

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Kuat Lentur *Self-compacting Concrete* menggunakan Logika *Fuzzy*

Penelitian analisis kuat lentur *self-compacting concrete* menggunakan logika *fuzzy* yang ditunjukkan pada Tabel 4.1, kuat lentur prediksi *fuzzy* akan dibandingkan dengan kuat lentur pengujian laboratorium yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya dengan jumlah dan material yang sama. Kuat lentur *self-compacting concrete* menggunakan logika *fuzzy* hanya dapat memprediksi kuat lentur sebesar 3,65 MPa sampai dengan 7,78 MPa. Hasil paling mendekati sebesar 5,56 MPa untuk kuat lentur laboratorium, sedangkan 5,54 MPa untuk kuat lentur *fuzzy* dan hasil yang cukup jauh sebesar 6,25 MPa, sedangkan hasil pengujian laboratorium sebesar 5,41 MPa. Hasil prediksi kuat lentur logika *fuzzy* yang lebih tinggi memiliki rata-rata persentase *error* sebesar 6,30%, sedangkan hasil prediksi kuat lentur yang lebih rendah sebesar 5,32% yang ditunjukkan Gambar 4.1. Selisih nilai kuat lentur tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu data kuat lentur *self-compacting concrete* yang digunakan sebagai pembanding diperoleh secara acak sehingga masing-masing peneliti memiliki metode pengerjaan dan perilaku terhadap benda uji yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi hasil yang akan diperoleh, faktor lainnya yaitu *error* data dan tingkat ketelitian dari logika *fuzzy*.

Tabel 4.1 Hasil prediksi kuat lentur menggunakan logika *fuzzy*

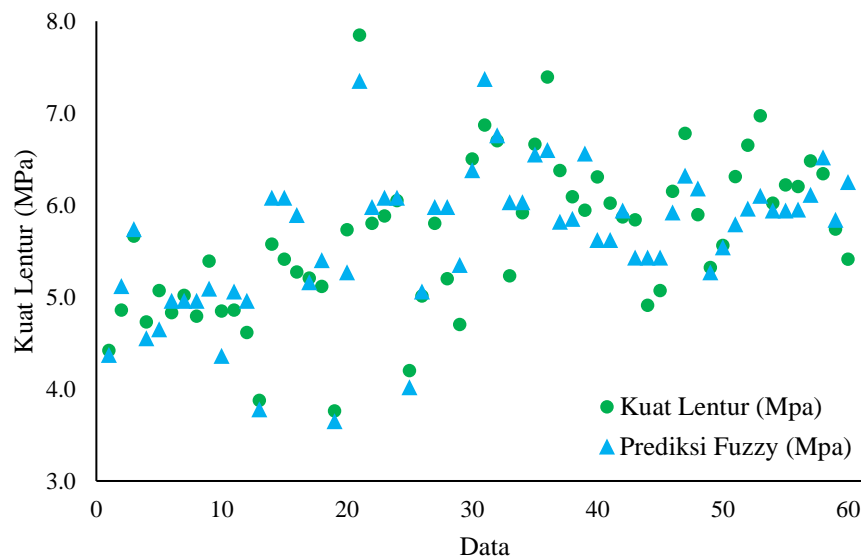
No	Air (kg/m ³)	Semen (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	Kerikil (kg/m ³)	Sp (%)	Fly Ash (kg/m ³)	Kuat Lentur (MPa)	Fuzzy (MPa)	Persentase <i>Error</i> (%)
1	188,65	183	891	837	0.50	160	4,42	4,37	1,11
2	225,50	250	746	837	1.00	160	4,86	5,12	5,41
3	155,80	250	919	837	0.50	160	5,66	5,74	1,35
4	225,50	250	742	837	0.50	160	4,73	4,55	3,77
5	262,35	317	596	837	0.50	160	5,07	4,65	8,30
6	225,50	250	742	837	0.50	160	4,83	4,96	2,70

Tabel 4.1 Hasil prediksi kuat lentur menggunakan logika *fuzzy* (Lanjutan)

