

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Material

4.1.1 Analisa Semen Portland

Semen tipe I inilah yang digunakan pada penelitian ini. Tidak ada kriteria khusus untuk semen Portland, karena umum digunakan pada bangunan. Semen yang digunakan dibuat oleh PT Semen Gresik Tbk. Standar mutu mengutip SNI 15-2049-94 dan ASTM C 150-94.

4.1.1.1 Analisa Kimia Semen Portland

Tabel 4.1 di bawah ini menunjukkan penguraian unsur-unsur kimia penyusun grit semen.

Tabel 4. 1 Analisa Kimia Dan Standard Mutu Semen Tipe I

Analisa Kimia	Semen Gresik	SNI-15-2049-94	ASTM C 150-94
SiO_2 (% min)	20,70	-	-
Al_2O_3 (% Max)	6,20	-	-
Fe_2O_3 (% Max)	3,24	-	-
CaO	64,16	-	-
MgO (% Max)	1,30	5,00	6,00
SO_3 (% Max)	1,98	3,50	3,50
Lol (% Max)	1,13	5,00	3,00
C_3S (% Max)	57,70	-	-
C_2S (% Max)	11,15	-	-
C_3A (% Max)	10,95	-	-
$C_4AF + 2C_3A$ (% Max)	-	-	-

(Sumber : PT Semen Gresik, Tbk)

Hasil pemeriksaan semen Gresik memenuhi standar kualitas ASTM C ISO-94 dan SNI-15-2049-94.

4.1.1.2 Analisa Fisika Semen Portland

Tabel 4.2 menunjukkan hasil fisika analisa semen gersik sebagai berikut ini :

Tabel 4. 2 Analisa Fisika Dan Standard Mutu Semen Tipe I

No	Analisa Fisika	Semen Gresik	SNI-15-2049-94	ASTM C 150-94
1.	Kehalusan			
	<ul style="list-style-type: none"> • Sisa diatas ayakan 0,09 mm % (max) • Blaine, $[\text{cm}]^2/(\text{gram}(\text{min}))$ 	2,0 3582	10 2800	- 2800
2.	Waktu pengikatan			
	<ul style="list-style-type: none"> • Dengan alat vicat, <ul style="list-style-type: none"> - Awal, menit (min) - Akhir , menit (min) • Dengan alat gelmore <ul style="list-style-type: none"> - Awal, menit (min) - Akhir, menit (min) 	150 5,40 70 6:0,5	45 8 60 10	45 8 60 10
3.	Kekekalan			
	<ul style="list-style-type: none"> • Pemuaiian autoclave 	0,039	0,80	0,80
4.	Kekuatan			
	<ul style="list-style-type: none"> • 3 hari, $\text{kg}/\text{cm}^2(\text{min})$ • 7 hari, $\text{kg}/\text{cm}^2(\text{min})$ • 28 hari, $\text{kg}/\text{cm}^2(\text{min})$ 	212 298 407	125 200 280	126 197 281
5.	Panas Hidrasi			
	<ul style="list-style-type: none"> • Setelah 7 hari, cal/gram (min) • Setelah 28 hari, cal/gram (min) 	- -	- -	- -
6.	Pemuaiian karena sulfat			
	<ul style="list-style-type: none"> • Setelah 14 hari,% max 	-	-	-
7.	Pengikatan semu			
	<ul style="list-style-type: none"> • Penetrasi semu, % max 	83,33	50	50

(Sumber : PT Semen Gresik, Tbk)

Berdasarkan data analisa fisika semen dari PT. Semen Gresik Tbk. menunjukkan bahwa semen Portland tipe ini memenuhi standar mutu SNI 15–2049-94 dan ASTM C 150-94.

4.1.2 Analisa Agregat Halus

Pada penelitian ini agregat halus yang digunakan yaitu pasir Lumajang. Pasir lumajang harus memenuhi spesifikasi sebagai campuran beton karena harus dilakukan pengujian material sebagai berikut.

