

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Karakteristik Fisik Baja Tulangan

5.1.1 Distribusi Variasi Diameter

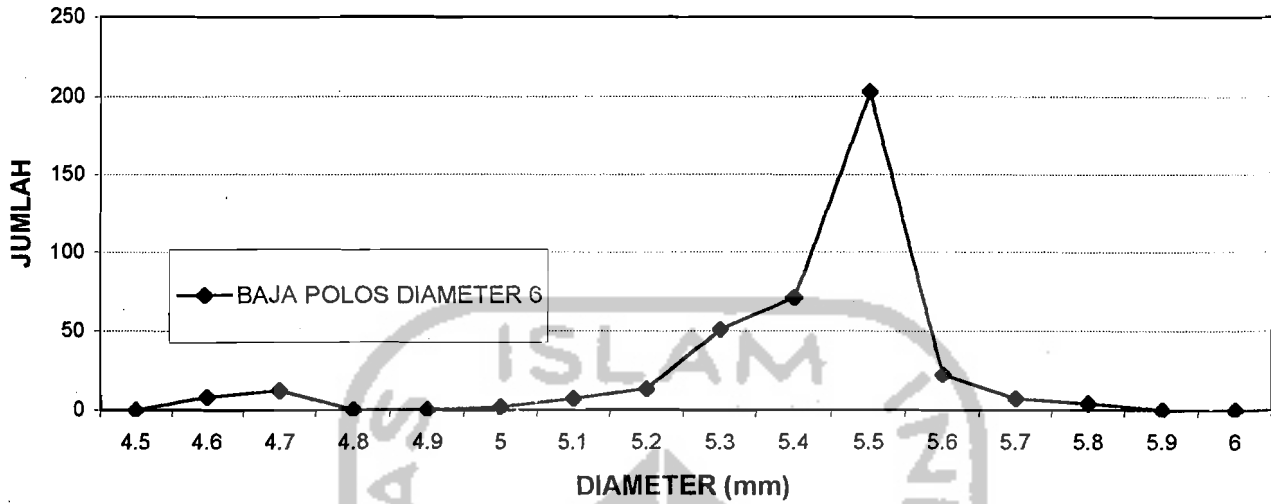
Dari hasil penelitian di lapangan didapatkan beragam variasi diameter baja tulangan polos, diantaranya untuk $\varnothing 6$ mm ada 16 variasi dimulai dari $\varnothing 4.5$ mm sampai dengan $\varnothing 6$ mm yaitu 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 5.0, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 6.0, sedangkan untuk $\varnothing 8$ mm ada 21 variasi dimulai dari $\varnothing 6$ mm sampai dengan $\varnothing 8$ mm yaitu 6.0, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9, 7.0, 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9, 8.0, sedangkan untuk $\varnothing 10$ mm ada 21 variasi dimulai dari $\varnothing 8$ mm sampai dengan $\varnothing 10$ mm yaitu 8.0, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.8, 8.9, 9.0, 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7, 9.8, 10.0, sedangkan untuk $\varnothing 12$ mm ada 28 variasi dimulai dari $\varnothing 9.3$ mm sampai dengan $\varnothing 12$ mm yaitu 9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7, 9.8, 9.9, 10.0, 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, 10.7, 10.8, 10.9, 11.0, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11.8, 11.9, 12.0. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.1 sampai 5.4 yaitu grafik hubungan antara variasi diameter terukur baja tulangan polos 6,8,10,12 mm dengan jumlahnya. Dari gambar terlihat penyimpangan antara diameter terukur dengan diameter batasan adalah sangat besar. Untuk $\varnothing 6$ mm, diameter

terukurnya paling banyak adalah 5.5 mm (selisih 0.5 mm). Untuk $\varnothing 8$ mm, diameter terukurnya paling banyak adalah 7.4 mm (selisih 0.6 mm). Untuk $\varnothing 10$ mm, diameter terukurnya paling banyak adalah 9.2 mm (selisih 0.8 mm). Untuk $\varnothing 12$ mm, diameter terukurnya paling banyak adalah 10.1 dan 10.3 mm (selisih 1.9 dan 1.7 mm).

Lihat pula gambar 5.5 yaitu grafik gabungan hubungan antara diameter terukur baja tulangan polos 6,8,10,12 mm dengan jumlahnya. Dari gambar terlihat bahwa penyimpangan yang paling besar terjadi adalah pada diameter kecil yaitu $\varnothing 6$ mm.

Setelah diameter dikelompokkan dalam suatu interval dan selanjutnya dibuat dalam bentuk grafik maka terjadilah bentuk seperti dalam gambar 5.6,5.7,5.8,dan 5.9. Disini terlihat bahwa dalam batasan diameter yang ditentukan misalnya $\varnothing 6$ mm terjadi suatu bentuk distribusi normal akan tetapi normal untuk diameter beberapa step ukuran dibawahnya yaitu misalnya $\varnothing 5.5$ mm. Jadi jika dibuat grafik diameter sebenarnya maka akan selalu terjadi bentuk suatu distribusi miring ke kiri. Hal ini terjadi karena dalam distribusi pasar dengan diameter berdimensi standar SII atau lebih besar jarang sekali ada bahkan diameter yang berdimensi lebih besar bisa dikatakan tidak ada. Diameter dengan dimensi lebih besar tersebut akan masuk dalam katagori dimensi diameter diatasnya atau dengan kata lain akan selalu dilakukan pembulatan keatas.

BAJA POLOS DIAMETER 6 mm																
DIAMETER	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6
JUMLAH	0	8	12	0	0	2	7	13	51	71	203	22	7	4	0	0

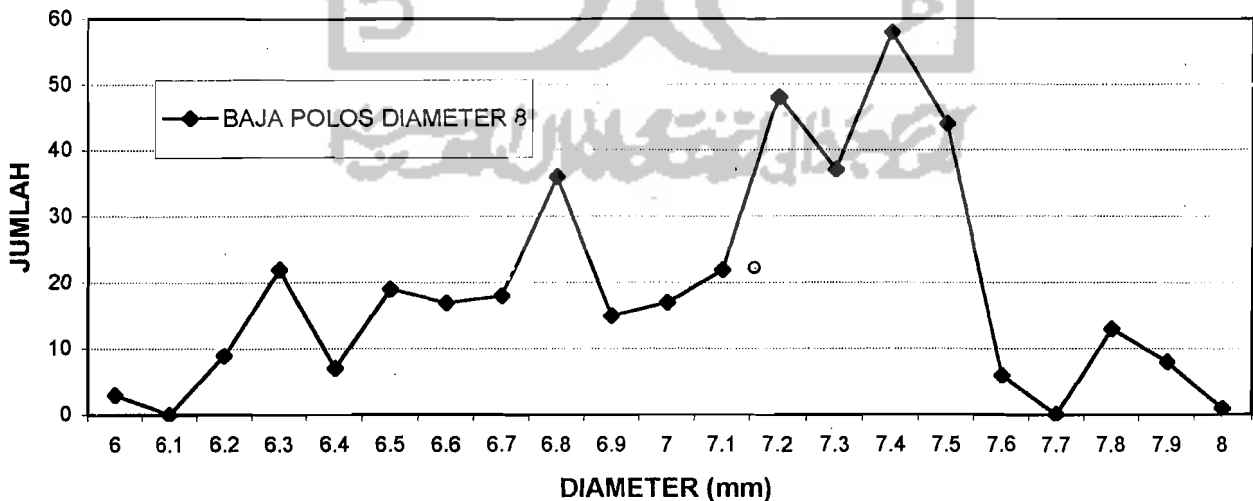


Gambar 5.1 Hubungan antara diameter terukur dengan jumlah

BAJA POLOS DIAMETER 8 mm																
DIAMETER	6	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5
JUMLAH	3	0	9	22	7	19	17	18	36	15	17	22	48	37	58	44

Lanjutan

7.6	7.7	7.8	7.9	8
6	0	13	8	1

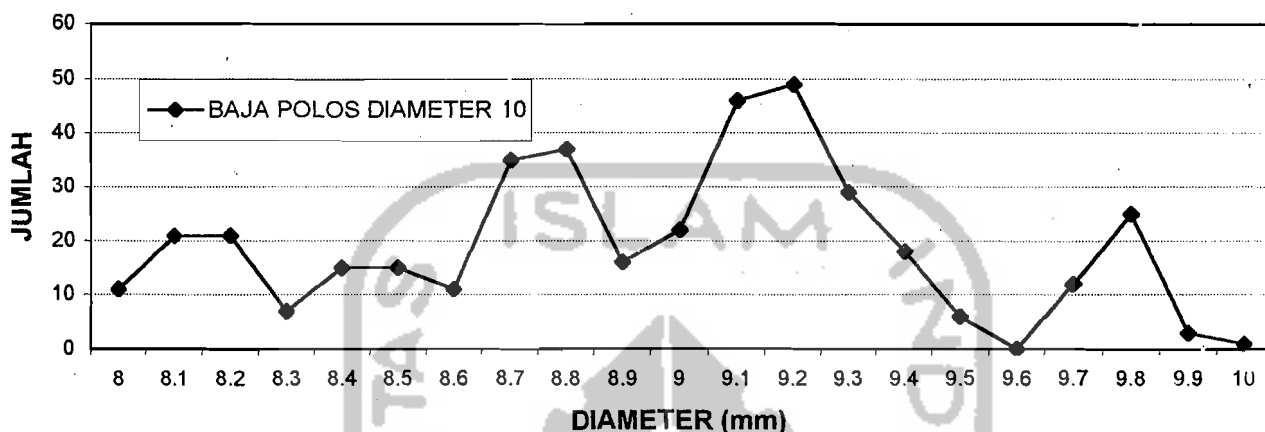


Gambar 5.2 Hubungan antara diameter terukur dengan jumlah

BAJA POLOS DIAMETER 10 mm																
DIAMETER	8	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5
JUMLAH	11	21	21	7	15	15	11	35	37	16	22	46	49	29	18	6

Lanjutan

9.6	9.7	9.8	9.9	10
0	12	25	3	1

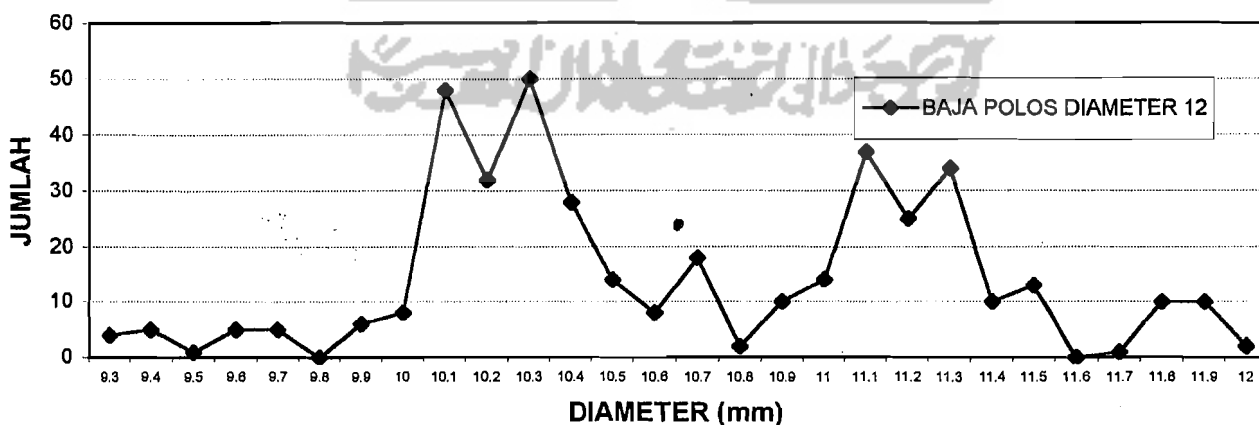


Gambar 5.3 Hubungan antara diameter terukur dengan jumlah

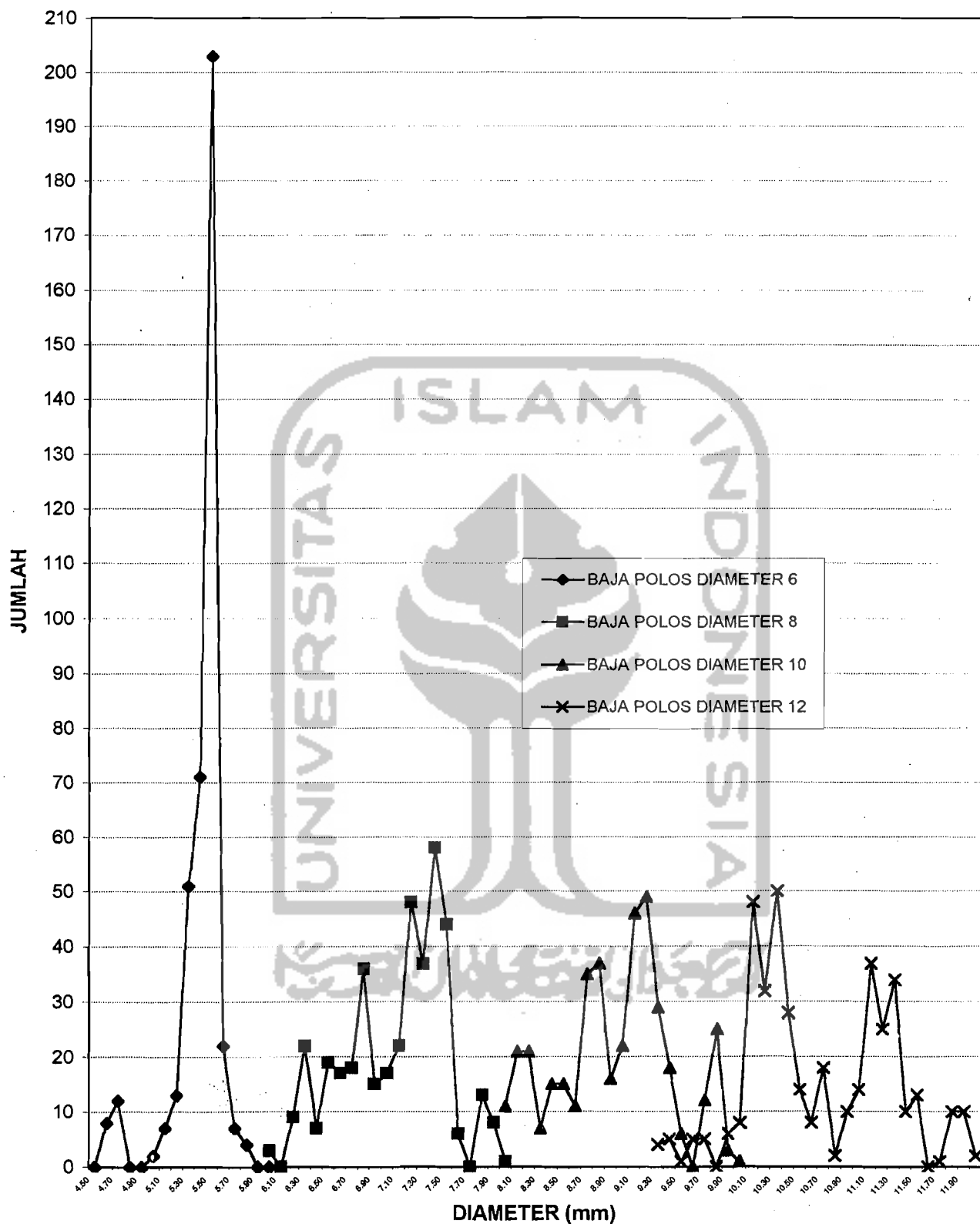
BAJA POLOS DIAMETER 12 mm																
DIAMETER	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8
JUMLAH	4	5	1	5	5	0	6	8	48	32	50	28	14	8	18	2

Lanjutan

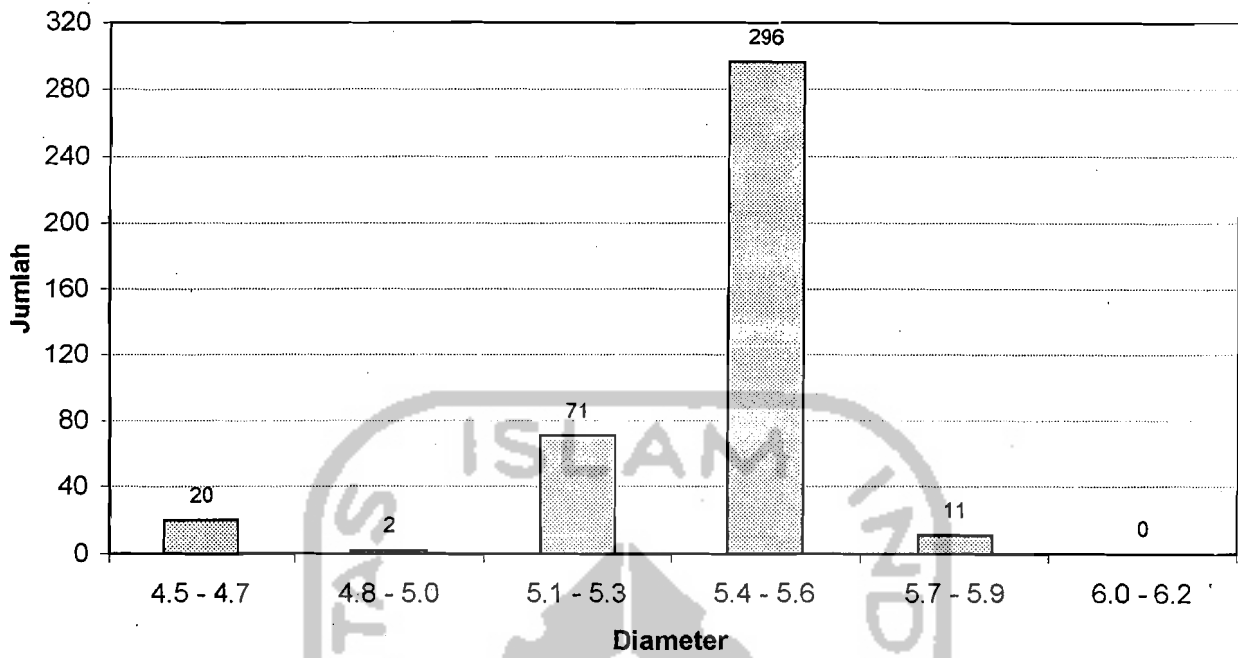
10.9	11	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12
10	14	37	25	34	10	13	0	1	10	10	2



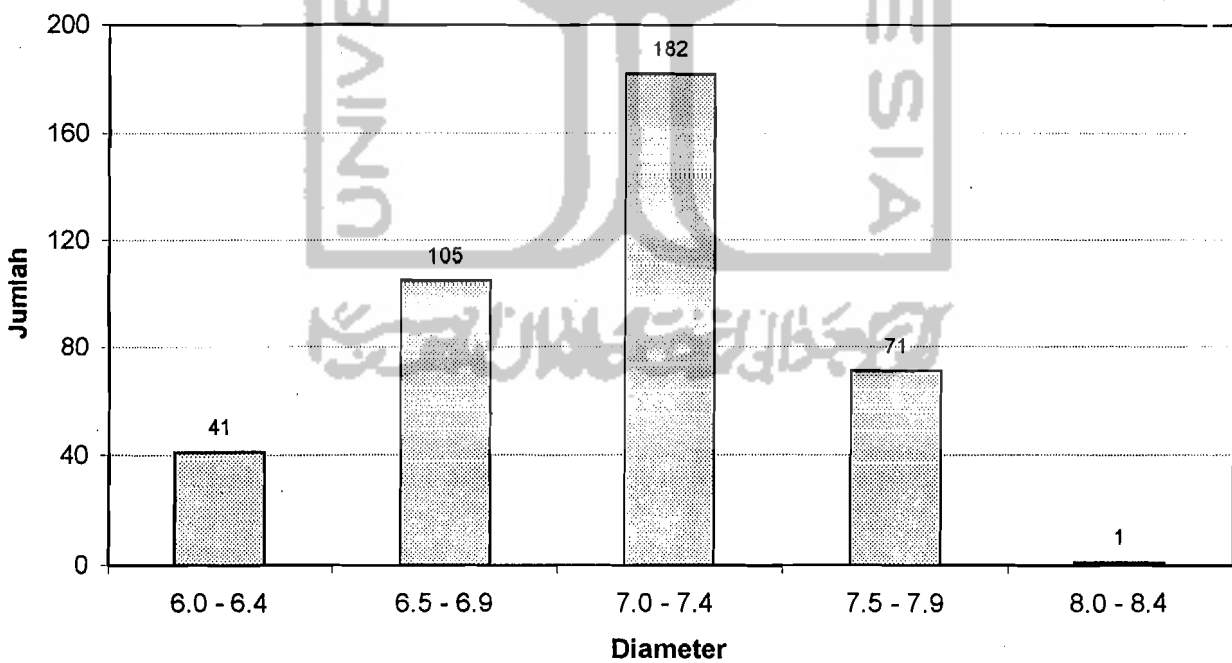
Gambar 5.4 Hubungan antara diameter terukur dengan jumlah



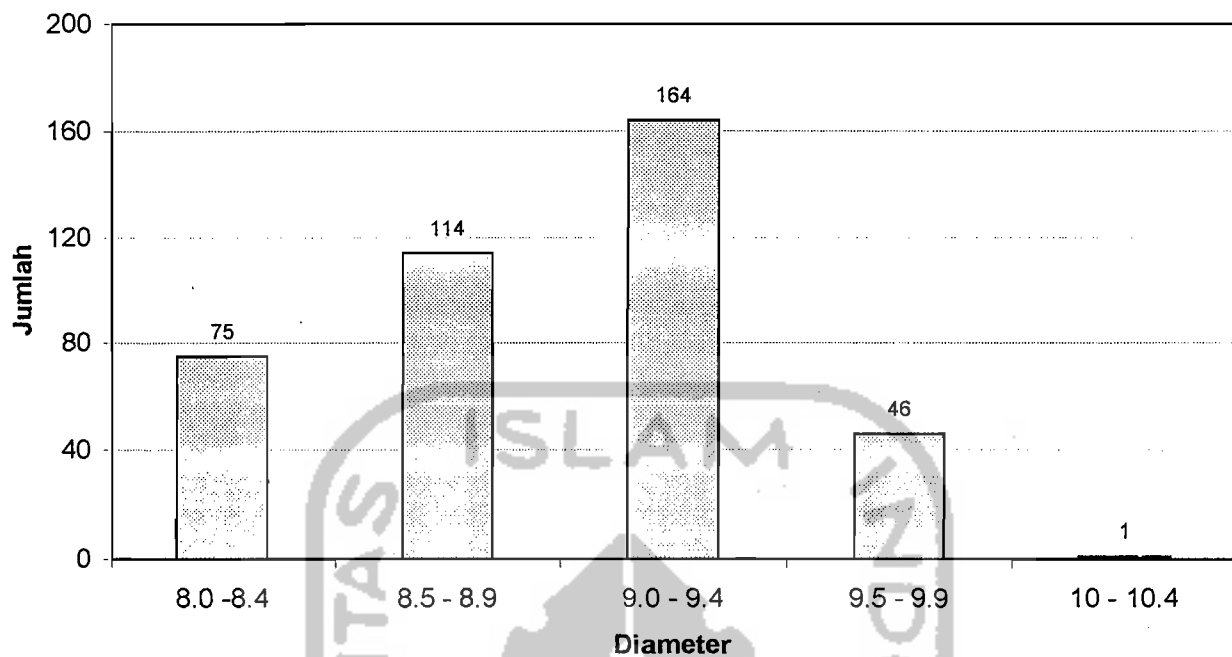
Gambar 5.5 Grafik gabungan hubungan antara diameter terukur dengan jumlah



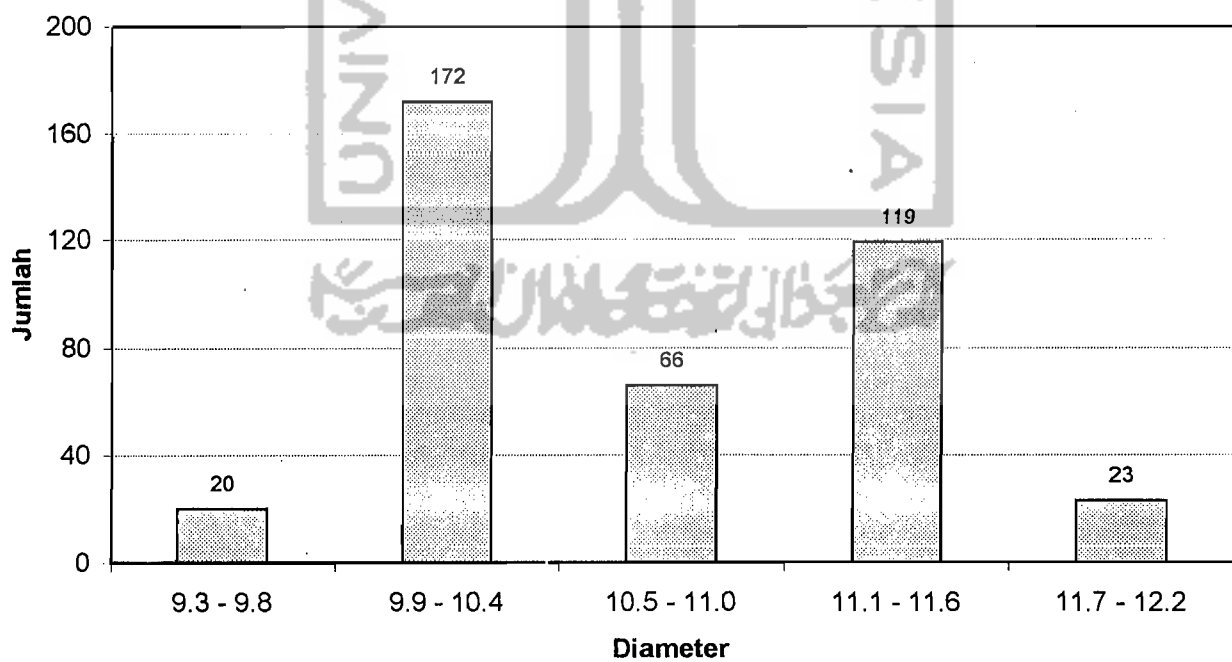
Gambar 5.6 Distribusi variasi diameter 6 mm



Gambar 5.7 Distribusi variasi diameter 8 mm



Gambar 5.8 Distribusi variasi diameter 10 mm



Gambar 5.9 Distribusi variasi diameter 12 mm

5.1.2 Distribusi Variasi Merk

Dari hasil penelitian di lapangan didapatkan beragam merk baja tulangan diantaranya adalah BS, HH, HT, Hanil, JT, JTS, KS, RB, SD, SS, S, SK, SKS. Di lapangan (toko-toko besi) kebanyakan yang beredar adalah yang tanpa merk. Untuk standar konstruksi yang baik biasanya dipakai merk Hanil/KS(Krakatau Steel).

5.1.3 Distribusi Variasi Bentuk

Dari hasil penelitian di lapangan didapatkan beragam bentuk tampang baja tulangan yang jika dilihat biasa sulit untuk menentukan bentuknya, jadi disini peneliti hanya sebatas perkiraan dengan mengkaliper tampang baja tulangan apakah tampangnya bulat atau lonjong saja. Bentuk tampang ini dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya pada saat proses pabrikasi dan pendinginan.

5.1.4 Distribusi Variasi Panjang

Dari hasil penelitian didapatkan pula beragam panjang baja tulangan yaitu 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11.8, 11.9 m. Untuk standar panjang dari pabrik normalnya adalah antara 11.8 – 12.0 m.

5.2 Karakteristik Mekanik Baja Tulangan

5.2.1 Diagram Tegangan Regangan

Untuk karakteristik mekanik baja tulangan dari hasil pengujian didapatkan beragam bentuk kurva tegangan regangan baja. Ada yang daerah elastisnya panjang tetapi daerah yield plateaunya pendek dan langsung masuk daerah strain hardening, ada pula yang daerah elastisnya pendek tetapi daerah yield plateaunya panjang dan daerah strain hardeningnya singkat, lain lagi antara daerah elastis dan daerah

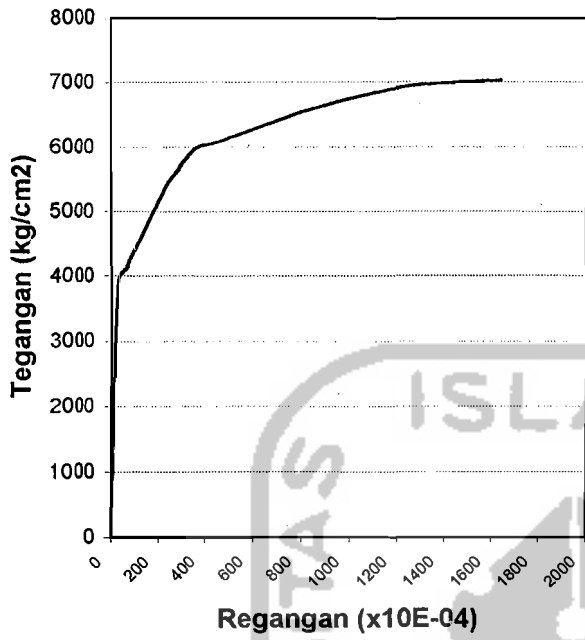
plastisnya (dearah yield plateau dan strain hardening) tidak kelihatan perbedaannya secara jelas, biasanya hal ini terjadi pada baja mutu tinggi. Dari hasil pengujian di laboratorium didapatkan diagram tegangan regangan yang dapat dilihat pada gambar 5.10 sampai 5.39.

Dari data hasil pengujian kuat tarik baja didapatkan beberapa hubungan diantaranya dapat dilihat pada gambar 5.40 yaitu grafik hubungan antara diameter sampel dengan tegangan luluh pada awal dan akhir daerah yield plateau (f_y dan f_{sh}) serta tegangan puncak strain hardening (f_u), dimana f_y =tegangan luluh pada awal yield plateau, f_{sh} =tegangan luluh pada akhir yield plateau, f_u =tegangan luluh ultimit pada puncak strain hardening. Secara umum kenaikan tegangan dari 33 sampel yang diuji mempunyai pola relatif sama, dimana jika f_{sh} bernilai besar maka f_u bernilai besar pula, begitu juga sebaliknya.

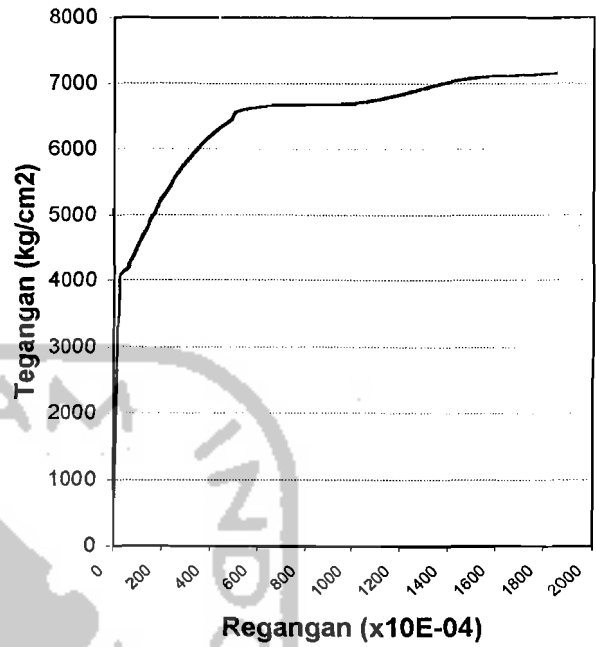
5.2.2 Rentang Regangan Yield Plateau

Lihat gambar 5.41 yaitu grafik hubungan antara diameter sampel dengan rentang regangan daerah yield plateau. Jika grafik tersebut kita cermati, akan terlihat bahwa semakin kecil diameter sampel maka rentang regangan daerah yield plateaunya semakin besar. Perubahan panjang regangan maksimum yaitu sebesar 0.043.

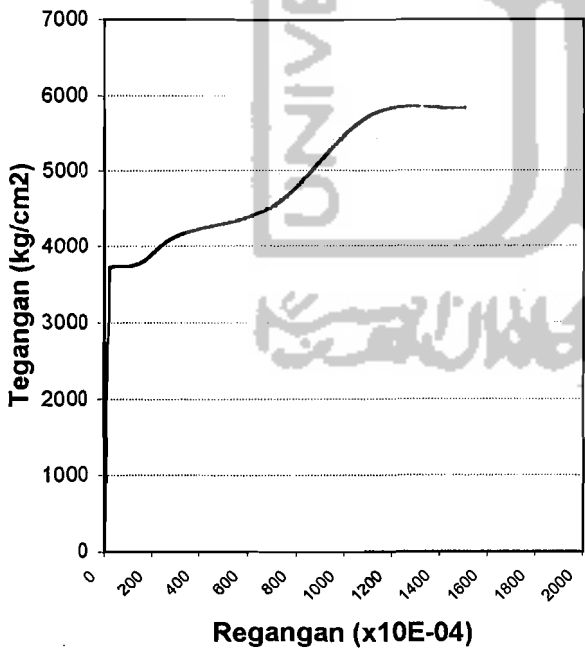
Lihat gambar 5.42 yaitu grafik hubungan antara tegangan baja sampel dengan rentang regangan daerah yield plateau. Tegangan baja sampel tinggi belum tentu rentang regangannya besar, jadi hubungannya tidak linier.



