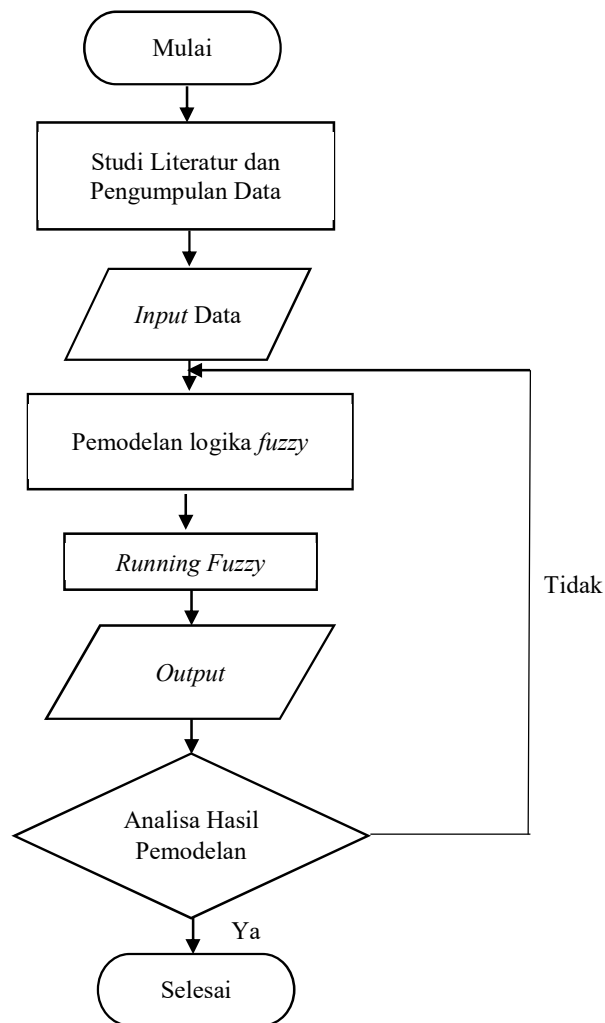


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Materi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Komputasi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Secara garis besar penelitian ini adalah membuat aplikasi berbasis logika *fuzzy mamdani* untuk memprediksi kuat tekan beton memadat sendiri atau *self-compacting concrete* menggunakan *fuzzy logic toolbox* yang terdapat pada aplikasi *MATLAB (Matrix Laboratory)* versi R2015B. Diagram alir pada penelitian ini terdapat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan untuk membantu setiap proses dalam penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Laptop atau komputer yang memiliki spesifikasi cukup memadai untuk proses penelitian. Spesifikasi laptop atau komputer yang kurang memadai mengakibatkan terhambatnya bahkan gagal dalam proses pemodelan dan *running* aplikasi *MATLAB*.
2. *Software MATLAB* versi 2015B dengan tambahan *fuzzy logic toolbox* digunakan untuk pemodelan prediksi kuat tekan *self-compacting concrete* menggunakan logika *fuzzy mamdani*.
3. Kalkulator untuk membantu proses perhitungan.
4. *Microsoft Excel* untuk membantu dalam pengumpulan data dan melakukan analisa hasil prediksi logika *fuzzy*.
5. *Microsoft Office* untuk penulisan laporan hasil penelitian.

### 3.3 Data Penelitian

Jenis dan sumber data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung atau melalui perantara (didapat dan dicatat oleh pihak lain). Data dapat diperoleh dari berbagai literatur seperti jurnal, buku, penelitian sebelumnya dan dapat juga berasal dari data yang telah diolah.

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Penelitian Kepustakaan  
Penyusun melakukan studi untuk memperoleh informasi dan landasan teoritis yang berhubungan dengan topik yang diteliti, yaitu prediksi kuat tekan *self-compacting concrete* menggunakan logika *fuzzy*. Informasi dapat diperoleh dari berbagai literatur seperti jurnal, buku, dan makalah.
2. Pengumpulan Data  
Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi dokumen. Data yang digunakan adalah data sekunder berupa penelitian yang pernah dilakukan yang berkaitan dengan pengujian kuat tekan *self-compacting concrete* dari beberapa literatur.