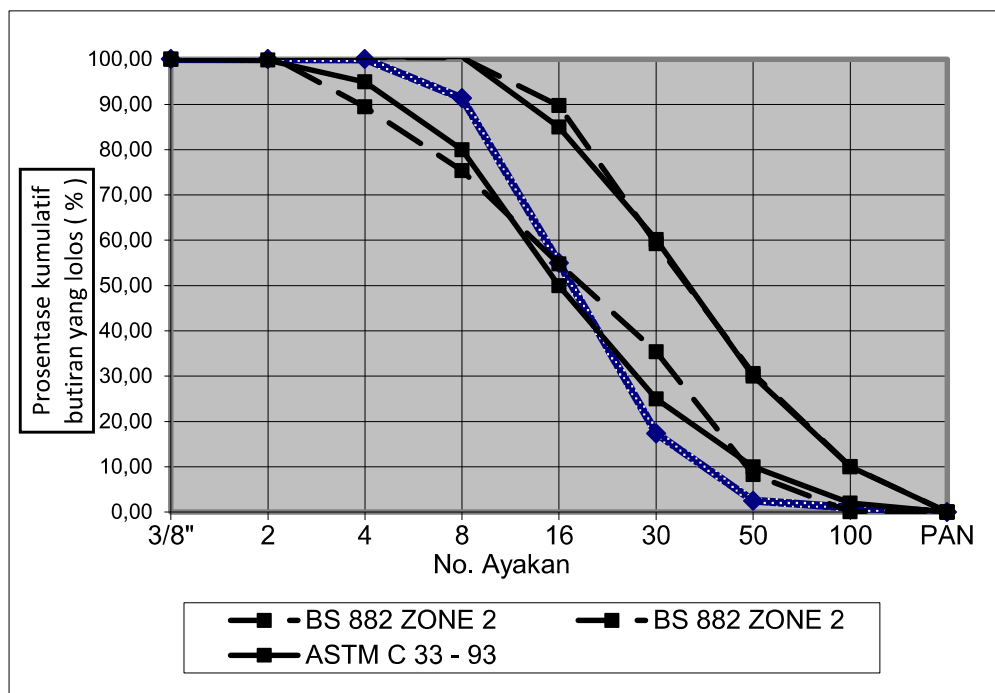
4.1.2.1 Analisa Saringan Lumajang (ASTM C 136 – 93)

Studi ini menggunakan pasir yang diproduksi secara alami dari Lumajang untuk membuat beton ringan. Tabel 4.3 menampilkan pemeriksaan saringan pasir Lumajang.

Tabel 4. 3 Analisa Saringan Lumajang

Analisa Ayakan Agregat Halus					
No Ayakan	Sive Size (mm)	Tertahan (gram)	Tertahan (%)	Tertahan Kum (%)	Lolos Kum (%)
0,75	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
0,38	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
#4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
#8	2,36	105,60	10,56	10,56	89,44
#10	2,00	76,30	7,63	18,19	81,81
#40	0,43	493,60	49,36	67,56	32,44
#50	0,30	72,60	7,26	74,82	25,18
#100	0,15	199,20	19,92	94,74	5,26
pan		52,60	5,26	100,00	0,00
Total		999,90	100,00	265,87	
MHB (modulus kehalusan butir)				=	2,66

(Sumber : penelitian)



Gambar 4. 1 Grafik Analisa Saringan Lumajang

(Sumber : penelitian)

Karena ukuran pasir lumajang termasuk dalam parameter ASTM C 33 dan BS 882 yaitu memenuhi persyaratan kualitas ASTM C33-93 dan diklasifikasikan sebagai zona 2 BS 882 dengan modulus kehalusan 2,66. Selain itu, modulus kehalusan agregat halus berkisar antara 1,5 sampai 3,8 berdasarkan SKSNI S - 04 - 1989. sehingga modulus kehalusan pasir Lumajang memenuhi persyaratan SKSNI S - 04 - 1989.

4.1.2.2 Analisa Berat Jenis Pasir Lumajang (ASTM C 128- 93)

Tabel 4. 4 Berat Jenis Pasir Lumajang

Analisa Berat Jenis Agregat Halus	
Berat Labu + Pasir + Air (W_1) (Gr)	913,2
Berat Pasir SSD (Gr)	300
Berat Labu + Air (W_2) (Gr)	723,4
BJ Pasir = $300/300 - (W_1 - W_2)$	2,72

(Sumber : penelitian)

Berdasarkan informasi tersebut di atas, berat pasir lumajang termasuk dalam kategori "jenis berat normal" atau "beton dengan berat jenis agregat normal", yang didefinisikan berada di antara 1,60 dan 3,20 (*ACI Committee 221*, "Panduan penggunaan agregat berat normal dalam beton").