No	Air (kg/m ³)	Semen (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	Kerikil (kg/m ³)	Sp (%)	Fly Ash (kg/m ³)	Kuat Lentur (MPa)	Fuzzy (MPa)	Persentase <i>Error</i> (%)
7	225,50	250	742	837	0.50	160	5,02	4,96	1,16
8	225,50	250	742	837	0.50	160	4,79	4,96	3,48
9	229,50	290	625	837	0.20	220	5,39	5,09	5,60
10	253,50	290	709	837	0.20	100	4,85	4,36	10,07
11	166,50	210	786	837	0.80	160	4,86	5,06	4,18
12	225,50	250	742	837	0.50	160	4,61	4,96	7,48
13	281,05	250	478	837	0.50	261	3,88	3,78	2,47
14	242,00	355	910	590	1.80	195	5,58	6,08	9,04
15	236,50	385	910	590	1.80	165	5,41	6,08	12,34
16	231,00	415	910	590	1.80	135	5,27	5,89	11,70
17	225,50	440	910	590	2.00	110	5,20	5,16	0,86
18	225,50	465	910	590	1.95	85	5,12	5,40	5,55
19	167,00	115	743	924	0.65	336	3,76	3,65	2,93
20	170,00	225	743	924	0.68	247	5,73	5,27	8,08
21	176,00	437	743	924	0.90	80	7,85	7,35	6,34
22	175,00	250	900	600	2.10	250	5,80	5,98	3,10
23	175,00	300	900	600	2.15	200	5,88	6,08	3,40
24	175,00	350	900	600	2,20	150	6,05	6,08	0,50
25	238,50	477	768	668	0,86	53	4,20	4,02	4,29
26	238,50	424	768	668	0,86	106	5,01	5,06	1,00
27	238,50	371	768	668	0,86	159	5,80	5,98	3,10
28	238,50	318	768	668	0,86	212	5,20	5,98	15,00
29	238,50	265	768	668	0,86	265	4,70	5,35	1383
30	160,00	400	731	870,20	1,00	139,20	6,50	6,38	185
31	152,00	400	739,20	880	1,40	140,80	6,87	7,37	7,28
32	160,00	400	684,80	842,30	1,20	171,20	6,70	6,76	0,90
33	112,00	280	974,90	974,90	1,10	120	5,23	6,03	15,30
34	178,50	250	842	772	0,40	275	5,92	6,03	1,91

Tabel 4.1 Hasil prediksi kuat lentur menggunakan logika *fuzzy* (Lanjutan)

No	Air (kg/m ³)	Semen (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	Kerikil (kg/m ³)	Sp (%)	Fly Ash (kg/m ³)	Kuat Lentur (MPa)	Fuzzy (MPa)	Persentase <i>Error</i> (%)
35	181,00	333	835	766	0,40	215	6,66	6,55	1,69
36	182,00	417	828	759	0,50	153	7,39	6,60	10,70
37	192,00	432	890	810	2,06	48	6,38	5,82	8,71
38	192,00	384	890	810	2,02	96	6,09	5,85	3,97
39	192,00	336	890	810	1,96	144	5,95	6,56	10,34
40	202,00	405	890	810	1,82	45	6,31	5,62	10,87
41	202,00	360	890	810	1,42	90	6,02	5,62	6,63
42	202,00	315	890	810	1,07	135	5,87	5,94	1,19
43	189,00	396	924	772	1,20	44	5,84	5,43	7,02
44	189,00	374	924	772	1,20	66	4,91	5,43	10,59
45	189,00	352	924	772	1,20	88	5,07	5,43	7,10
46	189,00	330	924	772	1,20	110	6,15	5,92	3,74
47	189,00	308	924	772	1,20	132	6,78	6,32	6,78
48	173,00	500	785	850	1,45	85.00	5,90	6,18	4,82
49	210	240	900	830	0,47	180	5,32	5,27	0,94
50	200	280	900	830	0,65	170	5,56	5,54	0,36
51	190	320	900	830	0,8	160	6,31	5,79	8,24
52	190	360	900	830	0,93	150	6,65	5,96	10,38
53	190	400	900	830	1,04	140	6,97	6,1	12,48
54	176	352	819	875	0,35	250	6,02	5,94	1.33
55	176	384	824	875	0,36	250	6,22	5,94	4.50
56	175	412	820	880	0,36	254	6,2	5,95	4.03
57	175	432	803	881	0,38	260	6,48	6,11	5.71
58	193,8	510	795,6	637,5	0,92	102	6,34	6,52	2,84
59	197,16	328,6	938,27	767,67	1,1	109.53	5,74	5,84	1,74
60	200	400	809	794	1,5	100	5,41	6,25	15,53