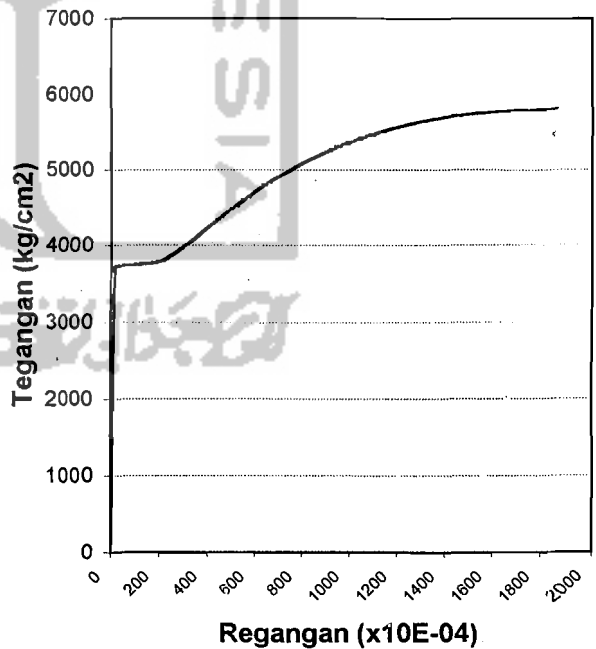
Gambar 5.10 Diagram tegangan regangan D22-Hanil (sp 1)



Gambar 5.11 Diagram tegangan regangan D22-Hanil (sp 2)

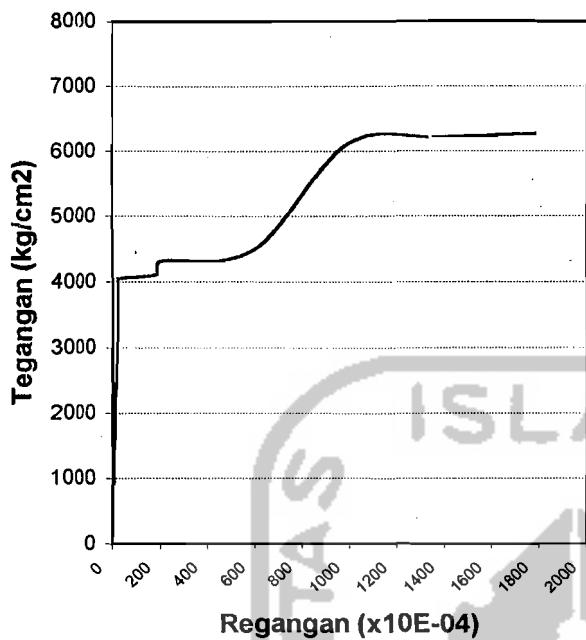


Gambar 5.12 Diagram tegangan regangan D19-Hanil (sp 3)

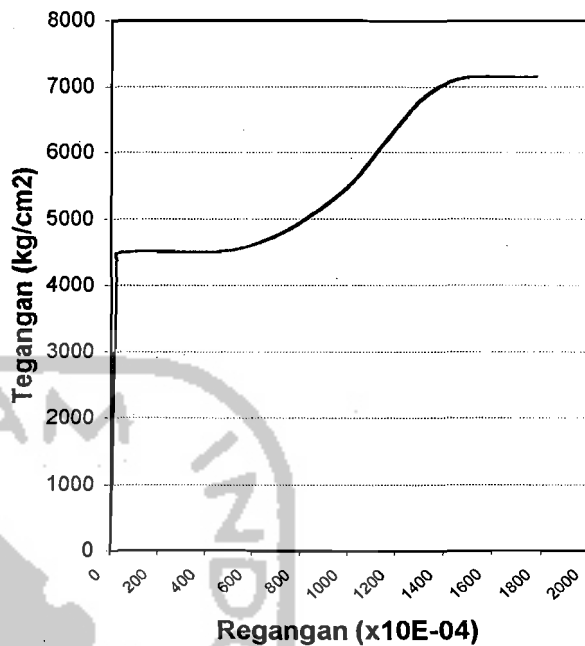


Gambar 5.13 Diagram tegangan regangan D19-Hanil (sp 4)

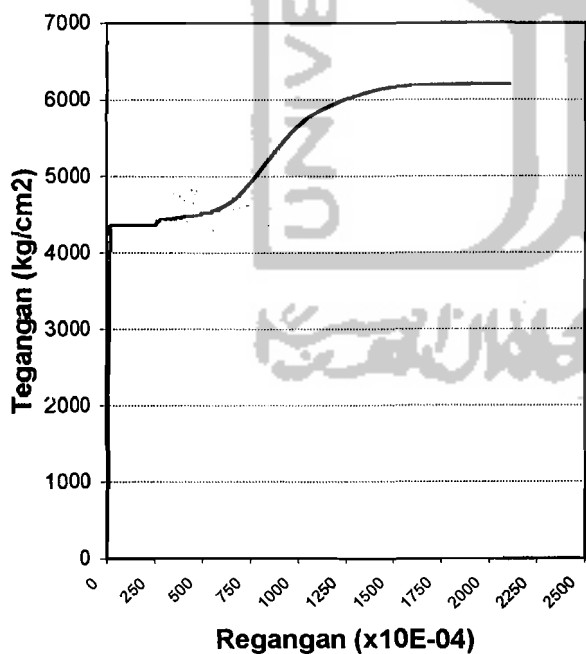




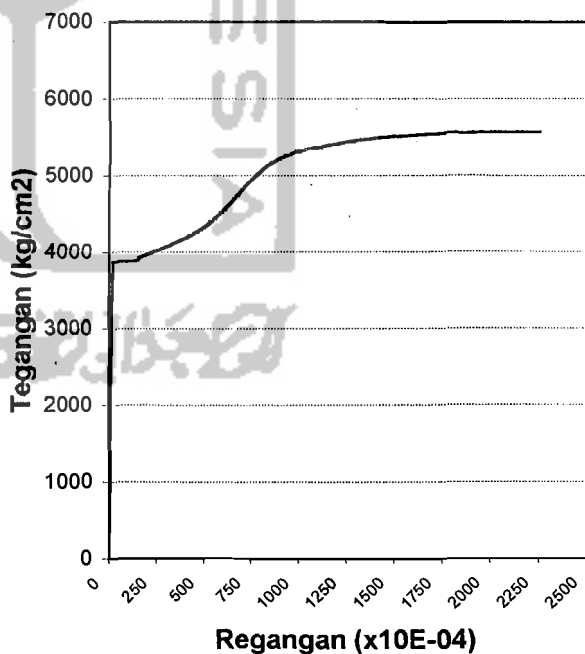
Gambar 5.14 Diagram tegangan regangan D16-Hanil (sp 5)



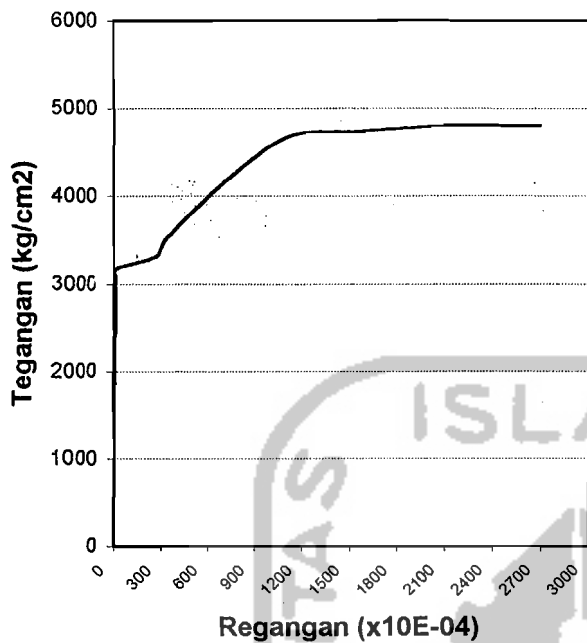
Gambar 5.15 Diagram tegangan regangan D16-Hanil (sp 6)



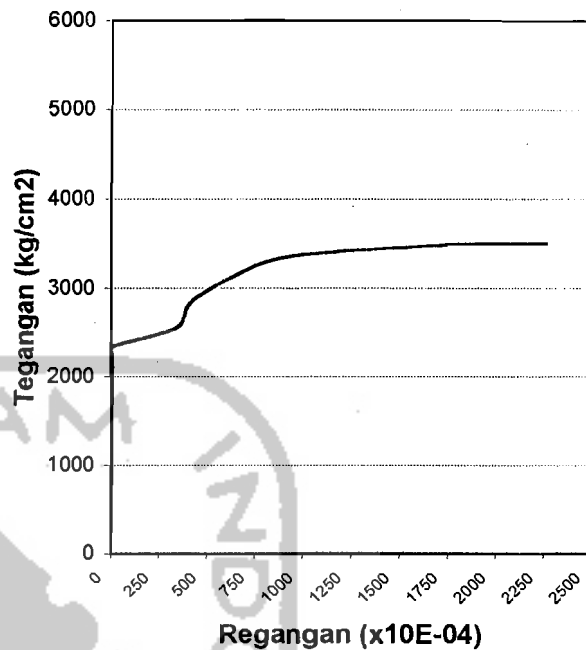
Gambar 5.16 Diagram tegangan regangan D12-Hanil (sp 7)



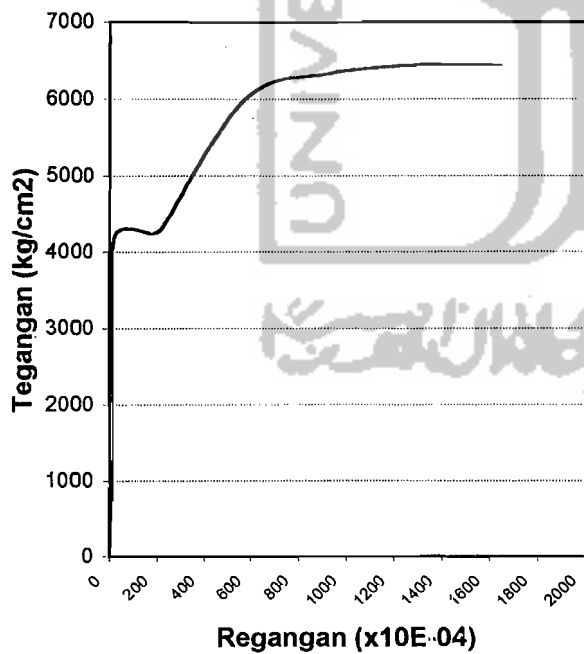
Gambar 5.17 Diagram tegangan regangan D12-Hanil (sp 8)



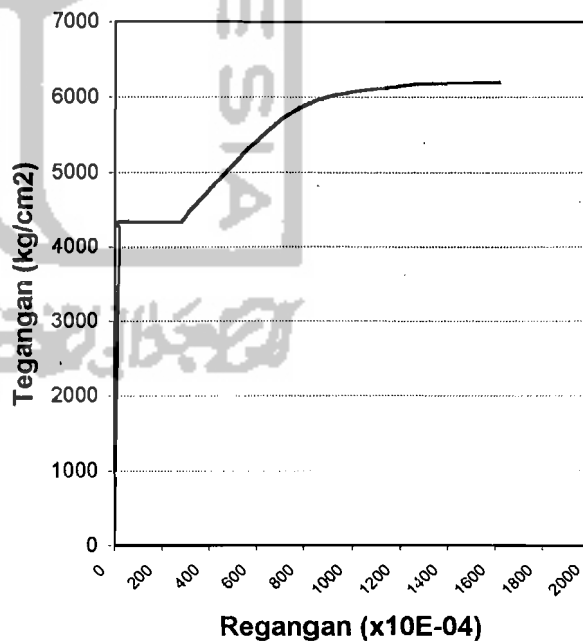
Gambar 5.18 Diagram tegangan regangan D12-JTS (sp 9)



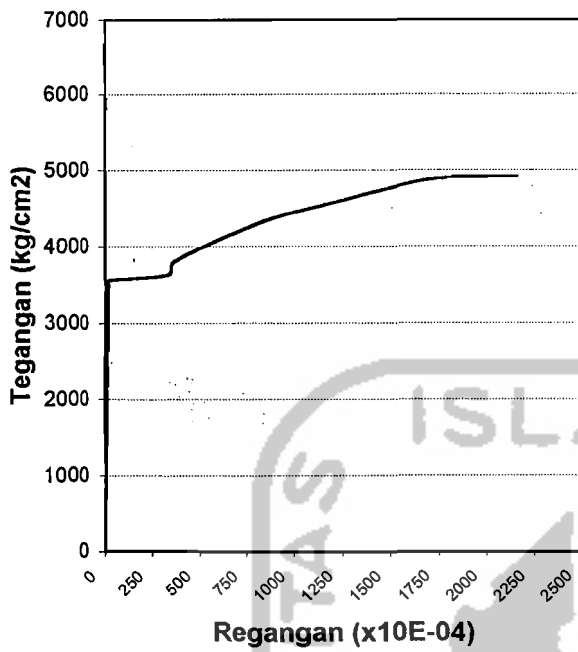
Gambar 5.19 Diagram tegangan regangan D12-JTS (sp 10)



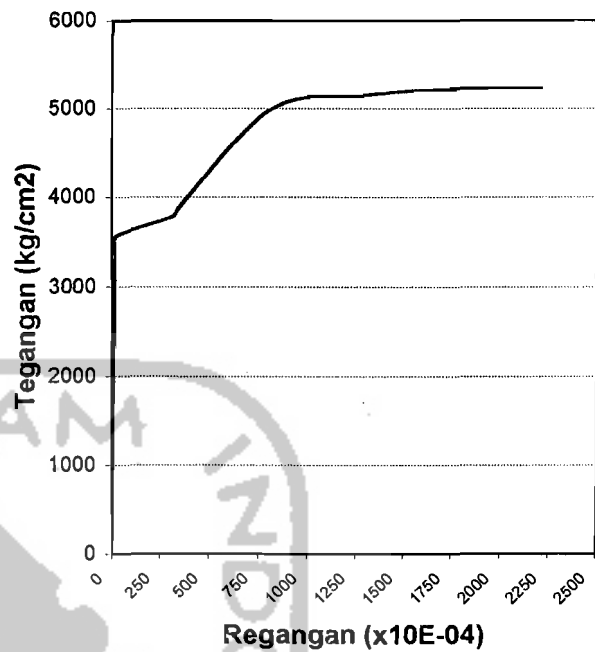
Gambar 5.20 Diagram tegangan regangan D12-tanpa merk (sp 12)



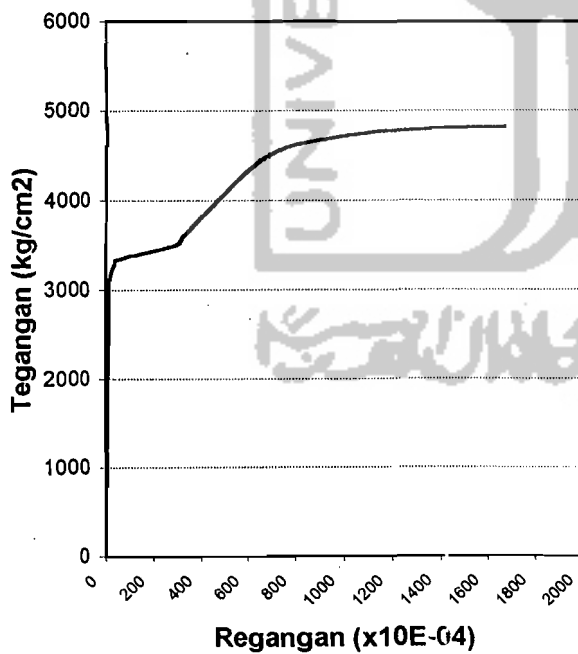
Gambar 5.21 Diagram tegangan regangan D10-Hanil (sp 13)



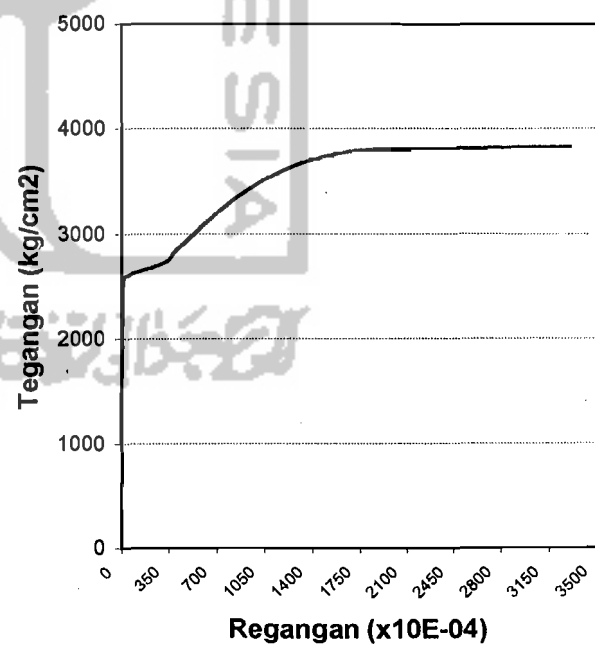
Gambar 5.22 Diagram tegangan regangan D10-Hanil (sp 14)



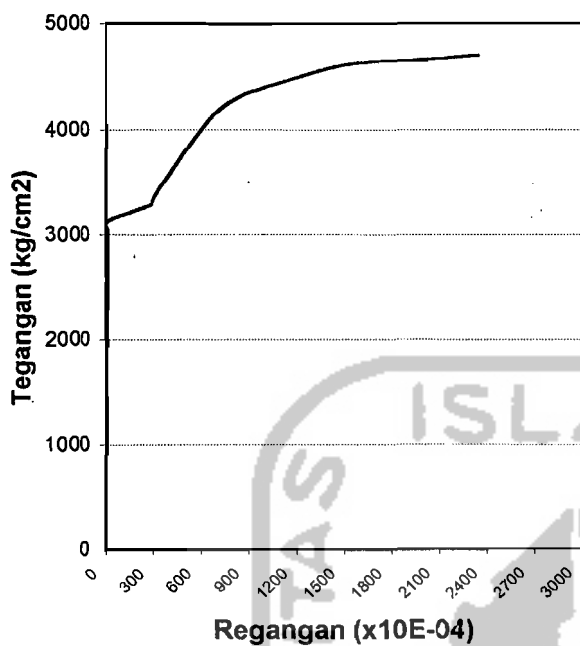
Gambar 5.23 Diagram tegangan regangan D10-JT (sp 15)



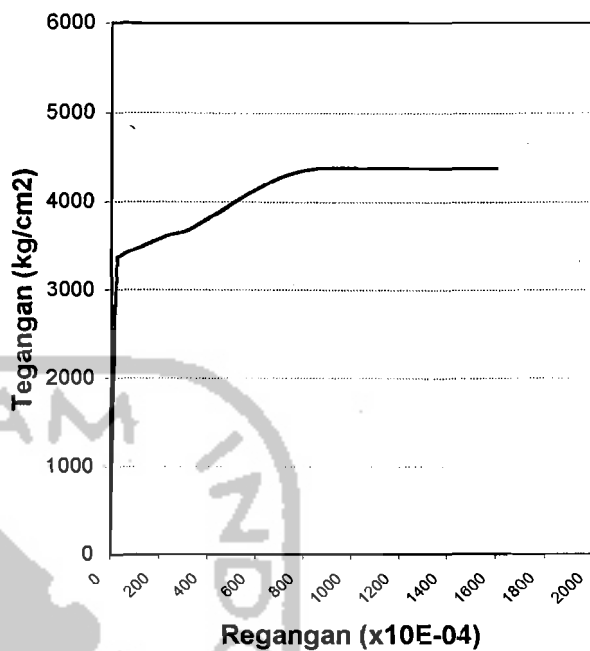
Gambar 5.24 Diagram tegangan regangan D10-JT (sp 16)



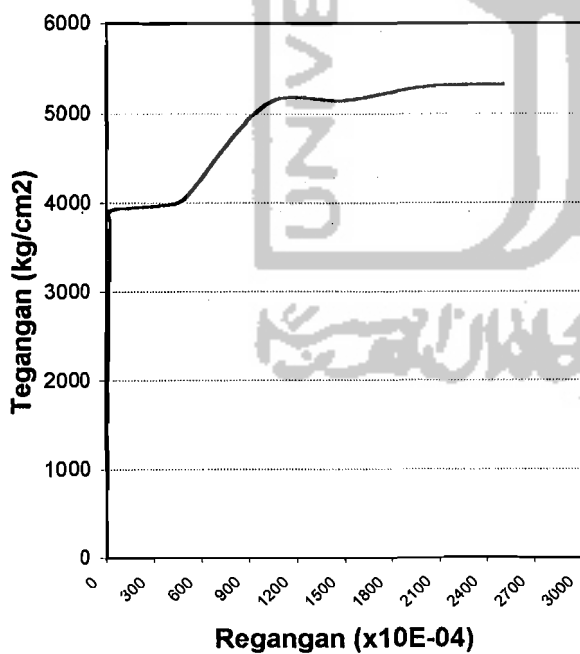
Gambar 5.25 Diagram tegangan regangan D10-BS (sp 17)



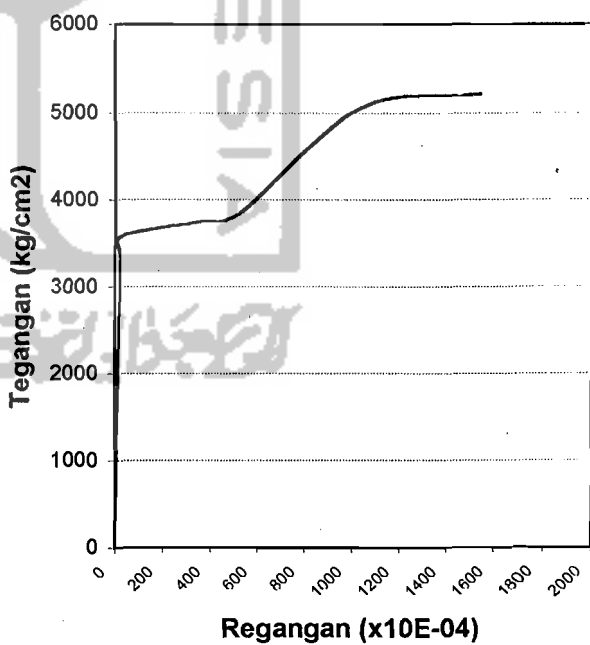
Gambar 5.26 Diagram tegangan regangan D10-tanpa merk (sp 18)



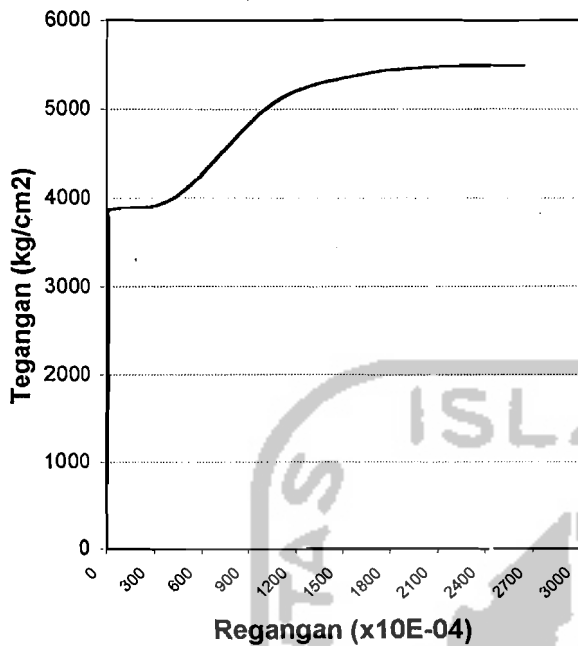
Gambar 5.27 Diagram tegangan regangan D10-tanpa merk (sp 19)



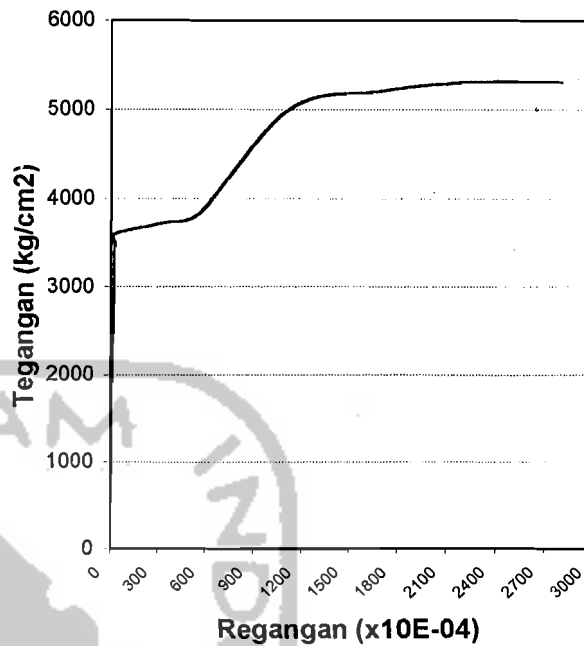
Gambar 5.28 Diagram tegangan regangan D8-Hanil (sp 20)



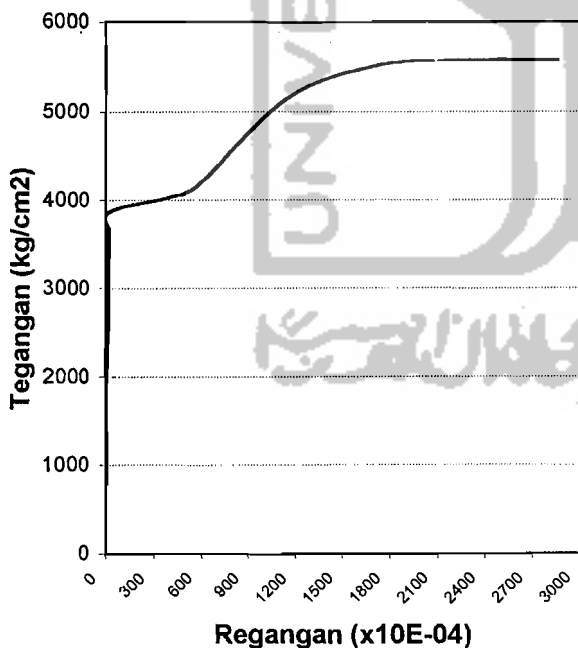
Gambar 5.29 Diagram tegangan regangan D8-HH (sp 21)



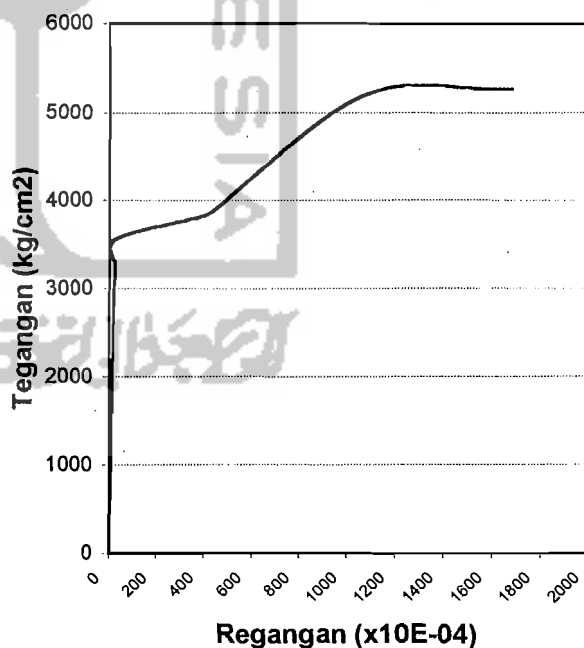
Gambar 5.30 Diagram tegangan regangan D8-HH (sp 22)



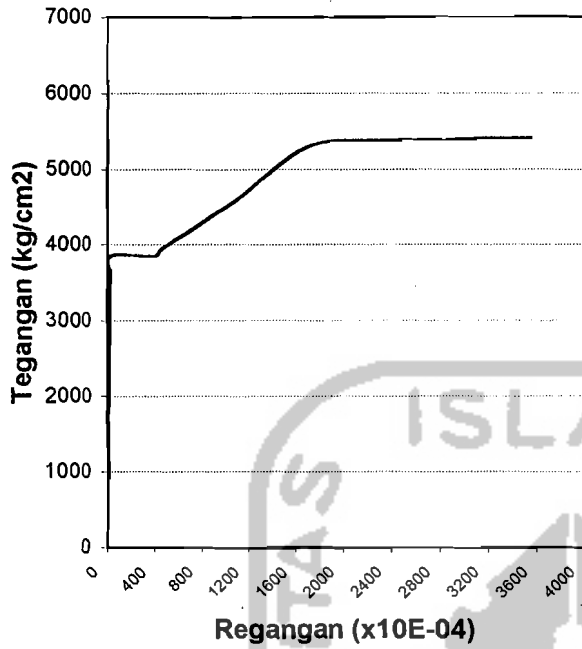
Gambar 5.31 Diagram tegangan regangan D8-SS (sp 23)



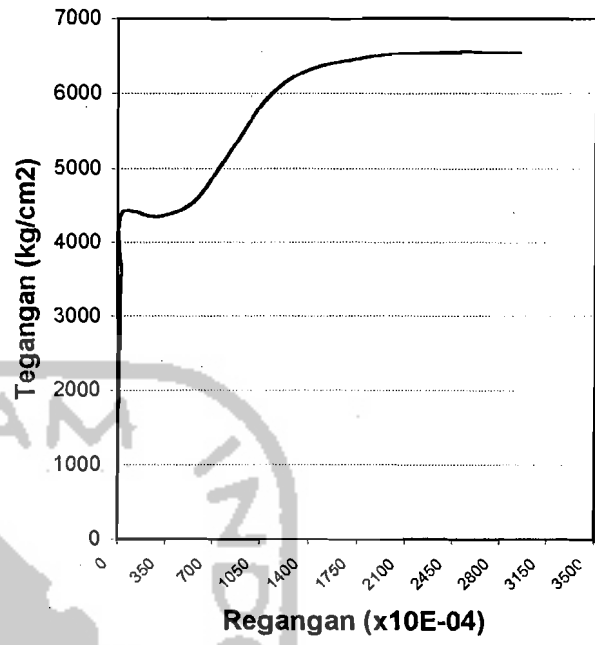
Gambar 5.32 Diagram tegangan regangan D8-SS (sp 24)



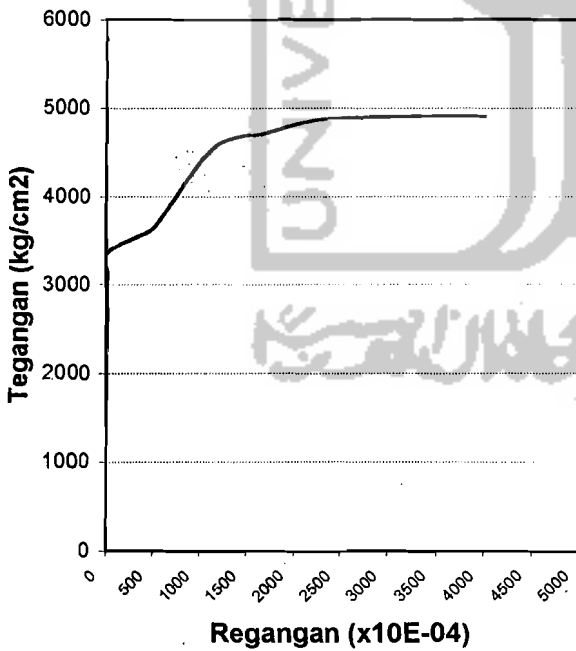
Gambar 5.33 Diagram tegangan regangan D8-SJ (sp 27)



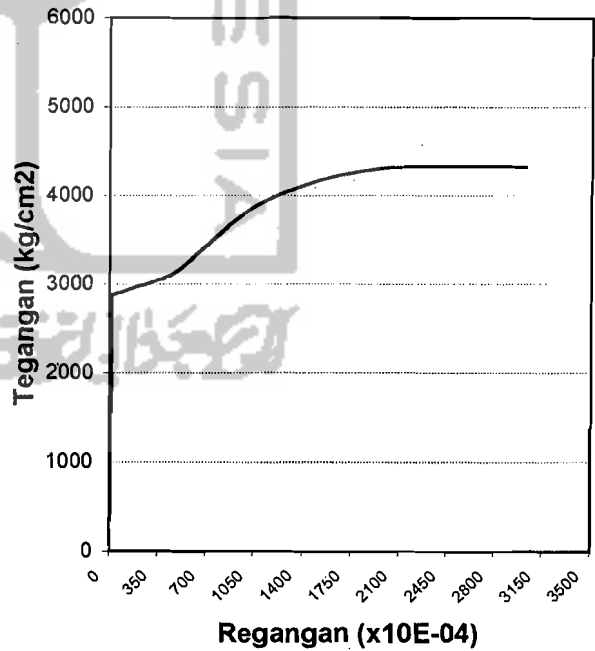
Gambar 5.34 Diagram tegangan regangan D8-SJ (sp 28)



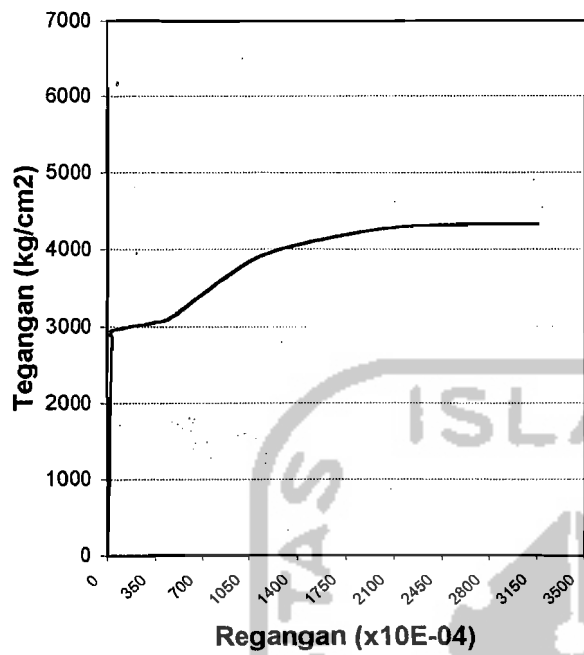
Gambar 5.35 Diagram tegangan regangan D8-SD (sp 29)