4.1.2.3 Analisa Air Resapan Pasir Lumajang (ASTM C 128 - 93)

Tabel 4. 5 Analisa Air Resapan Pasir Lumajang

Analisa Air Resapan Pasir Lumajang	
Berat Pasir Ssd	1000
Berat Pasir Oven (W1) (Gr)	980,2
Kadar Air Resapan Pasir = $(1000 - W1 / W1) \times 100$	2,0

(Sumber : penelitian)

Kadar air resapan rata-rata pasir Lumajang = 2,0 %

Pori-pori antar butiran yang tidak terlihat dari permukaan merupakan tempat air merembes ke dalam agregat.. Banyaknya pori-pori agregat memengaruhi jumlah air ini. Menurut data di atas, kemampuan agregat untuk menyerap air sekitar 1% hingga 2 % dan Pasir Lumajang dianggap sebagai agregat normal. Data ini menunjukkan kadar air agregat jenuh kering muka.

4.1.2.4 Analisa Kadar Lumpur (ASTM C 142-78)

Tabel 4. 6 Analisa Kadar Lumpur

Analisa Kadar Lumpur Agregat Halus	
Tinggi Lumpur (h)	0,1
Tinggi Pasir (H)	25,2
Kadar Lumpur (h/H) X 100	0,40

(Sumber : penelitian)

Kadar lumpur rata-rata = 0,40 %

Nilai ini masuk dalam persyaratan agregat halus pada kadar lumpur maksimum 5%, menurut SKSNI S-04-1989-F.

4.1.2.5 Analisa Berat Volume (ASTM C 29-78)

Tabel 4. 7 Analisa Berat Volume

Analisa Berat Volume Pasir Lumajang		
Percobaan	Dengan Rojokan	Tanpa Rojokan
Berat Silinder (W1)	10,48	10,48
Volume Silinder	5298,75	5298,75
Berat Silinder + Pasir (W2)	19,14	17,38
Berat Volume Pasir = (W2-W1)/Volume Silinder	0,0016	0,0013

(Sumber : penelitian)

Berat volume pasir rata-rata : 0,001468 gram/liter

Menurut data diatas, berat volume pasir Lumajang sebesar 0,001468 gram per liter memenuhi persyaratan untuk agregat halus dalam tes berat volume. Menurut ASTM C 330-89, beton dengan berat satuan minimum 1120 kilogram per meter kubik atau 70 pon per kaki persegi dianggap memiliki berat jenis normal. Massa dan berat satuan agregat umumnya naik dengan berat jenis agregat, meningkatkan kekuatan tekan beton yang dihancurkan.

4.1.3 Agregat Kasar

4.1.3.1 Analisa Ayakan Agregat Kasar (ASTM C 136 – 93)

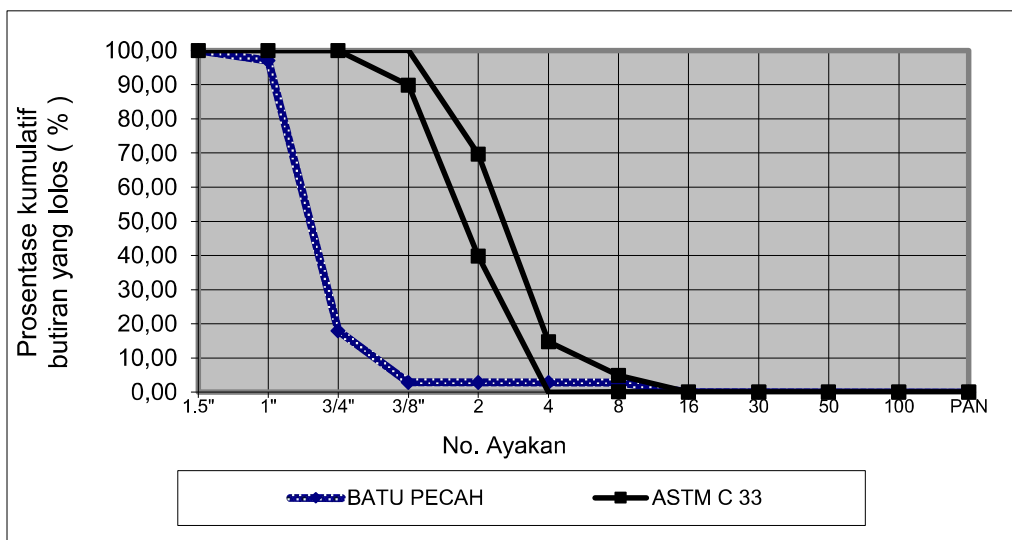
Untuk keperluan pembuatan beton ringan, batu pecah dengan ukuran maksimal 1 cm digunakan dalam penelitian ini. Hasil dari studi saringan batu pecah ditunjukkan pada Tabel 4.8:

Tabel 4. 8 Analisa Agregat Kasar

Analisa saringan agregat kasar					
No Ayakan	sive size (mm)	tertahan (gram)	tertahan (%)	Tertahan kum (%)	Lolos kum (%)
0,75	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
0,38	9,50	29,60	2,96	2,96	97,04
#4	4,75	808,10	80,87	83,83	16,17

#8	2,36	154,30	15,44	99,27	0,73
#10	2,00	0,10	0,01	99,28	0,72
#40	0,43	0,60	0,06	99,34	0,66
#50	0,30	0,30	0,03	99,37	0,63
#100	0,15	1,10	0,11	99,48	0,52
Total		999,30	100,00	583,53	
MHB (modulus kehalusan butir)			=	5,84	

(Sumber: penelitian)



Gambar 4. 2 grafik analisa ayakan agregat kasar

(Sumber: penelitian)

dari analisis saringan tersebut. Kecenderungan batu pecah bergerak ke kiri menghasilkan ukuran gradasi yang lebih kasar. Batu pecah tidak memenuhi semua persyaratan ASTM C 33-93, namun dalam SKSNI S-04-1989-F sebaliknya menyatakan bahwa modulus kehalusan agregat kasar bervariasi antara 5,0 dan 7,1.

4.1.3.2 Analisa Berat Jenis Agregat Kasar (ASTM C 128- 93)

Untuk keperluan pembuatan beton ringan, batu pecah dengan ukuran maksimal 1 cm digunakan dalam penelitian ini. Pemeriksaan berat jenis batu pecah menghasilkan Tabel 4.9 sebagai hasil:

Tabel 4. 9 Berat Jenis Agregat Kasar

Analisa Berat Volume Agregat Kasar/ Kerikil		
Percobaan	Dengan Rojokan	Tanpa Rojokan
Berat Silinder (W1)	10,48	10,48
Volime Silinder	5298,75	5298,75
Berat Silinder + Kerikil (W2)	17,53	16,65
Berat Volime Kerikil = $(W2-W1)/Volume$ Silinder	0,00017	0,0012

(Sumber : penelitian)

Menurut informasi yang disebutkan di atas, batu pecah memiliki berat antara 1,60 dan 3,20 gram per ton dan dianggap memiliki berat jenis normal (ACJ Committee 221, "Panduan penggunaan agregat dengan berat normal dalam beton"). Menurut konsensus luas, agregat yang lebih berat penggunaannya berarti dapat menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang meningkat.

4.1.3.3 Air Resapan Agregat Kasar (ASTM C 127 – 77)

Untuk keperluan pembuatan beton ringan, batu pecah dengan ukuran maksimal 1 cm digunakan dalam penelitian ini. Hasil analisis infiltrasi agregat batu pecah ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 air resapan agregat kasar

Analisa Air Resapan Agregat Kasar	
Berat Kerikil Ssd	1000
Berat Kerikil Oven (W1) (Gr)	963,5
Kadar Air Resapan Kerikil = $(1000-W1/W1)X100$)	3,8

(Sumber : penelitian)

Pori-pori di antara butiran, yang tidak terlihat dari permukaan, adalah tempat air merembes ke dalam agregat. Jumlah air ini tergantung pada ukuran pori-pori agregat. Kapasitas agregat untuk menyerap air kira-kira 3,8%, yang dianggap sebagai agregat normal menurut data tersebut di atas. Kadar air agregat jenuh kering muka ditunjukkan dalam data ini.

