

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 UMUM

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian material penyusun beton dan pengujian kekuatan beton. Pengujian material penyusun beton dilakukan untuk mengetahui karakteristik material bahan penyusun beton, meliputi agregat halus dan agregat kasar. Pengujian terhadap kekuatan beton dilakukan untuk mengetahui beban maksimum yang dapat ditahan oleh beton tersebut.

5.2 PENGUJIAN AGREGAT HALUS

Pengujian pemeriksaan agregat halus bertujuan untuk mengetahui karakteristik agregat yang akan digunakan sebagai material penyusun beton. Pemeriksaan yang dilakukan meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian modulus halus butir, pengujian berat isi gembur, pengujian berat isi padat, dan pengujian kandungan lumpur.

5.2.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian berat jenis dan penyerapan air ini bertujuan untuk mendapatkan berat jenis curah, berat jenis kering muka (SSD), berat jenis semu, dan angka penyerapan air pada agregat halus. Hasil analisis dari sampel pengujian berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada Tabel 5.1 (Hasil pengujian lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1).

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rerata
Berat Jenis Curah	2,36	2,37	2,37
Berat Jenis Kering Permukaan	2,60	2,60	2,60
Berat Jenis Semu	3,12	3,07	3,09
Penyerapan Air (%)	10,25	9,63	9,94

Tabel 5.1 menunjukkan hasil analisis pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus, yaitu diperoleh berat jenis curah rerata sebesar 2,37; berat jenis kering permukaan sebesar 2,60; berat jenis semu sebesar 3,09. Berdasarkan pengujian penyerapan air pada agregat halus didapatkan presentase penyerapan air sebesar 9,94 %. Dari hasil pengujian berat jenis tersebut, berat jenis yang didapat adalah berat jenis kering permukaan sebesar 2,60, angka tersebut memenuhi persyaratan karena berada diantara berat jenis normal agregat halus 2,5 – 2,7. Persentase penyerapan air yang didapat cukup besar, sehingga sebelum dilakukan pencampuran agregat halus harus dipastikan dalam kondisi SSD.

5.2.2 Modulus Halus Butir

Pengujian analisa saringan bertujuan untuk mengklasifikasikan agregat halus berdasarkan kekasaran butirannya. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan saringan berukuran 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; dan pan (Hasil pengujian lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1).

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
10	0	0	0	100
4,80	28,7	1,435	1,435	98,565
2,40	240,3	12,015	13,450	86,550
1,20	452,6	22,630	36,080	63,920
0,60	510,8	25,540	61,620	38,380
0,30	344,5	17,225	78,845	21,155
0,15	231,3	11,565	90,410	9,590
Sisa	191,8	9,590	-	-
Jumlah	2000	100	281,84	-

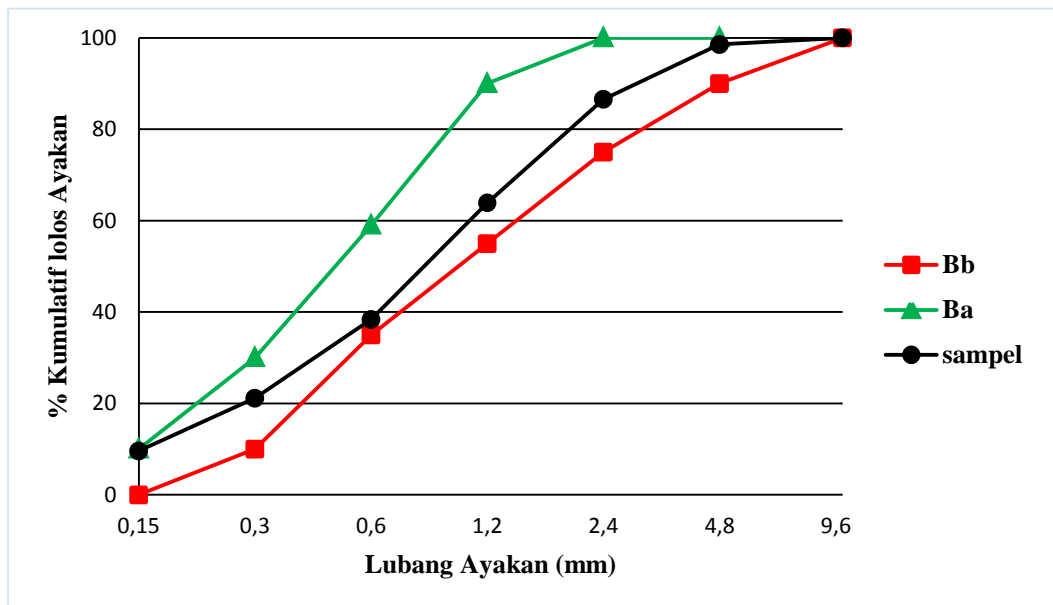
Berdasarkan data dari Tabel 5.2, maka dapat dihitung nilai modulus halus butir sebagai berikut:

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{281,92}{100} = 2,8192$$

Nilai MHB didapat sebesar 2,8192, sesuai dengan syarat (SNI 03-1750-1990) modulus halus butir yaitu 1,5 – 3,8. Nilai MHB dari pengujian ini tidak menggunakan saringan No. 200 dengan besar lubang ayakan 0.075 mm. Jika disesuaikan dengan SNI 03-1968-1990 tentang Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar, maka nilai MHB yang didapat akan berbeda dari pengujian ini. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya harus disesuaikan dengan SNI 03-1968-1990.

Agregat ini termasuk jenis agregat yang memiliki butir agak kasar, sehingga baik digunakan untuk pencampuran beton mutu tinggi. Oleh karena itu, agregat ini cukup baik dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

Hasil pengujian tersebut dijadikan pedoman dalam menentukan daerah gradasi agregat halus. Penentuan daerah gradasi agregat halus berdasarkan persentase berat butir agregat lolos ayakan yang dapat dilihat pada Tabel 3.4. Hasil pengujian analisa saringan agregat halus masuk ke dalam Gradasi daerah II yang dapat dilihat dari sebuah grafik pada Gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Gradasi Agregat Halus

5.2.3 Berat Volume Agregat Halus

Pengujian berat volume agregat halus dilakukan dalam 2 kondisi, kondisi gembur dan kondisi padat. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 (Hasil pengujian lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1).

