

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

DATA PENGUJIAN MATERIAL PEMBUATAN BETON NORMAL DAN ONYX

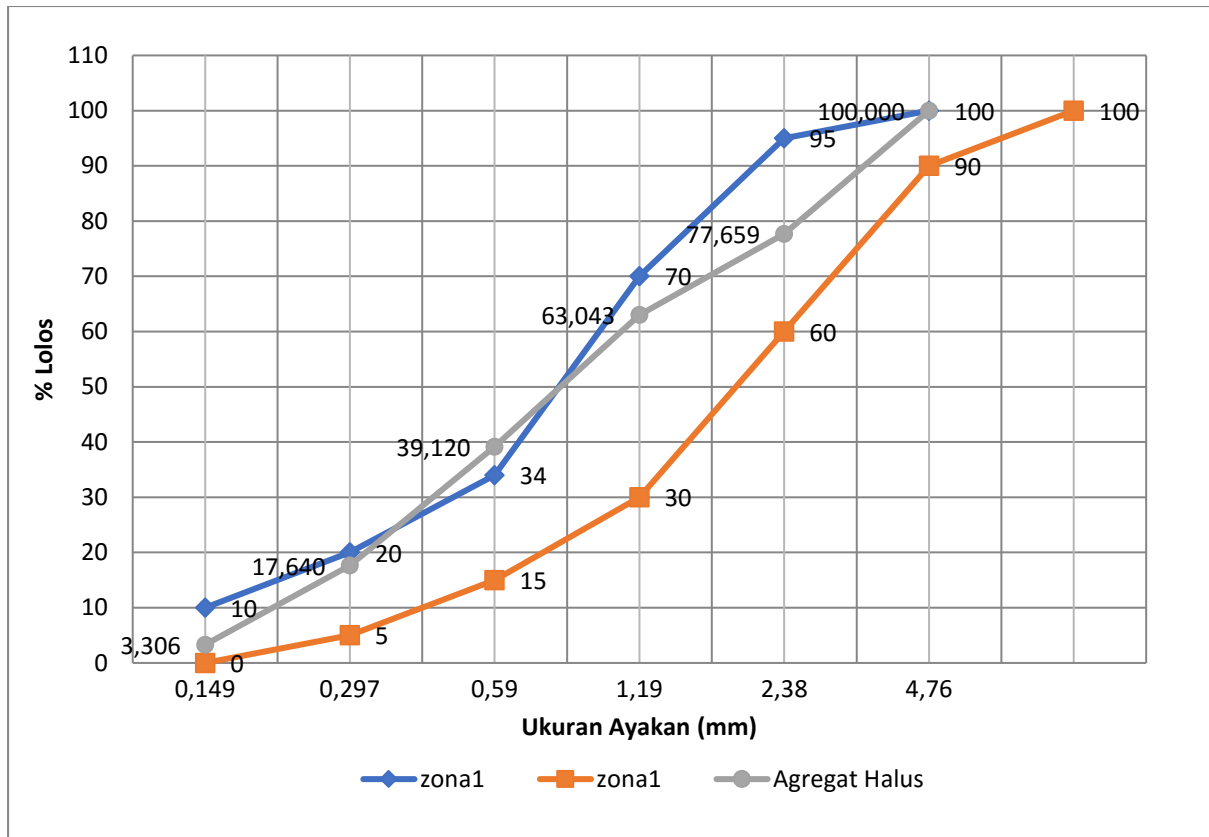
Tabel L 1.1 Analisis Gradasi Agregat Halus

Lubang Saringan		Pasir			
		Tertinggal		%Kumulatif	
no	mm	gram	%	Tertinggal	Lolos
3"	76,2	-	-	-	-
2.5"	63,5	-	-	-	-
2"	50,8	-	-	-	-
1.5"	38,1	-	-	-	-
1"	25,4	-	-	-	-
3/4"	19,1	-	-	-	-
1/2"	12,7	-	-	-	-
3/8"	9,5	-	-	-	100
4	4,76	100	7,447	7,447	92,553
8	2,38	200,00	14,894	22,341	77,659
16	1,19	196,27	14,616	36,957	63,043
30	0,59	321,24	23,923	60,880	39,120
50	0,297	288,44	21,480	82,360	17,640
100	0,149	192,48	14,334	96,694	3,306
200	0,075	44,39	3,306	100,000	0,000
Pan				-	-
Σ =		1342,82	100	306,680	

$$\text{Modulus halus pasir} = \frac{\Sigma \% \text{ yang tertahan ayakan no } 3/8" \text{ sampai no } 100}{100}$$

$$= \frac{306,68}{100}$$

$$= 3,0668$$



Gambar L 1.1 Grafik Lengkung Ayakan Pasir

Tabel L 1.2 Kadar Air Agregat Halus

Nomor Talam			A	B
1	Berat Talam + Contoh basah	(gr)	31,9	105,5
2	Berat Talam + Contoh kering	(gr)	31,2	104,9
3	Berat Air = (1)-(2)	(gr)	0,7	0,6
4	Berat Talam	(gr)	6,1	6,1
5	Berat Contoh Kering = (2)-(4)	(gr)	25,1	98,8
6	Kadar Air = (3)/(5)	(%)	0,0600	0,0040
7	Kadar Air rata-rata	(%)	0,0500	

Tabel L 1.3 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

1	Berat takaran	(gr)	1640	1640
2	Berat takaran + air	(gr)	4800	4800
3	Berat air = (2)-(1)	(gr)	3160	3160
4	Volume air = (3)/(1)	(cc)	3160,0	3160
	CARA		Shoveled	Rodded
5	Berat Takaran	(gr)	1640	1640
6	Berat takaran + benda uji	(gr)	5560	6820
7	Berat benda uji = (6)-(5)	(gr)	3920	5180
8	Berat isi agregat halus = (7)/(4)	(gr/cc)	1,2405	1,6392
9	Berat isi agregat halus pakai	(gr/cc)	1,639	

Tabel 1.4 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

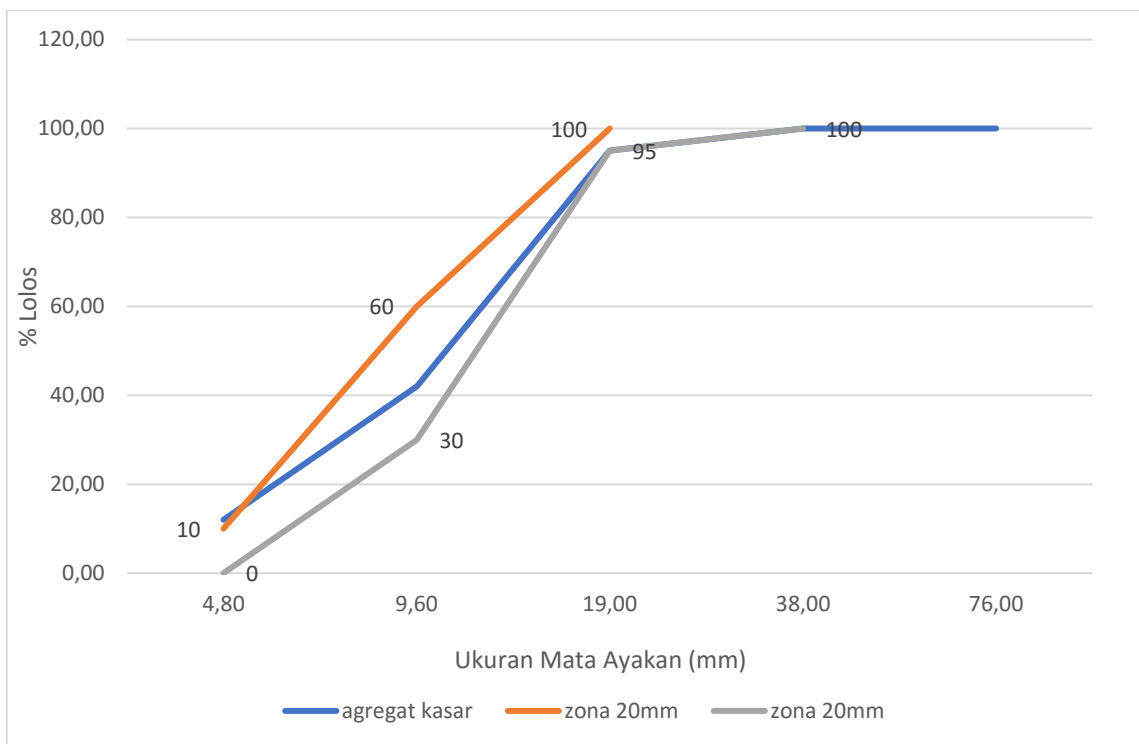
NOMOR CONTOH			A	B
Berat benda uji kering permukaan jenuh	500	(gr)	500	500
Berat benda uji kering oven	Bk	(gr)	497,59	497,18
Berat benda uji dalam air	B	(gr)	681,2	658,4
Berat piknometer + benda uji (ssd) + air (pd suhu kamar)	Bt	(gr)	972,4	969,4

NOMOR CONTOH		A	B	Rata - rata
Berat Jenis Curah (Bulk Specific Grafity)	$Bk/(B+500-Bt)$	2,383	2,631	2,507
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Bulk Specific Grafity Saturated Surface Dry)	$500/(B+500-Bt)$	2,395	2,646	2,520
Berat Jenis Semu Apparent Specific Gravity)	$Bk/(B+Bk-Bt)$	2,411	2,670	2,541
Penyerapan (%) (Absorption)	$(500-Bk)/Bk \times 100\%$	0,484	0,567	0,526

Tabel 1.5 Analisis Gradasi Agregat Kasar Normal

Lubang Saringan		KERIKIL			
		Tertinggal		%Kumulatif	
no	mm	gram	%	Tertinggal	Lolos
3"	76,2	-	-	-	100
2.5"	63,5	-	-	-	100
2"	50,8	-	-	-	100
1.5"	38,1	-	-	-	100
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
0.75"	19,1	500,00	5,00	5,00	95,00
0.375"	9,5	5300,00	53,00	58,00	42,00
4	4,76	3000,00	30,00	88,00	12,00
8	2,38	700,00	7,00	95,00	-
16	1,19	-	-	95,00	-
30	0,59	-	-	95,00	-
50	0,297	-	-	95,00	-
100	0,149	-	-	95,00	-
200	0,075	-	-	95,00	-
Pan		-	-	95,00	-
$\Sigma =$		10000	95,0	626,00	

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus halus agregat kasar} &= \frac{\Sigma \% \text{ yang tertahan ayakan no } 3/4'' + 3/8'' \text{ sampai no } 100}{100} \\
 &= \frac{626}{100} \\
 &= 6,26
 \end{aligned}$$



Gambar L 1.2 Grafik Lenkung Ayakan Agregat Kasar Normal

Tabel L 1.6 Kadar Air Agregat Kasar Normal

Nomor Talam			A	B
1	Berat Talam + Contoh basah	(gr)	80,4	79,2
2	Berat Talam + Contoh kering	(gr)	79,9	79
3	Berat Air = (1)-(2)	(gr)	0,5	0,2
4	Berat Talam	(gr)	5,7	6,1
5	Berat Contoh Kering = (2)-(4)	(gr)	74,2	72,9
6	Kadar Air = (3)/(5)	(%)	0,0067	0,0042
7	Kadar Air rata-rata	(%)	0,00548	

Tabel L 1.7 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Normal

1	Berat takaran	(gr)	1640	1640
2	Berat takaran + air	(gr)	4800	4800
3	Berat air = (2)-(1)	(gr)	3160	3160
4	Volume air = (3)/(1)	(cc)	3160	3160
	CARA		Shoveled	Rodded
5	Berat Takaran	(gr)	1640	1640
6	Berat takaran + benda uji	(gr)	6180	6700
7	Berat benda uji = (6)-(5)	(gr)	4540	5060
8	Berat isi agregat halus = (7)/(4)	(gr/cc)	1,43	1,60
9	Berat isi agregat kasar rata-rata	(gr/cc)	1,60	