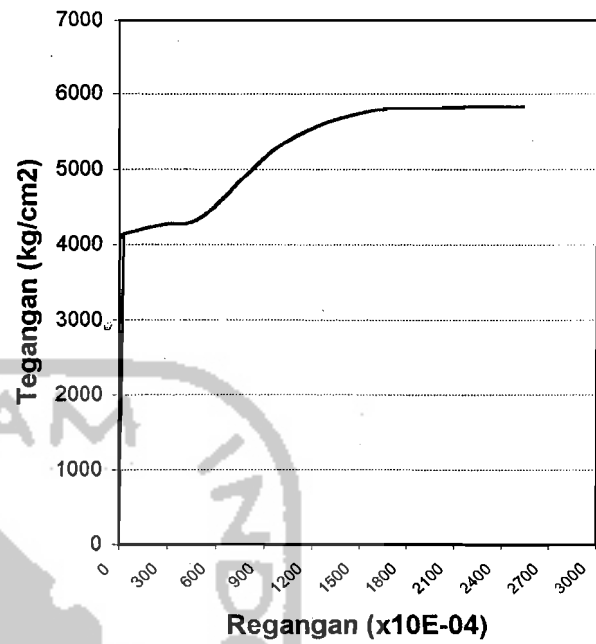
Gambar 5.36 Diagram tegangan regangan D8-S (sp 30)



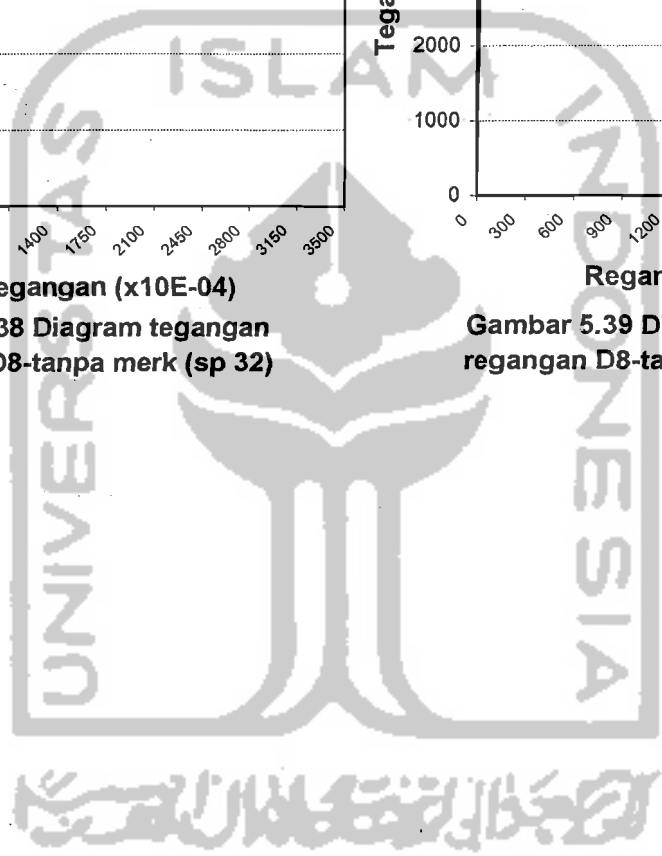
Gambar 5.37 Diagram tegangan regangan D8-JTS (sp 31)

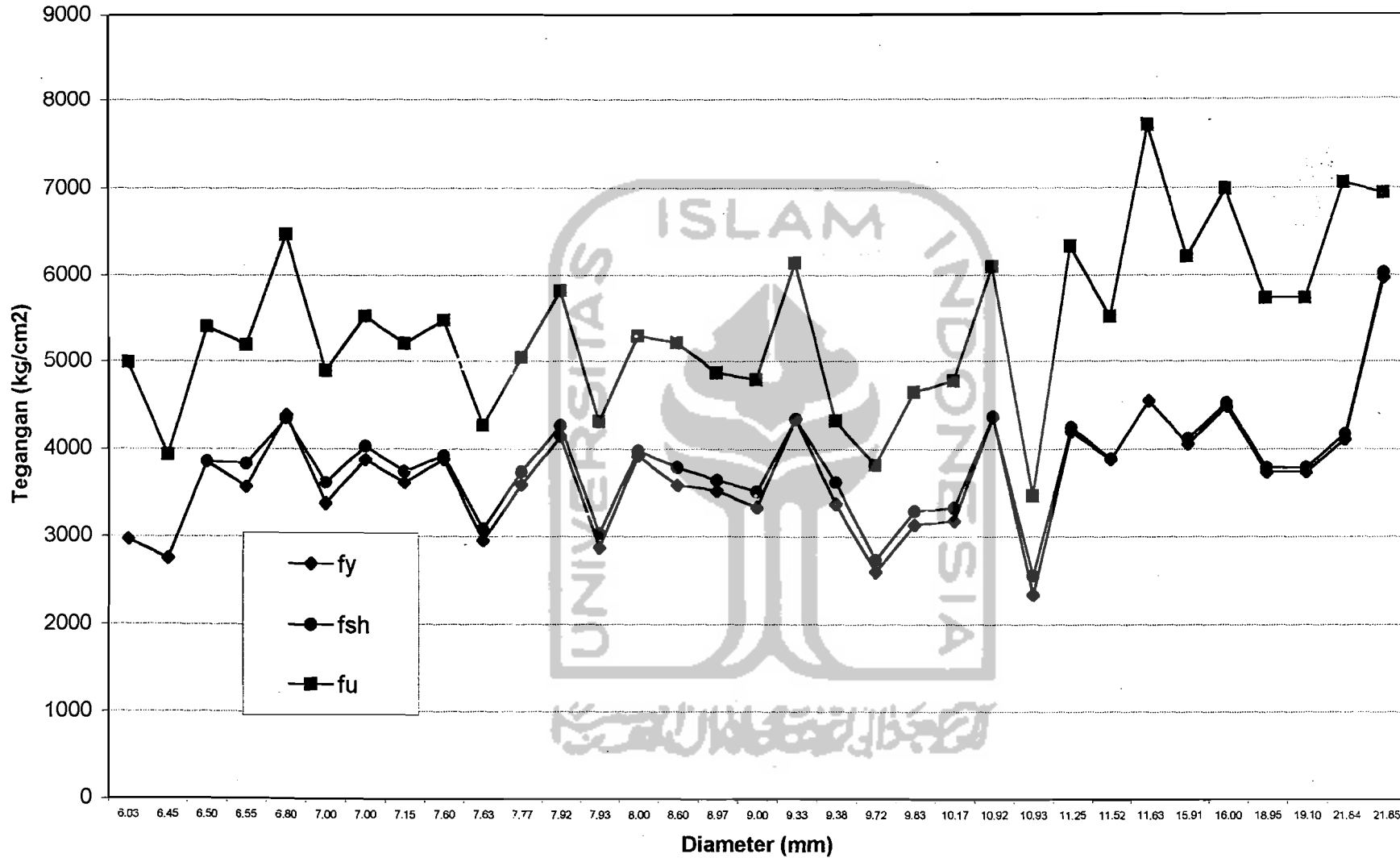


Gambar 5.38 Diagram tegangan regangan D8-tanpa merk (sp 32)

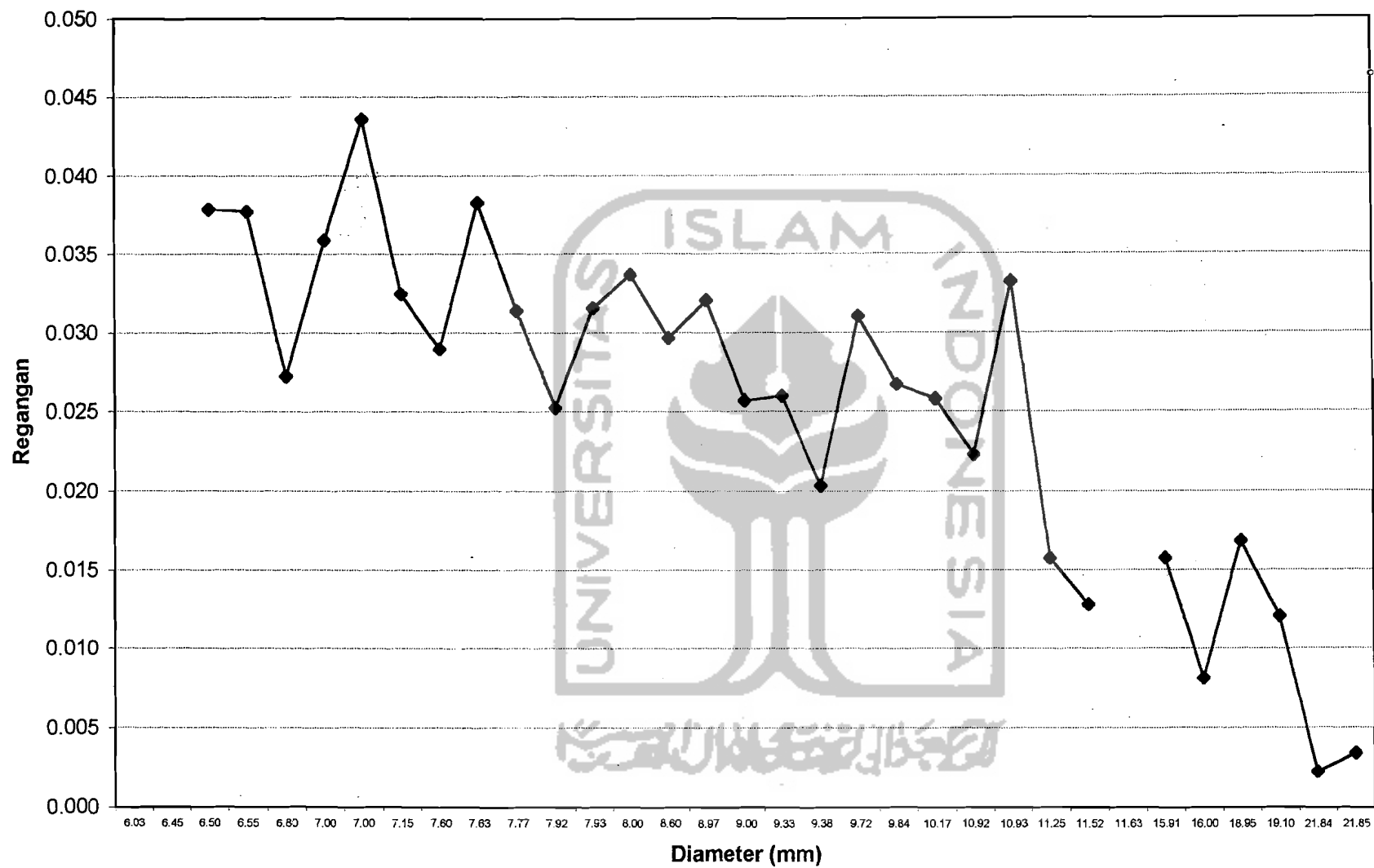


Gambar 5.39 Diagram tegangan regangan D8-tanpa merk (sp 33)

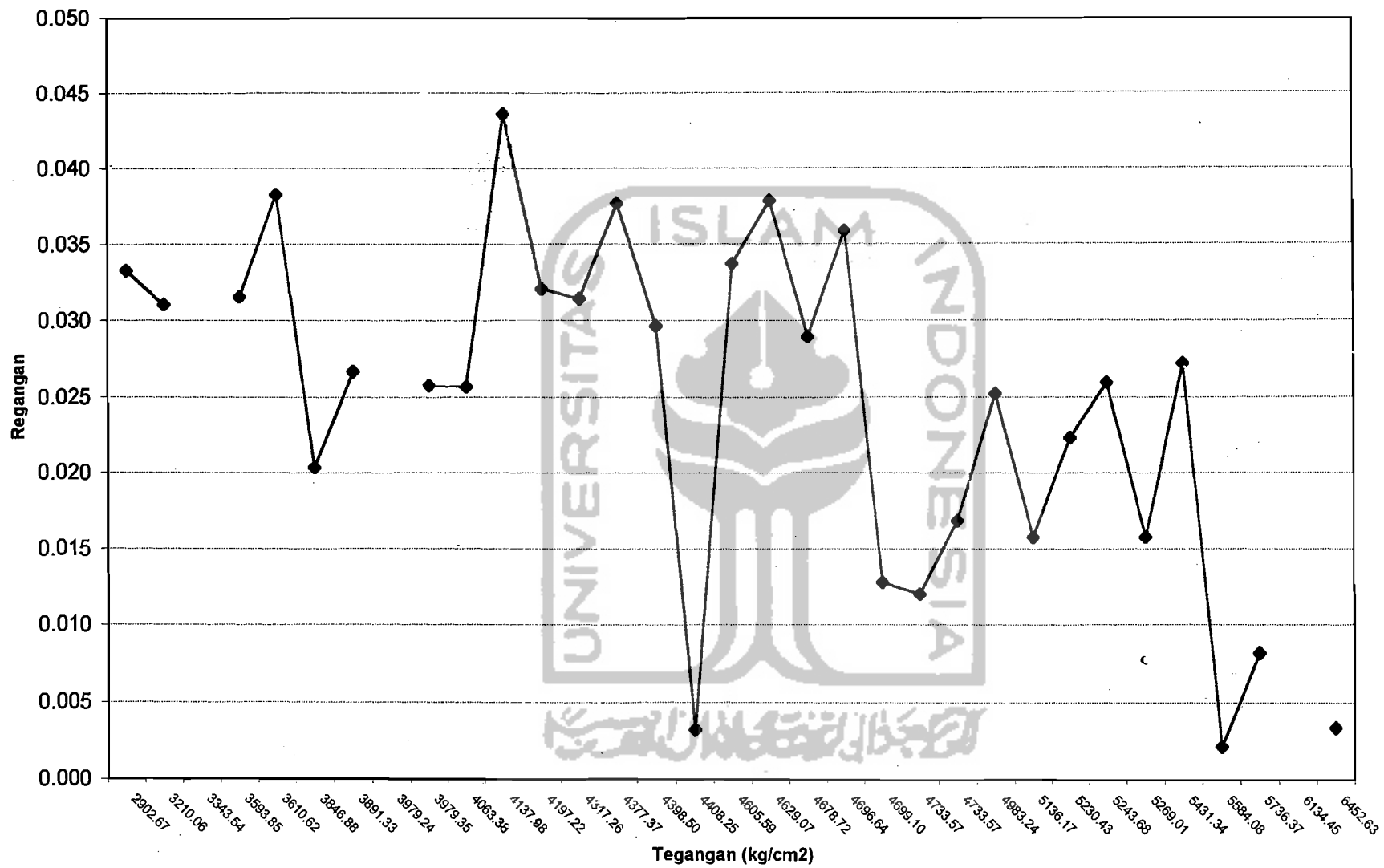




Gambar 5.40 Hubungan antara diameter sampel dengan tegangan luluh pada awal dan akhir yield plateau (fy dan fsh) serta tegangan puncak strain hardening (fu)



Gambar 5.41 Hubungan antara diameter sampel dengan rentang regangan daerah yield plateau



Gambar 5.42 Hubungan antara tegangan baja sampel dengan rentang regangan daerah yield plateau

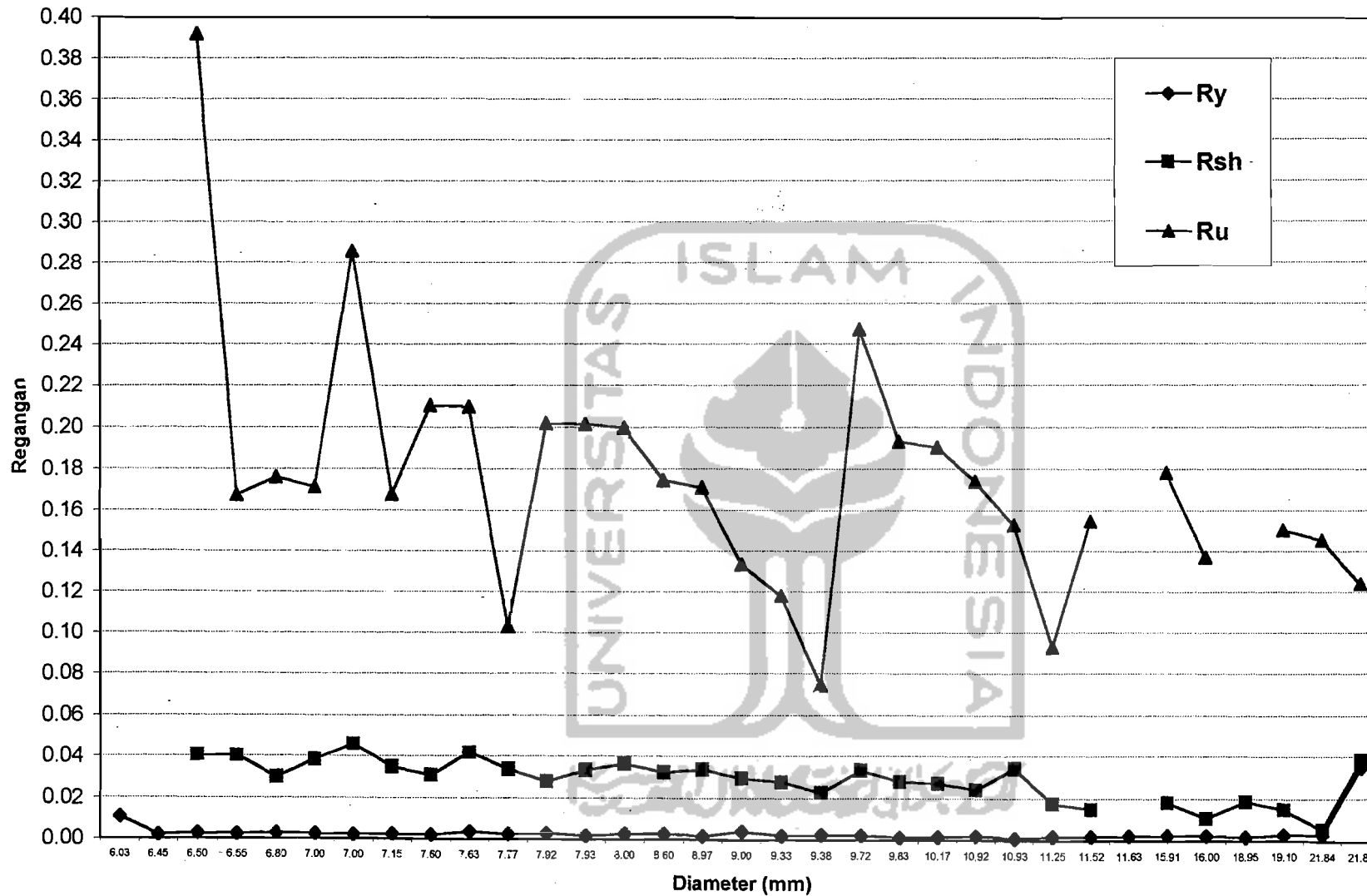
5.2.3 Rentang Regangan Strain Hardening

Lihat gambar 5.43 yaitu grafik hubungan antara diameter sampel dengan regangan luluh pada awal dan akhir yield plateau (R_y dan R_{sh}) serta regangan luluh pada puncak strain hardening (f_u), dimana regangan luluh pada awal yield plateau = R_y dan regangan luluh pada akhir yield plateau = R_{sh} , regangan luluh pada puncak strain hardening = R_u . Regangan puncak pada strain hardening dari hasil pengujian rata-rata diatas 0.12. Dari gambar grafik ternyata tidak ada korelasi antara regangan luluh R_y , regangan luluh R_{sh} , dan regangan luluh R_u dimana jika regangan luluh naik, regangan strain hardening belum tentu naik dan kenaikannyapun relatif tidak seragam.

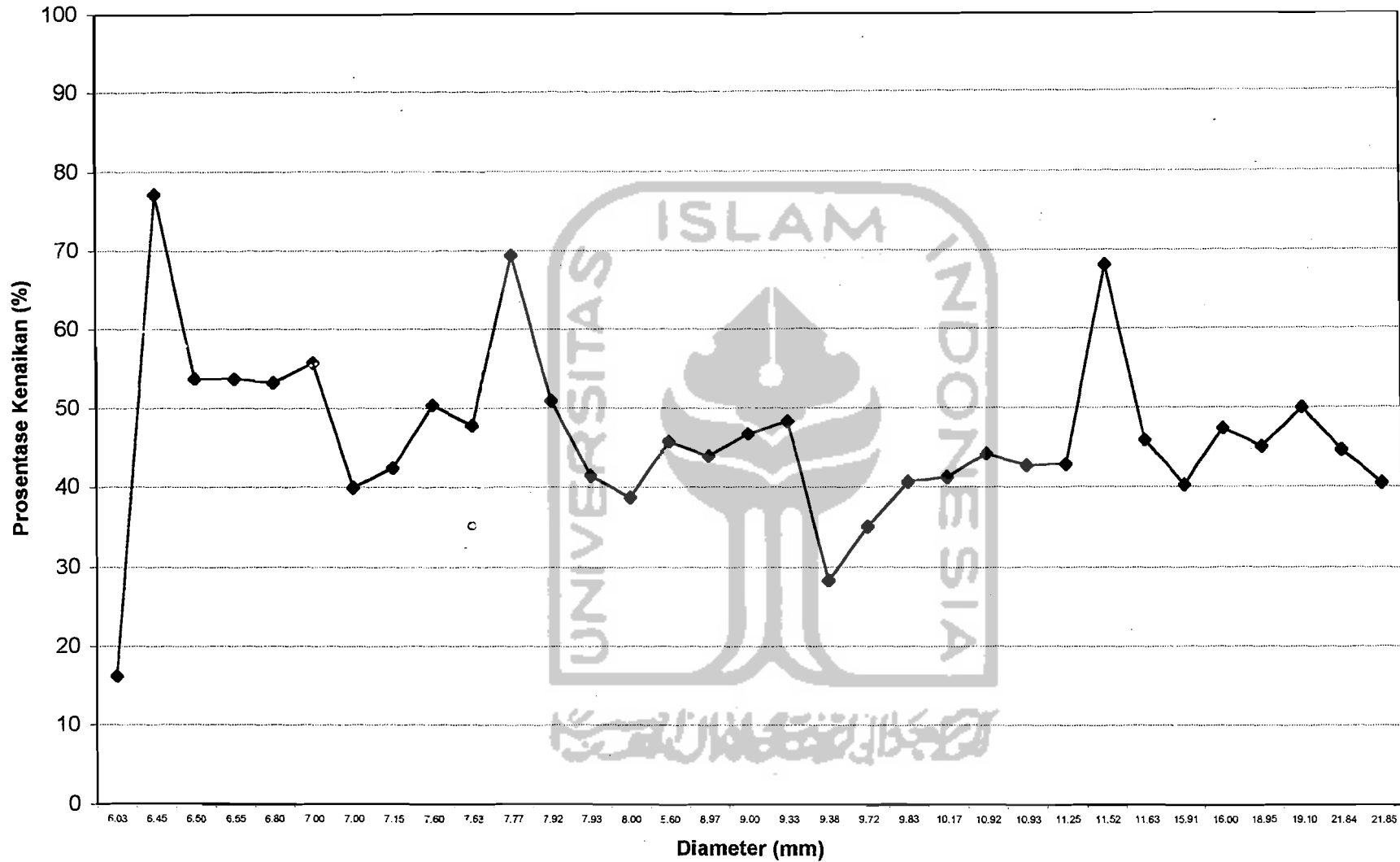
5.2.4 Kenaikan Tegangan Akibat Strain Hardening

Lihat gambar 5.44 yaitu grafik hubungan antara diameter sampel dengan prosentase kenaikan tegangan puncak strain hardening terhadap tegangan luluh (f_y). Dari gambar terlihat bahwa prosentase rata-rata kenaikan tegangan strain hardening adalah antara 40% sampai dengan 50%, hal ini berarti bahwa OVF atau faktor tambahan kekuatannya 1.4 – 1.5 kali dari mutu baja yang disyaratkan.

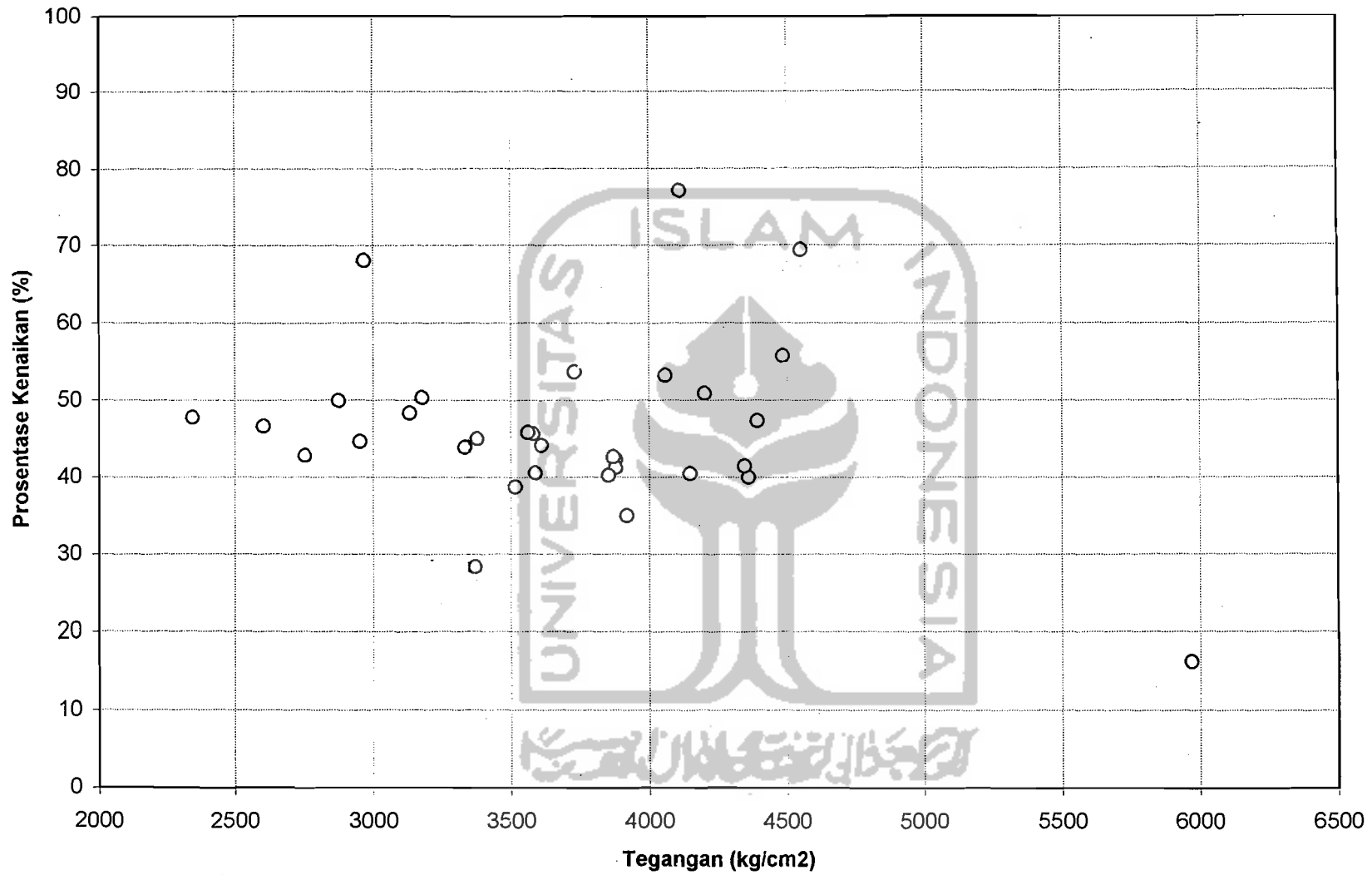
Lihat gambar 5.45 yaitu grafik hubungan antara tegangan baja sampel dengan prosentase kenaikan tegangan puncak strain hardening (f_u) terhadap tegangan luluh baja (f_y). Terlihat bahwa prosentase kenaikan tegangan baja rata-rata antara 40% sampai dengan 50%. Prosentase kenaikan tegangan baja yang mencapai 50% sangat menguntungkan bila diterapkan dalam proses perencanaan struktur bangunan beton bertulang.



Gambar 5.43 Hubungan antara diameter sampel dengan regangan luluh pada awal dan akhir yield plateau (Ry dan Rsh) serta regangan luluh pada puncak strain hardening (Ru)



Gambar 5.44 Hubungan antara diameter sampel dengan prosentase kenaikan tegangan puncak strain hardening (f_u) terhadap tegangan luluh baja (f_y)



Gambar 5.45 Hubungan antara tegangan baja sampei dengan prosentase kenaikan tegangan puncak strain hardening (f_u) terhadap tegangan luluh baja (f_y)

Perhitungan tegangan untuk daerah strain hardening menurut D.C.Kent dapat dilihat pada tabel 5.1. Adapun hasil yang terlihat dalam tabel bahwa nilai f_s menurut Kent bernilai sedikit di bawah nilai f_s (tegangan) didalam hasil perhitungan setelah pengujian baja tulangan yang tersebut dalam tabel pada lampiran 2.

5.2.5 Modulus Elastisitas

Lihat gambar 5.46 yaitu grafik hubungan antara diameter sampel dengan modulus elastisitas E_1 pada daerah elastis dan modulus plastis $E_{2 \times 100}$ pada daerah yield plateau serta modulus plastis $E_{sh \times 100}$ pada daerah strain hardening. Terlihat bahwa nilai E_1 relatif besar sedangkan E_2 dan E_{sh} relatif kecil sekali. Menurut ketentuan modulus elastisitas baja (E baja) adalah $2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ maka dari ke -33 sampel hasil pengujian nilai E_1 diatas $2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ hanya ada 7 buah yaitu D19-Hanil (sampel 4), D12-Hanil (sampel 7), D12-JTS (sampel 10), D12-tanpa merk (sampel 12), D10-Hanil (sampel 13), D10-Hanil (sampel 14), D10-tanpa merk (sampel 18). Hal ini menunjukkan bahwa mungkin diakibatkan oleh faktor kesalahan manusia dalam pembacaan/praktek pengujian atau faktor dari jenis tampang fisik dan mekanik dari baja tulangan yang kurang baik/cacat dalam memproduksi.

