

Penerapan Metode Takagi Sugeno Pada Sistem Kerja Mesin

Binti Karomah ✉, Universitas Surakarta

✉ bintikaromah@gmail.com

Abstract: Equipment that adopts fuzzy logic is a washing machine. In this study, the Takagi-Sugeno method is applied to the workings of the washing machine using a systematic approach of fuzzy rules from the given input-output data set. In general, the fuzzy rules are in the form: IF x is A AND y is B THEN $z = f(x, y)$. The workings of the washing machine consist of two processes, namely the washing process and the rinsing and drying process. In the washing process, the input is the amount of water, the amount of detergent and the weight of the clothes, then by using testing processes 1 and 2, the output results are obtained in the form of washing cycle time. While in the rinsing and drying process, the input is the amount of water, the weight of the clothes and the amount of softener, then by using testing processes 1 and 2, the output results are obtained in the form of rinsing and drying cycle time. The output results in the washing, rinsing and drying processes are obtained by calculating the weighted average value (z). In the washing process, the output results for calculation 1 are $z = 15$ minutes, for calculation 2, it is $z = 21.51$ minutes, meaning that by entering the input variables in the washing process, it takes 15 minutes and 20 minutes to wash. Meanwhile, in the rinsing and drying process, the output results for calculation 1 are $z = 20$ minutes and calculation 2 is $z = 28.44$ minutes, meaning that by entering the input variables in the rinsing and drying process, it takes 20 minutes and 28.44 minutes to wash.

Keywords: Fuzzy Logic, Takagi-Sugeno Method, Washing Machine

Abstrak: Peralatan yang mengadopsi logika fuzzy adalah mesin cuci. Pada penelitian ini metode Takagi-Sugeno yang diaplikasikan pada cara kerja mesin cuci dengan menggunakan pendekatan sistematis aturan fuzzy dari himpunan data *input-output* yang diberikan. Secara umum aturan fuzzynya berbentuk: IF x is A AND y is B THEN $z = f(x, y)$. Cara kerja mesin cuci terdiri dari dua proses yaitu proses pencucian serta proses pembilasan dan pengeringan. Pada proses pencucian inputnya jumlah air, jumlah deterjen dan berat pakaian, kemudian dengan menggunakan proses pengujian 1 dan 2 didapatkan hasil *output* berupa waktu putaran pencucian. Sedangkan pada proses pembilasan dan pengeringan *input* berupa jumlah air, berat pakaian dan jumlah pelembut, kemudian dengan menggunakan proses pengujian 1 dan 2 didapatkan hasil *output* berupa waktu putaran pembilasan dan pengeringan. Hasil output pada proses pencucian, pembilasan dan pengeringan didapatkan dari menghitung nilai rata-rata terbobot (z). Pada proses pencucian hasil output untuk penghitungan 1 yaitu $z = 15$ menit untuk penghitungan 2 yaitu $z = 21,51$ menit, artinya dengan memasukkan variabel *input* pada proses pencucian membutuhkan waktu untuk mencuci selama 15 menit dan 20 menit. Sedangkan pada proses pembilasan dan pengeringan hasil output untuk penghitungan 1 yaitu $z = 20$ menit dan penghitungan 2 yaitu $z = 28,44$ menit, artinya dengan memasukkan variabel *input* pada proses pembilasan dan pengeringan membutuhkan waktu untuk mencuci selama 20 menit dan 28,44 menit

Kata kunci : Logika Fuzzy, Metode Takagi-Sugeno, Mesin Cuci

Received 1 Januari 2026; Accepted 25 Januari 2026; Published 30 Januari 2026

Citation: Karomah, B. (2026). Penerapan Metode Takagi Sugeno Pada Sistem Kerja Mesin . *Jurnal Jendela Matematika*, Vol 4 (01), 81-94.



Copyright ©2026 Jurnal Jendela Matematika

Published by CV. Jendela Edukasi Indonesia. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Implementasi logika fuzzy merupakan lompatan inovasi dalam sistem kontrol. Kontrol dengan menggunakan sistem fuzzy lebih presisi jika dibandingkan dengan sistem kontrol digital yang hanya mengontrol suatu peralatan on atau off saja. Teknologi dengan kontrol logika fuzzy merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengendalikan suatu proses tertentu melalui suatu penarikan kesimpulan yang berdasar pada logika fuzzy yang mampu mengontrol suatu alat sehingga dapat beroperasi sesuai dengan kondisi yang diinginkan.