Data yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 60 data yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Mix design SCC* untuk 1m<sup>3</sup> yang digunakan sebagai data penelitian

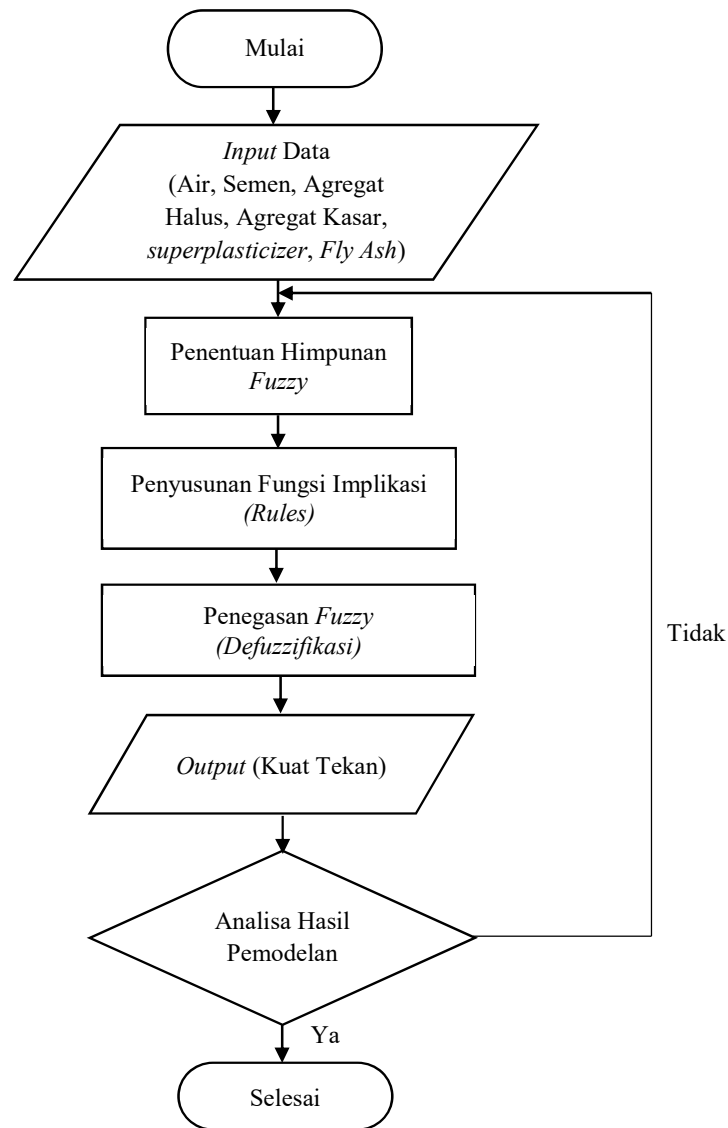
No	Air (Kg/m <sup>3</sup> )	Semen (Kg/m <sup>3</sup> )	Agregat Halus (Kg/m <sup>3</sup> )	Agregat Kasar (Kg/m <sup>3</sup> )	Sp (%)	Fly Ash (Kg/m <sup>3</sup> )	Kuat Tekan (MPa)	Peneliti
1	175,5	290	913	837	0,8	100	42,7	
2	281,05	250	478	837	0,5	261	17	
3	225,5	250	742	837	0,5	160	24,1	
4	193,5	210	786	837	0,8	220	26,7	
5	253,5	290	709	837	0,2	100	26,6	
6	229,5	290	625	837	0,2	220	32,9	
7	225,5	250	742	837	0,5	160	26	
8	225,5	250	742	837	0,5	160	28,5	Mohammed
9	225,5	250	742	837	0,5	160	26,4	Sonebi (2004)
10	139,5	210	1066	837	0,2	100	54,3	
11	262,35	317	594	837	0,5	160	29,1	
12	279,5	210	562	837	0,2	220	10,2	
13	225,5	250	742	837	0,5	160	25,3	
14	155,8	250	919	837	0,5	160	36,3	
15	225,5	250	746	837	1	160	26,7	
16	295,2	250	566	837	0,5	160	11	
17	227,7	465	910	590	1,95	85	35,19	
18	228,6	440	910	590	2	110	33,15	
19	233,3	415	910	590	1,8	135	31,47	Rafat Siddique
20	234,4	385	910	590	1,8	165	30,66	(2011)
21	241,6	355	910	590	1,8	195	29,62	
22	257	485	977	561	1,14	135	25,36	
23	256	485	977	561	1,14	135	26,9	
24	254	485	977	561	1,14	135	27,57	Parathiba
25	253	485	977	561	1,14	135	31,54	Aggarwal (2008)
26	252	485	977	561	1,14	135	29,21	
27	175	350	900	600	2,2	150	37,18	
28	175	300	900	600	2,15	200	39,13	Ramanathan P.
29	175	250	900	600	2,1	250	41,42	(2013)
30	238,5	477	768	668	0,86	53	32,19	
31	238,5	424	768	668	0,86	106	37,89	
32	238,5	371	768	668	0,86	159	41,42	Dhiyaneswaran
33	238,5	318	768	668	0,86	212	37,18	(2013)
34	238,5	265	768	668	0,86	265	35,9	
35	192	384	890	810	2	96	42	
36	192	336	890	810	2	144	40	Prajhapati K
37	202	360	890	810	1,5	90	41	(2013)

