

LOGIKA FUZZY PADA PROSES PELET PAKAN IKAN

Agung Saputra¹⁾, Wisnu Broto²⁾, Ainil Syafitri³⁾

Prodi Elektro Fakultas Teknik Univ. Pancasila, Srengseng Sawah Jagakarsa, Jakarta, 12640

Email: ¹⁾agungsap2002@yahoo.com ; ²⁾wisnu.agni@gmail.com ; ³⁾fitri1976@yahoo.com

Abstrak

Sistem logika fuzzy pada proses pellet pakan ikan ini mempunyai 3 parameter masukan antara lain diameter, kekerasan, panjang dan mempunyai keluaran tunggal yaitu berat pellet pakan ikan. Dari masukan dan keluaran mempunyai tiga label linguistik pada setiap fungsi keanggotaannya, dan mempunyai *if-then* aturan yang digunakan di sistem fuzzy ini. Algoritma fuzzy dapat digunakan sebagai algoritma untuk menentukan tingkatan dari ketebalan, kekerasan, dan diameter dari suatu pellet pakan ikan. Dalam penelitian ini digunakan model MAMDANI untuk mengontrol berat pelet dari setiap perubahan ketiga parameter pellet. Fungsi keanggotaan masukan dari parameter tersebut menentukan tingkatan dari penyimpangan berat pellet dari nilai nominal pellet pakan ikan. Hasil berat tablet menggunakan logika fuzzy dengan pendekatan *rule-based* dan *common sense* mempunyai kestabilan rata-rata sebesar 99.650 %. Pada proses produksi pencetakan pellet pakan ikan yang menggunakan logika fuzzy dengan model MAMDANI hanya terjadi deviasi : 106 mg (max), 100 mg (min), 100 mg (standard), sehingga diperoleh rata-rata 100.283 mg \pm 0.047 %.

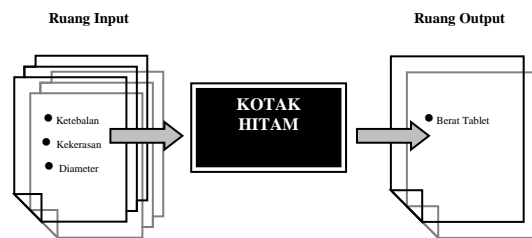
Kata kunci : fuzzy, produksi, pellet, MATLAB.

1. Pendahuluan

Pada tahun 1965, Zadeh memodifikasi teori himpunan dimana setiap anggota dari himpunan tersebut memiliki derajat keanggotaan yang bersifat kontinu antara 0 sampai 1. Himpunan inilah yang disebut dengan Himpunan Kabur (Fuzzy Set) ^[1].

Sejak tahun 1985, terjadi per-kembangan yang sangat pesat pada logika fuzzy tersebut terutama pada penyelesaian masalah kendali dan situasi-situasi yang sangat kompleks.

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output ^[1]. Oleh karena itu logika fuzzy sangat cocok sekali dalam penyelesaian masalah kendali proses produksi. Salah satu pemetaan suatu input-output dalam bentuk grafis terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pemetaan Input Output

Antara input dan output terdapat satu kotak hitam yang harus memetakan input ke output yang sesuai. Selama ini, ada beberapa cara yang mampu bekerja pada kotak hitam tersebut, antara lain :

1. Sistem fuzzy.
2. Sistem linear.
3. Sistem pakar.
4. Jaringan syaraf.
5. Persamaan differensial.
6. Tabel interpolasi multi-dimensi.

Walaupun ada banyak jalan dapat melakukan di suatu kotak yang hitam, sistem fuzzy mempunyai lebih baik solusi dibanding yang lain. Mengapa ?? seperti yang dikatakan oleh Lotfi A. Zadeh, seorang bapak logika fuzzy : "Pada hampir semua kasus kita dapat menghasilkan suatu produk tanpa menggunakan logika fuzzy, namun menggunakan logika fuzzy akan lebih cepat dan lebih efisien"^[1]. Dalam penelitian ini, digunakan sistem fuzzy dengan metode MAMDANI yang dapat menentukan berat pellet dari setiap perubahan panjang, kekerasan dan diameter dari pellet.