Peralatan yang mengadopsi kontrol logika fuzzy, di antaranya yang dikenal adalah mesin cuci. Berbagai jenis mesin cuci beredar di pasaran, diharapkan dapat mempermudah pekerjaan manusia dalam hal mencuci. Namun masih banyak mesin cuci yang pengoperasiannya masih melibatkan peran pengguna sehingga tidak efisien dalam penggunaan waktu dan tenaga, sebagai contoh pada proses pencucian, pengguna harus mengatur banyaknya air melalui kran air kemudian memasukkan sabun sesuai dengan perkiraan pengguna hingga mengatur lama waktu pencucian.

Pada mesin cuci ini dapat diaplikasikan dengan Metode Takagi-Sugeno yaitu pada setiap konsekuen pada aturan berbentuk *IF-THEN* harus dipresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton, sebagai hasil akhirnya *output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

METODE

Penelitian ini menggunakan kajian literatur yaitu kajian yang menggunakan metode penelitian perpustakaan (*Library research*). Metode yang digunakan yaitu Takagi-Sugeno pada proses pencucian, pembilasan dan pengeringan serta dilakukan dua penghitungan saja, yaitu penghitungan 1 dan penghitungan 2

Pada proses pencucian, variabel *input* terdiri dari variabel jumlah air, jumlah deterjen dan berat pakaian sehingga *output* adalah waktu putaran pencucian. Sedangkan proses pembilasan dan pengeringan terdiri dari beberapa variabel *input* yaitu: jumlah air, berat pakaian dan jumlah pelembut sehingga *output* adalah waktu putaran pembilasan dan pengeringan

Adapun langkah-langkah analisis yang dilakukan yaitu: pendefinisian *input/output*, pembentukan himpunan fuzzy, penyelesaian dengan metode Takagi-Sugeno pada proses pencucian yaitu: pembentukan fungsi keanggotaan, penghitungan 1, penghitungan 2 dan mencari rata-rata terbobot (z). Sedangkan pada proses pembilasan dan pengeringan yaitu: pembentukan fungsi keanggotaan, penghitungan 1, penghitungan 2, mencari rata-rata terbobot (z) dan tinjauan agama terhadap hasil pembahasan

HASIL PENELITIAN

Salah satu penerapan dari kontrol logika fuzzy yang digunakan yaitu dalam proses kerja mesin cuci secara otomatis yaitu dengan memasukkan nilai yang diinputkan. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Pendefinisian Input atau Output

Tabel 1. Input atau Output pada Mesin Cuci

Proses	Variable input			Variabel Output
Pencucian	Jumlah Deterjen,	Air,	Jumlah Pakaian	Waktu Putaran Pencucian
Pembilasan dan Pengeringan	Jumlah Pelembut,	Air,	Jumlah Pakaian	Waktu Putaran Pengeringan

Pembentukan Himpunan fuzzy

1. Proses Pencucian

Pada proses pencucian terdiri dari beberapa variabel yaitu:

- a. Variabel jumlah air (liter), banyaknya air yang belum tercampur dengan deterjen dan kotoran. terdiri atas tiga himpunan fuzzy yaitu: Maximal (batasan 36 - 55 liter), Standar (batasan 21 - 35 liter), Minimal (batasan 0 - 20 Liter)
- b. Variabel jumlah deterjen (dalam gram), terdiri atas tiga himpunan fuzzy yaitu: Banyak (batasan 46 - 70 gram), Sedang (batasan 26 - 45 gram), Sedikit (batasan 0 -25 gram)
- c. Variabel berat pakaian (dalam kg), terdiri atas tiga himpunan fuzzy yaitu: Berat (batasan 4,1 - 6 kg), Sedang (batasan 2,1 - 4 kg), Ringan (batasan 0 - 2 kg)
- d. Variabel waktu putaran proses pencucian (dalam menit), terdiri atas tiga himpunan fuzzy yaitu: Lama(batasan 31 - 50 menit), Agak Lama (batasan 16 - 30 menit), Sebentar (dengan batasan 0 - 15 menit)