Perhitungan nilai E_2 hasil pengujian dengan perhitungan menurut W.F.Chen dan T.Atсутa dimana $E_2 = 1/25 E_1$ memberikan hasil relatif jauh sekali dimana nilai E_2 menurut W.F.Chen dan T.Atсутa berharga besar dibandingkan dengan nilai E_2 hasil pengujian dan nilai E_2 hasil pengujian rata-rata $1/22$ kali E_2 menurut persamaan Chen dan Atсутa. Adapun hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.1 Tegangan daerah strain hardening menurut persamaan D.C Kent

No Sampel	Diameter /Merk	f_y (kg/cm ²)	f_u (kg/cm ²)	R	Rah	Ru	q	m	f_s (kg/cm ²)
1	D22-Hanil	5968.8400	7036.9400	0.124001	0.03854	0.16375	0.1252	72.3885	6855.4186
		5968.8400	7036.9400	0.084250	0.03854	0.16375	0.1252	72.3885	6681.5204
		5968.8400	7036.9400	0.044500	0.03854	0.16375	0.1252	72.3885	6155.7705
		5968.8400	7036.9400	0.038540	0.03854	0.16375	0.1252	72.3885	5968.8400
2	D22-Hanil	4110.5940	7146.1095	0.145184	0.00520	0.18507	0.1799	114.6116	7132.3503
		4110.5940	7146.1095	0.105300	0.00520	0.18507	0.1799	114.6116	6917.2814
		4110.5940	7146.1095	0.043490	0.00520	0.18507	0.1799	114.6116	6110.6683
		4110.5940	7146.1095	0.035910	0.00520	0.18507	0.1799	114.6116	5904.5629
		4110.5940	7146.1095	0.029770	0.00520	0.18507	0.1799	114.6116	5698.0505
		4110.5940	7146.1095	0.020560	0.00520	0.18507	0.1799	114.6116	5290.6224
		4110.5940	7146.1095	0.017070	0.00520	0.18507	0.1799	114.6116	5092.8533
		4110.5940	7146.1095	0.013680	0.00520	0.18507	0.1799	114.6116	4869.1395
3	D19-Hanil	3731.3903	5836.6004	0.150260	0.01499	0.15026	0.1353	105.5535	6004.1485
		3731.3903	5836.6004	0.110440	0.01499	0.15026	0.1353	105.5535	5831.0052
		3731.3903	5836.6004	0.070630	0.01499	0.15026	0.1353	105.5535	5502.9516
		3731.3903	5836.6004	0.030820	0.01499	0.15026	0.1353	105.5535	4643.5589
		3731.3903	5836.6004	0.014990	0.01499	0.15026	0.1353	105.5535	3731.3965
		3731.3903	5836.6004	0.014990	0.01499	0.15026	0.1353	105.5535	3731.3965
4	D19-Hanil	3731.3903	5817.6913	0.146067	0.01860	0.18588	0.1673	101.4835	5776.3688
		3731.3903	5817.6913	0.108260	0.01860	0.18588	0.1673	101.4835	5611.9947
		3731.3903	5817.6913	0.066440	0.01860	0.18588	0.1673	101.4835	5251.7874
		3731.3903	5817.6913	0.026620	0.01860	0.18588	0.1673	101.4835	4231.6123
		3731.3903	5817.6913	0.018600	0.01860	0.18588	0.1673	101.4835	3731.2272
5	D16-Hanil	4056.5166	6265.7580	0.178260	0.01826	0.17826	0.1600	100.9792	6349.2777
		4056.5166	6265.7580	0.138640	0.01826	0.17826	0.1600	100.9792	6226.1736
		4056.5166	6265.7580	0.099020	0.01826	0.17826	0.1600	100.9792	6017.5521
		4056.5166	6265.7580	0.059410	0.01826	0.17826	0.1600	100.9792	5587.0870
		4056.5166	6265.7580	0.019790	0.01826	0.17826	0.1600	100.9792	4177.8467
6	D16-Hanil	4486.0518	7150.0377	0.137050	0.01064	0.17680	0.1662	104.3998	7112.9162
		4486.0518	7150.0377	0.097300	0.01064	0.17680	0.1662	104.3998	6883.4594
		4486.0518	7150.0377	0.057550	0.01064	0.17680	0.1662	104.3998	6426.6389
		4486.0518	7150.0377	0.010640	0.01064	0.17680	0.1662	104.3998	4485.7736
7	D12-Hanil	4359.5799	6197.4420	0.174014	0.02428	0.21067	0.1864	89.2030	6095.0598
		4359.5799	6197.4420	0.137360	0.02428	0.21067	0.1864	89.2030	5998.3539
		4359.5799	6197.4420	0.100700	0.02428	0.21067	0.1864	89.2030	5837.0171
		4359.5799	6197.4420	0.064050	0.02428	0.21067	0.1864	89.2030	5513.9721
		4359.5799	6197.4420	0.027390	0.02428	0.21067	0.1864	89.2030	4540.8638
8	D12-Hanil	3878.3131	5567.8753	0.024280	0.02428	0.21067	0.1864	89.2030	4359.8287
		3878.3131	5567.8753	0.189531	0.01482	0.22428	0.2095	89.1752	5461.9518
		3878.3131	5567.8753	0.154790	0.01482	0.22428	0.2095	89.1752	5401.3906
		3878.3131	5567.8753	0.120040	0.01482	0.22428	0.2095	89.1752	5310.4267
		3878.3131	5567.8753	0.085300	0.01482	0.22428	0.2095	89.1752	5158.6113
		3878.3131	5567.8753	0.050550	0.01482	0.22428	0.2095	89.1752	4853.9453

Lanjutan

		3878.3131	5567.8753	0.015810	0.01482	0.22428	0.2095	89.1752	3932.7077
		3878.3131	5567.8753	0.014820	0.01482	0.22428	0.2095	89.1752	3878.3140
9	D12-JTS	3178.5534	4804.7900	0.229606	0.02730	0.26897	0.2417	93.5155	4702.8590
		3178.5534	4804.7900	0.190250	0.02730	0.26897	0.2417	93.5155	4652.5113
		3178.5534	4804.7900	0.150890	0.02730	0.26897	0.2417	93.5155	4576.8964
		3178.5534	4804.7900	0.111530	0.02730	0.26897	0.2417	93.5155	4450.6456
		3178.5534	4804.7900	0.072170	0.02730	0.26897	0.2417	93.5155	4197.3079
		3178.5534	4804.7900	0.032810	0.02730	0.26897	0.2417	93.5155	3430.5983
		3178.5534	4804.7900	0.027300	0.02730	0.26897	0.2417	93.5155	3178.8065
10	D12-JTS	2343.4421	3504.5111	0.189215	0.03415	0.22581	0.1917	94.6559	3457.4669
		2343.4421	3504.5111	0.152620	0.03415	0.22581	0.1917	94.6559	3399.7503
		2343.4421	3504.5111	0.116020	0.03415	0.22581	0.1917	94.6559	3305.3424
		2343.4421	3504.5111	0.079420	0.03415	0.22581	0.1917	94.6559	3123.0070
		2343.4421	3504.5111	0.042820	0.03415	0.22581	0.1917	94.6559	2622.9116
		2343.4421	3504.5111	0.034150	0.03415	0.22581	0.1917	94.6559	2343.5693
11	D12-#	4553.7940							
12	D12-#	4200.1167	6438.5022	0.128409	0.01760	0.16393	0.1463	101.4406	6430.1310
		4200.1167	6438.5022	0.092890	0.01760	0.16393	0.1463	101.4406	6210.8084
		4200.1167	6438.5022	0.057380	0.01760	0.16393	0.1463	101.4406	5778.5121
		4200.1167	6438.5022	0.021860	0.01760	0.16393	0.1463	101.4406	4529.1067
		4200.1167	6438.5022	0.017600	0.01760	0.16393	0.1463	101.4406	4200.4556
13	D10-Hanil	4344.1376	6201.7318	0.117958	0.02790	0.16085	0.1329	93.8763	6134.2308
		4344.1376	6201.7318	0.075070	0.02790	0.16085	0.1329	93.8763	5781.2940
		4344.1376	6201.7318	0.032190	0.02790	0.16085	0.1329	93.8763	4624.0104
		4344.1376	6201.7318	0.027900	0.02790	0.16085	0.1329	93.8763	4344.3977
14	D10-Hanil	3516.1633	4909.9577	0.170948	0.03372	0.21558	0.1819	87.4702	4811.3396
		3516.1633	4909.9577	0.126320	0.03372	0.21558	0.1819	87.4702	4699.8661
		3516.1633	4909.9577	0.081690	0.03372	0.21558	0.1819	87.4702	4465.9903
		3516.1633	4909.9577	0.037060	0.03372	0.21558	0.1819	87.4702	3662.8857
		3516.1633	4909.9577	0.033720	0.03372	0.21558	0.1819	87.4702	3516.2955
15	D10-JT	3580.7740	5233.4389	0.220920	0.03237	0.22092	0.1886	92.2022	5213.8031
		3580.7740	5233.4389	0.127870	0.03237	0.22092	0.1886	92.2022	5005.3071
		3580.7740	5233.4389	0.081340	0.03237	0.22092	0.1886	92.2022	4724.1978
		3580.7740	5233.4389	0.034820	0.03237	0.22092	0.1886	92.2022	3712.2167
		3580.7740	5233.4389	0.032370	0.03237	0.22092	0.1886	92.2022	3580.6145
16	D10-JT	3332.4426	4817.8946	0.133478	0.02967	0.16682	0.1372	94.9920	4803.4893
		3332.4426	4817.8946	0.100130	0.02967	0.16682	0.1372	94.9920	4651.7516
		3332.4426	4817.8946	0.066790	0.02967	0.16682	0.1372	94.9920	4356.4445
		3332.4426	4817.8946	0.033440	0.02967	0.16682	0.1372	94.9920	3530.1256
		3332.4426	4817.8946	0.029670	0.02967	0.16682	0.1372	94.9920	3332.7055
17	D10-BS	2603.1130	3830.4874	0.288266	0.03328	0.32945	0.2962	89.0780	3718.7789
		2603.1130	3830.4874	0.247080	0.03328	0.32945	0.2962	89.0780	3694.4778
		2603.1130	3830.4874	0.205900	0.03328	0.32945	0.2962	89.0780	3660.4606
		2603.1130	3830.4874	0.164720	0.03328	0.32945	0.2962	89.0780	3609.4370
		2603.1130	3830.4874	0.123530	0.03328	0.32945	0.2962	89.0780	3524.3803
		2603.1130	3830.4874	0.082350	0.03328	0.32945	0.2962	89.0780	3354.3351
		2603.1130	3830.4874	0.041170	0.03328	0.32945	0.2962	89.0780	2844.5324

Lanjutan

		2603.1130	3830.4874	0.033280	0.03328	0.32945	0.2962	89.0780	2603.0566
18	D10- #	3134.1357	4694.6193	0.193081	0.02807	0.23377	0.2057	94.0690	4614.6161
		3134.1357	4694.6193	0.152390	0.02807	0.23377	0.2057	94.0690	4537.4347
		3134.1357	4694.6193	0.111700	0.02807	0.23377	0.2057	94.0690	4406.5449
		3134.1357	4694.6193	0.071000	0.02807	0.23377	0.2057	94.0690	4135.8826
		3134.1357	4694.6193	0.030310	0.02807	0.23377	0.2057	94.0690	3246.1175
		3134.1357	4694.6193	0.028070	0.02807	0.23377	0.2057	94.0690	3134.0478
19	D10- #	3369.6328	4381.9689	0.117102	0.02286	0.15975	0.1369	82.3813	4298.1224
		3369.6328	4381.9689	0.074460	0.02286	0.15975	0.1369	82.3813	4133.2595
		3369.6328	4381.9689	0.031810	0.02286	0.15975	0.1369	82.3813	3635.7276
		3369.6328	4381.9689	0.022860	0.02286	0.15975	0.1369	82.3813	3369.7048
20	D8-Hanil	3919.2281	5321.7945	0.199737	0.03631	0.24975	0.2134	83.1583	5175.6394
		3919.2281	5321.7945	0.149720	0.03631	0.24975	0.2134	83.1583	5088.3040
		3919.2281	5321.7945	0.099700	0.03631	0.24975	0.2134	83.1583	4910.6221
		3919.2281	5321.7945	0.049690	0.03631	0.24975	0.2134	83.1583	4352.5703
		3919.2281	5321.7945	0.036310	0.03631	0.24975	0.2134	83.1583	3919.3502
21	D8-HH	3588.9208	5214.4908	0.102857	0.03382	0.15438	0.1206	97.7634	5112.2112
		3588.9208	5214.4908	0.051330	0.03382	0.15438	0.1206	97.7634	4366.9503
		3588.9208	5214.4908	0.033820	0.03382	0.15438	0.1206	97.7634	3589.2079
22	D8-HI	3879.6429	5488.8130	0.210437	0.03090	0.26309	0.2322	86.7608	5339.0173
		3879.6429	5488.8130	0.157790	0.03090	0.26309	0.2322	86.7608	5249.9922
		3879.6429	5488.8130	0.105140	0.03090	0.26309	0.2322	86.7608	5073.8026
		3879.6429	5488.8130	0.052490	0.03090	0.26309	0.2322	86.7608	4559.7788
		3879.6429	5488.8130	0.030900	0.03090	0.26309	0.2322	86.7608	3879.4835
23	D8-SS	3611.2772	5304.8416	0.223591	0.03486	0.27955	0.2447	90.3057	5161.4797
		3611.2772	5304.8416	0.167630	0.03486	0.27955	0.2447	90.3057	5069.2504
		3611.2772	5304.8416	0.111670	0.03486	0.27955	0.2447	90.3057	4883.2970
		3611.2772	5304.8416	0.055700	0.03486	0.27955	0.2447	90.3057	4313.0332
		3611.2772	5304.8416	0.034860	0.03486	0.27955	0.2447	90.3057	3611.4581
24	D8-SS	3871.6383	5573.6001	0.228238	0.03817	0.28540	0.2472	88.0948	5413.9809
		3871.6383	5573.6001	0.171080	0.03817	0.28540	0.2472	88.0948	5320.9853
		3871.6383	5573.6001	0.113910	0.03817	0.28540	0.2472	88.0948	5130.4581
		3871.6383	5573.6001	0.056750	0.03817	0.28540	0.2472	88.0948	4520.3745
		3871.6383	5573.6001	0.038170	0.03817	0.28540	0.2472	88.0948	3871.3993
25	D8-BT	2754.3994							
26	D8-BT	2968.6305							
27	D8-SJ	3561.2536	5267.6876	0.167520	0.04014	0.16752	0.1274	99.1565	5403.1981
		3561.2536	5267.6876	0.106430	0.04014	0.16752	0.1274	99.1565	5107.6376
		3561.2536	5267.6876	0.045340	0.04014	0.16752	0.1274	99.1565	3874.6566
		3561.2536	5267.6876	0.040140	0.04014	0.16752	0.1274	99.1565	3560.9515
28	D8-SJ	3853.7966	5419.4015	0.291811	0.04046	0.35334	0.3129	84.2299	5227.8338
		3853.7966	5419.4015	0.230280	0.04046	0.35334	0.3129	84.2299	5177.5962
		3853.7966	5419.4015	0.168750	0.04046	0.35334	0.3129	84.2299	5089.1040
		3853.7966	5419.4015	0.107220	0.04046	0.35334	0.3129	84.2299	4891.8087
		3853.7966	5419.4015	0.045890	0.04046	0.35334	0.3129	84.2299	4071.8728
		3853.7966	5419.4015	0.040460	0.04046	0.35334	0.3129	84.2299	3853.8922

Lanjutan

29	D8-SD	4391.8826	6553.4047	0.234903	0.03013	0.29375	0.2636	91.3779	6367.1066
		4391.8826	6553.4047	0.176060	0.03013	0.29375	0.2636	91.3779	6261.5756
		4391.8826	6553.4047	0.117220	0.03013	0.29375	0.2636	91.3779	6052.9156
		4391.8826	6553.4047	0.058370	0.03013	0.29375	0.2636	91.3779	5445.3114
		4391.8826	6553.4047	0.030130	0.03013	0.29375	0.2636	91.3779	4391.9850
30	D8-S	3377.9395	4911.0043	0.342892	0.04579	0.40005	0.3543	86.8090	4734.9728
		3377.9395	4911.0043	0.285730	0.04579	0.40005	0.3543	86.8090	4703.1298
		3377.9395	4911.0043	0.228570	0.04579	0.40005	0.3543	86.8090	4654.4407
		3377.9395	4911.0043	0.171410	0.04579	0.40005	0.3543	86.8090	4570.7295
		3377.9395	4911.0043	0.114240	0.04579	0.40005	0.3543	86.8090	4392.9483
		3377.9395	4911.0043	0.057080	0.04579	0.40005	0.3543	86.8090	3759.7417
31	D8-JTS	2875.0759	4332.8609	0.251791	0.03331	0.30225	0.2689	92.2792	4217.9399
		2875.0759	4332.8609	0.201330	0.03331	0.30225	0.2689	92.2792	4165.7395
		2875.0759	4332.8609	0.150870	0.03331	0.30225	0.2689	92.2792	4080.1239
		2875.0759	4332.8609	0.100420	0.03331	0.30225	0.2689	92.2792	3908.5215
		2875.0759	4332.8609	0.049960	0.03331	0.30225	0.2689	92.2792	3390.3734
		2875.0759	4332.8609	0.033310	0.03331	0.30225	0.2689	92.2792	2875.2119
32	D8-#	2952.5622	4330.4245	0.262291	0.04177	0.31473	0.2730	89.3026	4205.1429
		2952.5622	4330.4245	0.209850	0.04177	0.31473	0.2730	89.3026	4155.8531
		2952.5622	4330.4245	0.157410	0.04177	0.31473	0.2730	89.3026	4071.8569
		2952.5622	4330.4245	0.104960	0.04177	0.31473	0.2730	89.3026	3896.5388
		2952.5622	4330.4245	0.052520	0.04177	0.31473	0.2730	89.3026	3304.1525
		2952.5622	4330.4245	0.041770	0.04177	0.31473	0.2730	89.3026	2952.4930
33	D8-#	4145.0777	5831.5554	0.201970	0.02809	0.25252	0.2244	86.4391	5677.7549
		4145.0777	5831.5554	0.151420	0.02809	0.25252	0.2244	86.4391	5582.9620
		4145.0777	5831.5554	0.100880	0.02809	0.25252	0.2244	86.4391	5397.9011
		4145.0777	5831.5554	0.050330	0.02809	0.25252	0.2244	86.4391	4876.1043
		4145.0777	5831.5554	0.028090	0.02809	0.25252	0.2244	86.4391	4145.2623

Keterangan :

1. Sampel gagal dalam pengujian adalah D12-tanpa merk (sp 11), D8-BT (sp 25) dan D8-BT (sp 26)

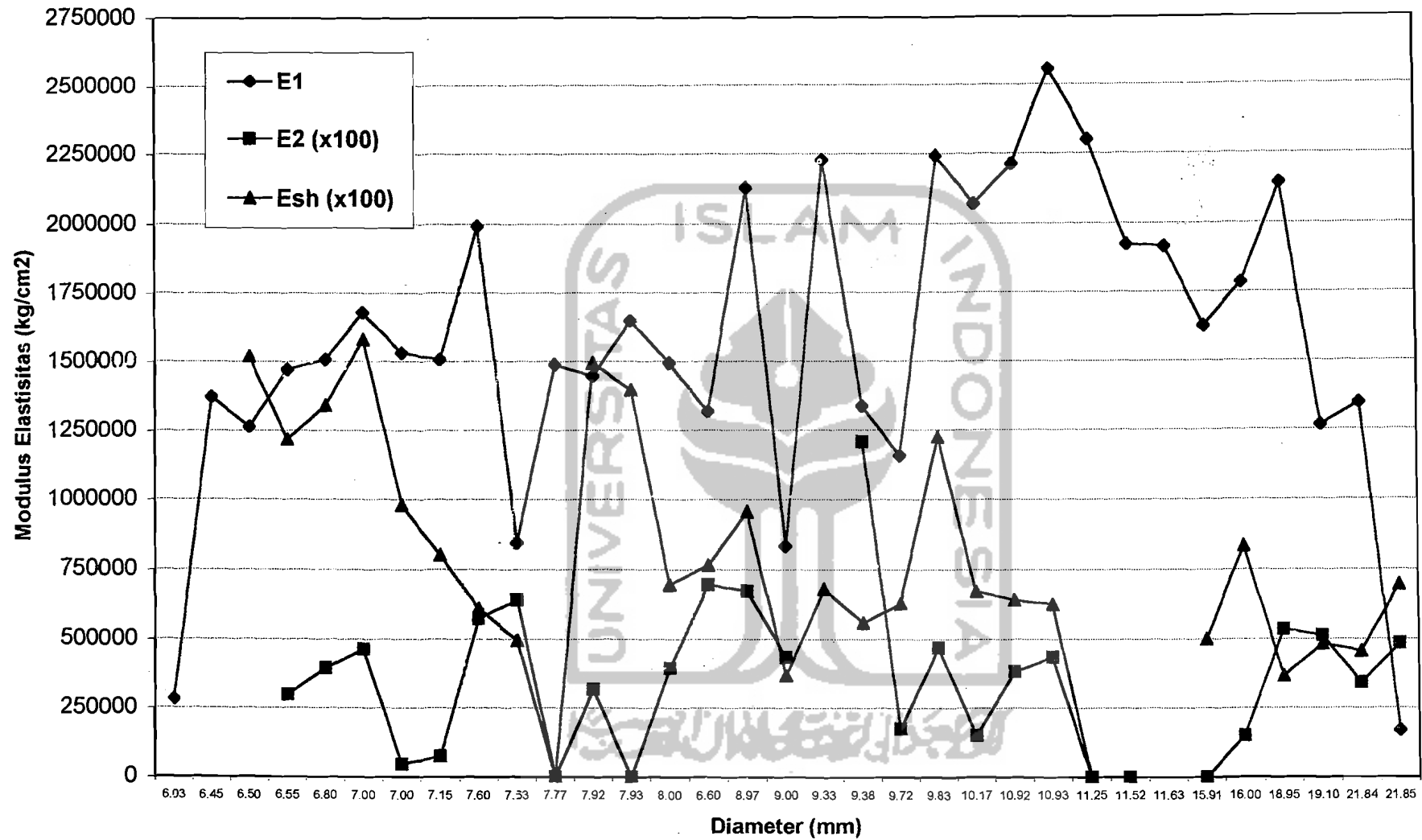
2. Persamaan menurut D.C. Kent adalah :

$$q = R_u - R_{sh}$$

$$(f_u/f_y) (30q+1)^2 - 60q - 1$$

$$m = \frac{16q^2}{m(r-R_{sh}) + 2}$$

$$f_s = f_y \left\{ \frac{m(r-R_{sh}) + 2}{60 (R-R_{sh}) + 2} + \frac{(R-R_{sh}) (60 - m)}{2 (30q+1)^2} \right\}$$



Gambar 5.46 Hubungan antara diameter sampel dengan modulus elastisitas E1(daerah elastis) dan modulus plastis E2x100 (daerah yield plateau) serta modulus plastis Eshx100 (daerah strain hardening)

Tabel 5.2 Modulus plastis daerah yield plateau (E_2) menurut W.F. Chen dan T. Atsuta

No Sampel	Diameter / Merk	f_y (Kg/cm ²)	f_{sh} (Kg/cm ²)	f_u (Kg/cm ²)	R_y	R_{sh}	R_u
1	D22-Hanil	5968.84	6031.67	7036.94	0.03516	0.03854	0.16375
2	D22-Hanil	4110.59	4173.83	7146.11	0.00305	0.00520	0.18507
3	D19-Hanil	3731.39	3781.81	5836.60	0.00295	0.01499	0.15026
4	D19-Hanil	3731.39	3781.81	5817.69	0.00174	0.01860	0.18588
5	D16-Hanil	4056.52	4118.92	6265.76	0.00250	0.01826	0.17826
6	D16-Hanil	4486.05	4523.75	7150.04	0.00251	0.01064	0.17680
7	D12-Hanil	4359.58	4370.27	6197.44	0.00197	0.02428	0.21067
8	D12-Hanil	3878.31	3887.91	5567.88	0.00202	0.01482	0.22428
9	D12-JTS	3178.55	3326.39	4804.79	0.00153	0.02730	0.26897
10	D12-JTS	2343.44	2556.48	3504.51	0.00092	0.03415	0.22581
11	D12- #	4553.79			0.00214		
12	D12- #	4200.12	4250.42	6438.50	0.00183	0.01760	0.16393
13	D10-Hanil	4344.14	4344.14	6201.73	0.00195	0.02790	0.16085
14	D10-Hanil	3516.16	3642.87	4909.96	0.00165	0.03372	0.21558
15	D10-JT	3580.77	3787.36	5233.44	0.00271	0.03237	0.22092
16	D10-JT	3332.44	3505.35	4817.89	0.00399	0.02967	0.16682
17	D10-BS	2603.11	2737.99	3830.49	0.00225	0.03328	0.32945
18	D10- #	3134.14	3292.16	4694.62	0.00140	0.02807	0.23377
19	D10- #	3369.63	3615.49	4381.97	0.00252	0.02286	0.15975
20	D8-Hanil	3919.23	3978.91	5321.79	0.00262	0.03631	0.24975
21	D8-HH	3588.92	3736.70	5214.49	0.00241	0.03382	0.15438
22	D8-HH	3879.64	3923.73	5488.81	0.00195	0.03090	0.26309
23	D8-SS	3611.28	3735.80	5304.84	0.00240	0.03486	0.27955
24	D8-SS	3871.64	4027.54	5573.60	0.00231	0.03817	0.28540
25	D8-BT	2754.40			0.00201		
26	D8-BT	2968.63			0.01045		
27	D8-SJ	3561.25	3828.35	5267.69	0.00242	0.04014	0.16752
28	D8-SJ	3853.80	3853.80	5419.40	0.00259	0.04046	0.35334
29	D8-SD	4391.88	4350.58	6553.40	0.00291	0.03013	0.29375
30	D8-S	3377.94	3611.80	4911.00	0.00221	0.04579	0.40005
31	D8-JTS	2875.08	3037.05	4332.86	0.00175	0.03331	0.30225
32	D8- #	2952.56	3083.79	4330.42	0.00349	0.04177	0.31473
33	D8- #	4145.08	4266.99	5831.56	0.00286	0.02809	0.25252

Lanjutan

E1 (Kg/cm ²)	E2 (Kg/cm ²)	Esh (Kg/cm ²)	E Chen (1/25 E1) (Kg/cm ²)	E Chen/E2 (Kg/cm ²)	E Chen/E2 rata-rata (Kg/cm ²)
169769.87	18595.13	8028.37	6790.79	0.365	
1347852.83	29365.36	16525.34	53914.11	1.836	
1266561.96	4186.72	15190.33	50662.48	12.101	
2143591.42	2990.51	12170.47	85743.66	28.672	
1625404.30	3957.97	13418.18	65016.17	16.427	
1784643.72	4637.41	15805.82	71385.75	15.393	
2211804.70	479.05	9802.73	88472.19	184.682	
1923036.71	749.79	8020.63	76921.47	102.590	
2071956.60	5738.86	6117.40	82878.26	14.442	
2560654.75	6410.75	4946.21	102426.19	15.977	
2123794.76			84951.79		
2299494.67	3189.74	14953.06	91979.79	28.836	
2227866.84	0.00	13972.20	89114.67		
2128349.53	3951.59	6967.41	85133.98	21.544	
1320521.63	6964.78	7669.42	52820.87	7.584	
835157.62	6734.48	9569.62	33406.30	4.960	
1156904.64	4346.44	3688.78	46276.19	10.647	
2242875.38	5924.20	6817.88	89715.02	15.144	
1338956.56	12086.29	5599.29	53558.26	4.431	
1495322.42	1771.75	6291.42	59812.90	33.759	
1487971.09	4705.77	12257.12	59518.84	12.648	
1993679.71	1522.49	6740.72	79747.19	52.380	
1505805.58	3836.50	6412.15	60232.22	15.700	
1679525.27	4346.48	6253.62	67181.01	15.456	
1372832.03			54913.28		
284183.35			11367.33		
1470536.27	7080.48	11300.37	58821.45	8.308	
1490385.30	0.00	5003.79	59615.41		
1507430.64	-1517.65	8356.13	60297.23	-39.731	
1530915.70	5365.41	3667.36	61236.63	11.413	
1647235.11	5132.05	4818.16	65889.40	12.839	
846310.20	3427.77	4567.07	33852.41	9.876	
1447606.44	4833.40	6971.24	57904.26	11.980	

22.50928

5.2.6 Analisa Momen Curvature

Untuk analisa momen curvature dari suatu balok tulangan rangkap, berikut ini diberikan satu contoh hitungan dari program komputer dan hasil keluaran serta gambar diagram momen-curvaturesnya seperti terlihat pada gambar 5.47 sebagai berikut

5.3 Implikasi Karakteristik Fisik dan Mekanik Baja Tulangan Pada Disain Elemen Beton Bertulang

5.3.1 Penurunan Momen Nominal Akibat Karakteristik Fisik Baja Tulangan

Dari hasil analisis di depan ternyata ukuran baja tulangan selisih 1 mm saja berakibat turunnya kapasitas momen nominal untuk balok antara 8%-15%, sedang untuk pelat antara 16%-23%. Terlebih jika baja tulangan yang digunakan tidak memenuhi standar SII.

Lihat gambar 5.48 sampai 5.50 yaitu grafik hubungan antara prosentase penurunan kapasitas momen nominal balok dan pelat dengan diameter sampel. Untuk $\varnothing 22$ mm penurunannya sampai 8%, sedangkan untuk $\varnothing 19$ mm penurunannya sampai 9%, untuk $\varnothing 16$ mm penurunannya sampai 11.5%, untuk $\varnothing 12$ mm penurunannya sampai 15%, untuk $\varnothing 11$ mm penurunannya sampai 16.5%, untuk $\varnothing 10$ mm penurunannya sampai 18%, untuk $\varnothing 9$ mm penurunannya sampai 20%, dan untuk $\varnothing 8$ mm penurunannya sampai 23%. Dengan demikian terlihat bahwa semakin kecil diameter sampel maka selisih prosentase penurunan kapasitas momen nominal semakin besar, karena diameter kecil selisih 1 mm saja akan sangat berarti bila dibandingkan dengan diameter besar selisih 1 mm.

ANALISIS MOMEN CURVATURE

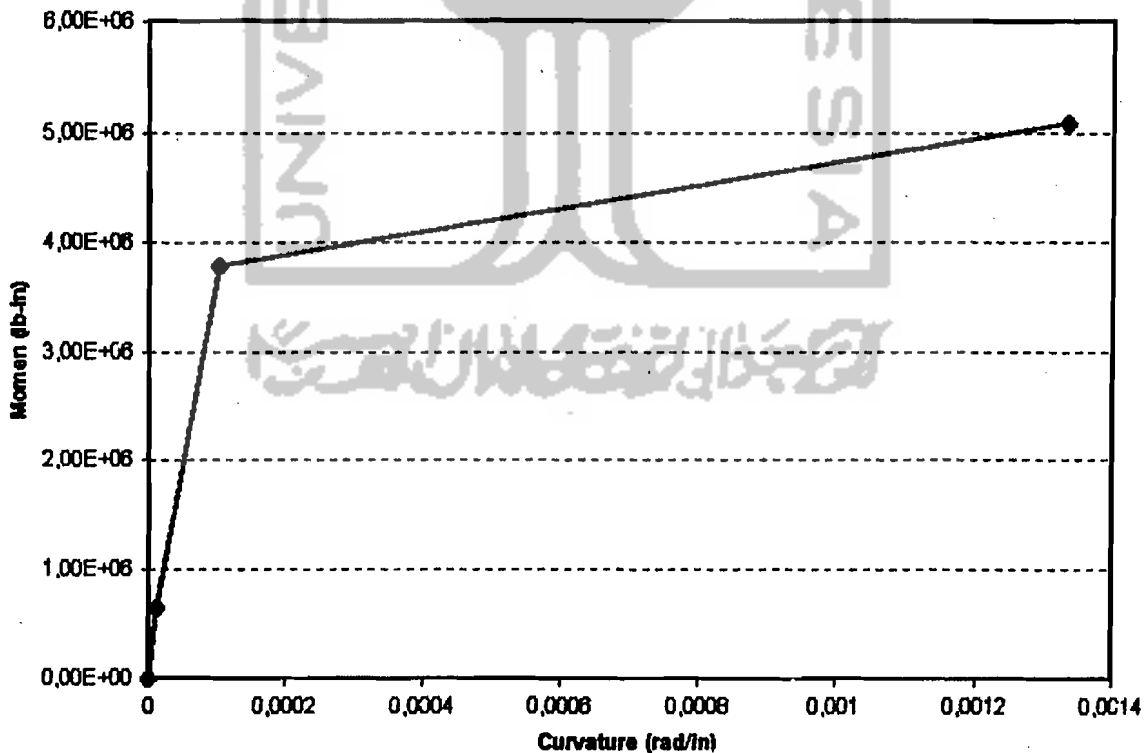
h = 25 in , d' = 2 in , Ec = 3200000 psi , fc' = 3000 psi
 b = 10 in , Ecu = 0.004 , Es = 29000000 psi

*** INPUT DATA ***

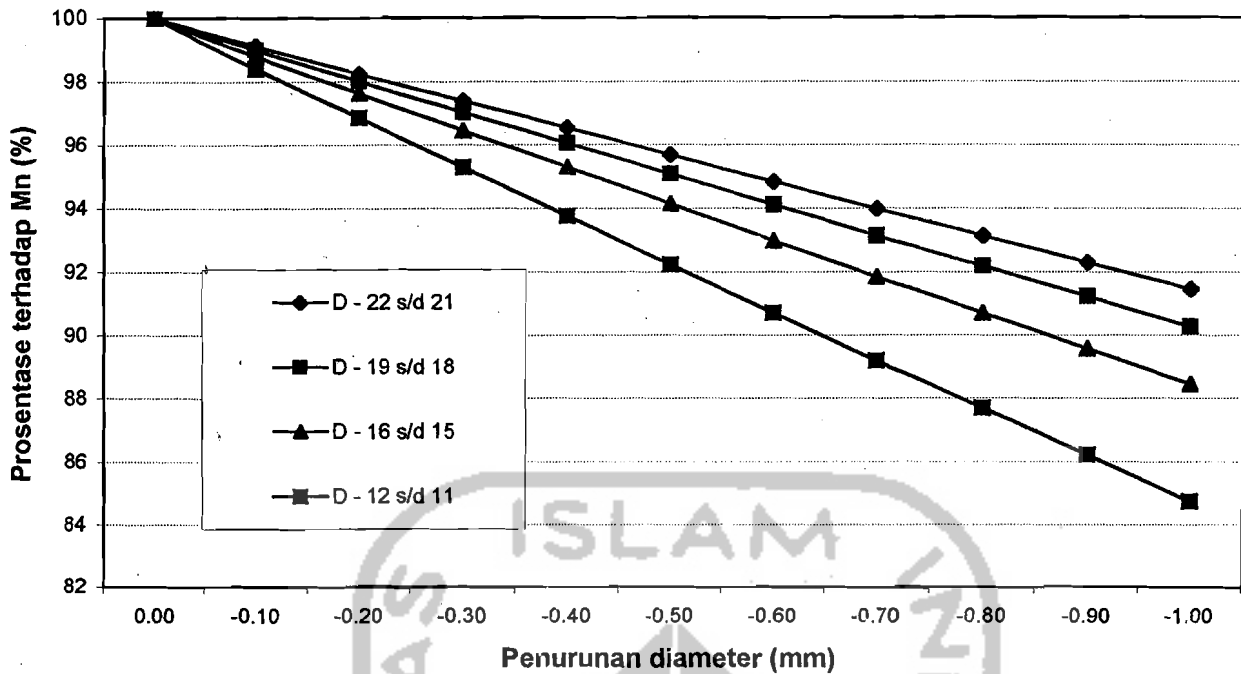
fy (Psi) = ? 40000
 Diameter atas (in) = ? 1
 Diameter bawah (in) = ? 1
 Jumlah D atas = ? 2
 Jumlah D bawah = ? 6