2. Logika Fuzzy

2.1 Himpunan Fuzzy dan Crisp

Himpunan *Crisp* A didefinisikan oleh elemen-elemen yang ada pada himpunan itu. Jika $a \in A$, maka nilai yang berhubungan

dengan a adalah 1. Namun, jika $a \notin A$, maka nilai yang berhubungan dengan a adalah 0. Notasi $A = \{x|P(x)\}$ menunjukkan bahwa A berisi elemen x dengan $P(x)$ benar. Jika X_A merupakan fungsi karakteristik A dan properti P , maka dapat dikatakan bahwa $P(x)$ benar, jika dan hanya jika $X_A(x) = 1$.

Himpunan fuzzy didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval $[0,1]$. Nilai keanggotaan menunjukkan bahwa suatu elemen dalam semesta pembicaraan tidak hanya berada pada 0 atau 1, namun juga nilai yang terletak diantaranya. Dengan kata lain, nilai kebenaran suatu elemen tidak hanya bernilai benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar, dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah.

RINGAN berat pellet < 90 mg
 NORMAL 100 mg ≤ berat pellet ≤ 110 mg
 BERAT berat pellet > 110 mg

Dengan menggunakan pendekatan *crisp*, akan tidak adil untuk menetapkan nilai NORMAL. Pendekatan ini bisa saja dilakukan untuk hal-hal yang bersifat diskontinu. Pada klasifikasi untuk berat pellet 110 mg dan 115 mg sangat jauh berbeda, berat pellet 110 mg termasuk NORMAL, sedangkan berat 115 mg sudah termasuk BERAT. Demikian pula untuk kategori RINGAN dan BERAT. Pellet yang mempunyai berat 90 mg dikatakan RINGAN, sedangkan tablet yang mempunyai berat 100 mg sudah TIDAK RINGAN lagi. Dengan demikian pendekatan *crisp* ini sangat tidak cocok untuk diterapkan pada hal-hal yang bersifat kontinu, seperti berat pellet.

Selain itu, untuk menunjukkan suatu berat pellet pasti termasuk kategori NORMAL, atau tidak termasuk kategori NORMAL, dan menunjukkan suatu nilai kebenaran 0 atau 1, dapat digunakan nilai pecahan, dan menunjuk 1 atau nilai yang dekat dengan 1 untuk berat pellet 100 mg, kemudian perlahan menurun menuju 0 untuk berat pellet dibawah 100 mg dan diatas 110 mg.

2.2 Metode Fuzzy

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai yang keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1^[1].

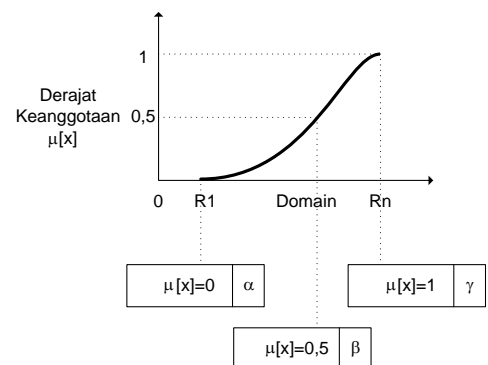
2.3 Semesta Pembicaraan

Suatu model variabel fuzzy seringkali dideskripsikan dalam syarat-syarat ruang fuzzynya. Ruang ini biasanya tersusun atas beberapa himpunan fuzzy, himpunan-himpunan fuzzy yang *overlap* yang mana masing-masing himpunan fuzzy mendeskripsikan suatu arti tertentu dari variabel-variabel yang diijinkan dalam permasalahan. parameter KEKERASAN pada pellet yang terbagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu : LUNAK, NORMAL, dan KERAS. Keseluruhan ruang permasalahan dari nilai terkecil hingga nilai terbesar yang diijinkan disebut dengan semesta pembicaraan (*universe of discourse*)^[1].

2.4 Membangkitkan Nilai Keanggotaan Fuzzy

2.4.1 Representasi Kurva S

Kurva PERTUMBUHAN dan PENYUSUTAN merupakan kurva-S atau *sigmoid* yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linear. Kurva-S untuk PERTUMBUHAN akan bergerak dari sisi paling kiri (nilai keanggotaan=0) ke sisi paling kanan (nilai keanggotaan=1). Fungsi keanggotaannya akan tertumpu pada 50% nilai keanggotaannya yang sering disebut dengan titik infleksi^[1]. Kurva-S didefinisikan dengan 3 parameter, yaitu: nilai keanggotaan nol (α), nilai keanggotaan lengkap (γ), dan titik infleksi atau crossover (β) yaitu titik yang memiliki domain 50% benar^[1]. Gambar 2 menunjukkan karakteristik kurva-S dalam skema.



