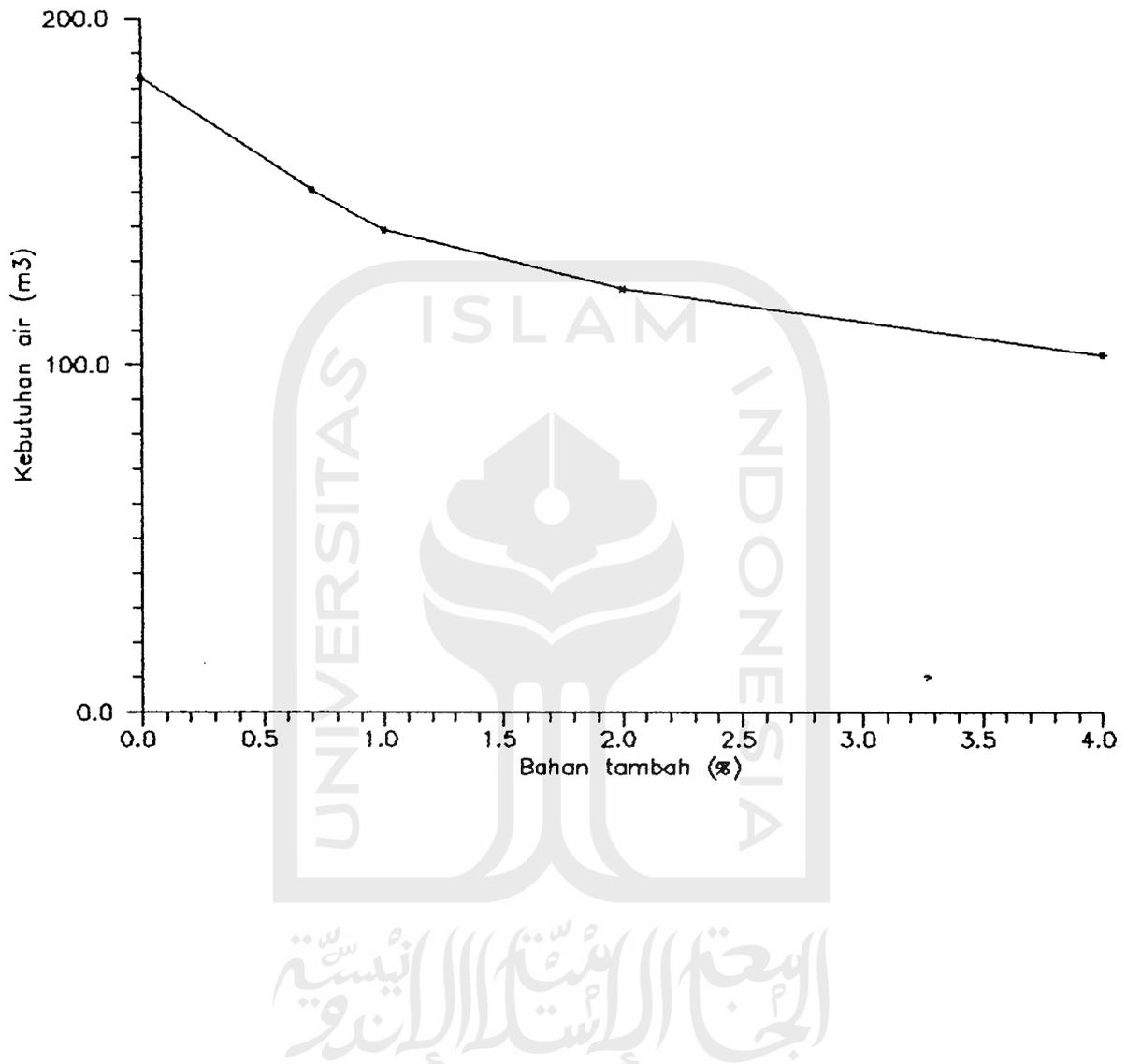
Tabel 4.10 Hubungan antara prosentase bahan tambah dengan kebutuhan air dalam setiap adukan beton.

Prosentase bahan tambah terhadap berat semen		Kebutuhan air (liter)
%	kg	
0	0	4,260
0,7	0,0550	3,510
1	0,0792	3,350
2,5	0,1980	2,850
4	0,3168	2,400

Tabel 4.11 Hubungan antara prosentase bahan tambah dengan kebutuhan air dalam tiap meter kubik.