4.1.3.4 Analisa Kadar Lumpur (ASTM C 142-78)

Untuk keperluan pembuatan beton ringan, batu pecah dengan ukuran maksimal 1 cm digunakan dalam penelitian ini. Pemeriksaan kandungan lumpur batu pecah disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Analisa Kadar Lumpur

Analisa Kadar Lumpur Agregat Kasar	
Berat Kerikil Kotor (W1)	1000
Berat Kerikil Setelah Dicuci Kering (W2)	998,7
Kadar Lumpur = $(W1-W2)/(W1)*100$	0,13

(Sumber : penelitian)

Berdasarkan data diatas memiliki nilai kadar lumpur yang sangat kecil yaitu 0,13 %. Angka tersebut merupakan termasuk dalam spesifikasi agregat halus dengan kandungan lumpur maksimal 5%, sesuai SKSNI S-04-1989-F.

4.1.3.5 Analisa Berat Volume (ASTM C 29-78)

Untuk keperluan pembuatan beton ringan, batu pecah dengan ukuran maksimal 1 cm digunakan dalam penelitian ini. Analisa berat volume batu hancur menghasilkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Analisa Berat Volume

Analisa Berat Volume Agregat Kasar/ Kerikil		
Percobaan	Dengan Rojokan	Tanpa Rojokan
Berat Silinder (W1)	10,48	10,48
Volime Silinder	5298,75	5298,75

Berat Silinder + Kerikil (W2)	17,53	16,65
Berat Volime Kerikil = (W2-W1)/Volume Silinder	0,00017	0,0012

(Sumber : penelitian)

Menurut data diatas, berat volume pasir Lumajang sebesar 0,00067 gram per liter memenuhi persyaratan untuk agregat halus dalam tes berat volume. Menurut ASTM C 330-89, beton dengan berat satuan minimum 1120 kilogram per meter kubik atau 70 pon per kaki persegi dianggap memiliki berat jenis normal. Massa dan berat satuan agregat umumnya naik dengan berat jenis agregat, meningkatkan kekuatan tekan beton yang dihancurkan.

4.2 Analisa Beton Ringan

4.2.1 Hasil Analisa Kuat Tekan Beton Ringan

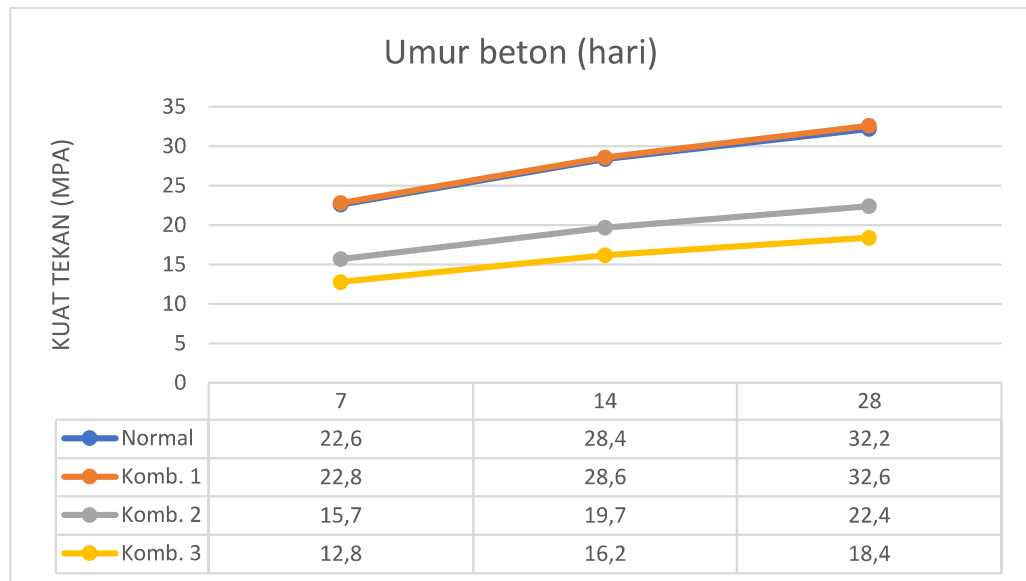
Ada empat variasi pengujian kuat tekan beton ringan, menggunakan campuran sampah plastik 0%, 0,2%, 0,4%, dan 0,6%. Keempat variasi tersebut diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari, dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. 13 hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari

Kuat Tekan Beton (Mpa)				
Umur (hari)	Normal	Komb. I	Komb. II	Komb. III
7	22,6	22,8	19,7	12,8
	22,85	23,1	16,1	13,15
	22,35	22,5	15,3	12,45
Mean	22,6	22,8	15,7	12,8
14	28,4	28,6	19,7	18,5
	28,64	28,97	20,12	16,25
	28,16	28,23	19,28	16,15
Mean	28,4	28,6	19,7	16,2

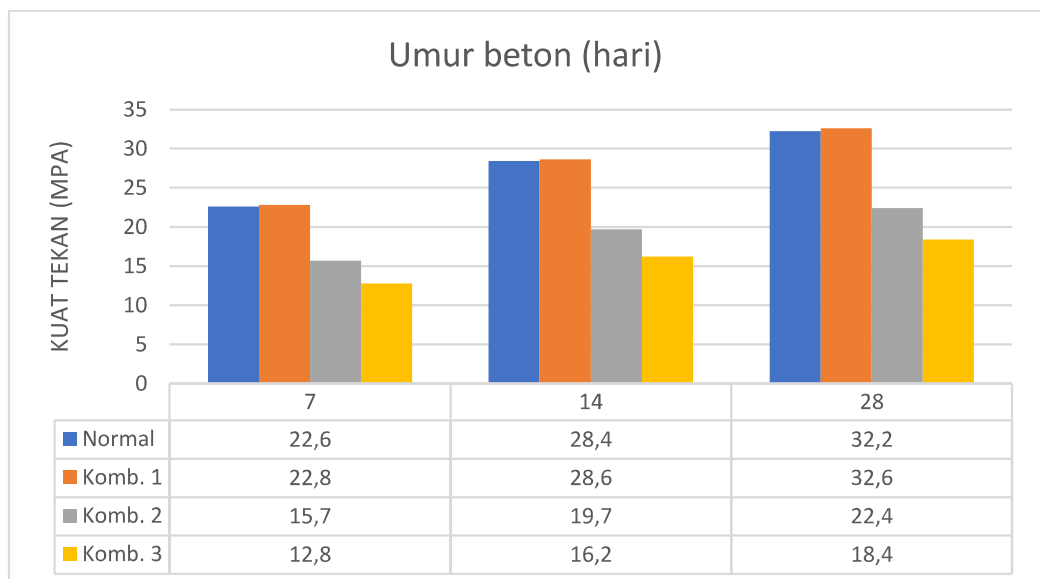
28	32,2	32,5	22,5	18,5
	33,21	32,76	22,65	18,81
	31,19	32,4	22,15	17,9
Mean	32,2	32,6	22,4	18,4

(Sumber: hasil penelitian)



Gambar 4. 3 grafik kuat tekan

(Sumber : penelitian)



Gambar 4. 4 diagram kenaikan kuat tekan terhadap umur beton

(Sumber : penelitian)

Berdasarkan gambar 4.4 menunjukan bahwasanya pada pengujian kuat tekan pada umur 7 hari nilai tertinggi dihasilkan oleh beton ringan dengan penambahan limbah plastik 0,2% dengan nilai 22,8 Mpa lebih tinggi sedikit dari pada beton ringan normal atau penambahan plastik 0% yaitu 22,6 Mpa. Sedangkan untuk beton ringan dengan penambahan plastik 0,4 dan 0,6% memiliki nilai kuat 15,7 dan 12,8 lebih rendah dari beton ringan normal yaitu 22,6.

Pada pengujian umur 14 hari nilai tertinggi dihasilkan oleh beton ringan dengan penambahan limbah plastik 0,2% dengan nilai 28,6 Mpa lebih tinggi sedikit dari pada beton ringan normal atau penambahan plastik 0% yaitu 28,4 Mpa. Sedangkan untuk beton ringan dengan penambahan plastik 0,4 dan 0,6% memiliki nilai kuat 19,7 dan 16,2 lebih rendah dari beton ringan normal yaitu 28,4 Mpa.