Tabel L 1.8 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Nomal

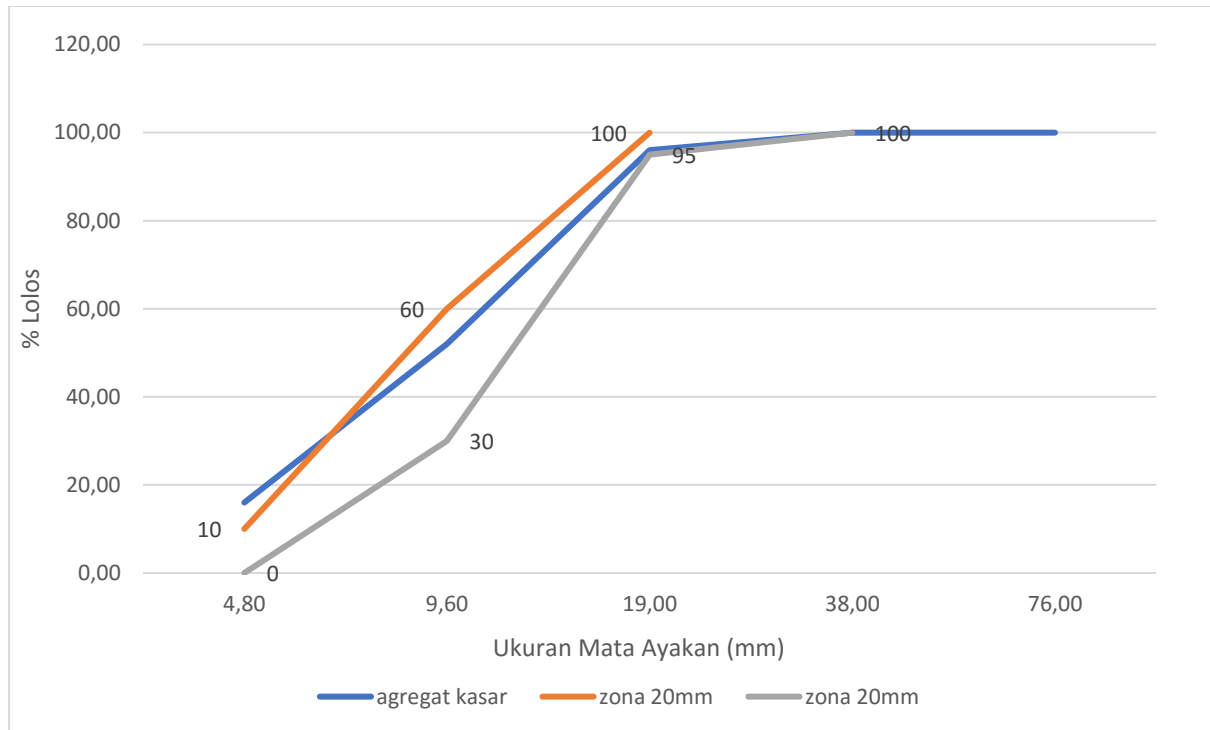
Nomor Contoh			A	B
Berat benda uji kering permukaan jenuh	Bj	(gr)	4998,6	4995
Berat benda uji kering oven	Bk	(gr)	4952	4949,2
Berat benda uji dalam air	Ba	(gr)	3167	3162

Nomor Contoh		A	B	Rata - Rata
Berat Jenis Curah (Bulk Spesific Grafity)	Bk/(Bj-Ba)	2,704	2,700	2,702
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Bulk Spesific Grafity Saturated Surface Dry)	Bj/(Bj-Ba)	2,729	2,725	2,727
Berat Jenis Semu Apparent Spesific Gravity)	Bk/(Bk-Ba)	2,774	2,769	2,772
Penyerapan (%) (Absorption)	(Bj- Bk)/Bkx100%	0,941	0,925	0,933

Tabel 1.9 Analisis Gradasi Agregat Onyx

Lubang Saringan		ONYX			
		Tertinggal		%Kumulatif	
no	mm	gram	%	Tertinggal	Lolos
3"	76,2	-	-	-	100
2.5"	63,5	-	-	-	100
2"	50,8	-	-	-	100
1.5"	38,1	-	-	-	100
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
0.75"	19,1	400,00	4,00	4,00	96,00
0.375"	9,5	4400,00	44,00	48,00	52,00
4	4,76	3600,00	36,00	84,00	16,00
8	2,38	800,00	8,00	92,00	-
16	1,19	-	-	92,00	-
30	0,59	-	-	92,00	-
50	0,297	-	-	92,00	-
100	0,149	-	-	92,00	-
200	0,075	-	-	92,00	-
Pan		-	-	92,00	-
Σ =		10000	92,0	596,00	

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus halus agregat kasar} &= \frac{\Sigma \% \text{ yang tertahan ayakan no } 3/4" + 3/8" \text{ sampai no } 100}{100} \\
 &= \frac{5,96}{100} \\
 &= 5,96
 \end{aligned}$$



Gambar L 1.3 Grafik Lenngkung Ayakan Agregat Onyx

Tabel L 1.10 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Onyx

Nomor Talam			A	B
1	Berat Talam + Contoh basah	(gr)	80,4	79,2
2	Berat Talam + Contoh kering	(gr)	79,9	79
3	Berat Air = (1)-(2)	(gr)	0,5	0,2
4	Berat Talam	(gr)	5,7	6,1
5	Berat Contoh Kering = (2)-(4)	(gr)	74,2	72,9
6	Kadar Air = (3)/(5)	(%)	0,0110	0,0072
7	Kadar Air rata-rata	(%)	0,00910	

Tabel L 1.11 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Onyx

1	Berat takaran	(gr)	1640	1640
2	Berat takaran + air	(gr)	4800	4800
3	Berat air = (2)-(1)	(gr)	3160	3160
4	Volume air = (3)/(1)	(cc)	3160	3160
	CARA		Shoveled	Rodded
5	Berat Takaran	(gr)	1640	1640
6	Berat takaran + benda uji	(gr)	6000	6320
7	Berat benda uji = (6)-(5)	(gr)	4360	4680
8	Berat isi agregat halus = (7)/(4)	(gr/cc)	1,37	1,48
9	Berat isi agregat kasar rata-rata	(gr/cc)	1,48	

Tabel L. 12 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Onyx

Nomor Contoh			A	B
Berat benda uji kering permukaan jenuh	Bj	(gr)	4953,4	4989,6
Berat benda uji kering oven	Bk	(gr)	4943,2	4966
Berat benda uji dalam air	Ba	(gr)	3047,5	3082

Nomor Contoh		A	B	Rata - Rata
Berat Jenis Curah	Bk/(Bj-Ba)	2,594	2,603	2,598
(Bulk Specific Grafity)				
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	Bj/(Bj-Ba)	2,599	2,616	2,607
(Bulk Specific Grafity Saturated Surface Dry)				
Berat Jenis Semu	Bk/(Bk-Ba)	2,608	2,636	2,622
Apparent Specific Gravity)				
Penyerapan (%)	(Bj-Bk)/Bkx100%	0,206	0,475	0,341
(Absorption)				

Tabel L 1.13 Perencanaan Mix Desain

NO	URAIAN	AGREGAT ONYX		AGREGAT KERIKIL	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (2 HR, 5%)	20	Mpa	20	Mpa
2	Deviasi standar	-		-	
3	Nilai Tambah (Margin)	12	Mpa	12	Mpa
4	Kuat tekan rata2 yg ditargetkan	32	Mpa	32	Mpa
5	Jenis Semen	PPC		PPC	
6	Jenis Agregat Kasar	Batu Onyx		Batu pecah	
	Jenis Agregat Halus	Pasir Lumajang		Pasir Lumajang	
7	Faktor Air semen Bebas	0,4		0,4	
8	Faktor air semen Maksimum	0,6		0,6	
9	Slump	60 - 180 mm		60 - 180 mm	
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	20	mm
11	Kadar Air Bebas	205	kg/m3	205	kg/m3
12	Jumlah semen	512,5	kg/m3	512,5	kg/m3
13	Jumlah Semen Maksimum	-		-	
14	Jumlah Semen Minimum	275	kg/m3	275	kg/m3
15	FAS yg disesuaikan	-		-	
16	Susunan besar butir agregat halus	Zona 1		Zona 1	
17	Persen agregat halus	0,44		0,44	
18	Berat jenis relatif agregat (SSD)	2,569	kg/m3	2,636	kg/m3
19	Berat isi beton	2310	kg/m3	2360	kg/m3
20	Kadar agregat gabungan	1592,5	kg/m3	1642,5	kg/m3
21	Kadar agregat halus	700,7	kg/m3	722,7	kg/m3
22	Kadar agregat kasar	891,8	kg/m3	919,8	kg/m3

Perencanaan campuran (Mix design) bertujuan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan-bahan penyusun beton. Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknis pengujian.

1. Kuat tekan karakteristik yang ditetapkan yaitu 20 Mpa untuk umur 28 hari
2. Deviasi standar diabaikan karena data lapangan tidak tersedia sebelumnya atau data lapangan kurang dari 15 buah maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan f_{cr} harus diambil tidak kurang dari $f_{cr} = f_{cr} + 12$ Mpa
3. Nilai tambah kuat tekan sebesar 12 Mpa sesuai dengan rumus, karena tidak ada data lapangan sebelumnya
4. Kuat tekan target $f_{cr} = f_{cr} + 12 = 20 + 12 = 32$ Mpa
5. Jenis semen ditetapkan yaitu PPC (Portland Pozolan Cement)
6. Jenis agregat ditetapkan:
 - Agregat kasar untuk beton normal yaitu : batu pecah malang
 - Agregat kasar untuk beton onyx yaitu : pecahan limbah batu onyx
 - Agregat halus yaitu pasir lumajang
7. Faktor Air Semen bebas ditetapkan yaitu 0,4
8. Faktor air semen maksimum, dalam hal ini ditetapkan 0,6 sesuai tabel 4 pada SNI-03-2834-2000 untuk beton di dalam ruangan keadaan keliling non-korosif.
9. Slump ditetapkan setinggi 60-180 mm
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan yaitu 20 mm (dilihat dari ukuran butiran maksimum pada analisa gradasi ayakan).
11. Kadar air bebas adalah 205 kg/m^3 dari (perhitungan $1/2W_h + 1/3W_k$)
12. Kadar semen = $\frac{\text{kadar air bebas}}{\text{faktor air semen bebas}} = \frac{205}{0,4} = 512,5 \text{ kg/m}^3$
13. Jumlah semen minimum yaitu 275 kg/m^3 tabel 4 pada SNI-03-2834-2000 untuk beton di dalam ruangan keadaan keliling non-korosif.
14. Susunan butur agregat halus dari hasil analisis ayakan yaitu masuk zona 1
15. Persentase agregat halus (bahan yang lebih halus dari 4,8 mm), ditentukan pada grafik 13-15 atau grafik 14 untuk kelompok butir agregat maksimum 20 mm pada nilai slump 60-180 mm dan nilai faktor air semen bebas 0,4. Nilai yang dapat diambil persen agregat halus sebesar 0.44 (44%)

16. Berat isi relatif agregat, ini adalah berat jenis gabungan, artinya gabunga agregat halus dan kasar. Ditentukan dengan rumus berikur:

$$BJ = (\text{persentase agregat halus}) \times (\text{berat jenis agregat halus}) + (\text{persentase agregat kasar}) \\ \times (\text{berat jenis agregat kasar})$$

$$BJ \text{ agregat batu pecah normal} = (0,44 \times 2,52) + (0,56 \times 2,727) \\ = 2,636$$

$$BJ \text{ agregat limbah batu onyx} = (0,44 \times 2,52) + (0,56 \times 2,607) \\ = 2,569$$

17. Berat isi beton, diperoleh dari grafik 16 dengan cara membuat grafik linier baru yang sesuai dengan berat isi relatif gabungan untuk agregat normal yaitu sebesar 2,636 kg/m³. Titik potong grafik baru ini sesuai dengan garis tegak lurus yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal ini 205 kg/cm³), menunjukkan berat isi beton yang dicari yaitu 2360 kg/m³.

18. Dan untuk berat isi relatif gabungan untuk agregat limbah batu onyx yaitu sebesar 2,636 kg/m³. Titik potong grafik baru ini sesuai dengan garis tegak lurus yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal ini 205 kg/cm³), menunjukkan berat isi beton yang dicari yaitu 2310 kg/m³.

19. Kadar agregat gabungan dengan agregat batu pecah normal adalah berat isi beton dikurangi kadar air bebas dikurangi kadar semen = 2360 – 205 – 512,5= 1642,5 kg/m³.

20. Kadar agregat gabungan dengan agregat limbah batu onyx adalah berat isi beton dikurangi kadar air bebas dikurangi kadar semen = 2310 – 205 – 512,5= 1592,5 kg/m³.