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), Gram	10865
Berat tabung + agregat kering tungku (W2), Gram	18350
Berat Agregat, (W3), Gram	7485
Volume Tabung (V), cm ³	5301,437
Berat Volume Gembur = $W3 / V$, Gram/cm ³	1,411

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), Gram	10865
Berat tabung + agregat kering tungku (W2), Gram	19840
Berat Agregat, (W3) Gram	8975
Volume Tabung (V), cm ³	5301,437
Berat Volume Padat = $W3 / V$, Gram/ cm ³	1,692

Dari Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 didapat berat volume agregat halus dalam kondisi gembur dan padat, masing masing adalah 1,411 gr/cm³ dan 1,692 gr/cm³. Hasil tersebut menunjukkan bahwa selisih antara berat volume gembur dan berat volume padat adalah sebesar 0,281 gr/cm³. Berat volume dapat digunakan untuk mempermudah perhitungan campuran beton jika dilakukan penimbang agregat dengan ukuran volume dan dapat digunakan sebagai perhitungan pada saat pembelian material. Semakin kecil selisih berat volume pada dan gembur yang didapat, berarti semakin baik gradasi agregat tersebut.

5.2.4 Kadar Lumpur Agregat Halus

Data pengujian kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.5 (Hasil pengujian lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1).

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur pada Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan	
	sampel 1	Sampel 2
Cawan (W1), Gram	162,5	77,2
Berat Pasir kering mutlak (W2), Gram	500	500
Berat Pasir setelah dicuci dan dioven lagi, (W3) Gram	639,1	554,9
Berat Lumpur (W4)	23,4	22,3
Kadar Lumpur %	4,68	4,46
Kadar Lumpur rata - rata %	4,57	

Dari Tabel 5.5 di atas, kandungan lumpur pada pasir didapatkan sebesar 4,57%. Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-

1982) pasir yang bisa yang digunakan untuk bahan bangunan jika kandungan lumpurnya tidak lebih dari 5% (lima persen). Ini berarti, pasir dapat digunakan dalam pembuatan beton tanpa harus dicuci terlebih dahulu.

5.3 PENGUJIAN AGREGAT KASAR

Pengujian pemeriksaan agregat kasar bertujuan untuk mengetahui karakteristik agregat yang akan digunakan sebagai material penyusun beton. Pemeriksaan yang dilakukan meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian modulus halus butir, pengujian berat isi gembur, dan pengujian berat isi padat.

5.3.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pengujian berat jenis dan penyerapan air ini bertujuan untuk mendapatkan berat jenis curah, berat jenis kering muka (SSD), berat jenis semu, dan angka penyerapan air pada agregat kasar. Hasil analisis dari sampel pengujian berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada Tabel 5.6 (Hasil pengujian lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1).

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rerata
Berat Jenis Curah	2,48	2,48	2,48
Berat Jenis Kering Permukaan	2,57	2,59	2,58
Berat Jenis Semu	2,74	2,78	2,76
Penyerapan Air (%)	3,97	4,3	4,13

Tabel 5.6 menunjukkan hasil analisis pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat kasar, yaitu diperoleh berat jenis curah rerata sebesar 2,48; berat jenis kering permukaan sebesar 2,58; berat jenis semu sebesar 2,76. Berdasarkan pengujian penyerapan air pada agregat kasar didapatkan persentase penyerapan air sebesar 4,13 %. Dari hasil pengujian berat jenis tersebut, berat jenis yang didapat adalah berat jenis jenuh kering permukaan sebesar 2,58, angka tersebut memenuhi persyaratan karena berada diantara berat jenis normal agregat halus 2,5 – 2,7.

5.3.2 Modulus Halus Butir

Pengujian analisa saringan bertujuan untuk mengklasifikasikan agregat kasar berdasarkan kekasaran butirannya. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan saringan berukuran 38 mm; 19 mm; 9,6 mm; 4,8 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; dan pan (Hasil pengujian lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1).

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

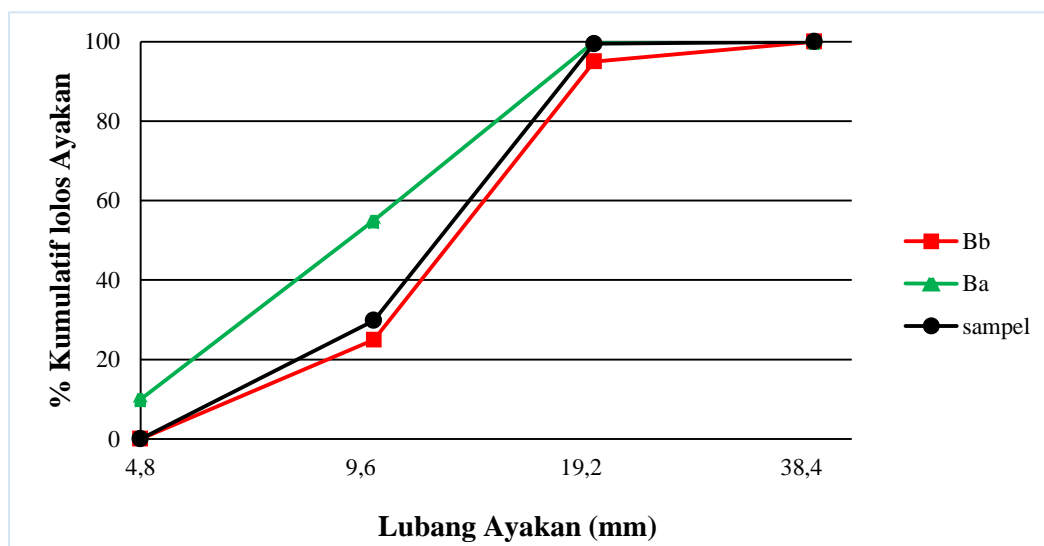
Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0	0	100
20	26	0,520	0,520	99,480
10	3484	69,680	70,200	29,800
4,8	1490	29,800	100	0
2,4	0	0	100	0
1,2	0	0	100	0
0,6	0	0	100	0
0,3	0	0	100	0
0,15	0	0	100	0
Jumlah	5000	100	670,720	

