

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Benda uji yang digunakan untuk mengetahui kuat desak karakteristik menurut ACI adalah silinder dengan ukuran diameter 150 mm, tinggi 300 mm, sedangkan benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah silinder berdiameter 112,903 mm, tebal 1,45 mm dan tinggi 700 mm.

5.1.1 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Silinder Standar

1. Tipe campuran beton dengan kandungan serat 0 %

Data hasil pengujian untuk benda uji beton silinder standar dengan kandungan serat 0 %, dapat dilihat pada Tabel 5.1. di bawah ini.

Tabel 5.1. Kuat desak beton silinder standar dengan kandungan serat 0 %

Kode benda uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban (KN)	fc (N/mm ²)	(fc-fcr)	(fc-fcr) ²
OS _A	149,90	300,80	17647,905	580	32,8651	0,9414	0,8862
OS _B	149,75	300,05	17612,603	695	39,4604	7,5367	56,8018
OS _C	150,25	301,30	17730,413	490	27,6361	-4,2876	18,3835
OS _D	150,75	299,10	17848,615	495	27,7332	-4,1905	17,5603
Slump = 15 cm				Total	127,6948		93,6318

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= 127,6948/4 \\ &= 31,9237 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_c &= f_{cr} - (1200 \text{ Psi}) \\
 &= 31,9237 - 8,28 \\
 &= 23,6437 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

2. Tipe campuran beton dengan kandungan serat 1 %

Data hasil pengujian untuk benda uji beton silinder standar dengan kandungan serat 1 %, dapat dilihat pada Tabel 5.2. di bawah ini.

Tabel 5.2. Kuat desak beton silinder standar dengan kandungan serat 1 %

Kode benda uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban (KN)	f _c (N/mm ²)	(f _c -f _{cr})	(f _c -f _{cr}) ²
1S _A	148,75	300,00	17612,602	715	40,5959	5,6433	31,8468
1S _B	149,85	300,45	17366,133	630	35,7221	0,7695	0,5921
1S _C	150,30	299,85	17742,215	565	31,8450	-3,1076	9,6572
1S _D	150,10	299,95	17695,028	560	31,6473	-3,3053	10,9250
Slump = 14,5 cm				Total	139,8103		53,0211

$$\begin{aligned}
 f_{cr} &= 139,8103/4 \\
 &= 34,9526 \text{ N/mm}^2 \\
 f_c &= 34,9526 - 8,28 \\
 &= 26,6726 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

3. Tipe campuran beton dengan kandungan serat 2%

Data hasil pengujian untuk benda uji beton silinder standar dengan kandungan serat 2 %, dapat dilihat pada Tabel 5.3. di halaman berikut ini.

Tabel 5.3. Kuat desak beton silinder standar dengan kandungan serat 2 %

Kode benda uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban (KN)	fc (N/mm ²)	(fc-fcr)	(fc-fcr) ²
2S _A	150,60	300,15	17813,113	640	35,9286	-1,2006	1,4414
2S _B	150,30	300,50	17742,215	740	41,7084	4,5793	20,9700
2S _C	151,50	301,45	18026,655	660	36,6124	-0,5168	0,2671
2S _D	150,55	298,10	17801,287	640	34,2672	-2,8620	8,1910
Slump = 13 cm				Total	148,5166		30,8695

$$f'_{cr} = 148,5166/4$$

$$= 37,1292 \text{ N/mm}^2$$

$$f'_c = 37,1292 - 8,28$$

$$= 28,8492 \text{ N/mm}^2$$

4. Tipe campuran beton dengan kandungan serat 3 %

Data hasil pengujian untuk benda uji beton silinder standar dengan kandungan serat 3 %, dapat dilihat pada Tabel 5.4. di bawah ini.

Tabel 5.4. Kuat desak beton silinder standar dengan kandungan serat 3 %

Kode benda uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban (KN)	Fc (N/mm ²)	(fc-fcr)	(fc-fcr) ²
3S _A	150,75	299,90	17848,615	690	38,6585	-0,7904	0,0843
3S _B	150,20	300,65	17718,614	695	39,2243	0,2754	0,0758
3S _C	149,55	300,55	17565,589	660	37,5735	-1,3754	1,8917
3S _D	150,75	300,35	17848,615	720	40,3393	1,3904	1,9332
Slump = 12,5 cm				Total	155,7956		3,9850

$$f'_{cr} = 155,7956/4$$

$$= 38,9489 \text{ N/mm}^2$$

$$f'_c = 38,9489 - 8,28 = 30,6689 \text{ N/mm}^2$$

Perbandingan kuat desak karakteristik beton silinder standar dengan variasi kandungan serat dapat dilihat pada Tabel 5.5 di bawah ini. Sedangkan untuk hasil regresi kuat desak beton silinder standar dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 5.5. Perbandingan kuat desak karakteristik beton

