BAB IV
HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Penentuan Komposisi Alkaline Aktivator

Pada studi ini alkaline aktivator yang digunakan berupa Sodium Silikat (Na_2SiO_3) dan Sodium Hidroksida (NaOH). Nilai molaritas NaOH dibatasi sebesar 1,5M, Adapun cara mendapatkan molaritas NaOH 1,5M adalah sebagai berikut :

Diketahui :

Mr NaOH = 40 (berdasarkan tabel periodik) maka ;

Mr NaOH x molaritas yang diinginkan = NaOH (gram)

Contoh :

40 x 1,5M = 60 gram

Untuk mendapatkan 1,5 molar NaOH dalam bentuk cair, 60gram NaOH tersebut dicampurkan dengan air dan dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer hingga volume campuran di dalam erlenmeyer mencapai 1 liter.

Komposisi alkaline aktivator geopolimer sebagai salah satu bahan pengikat unsur alumunium dan silikat yang terkandung dalam *fly ash* akan membentuk suatu ikatan polimerisasi dan mempercepat reaksi yang terjadi.

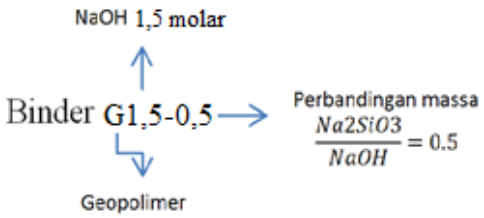
4.2 Penamaan Benda Uji Binder dan Beton Geopolimer

4.2.1 Penamaan Benda Uji Binder Geopolimer

Untuk mempermudah mengenali benda uji, maka masing-masing benda uji diberi nama sebagai berikut:

- Binder G1,5-0,5 : binder yang menggunakan larutan Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 1,5M dengan perbandingan massa 0.5
- Binder G1,5-1,5 : binder yang menggunakan larutan Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 1,5M dengan perbandingan massa 1.5

  Contoh :

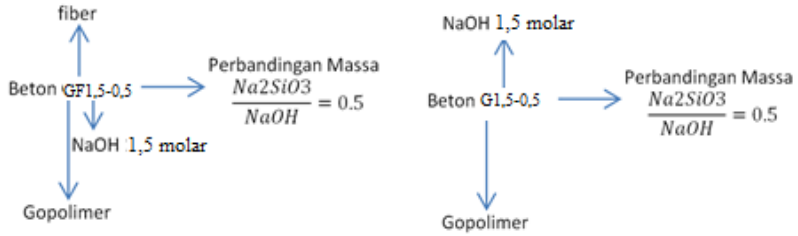


4.2.2 Penamaan Benda Uji Beton Geopolimer

Untuk penamaan benda uji beton Geopolimer adalah sebagai berikut :

- Beton GF1,5-0,5 : beton geopolimer yang menggunakan serat mat dan larutan Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 1,5M dengan perbandingan massa 0,5
- Beton GF1,5-1,5 : beton geopolimer yang menggunakan serat mat dan larutan Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 1,5M dengan perbandingan massa 1,5
- Beton G1,5-0,5 : beton geopolimer yang hanya menggunakan larutan Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 1,5M dengan perbandingan massa 0,5
- Beton G1,5-1,5 : beton geopolimer yang hanya menggunakan larutan Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 1,5M dengan perbandingan massa 1,5

Contoh :



4.3 Penentuan Komposisi Binder

Komposisi binder ditentukan sebanyak 80% fly ash dan 20% pencampur (Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida). Jumlah pencampur ditentukan dengan molaritas NaOH 1,5 molar. Komposisi ini ditentukan berdasarkan literatur Ekaputri et.all (2007), dengan asumsi bahwa pada komposisi binder tersebut akan menghasilkan nilai kuat tekan beton geopolimer yang tinggi. Berikut adalah komposisi material binder geopolimer yang digunakan pada studi ini :

Tabel IV.1 Kebutuhan Bahan dalam Pembuatan Binder Geopolimer untuk Setiap Sampel

Binder	Fly Ash (gram)	NaOH (gram)	Na_2SiO_3 (gram)
G1,5-0,5	500	50	25
G1,5-1,5	500	75	50

4.4 Penentuan Komposisi Beton Geopolimer

Komposisi beton geopolimer ditentukan sebanyak 80% aggregat dan 20% binder (fly ash + pencampur). Material aggregat yang digunakan berupa aggregat kasar, aggregat halus dan aditif (serat mat), selanjutnya untuk pencampur digunakan material berupa 74% fly ash dan 26% pencampur (Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida). Jumlah alkaline aktivator ditentukan dengan molaritas NaOH 1,5 molar. Komposisi ini ditentukan berdasarkan literatur Ekaputri et.all (2007), dengan asumsi bahwa pada komposisi binder tersebut akan menghasilkan nilai kuat tekan beton geopolimer yang tinggi. Berikut adalah komposisi material beton geopolimer yang digunakan pada studi ini :

Tabel IV.2 Kebutuhan Bahan dalam Pembuatan Beton Geopolimer untuk Setiap Sampel yang di Oven