2. Proses Pembilasan dan Pengeringan

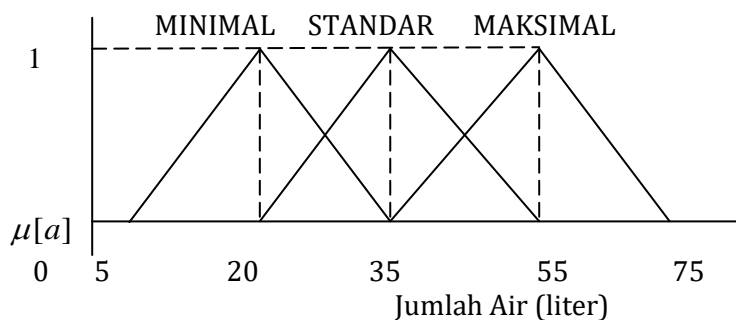
Pada proses pembilasan dan pengeringan terdiri dari beberapa variabel yaitu:

- a. Variabel jumlah air, yaitu banyaknya jumlah air yang telah tercampur dengan deterjen dan kotoran. Banyaknya variabel jumlah kekotoran air sama dengan variabel jumlah air pada proses pencucian. Variabel jumlah air (liter), terdiri atas tiga himpunan fuzzy yaitu: Maximal (batasan 36 - 55 liter), Standar (batasan 21 - 35 liter), Minimal (batasan 0 - 20 Liter)
- b. Variabel berat pakaian (kg), yaitu banyaknya pakaian setelah melalui proses pencucian dan masih mengandung kadar deterjen tinggi. Variabel berat pakaian (kg), terdiri atas tiga himpunan fuzzy yaitu: Berat (batasan 4,1 - 6 kg), Sedang (batasan 2,1 - 4 kg), Ringan (batasan 0 - 2 kg)
- c. Variabel jumlah pelembut (dalam gram), terdiri atas tiga himpunan fuzzy yaitu: Banyak (batasan 51 - 80 gram), Sedang (batasan 31 - 50 gram), Sedikit (batasan 0 - 30 Gram)
- d. Variabel waktu putaran proses pembilasan dan pengeringan (dalam menit), terdiri atas tiga himpunan fuzzy yaitu: Lama (batasan 41 - 60 menit), Agak Lama (batasan 21 - 40 menit), Sebentar (batasan 0 - 20 menit)

Penyelesaian Dengan Metode Takagi-Sugeno Kang (TSK)

1. Proses Pencucian

1. 1 Pembentukan Fungsi Keanggotaan



GAMBAR 1. Representasi pada Variabel Jumlah Air

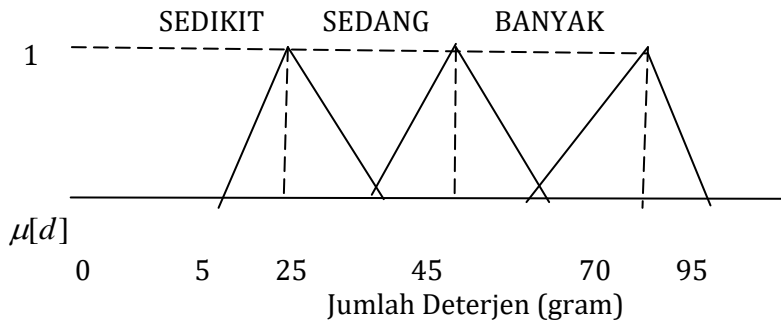
Pada variabel jumlah air (A), data yang dimiliki adalah 20 liter, 35 liter dan 55 liter, yang dapat dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu MAXIMAL, STANDAR dan MINIMAL

Himpunan fuzzy MINIMAL akan memiliki domain [5 35], dengan derajat keanggotaan MINIMAL tertinggi (=1) terletak pada nilai 20. Himpunan fuzzy MINIMAL ini direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin mendekati STANDAR apabila melebihi nilai 20. Fungsi keanggotaan untuk himpunan MINIMAL terlihat pada gambar 1

Himpunan fuzzy STANDAR memiliki domain [20 35] dengan derajat keanggotaan STANDAR tertinggi (=1) terletak pada nilai 35. Himpunan fuzzy STANDAR ini juga

direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin mendekati MAXIMAL apabila melebihi nilai 35. Fungsi keanggotaan untuk himpunan STANDAR terlihat pada gambar 1.