Berdasarkan data dari Tabel 5.4, maka dapat dihitung nilai modulus halus butir sebagai berikut:

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{670,72}{100} = 6,7072$$

Modulus halus butir agregat kasar yang didapat adalah sebesar 6,7072. Hasil tersebut dapat menunjukkan bahwa agregat kasar memiliki butir yang agak besar, dengan nilai MHB agrgat kasar pada umumnya adalah 3,8 – 8. Nilai MHB dari pengujian ini tidak menggunakan saringan No. 200 dengan besar lubang ayakan 0.075 mm. Jika disesuaikan dengan SNI 03-1968-1990 tentang Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar, maka nilai MHB yang didapat akan berbeda dari pengujian ini. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya harus disesuaikan dengan SNI 03-1968-1990.

Hasil pengujian tersebut dijadikan pedoman untuk menentukan daerah gradasi agregat kasar. Gradasi yang dihasilkan dari pengujian modulus halus butir agregat kasar berada pada gradasi daerah II yaitu gradasi dengan jenis butir maksimum 20 mm, dan grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Gradasi Agregat Kasar

5.3.3 Berat Volume Agregat Kasar

Pengujian berat volume agregat kasar dilakukan dalam 2 kondisi, kondisi gembur dan kondisi padat. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 (Hasil pengujian lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1).

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), Gram	10865
Berat tabung + agregat kering tungku (W2), Gram	17300
Berat Agregat, (W3) Gram	6435
Volume Tabung (V)	5301,437
Berat Volume Gembur = $W3 / V$, Gram/cm ³	1,213

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), Gram	10865
Berat tbaung + agregat kering tungku (W2), Gram	18300
Berat Agregat, (W3) Gram	7435
Volume Tabung (V), cm ³	5301,437
Berat Volume Padat = $W3 / V$, Gram/cm ³	1,402

Dari Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 didapat berat volume agregat kasar dalam kondisi gembur dan padat, masing masing adalah 1,213 gr/cm³ dan 1,402 gr/cm³. Hasil tersebut menunjukkan bahwa selisih antara berat volume gembur dan berat volume padat adalah sebesar 0,189 gr/cm³. Berat volume dapat digunakan untuk mempermudah perhitungan campuran beton jika dilakukan penimbang agregat dengan ukuran volume dan dapat digunakan sebagai perhitungan pada saat pembelian material. Semakin kecil selisih berat volume pada dan gembur yang didapat, berarti semakin baik gradasi agregat tersebut.

5.4 PERENCANAAN CAMPURAN BETON (*MIX DESIGN*)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) bertujuan untuk mengetahui proporsi dari campuran sesuai dengan kuat tekan beton yang direncanakan. Perencanaan dilakukan dengan menggunakan metode SNI 03-2984-2000. Mutu beton rencana yang digunakan adalah sebesar 50 MPa. Tata cara perencanaan dilakukan sesuai dengan urutan yang telah dijelaskan pada sub bab 3.4.

Untuk penelitian mutu beton 50 MPa, pembuatan benda uji dilakukan terlebih dahulu sebanyak 3 sampel berdasarkan proporsi campuran dasar yang telah dihitung. Pada umur 14 hari, dilakukan pengujian kuat tekan pada benda uji. Hasil pengujian dikonversikan menjadi kuat tekan beton pada umur 28 hari. Hal tersebut dilakukan sebelum pembuatan sampel secara keseluruhan yang bertujuan untuk kontrol proporsi campuran yang sudah direncanakan. Proporsi campuran dapat dilihat pada Tabel 5.10 di bawah ini.

Tabel 5.10 Proporsi Campuran Beton Normal per m³

Campuran	PC (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (kg)	Glenium ACE 8595 0,8% (kg)
BK	612,90	1044,93	514,67	190,00	-

Proporsi campuran yang tertera pada Tabel 5.10 di atas digunakan untuk membuat 3 sampel uji coba beton normal tanpa tambahan. Setelah sampel tersebut dibuat, perawatan dilakukan dengan merendam di dalam air sampai beton berumur 13 hari lalu diangkat dari bak perendaman agar pada saat pengujian permukaan beton tidak basah. Kemudian pada umur 14 hari, pengujian kuat tekan dilakukan. Hasil pengujian untuk beton sampel uji coba beton normal tanpa tambahan dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Hasil Nilai *slump* dan Kuat Tekan Beton Uji Coba

No	Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rerata
1	Nilai <i>slump</i>	3			-
2	Kuat Desak Umur 14 Hari (MPa)	50,60	54,98	47,65	51,08
3	Kuat Desak Konversi ke 28 Hari (MPa)	57,50	62,47	54,15	58,04
4	Kuat Tekan Rencana (MPa)	50	50	50	50

Setelah beton diuji dan didapatkan nilai kuat tekannya, maka proporsi campuran pada Tabel 5.10 menjadi pedoman dalam perencanaan proporsi campuran untuk pembuatan sampel keseluruhan. Variasi dilakukan pada pengurangan berat air dan semen, yaitu 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; 12,5%; 15%; 17,5%; dan 20% dari berat normal semen dan air. Setiap variasi campuran beton terdiri dari 3 silinder untuk uji kuat tekan dan 3 silinder untuk uji kuat tarik belah pada umur 28 hari. Berikut adalah kode notifikasi untuk setiap variasi.

1. BK; beton normal tanpa tambahan apapun yang digunakan sebagai kontrol.
2. BGL 0; beton dengan pengurangan berat air dan semen sebesar 0% dari berat normal yang digunakan serta ditambahkan Glenium ACE 8595.