21. Kadar agregat halus beton normal = persen agregat halus x agregat gabungan
= 44 % x 1642,5
= 722,7 kg/m³

22. Kadar agregat halus beton onyx = persen agregat halus x agregat gabungan
= 44 % x 1592,5
= 700,7 kg/m³

23. Kadar agregat kasar beton normal = kadar agregat gabungan – kadar agregat halus
= 1642,5 – 722,7
= 919,8 kg/m³

$$\begin{aligned}
 24. \text{ Kadar agregat kasar beton normal} &= \text{kadar agregat gabungan} - \text{kadar agregat halus} \\
 &= 1592,5 - 700,7 \\
 &= 891,8 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Tabel L 1.14 Kebutuhan Campuran Beton Normal

Banyaknya Bahan	Semen	Air	Pasir	Kerikil
	(kg)	(kg/lt)	(kg)	(kg)
Tiap m3 dg ketelitian 5kg (Teoritis)	512,50	205	722,700	919,800
Tiap campuran uji 0,1 m3	51,25	20,50	72,27	91,98
Tiap m3 dg ketelitian 5kg (Aktual)	512,50	216,52	719,262	911,717
Tiap campuran uji 0,1 m3	51,25	21,65	71,93	91,17
Proporsi (Teoritis) (1/3)	1,00	0,40	1,41	1,79
Proporsi (Aktual)	1,00	0,42	1,40	1,78

Tabel L 1.14 Kebutuhan Campuran Beton Onyx

Banyaknya Bahan	Semen	Air	Pasir	Onyx
	(kg)	(kg/lt)	(kg)	(kg)
Tiap m3 dg ketelitian 5kg (Teoritis)	512,50	205	700,700	891,800
Tiap campuran uji 0,1 m3	51,25	20,50	70,07	89,18
Tiap m3 dg ketelitian 5kg (Aktual)	512,50	211,29	697,366	888,842
Tiap campuran uji 0,1 m3	51,25	21,13	69,74	88,88
Proporsi (Teoritis) (1/3)	1,00	0,40	1,37	1,74
Proporsi (Aktual)	1,00	0,41	1,36	1,73

LAMPIRAN 2
DATA PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Tabel L 2.1 Uji Kuat Tekan Beton Normal

No	Kode Beton	Tanggal Pengecoran	Tanggal Pengujian	Berat (kg)	Luas (Cm ²)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata Total (Mpa)
1	N1-S1	16/08/2017	14/09/2017	13,25	176,78	30,80	35,72
2	N1-S2	16/08/2017	14/09/2017	13		25,77	
3	N2-S1	16/08/2017	14/09/2017	13,15		30,91	
4	N3-S1	16/08/2017	14/09/2017	13,25		23,11	
5	N4-S1	16/08/2017	14/09/2017	13		31,78	
6	N5-S1	18/08/2017	18/09/2017	13		40,16	
7	N5-S2	18/08/2017	18/09/2017	13,25		43,68	
8	N6-S1	18/08/2017	18/09/2017	13,65		41,78	
9	N6-S2	18/08/2017	18/09/2017	13,3		30,11	
10	N7-S1	18/08/2017	18/09/2017	13,2		38,77	
11	N7-S2	18/08/2017	18/09/2017	13,15		37,67	
12	N8-S1	18/08/2017	18/09/2017	13,1		37,56	
13	N8-S2	18/08/2017	18/09/2017	13,6		39,87	
14	N9-S1	21/08/2017	19/09/2017	13,25		38,71	
15	N10-S1	21/08/2017	19/09/2017	13,05		41,03	
16	N10-S2	21/08/2017	19/09/2017	13		39,87	

Tabel L 2.2 Uji Kuat Tekan Beton *Onyx*

No	Kode Beton	Tanggal Pengecoran	Tanggal Pengujian	Berat (kg)	Luas (Cm2)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata Total (Mpa)
1	O1-S1	21/08/2017	19/09/2017	12,5	176,78	31,78	32,92
2	O1-S2	21/08/2017	19/09/2017	13,15		37,56	
3	O2-S1	21/08/2017	19/09/2017	13,05		32,94	
4	O2-S1	21/08/2017	19/09/2017	12,9		27,56	
5	O3-S1	23/08/2017	20/09/2017	13,15		35,02	
6	O3-S2	23/08/2017	20/09/2017	13,1		31,20	
7	O4-S1	25/08/2017	22/09/2017	13,35		34,67	
8	O5-S1	25/08/2017	22/09/2017	13,2		32,94	
9	O6-S1	26/08/2017	25/09/2017	12,9		32,36	
10	O6-S2	26/08/2017	25/09/2017	13		32,94	
11	O7-S1	26/08/2017	25/09/2017	12,9		37,27	
12	O7-S2	26/08/2017	25/09/2017	13,05		31,72	
13	O8-S1	26/08/2017	25/09/2017	13,25		33,86	
14	O8-S2	26/08/2017	25/09/2017	13,25		27,79	
15	O9-S1	26/08/2017	25/09/2017	13,2		32,53	
16	O9-S2	26/08/2017	25/09/2017	13		31,49	
17	O10-S1	26/08/2017	25/09/2017	13		32,99	
18	O10-S2	26/08/2017	25/09/2017	13,2		35,88	

LAMPIRAN 3
DATA PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA

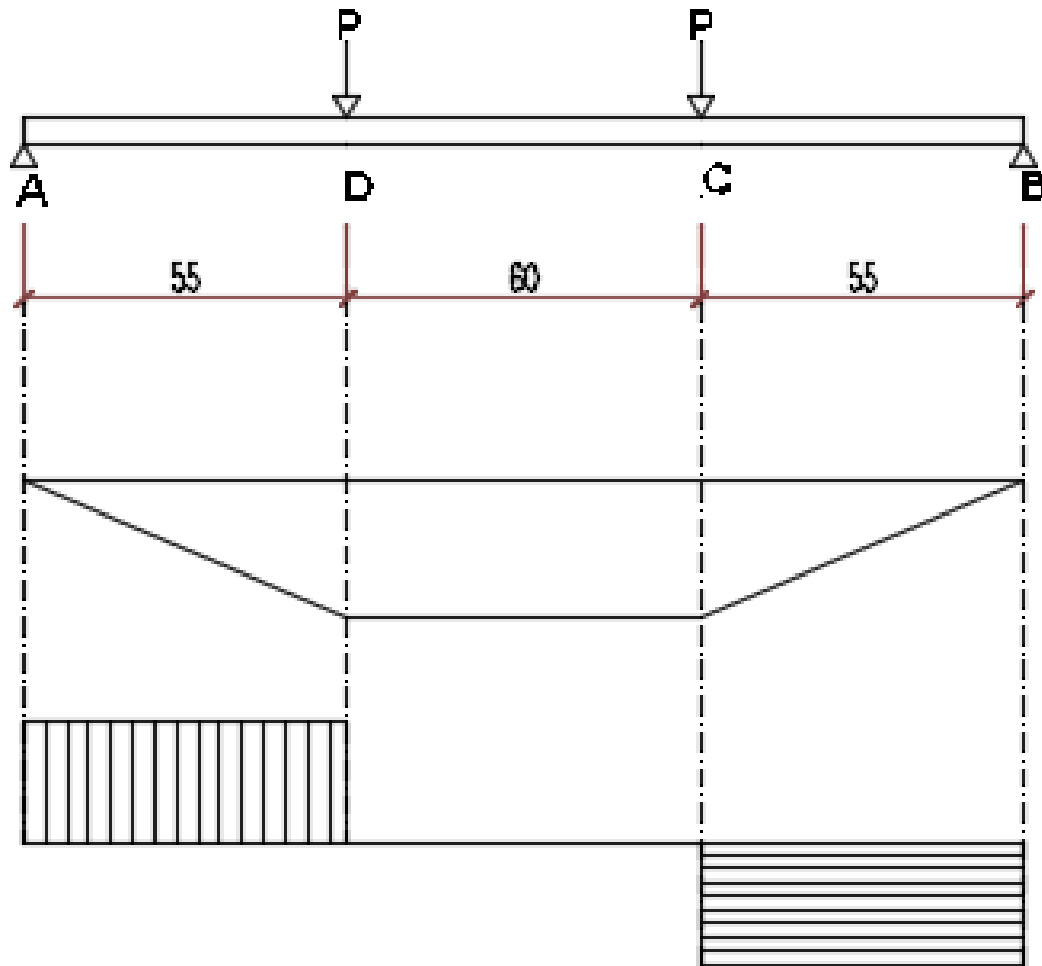
Tabel L 3.1 Pengujian Kuat Tarik Baja Ø8

Nama Pengukuran	Ø 8-1	Ø 8-2	Ø8-3	Ø8-4	Rata - Rata	Satuan
Diameter	7,67	7,69	7,45	7,45	7,565	mm
Panjang Awal	80	80	80	80	80,000	mm
Berat	362	364	342	342	352,500	gr/m
Luas Awal	46,16	46,42	43,61	43,61	44,950	mm ²
Beban Leleh	17,5	17,6	17,5	17,4	17,500	KN
Pertambahan Panjang Leleh	3,5	3,75	3	3,5	3,438	mm
Beban Putus	19	19,2	19,2	18,8	19,050	KN
Pertambahan Panjang Putus	33,5	32	33	36,75	33,813	mm
Py	17500	17600	17500	17400	17500	N
εy	4,375	4,688	3,750	4,375	4,297	%
fy	379,116	379,147	401,284	398,991	389,635	MPa
Pu	19000	19200	19200	18800	19050	N
εu	41,875	40,000	41,250	45,938	42,266	%
fu	411,612	413,615	440,266	431,094	424,147	MPa

Tabel L 3.2 Pengujian Kuat Tarik Baja Ø12

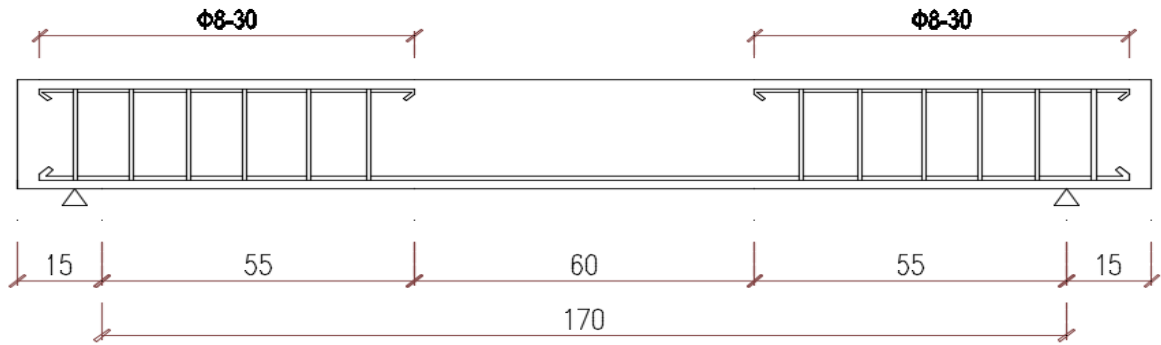
Nama Pengukuran	Ø12-1	Ø12-2	Ø12-3	Ø12-4	Rata - Rata	Satuan
Diameter	11,770	11,790	11,840	11,830	11,808	mm
Panjang Awal	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	mm
Berat	853,330	855,830	863,330	861,600	858,523	gr/m
Luas Awal	108,847	109,140	110,100	109,890	109,494	mm ²
Beban Leleh	36,700	37,000	37,300	37,200	37,050	KN
Pertambahan Panjang Leleh	7,000	5,000	6,000	6,000	6,000	mm
Beban Putus	38,500	39,000	39,200	39,300	39,000	KN
Pertambahan Panjang Putus	53,000	50,000	56,000	47,000	51,500	mm
Py	36700	37000	37300	37200	37050	N
εy	5,833	4,167	5,000	5,000	5,000	%
fy	337,170	339,014	338,783	338,520	338,372	MPa
Pu	38500	39000	39200	39300	39000	N
εu	44,167	41,667	46,667	39,167	42,917	%
fu	353,707	357,339	356,040	357,630	356,179	MPa

LAMPIRAN 4
ANALISIS BALOK

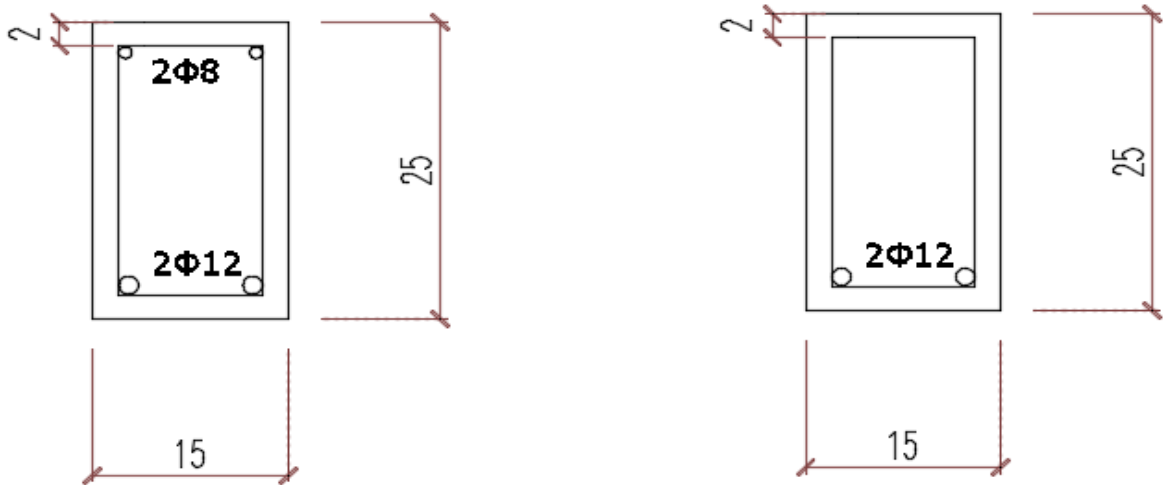


Gambar 4.1 Bidang Momen dan Bidang Gaya Normal

$$\begin{aligned}
 \Sigma MA &= 0 & \text{Mu} &= \text{MD} \\
 &= + 55 P - 170 \text{RB} & &= \text{RA} \times 55 \\
 &= + 115 P - 170 \text{RB} & &= 55 P \\
 &= - 170 \text{RB} & &= 55 P \\
 \text{RB} &= P & &= \text{RA}
 \end{aligned}$$