Pada pengujian umur 28 hari nilai beton ringan normal 32,4 Mpa, sedangkan beton ringan dengan penambahan campuran limbah plastik 0,2% menghasilkan kuat tekan 32,6, untuk penambahan limbah plastik 0,4% menghasilkan 22,4 Mpa, untuk penambahan limbah plastik 0,6% menghasilkan 18,4 Mpa. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan diatas beton ringan dengan penambahan limbah plastik 0,2% menghasilkan kuat tekan lebih tinggi dari kuat tekan beton ringan normal. Sedangkan untuk penambahan limbah plastik 0,4 dan 0,6% tidak disarankan karena berdasarkan hasil kuat tekan di atas memiliki nilai kuat tekan yang rendah yaitu 22,4 Mpa dan 18,4 Mpa jauh dari kuat tekan beton ringan normal.

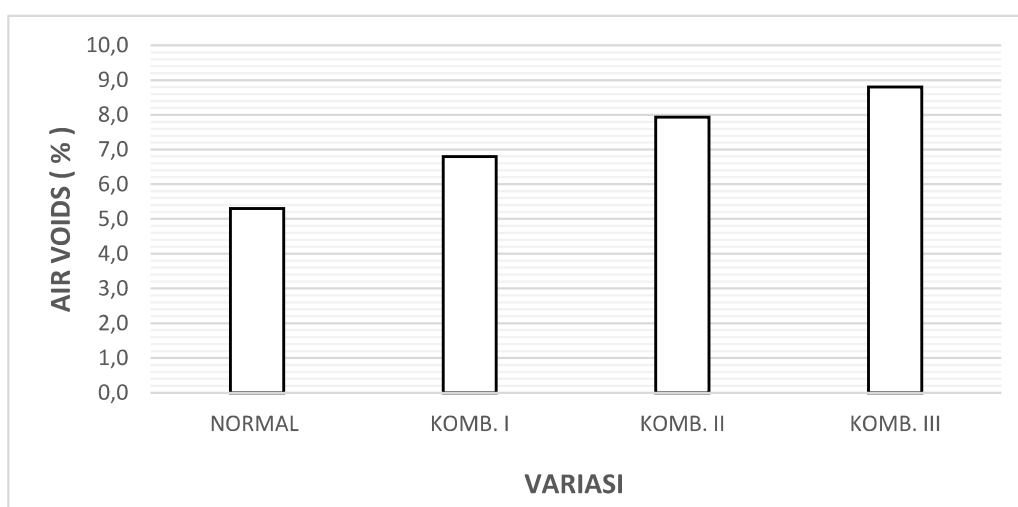
4.2.2 Analisa Hasil Pengujian *Air Voids* Beton Ringan

Gelembung udara yang terjadi selama atau setelah proses pencetakan cenderung meninggalkan rongga pada beton semakin tinggi rongga rongga udara yang terjadi pada beton akan mengalami pengurangan terhadap berat beton itu sendiri serta Tidak mungkin mengisolasi masalah porositas pada beton karena pasta semen tidak sepenuhnya mampu menutupi celah-celah antar partikel agregat. Dengan demikian Beton akan menyerap air melalui aksi kapiler semakin berpori.

Tabel 4. 14 *Air Voids* Beton Ringan

Variasi	<i>Air Voids</i> Beton Ringan (%)			Mean <i>Air Voids</i> Beton Ringan
	I	II	II	
Normal	3,61	3,99	4,34	4,0
Komb. I	4,84	5,02	6,75	5,5
Komb. II	8,36	7,72	7,74	7,9
Komb. III	8,46	8,66	9,29	8,8

(Sumber : penelitian)

**Gambar 4. 5** *Air Voids* Beton Ringan

(Sumber : penelitian)

Berdasarkan gambar 4.5 memperlihatkan untuk beton ringan normal menunjukan kerapatan terhadap rongga-rongga udara sebesar 4 % pada pengujian air voids, sedangkan komb. 1 menunjukan kerapatan rongga-rongga udara 5,5% pada pengujian *air voids*, komb. 2 menunjukan kerapatan rongga-rongga udara 7,9 % pada pengujian *air voids*, untuk komb. 3 menunjukan kerapatan rongga-rongga udara 8,8% pada pengujian *air voids*. Sehingga dengan semakin besarnya rongga-rongga udara yang terjadi pada beton, maka semakin tinggi nilai *air voids*-nya. berdasarkan data pengujian *air voids* diatas penambahan limbah plastik pada campuran beton ringan 0,2, 0,4, 0,6% memiliki rongga-rongga udara lebih tinggi dari pada beton ringan normal.