*** HASIL PERHITUNGAN ***

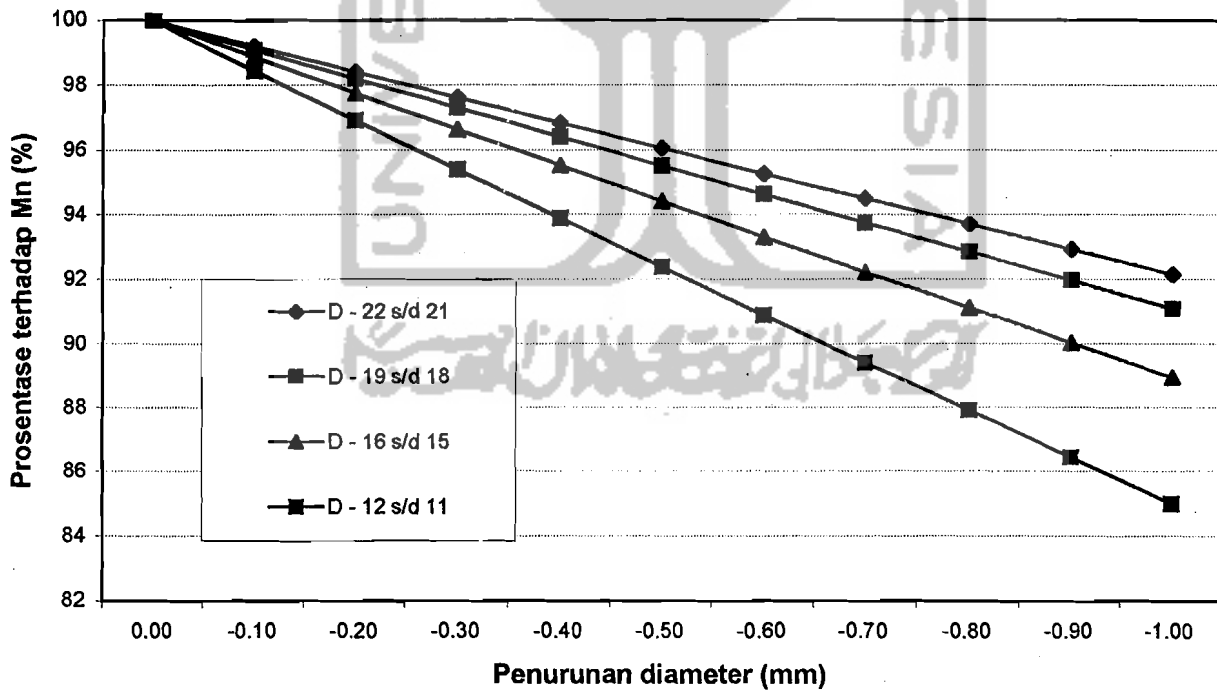
Sebelum Retak
 M_{cr} (lb-in) = 649697.5
 Q_{cr} (rad/in) = 1.10519E-05
 Setelah Retak, saat leleh pertama
 M_y (lb-in) = 3774076
 Q_y (rad/in) = 1.030981E-04
 Setelah Retak, saat kondisi ultimit
 M_u (lb-in) = 5087083
 Q_u (rad/in) = 1.333333E-03



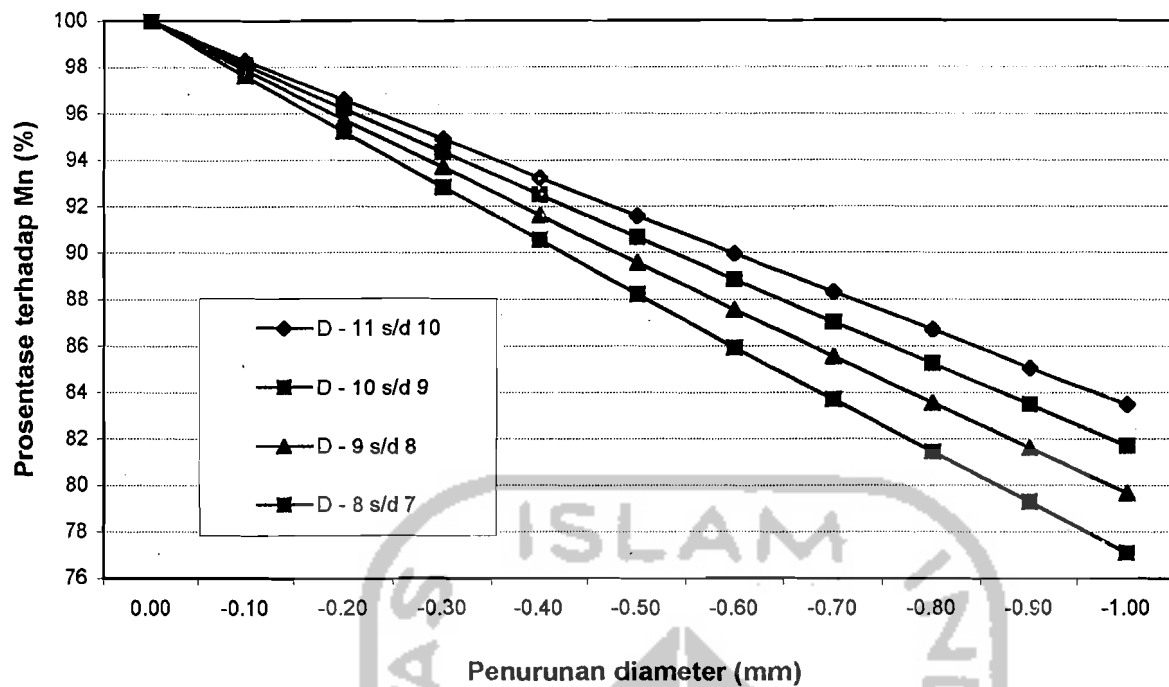
Gambar 5.47 Momen - Curvature



Gambar 5.48 Prosentase penurunan kapasitas momen nominal balok tulangan rangkap



Gambar 5.49 Prosentase penurunan kapasitas momen nominal balok tulangan sebelah



Gambar 5.50 Prosentase penurunan kapasitas momen nominal plat

5.3.2 Efek Strain Hardening Terhadap Kenaikan Momen Nominal

Adapun efek strain hardening terhadap kenaikan M_n dapat dilihat pada gambar 5.51 – 5.80 yaitu grafik hubungan antara regangan baja dengan OVF_M (faktor tambahan kekuatan). Dari gambar terlihat bahwa rata-rata $1.30 < OVF_M < 1.50$ dan jika regangan semakin besar belum tentu OVF_M nya juga semakin tinggi tergantung dari jenis dan mutu baja.

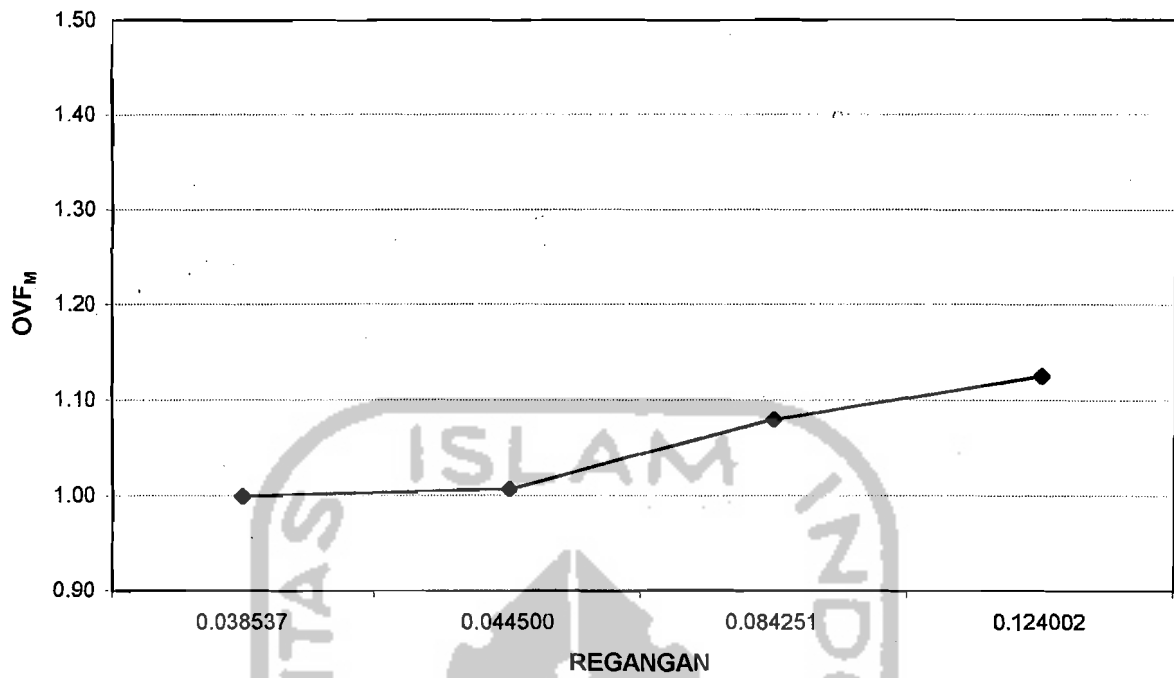
5.3.3 Hubungan Antara Kenaikan Tegangan dengan Kenaikan Momen Nominal

Adapun hubungan antara kenaikan tegangan dengan kenaikan momen nominal dapat dilihat pada gambar 5.81 – 5.110 yaitu grafik hubungan antara OVF_M dengan OVF_f dimana OVF_M adalah overstrengh factor momen nominal, sedangkan OVF_f adalah overstrengh factor tegangan puncak strain hardening dibagi tegangan luluh 1. Dari gambar terlihat bahwa ternyata kenaikan OVF_M dengan OVF_f tidak linier.

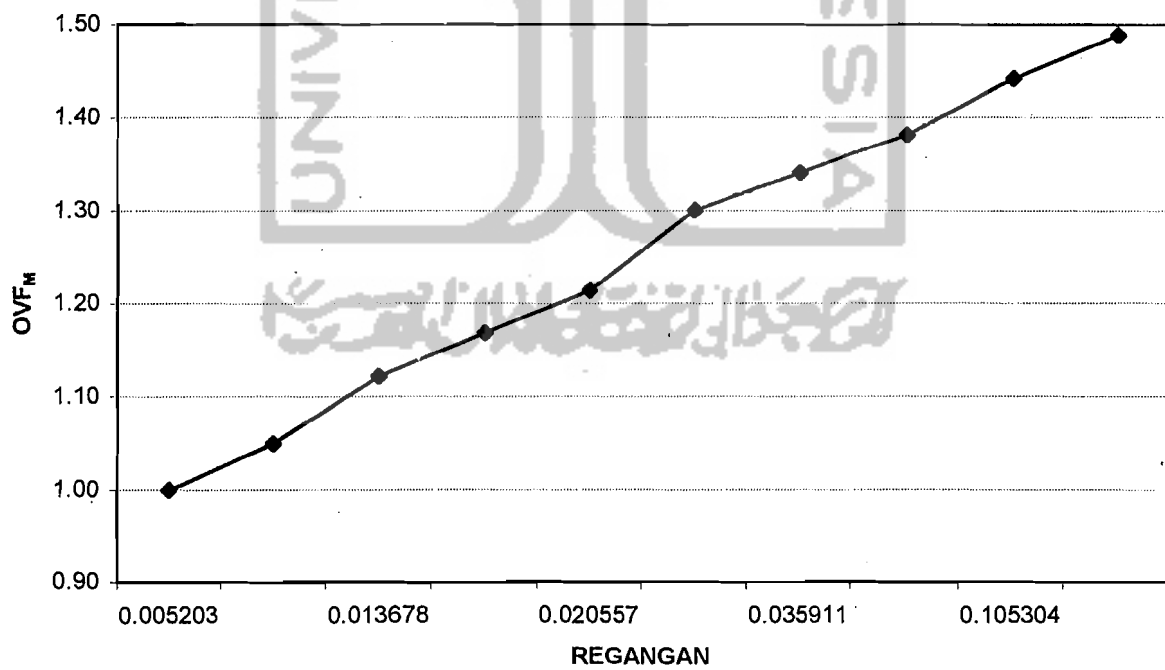
Lihat gambar grafik 5.111 yaitu grafik hubungan antara OVF_M max dengan OVF_f max sampel D12-22 mm untuk balok. Tampak bahwa ternyata hubungannya tidak linier dan cenderung kenaikan OVF_f lebih besar dibanding OVF_M .

Lihat gambar grafik 5.112 yaitu grafik hubungan antara OVF_M max dengan OVF_f max sampel D8-10 mm untuk pelat. Tampak bahwa ternyata hubungannya tidak linier, tetapi kenaikannya cenderung hampir sama.

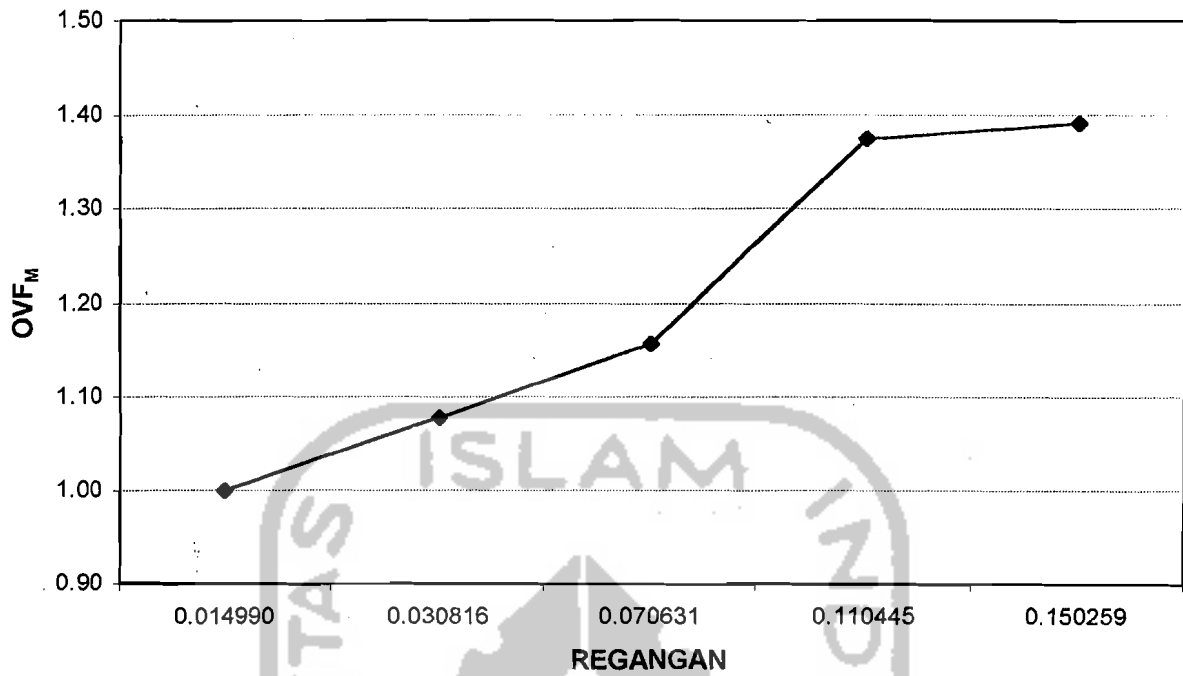
Lihat gambar grafik 5.113 yaitu grafik gabungan hubungan antara OVF_M max dengan OVF_f max sampel D12-22 mm dan D8-10 mm. Dari gambar terlihat untuk D12-22 mm untuk balok berada di bawah garis linier, sedangkan untuk D8-10 mm untuk pelat berada di tepi sekitar garis linier.



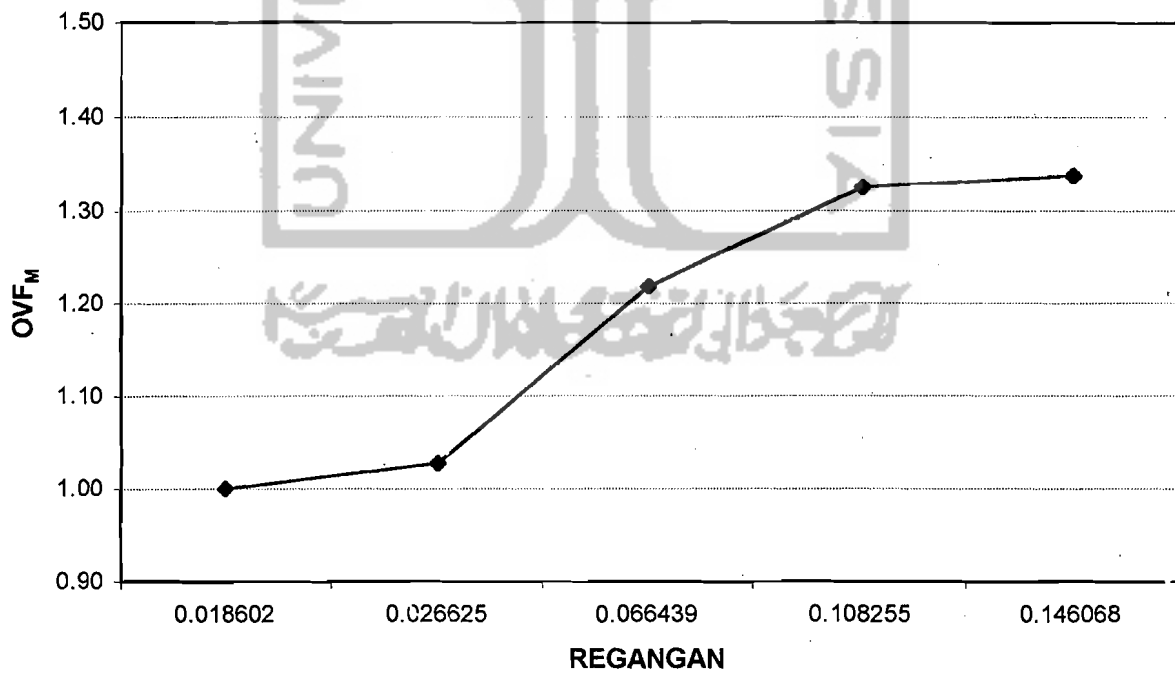
Gambar 5.51 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D22-Hanil (sp 1)



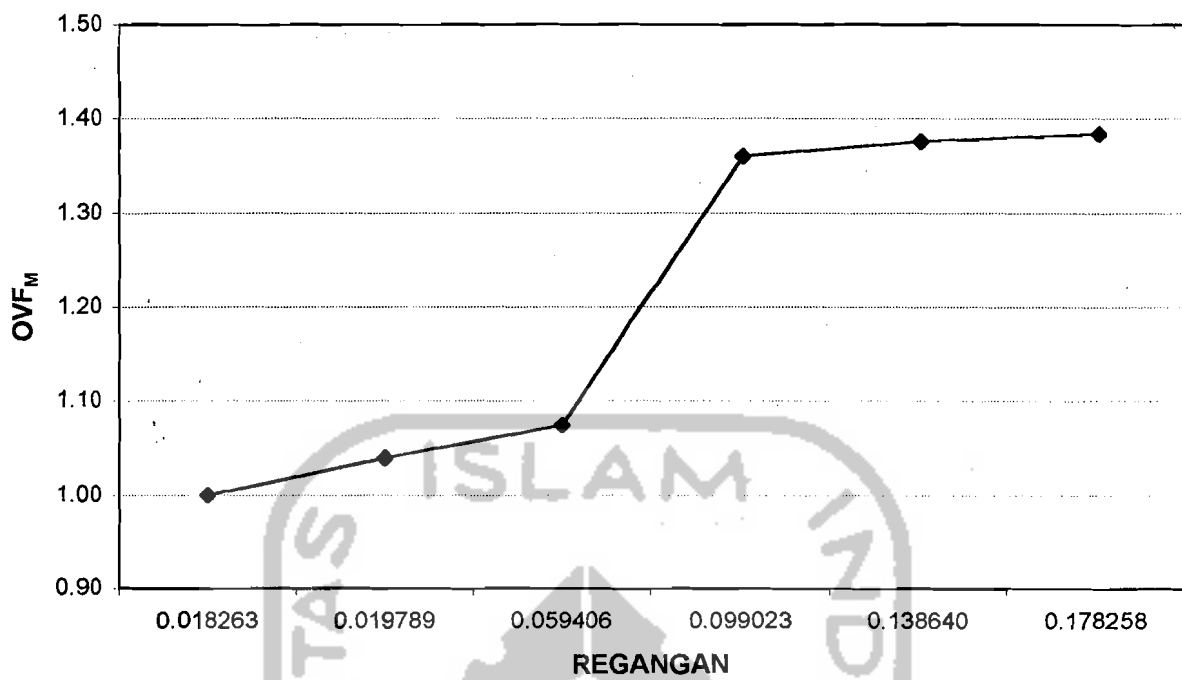
Gambar 5.52 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D22-Hanil (sp 2)



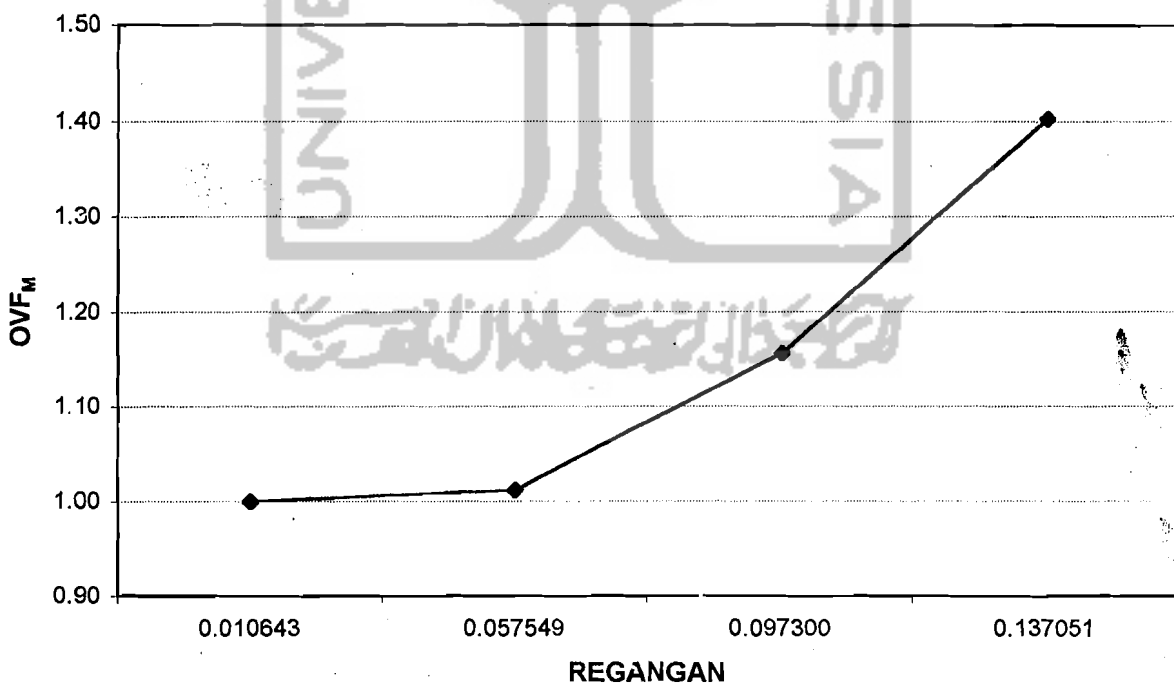
Gambar 5.53 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D19-Hanil (sp 3)



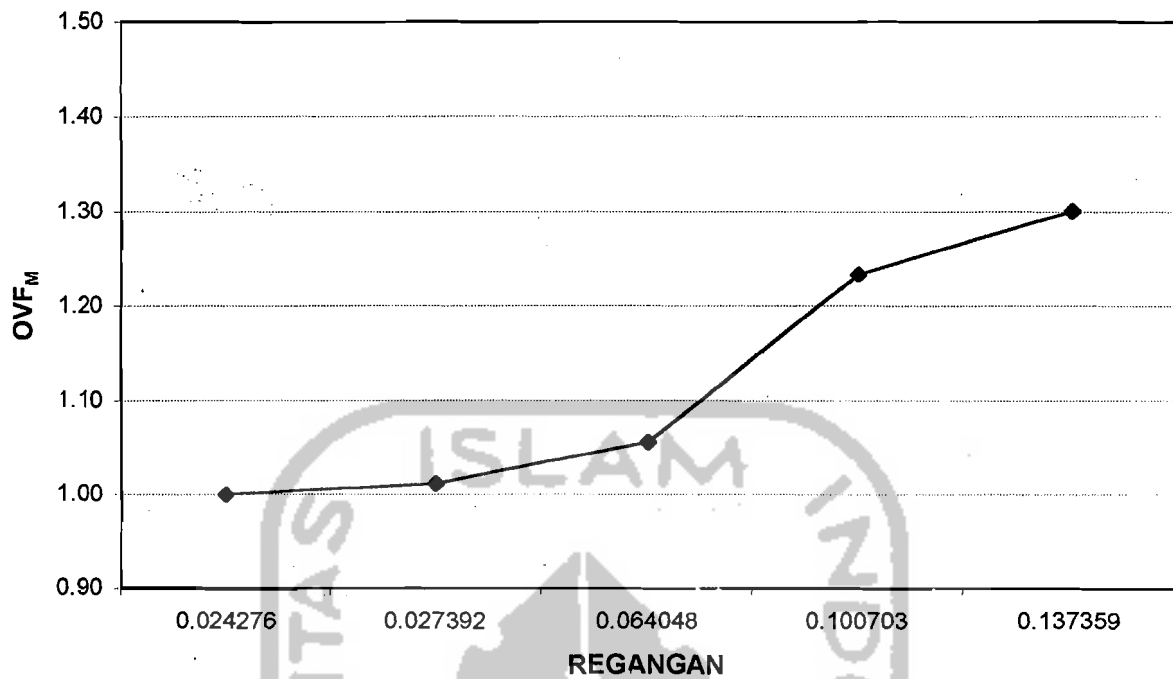
Gambar 5.54 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D19-Hanil (sp 4)



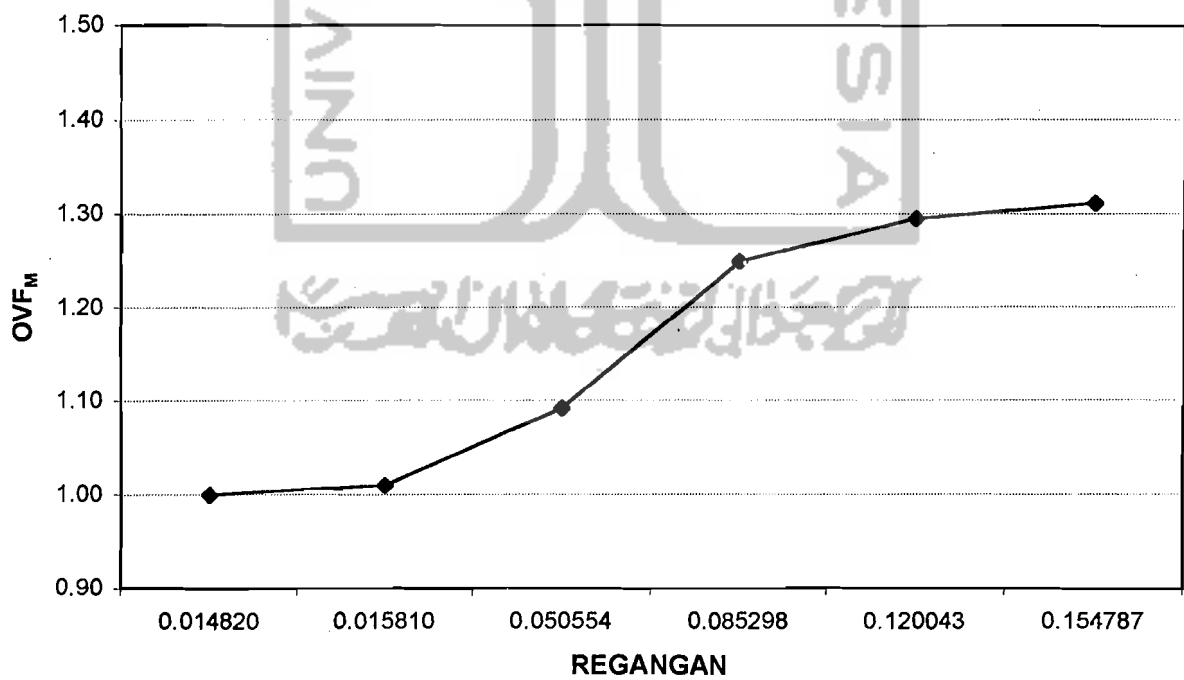
Gambar 5.55 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D16-Hanil (sp 5)



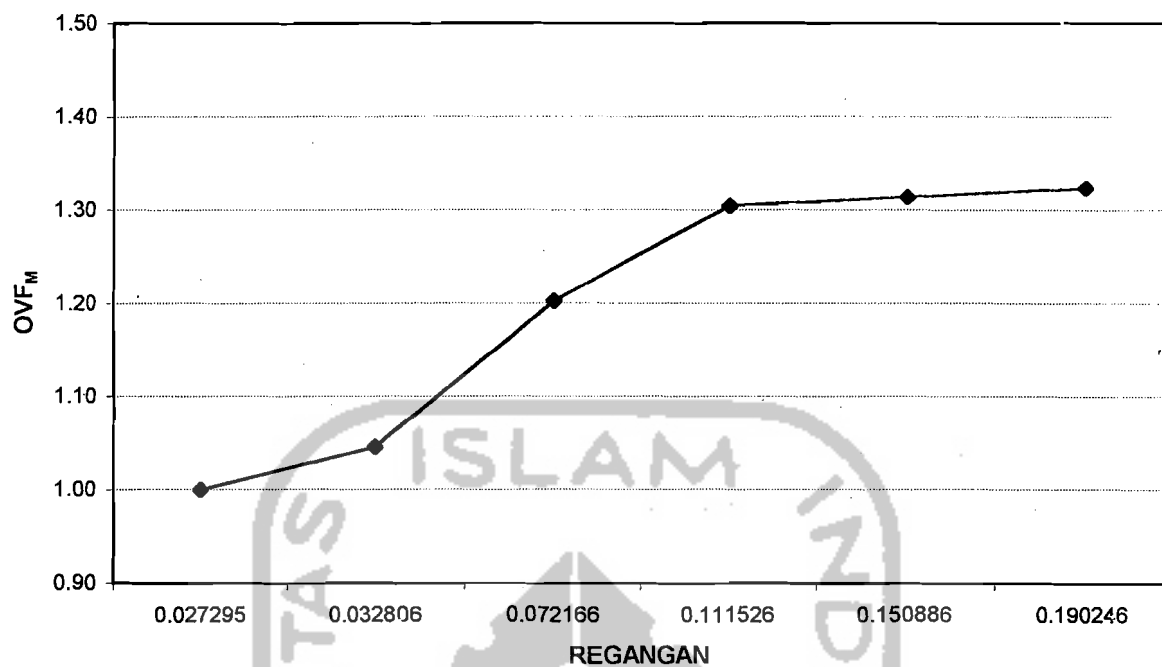
Gambar 5.56 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D16-Hanil (sp 6)



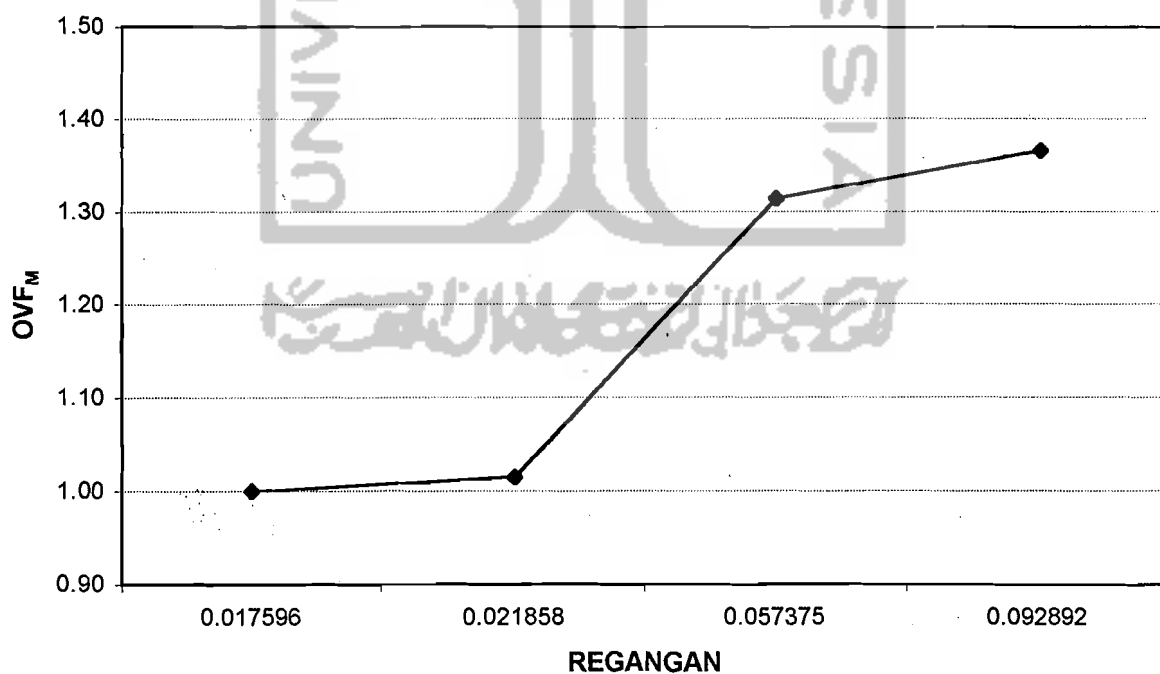
Gambar 5.57 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D12-Hanil (sp 7)