Gambar 2 Karakteristik Kurva S^[1]

Fungsi keanggotaan pada kurva PERTUMBUHAN adalah [1]:

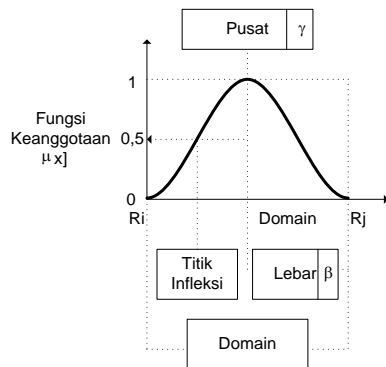
$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 \rightarrow x \leq \alpha \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 \rightarrow \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 \rightarrow x \geq \gamma \end{cases} \dots(1)$$

Fungsi keanggotaan pada kurva PENYUSUTAN adalah [1]:

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1 \rightarrow x \leq \alpha \\ 1 - 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 \rightarrow \alpha \leq x \leq \beta \\ 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 \rightarrow x \geq \gamma \end{cases} \dots(2)$$

2.4.2 Representasi Kurva PI

Kurva PI berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat dengan domain (γ) lebar kurva (β) seperti pada gambar 3. Nilai kurva untuk suatu nilai domain x diberikan sebagai :



Gambar 3 Karakteristik Fungsional Kurva PI [1]

Fungsi Keanggotaan [1]:

$$\Pi(x, \beta, \gamma) = \begin{cases} S\left(x; \gamma - \beta, \gamma - \frac{\beta}{2}, \gamma\right) \rightarrow x \leq \gamma \\ 1 - S\left(x; \gamma, \gamma + \frac{\beta}{2}, \gamma + \beta\right) \rightarrow x > \gamma \end{cases} \dots(3)$$

2.5 Sistem Inferensi Fuzzy

2.5.1 Fungsi Implikasi

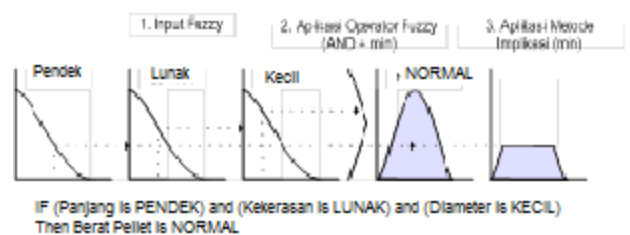
Jenis ini ditandai dengan penggunaan pernyataan IF. Secara umum : [1]

IF x is A THEN y is B

Dengan x dan y adalah bilangan skalar, dan A dan B adalah variabel linguistik. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan penghubung fuzzy, seperti :

**IF (X₁ is A₁) • (X₂ is A₂) • ... • (X_n is A_n)
 Then y is B**

Tanda • adalah operator (misal: OR atau AND). Salah satu fungsi implikasi, berikut adalah MIN yaitu :

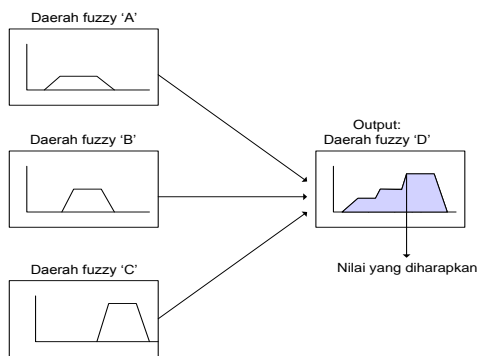


Gambar 4 Fungsi Implikasi: MIN

2.6 Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output seperti terlihat pada gambar 5. Beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan MAMDANI dan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *centroid*. Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan [1] :

$$z = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz} \text{ atau } z = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \dots(4)$$



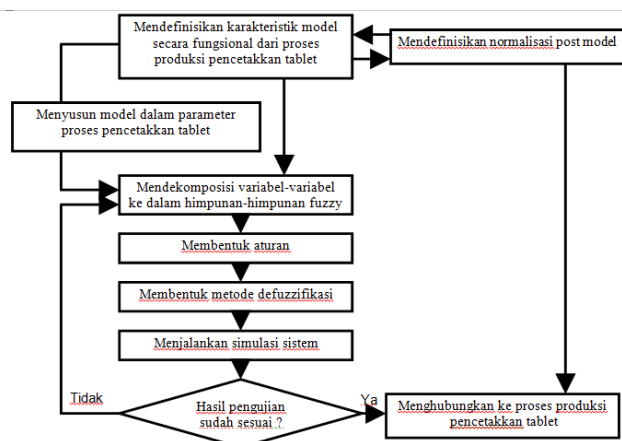
Gambar 5 Proses Defuzzifikasi: Metode *Centroid*