Beton	Fly Ash (gram)	NaOH (gram)	Na_2SiO_3 (gram)	Agr. Kasar (gr)	Agr. Halus (gr)	Serat Fiber (gr)
GF1,5-0,5	1500	150	75	3000	1500	100
GF1,5-1,5	1500	150	225	3000	1500	100
G1,5-0,5	1500	150	75	3000	1500	-
G1,5-1,5	1500	150	225	3000	1500	-

Tabel IV.3 Kebutuhan Bahan dalam Pembuatan Beton Geopolimer untuk Setiap Sampel yang Tidak di Oven

Beton	Fly Ash (gram)	NaOH (gram)	Na_2SiO_3 (gram)	Agr. Kasar (gr)	Agr. Halus (gr)	Serat Fiber (gr)
GF1,5-0,5	1500	150	75	3000	1500	100
GF1,5-1,5	1500	150	225	3000	1500	100

4.5 Slump Test

Pengujian slump pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Struktur Teknik Sipil Unikom, dengan menggunakan alat yang bernama Kerucut Abrams. Pengujian ini digunakan terhadap beton segar yang mewakili campuran beton. Hasil dalam pengujian ini digunakan dalam pekerjaan perencanaan campuran beton dan pengendalian mutu beton pada pelaksanaan pembetonan. Nilai Slump adalah selisih ketinggian antara kerucut tes slump dengan beton yang diuji. Berikut adalah nilai hasil slump test pada studi ini :

Tabel IV.4 Tabel Hasil Pengujian Slump Beton Geopolimer

Curing	Kode Jenis Benda Uji	Nilai Slump (cm)
Oven	GF1,5-0,5	3
Oven	GF1,5-1,5	2,7
Oven	G1,5-0,5	3,6
Oven	G1,5-1,5	3,2
Non Oven	GF1,5-0,5	3
Non Oven	GF1,5-1,5	2,8

Dari tabel IV.7 dapat dilihat bahwa seluruh beton geopolimer memiliki nilai slump yang cukup rendah. Hal ini menyebabkan beton geopolimer cukup sulit untuk dicetak atau tidak workability. Diperkirakan, nilai slump yang kecil pada beton geopolimer disebabkan oleh waktu pengikatan awal dari pasta geopolimer yang terlalu cepat.

4.6 Uji Kuat Tekan

4.6.1 Uji Kuat Tekan Binder Geopolimer

Pengujian kuat tekan binder geopolimer dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Struktur Teknik Sipil ITB dengan menggunakan alat *Ibertest* berkapasitas 20 ton. Berikut adalah tabel dan grafik hasil analisis data kuat tekan binder goepolimer yang telah di uji di laboratorium :

Tabel IV.5 Tabel Hasil Tes Kuat Tekan Binder Geopolimer G1,5-0,5

Identifikasi Benda Uji	Tanggal Di Cor	Tanggal Di Test	Umur (Hari)	Berat (kg)	Luas Bidang Tekan (cm^2)	Beban Maks (kg)	Kekuatan Tekan (kg/cm^2)	Kekuatan Tekan Rata-rata (kg/cm^2)
G1.5-0,5	18/06/13	21/06/13	3	0,35	19,63	1.019	51,92	66,16
G1.5-0,5	18/06/13	21/06/13	3	0,35	19,63	1.555	79,20	
G1.5-0,5	18/06/13	21/06/13	3	0,33	19,63	1.323	67,36	
G1.5-0,5	18/06/13	03/07/13	15	0,33	19,63	1.456	74,13	77,60
G1.5-0,5	18/06/13	03/07/13	15	0,33	19,63	1.438	73,21	
G1.5-0,5	18/06/13	03/07/13	15	0,34	19,63	1.678	85,46	
G1.5-0,5	18/06/13	16/07/13	28	0,33	19,63	2.058	104,83	104,35
G1.5-0,5	18/06/13	16/07/13	28	0,00	19,63	2.141	109,02	
G1.5-0,5	18/06/13	16/07/13	28	0,33	19,63	1.948	99,22	

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan binder geopolimer dengan molaritas 1.5M dan ratio 0.5 diatas, dapat diketahui bahwa kuat tekan binder geopolimer G1,5-

0,5 setelah umur 15 hari mengalami peningkatan kuat tekan yang cukup signifikan.

Untuk binder geopolimer dengan molaritas 1.5 M dan ratio 1.5 hasil kuat tekan binder Geopolimer adalah sebagai berikut :

Tabel IV.6 Tabel Hasil Tes Kuat Tekan Binder Geopolimer G1,5-1,5

Identifikasi Benda Uji	Tanggal Beton Di Cor	Tanggal Beton Di Test	Umur (Hari)	Berat (kg)	Luas Bidang Tekan (cm^2)	Beban Maks (kg)	Kekuatan Tekan (kg/cm^2)	Kekuatan Rata-rata (kg/cm^2)
G1,5-1,5	18/06/13	21/06/13	3	0,33	19,63	937	47,74	45,14
G1,5-1,5	18/06/13	21/06/13	3	0,33	19,63	817	41,64	
G1,5-1,5	18/06/13	21/06/13	3	0,33	19,63	904	46,05	
G1,5-1,5	18/06/13	03/07/13	15	0,32	19,63	762	38,85	39,70
G1,5-1,5	18/06/13	03/07/13	15	0,31	19,63	904	46,07	
G1,5-1,5	18/06/13	03/07/13	15	0,32	19,63	671	34,19	
G1,5-1,5	18/06/13	16/07/13	28	0,32	19,63	937	47,76	43,58
G1,5-1,5	18/06/13	16/07/13	28	0,32	19,63	861	43,85	
G1,5-1,5	18/06/13	16/07/13	28	0,31	19,63	768	39,11	