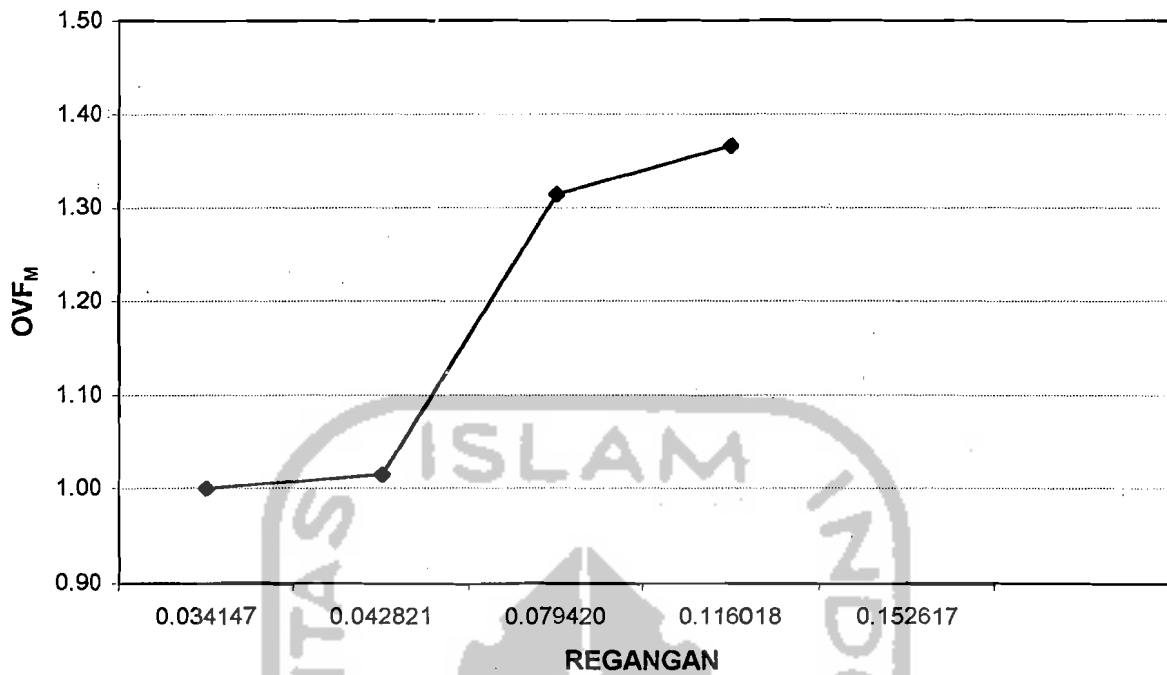
Gambar 5.58 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D16-Hanil (sp 8)



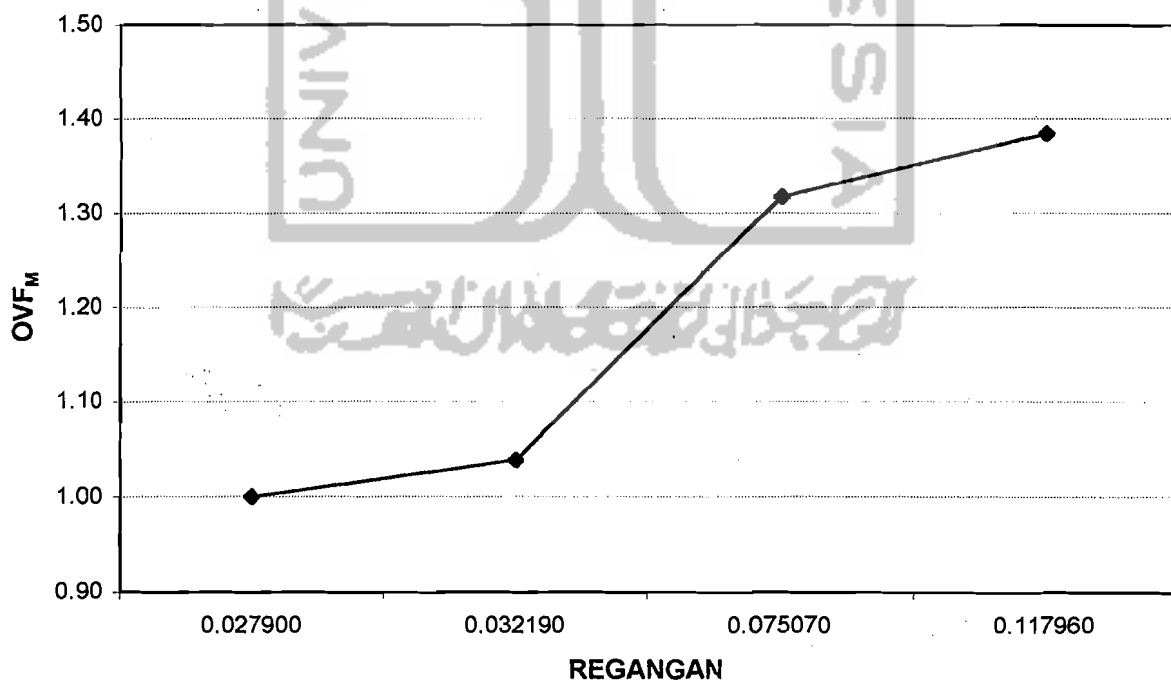
Gambar 5.59 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D12-JTS (sp 9)



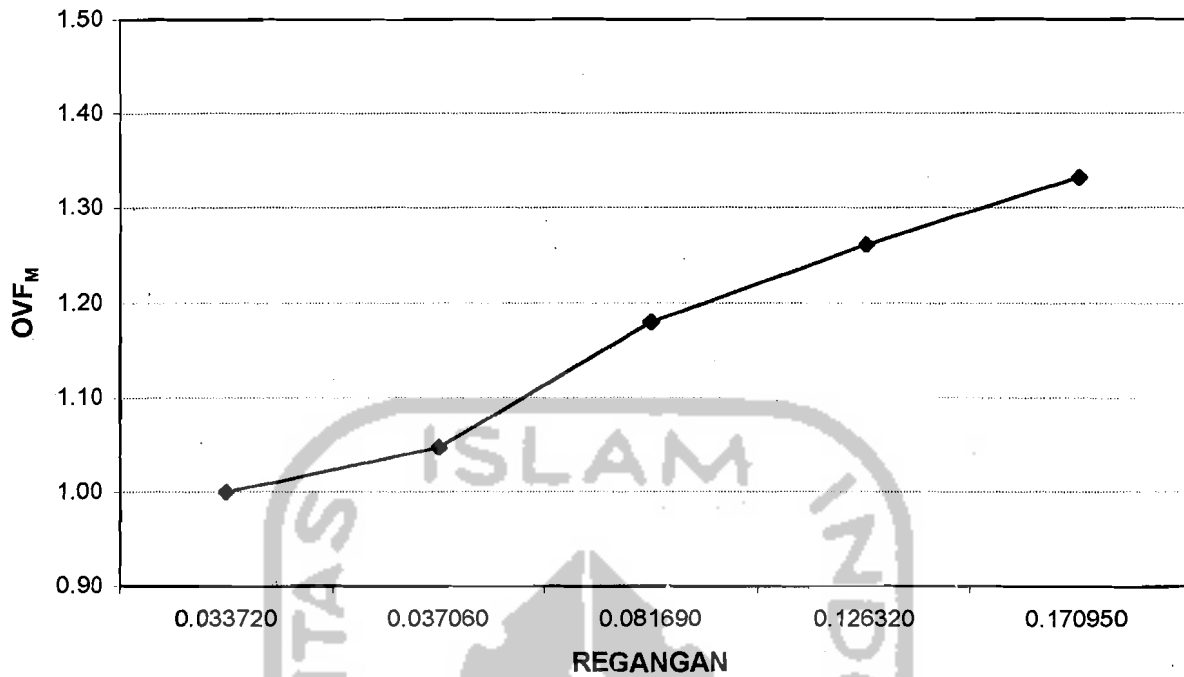
Gambar 5.60 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D12-JTS (sp 10)



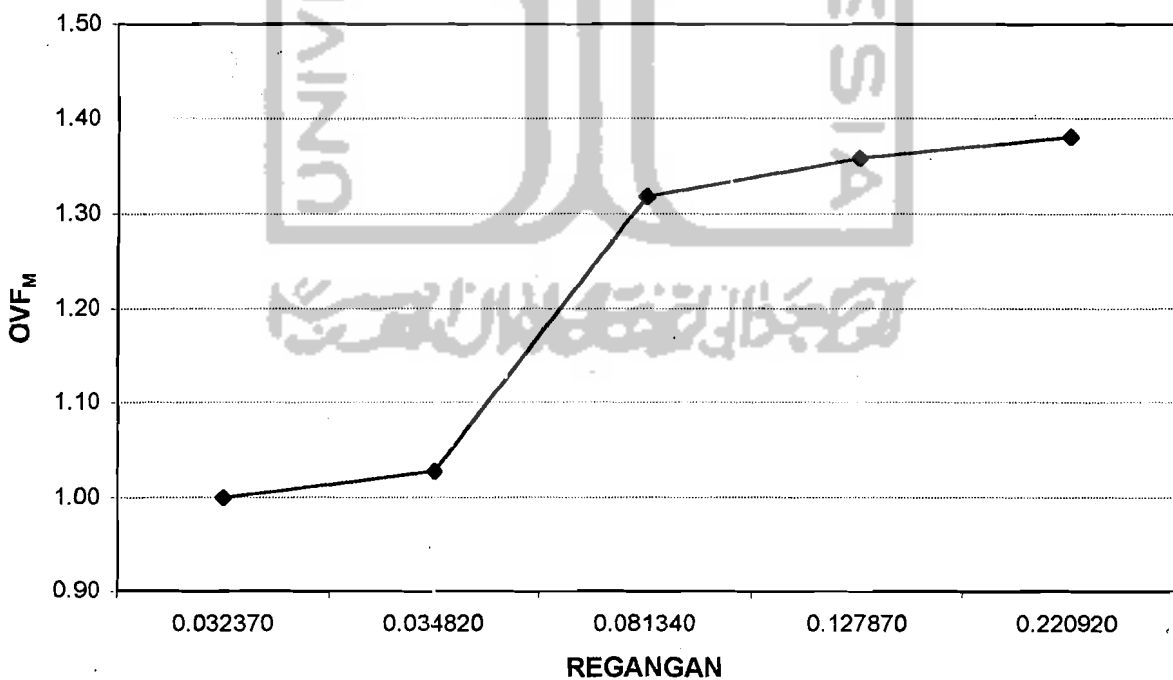
Gambar 5.61 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D12-tanpa merk (sp 12)



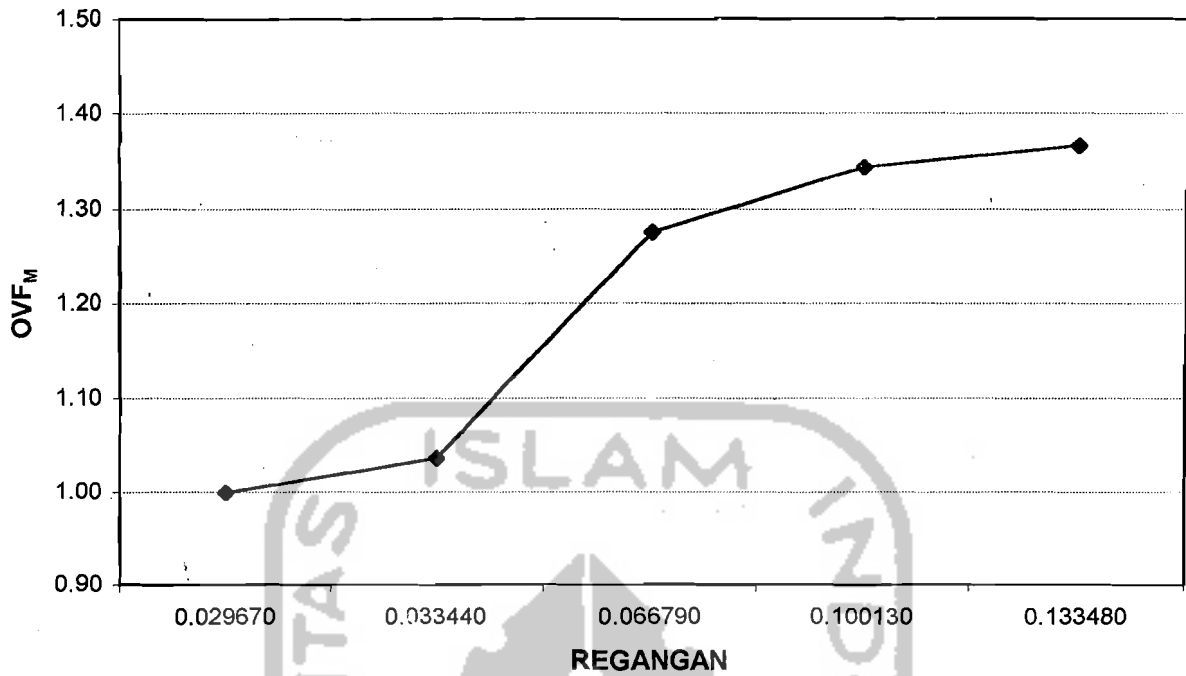
Gambar 5.62 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D10-Hanil (sp 13)



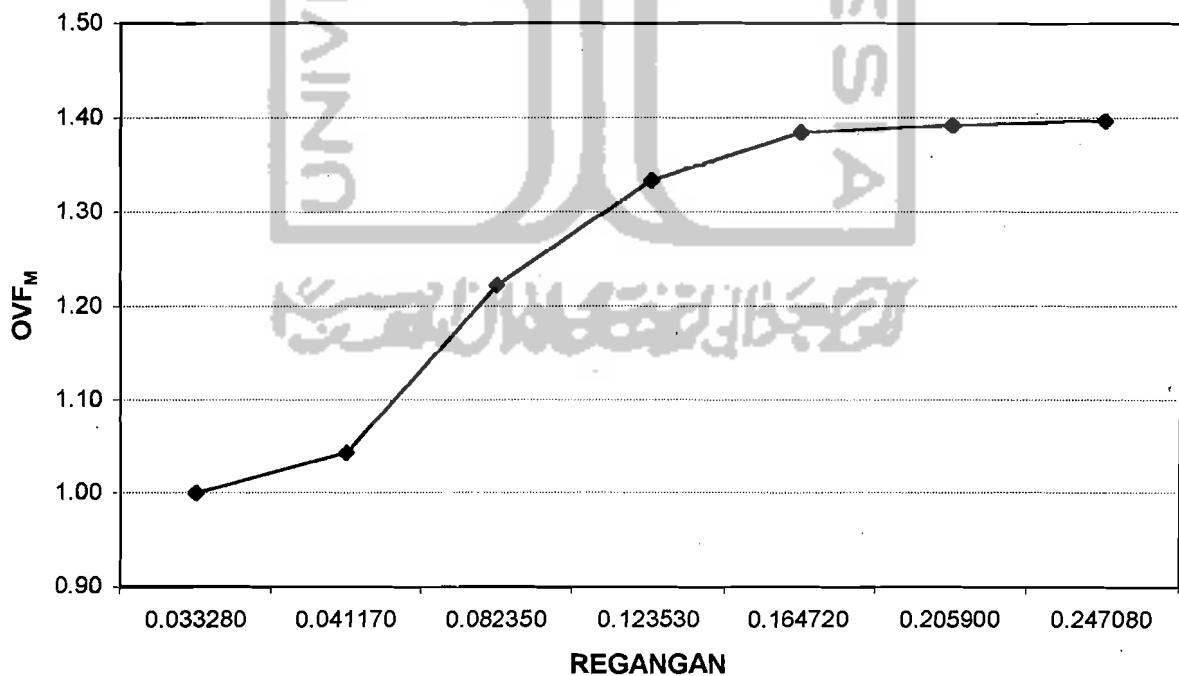
Gambar 5.63 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D10-Hanil (sp 14)



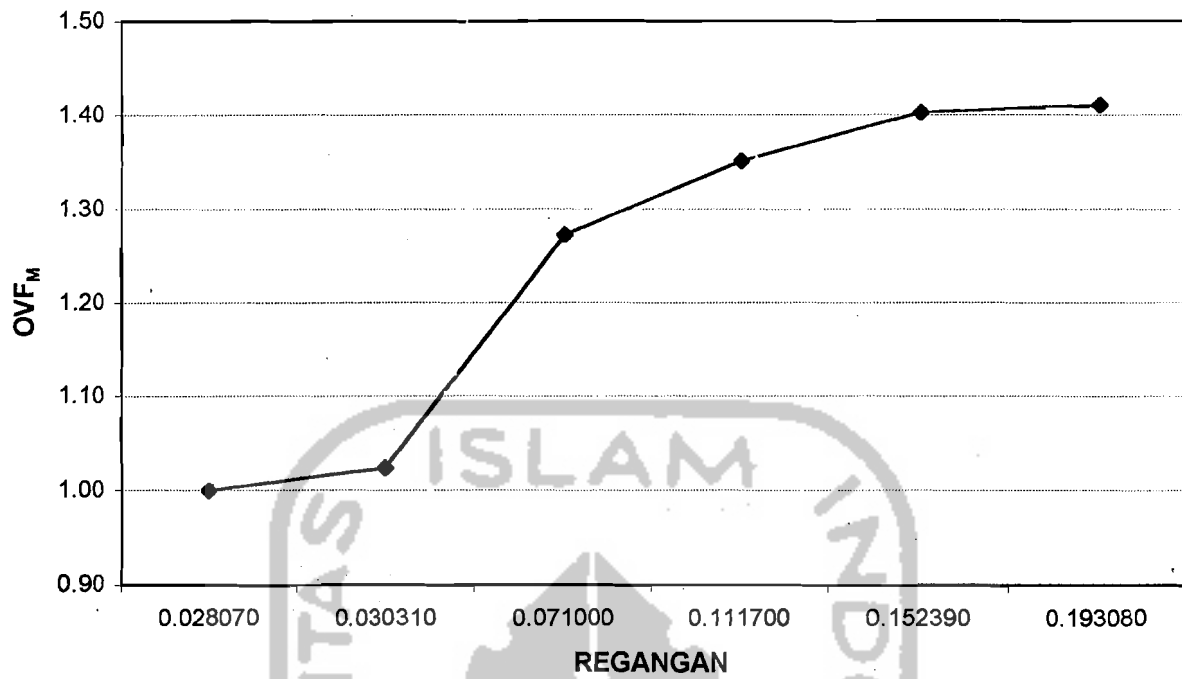
Gambar 5.64 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D10-JT (sp 15)



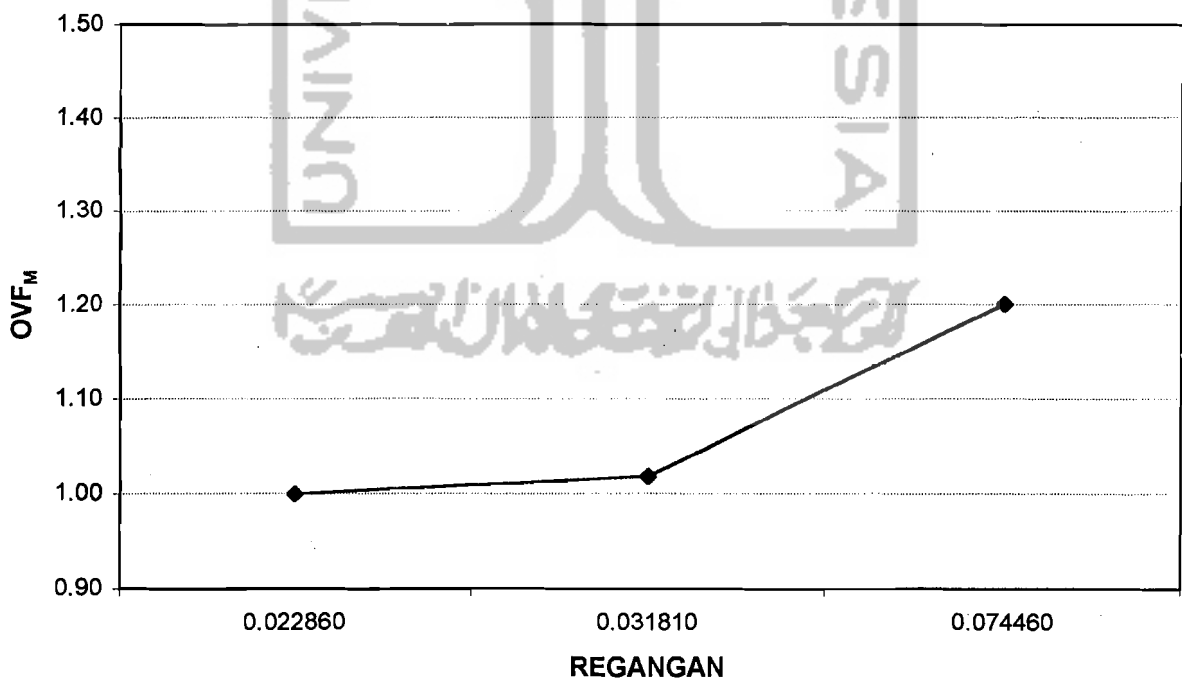
Gambar 5.65 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D10-JT (sp 16)



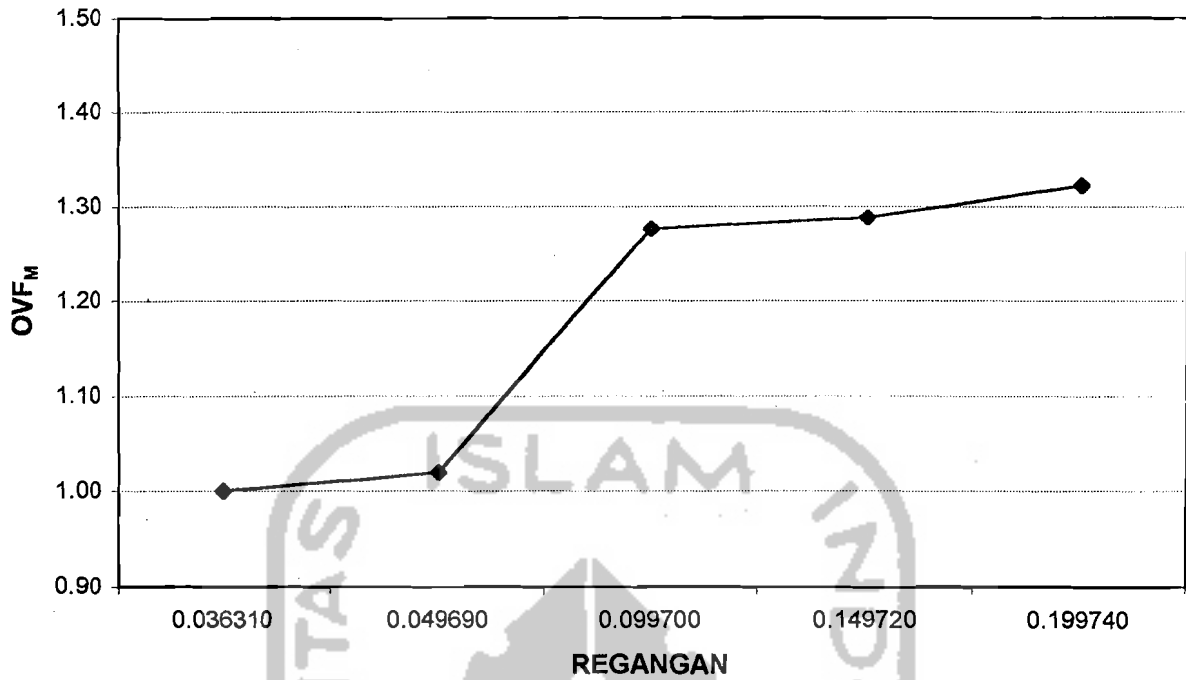
Gambar 5.66 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D10-BS (sp 17)



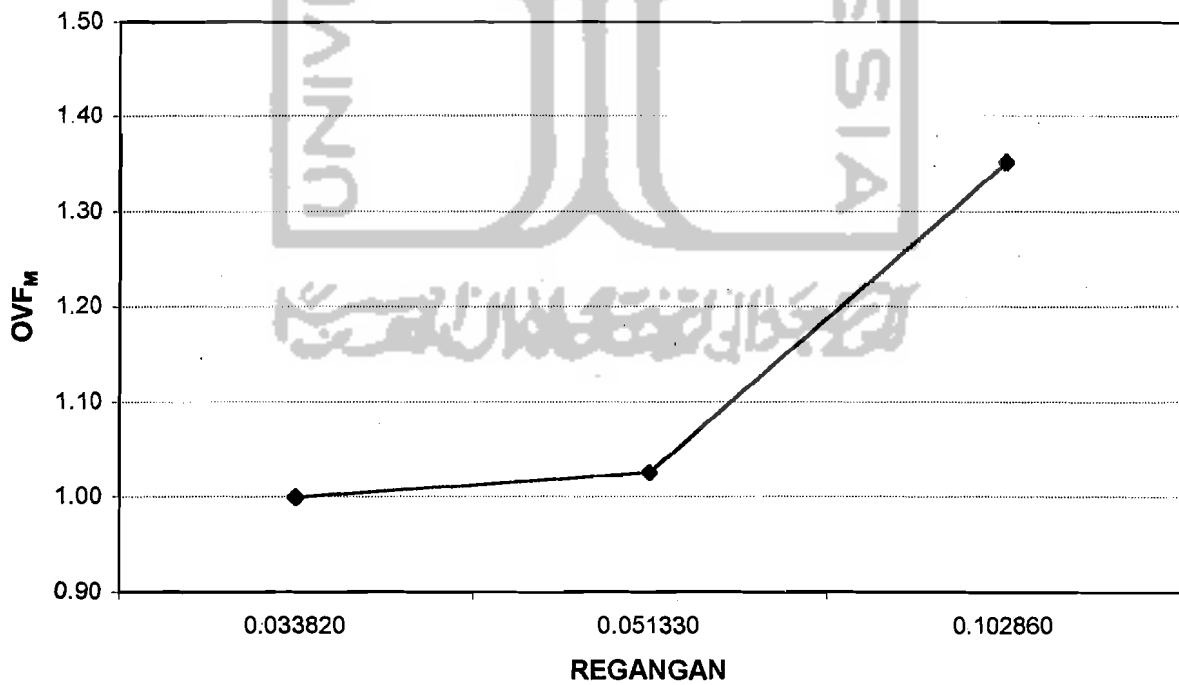
Gambar 5.67 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D10-tanpa merk (sp 18)



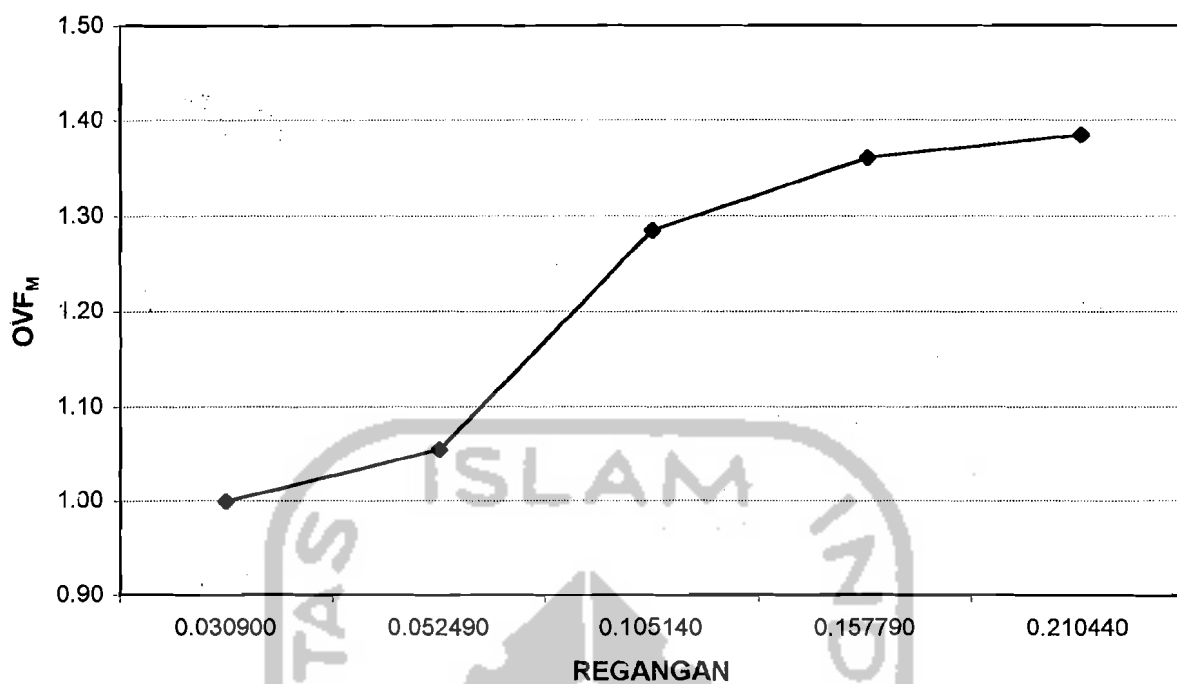
Gambar 5.68 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M
D10-tanpa merk (sp 19)



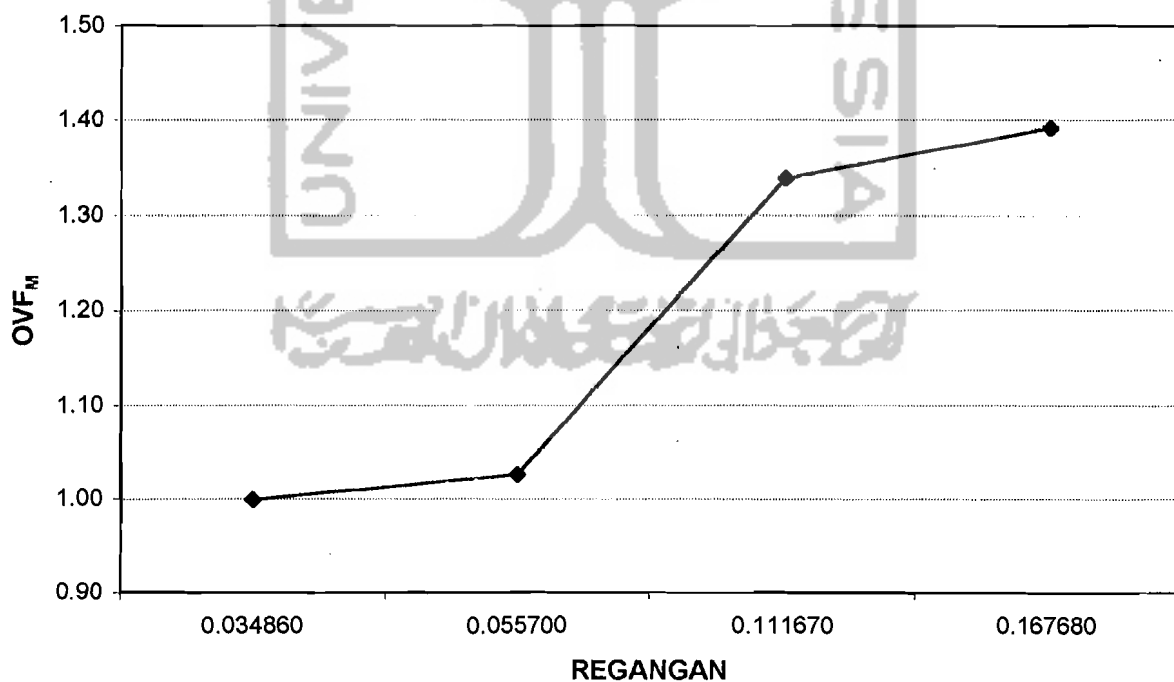
Gambar 5.69 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M D8-Hanil (sp 20)



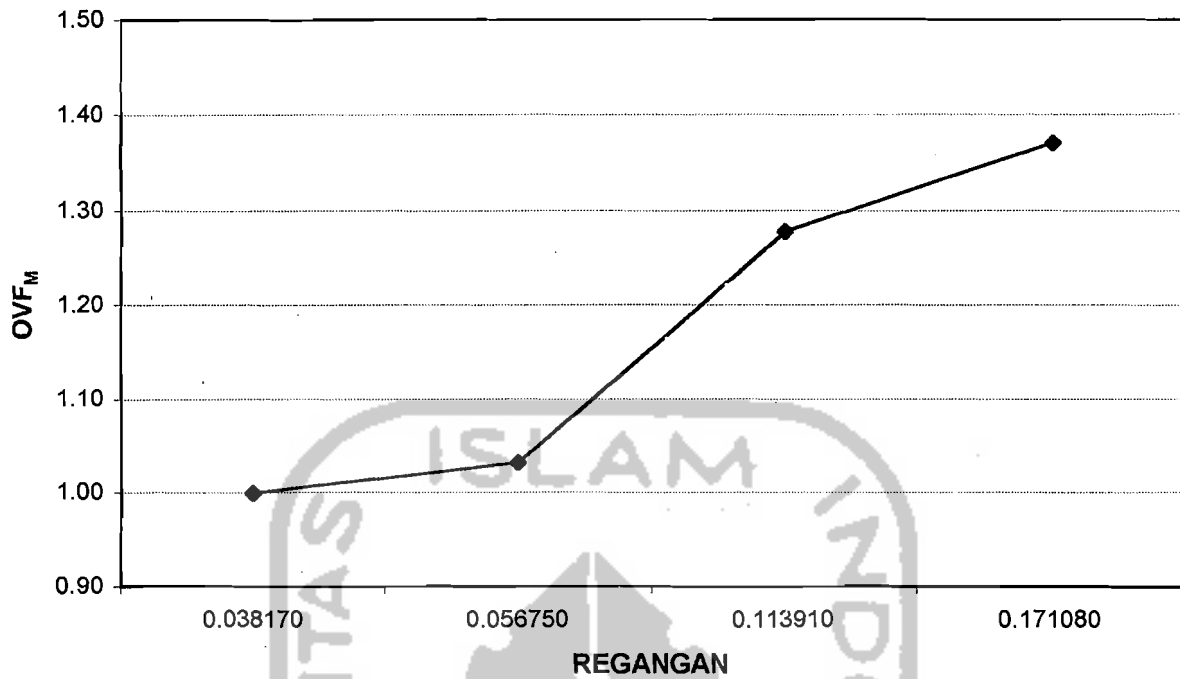
Gambar 5.70 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M D8-HH (sp 21)