3. BGL 2,5; beton dengan pengurangan berat air dan semen sebesar 2,5% dari berat normal yang digunakan serta ditambahkan Glenium ACE 8595.
4. BGL 5; beton dengan pengurangan berat air dan semen sebesar 5% dari berat normal yang digunakan serta ditambahkan Glenium ACE 8595.
5. BGL 7,5; beton dengan pengurangan berat air dan semen sebesar 7,5% dari berat normal yang digunakan serta ditambahkan Glenium ACE 8595.
6. BGL 10; beton dengan pengurangan berat air dan semen sebesar 10% dari berat normal yang digunakan serta ditambahkan Glenium ACE 8595.
7. BGL 12,5; beton dengan pengurangan berat air dan semen sebesar 12,5% dari berat normal yang digunakan serta ditambahkan Glenium ACE 8595.
8. BGL 15; beton dengan pengurangan berat air dan semen sebesar 15% dari berat normal yang digunakan serta ditambahkan Glenium ACE 8595.
9. BGL 17,5; beton dengan pengurangan berat air dan semen sebesar 17,5% dari berat normal yang digunakan serta ditambahkan Glenium ACE 8595.
10. BGL 20; beton dengan pengurangan berat air dan semen sebesar 20% dari berat normal yang digunakan serta ditambahkan Glenium ACE 8595.

Hasil perhitungan proporsi campuran beton per m³ dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan proporsi campuran beton untuk kebutuhan 6 sampel setiap variasi pada Tabel 5.13.

Tabel 5.12 Proporsi Material Penyusun Beton per m³

Campuran	PC (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (kg)	Glenium ACE 8595 0,8% (kg)
BK	612,90	1044,93	514,67	190,00	-
BGL 0	612,90	1044,93	514,67	190,00	4,90
BGL 2,5	597,58	1044,93	514,67	185,25	4,90
BGL 5,0	582,26	1044,93	514,67	180,50	4,90
BGL 7,5	566,94	1044,93	514,67	175,75	4,90
BGL 10,0	551,61	1044,93	514,67	171,00	4,90
BGL 12,5	536,29	1044,93	514,67	166,25	4,90
BGL 15,0	520,97	1044,93	514,67	161,50	4,90
BGL 17,5	505,65	1044,93	514,67	156,75	4,90
BGL 20,0	490,32	1044,93	514,67	152,00	4,90

Tabel 5.13 Proporsi Campuran Beton yang Digunakan per 6 sampel

Campuran	PC (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (kg)	Glenium ACE 8595 0,8% (kg)
BK	22,42	38,22	18,83	6,95	-
BGL 0	22,42	38,22	18,83	6,95	0,18
BGL 2,5	21,86	38,22	18,83	6,78	0,18
BGL 5,0	21,30	38,22	18,83	6,60	0,18
BGL 7,5	20,74	38,22	18,83	6,43	0,18
BGL 10,0	20,18	38,22	18,83	6,26	0,18
BGL 12,5	19,62	38,22	18,83	6,08	0,18
BGL 15,0	19,06	38,22	18,83	5,91	0,18
BGL 17,5	18,50	38,22	18,83	5,73	0,18
BGL 20,0	17,94	38,22	18,83	5,56	0,18

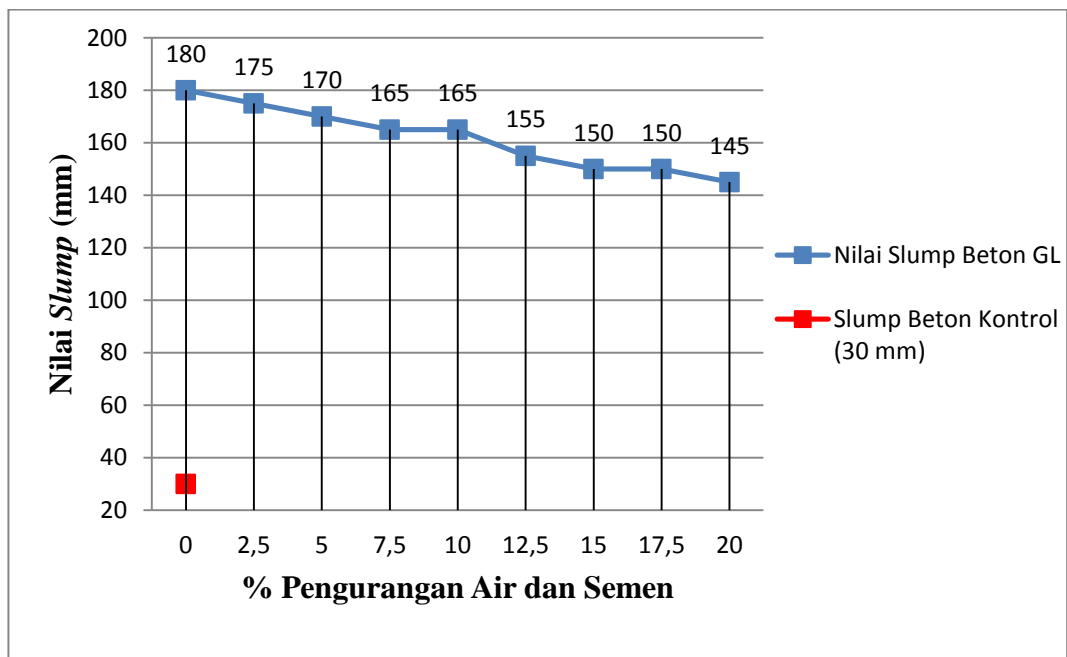
Setiap proporsi campuran beton pada Tabel 5.13 di atas akan dibuat 6 sampel, yaitu 3 sampel untuk uji kuat tekan dan 3 sampel untuk uji kuat tarik belah. Setelah sampel tersebut dibuat, perawatan dilakukan dengan merendam di dalam air sampai beton berumur 27 hari, kemudian diangkat agar pada saat pengujian permukaan beton tidak basah dan akan diuji pada umur 28 hari.