Prosentase bahan tambah terhadap berat semen		Kebutuhan air (liter)
%	kg	
0	0	183
0,7	2,3722	150,7246
1	3,3889	138,9400
2,5	8,4722	122,3832
4	13,5556	103,0596

Hubungan antara prosentase bahan tambah dengan kebutuhan air dapat dilihat dalam grafik berikut :



Gambar 4.5 kebutuhan air berdasarkan bahan tambah

4.10. PENGARUH BAHAN TAMBAH TERHADAP IKATAN AWAL BETON

Kekuatan beton tergantung kepada umur beton itu sendiri. Ini disebabkan oleh proses terjadinya

ikatan awal antara semen dengan air membentuk pasta semen ("gel"). Kemampuan "gel-gel" mengikat butiran-butiran pasir dan kerikil menentukan kekuatan tekan beton.

Menurut PBI '71 kekuatan tekan mencapai nilai 100% terjadi pada umur beton 28 hari, sedangkan pada umur sebelumnya kekuatan beton belum mencapai nilai tersebut, sebab kemampuan "gel-gel" mengikat butiran (pasir dan kerikil) belum mencapai maksimum atau "gel-gel" tersebut belum mengeras.

Tabel berikut adalah perbandingan proses ikatan awal beton menurut PBI '71 dengan hasil pengujian laboratorium beton memakai bahan tambah "Super Plastisizer".

Tabel 4.12. Perbandingan kuat tekan beton PBI '71 dan kuat tekan beton hasil pengujian.

Umur	PBI '71	0%	0,7%	1%	2,5%	4%
3	40	41,94	41,96	42,30	42,54	-
7	65	69,82	68,39	73,63	65,11	25,27
14	88	83,92	82,00	85,56	99,46	89,62
21	95	-	-	-	-	-
28	100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Dari tabel 4.12 diatas proses ikatan awal hasil pengujian pada umur 28 hari dalam semua prosentase bahan tambah dianggap sebesar 100 %, sehingga penambahan bahan tambah 0% sampai 2,5% proses ikatan awalnya memenuhi syarat yang ditetapkan PBI '71 dalam semua umur beton, tetapi



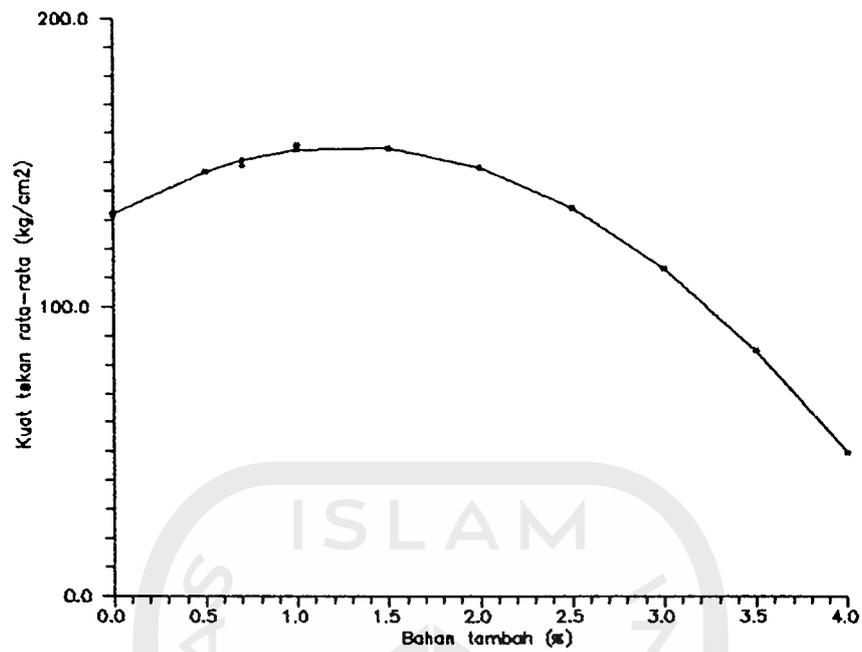
proses ikatan awal beton pada bahan tambah sebesar 4% umur 3 hari dan 7 hari mengalami penurunan dan tidak sesuai dengan syarat yang ditetapkan PBI '71, kecuali pada umur beton 14 hari dan 28 hari proses ikatan awalnya mulai naik lagi hingga memenuhi yang disyaratkan PBI '71.