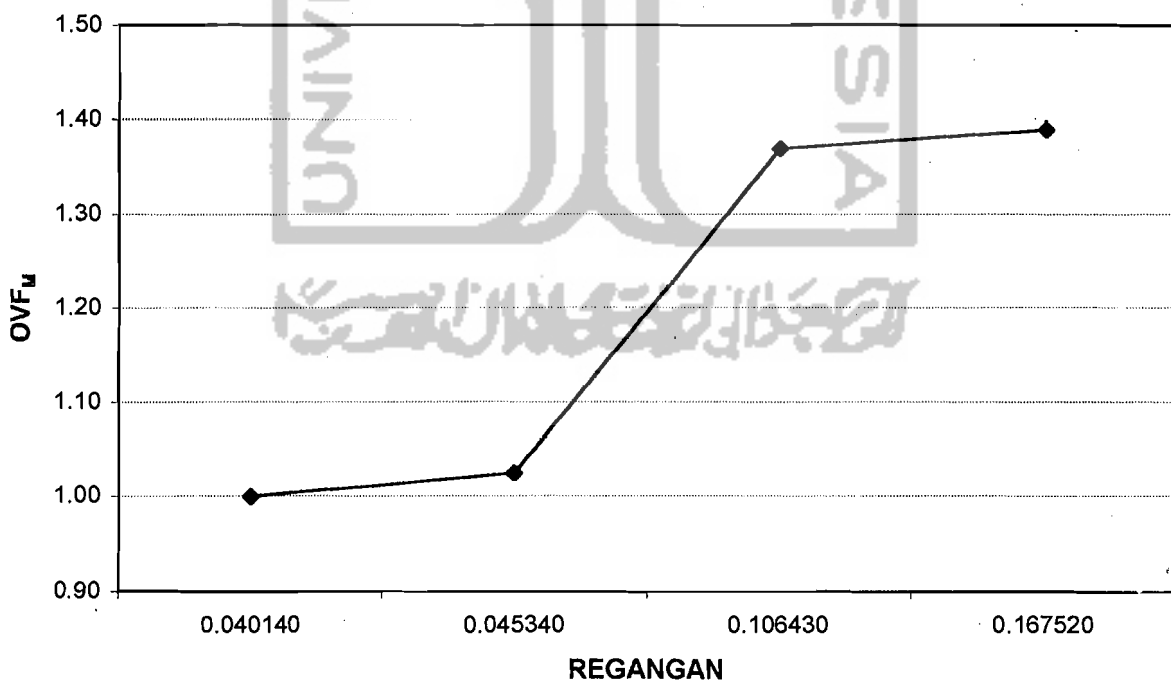
Gambar 5.71 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M D8-
HH (sp 22)



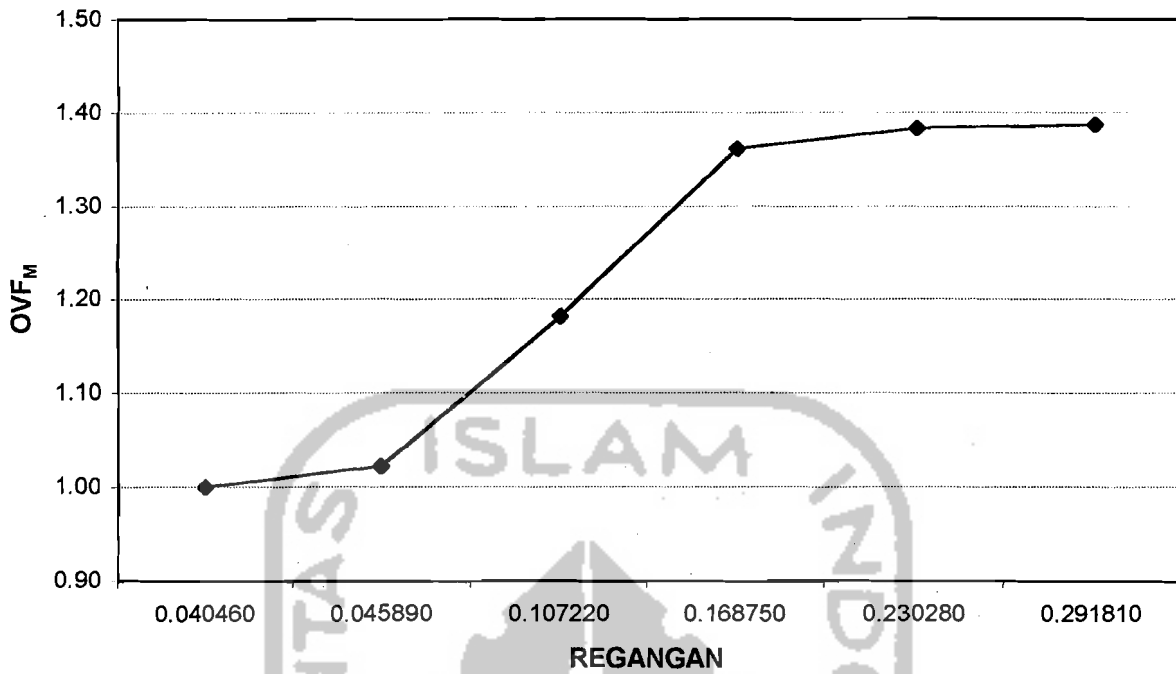
Gambar 5.72 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M D8-
SS (sp 23)



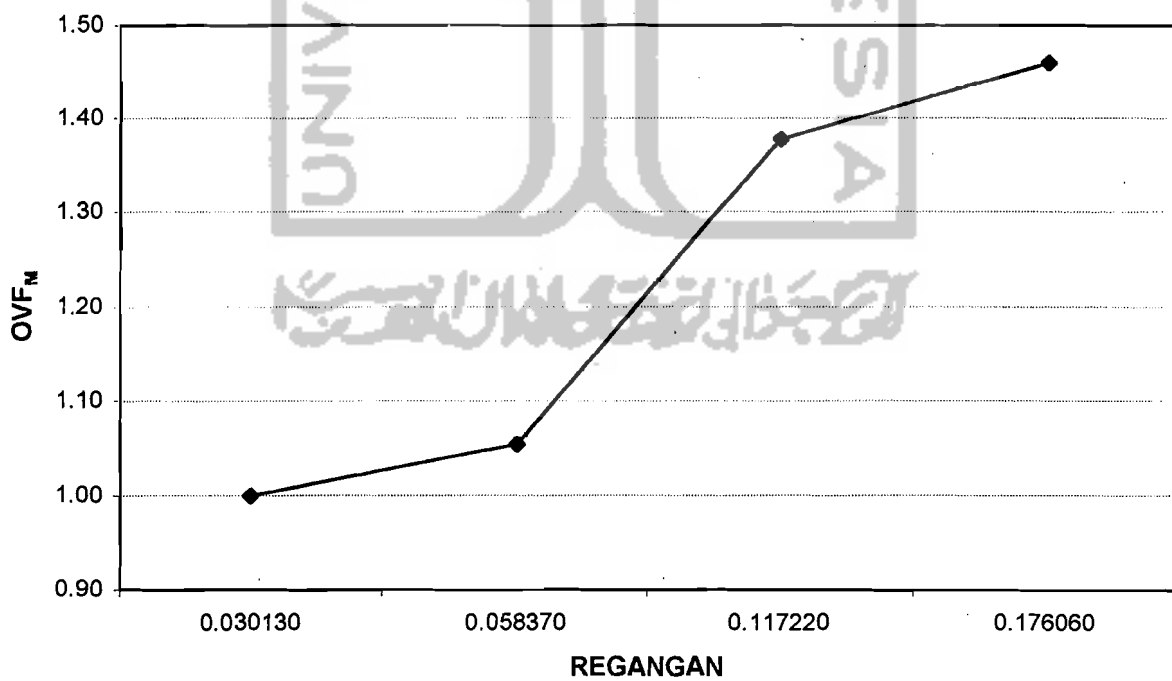
Gambar 5.73 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M D8-SS (sp 24)



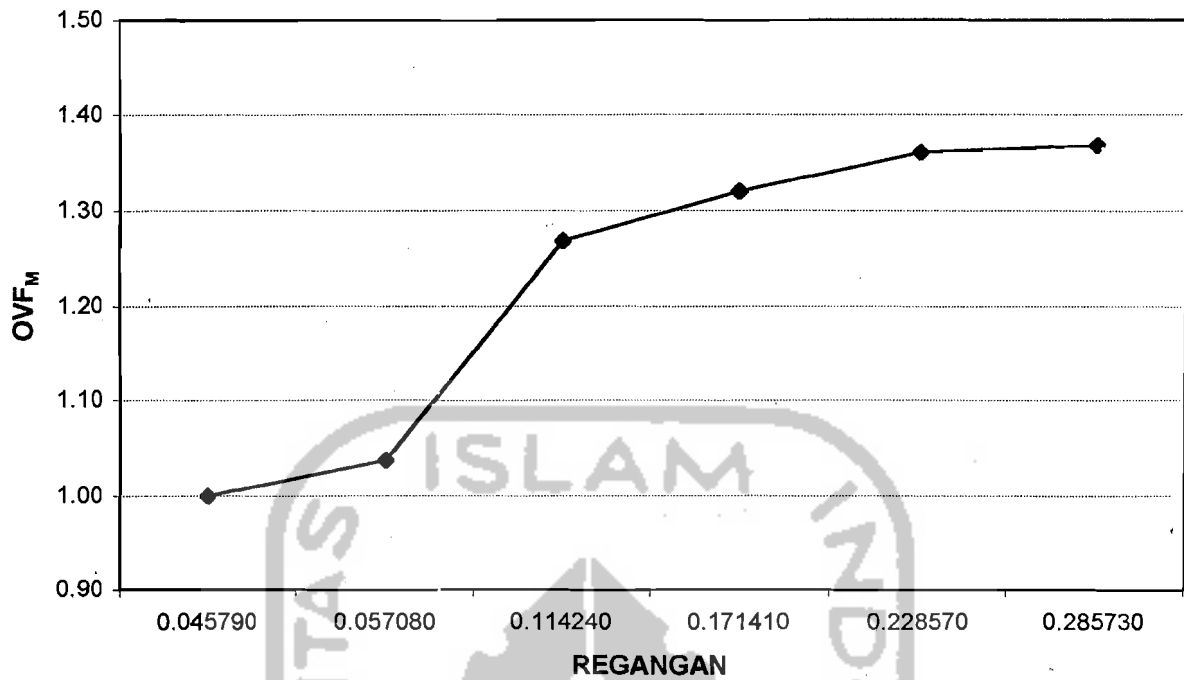
Gambar 5.74 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M D8-SJ (sp 27)



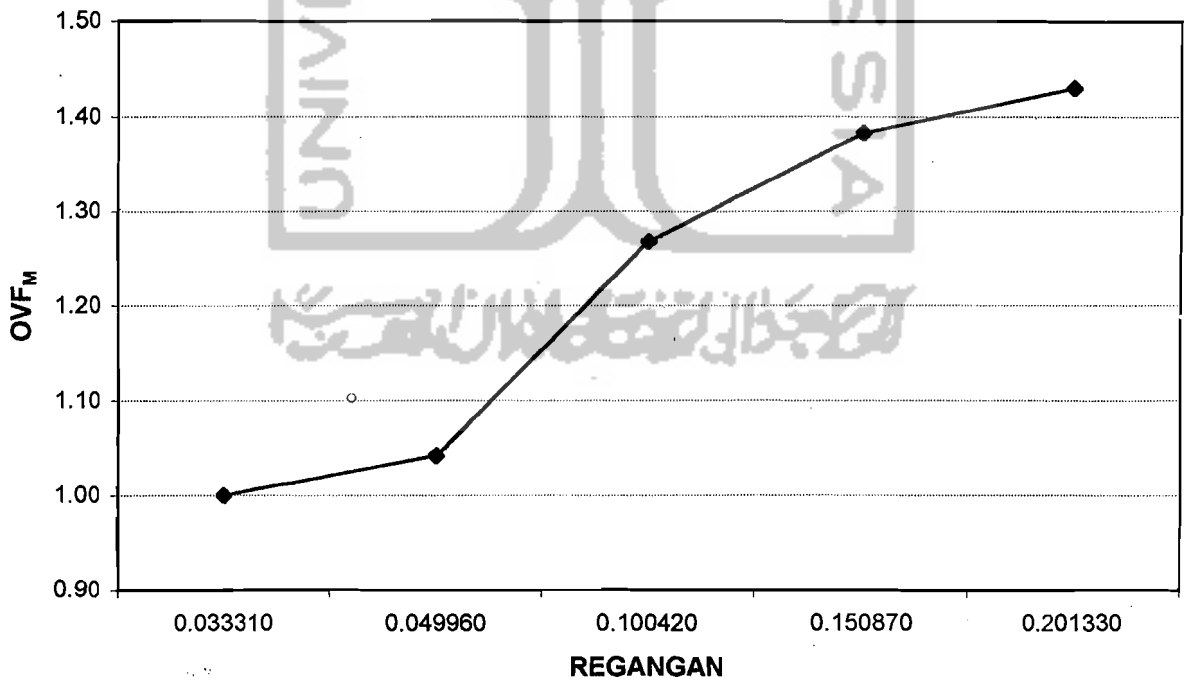
Gambar 5.75 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M D8-
SJ (sp 28)



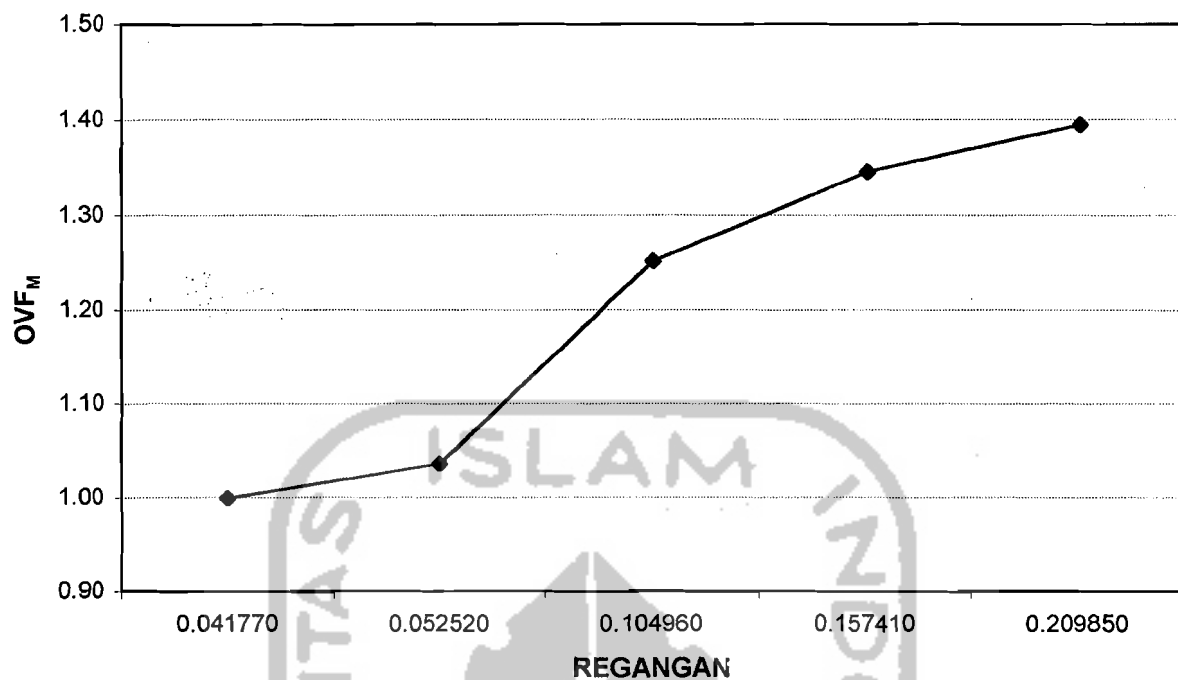
Gambar 5.76 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M D8-
SD (sp 29)



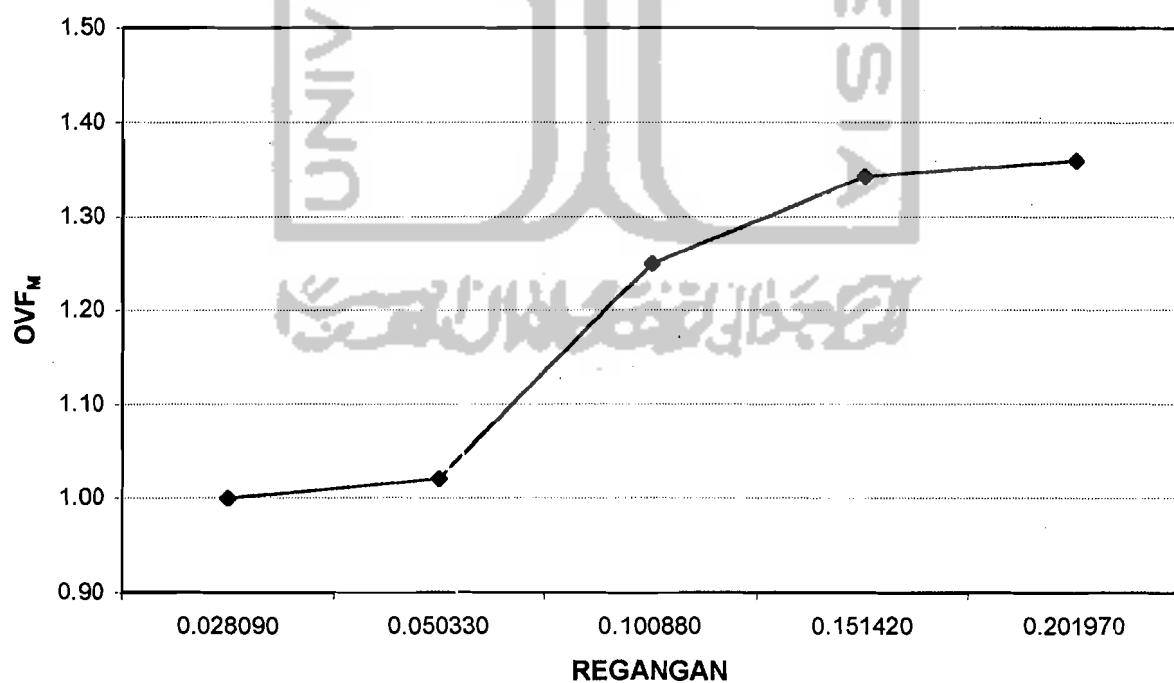
Gambar 5.77 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M D8-S (sp 30)



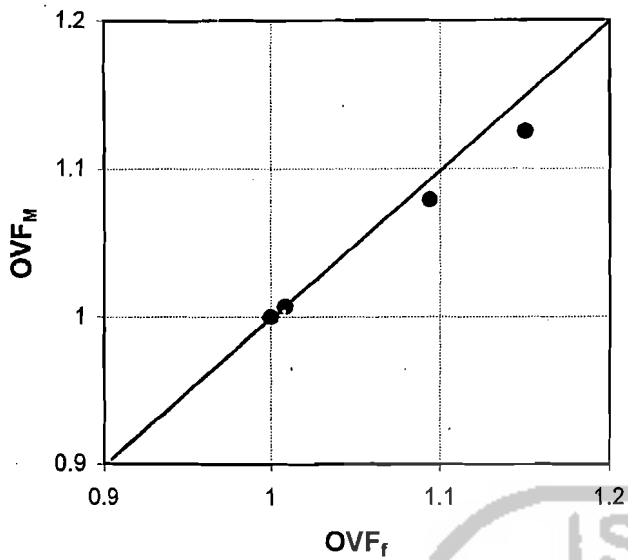
Gambar 5.78 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M D8-JTS (sp 31)



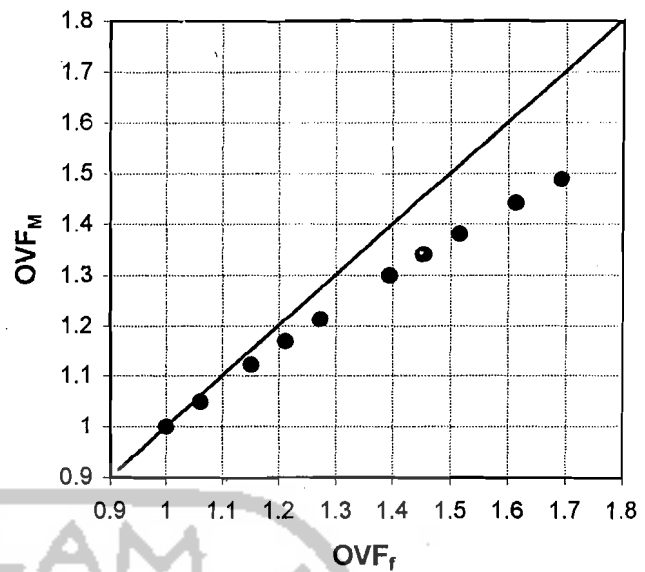
Gambar 5.79 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M D8-tanpa merk (sp 32)



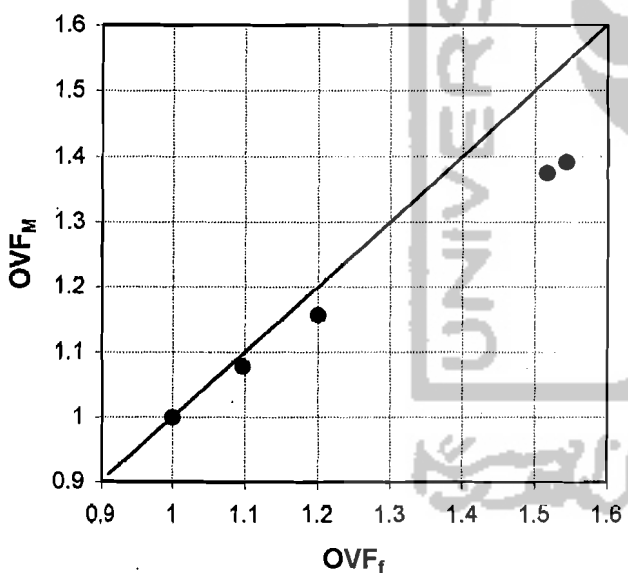
Gambar 5.80 Hubungan antara regangan baja dengan OVF_M D8-tanpa merk (sp 33)



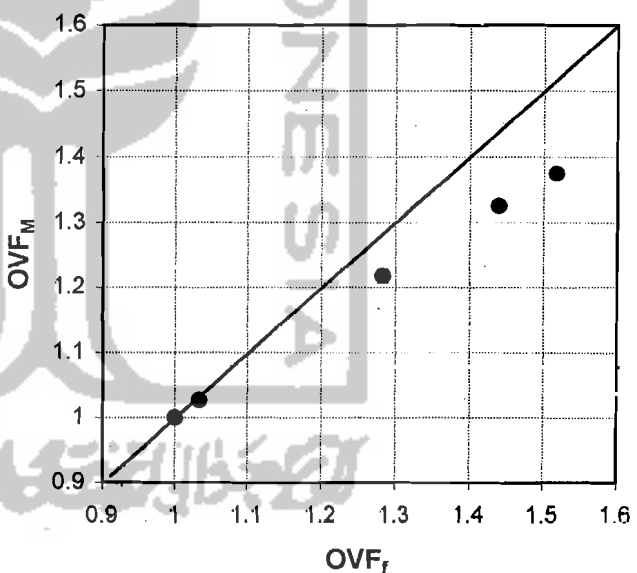
Gambar 5.84 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D22-Hanil (Sp 1)



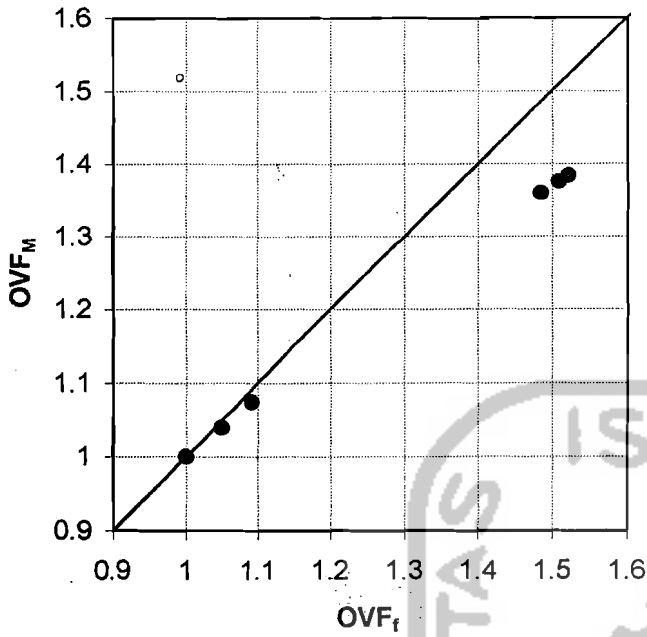
Gambar 5.85 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D22-Hanil (Sp 2)



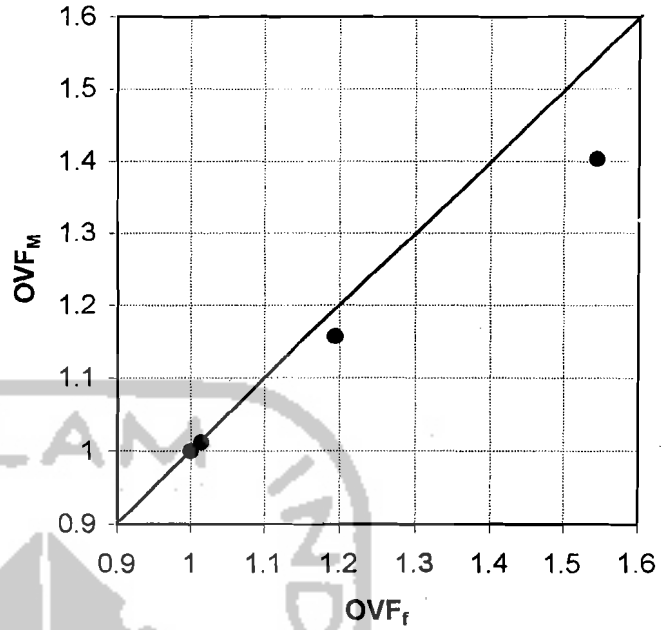
Gambar 5.86 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D19-Hanil (Sp 3)



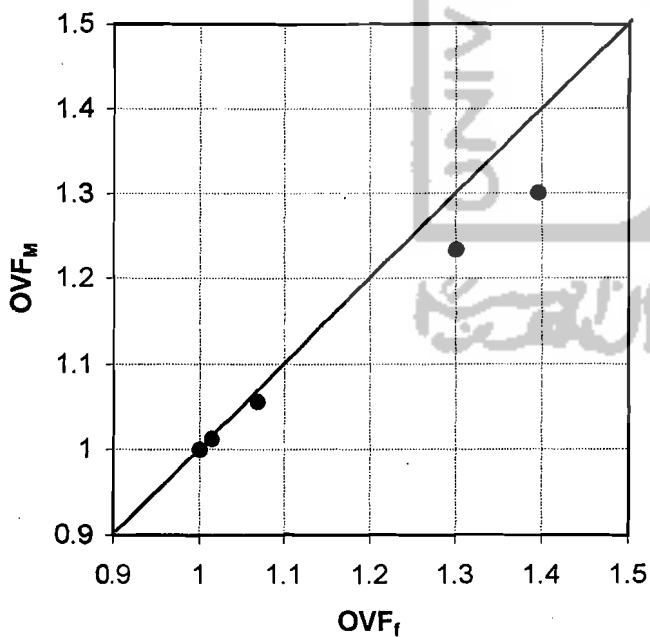
Gambar 5.87 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D19-Hanil (Sp 4)



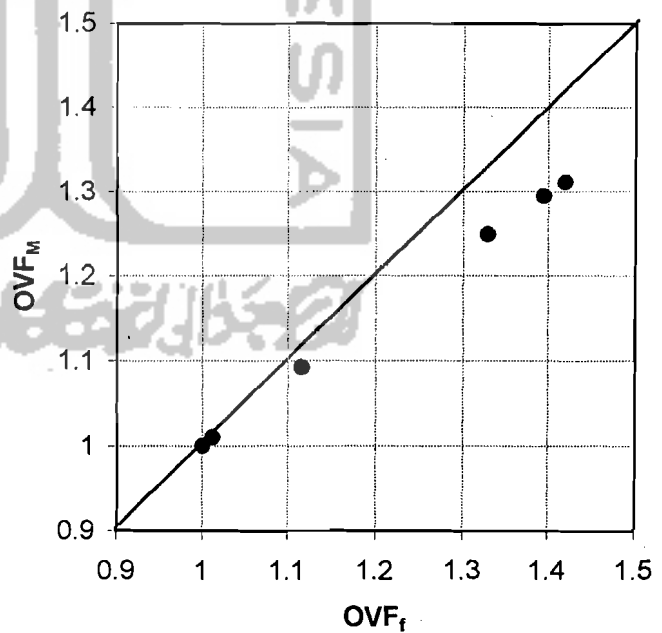
Gambar 5.85 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D16-Hanil (Sp 5)



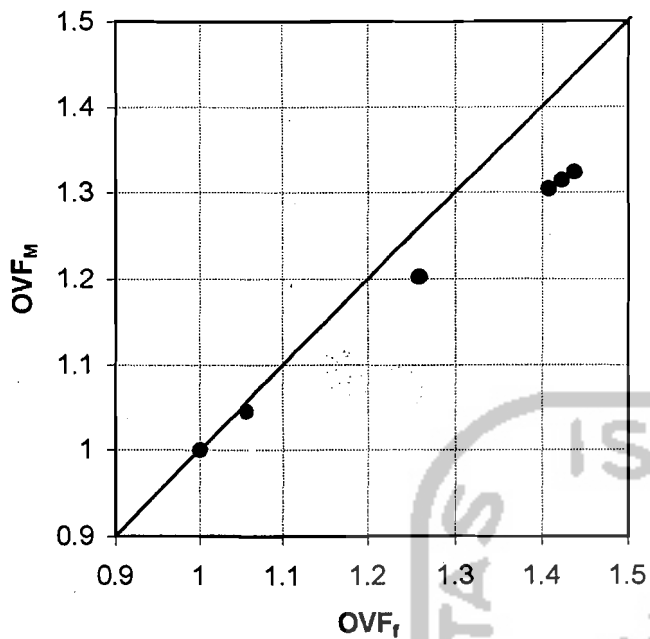
Gambar 5.86 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D16-Hanil (Sp 6)



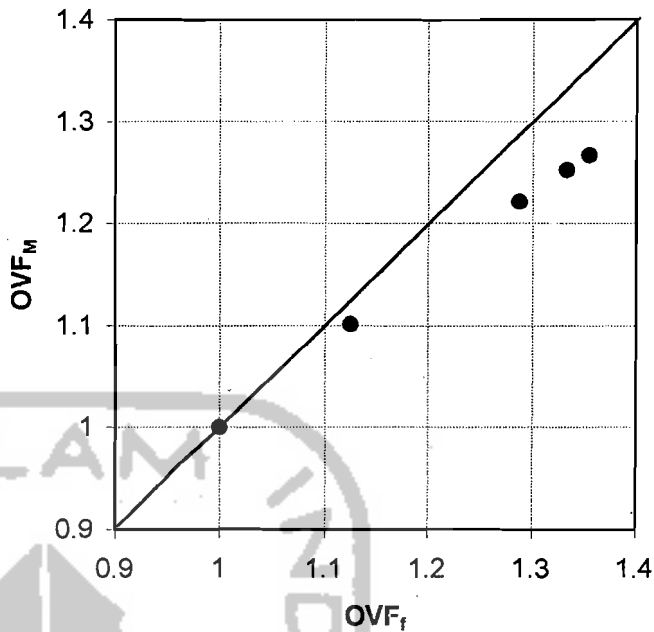
Gambar 5.87 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D12-Hanil (Sp 7)



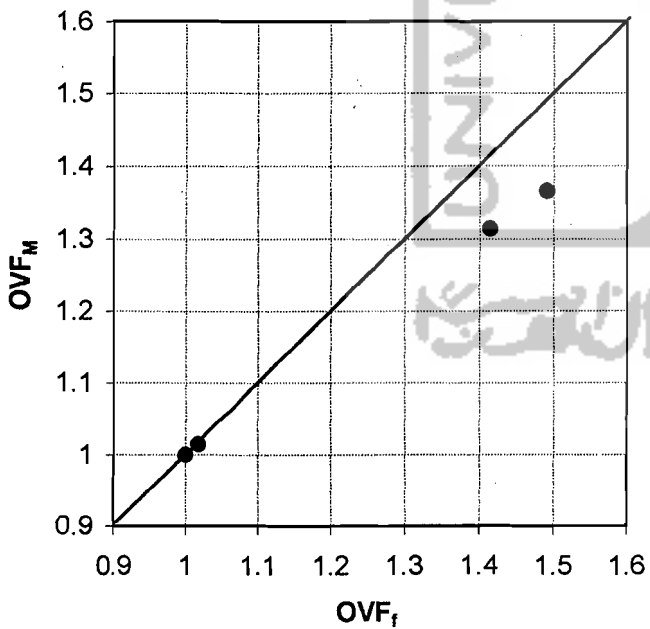
Gambar 5.88 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D12-Hanil (Sp 8)