5.5 HASIL PENGUJIAN *SLUMP*

Nilai *slump* yang direncanakan pada penelitian ini adalah 30 - 60 mm. Pada variasi BK tanpa penambahan Glenium ACE 8595, beton sulit untuk dikerjakan. Pada variasi lainnya, dilakukan penambahan Glenium ACE 8595 sebesar 0,8% dari berat semen, beton menjadi mudah untuk dikerjakan. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 5.14 dan Gambar 5.3 berikut ini.

Tabel 5.14 Hasil Pengujian Nilai *Slump* Setiap Variasi

No	Nama Sampel	<i>Slump</i> (mm)
1	BK	30
2	BGL 0	180
3	BGL 2,5	175
4	BGL 5,0	170
5	BGL 7,5	165
6	BGL 10,0	165
7	BGL 12,5	155
8	BGL 15,0	150
9	BGL 17,5	150
10	BGL 20,0	145

Gambar 5.3 Grafik Nilai *Slump* Tiap Variasi

5.6 KUAT TEKAN BETON

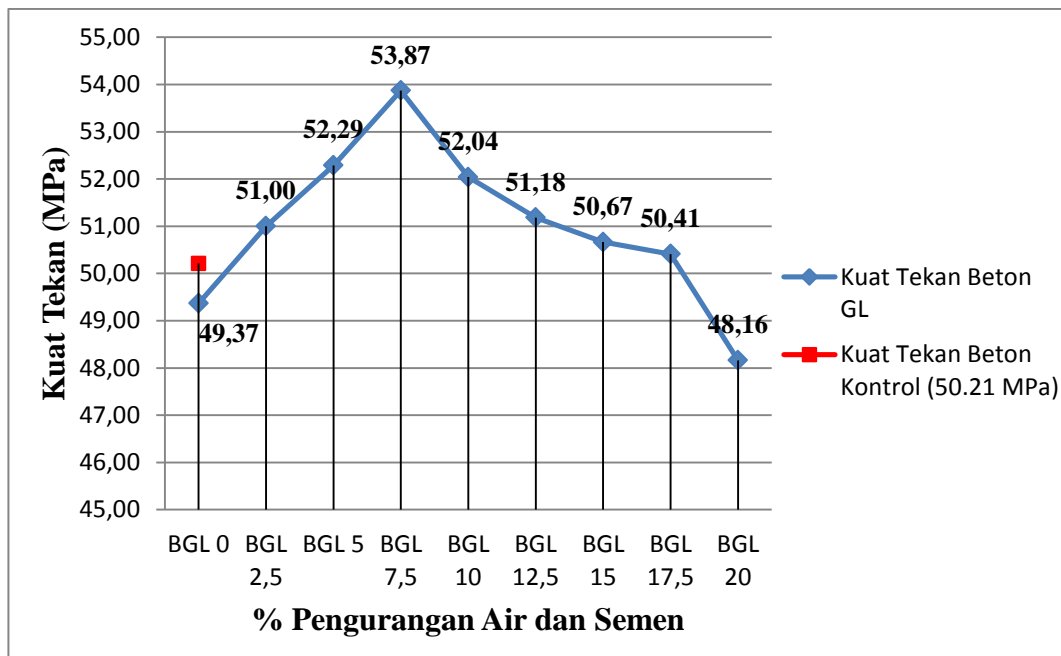
Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Pengujian ini dilakukan pada seluruh sampel yaitu 60 buah sampel silinder. Sebelum pengujian dilakukan, bagian atas benda uji dikaping terlebih dahulu agar permukaan bidang tekan menjadi rata. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 5.15, Tabel 5.16, dan Gambar 5.4.

Tabel 5.15 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton pada umur 28 Hari

No	Benda Uji	Kuat Tekan Beton (MPa)	Kuat Tekan Beton Rerata (Mpa)
1	BK – TK 1	48.86	50,21
2	BK – TK 2	49.46	
3	BK – TK 3	49.78	
4	BGL 0 – TK 1	48.86	49,37
5	BGL 0 – TK 2	49.46	
6	BGL 0 – TK 3	49.78	
7	BGL 2,5 – TK 1	51.86	51,00
8	BGL 2,5 – TK 2	50.05	
9	BGL 2,5 – TK 3	51.09	
10	BGL 5,0 – TK 1	50.89	52,29
11	BGL 5,0 – TK 2	53.72	
12	BGL 5,0 – TK 3	52.25	
13	BGL 7,5 – TK 1	55.11	53,87
14	BGL 7,5 – TK 2	51.57	
15	BGL 7,5 – TK 3	54.94	
16	BGL 10,0 – TK 1	55.09	52,04
17	BGL 10,0 – TK 2	47.62	
18	BGL 10,0 – TK 3	53.41	
19	BGL 12,5 – TK 1	49.70	51,18
20	BGL 12,5 – TK 2	50.11	
21	BGL 12,5 – TK 3	53.74	
22	BGL 15,0 – TK 1	50.55	50,67
23	BGL 15,0 – TK 2	50.83	
24	BGL 15,0 – TK 3	50.61	
25	BGL 17,5 – TK 1	50.23	50,41
26	BGL 17,5 – TK 2	48.21	
27	BGL 17,5 – TK 3	52.79	
28	BGL 20,0 – TK 1	47.10	48,16
29	BGL 20,0 – TK 2	47.37	
30	BGL 20,0 – TK 3	50.02	

Tabel 5.16 Persentase Pertambahan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Rencana

No	Benda Uji	Kuat Tekan Beton Rencana (MPa)	Kuat Tekan Beton Rerata (MPa)	Persentase Pertambahan Kuat Tekan (%)
1	BK	50,21	50,21	0
2	BGL 0	50,21	49,37	-1,68
3	BGL 2,5	50,21	51,00	1,58
4	BGL 5,0	50,21	52,29	4,14
5	BGL 7,5	50,21	53,87	7,29
6	BGL 10,0	50,21	52,04	3,65
7	BGL 12,5	50,21	51,18	1,94
8	BGL 15,0	50,21	50,67	0,91
9	BGL 17,5	50,21	50,41	0,40
10	BGL 20,0	50,21	48,16	-4,08



Gambar 5.4 Grafik Hasil Analisis Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Berdasarkan hasil pengujian di atas, kuat tekan beton mengalami peningkatan pada beberapa variasi tertentu. Beton pada variasi 0% dan 20% mengalami penurunan kuat tekan jika dibandingkan dengan kuat tekan rencana. Beton pada variasi 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; 12,5%; 15%; dan 17,5% mengalami kenaikan kuat tekan jika dibandingkan dengan kuat tekan rencana.