3. Perancangan Sistem Fuzzy dan Pengujian

Untuk melakukan perancangan suatu sistem fuzzy perlu dilakukan beberapa tahapan yaitu [1]:

1. Mendefinisikan karakteristik model secara fungsional dan operasional.
2. Melakukan dekomposisi variabel model menjadi himpunan fuzzy.
3. Membuat aturan fuzzy.
4. Menentukan metode defuzzy untuk tiap-tiap variabel solusi.
5. Menjalankan simulasi sistem.
6. Pengujian dengan 2 cara yaitu : pengaturan dan validasi model.

Seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 6 Diagram Blok

3.1 Mendefinisikan Pemodelan Secara Fungsional Dan Operasional

Pada bagian ini perlu diamati karakteristik apa saja yang dimiliki oleh sistem yang ada, kemudian dirumuskan karakteristik operasi-operasi yang akan digunakan dalam model fuzzy. Ditentukan pula batasan-batasan pemodelan, berupa himpunan fuzzy, *hedge*, dan definisi dari beberapa variabel.

3.2 Aturan Fuzzy

Untuk menuliskan urutan perlu diperhatikan hal-hal berikut ini [1]:

1. Kelompokkan semua aturan yang memiliki solusi pada variabel yang sama.
2. Urutkan aturan sehingga mudah dibaca.
3. Gunakan identitas untuk mem-perlihatkan struktur aturan.
4. Gunakan penamaan yang umum untuk mengidentifikasi variabel-variabel pada kelas yang berbeda.
5. Gunakan komentar untuk mendeskripsikan tujuan dari suatu atau sekelompok aturan.
6. Berikan spasi antar aturan.
7. Tulis variabel dengan huruf besar-kecil, himpunan fuzzy dengan huruf besar, dan elemen-elemen bahasa lainnya dengan huruf kecil.

3.3 Menentukan Metode Defuzzy Untuk Tiap-Tiap Variabel Solusi

Pada tahap defuzzifikasi akan dipilih suatu nilai dari suatu variabel solusi yang merupakan konsekuensi dari daerah fuzzy. Metode yang paling sering digunakan adalah metode *centroid*. Metode ini paling konsisten dan memiliki tinggi serta lebar total daerah fuzzy yang sensitif [1].

3.4 Menjalankan Simulasi Sistem

Untuk itu, program simulasi perlu *editor* untuk :

- a. Perbaiki variabel mode input/output.
- b. Perbaiki himpunan fuzzy.
- c. Perbaiki aturan.
- d. Pilihan metode defuzzifikasi.

3.5 Pengujian

Dari program simulasi yang sudah dibentuk, diujikan untuk beberapa nilai input untuk mendapatkan kebenaran dan validasi output. Apabila hasil yang diperoleh selama pengujian kurang sesuai dengan yang diharapkan, maka diulangi lagi pada proses dekomposisi variabel ke himpunan fuzzy. Sebaliknya, jika hasil yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diinginkan, maka program langsung dapat dihubungkan dengan sistem produksi.

Model sistem yang akan dibuat memiliki batasan-batasan sebagai berikut :

- Perancangan dibuat dengan menggunakan penalaran fuzzy dengan menggunakan Metode MAMDANI.

- Sistem hanya terikat pada variabel panjang, kekerasan, diameter didata pada lingkup produk pellet pakan ikan dengan usia ternak ikan 1~2 bulan bagai variabel input, dan akan menentukan berat per pelletnya sebagai variabel output.