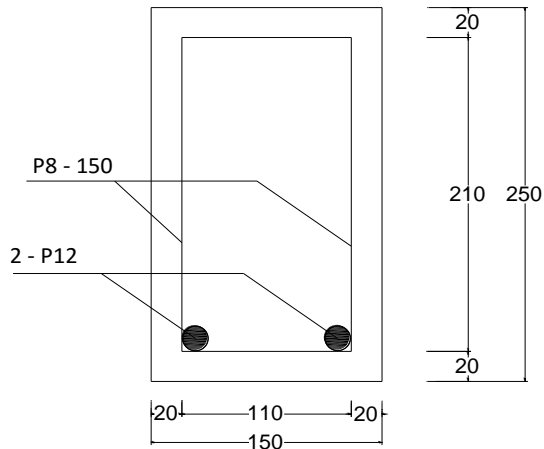


Gambar 4.2 Penulangan Balok



Gambar 4.3 Potongan Balok ujung bentang dan tengah bentang

Perencanaan Balok



Gambar 4.4 Penampang melintang balok

Data Perencanaan

$$f'_c = 32 \text{ MPa}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$\text{Bentang Balok (L)} = 2000 \text{ mm}$$

$$b = 150 \text{ mm}$$

$$h = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan utama} = \phi 12$$

$$\text{Tulangan Sengkang} = \phi 8$$

$$d = h - (d' + \text{tulangan}) = 250 - (150 + 80 + 60) = 216 \text{ mm}$$

$$P (\text{beban}) = 2000 \text{ kg}$$

Maka,

$$\text{Mu Lapangan} = 2000 * 0,55 = 1100 \text{ kgm}$$

$$V_u = P = 2000 \text{ kg}$$

Penulangan Lapangan

$$\text{Mu Lapangan} = 2000 \cdot 0,55 = 1100 \text{ kgm}$$

Diasumsikan terkontrol tarik $\phi = 0,9$ (SNI 2847 : 2013)

$$\text{As} - \phi 12 = 113 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left(0,85 \frac{f'_c}{f_y} \beta_1 \frac{600}{f_y + 600} \right)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left(0,85 \frac{32}{240} 0,85 \frac{600}{240 + 600} \right) = 0,0516$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{1100}{0,9} = 1222,222 \text{ kgm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{1222,222 \times 10^4}{150 \cdot 216^2} = 1,7464 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{240}{0,85 \times 32} = 8,824$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{8,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 8,824 \times 1,7464}{240}} \right)$$

$$\rho = 0,0075$$

$$0,0058 < 0,0075 < 0,0516 \rightarrow \rho_{min} < \rho < \rho_{maks} \text{ (digunakan } \rho = 0,0075)$$

$$\text{As} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0075 \times 150 \times 216 = 243,866 \text{ mm}^2$$

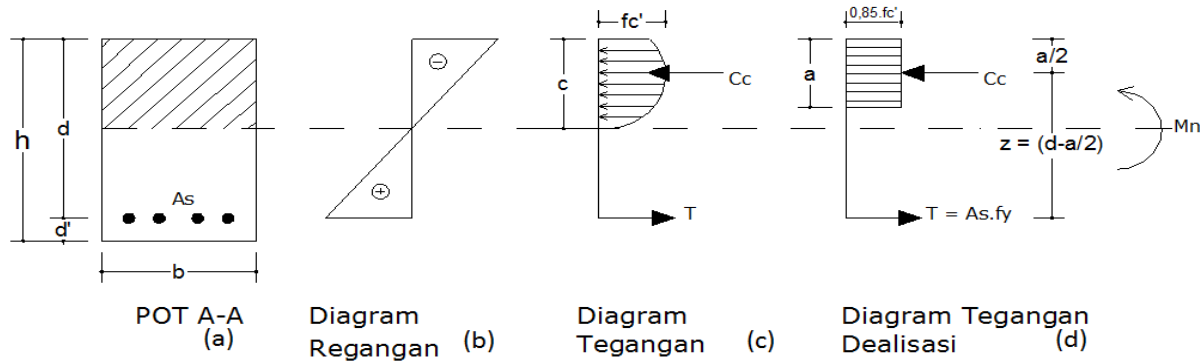
$$\text{Syarat Luas tulangan} = \frac{1,4 b_w \cdot d}{f_y} \leq \text{As min} \leq \text{As}$$

$$\frac{1,4 b_w \cdot d}{f_y} = \frac{1,4 \cdot 150 \cdot 216}{240} = 189 \text{ mm}^2$$

$$\text{As min} = \frac{0,25 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d = \frac{0,25 \sqrt{32}}{240} 150 \cdot 216 = 190,919 \text{ mm}^2$$

Karena $\frac{1,4 b_w d}{f_y} \leq A_s \text{ min} \leq A_s$ maka digunakan $A_s = 226 \text{ mm}^2$

Maka digunakan tulangan 2- ϕ 12



Gambar 4.5 Diagram Tegangan Regangan Balok

Kontrol

a. Keseimbangan Gaya

$$\begin{aligned}
 C &= T \\
 C_c &= T \\
 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b &= A_s \cdot f_y \\
 a &= \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \\
 &= \frac{226 \cdot 240}{0,85 \cdot 32 \cdot 150} \\
 &= 13,294 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Letak Garis Netral

$$\begin{aligned}
 f_c &= 32 \text{ Mpa} \\
 \beta_1 &= 0,85 - 0,05 \cdot ((f_c - 28) / 7) \\
 &= 0,82 \\
 c &= a / \beta_1 = 13,294 / 0,82 \\
 &= 16,184 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

b. Regangan Baja

$$\begin{aligned}
 e_s &= e_c \cdot \frac{d-c}{c} \\
 &= 0,003 \cdot \frac{216 - 16,184}{16,184}
 \end{aligned}$$

$$= 0,0370 > 0,005 \text{ (Tulangan terkontrol tarik, sesuai asumsi awal)}$$

Penulangan Geser Balok

a. Gaya geser tumpuan

$$\begin{aligned} V_u &= P \\ &= 2000 \quad \text{Kg} \end{aligned}$$

b. Gaya geser yang disumbangkan beton

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \quad \sqrt{f_c'} \times b \times d \\ &= 30547,0213 \text{ N} \\ &= 3054,70213 \text{ kg} \end{aligned}$$

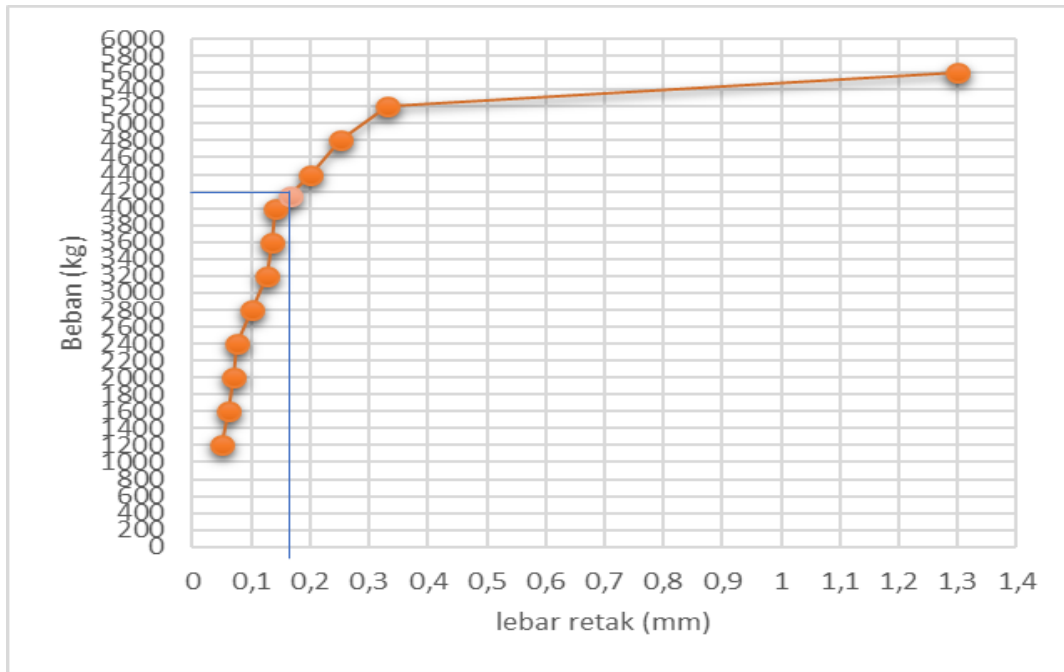
c. Syarat perlu tidaknya sengkang

$$\begin{aligned} V_c &= 3054,70213 \text{ kg} \\ V_u &= 2000 \text{ kg} > \Phi V_c = 2291,026 \text{ kg} \end{aligned}$$

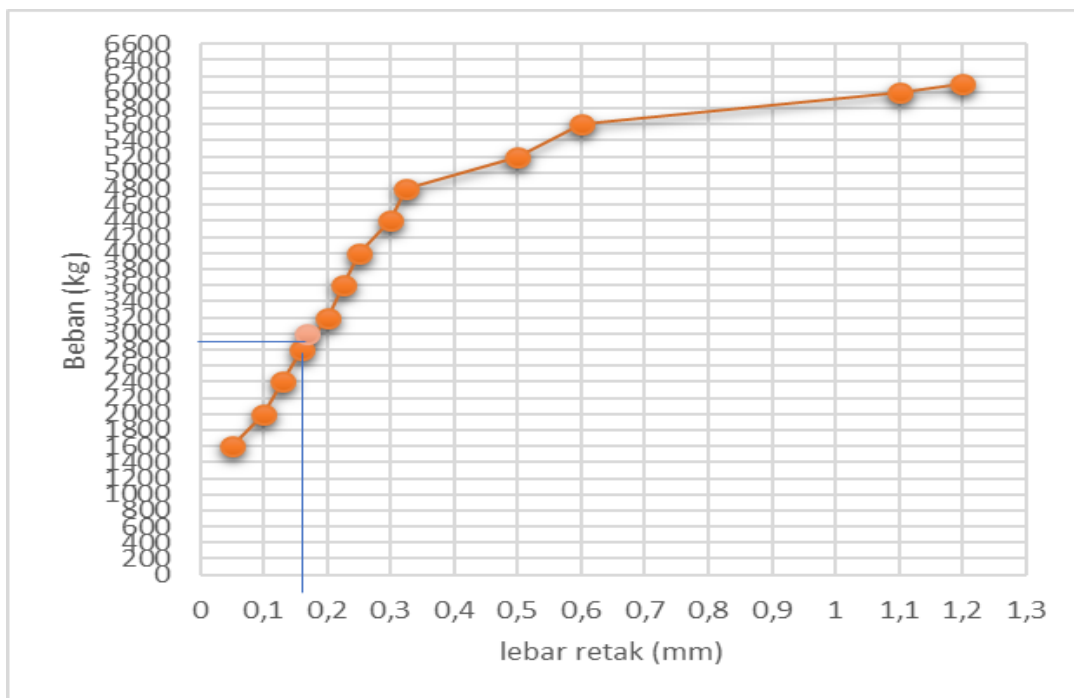
∴ Maka tidak diperlukan tulangan geser, dipakai sengkang praktis \emptyset 8-300

LAMPIRAN 5

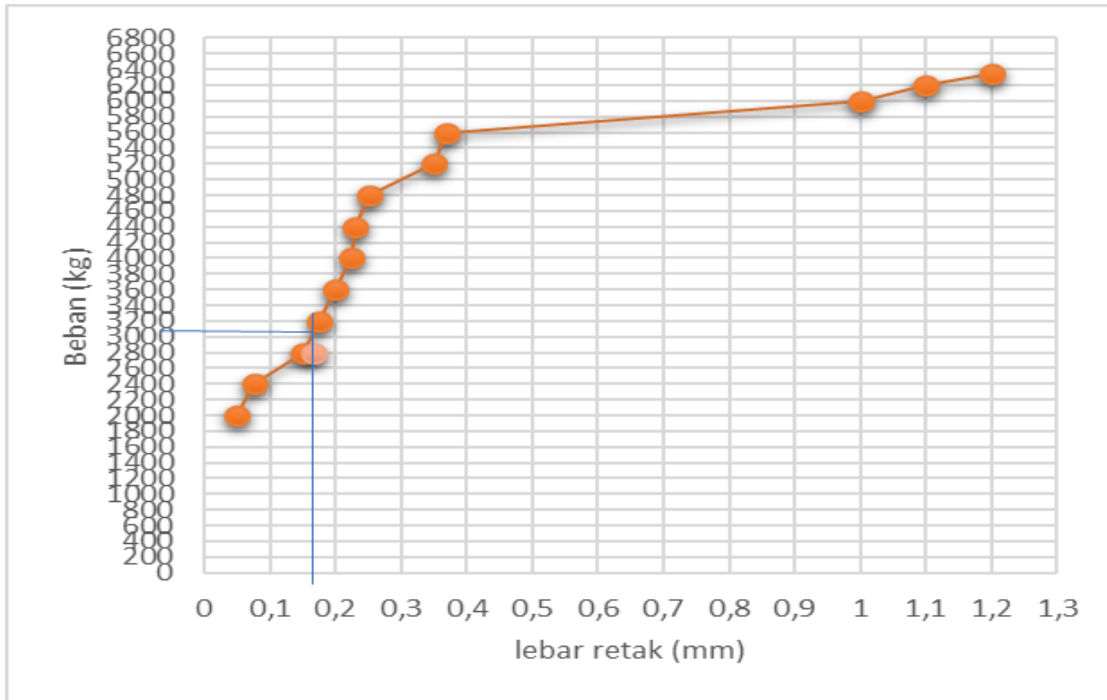
ANALISIS LEBAR RETAK BALOK BETON BERTULANG NORMAL DAN ONYX