Kenaikan nilai kuat tekan yang terjadi karena akibat dari penambahan Glenium ACE 8595. Penambahan Glenium ACE 8595 meningkatkan *workability* dari beton, sehingga beton lebih mudah dalam pencampuran dan menjadi lebih padat.

Penurunan yang terjadi pada variasi 0% bisa terjadi karena tidak terdapat pengurangan air dan semen, sehingga dengan penambahan Glenium ACE 8595 sebesar 0,8% dari berat semen dapat menimbulkan kelebihan air dan mengakibatkan terjadi *bleeding* pada campuran. Sedangkan penurunan yang terjadi pada variasi 20% bisa terjadi karena pada variasi ini pengurangan semen dan air sebesar 20% sudah tidak efektif digunakan, sehingga menyebabkan kuat tekan beton menurun. Hal ini bisa terjadi karena campuran air dan semen (pasta) sudah tidak mampu lagi untuk mengikat secara keseluruhan agregat yang dibutuhkan, sehingga ikatan yang terjadi di dalam campuran tidak sempurna.

Hasil optimum pengurangan air dan semen untuk kuat tekan beton umur 28 hari pada variasi 7,5% yaitu sebesar 53,87 MPa. Namun, beton dapat dikurangi penggunaan air dan semennya dari berat normal sampai pada pengurangan 17,5% dengan bantuan tambahan Glenium ACE 8595 sebesar 0,8% dari berat semen.

5.7 KUAT TARIK BELAH BETON

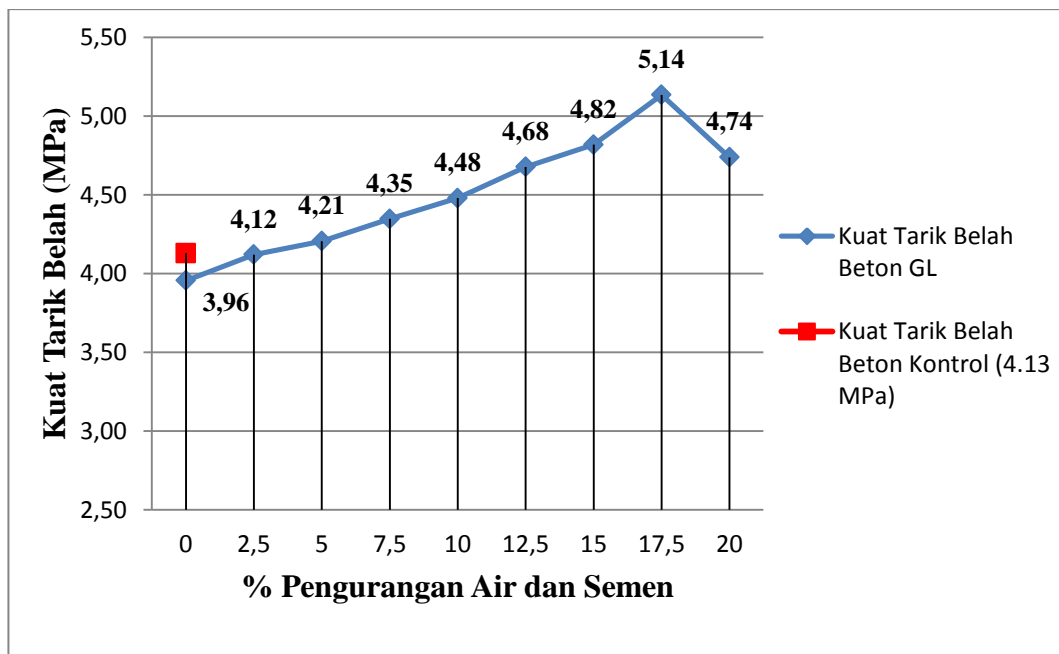
Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari, hari yang sama pada saat pengujian kuat tekan beton dan sesuai dengan metode uji belah beton silinder yang telah dijelaskan pada BAB IV. Hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Gambar 5.5.

Tabel 5.17 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton pada umur 28 Hari

No	Benda Uji	Kuat Tarik Belah Beton (MPa)	Kuat Tekan Beton Rerata (Mpa)
1	BK – TR 1	3.34	3.19
2	BK – TR 2	3.08	
3	BK – TR 3	3.14	
4	BGL 0 – TR 1	2.50	2.70
5	BGL 0 – TR 2	2.56	
6	BGL 0 – TR 3	3.04	
7	BGL 2,5 – TR 1	3.08	2.82
8	BGL 2,5 – TR 2	2.84	
9	BGL 2,5 – TR 3	2.55	
10	BGL 5,0 – TR 1	3.04	2.92
11	BGL 5,0 – TR 2	2.93	
12	BGL 5,0 – TR 3	2.80	
13	BGL 7,5 – TR 1	2.94	3.03
14	BGL 7,5 – TR 2	3.17	
15	BGL 7,5 – TR 3	2.97	
16	BGL 10,0 – TR 1	2.83	3.07
17	BGL 10,0 – TR 2	3.00	
18	BGL 10,0 – TR 3	3.40	
19	BGL 12,5 – TR 1	3.89	3.21
20	BGL 12,5 – TR 2	2.90	
21	BGL 12,5 – TR 3	2.83	
22	BGL 15,0 – TR 1	3.04	3.26
23	BGL 15,0 – TR 2	3.42	
24	BGL 15,0 – TR 3	3.32	
25	BGL 17,5 – TR 1	3.89	3.40
26	BGL 17,5 – TR 2	3.47	
27	BGL 17,5 – TR 3	2.86	
28	BGL 20,0 – TR 1	2.74	2.92
29	BGL 20,0 – TR 2	3.06	
30	BGL 20,0 – TR 3	2.97	