Kandungan serat	0%	1%	2%	3%
Kuat desak f'_c (N/mm ²)	23,6437	26,6726	28,8492	30,6689
Prosentase f'_c Terhadap beton biasa (kandungan serat 0%)	100%	112,8106%	122,0160%	129,7127%

5.1.2 Hasil Pengujian Kuat Desak Kolom Komposit

1. Kuat desak kolom komposit dengan kandungan serat 0 %

Data hasil pengujian kuat desak untuk benda uji kolom komposit dengan kandungan serat 0 %, dapat dilihat pada Tabel 5.6. dibawah ini.

Tabel 5.6 Kuat desak kolom komposit dengan kandungan serat 0 %

Kode benda Uji	Eksentrisitas (mm)	Beban Eksentris (N)	Momen (N.mm)	Beban Sentris (N)
OK _A	87,95	150.10 ³	13192,50.10 ³	430.10 ³
OK _B	86,95	175.10 ³	15216,25.10 ³	580.10 ³
OK _C	87,45	160.10 ³	13992,00.10 ³	540.10 ³
OK _D	86,75	190.10 ³	16482,50.10 ³	580.10 ³
Total			58883,25.10 ³	2130.10 ³

Kekuatan rata-rata kolom komposit dengan kandungan serat 0 % :

a. Momen maksimal rata-rata yang mampu ditahan

$$M_{\max} \text{ rata-rata} = 58883,25.10^3 / 4 = 14720,56250.10^3 \text{ Nmm}$$

b. Beban sentris maksimal rata-rata yang masih mampu ditahan setelah mencapai momen maksimal

$$P_{\max} \text{ rata-rata} = 2130.10^3 / 4 = 532,50.10^3 \text{ N}$$

2. Kuat desak kolom komposit dengan kandungan serat 1%

Data hasil pengujian kuat desak untuk benda uji kolom komposit dengan kandungan serat 1 %, dapat dilihat pada Tabel 5.7. di halaman berikut.

Tabel 5.7 Kuat desak kolom komposit dengan kandungan serat 1 %

Kode benda Uji	Eksentrisitas (mm)	Beban Eksentris (N)	Momen (Nmm)	Beban Sentris (N.mm)
1K _A	87,65	180.10 ³	15777,00.10 ³	570.10 ³
1K _B	87,45	180.10 ³	15741,00.10 ³	540.10 ³
1K _C	88,15	160.10 ³	14104,00.10 ³	560.10 ³
1K _D	86,95	190.10 ³	16520,50.10 ³	560.10 ³
Total			62142,50.10 ³	2230.10 ³

Kekuatan rata-rata kolom komposit dengan kandungan serat 1 % :

a. Momen maksimal rata-rata yang mampu ditahan

$$M_{\max} \text{ rata-rata} = 62142,50.10^3 / 4 = 15535,625.10^3 \text{ Nmm}$$

b. Beban sentris maksimal rata-rata yang masih mampu ditahan setelah mencapai momen maksimal

$$P_{\max} \text{ rata-rata} = 2230.10^3 / 4 = 557,5.10^3 \text{ N}$$

3. Kuat desak kolom komposit dengan kandungan serat 2 %

Data hasil pengujian kuat desak untuk benda uji kolom komposit dengan kandungan serat 2 %, dapat dilihat pada Tabel 5.8. dibawah ini.

Tabel 5.8 Kuat desak kolom komposit dengan kandungan serat 2 %

Kode benda Uji	Eksentrisitas (mm)	Beban Eksentris (N)	Momen (N.mm)	Beban Sentris (N)
2K _A	87,15	200.10 ³	17430,00.10 ³	660.10 ³
2K _B	88,25	155.10 ³	13678,75.10 ³	640.10 ³
2K _C	87,45	180.10 ³	15741,00.10 ³	600.10 ³
2K _D	87,45	180.10 ³	15742,00.10 ³	600.10 ³
Total			62590,70.10 ³	2500.10 ³

Kekuatan rata-rata kolom komposit dengan kandungan serat 2 % :

a. Momen maksimal rata-rata yang mampu ditahan

$$M_{\max} \text{ rata-rata} = 58883,25 \cdot 10^3 / 4 = 15647,67500 \cdot 10^3 \text{ Nmm}$$

b. Beban sentris maksimal rata-rata yang masih mampu ditahan setelah mencapai momen maksimal

$$P_{\max} \text{ rata-rata} = 2500 \cdot 10^3 / 4 = 625 \cdot 10^3 \text{ N}$$

4. Kuat desak kolom komposit dengan kandungan serat 3 %

Data hasil pengujian kuat desak untuk benda uji kolom komposit dengan kandungan serat 3 %, dapat dilihat pada Tabel 5.9. dibawah ini.