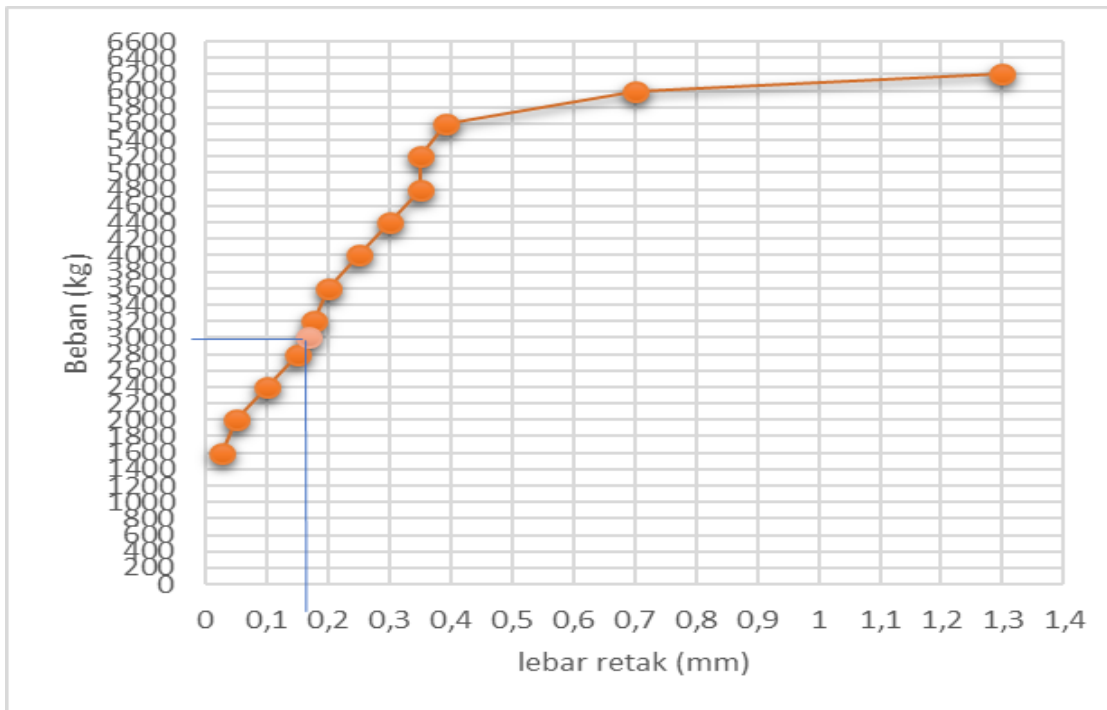
Gambar L 5.1 Lebar Retak RC – N1



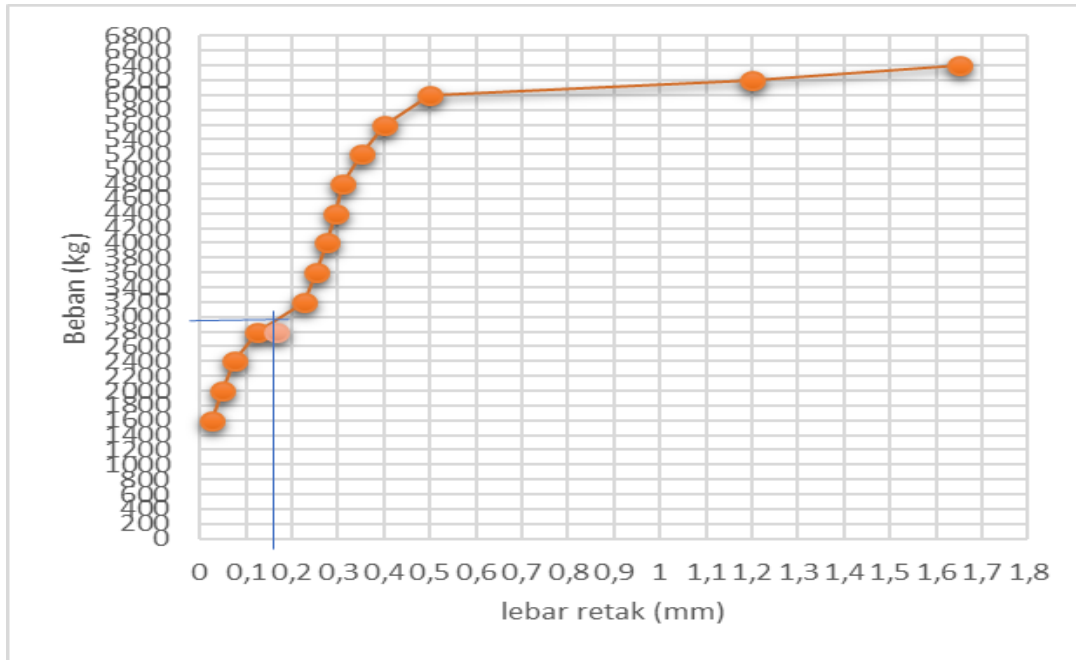
Gambar L 5.2 Lebar Retak RC – N2



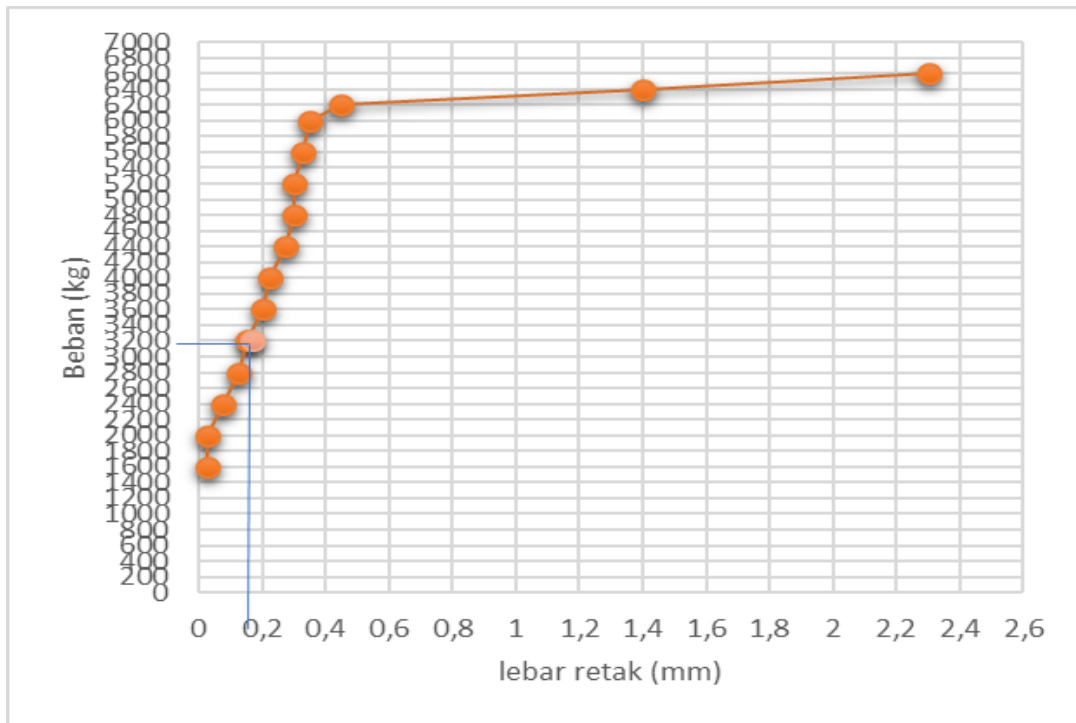
Gambar L 5.3 Lebar Retak RC – N3



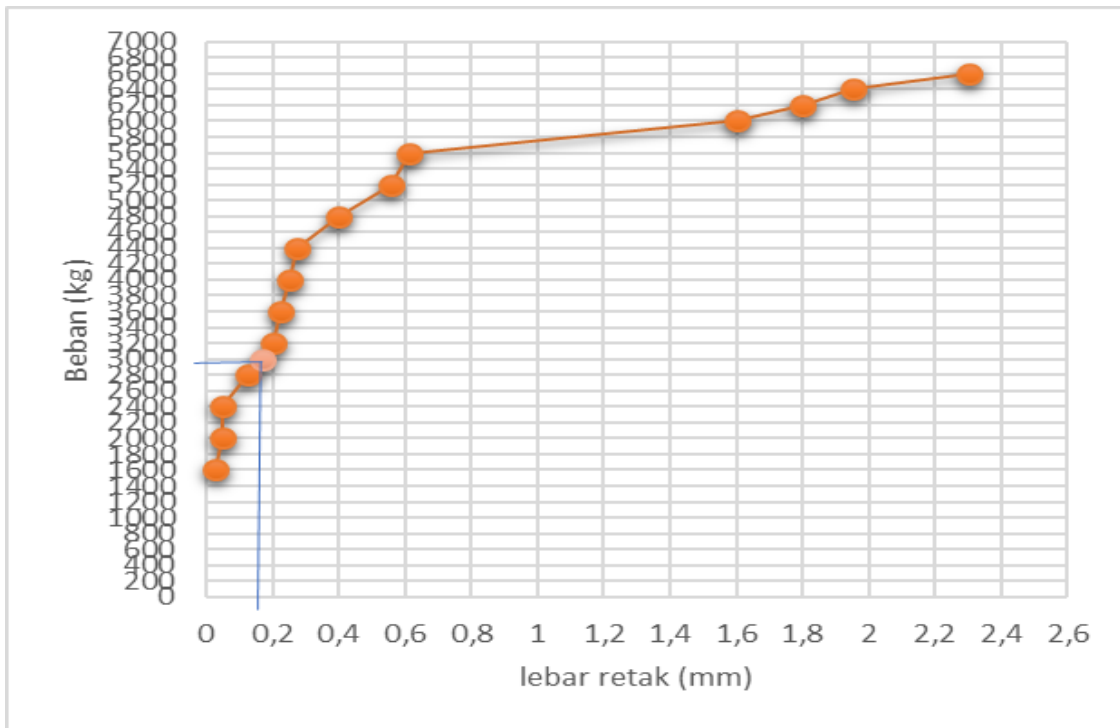
Gambar L 5.4 Lebar Retak RC – N4



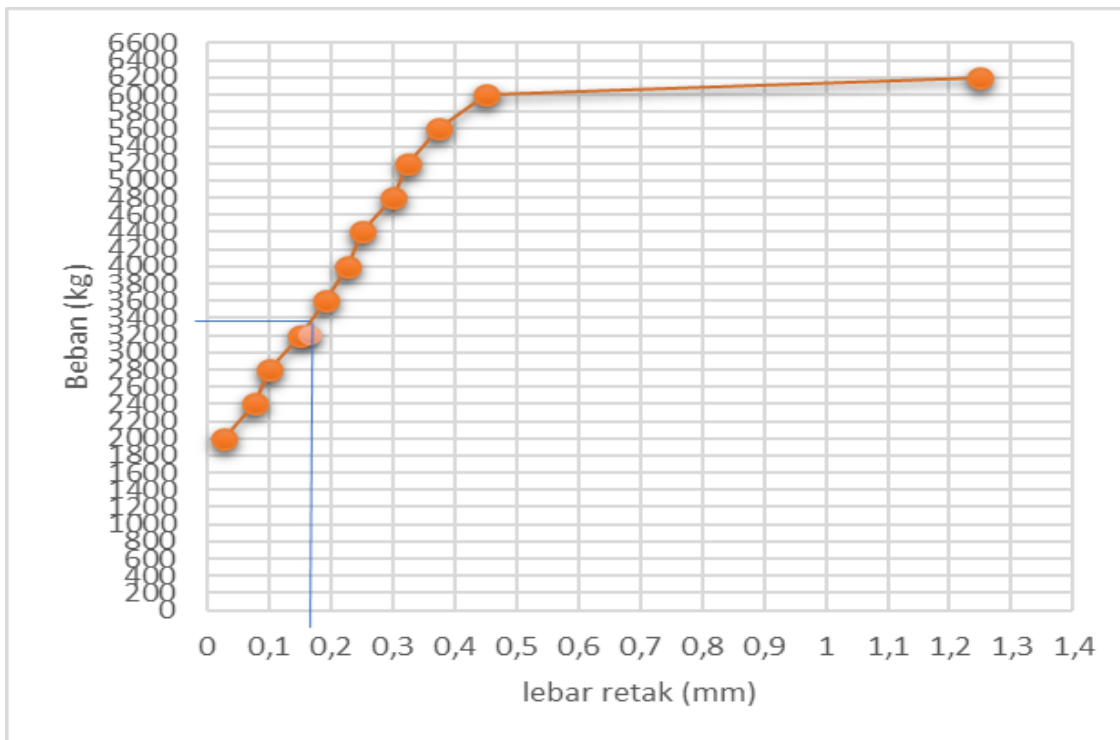
Gambar L 5.5 Lebar Retak RC – N5



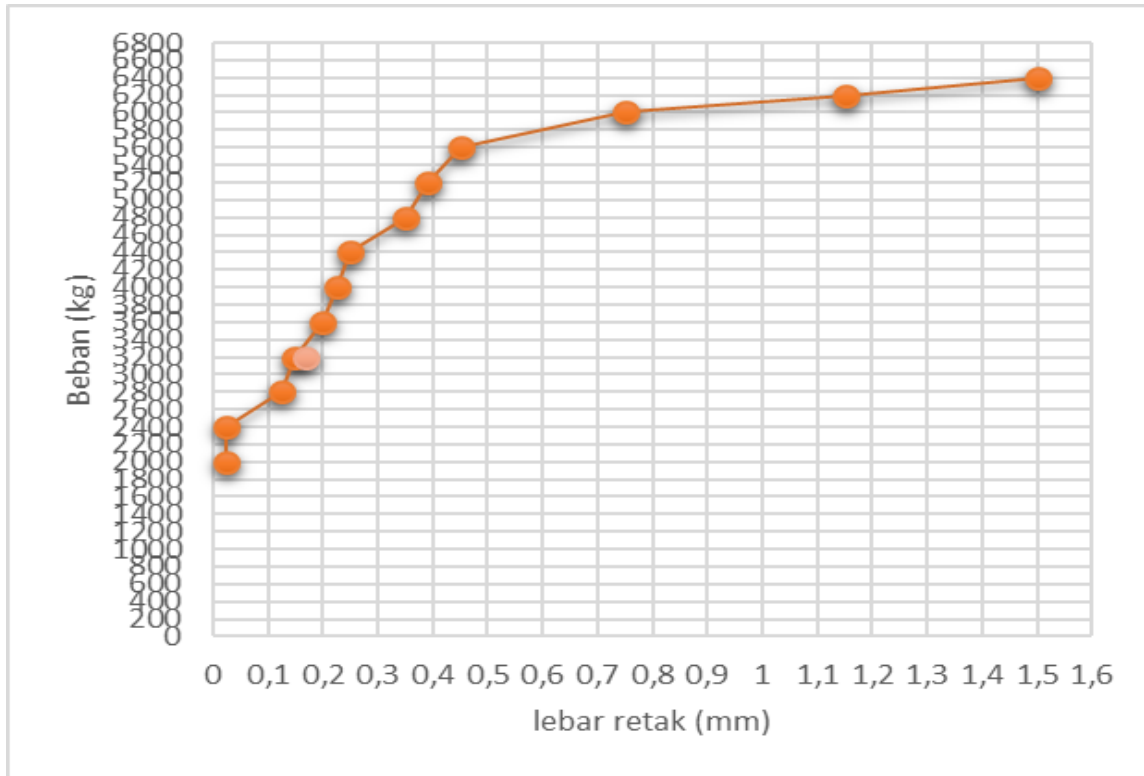
Gambar L 5.6 Lebar Retak RC – N6



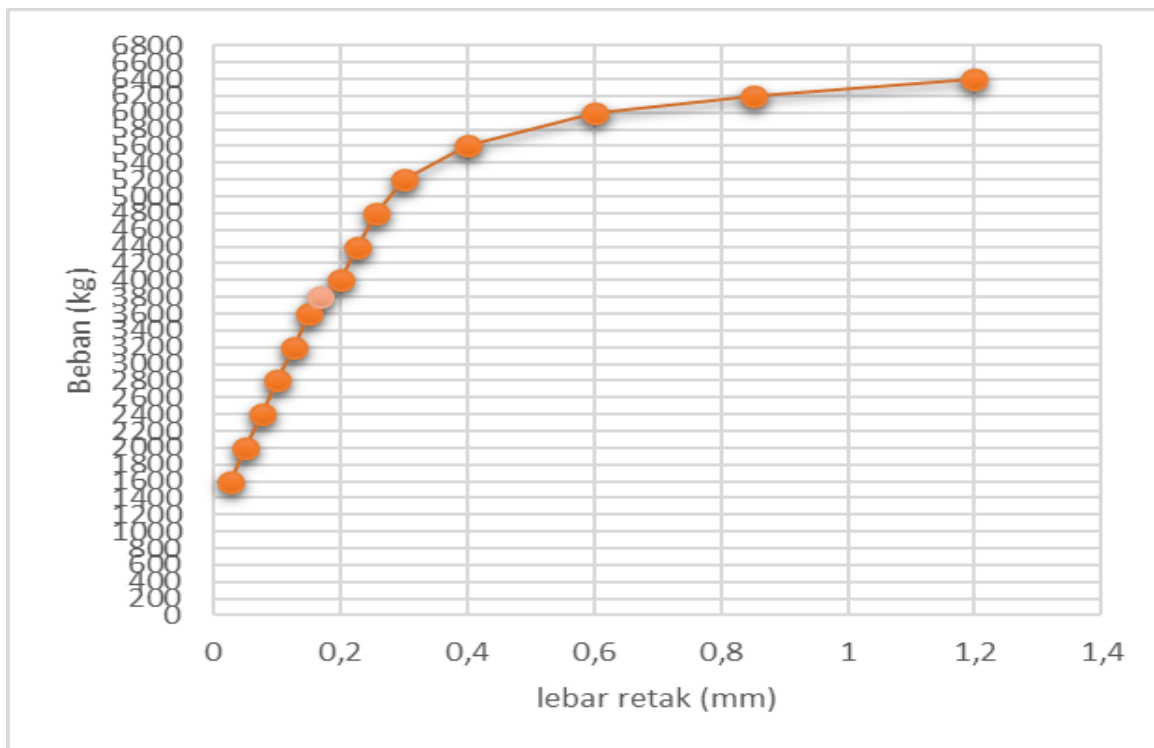
Gambar L 5.7 Lebar Retak RC – N7



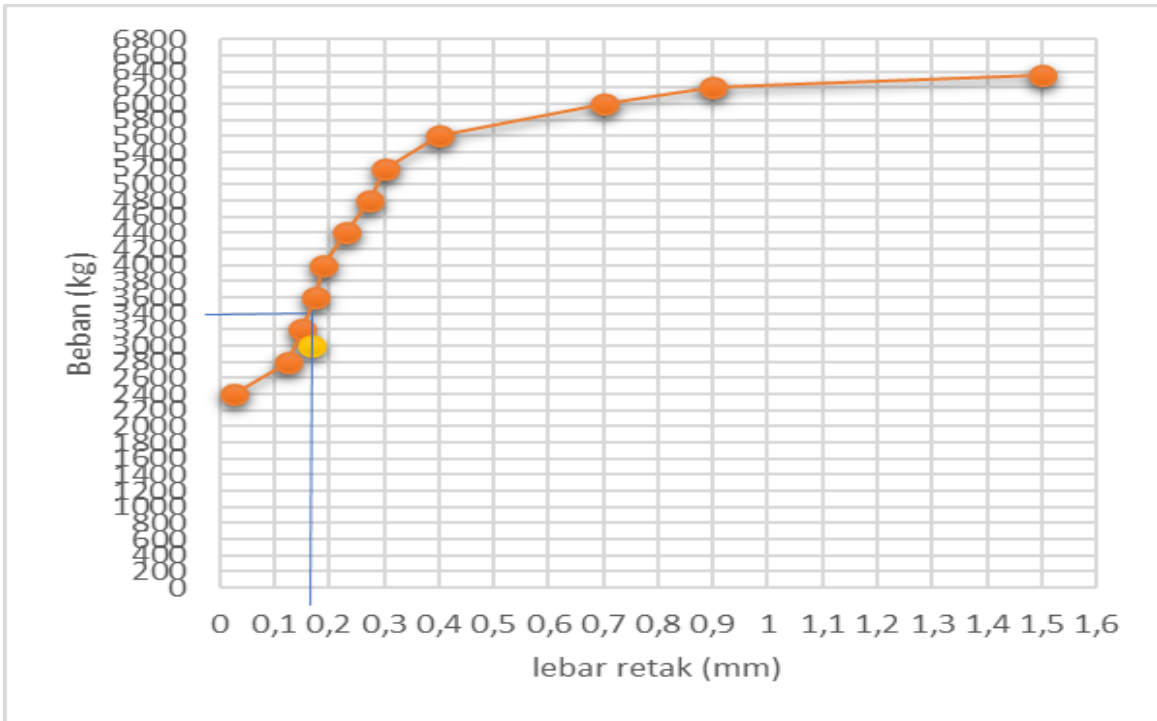
Gambar L 5.8 Lebar Retak RC – N8



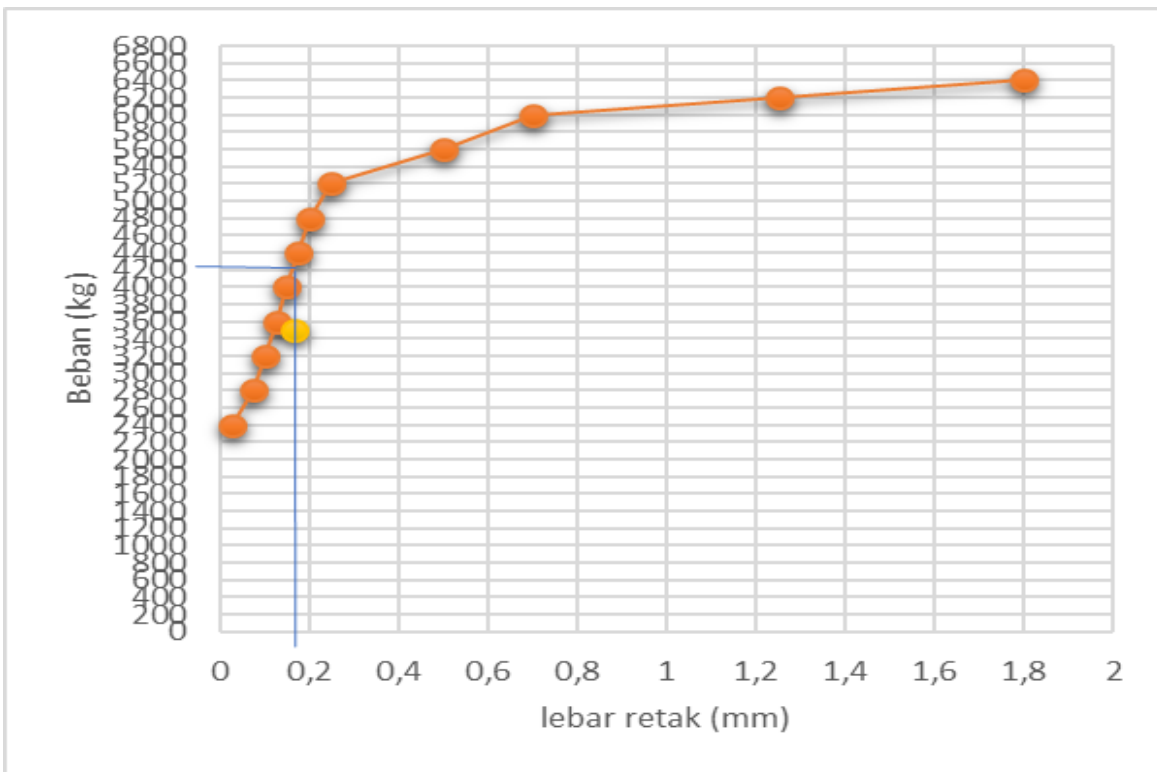
Gambar L 5.9 Lebar Retak RC – N9



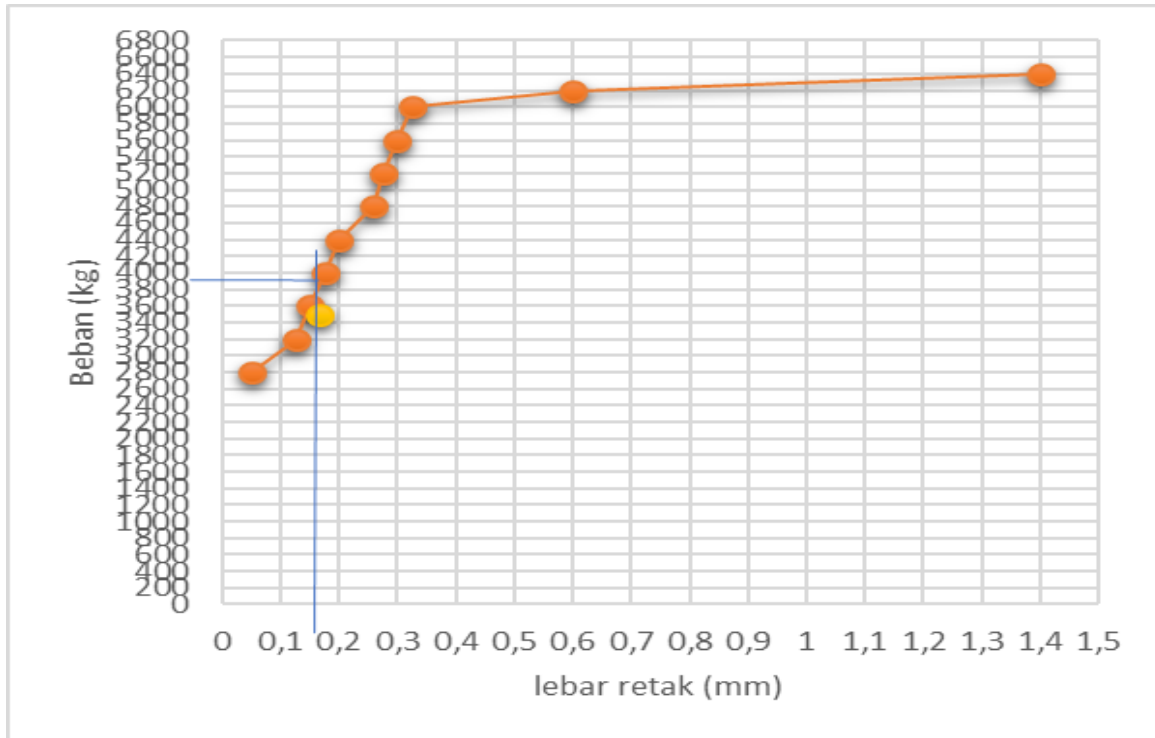
Gambar L 5.10 Lebar Retak RC – N10



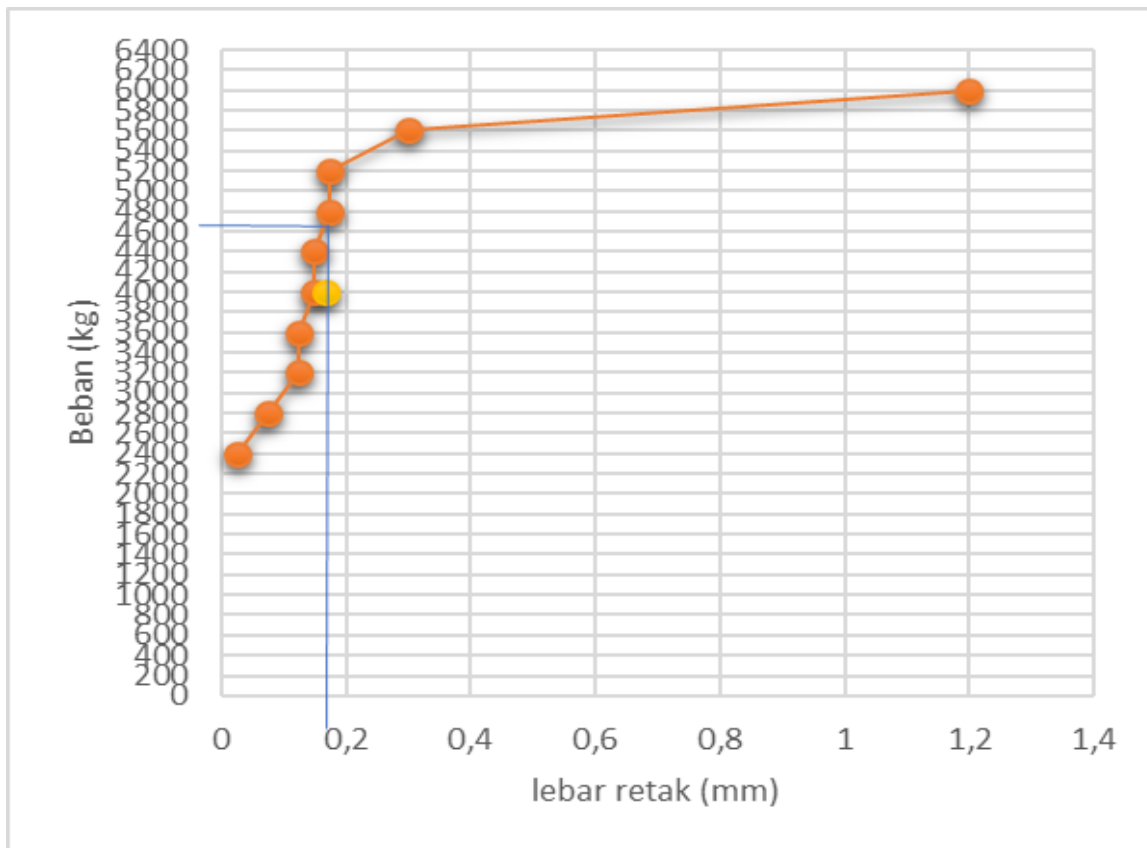
Gambar L 5.11 Lebar Retak RC – O1



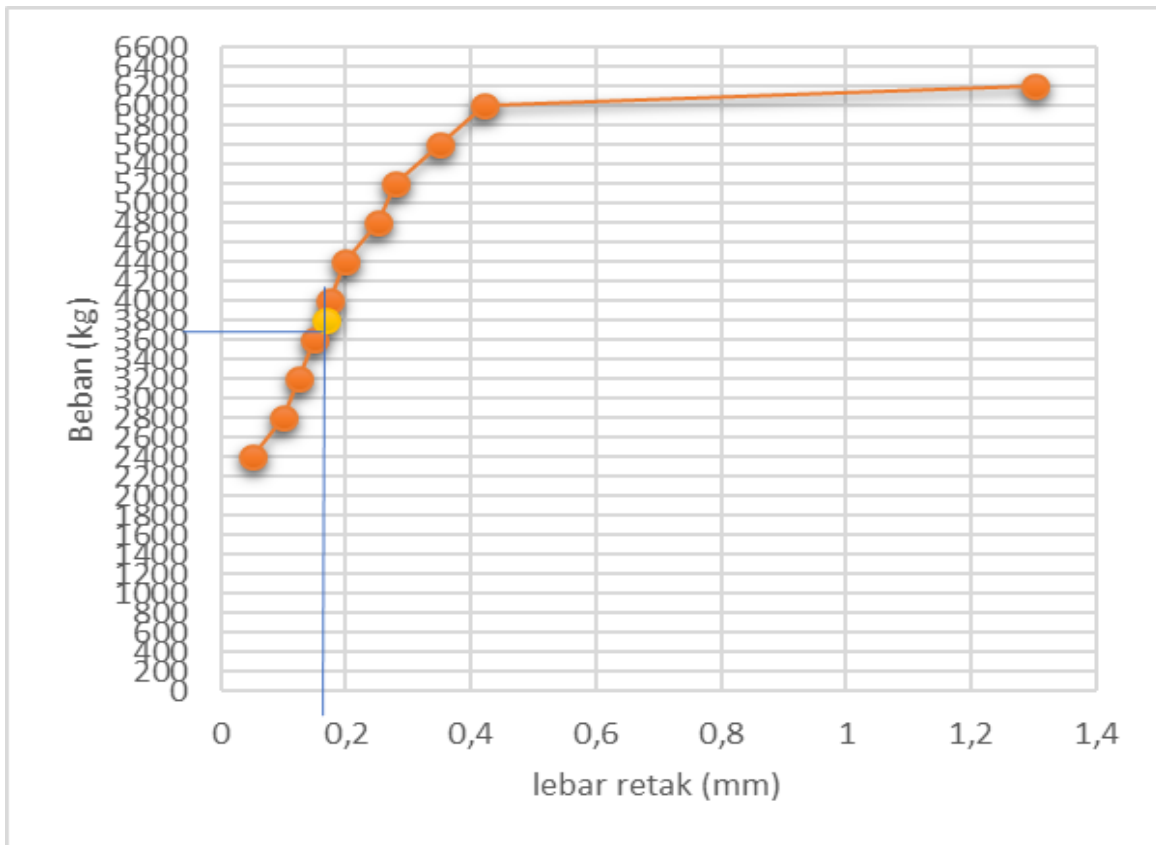