Tabel 5.18 Persentase Pertambahan Kuat Tarik Belah Beton Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Rencana

No	Benda Uji	Kuat Tarik Belah Beton Rencana (MPa)	Kuat Tarik Belah Beton Rerata (MPa)	Persentase Pertambahan Kuat Tarik Belah (%)
1	BK	4,13	4,13	0
2	BGL 0	4,13	3,96	-4,20
3	BGL 2,5	4,13	4,12	-0,21
4	BGL 5,0	4,13	4,21	1,85
5	BGL 7,5	4,13	4,35	5,28
6	BGL 10,0	4,13	4,48	8,47
7	BGL 12,5	4,13	4,68	13,27
8	BGL 15,0	4,13	4,82	16,69
9	BGL 17,5	4,13	5,14	24,34
10	BGL 20,0	4,13	4,74	14,75



Gambar 5.5 Grafik Hasil Analisis Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari

Berdasarkan hasil pengujian di atas, kuat tarik belah beton mengalami peningkatan pada beberapa variasi tertentu. Beton pada variasi 0%; dan 2,5% mengalami penurunan kuat tarik belah jika dibandingkan dengan kuat tarik belah beton rencana. Beton pada variasi 5%; 7,5%; 10%; 12,%; 15%; 17,5%; dan 20% mengalami kenaikan kuat tarik belah jika dibandingkan dengan kuat tarik belah beton rencana.

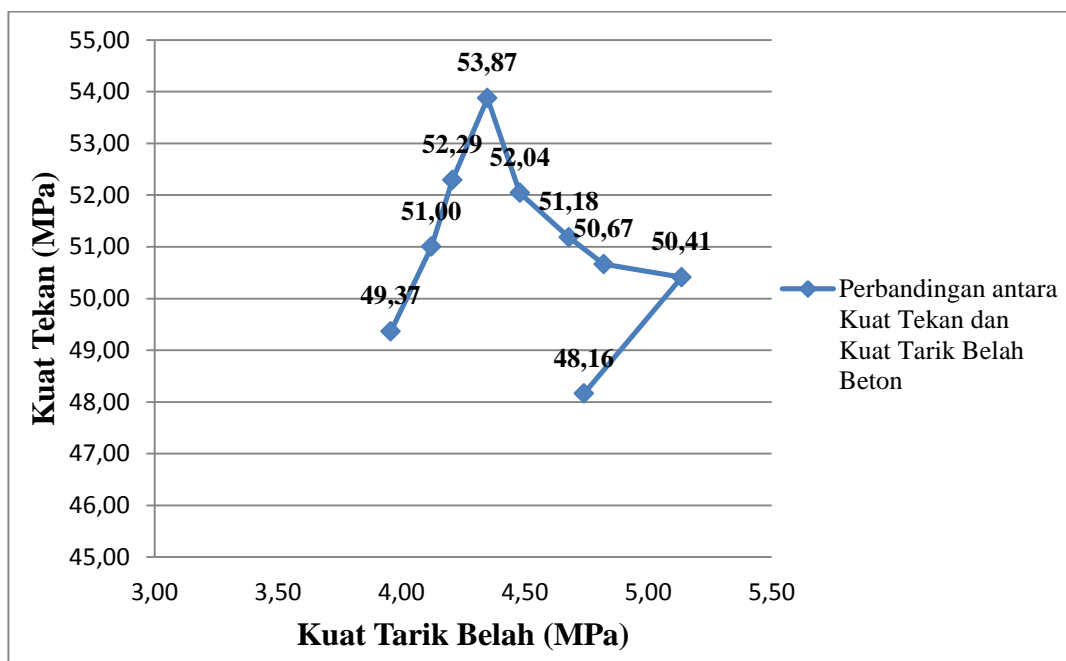
Penurunan yang terjadi pada variasi 0% dan 2,5% bisa terjadi karena beton pada variasi tersebut mengalami pengurangan air dan semen yang tidak begitu signifikan. Hasil optimum pada pengurangan air dan semen untuk kuat tarik belah beton pada umur 28 hari adalah pada variasi 17,5% yaitu sebesar 5,14 MPa. Variasi 20% mengalami penurunan dari variasi sebelumnya, namun pada variasi ini kuat tarik belah betonnya masih berada di atas kuat tarik belah beton kontrol. Seluruh kuat tarik belah yang didapat dalam penelitian ini sesuai dengan persyaratan kuat tarik belah beton yaitu antara 8% - 15% kuat tekan betonnya.

Setelah mendapatkan hasil dan analisis terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton, ditemukan perbedaan nilai kadar optimum dari kuat tekan dan kuat tarik belahnya. Nilai kadar optimum pada kuat tekan beton terdapat pada variasi 7,5% yaitu sebesar 53,87 MPa, sedangkan kadar optimum pada kuat tarik belah beton terdapat pada variasi 17,5% yaitu sebesar 5,14 MPa. Sedangkan dalam SNI T-15-1991-03 dijelaskan bahwa nilai kuat tarik belah memiliki hubungan dengan nilai kuat tekan beton. Kenaikan nilai kuat tarik belah beton yang terjadi seharusnya bersamaan dengan kenaikan nilai kuat tekan. Sehingga jika kuat tekan suatu beton naik, maka kenaikan tersebut juga terjadi pada kuat tarik belah beton. Namun, hasil pengujian menunjukkan bahwa kenaikan kuat tekan beton tidak diiringi dengan kenaikan kuat tarik belahnya. Hal ini mungkin bisa terjadi karena sampel yang sedikit untuk setiap variasinya, maka perlu untuk menambah jumlah sampel di penelitian selanjutnya untuk meminimalisir kesalahan pada penelitian.

Untuk perbandingan antara kuat tekan dan kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan Gambar 5.6.