Berdasarkan hasil pengujian diatas, dapat diketahui bahwa kuat tekan binder geopolimer G1,5-1,5 setelah umur 15 hari mengalami penurunan kuat tekan yang tidak signifikan. Adapun contoh perhitungan kuat tekan dan luas bidang tekan adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan :

Kekuatan Tekanan σ'b

$$\sigma' = \frac{P}{Ao} = \frac{768}{19{,}63} = 39{,}11 kg/cm^2$$

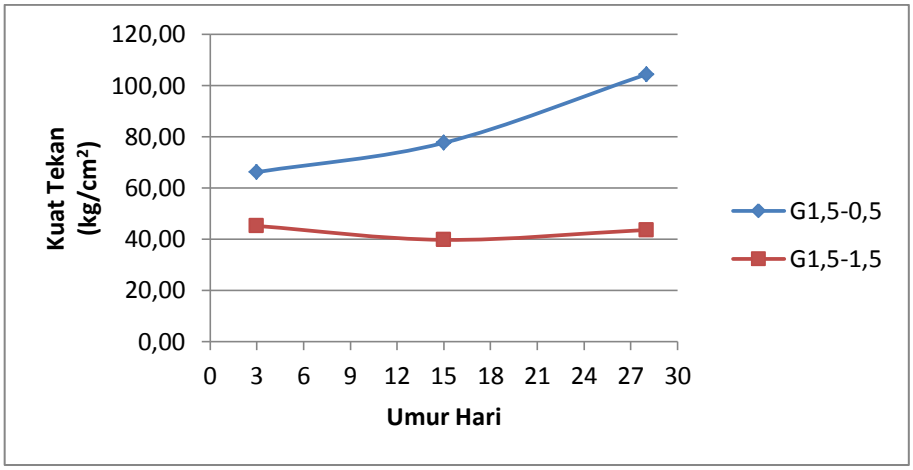
Luas Bidang Tekan

Ao = 0,25 x π x (D^2)

Ao = 0,25 x 3,1415 x (5^2)

Ao = 19,22 cm^2

Grafik perbandingan kuat tekan binder geopolimer untuk setiap perubahan ratio alkaline activator adalah sebagai berikut :



Gambar IV.1 Grafik Perbandingan Tes Kuat Tekan Binder Geopolimer

Berdasarkan pada tabel dan grafik di atas dapat disimpulkan, bahwa kuat tekan binder geopolimer mengalami kenaikan dari umur 3 hari sampai umur 28 hari. Untuk binder dengan rasio Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 0,5 menghasilkan kuat tekan yang lebih besar dibandingkan binder dengan rasio Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 1,5.

4.6.2 Uji Kuat Tekan Beton Geopolimer

Pengujian kuat tekan beton geopolimer dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Struktur Teknik Sipil ITB dengan menggunakan alat *Ibertest* berkapasitas 20 ton. Berikut adalah tabel dan grafik hasil analisis data kuat tekan beton goepolimer yang telah di uji di laboratorium :

Tabel IV.6 Hasil Tes Kuat Tekan Beton Geopolimer non Oven GF1,5-0,5

No.	Identifikasi Benda Uji	Tanggal Beton Di Cor	Tanggal Beton Di Test	Umur (Hari)	Berat (kg)	Luas Bidang Tekan (cm^2)	Beban Maks (kg)	Kekuatan Tekan (kg/cm^2)	Kekuatan Rata-rata (kg/cm^2)
1	NO GF1,5-0,5	19/06/13	21/06/13	2	4,17	78,54	1.552	19,76	20,38
2	NO GF1,5-0,5	19/06/13	21/06/13	2	4,18	78,54	1.714	21,82	
3	NO GF1,5-0,5	19/06/13	21/06/13	2	4,16	78,54	1.536	19,55	
4	NO GF1,5-0,5	19/06/13	03/07/13	14	3,97	78,54	6.992	89,03	93,01
5	NO GF1,5-0,5	19/06/13	03/07/13	14	3,95	78,54	7.393	94,14	
6	NO GF1,5-0,5	19/06/13	03/07/13	14	3,95	78,54	7.528	95,86	
7	NO GF1,5-0,5	19/06/13	17/07/13	28	4,16	78,54	7.041	89,65	103,71
8	NO GF1,5-0,5	19/06/13	17/07/13	28	4,15	78,54	7.929	100,95	
9	NO GF1,5-0,5	19/06/13	17/07/13	28	4,17	78,54	9.466	120,52	

Berdasarkan hasil pengujian, dapat diketahui bahwa kuat tekan beton geopolimer dengan curing di oven GF1,5-0,5 setelah umur 3hari mengalami peningkatan kuat tekan yang signifikan dan terus meningkat hingga umur 28 hari.