Gambar L 5.12 Lebar Retak RC – O2



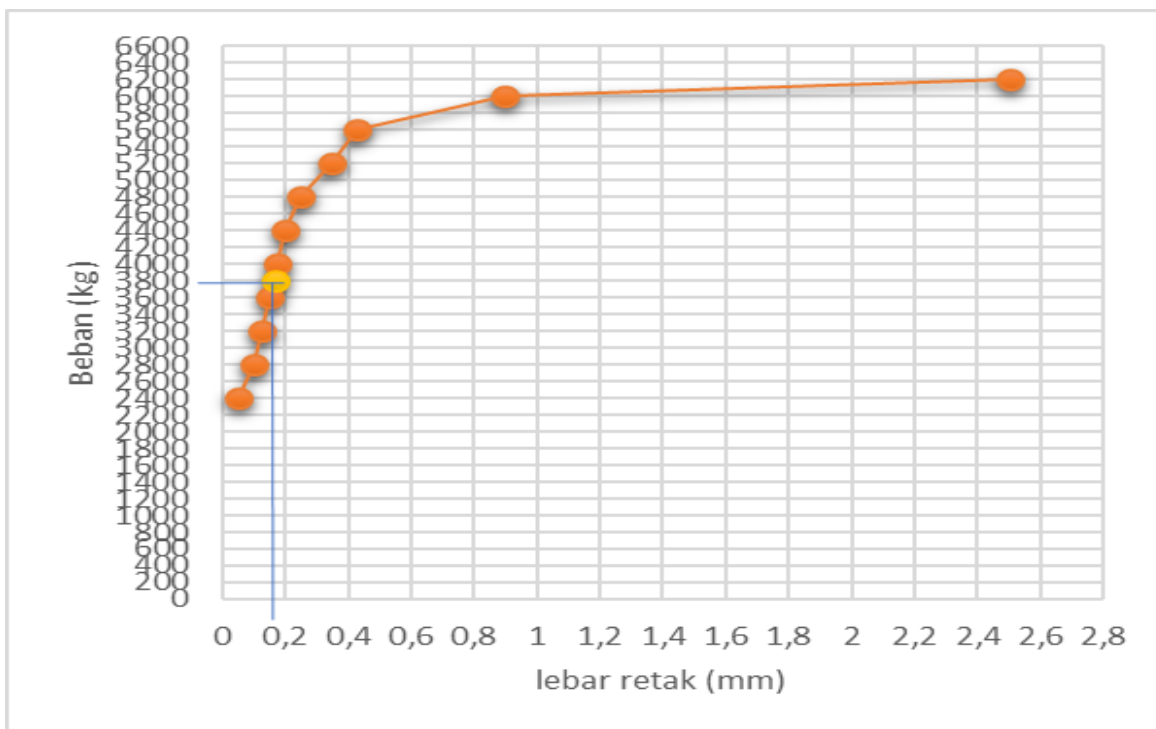
Gambar L 5.13 Lebar Retak RC – O3



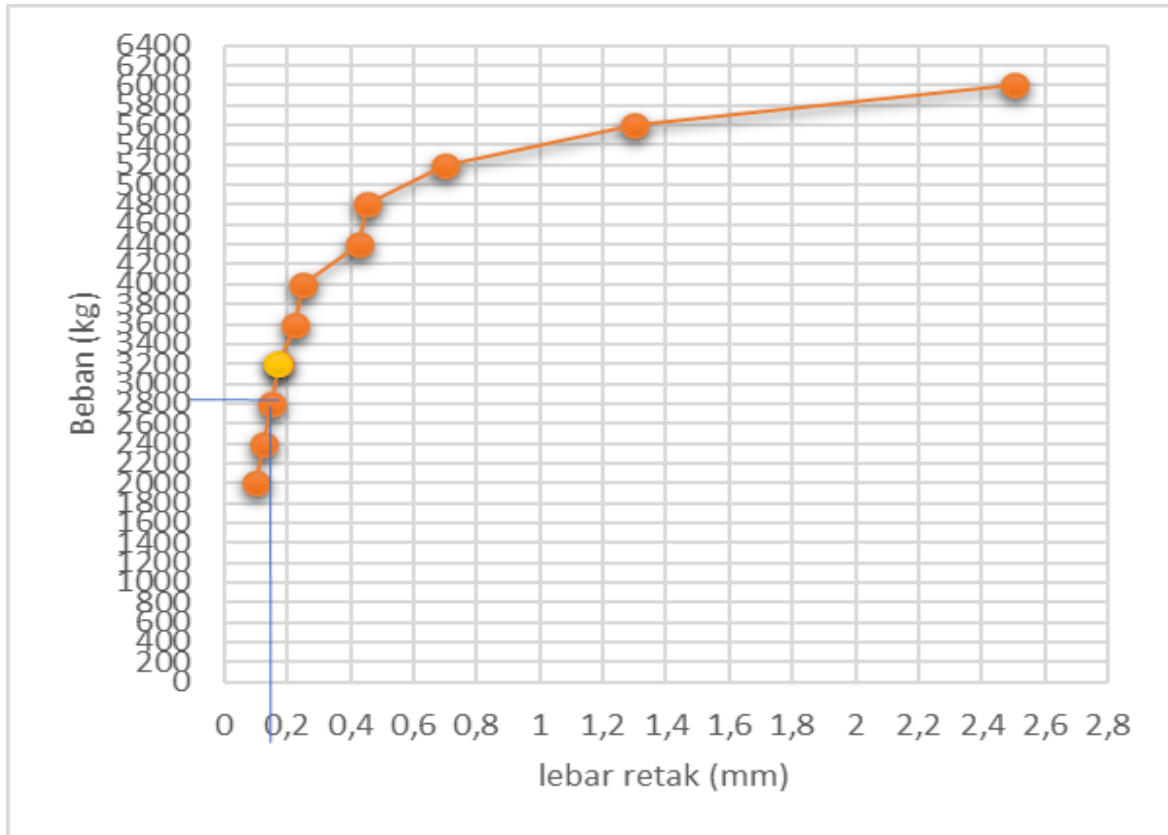
Gambar L 5.14 Lebar Retak RC – O4



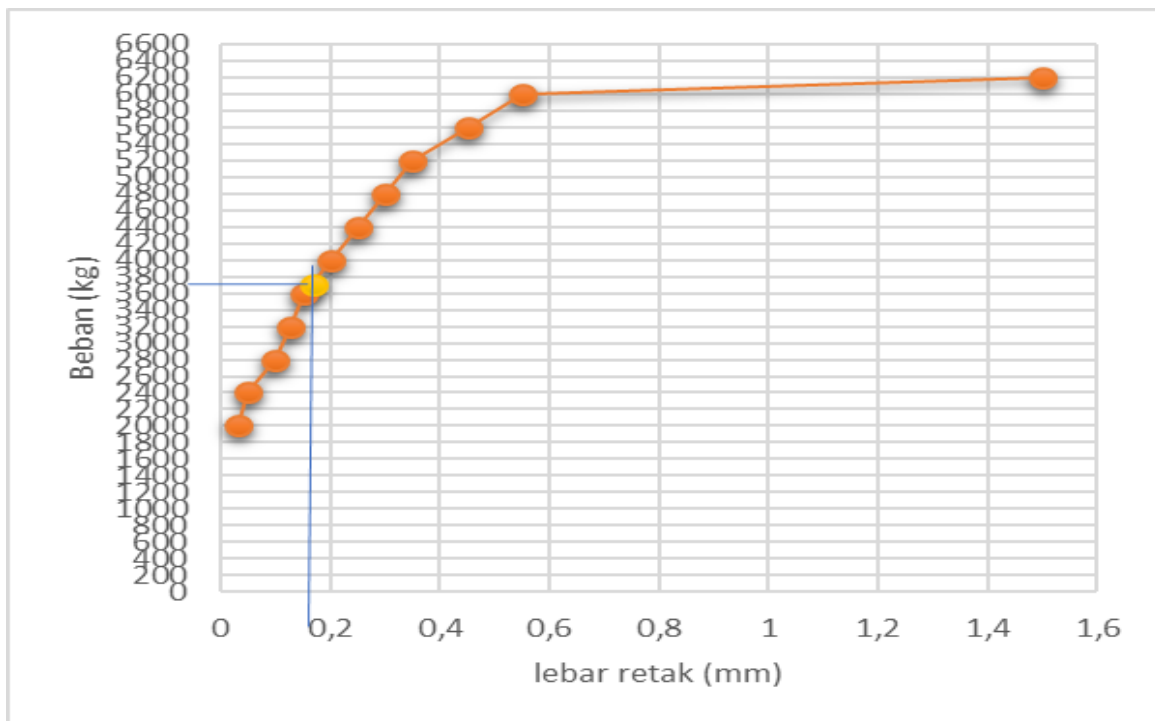
Gambar L 5.15 Lebar Retak RC – O5



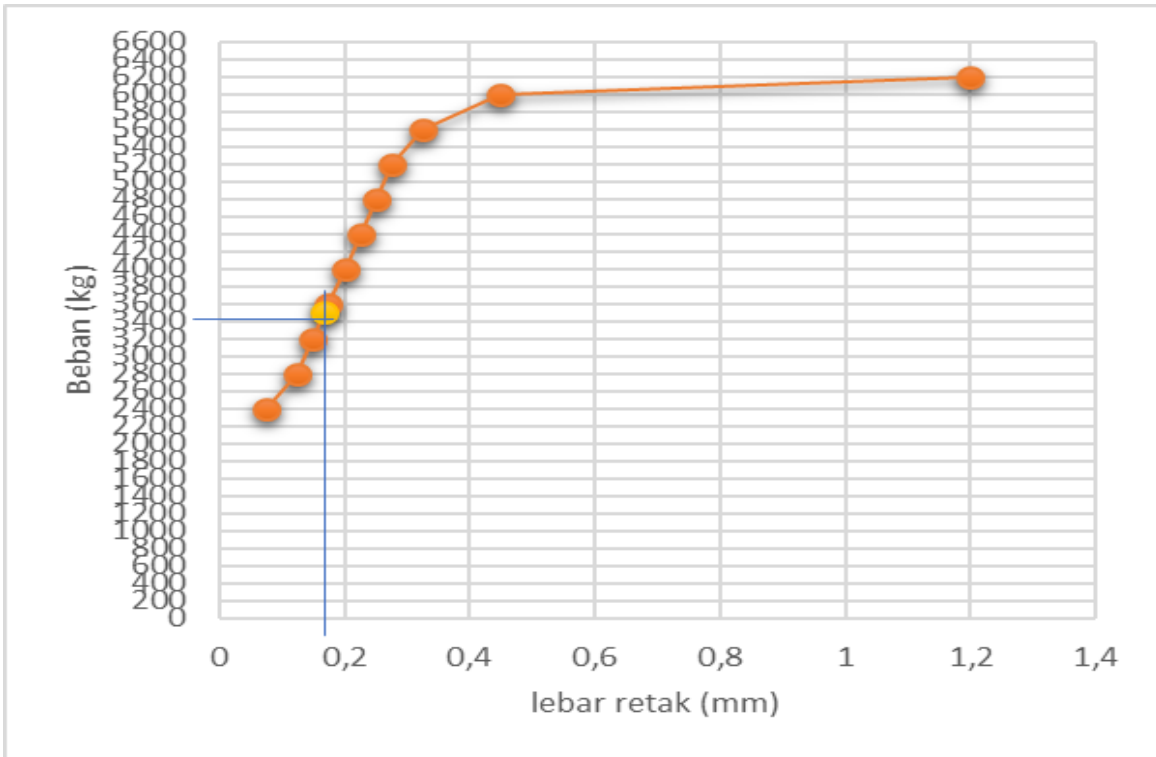
Gambar L 5.16 Lebar Retak RC – O6



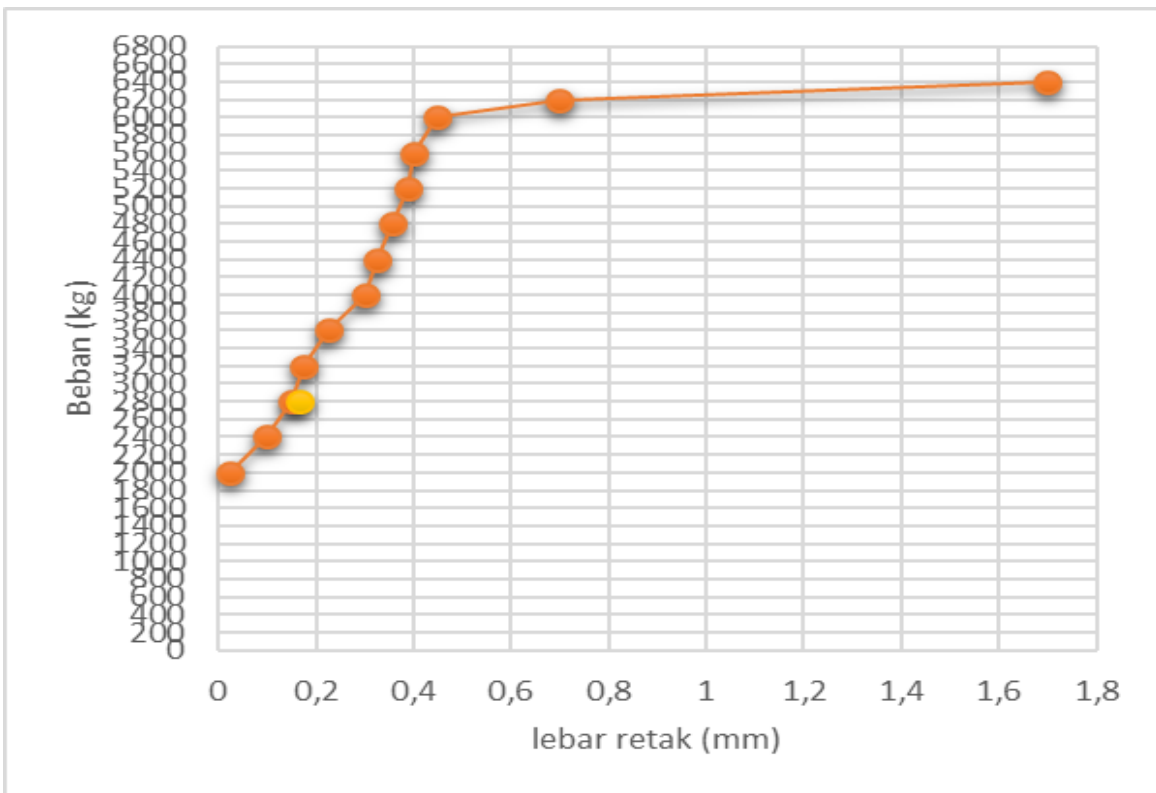
Gambar L 5.17 Lebar Retak RC – O7



Gambar L 5.18 Lebar Retak RC – O8



Gambar L 5.19 Lebar Retak RC – O9



Gambar L 5.20 Lebar Retak RC – O10

LAMPIRAN 6

PERHITUNGAN BEBAN IJIN BALOK BETON BERTULANG NORMAL DAN ONYX

$$f_c = 34,435 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 338,37 \text{ Mpa}$$

$$h = 25 \text{ cm}$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$d = 25 - 2 \cdot 0,8 - (0,5 \times 1,2)$$

$$21,6 \text{ cm}$$

$$A_s = 2 \times (0,25 \times 22 / 7 \times 1,2^2)$$

$$2,2629 \text{ cm}^2$$