3.6 Tabel Data Tablet

No	Diameter (mm)	Kekerasan (kp)	Panjang (mm)	Berat (mg)
1	2.46	6.26	4.56	100
2	2.45	5.56	4.55	100
3	2.44	6.36	4.57	96
4	2.46	6.46	4.55	99
5	2.46	5.75	4.56	103
6	2.45	6.15	4.56	100
7	2.47	5.56	4.57	101
8	2.46	5.77	4.56	96
9	2.46	6.26	4.57	102
10	2.49	6.15	4.57	98
11	2.46	6.15	4.57	98
12	2.42	5.85	4.56	97
13	2.46	6.15	4.57	96
14	2.44	6.26	4.56	105
15	2.44	6.15	4.56	95
16	2.45	6.26	4.57	98
17	2.45	6.26	4.57	96
18	2.49	6.05	4.58	99
19	2.48	6.15	4.58	102
20	2.46	6.15	4.57	98
21	2.49	6.05	4.53	105
22	2.47	6.05	4.55	98
23	2.48	6.46	4.54	102
24	2.49	6.05	4.55	98
25	2.48	6.36	4.54	101
26	2.48	5.85	4.55	104
27	2.47	6.46	4.55	106
28	2.49	5.95	4.54	97
29	2.49	6.36	4.56	103
30	2.45	6.05	4.55	101
31	2.47	6.36	4.56	99
32	2.47	6.36	4.56	101
33	2.48	5.86	4.56	103
34	2.48	6.15	4.55	100
35	2.49	5.85	4.55	102
36	2.47	6.05	4.55	98
37	2.47	5.97	4.55	104
38	2.47	6.26	4.54	97
39	2.47	5.86	4.54	106
40	2.46	5.95	4.55	196
41	2.47	5.80	4.55	101
42	2.46	6.09	4.54	95
43	2.48	6.19	4.56	101
44	2.44	6.19	4.57	104
45	2.44	5.89	4.56	98
46	2.44	6.40	4.56	98
47	2.46	6.30	4.56	97
48	2.43	6.28	4.56	101
49	2.45	5.86	4.56	99
50	2.46	6.50	4.55	96
51	2.49	6.38	4.54	101
52	2.44	6.30	4.56	105
53	2.46	6.38	4.56	100
54	2.43	5.79	4.55	98

55	2.46	6.50	4.56	103
56	2.46	6.19	4.55	95
57	2.46	6.38	4.55	97
58	2.45	6.48	4.55	96
59	2.49	6.07	4.55	103
60	2.48	5.90	4.56	100

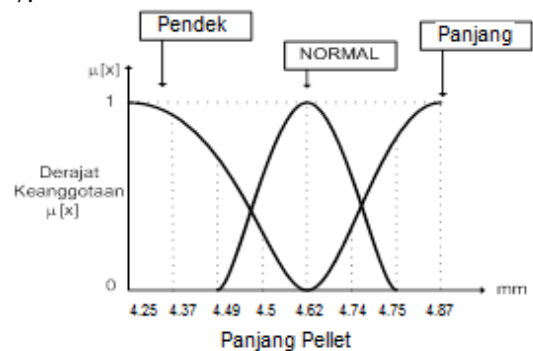
3.7 Variabel

Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan
Input	Diameter	[0,(2.49)]
	Kekerasan	[0,(6.0)]
	Panjang	[0,(.50)]
Output	Berat	[0,(100)]

3.8 Membuat Himpunan Fuzzy

Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Domain
Diameter	Kecil	[(2.01),(2.29)]
	Normal	[(2.30),(2.590)]
	Besar	[(2.600),(2.890)]
Kekerasan	Lunak	[(5.500),(5.990)]
	Normal	[(6.000),(6.490)]
	Keras	[(6.500),(6.990)]
Panjang	Pendek	[(4.250),(4.490)]
	Normal	[(4.500),(4.740)]
	Panjang	[(4.750),(4.990)]
Berat Tablet	Ringan	[(90),(99)]
	Normal	[(100),(110)]
	Berat	[(110),(120)]

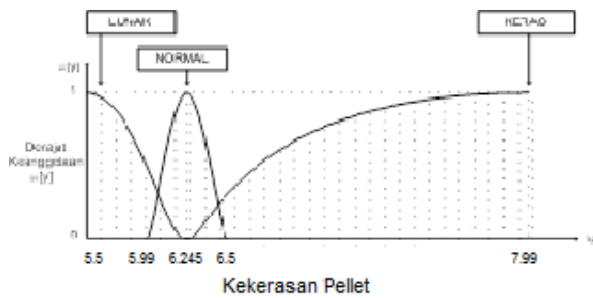
Untuk merepresentasikan variabel panjang pellet digunakan kurva bentuk S untuk himpunan fuzzy PENDEK dan PANJANG, kurva pi untuk himpunan fuzzy NORMAL seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Representasi variabel : Panjang

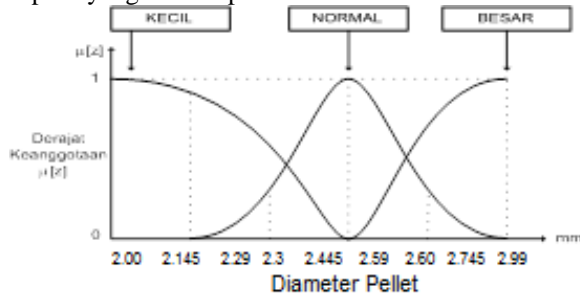
Untuk merepresentasikan variabel Kekerasan pellet digunakan kurva bentuk S untuk himpunan fuzzy LUNAK dan KERAS,

kurva pi untuk himpunan fuzzy NORMAL seperti yang terlihat pada Gambar 8.