Untuk beton geopolimer dengan metode curing di oven dengan molaritas 1.5 M dan ratio 1.5 serta penambahan serat mat hasil kuat tekan beton Geopolimer adalah sebagai berikut :

Tabel IV.7 Hasil Tes Kuat Tekan Beton Geopolimer non Oven GF1,5-1,5

No.	Identifikasi Benda Uji	Tanggal Beton Di Cor	Tanggal Beton Di Test	Umur (Hari)	Berat (kg)	Luas Bidang Tekan (cm^2)	Beban Maks (kg)	Kekuatan Tekan (kg/cm^2)	Kekuatan Rata-rata (kg/cm^2)
1	NO GF1,5-1,5	20/06/13	24/06/13	4	4,20	78,54	3.097	39,43	38,13
2	NO GF1,5-1,5	20/06/13	24/06/13	4	4,14	78,54	2.565	32,66	
3	NO GF1,5-1,5	20/06/13	24/06/13	4	4,20	78,54	3.322	42,30	
4	NO GF1,5-1,5	20/06/13	04/07/13	14	4,08	78,54	4.261	54,25	58,99
5	NO GF1,5-1,5	20/06/13	04/07/13	14	4,08	78,54	4.710	59,97	
6	NO GF1,5-1,5	20/06/13	04/07/13	14	4,10	78,54	4.927	62,74	
7	NO GF1,5-1,5	20/06/13	18/07/13	28	4,16	78,54	5.659	72,06	70,50
8	NO GF1,5-1,5	20/06/13	18/07/13	28	4,16	78,54	6.053	77,07	
9	NO GF1,5-1,5	20/06/13	18/07/13	28	4,19	78,54	4.898	62,37	

Berdasarkan hasil pengujian, dapat diketahui bahwa kuat tekan beton geopolimer dengan curing tidak di oven GF1,5-1,5 setelah umur 3 hari mengalami peningkatan kuat tekan yang cukup signifikan dan terus meningkat hingga umur 28 hari.

Untuk beton geopolimer dengan metode curing di oven dengan molaritas 1.5 M dan ratio 0.5 tanpa penambahan serat mat hasil kuat tekan beton Geopolimer adalah sebagai berikut :

Tabel IV.8 Hasil Tes Kuat Tekan Beton Geopolimer Oven G1,5-0,5

No.	Identifikasi Benda Uji	Tanggal Beton Di Cor	Tanggal Beton Di Test	Umur (Hari)	Berat (kg)	Luas Bidang Tekan (cm^2)	Beban Maks (kg)	Kekuatan Tekan (kg/cm^2)	Kekuatan Rata-rata (kg/cm^2)
1	O G1,5-0,5	24/06/13	27/06/13	3	4,03	78,54	4.242	54,01	58,78
2	O G1,5-0,5	24/06/13	27/06/13	3	3,94	78,54	4.467	56,87	
3	O G1,5-0,5	24/06/13	27/06/13	3	3,99	78,54	5.140	65,44	
4	O G1,5-0,5	24/06/13	08/07/13	14	4,10	78,54	5.344	68,05	62,08
5	O G1,5-0,5	24/06/13	08/07/13	14	4,09	78,54	4.048	51,54	
6	O G1,5-0,5	24/06/13	08/07/13	14	4,05	78,54	5.234	66,64	
7	O G1,5-0,5	24/06/13	22/07/13	28	4,17	78,54	6.263	79,74	74,90
8	O G1,5-0,5	24/06/13	22/07/13	28	4,03	78,54	5.829	74,22	
9	O G1,5-0,5	24/06/13	22/07/13	28	4,15	78,54	5.555	70,73	

Berdasarkan hasil pengujian, dapat diketahui bahwa kuat tekan beton geopolimer dengan curing di oven G1,5-0,5 setelah umur 3 hari mengalami peningkatan kuat tekan yang cukup signifikan dan terus meningkat hingga umur 28 hari.

Untuk beton geopolimer dengan metode curing di oven dengan molaritas 1.5 M dan ratio 1.5 tanpa penambahan serat mat hasil kuat tekan beton Geopolimer adalah sebagai berikut :

Tabel IV.9 Hasil Tes Kuat Tekan Beton Geopolimer Oven G1,5-1,5

No.	Identifikasi Benda Uji	Tanggal Beton Di Cor	Tanggal Beton Di Test	Umur (Hari)	Berat (kg)	Luas Bidang Tekan (cm^2)	Beban Maks (kg)	Kekuatan Tekan (kg/cm^2)	Kekuatan Rata-rata (kg/cm^2)
1	O G1,5-1,5	05/07/13	08/07/13	3	3,97	78,54	1.608	20,48	18,91
2	O G1,5-1,5	05/07/13	08/07/13	3	3,97	78,54	1.692	21,54	
3	O G1,5-1,5	05/07/13	08/07/13	3	3,99	78,54	1.156	14,72	
4	O G1,5-1,5	05/07/13	19/07/13	14	3,90	78,54	1.781	22,67	20,84
5	O G1,5-1,5	05/07/13	19/07/13	14	3,88	78,54	1.819	23,16	
6	O G1,5-1,5	05/07/13	19/07/13	14	3,91	78,54	1.310	16,68	
7	O G1,5-1,5	05/07/13	02/08/13	28	3,80	78,54	1.729	22,01	24,50
8	O G1,5-1,5	05/07/13	02/08/13	28	3,75	78,54	1.797	22,88	
9	O G1,5-1,5	05/07/13	02/08/13	28	3,75	78,54	2.245	28,59	

Berdasarkan hasil pengujian, dapat diketahui bahwa kuat tekan beton geopolimer dengan curing di oven G1,5-1,5 setelah umur 3 hari mengalami peningkatan kuat tekan yang cukup signifikan dan terus meningkat hingga umur 28 hari.