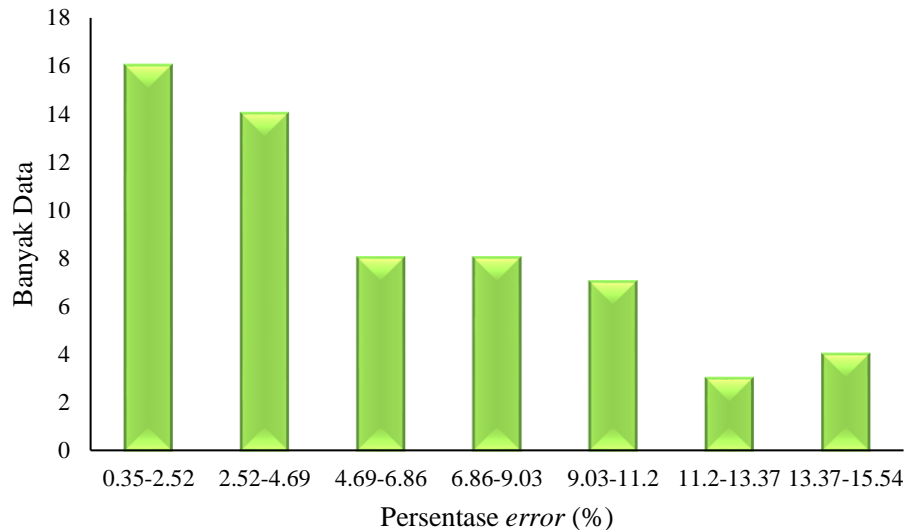


Gambar 4.1 Hubungan kuat lentur dan nomor data.

4.2. Persentase *Error Analisis Kuat Lentur Self-Compacting Concrete Menggunakan Logika Fuzzy*

Hasil prediksi kuat lentur *self-compacting concrete* menggunakan logika *fuzzy* dibandingkan dengan kuat lentur pengujian laboratorium yang diperoleh dari beberapa penelitian sebelumnya dengan jumlah dan material yang sama. Selanjutnya, berdasarkan perbandingan tersebut diperhitungkan tingkat keakuratan antara kedua hasil kuat lentur dengan mencari nilai persentase *error*. Berdasarkan persamaan diatas didapatkan hasil persentase *error* yang telah ditunjukkan pada Tabel 4.1 di atas, diperoleh persentase *error* terkecil sebesar 0,36% dan persentase *error* terbesar sebesar 15,53%, sehingga diperoleh rata-rata persentase *error* sebesar 5,79% dan simpangan data yang diperoleh dari standar deviasi berdasarkan persentase *error* yaitu 4,20%. Selanjutnya, persentase *error* dikelompokkan sesuai dengan distribusi frekuensi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2, yang menjelaskan bahwa persentase *error* paling banyak terdapat pada *range* 0,35–2,52% sebanyak 16 data, sedangkan persentase *error* paling sedikit terdapat pada *range* 11,2–13,37% sebanyak 3 data. Berdasarkan hasil diatas apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Gupta (2015) yang menghasilkan persentase *error* sebesar 9,63% dan standar deviasi sebesar 7,59% maka hasil yang diperoleh pada penelitian ini lebih baik karena persentase *error* dan standar deviasi yang didapatkan lebih kecil daripada penelitian sebelumnya.

Hasil penelitian yang ditunjukkan menjelaskan bahwa fungsi keanggotaan, himpunan *fuzzy* yang digunakan memberikan tingkat keakuratan yang tinggi dan aturan (*rules*) *fuzzy* yang dibangun dapat berjalan dengan baik.