$$T = A_s \cdot f_s$$

$$= A_s \cdot 0,6 f_y$$

$$= 4594,1 \text{ kg}$$

$$C = T$$

$$\beta_1 \cdot f'_c \cdot a \cdot b = 4594,12$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,008(f'_c - 30)$$

$$\beta_1 =$$

$$0,8145$$

$$0,804 \cdot f'_c \cdot a \cdot 15 = 4594,12$$

$$a =$$

$$10,92 \text{ cm}$$

$$Z = d - (1/2 a)$$

$$= 16,14 \text{ cm}$$

$$M_n = C \cdot Z$$

$$= 74150 \text{ kgcm}$$

$$R_{A.55} = M_n$$

$$R_A = 1348,2$$

$$P = 2696,4 \text{ kg}$$

LAMPIRAN 7

PERHITUNGAN BEBAN TEORITIS BALOK BETON BERTULANG NORMAL DAN ONYX

$$\begin{aligned}
 f_c &= 28,285 & \text{Mpa} \\
 f_y &= 338,372 & \text{Mpa} \\
 h &= 25 & \text{cm} & = & 250 & \text{mm} \\
 b &= 15 & \text{cm} & = & 150 & \text{mm} \\
 d_c &= 3,4 & \text{cm} & = & 34 & \text{mm} \\
 d &= 25 - 2 \cdot 0,8 - (0,5 \times 1,2) & & = & & \\
 & 21,6 & \text{cm} & = & 216 & \text{mm} \\
 A_s &= 2 \times (0,25 \times 22 / 7 \times 1,2^2) & & = & & \\