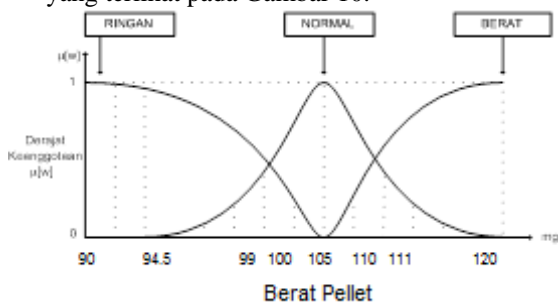
Gambar 8 Representasi variabel : Kekerasan

Untuk merepresentasikan variabel diameter pellet digunakan kurva bentuk S untuk himpunan fuzzy KECIL dan BESAR, kurva pi untuk himpunan fuzzy NORMAL seperti yang terlihat pada Gambar 9.

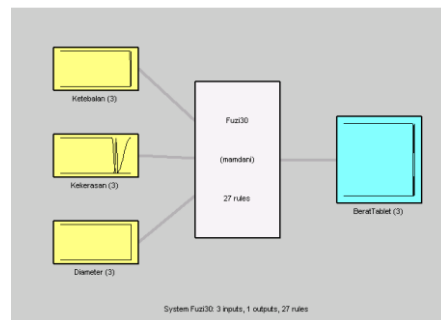


Gambar 9 Representasi variabel : Diameter

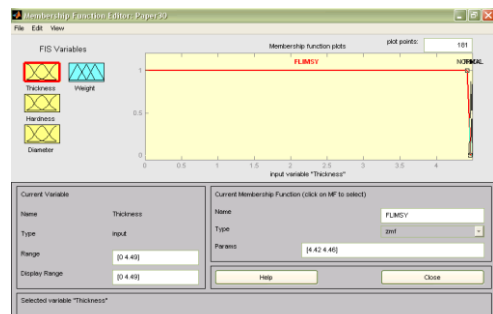
Untuk merepresentasikan variabel berat pellet digunakan kurva bentuk S untuk himpunan fuzzy RINGAN dan BERAT, kurva pi untuk himpunan fuzzy NORMAL seperti yang terlihat pada Gambar 10.



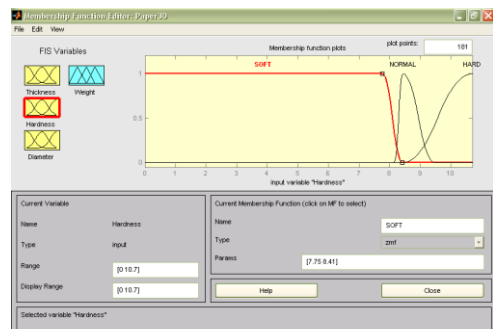
Gambar 10 Representasi variabel : Berat Pellet



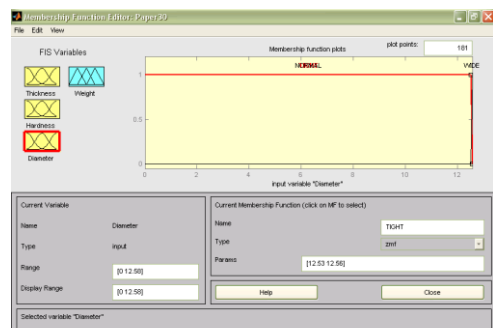
Gambar 11 Fuzzy Inference System



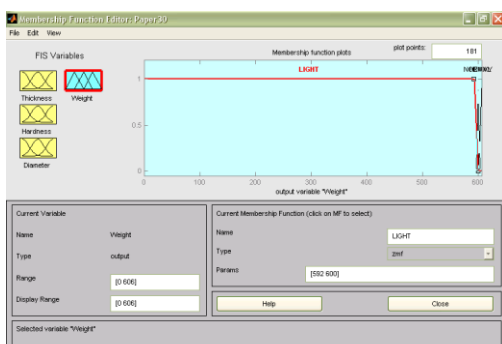
Gambar 12 Fungsi Keanggotaan: Panjang (Secara MATLAB)