4.11. PENGARUH BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON

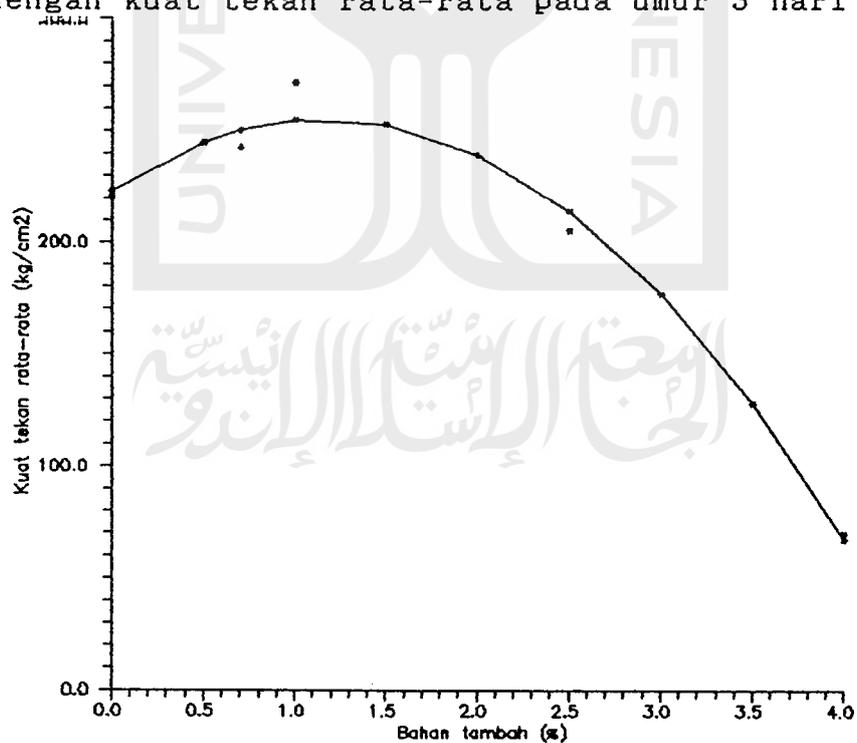
Kuat tekan beton yang diakibatkan oleh bahan tambah MERGUSS FB dengan prosentase tertentu dapat meningkat jika dibandingkan dengan beton tanpa bahan tambah. Pemakaian bahan tambah MERGUSS FB dalam campuran beton harus dilakukan dengan pengawasan yang ketat, sebab pemakaian bahan tambah melebihi prosentase tertentu akan menyebabkan kerusakan pada sifat-sifat beton itu sendiri.

Hubungan antara pengaruh pemakaian bahan tambah dengan kuat tekan beton dapat dilihat pada grafik berikut:

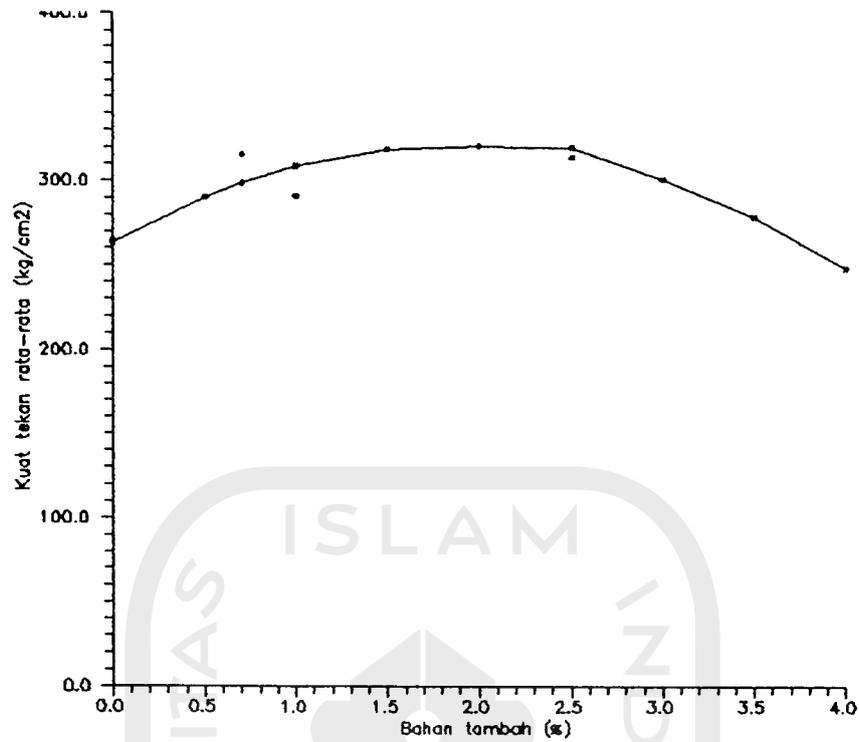




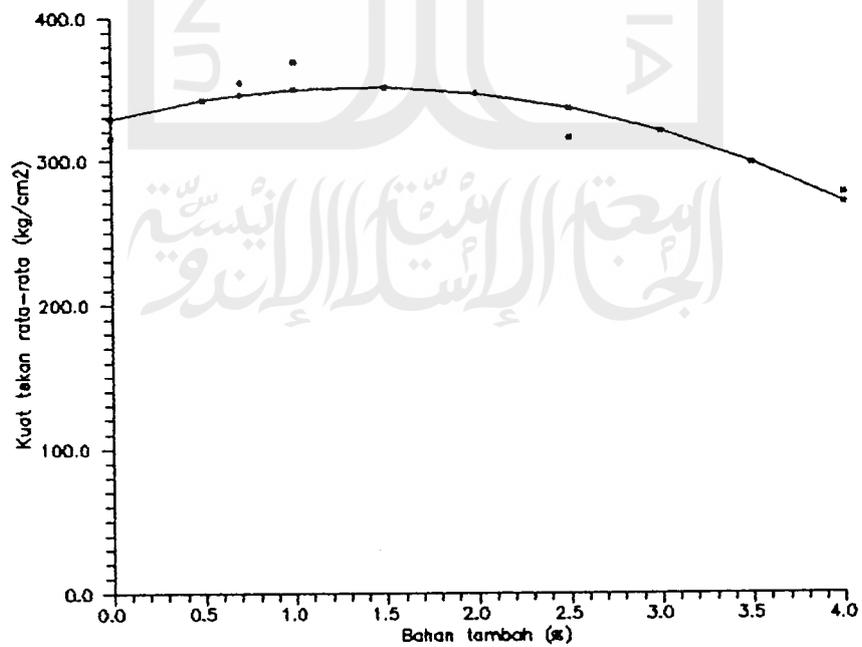
Gambar 4.6 Grafik hubungan prosentase bahan tambah dengan kuat tekan rata-rata pada umur 3 hari



Gambar 4.7 Grafik hubungan prosentase bahan tambah dengan kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari



Gambar 4.8 Grafik hubungan prosentase bahan tambah dengan kuat tekan rata-rata pada umur 14 hari



Gambar 4.9 Grafik hubungan prosentase bahan tambah dengan kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari

Dari kurva tersebut terlihat bahwa peningkatan kuat tekan beton terjadi pada pemakaian bahan tambah 1%, sedangkan pemakaian bahan tambah 2,5 % dan 4% kuat tekan rata-rata mengalami penurunan. Penurunan kekuatan beton tersebut diakibatkan oleh faktor pengadukan yang terlalu sulit sehingga beton tidak homogen. Penyebab lain penurunan kekuatan beton yaitu karena pengikatan awal beton pada prosentase tinggi membutuhkan waktu yang lama.

Grafik yang diperoleh dari hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan dengan brosur yang dikeluarkan oleh produsen, dimana hasil pengujian kuat desak pada prosentase 2,5 % mengalami penurunan, sedangkan menurut fihak produsen pada prosentase tersebut mengalami peningkatan. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh faktor :

1. Pemakaian prosentase bahan tambah yang besar (diatas 2,5%) mengakibatkan pemakaian air sedikit sehingga pengadukan sangat sulit dan beton juga sulit untuk homogen.
2. Pemakaian bahan tambah yang melebihi takaran ("over dosis") mengakibatkan waktu pengikatan awal sangat lama sehingga untuk mencapai kekuatan maksimal beton membutuhkan waktu yang lama pula.
3. Pengadukan beton dilakukan secara manual (dengan tangan), pemadatan yang dilakukan secara manual akan menghasilkan derajat kepadatan yang lebih

rendah bila dibandingkan dengan pemadatan menggunakan alat pematik (VIBRATOR).