Untuk beton geopolimer dengan metode curing di oven dengan molaritas 1.5 M dan ratio 0.5 serta penambahan serat mat hasil kuat tekan beton Geopolimer adalah sebagai berikut :

Tabel IV.10 Hasil Tes Kuat Tekan Beton Geopolimer Oven GF1,5-0,5

No.	Identifikasi Benda Uji	Tanggal Beton Di Cor	Tanggal Beton Di Test	Umur (Hari)	Berat (kg)	Luas Bidang Tekan (cm^2)	Beban Maks (kg)	Kekuatan Tekan (kg/cm^2)	Kekuatan Rata-rata (kg/cm^2)
1	O GF12-0,5	01/07/13	04/07/13	3	4,92	78,54	4.569	58,17	61,51
2	O GF12-0,5	01/07/13	04/07/13	3	4,00	78,54	4.661	59,35	
3	O GF12-0,5	01/07/13	04/07/13	3	4,07	78,54	5.263	67,02	
4	O GF12-0,5	01/07/13	15/07/13	14	3,90	78,54	5.125	65,26	69,58
5	O GF12-0,5	01/07/13	15/07/13	14	3,95	78,54	5.280	67,23	
6	O GF12-0,5	01/07/13	15/07/13	14	4,02	78,54	5.988	76,25	
7	O GF12-0,5	01/07/13	29/07/13	28	3,88	78,54	6.312	80,37	78,19
8	O GF12-0,5	01/07/13	29/07/13	28	3,94	78,54	5.524	70,33	
9	O GF12-0,5	01/07/13	29/07/13	28	3,96	78,54	6.588	83,88	

Berdasarkan hasil pengujian, dapat diketahui bahwa kuat tekan beton geopolimer dengan curing di oven GF1,5-0,5 setelah umur 3 hari mengalami peningkatan kuat tekan yang cukup signifikan dan terus meningkat hingga umur 28 hari.

Untuk beton geopolimer dengan metode curing di oven dengan molaritas 1.5 M dan ratio 1.5 serta penambahan serat mat hasil kuat tekan beton Geopolimer adalah sebagai berikut :

Tabel IV.11 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Geopolimer Oven GF1,5-1,5

No.	Identifikasi Benda Uji	Tanggal Beton Di Cor	Tanggal Beton Di Test	Umur (Hari)	Berat (kg)	Luas Bidang Tekan (cm^2)	Beban Maks (kg)	Kekuatan Tekan (kg/cm^2)	Kekuatan Rata-rata (kg/cm^2)
1	O GF12-1,5	02/07/13	05/07/13	3	4,01	78,54	2.543	32,38	32,88
2	O GF12-1,5	02/07/13	05/07/13	3	4,00	78,54	2.386	30,38	
3	O GF12-1,5	02/07/13	05/07/13	3	3,90	78,54	2.819	35,89	
4	O GF12-1,5	02/07/13	16/07/13	14	3,98	78,54	3.632	46,25	46,77
5	O GF12-1,5	02/07/13	16/07/13	14	3,99	78,54	3.772	48,03	
6	O GF12-1,5	02/07/13	16/07/13	14	3,91	78,54	3.615	46,03	
7	O GF12-1,5	02/07/13	30/07/13	28	3,85	78,54	2.909	37,04	42,27
8	O GF12-1,5	02/07/13	30/07/13	28	3,82	78,54	3.237	41,21	
9	O GF12-1,5	02/07/13	30/07/13	28	3,82	78,54	3.814	48,57	

Berdasarkan hasil pengujian, dapat diketahui bahwa kuat tekan beton geopolimer dengan curing di oven GF1,5-1,5 setelah umur 3 hari mengalami peningkatan kuat tekan yang cukup signifikan dan terus meningkat hingga umur 28 hari. Adapun contoh perhitungan kuat tekan dan luas bidang tekan adalah sebagai berikut :

Contoh Perhitungan:

Kekuatan Tekanan σ'b

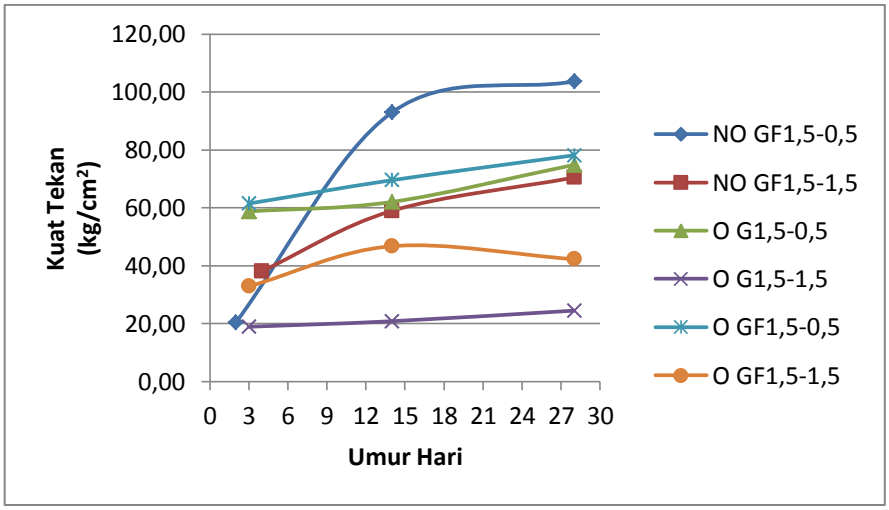
$$\sigma' = \frac{P}{Ao} = \frac{6588}{78,54} = 83,88\, kg/cm^2$$