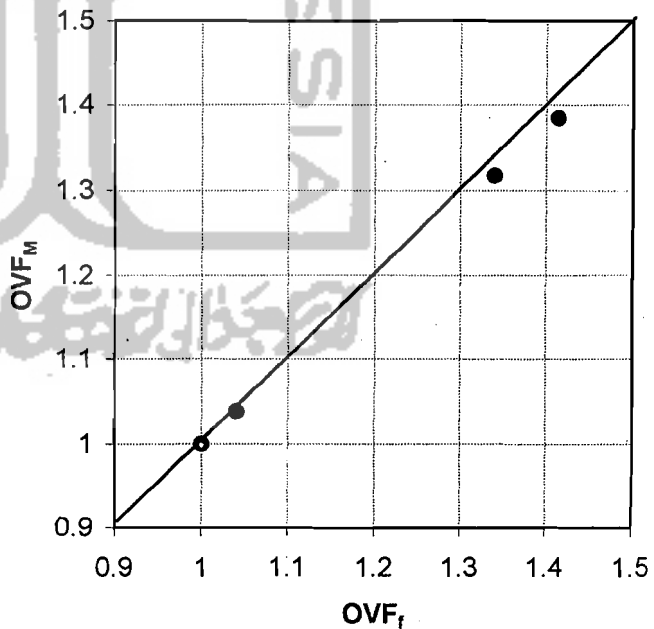
Gambar 5.89 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D12-JTS (Sp 9)



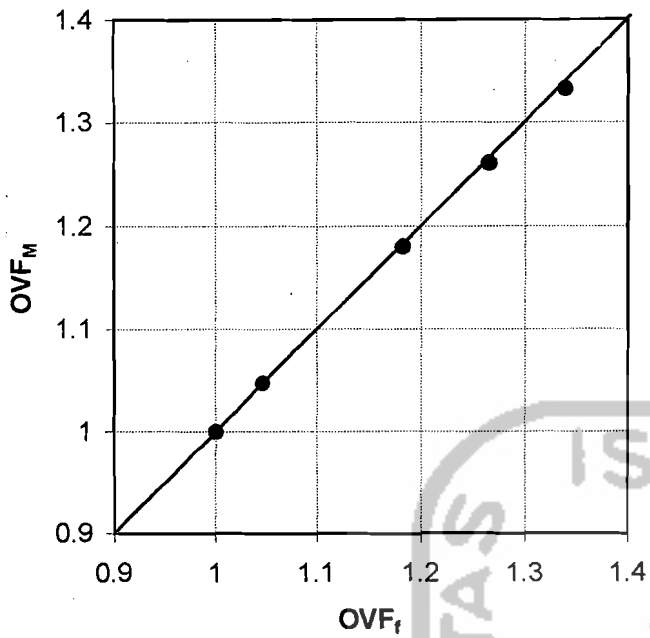
Gambar 5.90 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D12-JTS (Sp 10)



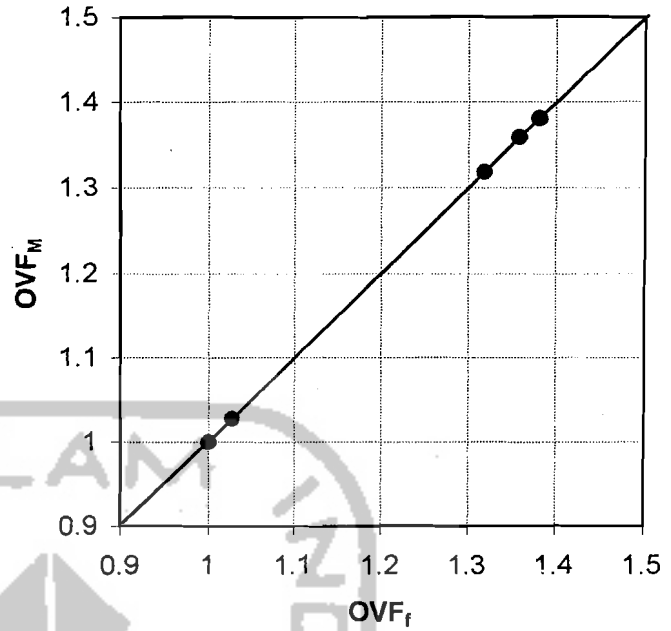
Gambar 5.91 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D12-tanpa merk (Sp 12)



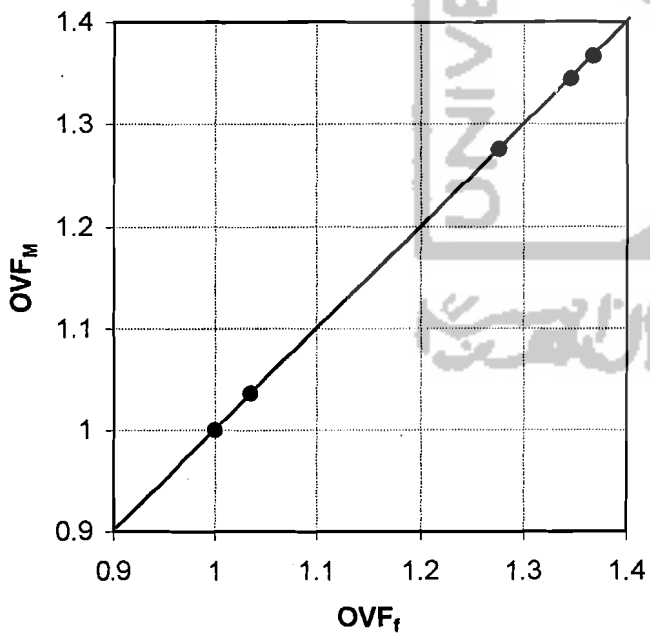
Gambar 5.92 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D10-Hanil (Sp 13)



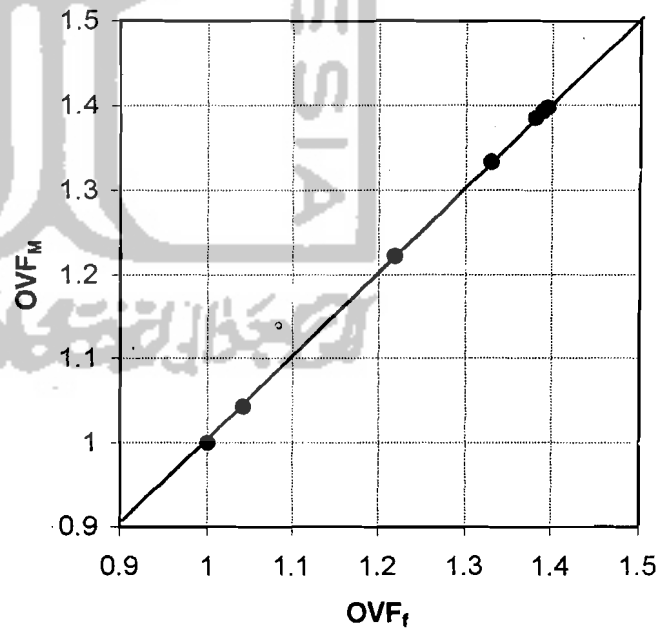
Gambar 5.93 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D10-Hanil (Sp 14)



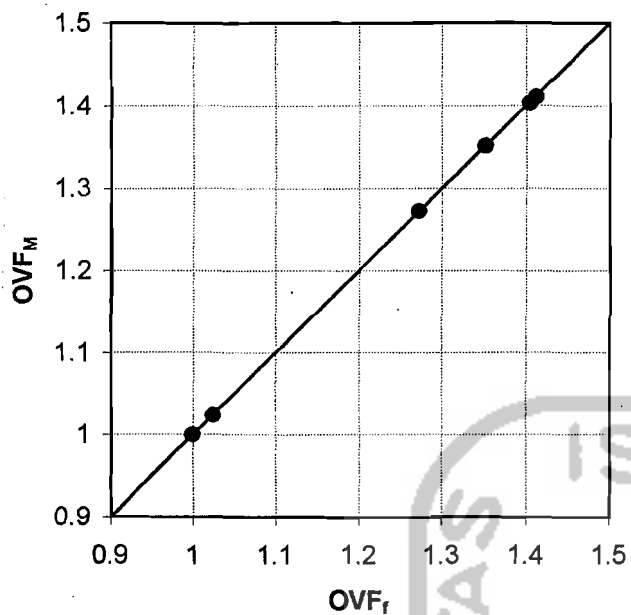
Gambar 5.94 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D10-JT (Sp 15)



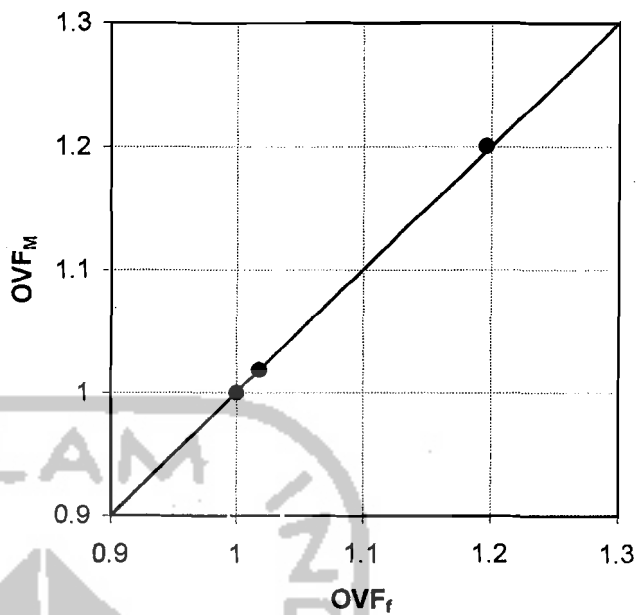
Gambar 5.95 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D10-JT (Sp 16)



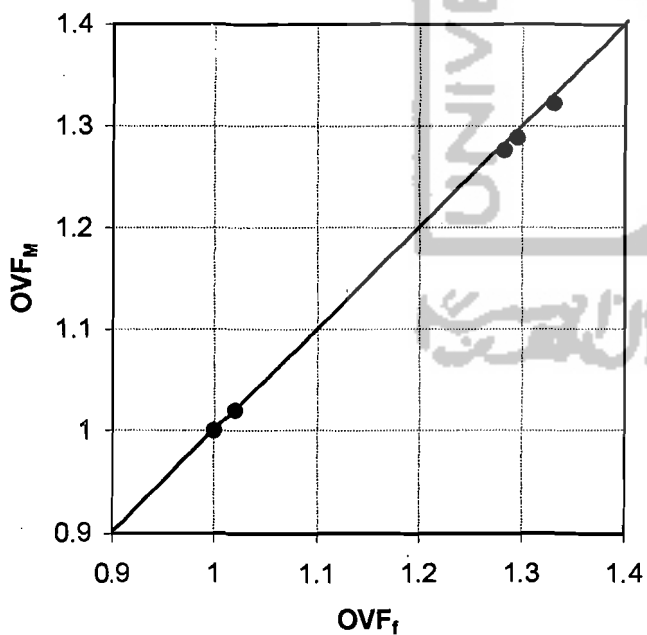
Gambar 5.96 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D10-BS (Sp 17)



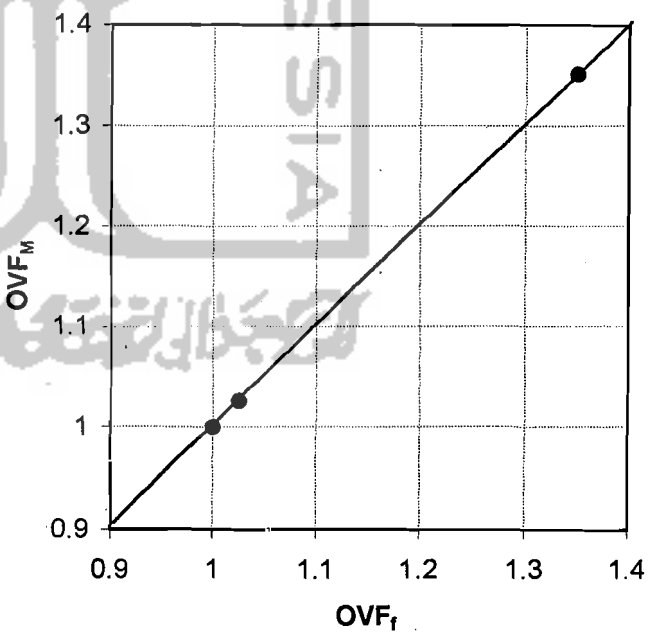
Gambar 5.97 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D10-tanpa merk (Sp 18)



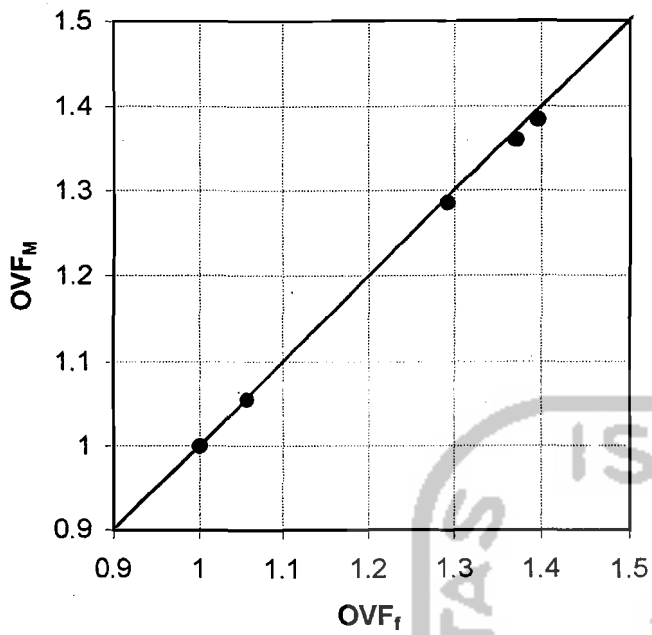
Gambar 5.98 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D10-tanpa merk (Sp 19)



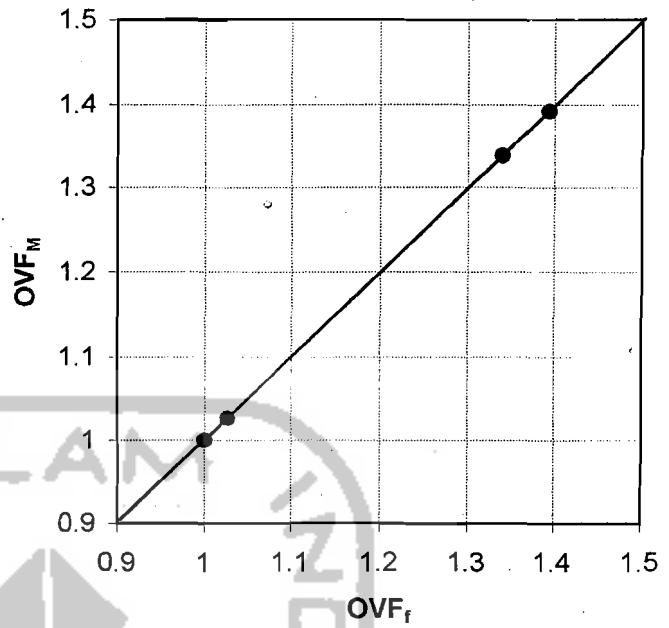
Gambar 5.99 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D8-Hanil (Sp 20)



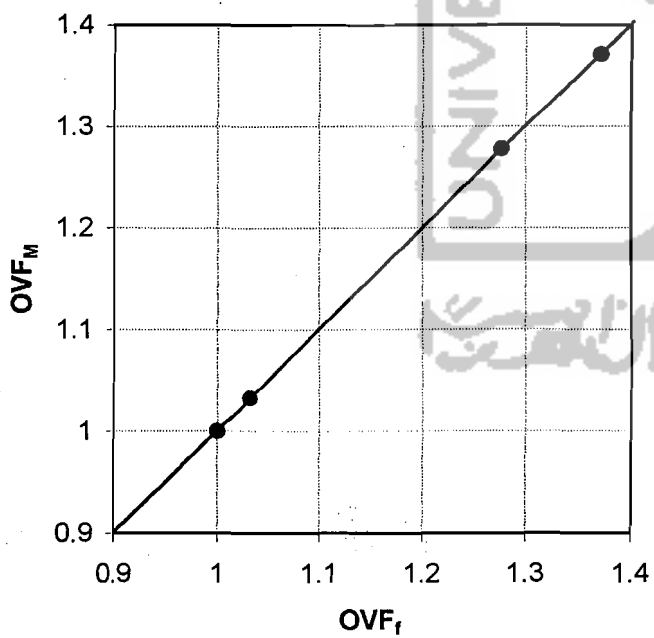
Gambar 5.100 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D8-HH (Sp 21)



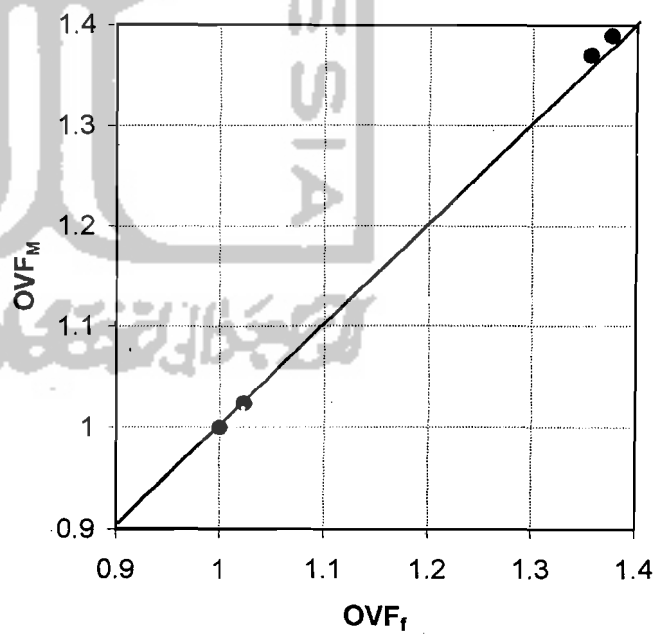
Gambar 5.101 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D8-HH (Sp 22)



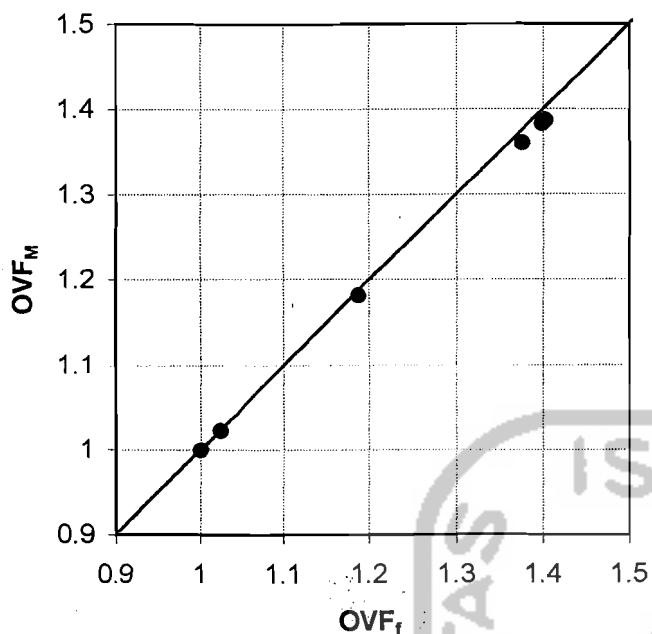
Gambar 5.102 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D8-SS (Sp 23)



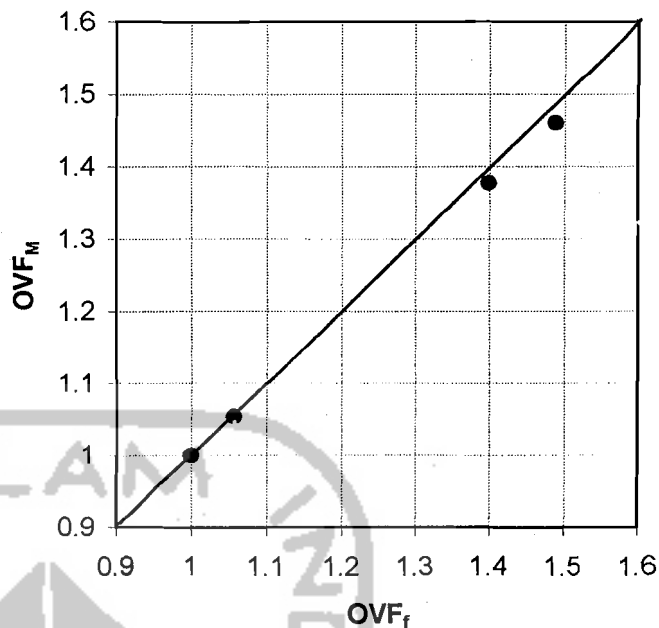
Gambar 5.103 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D8-SS (Sp 24)



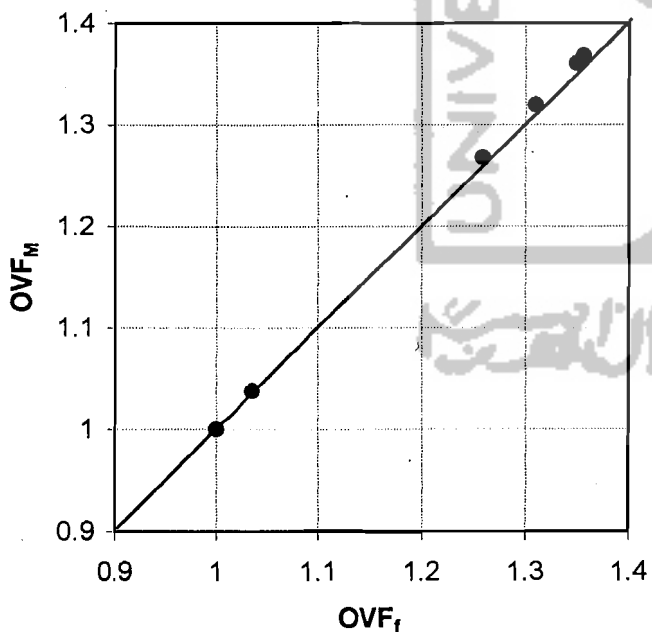
Gambar 5.104 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D8-SJ (Sp 27)



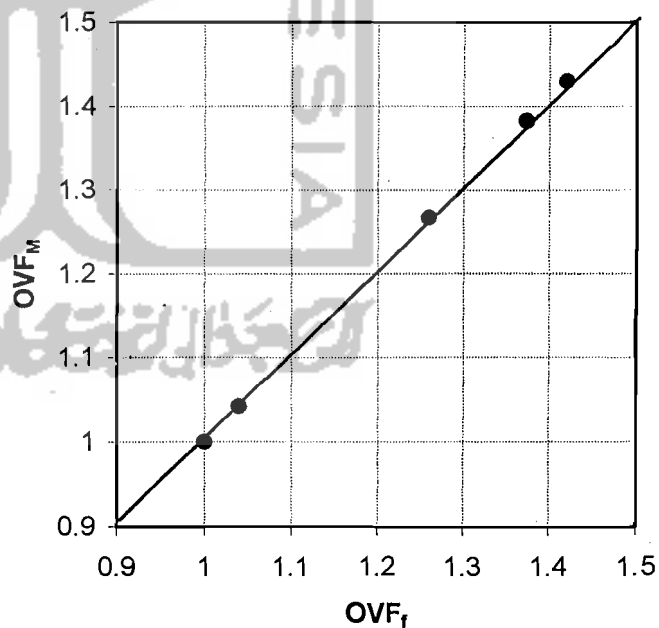
Gambar 5.105 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D8-SJ (Sp 28)



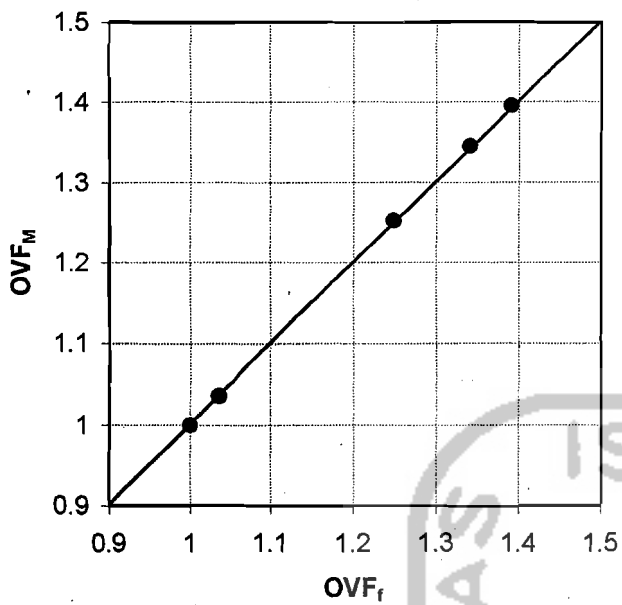
Gambar 5.106 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D8-SD (Sp 29)



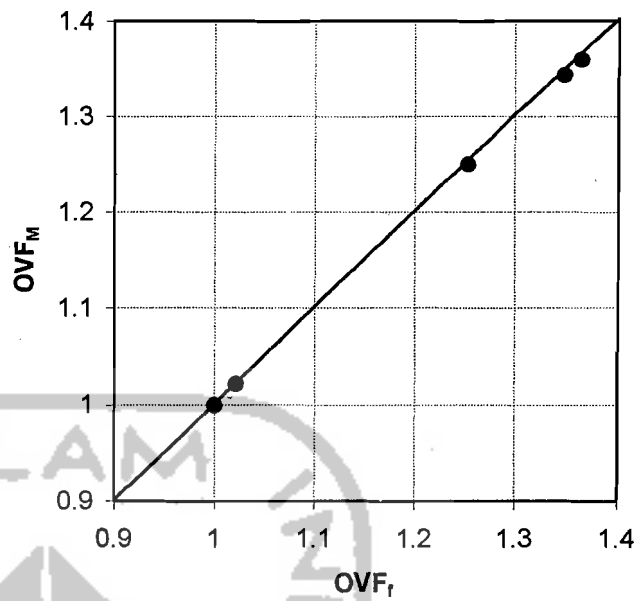
Gambar 5.107 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D8-S (Sp 30)



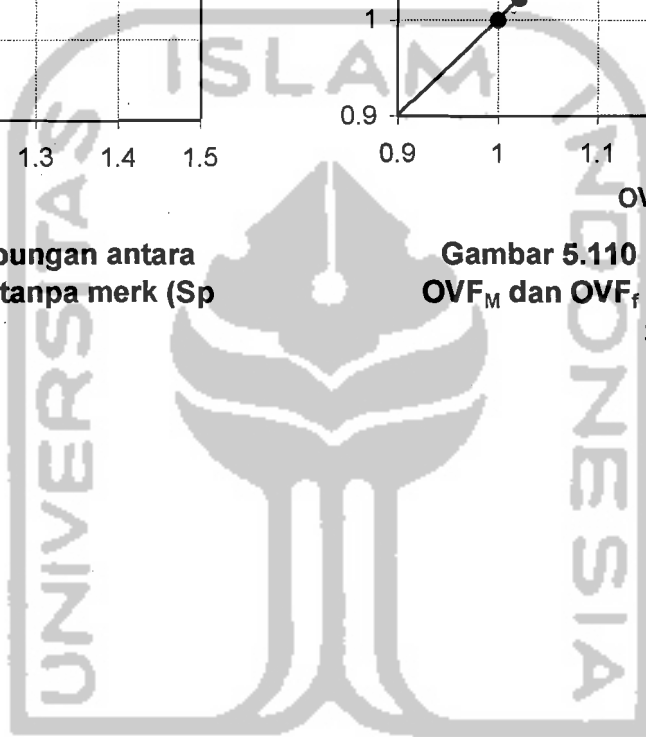
Gambar 5.108 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D8-JTS (Sp 31)



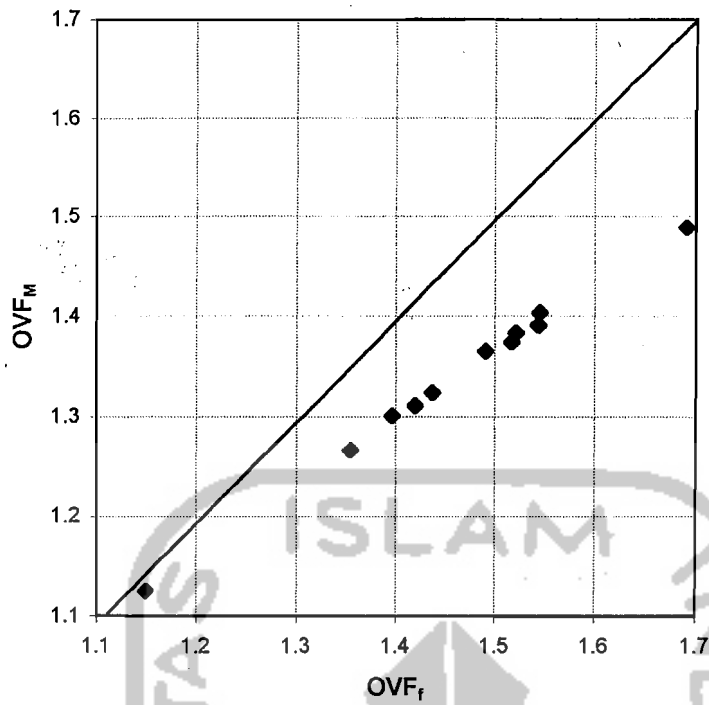
Gambar 5.109 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D8-tanpa merk (Sp 32)



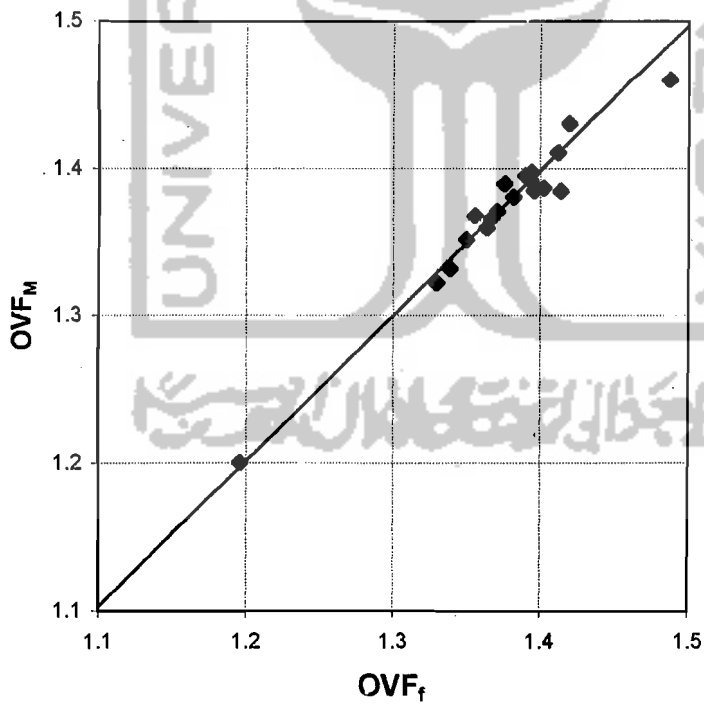
Gambar 5.110 Hubungan antara OVF_M dan OVF_f D8-tanpa merk (Sp 33)



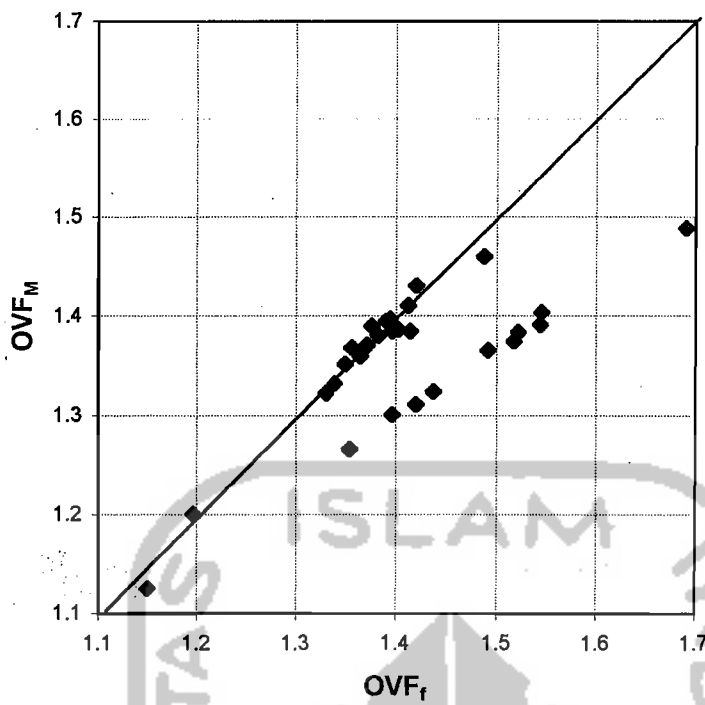
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



Gambar 5.111 Hubungan antara OVF_M max dan OVF_f max D12-22 (sp 1-12)



Gambar 5.112 Hubungan antara OVF_M max dan OVF_f max D8-10 (sp 13-33)



Gambar 5.113 Hubungan antara OVF_M max dan OVF_f max D8-22 (sp 1-33)