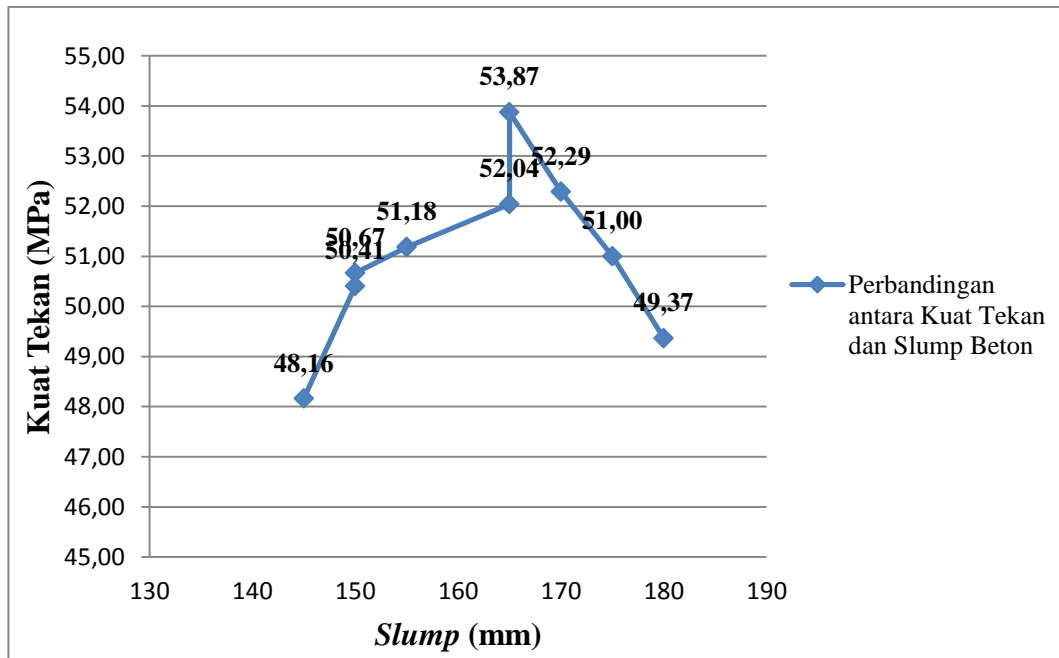
Tabel 5.19 Perbandingan Antara Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan

No	Benda Uji	Kuat Tekan Beton (MPa)	Kuat Tarik Belah Beton (MPa)	Perbandingan Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan (%)
1	BK	50,21	4,13	8,23
2	BGL 0	49,37	3,96	8,01
3	BGL 2,5	51,00	4,12	8,08
4	BGL 5,0	52,29	4,21	8,04
5	BGL 7,5	53,87	4,35	8,07
6	BGL 10,0	52,04	4,48	8,61
7	BGL 12,5	51,18	4,68	9,14
8	BGL 15,0	50,67	4,82	9,51
9	BGL 17,5	50,41	5,14	10,19
10	BGL 20,0	48,16	4,74	9,84

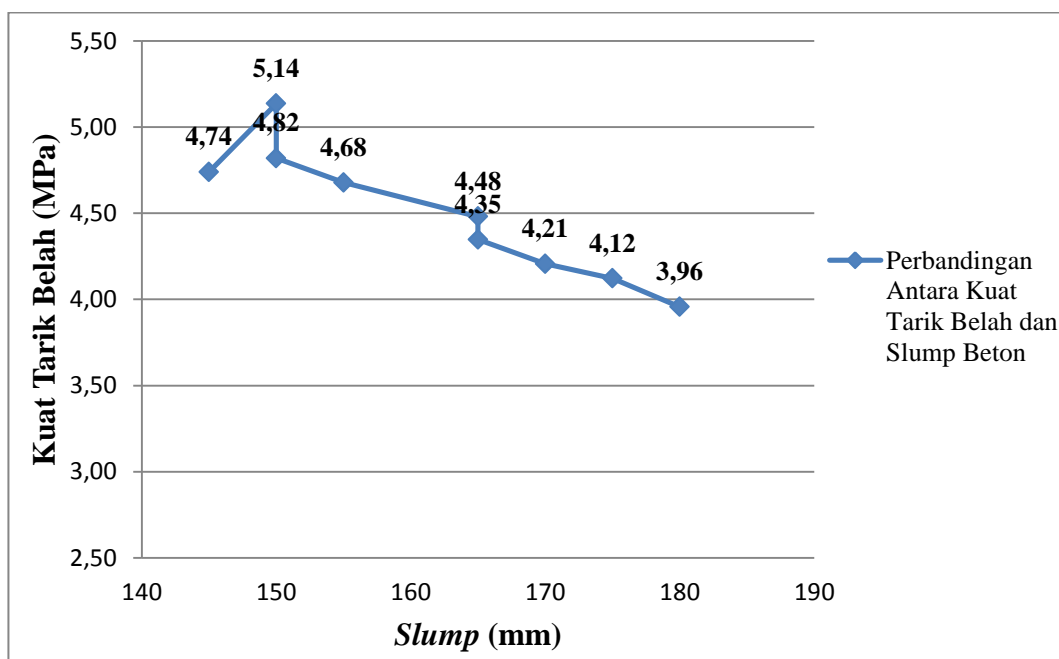


Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Antara Kuat Tarik Belah Beton dengan Kuat Tekan Beton

Untuk perbandingan antara kuat tekan beton dengan *slump* dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan untuk perbandingan antara kuat tarik belah beton dengan *slump* dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Antara Kuat Tekan dengan *Slump* Beton



Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Antara Kuat Tekan dengan *Slump* Beton

Dari Grafik 5.6 dapat dilihat bahwa nilai *slump* yang tinggi belum tentu dapat menghasilkan kuat tekan beton yang tinggi. Kuat tekan beton optimum terjadi pada nilai *slump* antara 160 mm – 170 mm. Jika nilai *slump* diatas 170 mm, maka kuat tekan yang dihasilkan akan menurun dari sebelumnya. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi nilai *slump*, maka campuran beton tersebut semakin encer dan akan menyebabkan pengendapan pada cetakan beton.