Luas Bidang Tekan

Ao = 0,25 x π x (D^2)

Ao = 0,25 x 3,1415 x (10^2)

Ao = 78,54 cm^2

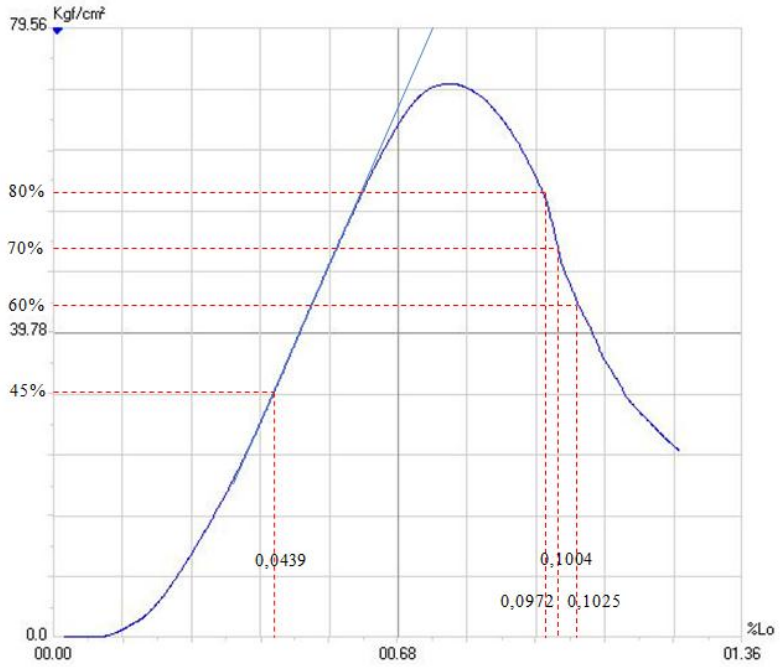


Gambar IV.2 Grafik Perbandingan Tes Kuat Tekan Beton Geopolimer

Berdasarkan tabel dan grafik di atas, beton dengan proses curing dioven awalnya menghasilkan kuat tekan yang tinggi, tetapi pada saat pengujian umur 14 hari, kenaikan kuat tekannya tidak terlalu signifikan. Sedangkan beton dengan proses curing yang tidak dioven awalnya menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah tetapi pada saat pengujian umur 14 hari kenaikannya cukup signifikan. Beton dengan rasio Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 0,5 menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton dengan rasio Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 1,5. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa hasil kuat tekan beton geopolimer lebih tinggi dibandingkan hasil kuat tekan binder geopolimer. Itu semua dipengaruhi oleh adanya perbedaan kemampuan untuk mengikat agregat kasar dan agregat halus yang ditambahkan dalam campuran beton geopolimer.

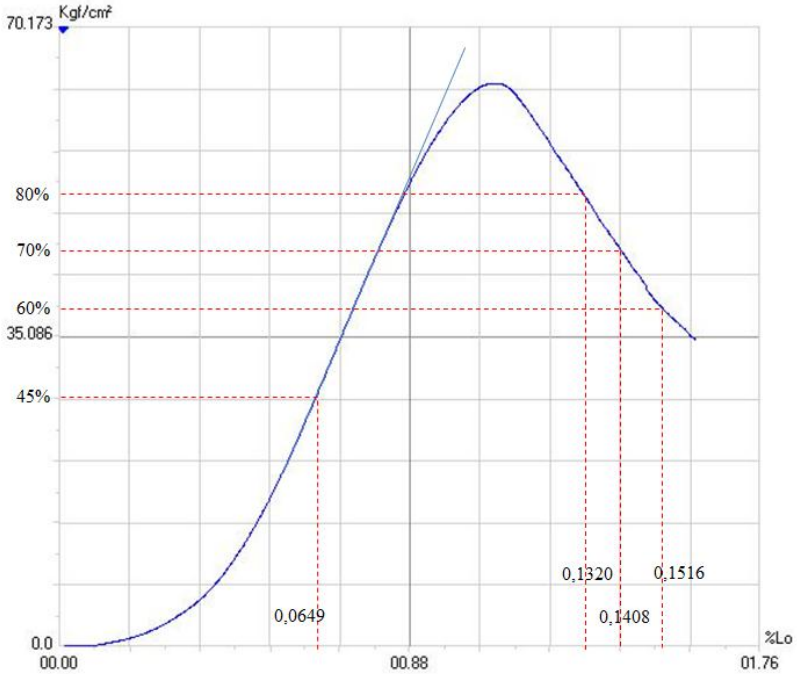
4.7 Pengaruh Penambahan Serat Mat

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diperoleh hasil yang lain, yaitu daktilitas. Berdasarkan kurva beban-perpendekan dari uji kuat tekan terhadap sampel beton geopolimer dengan serat mat dan tanpa serat mat dengan proses curing oven, dapat dihitung nilai daktilitas dari masing-masing sampel. Hasil perhitungan menujukkan beton dengan serat mat memiliki nilai daktilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton tanpa serat mat. Berikut ini adalah kurva beban-perpendekan dari uji kuat tekan terhadap sampel beton geopolimer G1,5-0,5 :