Tabel 5.9 Kuat desak kolom komposit dengan kandungan serat 3 %

Kode benda Uji	Eksentrisitas (mm)	Beban Eksentris (N)	Momen (N.mm)	Beban Sentris (N)
3K _A	85,55	250.10 ³	21387,50.10 ³	640.10 ³
3K _B	87,75	190.10 ³	16672,50.10 ³	620.10 ³
3K _C	86,95	200.10 ³	17390,00.10 ³	680.10 ³
3K _D	87,45	200.10 ³	17490,00.10 ³	660.10 ³
Total			72940,00.10 ³	2600.10 ³

Kekuatan rata-rata kolom komposit dengan kandungan serat 3 % :

a. Momen maksimal rata-rata yang mampu ditahan

$$M_{\max} \text{ rata-rata} = 72940,002500 \cdot 10^3 \cdot 10^3 / 4 = 18235,00 \cdot 10^3 \text{ Nmm}$$

b. Beban sentris maksimal rata-rata yang masih mampu ditahan setelah mencapai momen maksimal

$$P_{\max} \text{ rata-rata} = 2600 \cdot 10^3 / 4 = 650 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Hasil regresi kuat desak kolom komposit terhadap beban eksentris maupun sentris dapat dilihat pada lampiran 3.

5.2 Pembahasan

5.2.1 Workabilitas Adukan Beton

Sesuai dengan perbandingan yang telah direncanakan dengan variasi serat tertentu, dilakukan pencampuran adukan kedalam mesin pencampur untuk setiap variasi, pengukuran workabilitas adukan diuji dan dicatat yaitu nilai slump seperti yang tercantum didalam Tabel 5.10 di halaman berikut ini .

Secara keseluruhan nilai slump untuk semua variasi memenuhi slump rencana seperti yang direkomendasikan dalam metode ACI yaitu nilai slump untuk kolom antara 7,5 cm – 15,0 cm. Nilai slump yang berbeda-beda disebabkan karena pengaruh penambahan serat pada adukan beton. Pada adukan beton dengan kandungan serat lebih besar akan menghasilkan nilai slump lebih rendah. Dengan demikian workabilitas adukan beton tersebut semakin rendah pula.

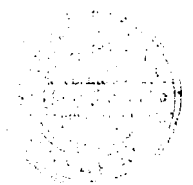
Tabel 5.10 Nilai slump untuk setiap variasi

Kandungan Serat	Slump
0 %	15,0 cm
1 %	14,5 cm
2 %	13,0 cm
3 %	12,5 cm

5.2.2 Tipologi Kerusakan Benda Uji Setelah Pengujian

Benda uji kolom setelah diberi beban maka akan mengalami kerusakan, sehingga tipologi kerusakannya dapat diuraikan sebagai berikut ini.

1. Benda uji mengalami kerusakan pada bagian atas yaitu berupa pembengkokan saat dibebani dengan pembebanan eksentris. Kerusakan kolom ini disebabkan



karena kehilangan stabilitas lateral yaitu terjadi tekuk yang cukup besar ($Kl_u/r = 42,5155) > 22.$)

2. Tekuk terjadi pada daerah 100 mm s/d 150 mm di bagian ujung atas kolom, hal ini disebabkan karena terjadinya konsentrasi tegangan di daerah tersebut.
3. Setelah pembebanan eksentris mencapai beban maksimum dan kemudian benda uji tersebut diuji lagi dengan pembebanan sentris, terjadi pengelembungan pada bagian badan dan ujung atas kolom, hal ini menandakan bahwa kolom tidak lagi mampu menahan beban yang diberikan. Pengelembungan ini terjadi di semua sisi (sekeliling badan) kolom, hal ini akibat dari pembebanan sentris.

Untuk memperjelas uraian di atas lihat gambar 5.1 dan 5.8 berikut ini.