Gambar 13 Fungsi Keanggotaan: Kekerasan (Secara MATLAB)

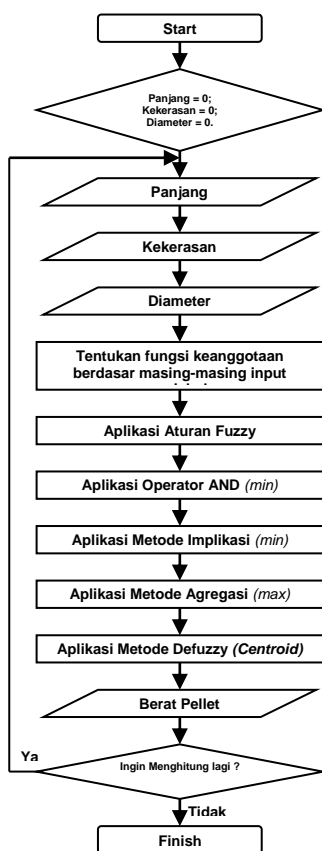


Gambar 14 Fungsi Keanggotaan: Diameter (Secara MATLAB)



Gambar 15 Fungsi Keanggotaan: Berat (Secara MATLAB)

Pada Gambar 16 menunjukkan diagram alir dari algoritma pemrograman menggunakan MATLAB sebagai simulatnya dengan memakai logika fuzzy sebagai metode berpikirnya. Dengan meng-input nilai panjang, kekerasan dan diameter pellet dan aplikasi *fuzzy inference engine* serta defuzzifikasi maka akan didapat nilai untuk variabel berat pellet.



Gambar 16 Flowchart Pengendali Berat Pellet Berdasar Logika Fuzzy

3.9 Proses Analisis Sistem

Dalam menganalisis permasalahan dalam sistem fuzzy, dilakukan melalui beberapa tahapan proses analisisnya. Secara umum, didalam logika fuzzy ada lima langkah dalam melakukan penalaran, yaitu :

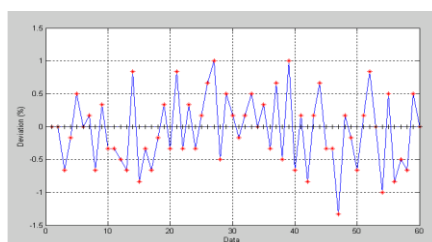
1. Memasukkan input fuzzy;
2. Mengaplikasikan operator fuzzy;
3. Mengaplikasikan metode implikasi;
4. Komposisi semua output (aplikasi metode agregasi);
5. Defuzzy.

3.10. Hasil Pengujian

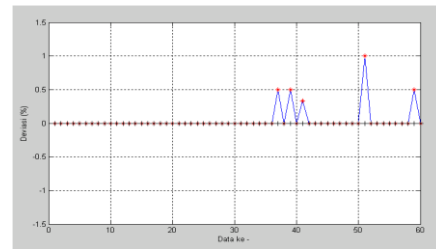
Tabel 4. Perbandingan Fuzzy

No	Nilai Nominal (mg)	Tanpa Sistem Fuzzy		Dengan Sistem Fuzzy	
		Real (mg)	Deviasi (%)	Real (mg)	Deviasi (%)
1	100	100	0.000	100	0.000
2	100	100	0.000	100	0.000
3	100	96	0.667	100	0.000
4	100	99	0.167	100	0.000
5	100	103	0.500	100	0.000
6	100	100	0.000	100	0.000
7	100	101	0.167	100	0.000
8	100	96	0.667	100	0.000
9	100	102	0.333	100	0.000
10	100	98	0.333	100	0.000
11	100	98	0.333	100	0.000
12	100	97	0.500	100	0.000
13	100	96	0.667	100	0.000
14	100	105	0.833	100	0.000
15	100	98	0.333	100	0.000
16	100	98	0.333	100	0.000
17	100	96	0.667	100	0.000
18	100	99	0.167	100	0.000
19	100	102	0.333	100	0.000
20	100	98	0.333	100	0.000
21	100	105	0.833	100	0.000
22	100	98	0.333	100	0.000
23	100	102	0.333	100	0.000
24	100	98	0.333	100	0.000
25	100	101	0.167	100	0.000
26	100	104	0.667	100	0.000
27	100	106	1.000	100	0.000
28	100	97	0.500	100	0.000