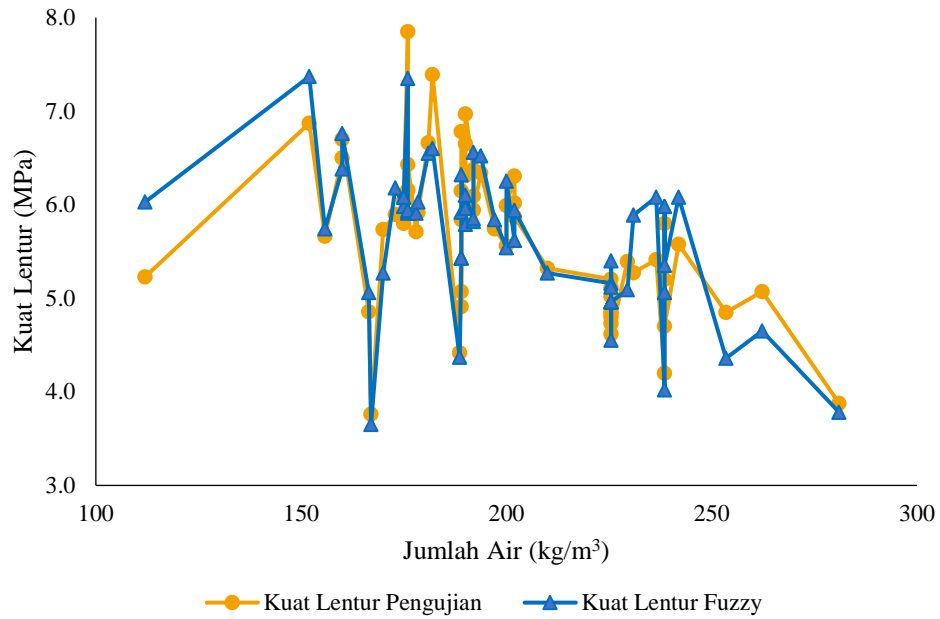


Gambar 4.2 Grafik hubungan banyak data dan presentase *error*.

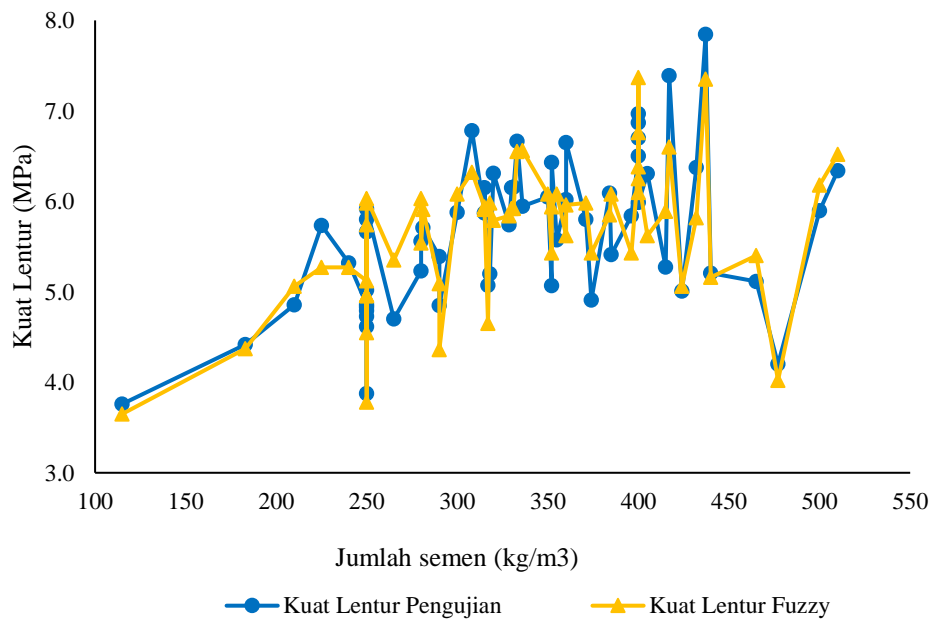
4.3. Hubungan Jumlah Material terhadap Kuat Lentur *Self-compacting Concrete*

Jumlah material yang digunakan pada campuran *self-compacting concrete* menentukan hasil kuat lentur yang akan diperoleh. Material yang paling berpengaruh untuk menentukan kuat lentur *self-compacting concrete* adalah semen dan air. Secara teoritis penggunaan jumlah air berbanding terbalik dengan kuat lentur, sehingga semakin besar jumlah air yang digunakan maka akan menghasilkan kuat lentur yang kecil, sedangkan semakin kecil jumlah air yang digunakan maka akan menghasilkan kuat lentur yang besar. Grafik hubungan antara kuat lentur dan penggunaan jumlah air ditunjukkan pada Gambar 4.3, diperoleh bahwa data yang mengalami penurunan kuat lentur sebesar 50%.

Penggunaan jumlah semen berbanding lurus dengan kuat lentur, sehingga semakin besar jumlah semen yang digunakan maka akan menghasilkan kuat lentur yang besar, sebaliknya semakin sedikit jumlah semen yang digunakan maka akan menghasilkan kuat lentur yang kecil. Grafik hubungan antara jumlah semen dan kuat lentur ditunjukkan pada Gambar 4.4, diperoleh bahwa data yang mengalami kenaikan kuat lentur sebesar 56%.