Himpunan fuzzy MAXIMAL memiliki domain [35 75] dengan derajat keanggotaan MAXIMAL tertinggi (=1) terletak pada nilai 55. Himpunan fuzzy MAXIMAL ini juga direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan SANGAT MAXIMAL apabila nilainya lebih dari 55. Fungsi keanggotaan untuk himpunan MAXIMAL terlihat pada gambar 1 .



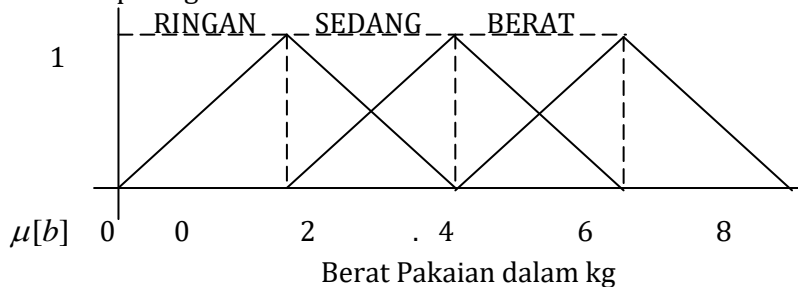
GAMBAR 2. Representasi pada Variabel Jumlah Deterjen

Pada variabel jumlah deterjen (D), data yang dimiliki adalah 25 gram, 45 gram dan 70 gram, yang dapat dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu BANYAK, SEDANG dan SEDIKIT.

Himpunan fuzzy SEDIKIT memiliki domain [5 45] derajat keanggotaan SEDIKIT tertinggi (=1) terletak pada nilai 25. Himpunan fuzzy SEDIKIT ini direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin mendekati SEDANG apabila melebihi nilai 25. Fungsi keanggotaan untuk himpunan SEDIKIT terlihat pada gambar 2.

Himpunan fuzzy SEDANG memiliki domain [25 45] dengan derajat keanggotaan SEDANG tertinggi (=1) terletak pada nilai 45. Himpunan fuzzy SEDANG ini direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin mendekati BANYAK apabila melebihi nilai 45. Fungsi keanggotaan untuk himpunan SEDANG terlihat pada gambar 2.

Himpunan fuzzy BANYAK memiliki domain [45 70] dengan derajat keanggotaan BANYAK tertinggi (=1) terletak pada nilai 70. Himpunan fuzzy BANYAK ini juga direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan SANGAT BANYAK apabila nilainya lebih dari 70. Fungsi keanggotaan untuk himpunan BANYAK terlihat pada gambar 2.

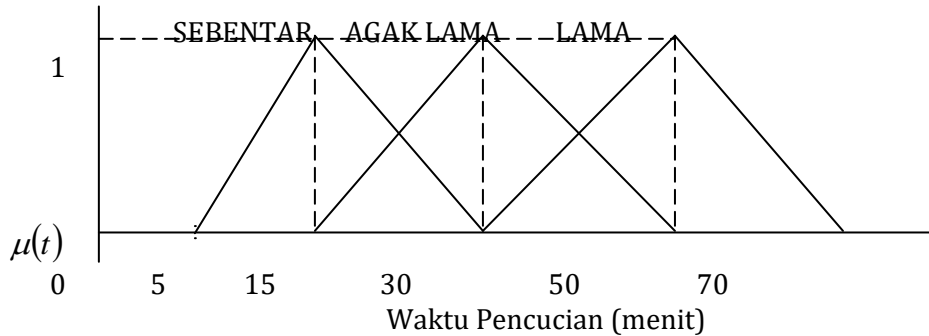


GAMBAR 3. Representasi pada Variabel Berat Pakaian

Pada variabel Berat Pakaian (B), data yang dimiliki adalah 2 kg, 4 kg dan 6 kg, yang dapat dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu BERAT, SEDANG dan RINGAN. Himpunan fuzzy RINGAN memiliki domain [0 2] dengan derajat keanggotaan RINGAN tertinggi (=1) terletak pada nilai 2. Himpunan fuzzy RINGAN ini juga direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan SEDANG apabila nilainya lebih dari 2. Fungsi keanggotaan untuk himpunan RINGAN terlihat pada gambar 3