Gambar 5.1 Keadaan benda uji sebelum pengujian



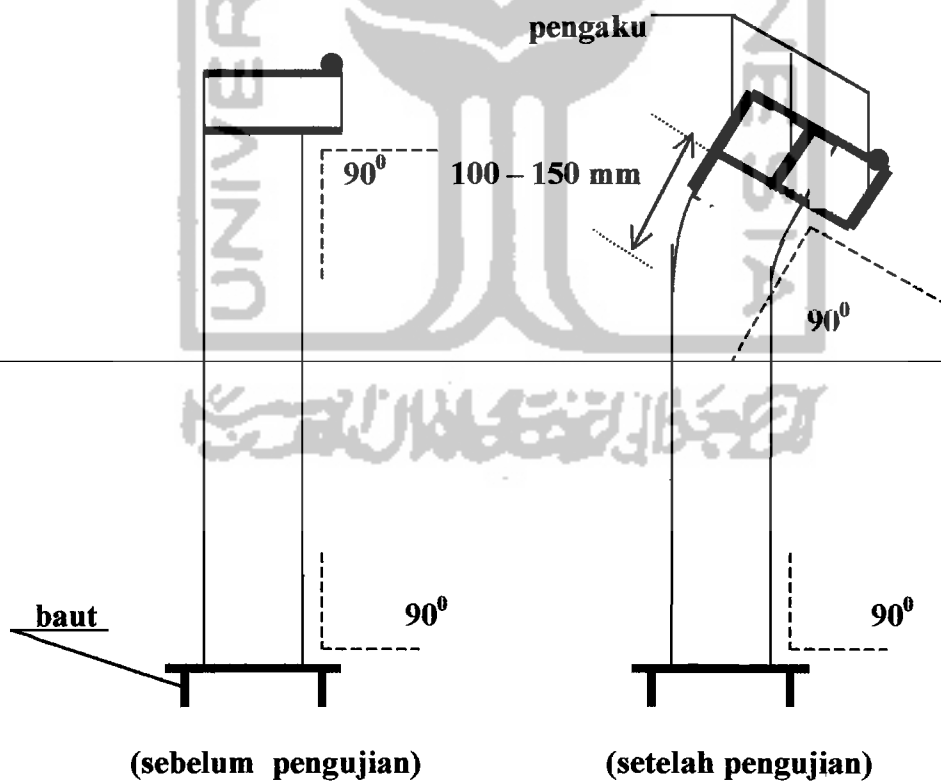
Gambar 5.2 Keadaan benda uji setelah pengujian dengan pembebanan eksentris



Gambar 5.3 Keadaan bagian ujung atas benda uji sebelum pengujian



Gambar 5.4 Keadaan bagian ujung atas benda uji setelah pengujian dengan pembebanan eksentris



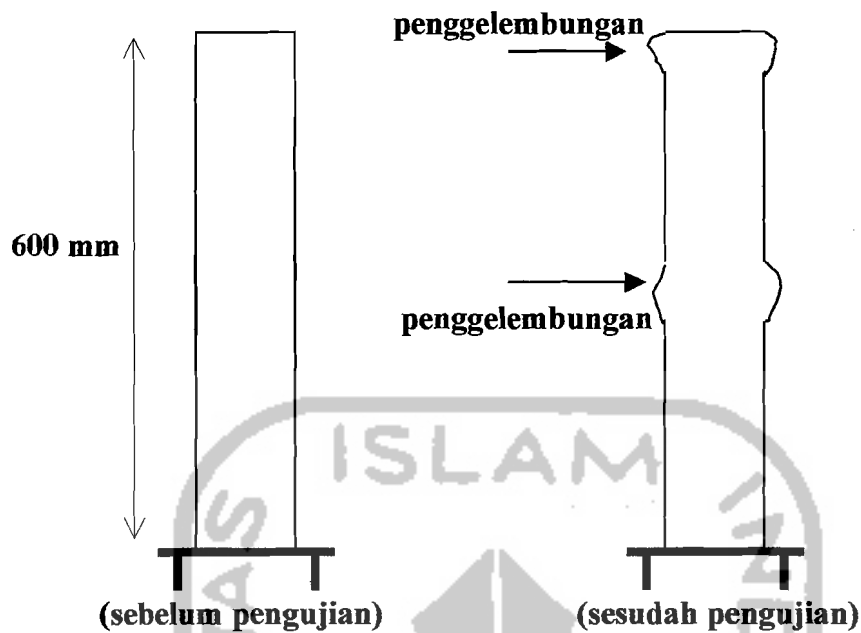
Gambar 5.5 Tipologi kerusakan benda uji dengan pembebanan eksentris.