Gambar IV.3 Grafik Beban – Perpendekan dari Uji Kuat Tekan Beton G1,5-0,5

Berikut ini adalah kurva beban-perpendekan dari uji kuat tekan terhadap sampel beton geopolimer GF1,5-0,5 :



Gambar IV.4 Grafik Beban – Perpendekan dari Uji Kuat Tekan Beton GF1,5-0,5

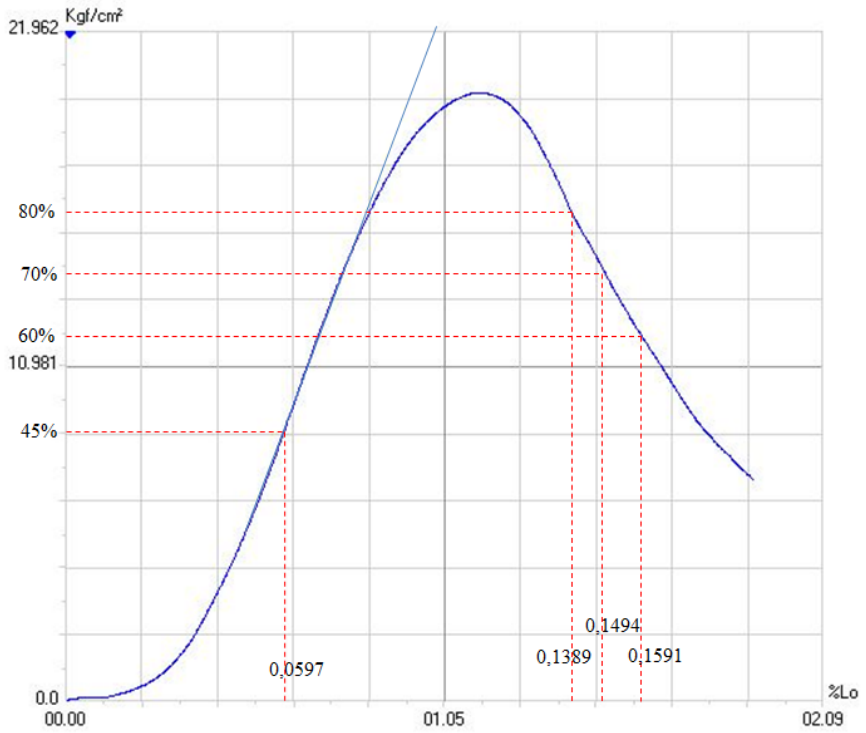
Berdasarkan kurva di atas, maka dihasilkan nilai persentase peningkatan daktilitas seperti tabel berikut :

Tabel IV.12 Daktilitas Beton Geopolimer Rasio 0,5

Komposisi	Daktilitas	
	28 hari	Rata-rata
G1,5-O,5	2,3348	2,4334
	2,793	
	2,1726	
GF1,5-0,5	2,1888	2,5073
	2,3359	
	2,9979	
Peningkatan Daktilitas (%)		**3,0369**

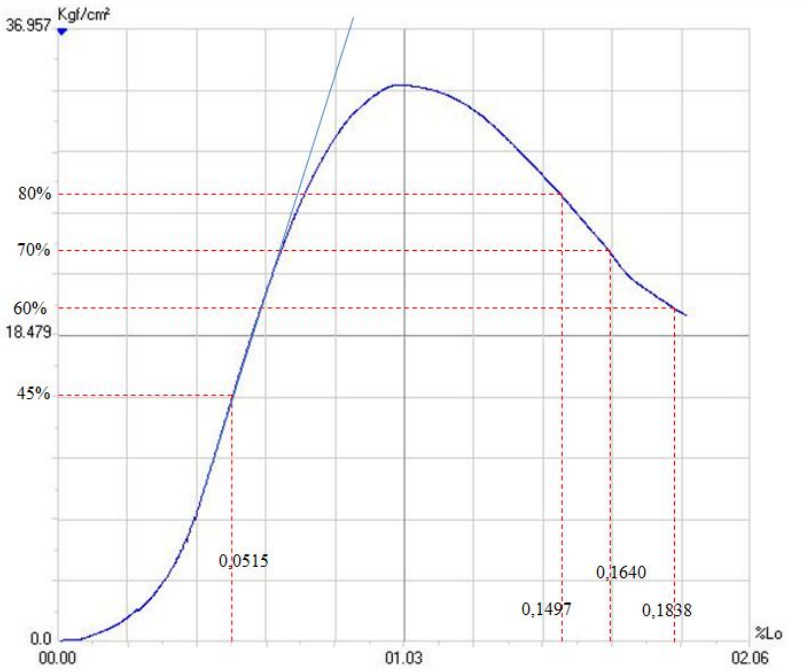
Berdasarkan hasil dari **Tabel IV.12**, pengaruh penambahan serat mat dalam campuran beton geopolimer dengan rasio 0,5, menunjukkan beton dengan penambahan serat mat menghasilkan nilai daktilitas yang lebih tinggi dibandingkan beton tanpa penambahan serat mat.