 & 2,262857 & \text{cm}^2 & = & 226,286 & \text{mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= A_s \cdot f_s \\
 &= A_s \cdot 0,6 f_y \\
 &= 4594,125 & \text{kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C &= T \\
 \beta_1 \cdot f'c \cdot a \cdot b &= 4594,12 \\
 \beta_1 &= 0,85 - 0,008(f'c - 30) \\
 \beta_1 &= 0,86372 \\
 0,804 \cdot f'c \cdot a \cdot 15 &= 4594,12 \\
 a &= 1,253668 & \text{cm} \\
 c &= 1,451475 & \text{cm} & = & 14,5147 & \text{mm} \\
 \beta &= \frac{(h - c)}{(d - c)} \\
 &= 1,169 \\
 A &= \frac{2b \cdot d_c}{\Sigma \text{tulangan}} \\
 &= 5100 & \text{mm}^2
 \end{aligned}$$

Lebar Retak Maksimum

$$\begin{aligned}
 \omega &= 11 \times 10^{-6} \times \beta f_s \sqrt[3]{d_c A} \times 10^{-3} \\
 &= 11 \times 10^{-6} \times 1,169 \cdot 0,6 \cdot 338,372 \sqrt[3]{34 \cdot 5100} \times 10^{-3} \\
 &= 0,16760 & \text{mm}
 \end{aligned}$$