Gambar 5.6 Keadaan benda uji sebelum pengujian dengan beban sentris



Gambar 5.7 Keadaan benda uji setelah pengujian dengan pembebanan sentris



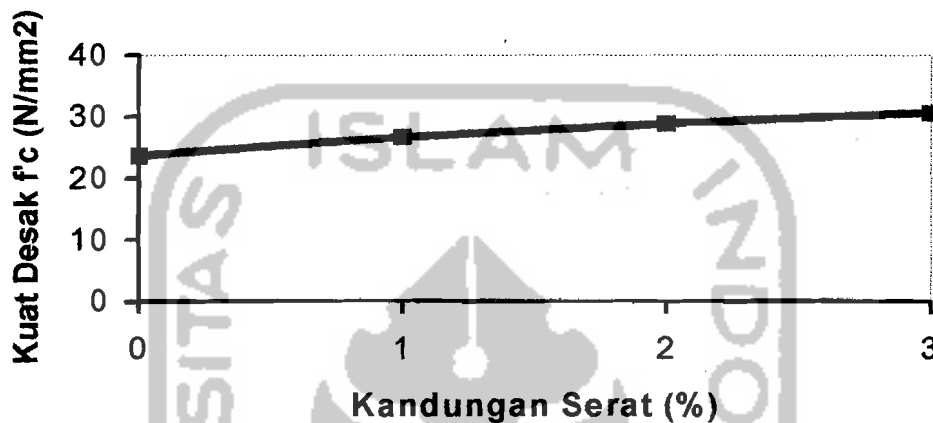
Gambar 5.8 Tipologi kerusakan benda uji dengan pembebanan sentris

5.2.3 Kuat Desak

1. Kuat Desak Silinder Beton Standar

Penambahan serat pada adukan beton menyebabkan peningkatan kuat desak karakteristik beton. Pada waktu pembebanan akan timbul regangan yang mengakibatkan pembengkakan dan retak-retak pada beton. Hal ini diakibatkan karena beton silinder standar yang dibebani sentris tidak lagi mampu menahan tegangan yang terjadi, sehingga didalam beton terjadi gaya tarik sampai terjadi keruntuhan beton. Serat yang ditambahkan pada adukan akan membantu menahan gaya tarik yang timbul, sehingga akan meningkatkan kuat desaknya. Semakin banyak kandungan serat semakin tinggi kuat desaknya. Pada beton tanpa serat mempunyai nilai $f'_c = 23,6437$ MPa, kemudian beton dengan kandungan serat 1 % terjadi peningkatan kuat desak sebesar 3,0289 MPa (12,8106 %), untuk beton dengan

kandungan serat 2 % terjadi peningkatan pula sebesar 5,2055 MPa (22,0160 %), sedangkan untuk beton dengan kandungan serat 3 % terjadi peningkatan kuat desak sebesar 7,0252 MPa (29,7127 %). Untuk lebih jelasnya lihat gambar 5.9 di bawah ini.



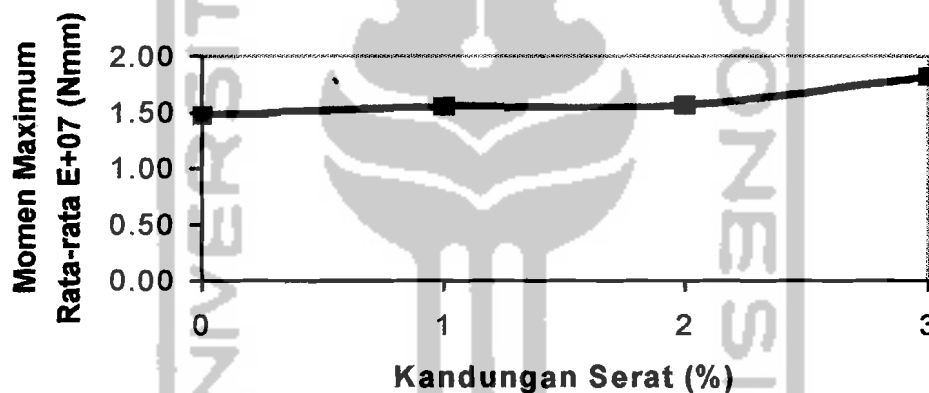
Gambar 5.9 Grafik hubungan kandungan serat dengan kuat desak karakteristik beton.