Berikut ini adalah kurva beban-perpendekan dari uji kuat tekan terhadap sampel beton geopolimer G1,5-1,5 :



Gambar IV.5 Grafik Beban – Perpendekan dari Uji Kuat Tekan Beton G1,5-1,5

Berikut ini adalah kurva beban-perpendekan dari uji kuat tekan terhadap sampel beton geopolimer GF1,5-1,5 :



Gambar IV.6 Grafik Beban – Perpendekan dari Uji Kuat Tekan Beton G1,5-1,5

Berdasarkan kurva di atas, maka dihasilkan nilai persentase peningkatan daktilitas seperti tabel berikut :

Tabel IV.13 Daktilitas Beton Geopolimer Rasio 1,5

Komposisi	**Daktilitas**	
	28 hari (%)	**Rata-rata (%)**
G1,5-1,5	2,6649	2,5243
	2,8684	
	2,0397	
GF1,5-1,5	3,5698	2,7107
	2,3987	
	2,1636	
Peningkatan Daktilitas (%)		**7,3842**

Berdasarkan hasil dari tabel IV.12, pengaruh penambahan serat mat dalam campuran beton geopolimer dengan rasio 1,5 menunjukkan beton dengan penambahan serat mat menghasilkan nilai daktilitas yang lebih tinggi dibandingkan beton tanpa penambahan serat mat. Bila dilihat dari persentase **Tabel IV.12** mendapatkan nilai peningkatan daktilitas 3,0369% dan **Tabel IV.13** mendapatkan nilai peningkatan daktilitas 7,3842%. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai peningkatan daktilitas dengan penambahan serat mat tidak signifikan karena nilai peningkatan daktilitas ini terjadi pada level material. Jika

diaplikasikan pada level elemen / penampang maupun struktur, nilai ini hanya memberikan pengaruh daktilitas yang sangat kecil.

Berikut adalah contoh perhitungan daktilitas :

Daktilitas leleh 1 → Fraktur (dibagi oleh tegangan sisa)

$$\mu_2 = \frac{\Sigma 60\%}{\Sigma leleh} = \frac{0{,}1025}{0{,}0439} = 2{,}3348$$

$$\mu_2 = \frac{\Sigma 70\%}{\Sigma leleh} = \frac{0{,}1004}{0{,}0439} = 2{,}2870$$

$$\mu_2 = \frac{\Sigma 80\%}{\Sigma leleh} = \frac{0{,}0972}{0{,}0439} = 2{,}2141$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai daktilitas untuk beton geopolimer pada tegangan sisa 60% dengan penambahan serat mat memiliki nilai daktilitas yang lebih tinggi. Contoh besarnya peningkatan daktilitas dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\%\ Kenaikan\ Daktilitas = \frac{Daktilitas\ Serat\ Mat - Daktilitas\ Non\ Serat\ Mat}{Daktilitas\ Non\ Serat\ Mat} \times 100\%$$

$$\%\ Kenaikan\ Daktilitas = \frac{2{,}7107 - 2{,}5243}{2{,}5243} \times 100\% = 7{,}3842\%$$

Peningkatan terhadap kuat tekan

Untuk melihat pengaruh penambahan serat mat terhadap peningkatan kuat tekan pada beton geopolimer, dapat dilihat pada **Tabel IV.14** dan **Tabel IV.15** berikut ini :

Tabel IV.14 Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan penambahan Serat Mat Rasio 0,5

Komposisi	**Kuat Tekan**	
	28 hari	**Rata-rata**
G1,5-0,5	79,74	74,90
	74,22	
	70,73	
GF1,5-0,5	80,37	78,19
	70,33	
	83,88	
Peningkatan Kuat Tekan (%)		**4,3925**

Tabel IV.15 Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan penambahan Serat Mat Rasio 1,5

Komposisi	**Kuat Tekan**	
	28 hari	**Rata-rata**
G1,5-1,5	22,01	24,50
	22,88	
	28,59	
GF1,5-1,5	37,04	42,27
	41,21	
	48,57	
Peningkatan Kuat Tekan (%)		**72,53**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan penambahan serat mat rasio 0,5 menghasilkan peningkatan kuat tekan sebesar 4,3925% dan beton tanpa penambahan serat mat rasio 1,5 menghasilkan peningkatan kuat tekan sebesar 72,53%. Berdasarkan penelitian ini, tidak dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan penambahan serat mat akan mempengaruhi kuat tekan beton geopolimer, karena kenaikannya tidak sebanding dan tidak menunjukkan korelasi yang jelas.

Berikut adalah contoh perhitungan persentase peningkatan kuat tekan :

$$\%\ Kenaikan\ KuatTekan = \frac{Serat\ Mat - Non\ Serat\ Mat}{Non\ Serat\ Mat} \times 100\%$$

$$\%\ Kenaikan\ KuatTekan = \frac{42{,}72 - 24{,}50}{24{,}50} \times 100\% = 72{,}53\%$$