Tabel 3.1 *Mix design SCC* untuk 1m<sup>3</sup> yang digunakan sebagai data penelitian (lanjutan)

No	Air (Kg/m <sup>3</sup> )	Semen (Kg/m <sup>3</sup> )	Agregat Halus (Kg/m <sup>3</sup> )	Agregat Kasar (Kg/m <sup>3</sup> )	Sp (%)	Fly Ash (Kg/m <sup>3</sup> )	Kuat Tekan (MPa)	Peneliti
38	202	315	890	810	1	135	39	Prajhapati K (2013)
39	163	330	917	764	2,4	150	44	Hemant Sood (2009)
40	165	225	1024	762	0,4	225	51,3	
41	180	225	988	624	0,8	225	43,7	
42	210	240	900	830	0,47	180	32	Raghdu Prasad (2009)
43	200	280	900	830	0,65	170	35	
44	190	320	900	830	0,8	160	45	
45	190	360	900	830	0,93	150	50	
46	190	400	900	830	1,04	140	55	
47	175	412	820	880	0,36	254	52,5	D. Indu (2016)
48	176	384	824	875	0,36	250	50,7	
49	176	352	819	875	0,35	250	46,8	
50	176	331	856	873	0,33	241	42,9	
51	176	315	851	868	0,32	240	42,75	
52	178	281	868	864	0,32	236	36,9	
53	193,8	510	795,6	637,5	0,92	102	45,5	Subhan R (2018)
54	189	374	924	772	1,2	66	47,69	Ifrah Mushtaq (2018)
55	189	352	924	772	1,2	88	48,04	
56	189	330	924	772	1,2	110	50,11	
57	189	308	924	772	1,2	132	53,2	
58	200	400	809	794	1,5	100	40,55	Zeyad (2017)
59	200	300	809	794	1,5	200	39,39	
60	197,16	295,74	970,71	794,21	1,2	98,58	30,3	Shahana (2013)

### 3.4 Pemodelan Logika Fuzzy

Variabel *input* dan *output* yang digunakan pada penelitian ini dinamakan dengan sistem *MISO (Multiple Input Single Output)*. Variabel *input* yang digunakan pada penelitian ini adalah material penyusun *self-compacting concrete*, seperti jumlah air, semen, agregat halus, agregat kasar, bahan tambah sebagai pengganti semen (*fly ash*), dan *superplasticizer*, sedangkan yang menjadi variable *output* adalah kuat tekan *self-compacting concrete*. Hasil kuat tekan dari pemodelan logika *fuzzy* dibandingkan dengan kuat tekan pengujian laboratorium untuk mengetahui tingkat akurasi logika *fuzzy mamdani* dalam memprediksi kuat tekan *self-compacting concrete*. Diagram alir pemodelan logika *fuzzy mamdani* menggunakan aplikasi *MATLAB* dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram alir pemodelan logika *fuzzy*

### 3.5 Himpunan Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

*Membership function* atau fungsi keanggotaan pada logika *fuzzy* adalah kurva yang menunjukkan titik pemetaan dari suatu data yang digunakan sebagai pendekatan untuk setiap nilai keanggotaannya. Pembuatan *membership function* disesuaikan dengan nilai terendah dan tertinggi dari data tersebut dan untuk pembagian keanggotaannya disesuaikan dengan karakteristik data supaya hasil prediksi yang didapatkan lebih maksimal.