29	100	103	0.500	100	0.000
30	100	101	0.167	100	0.000
31	100	99	0.167	100	0.000
32	100	101	0.167	100	0.000
33	100	103	0.500	100	0.000
34	100	100	0.000	100	0.000
35	100	102	0.333	100	0.000
36	100	98	0.333	100	0.000
37	100	104	0.667	103	0.500
38	100	97	0.500	100	0.000
39	100	106	1.000	103	0.500
40	100	96	0.667	100	0.000
41	100	101	0.167	102	0.333
42	100	95	0.833	100	0.000
43	100	101	0.167	100	0.000
44	100	104	0.667	100	0.000
45	100	98	0.333	100	0.000
46	100	98	0.333	100	0.000
47	100	92	1.333	100	0.000
48	100	101	0.167	100	0.000
49	100	99	0.167	100	0.000
50	100	96	0.667	100	0.000
51	100	101	0.167	106	1.000
52	100	105	0.833	100	0.000
53	100	100	0.000	100	0.000
54	100	94	1.000	100	0.000
55	100	103	0.500	100	0.000
56	100	95	0.833	100	0.000
57	100	97	0.500	100	0.000
58	100	96	0.667	100	0.000
59	100	103	0.500	103	0.500
60	100	100	0.000	100	0.000
Rata-rata	100	99.650	0.447	100.283	0.047



Gambar 17 Tanpa Sistem Fuzzy



Gambar 18 Dengan Sistem Fuzzy

Dari Gambar 17 dan Gambar 18 dapat dibuat suatu keuntungan dengan menggunakan logika fuzzy pada proses produksi pencetakan pellet antara lain :

1. Terlihat bahwa pada proses pencetakan Pellet yang tidak menggunakan logika fuzzy banyak sekali variasi yang terjadi sehingga deviasi yang dihasilkan terhadap nilai nominal pellet banyak variasinya, berbeda sekali dengan proses pencetakan pellet yang menggunakan logika fuzzy deviasi yang terjadi terhadap nilai nominal pellet hasilkan lebih sedikit.
2. Logika fuzzy dapat digunakan sebagai pengendali berat pellet dari masukan berupa panjang, kekerasan dan diameter pada proses produksi pencetakan pellet dengan hasil yang lebih baik bila dibandingkan secara konvensional.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil berat pellet menggunakan logika fuzzy dengan pendekatan *rule-based* (aturan if then) dan *common sense* (pendekatan unjuk kerja sistem berupa panjang, kekerasan, diameter dan berat pellet) sistem dirancang dan dibangun mempunyai kestabilan rata-rata sebesar 99.650 %.
2. Sistem fuzzy ini menggunakan 27 aturan if then untuk mengoptimalkan sistem fuzzy dengan model MAMDANI dan untuk meninggalkan gangguan yang mungkin terjadi berupa drop berat pellet dibawah nilai nominal pellet 100 mg.
3. Dengan menggunakan metode defuzzy centroid berat pellet yang dihasilkan mempunyai nilai minimum 100 mg.
4. Pada proses produksi pencetakan pellet yang tidak menggunakan logika fuzzy, berat pellet yang dihasilkan kurang stabil dengan deviasi-deviasi berikut : 106 mg (max), 94 mg (min), 100 mg (standard) sehingga diperoleh rata-rata 99.650 mg \pm 0.447 %.

4. Pada proses produksi pencetakan Pellet yang menggunakan logika fuzzy dengan model MAMDANI hanya terjadi deviasi berikut : 106 mg (max), 100 mg (min), 100 mg (standard) sehingga diperoleh rata-rata $100.283 \text{ mg} \pm 0.047 \%$.

Referensi Daftar Pustaka

- [1] Kusumadewi, Sri. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)* Graha Ilmu, Yogyakarta, 2002.
- [2] Kosko, Bart. *Neural Network and Fuzzy Systems (A Dynamic Systems Approach to Machine Intelligence)*, USA Prentice-Hall, 1992
- [3] Suparman, *Mengenal Artificial Intelligence*, Edisi-1, Andi Offset, Yogyakarta, 1991.
- [4] Wang, L. *A Course in Fuzzy Systems and Control*, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey, 1997.
- [5] Zimmermann, *Fuzzy Set Theory and Its Applications*, Second Edition, Kluwer Academic Publishers, 1991.