Himpunan fuzzy SEDANG memiliki derajat keanggotaan SEDANG tertinggi (=1) terletak pada nilai 4. Himpunan fuzzy SEDANG memiliki domain [2 4] yang direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan BERAT apabila nilainya lebih dari 4. Fungsi keanggotaan untuk himpunan SEDANG terlihat pada gambar 3

Himpunan fuzzy BERAT memiliki derajat keanggotaan BERAT tertinggi (=1) terletak pada nilai 6. Himpunan fuzzy BANYAK memiliki domain [4 6] ini juga direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan SANGAT BERAT apabila nilainya lebih dari 6. Fungsi keanggotaan untuk himpunan BERAT terlihat pada gambar 3



GAMBAR 4. Representasi pada Variabel Waktu Putaran Pencucian

Pada variabel waktu putaran proses pencucian (T), data yang dimiliki adalah 15 menit, 30 menit dan 50 menit, yang dapat dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu yaitu LAMA, AGAK LAMA dan SEBENTAR. Himpunan fuzzy SEBENTAR memiliki domain [5 30] dengan derajat keanggotaan SEBENTAR tertinggi (=1) terletak pada nilai 15. Himpunan fuzzy SEBENTAR ini direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin mendekati AGAK LAMA apabila melebihi nilai 15. Fungsi keanggotaan untuk himpunan SEBENTAR terlihat pada gambar 4

Himpunan fuzzy AGAK LAMA memiliki domain [15 50] dengan derajat keanggotaan AGAK LAMA tertinggi (=1) terletak pada nilai 30. Himpunan fuzzy AGAK LAMA ini direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin mendekati AGAK LAMA apabila melebihi nilai 30. Fungsi keanggotaan untuk himpunan AGAK LAMA terlihat pada gambar 4

Himpunan fuzzy LAMA memiliki domain [30 70] dengan derajat keanggotaan LAMA tertinggi (=1) terletak pada nilai 50. Himpunan fuzzy LAMA ini juga direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan SANGAT LAMA apabila nilainya lebih dari 50. Fungsi keanggotaan untuk himpunan LAMA terlihat pada gambar .4

1.2. Penghitungan 1

Input: jumlah air = 20 liter, jumlah deterjen = 25 gram, berat pakaian = 2 kg. Sebelum dilakukan inferensi perlu dicari lebih dahulu derajat keanggotaan tiap variabel dalam setiap himpunan:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{MINIMAL}}[20] &= (20 - 5) / 15 = 1, & \mu_{\text{BANYAK}}[25] &= (25 - 45) / 25 = 0 \\ \mu_{\text{STANDAR}}[20] &= (20 - 20) / 15 = 0, & \mu_{\text{RINGAN}}[2] &= (2 - 0) / 2 = 1 \\ \mu_{\text{MAXIMAL}}[20] &= (20 - 35) / 20 = 0, & \mu_{\text{SEDANG}}[2] &= (2 - 2) / 2 = 0 \\ \mu_{\text{SEDIKIT}}[25] &= (25 - 5) / 20 = 1, & \mu_{\text{BERAT}}[2] &= (2 - 4) / 2 = 0 \\ \mu_{\text{SEDANG}}[25] &= (25 - 25) / 20 = 0 \end{aligned}$$

Kemudian dicari α – predikat (*fire strenght*) untuk setiap aturan sebagai berikut :