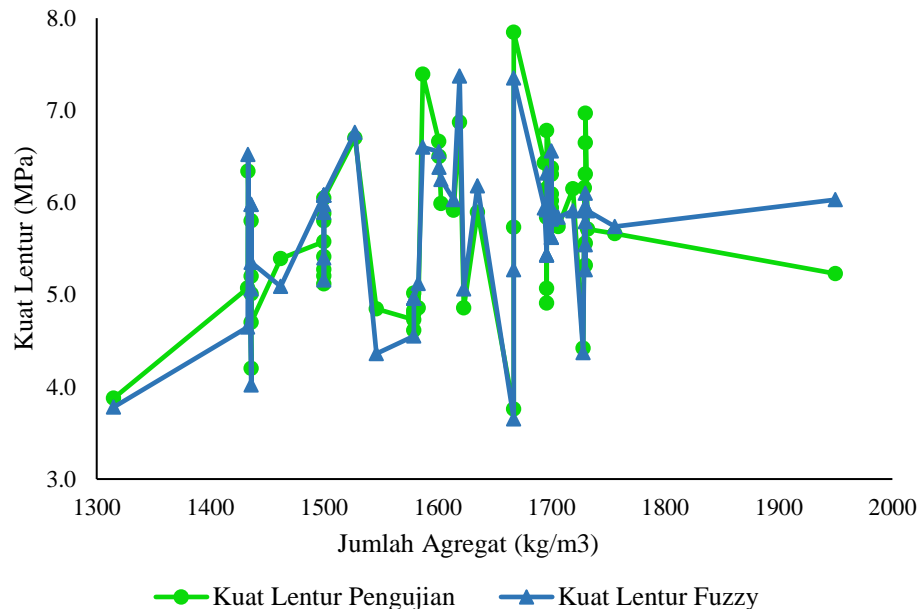
Gambar 4.3 Grafik hubungan kuat lentur dan jumlah air.



Gambar 4.4 Grafik hubungan kuat lentur dan jumlah semen.

Penggunaan jumlah agregat akan semakin banyak apabila kuat lenturnya semakin besar, sebaliknya semakin sedikit jumlah agregat yang digunakan maka kuat lenturnya akan semakin sedikit. Jumlah agregat halus diperoleh dari grafik hubungan antara fas dan persen pasir terhadap agregat gabungan, kemudian sisanya merupakan jumlah agregat kasar yang digunakan. Penggunaan jumlah agregat ini

akan mempengaruhi tingkat kepadatan beton yang diperoleh dari susunan agregat kasar dan agregat halus yang saling mengisi. Grafik hubungan antara jumlah agregat dan kuat lentur ditunjukkan pada Gambar 4.5, bahwa data yang mengalami kenaikan nilai kuat lentur sebesar 47%.