*Membership function* yang dibuat untuk data *input* semuanya menggunakan kurva trapesium sedangkan pada data *output* menggunakan kombinasi antara kurva trapesium dan kurva segitiga, seperti dijelaskan pada Tabel 4.1. Data *input* air mempunyai 2 keanggotaan dengan keterangan min dan max serta kurva representasi trapesium, semen mempunyai 3 keanggotaan dengan keterangan *low*, *medium*, dan *high* serta menggunakan kurva representasi trapesium, agregat halus mempunyai 3 keanggotaan dengan keterangan *low*, *medium*, dan *high* serta menggunakan kurva representasi trapesium, agregat kasar mempunyai 3 keanggotaan dengan keterangan *low*, *medium*, dan *high* serta menggunakan kurva representasi trapesium, *fly ash* mempunyai 3 keanggotaan dengan keterangan *low*, *medium*, dan *high* serta menggunakan kurva representasi trapesium, *superplasticizer* mempunyai 2 keanggotaan dengan keterangan *min* dan *max* serta kurva representasi trapesium. Data *output* berupa kuat tekan menggunakan 3 keanggotaan dengan keterangan *low* dan *high* menggunakan kurva representasi trapesium dan keterangan *medium* menggunakan kurva representasi segitiga.

Tabel 3.2 Keanggotaan himpunan *input* dan *output*

Nama	Semesta	Himpunan	Type	Keanggotaan
Air	[139 296]	Min	<i>trapmf</i>	[139 139 186,2 248,5]
		Max	<i>trapmf</i>	[186,2 248,5 296 296]
Semen	[183 510]	Low	<i>trapmf</i>	[183 183 232,1 297,4]
		Medium	<i>trapmf</i>	[232,1 297,4 395,6 460,9]
		High	<i>trapmf</i>	[397 463 510 510]
Agregat Halus	[478 1066]	Low	<i>trapmf</i>	[478 478 566,2 683,8]
		Medium	<i>trapmf</i>	[566,2 683,8 860,2 977,8]
		High	<i>trapmf</i>	[860,2 977,8 1066 1066]
Agregat Kasar	[561 880]	Low	<i>trapmf</i>	[561 561 608,9 672,7]
		Medium	<i>trapmf</i>	[608,9 672,7 768,3 832,2]
		High	<i>trapmf</i>	[768,3 832,2 880 880]
Fly Ash	[53 265]	Low	<i>trapmf</i>	[53 53 84,8 127,2]
		Medium	<i>trapmf</i>	[84,8 127,2 190,8 233,2]
		High	<i>trapmf</i>	[190,8 233,2 265 265]
Superplasticizer	[0,2 2,4]	Min	<i>trapmf</i>	[0,2 0,2 0,8653 1,744]
		Max	<i>trapmf</i>	[0,8669 1,745 2,4 2,4]
Kuat Tekan	[0 60]	Low	<i>trapmf</i>	[0 0 12 30]
		Medium	<i>trimf</i>	[21 30 39]
		High	<i>trapmf</i>	[30 48 60 60]

### 3.6 **Rules dalam Pemodelan Logika Fuzzy**

*Rules* atau aturan dalam logika *fuzzy* yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 324 *rules* yang dapat dilihat pada Lampiran 1. *Rules* atau aturan dibuat berdasarkan *membership function* dan sifat (karakteristik) dari data yang telah ada. Pembuatan *rules* menggunakan cara *trial and error* untuk mengetahui aturan yang paling tepat untuk memprediksi kuat tekan *self-compacting concrete*.