2. Kuat Desak Kolom Komposit

a. Kuat Desak Kolom Komposit Terhadap Beban Eksentris

Penambahan serat yang disebar merata pada adukan beton mengakibatkan peningkatan kapasitas dukung momen kolom komposit. Momen mengakibatkan timbulnya tegangan, dengan demikian penampang kolom akan menjadi daerah tarik dan tekan. Serat yang ditambahkan pada adukan akan membantu beton pada bagian tarik menahan gaya tarik yang timbul, sehingga kekuatan beton menahan gaya tarik tersebut akan meningkat. Hal ini sangat berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan kolom komposit secara keseluruhan. Semakin banyak kandungan serat, maka akan menghasilkan tahanan momen yang lebih tinggi. Pada benda uji tanpa kandungan

serat menghasilkan momen maksimum rata-rata sebesar $14720,5625 \cdot 10^3$ Nmm, kemudian dengan kandungan serat 1 % terjadi peningkatan momen maksimum rata-rata sebesar $815,0625 \cdot 10^3$ Nmm (4,6230 %), selanjutnya dengan kandungan serat 2 % terjadi peningkatan momen maksimum rata-rata sebesar $927,1125 \cdot 10^3$ Nmm (6,3002 %), sedangkan dengan kandungan serat 3 % terjadi peningkatan momen maksimum rata-rata sebesar $3514,4375 \cdot 10^3$ Nmm (23,6038 %). Untuk lebih jelasnya lihat gambar 5.10 di bawah ini.

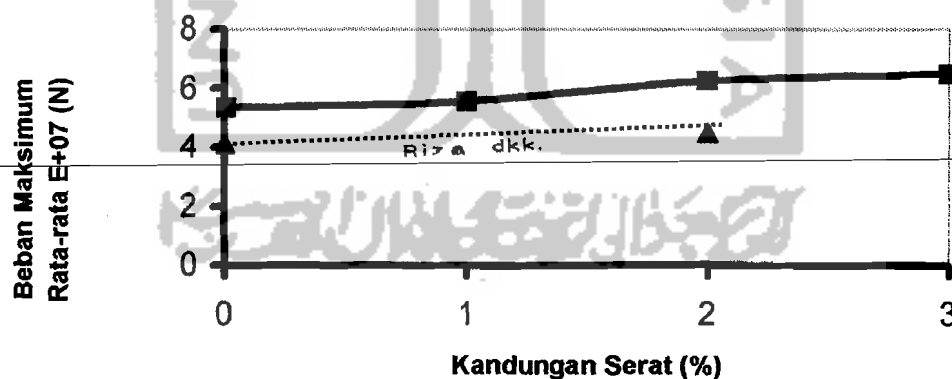


Gambar 5.10 Grafik hubungan kandungan serat dengan kapasitas momen

b. Kuat Desak Kolom Komposit Terhadap Beban Sentris

Seperti halnya pada pembebanan eksentris, yaitu dengan menambahkan serat pada adukan beton akan terjadi pula peningkatan beban sentris maksimal yang mampu ditahan kolom komposit. Akibat pembebanan sentris, maka terjadi penggelembungan pada bagian badan dan ujung atas kolom pada saat pembebanan mencapai maksimum. Hal ini disebabkan karena pada saat pembebanan kolom akan

menerima tegangan dan akan menimbulkan regangan. Akibat regangan yang terjadi akan timbul gaya tarik pada beton. Serat yang ditambahkan akan membantu menahan gaya tarik yang timbul akibat regangan tersebut, sehingga kekuatan beton akan meningkat. Hal ini berpengaruh pada kolom komposit secara keseluruhan. Semakin banyak kandungan serat, maka akan semakin tinggi kuat desaknya. Pada benda uji tanpa kandungan serat menghasilkan beban sentris maksimum rata-rata yang masih mampu ditahan sebesar $532,50 \cdot 10^3$ N, kemudian dengan kandungan serat 1% terjadi peningkatan beban maksimum rata-rata sebesar $25,00 \cdot 10^3$ N (8,3781 %), selanjutnya dengan kandungan serat 2% terjadi peningkatan beban maksimum rata-rata sebesar $92,6030 \cdot 10^3$ N (17,3709 %), sedangkan dengan kandungan serat 3% terjadi peningkatan beban maksimum sebesar $117,50 \cdot 10^3$ N (22,0658 %). Untuk lebih jelasnya lihat gambar 5.11 di bawah ini.



Gambar 5.11 Grafik hubungan kandungan serat dengan beban sentris maksimum