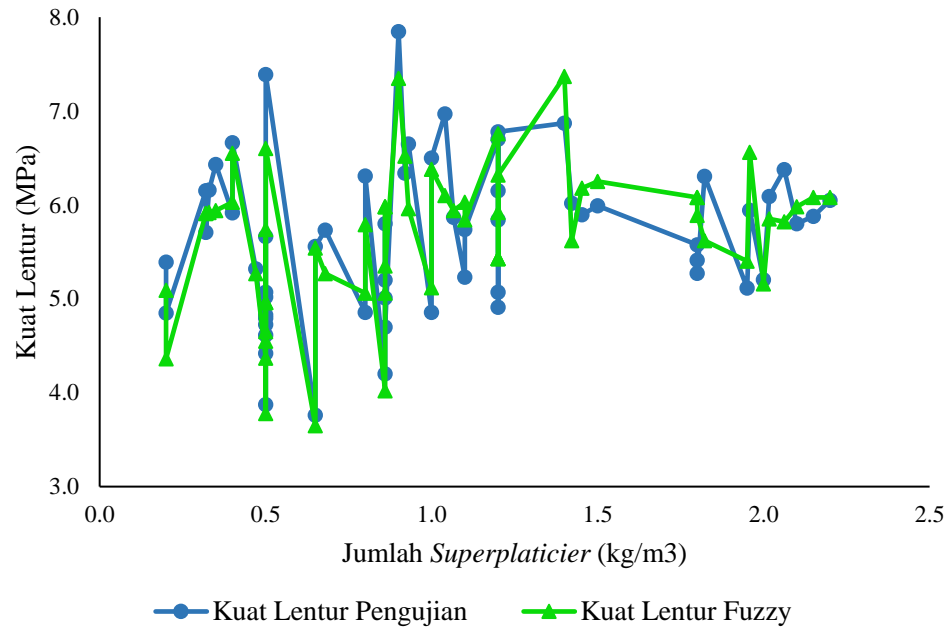


Gambar 4.5 Grafik hubungan kuat lentur dan jumlah agregat.

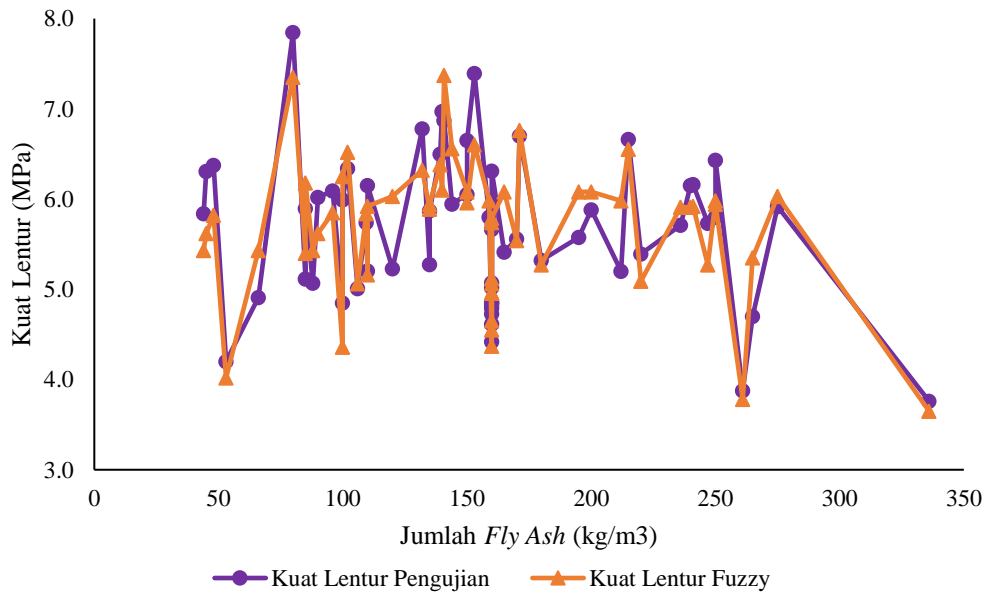
Bahan tambah *superplasticizer* digunakan untuk mengurangi penggunaan jumlah air, semakin banyak *superplasticier* maka air akan semakin sedikit tanpa mengurangi mutu kuat lentur yang diinginkan. Penggunaan *superplasticizer* ini akan menjadikan beton lebih encer, sehingga dapat meningkatkan kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*). Hubungan antara penggunaan *superplasticizer* dan kuat lentur ditunjukkan pada Gambar 4.6, bahwa data yang mengalami kenaikan kuat lentur 48% dan data yang mengalami penurunan kuat lentur 52%.

Penggunaan bahan tambah lainnya yaitu *fly ash* yang digunakan untuk mengurangi jumlah semen yang digunakan. Hubungan antara jumlah *fly ash* dan kuat lentur ditunjukkan pada Gambar 4.7, bahwa penggunaan *fly ash* memiliki rata-rata kenaikan kuat lentur sebesar 0,85 MPa. Akan tetapi, semakin banyak penggunaan jumlah *fly ash*, sedangkan jumlah semen semakin sedikit atau dikurangi jumlahnya maka kuat lentur yang dihasilkan akan semakin menurun karena *fly ash* belum bisa mengikat campuran sebaik semen.

Hasil hubungan antara jumlah material dan kuat lentur yang tidak sesuai secara teoritis, disebabkan data nilai input diperoleh secara acak, sehingga masing-masing peneliti pasti memiliki metode dan acuan *mix desain* yang berbeda.



Gambar 4.6 Grafik hubungan kuat lentur dan jumlah *superplasticier*.



Gambar 4.7 Grafik hubungan kuat lentur dan jumlah *fly ash*.