- [R1] α – predikat₁ = min($\mu_{\text{MINIMAL}}[20]$; $\mu_{\text{SEDIKIT}}[25]$; $\mu_{\text{SEDIKIT}}[2]$) = min (1; 1; 1) = 1, z₁ = 15
- [R2] α – predikat₂ = min ($\mu_{\text{MINIMAL}}[20]$; $\mu_{\text{SEDIKIT}}[25]$; $\mu_{\text{SEDANG}}[2]$) = min (1; 1; 0) = 0, z₂ = 15
- [R3] α – predikat₃ = min ($\mu_{\text{MINIMAL}}[20]$; $\mu_{\text{SEDIKIT}}[25]$; $\mu_{\text{BERAT}}[2]$) = min (1; 1; 0) = 0, z₃ = 15
- [R4] α – predikat₄ = min ($\mu_{\text{MINIMAL}}[20]$; $\mu_{\text{SEDANG}}[25]$; $\mu_{\text{RINGAN}}[2]$) = min (1; 0; 1) = 0, z₄ = 15

- [R5] $\alpha - \text{predikat}_5 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[2]) = \min(1; 0; 0) = 0, z_5 = 15$
 [R6] $\alpha - \text{predikat}_6 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[2]) = \min(1; 0; 0) = 0, z_6 = 15$
 [R7] $\alpha - \text{predikat}_7 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{BANYAK}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[2]) = \min(1; 0; 1) = 0, z_7 = 15$
 [R8] $\alpha - \text{predikat}_8 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{BANYAK}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[2]) = \min(1; 0; 0) = 0, z_8 = 15$
 [R9] $\alpha - \text{predikat}_9 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{BANYAK}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[2]) = \min(1; 0; 0) = 0, z_9 = 15$
 [R10] $\alpha - \text{predikat}_{10} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[2]) = \min(0; 1; 1) = 0, z_{10} = 30$
 [R11] $\alpha - \text{predikat}_{11} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[2]) = \min(0; 1; 0) = 0, z_{11} = 30$
 [R12] $\alpha - \text{predikat}_{12} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[2]) = \min(0; 1; 0) = 0, z_{12} = 30$
 [R13] $\alpha - \text{predikat}_{13} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[2]) = \min(0; 0; 1) = 0, z_{13} = 30$
 [R14] $\alpha - \text{predikat}_{14} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[2]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{14} = 30$
 [R15] $\alpha - \text{predikat}_{15} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[2]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{15} = 30$
 [R16] $\alpha - \text{predikat}_{16} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{BANYAK}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[2]) = \min(0; 0; 1) = 0, z_{16} = 30$
 [R17] $\alpha - \text{predikat}_{17} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{BANYAK}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[2]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{17} = 30$
 [R18] $\alpha - \text{predikat}_{18} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{BANYAK}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[2]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{18} = 30$
 [R19] $\alpha - \text{predikat}_{19} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[2]) = \min(0; 1; 1) = 0, z_{19} = 50$
 [R20] $\alpha - \text{predikat}_{20} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[2]) = \min(0; 1; 0) = 0, z_{20} = 50$
 [R21] $\alpha - \text{predikat}_{21} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[2]) = \min(0; 1; 0) = 0, z_{21} = 50$
 [R22] $\alpha - \text{predikat}_{22} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[2]) = \min(0; 0; 1) = 0, z_{22} = 50$
 [R23] $\alpha - \text{predikat}_{23} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[2]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{23} = 50$
 [R24] $\alpha - \text{predikat}_{24} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[2]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{24} = 50$
 [R25] $\alpha - \text{predikat}_{25} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{SBANYAK}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[2]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{25} = 50$
 [R26] $\alpha - \text{predikat}_{25} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{SBANYAK}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[2]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{25} = 50$
 [R27] $\alpha - \text{predikat}_{25} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{BANYAK}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[2]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{25} = 50$

Karena $\alpha - \text{predikat}$ yang tidak 0 hanya $\alpha - \text{predikat}_1$, yang berarti bahwa aturan pertama [R₁] saja yang dipenuhi, maka waktu putaran pencucian = $z_1 = 15$ menit (sesuai dengan yang sebenarnya). Berarti pada *Input*: jumlah air = 20 liter, jumlah deterjen = 25 gram, berat pakaian = 2 kg proses pencucian membutuhkan waktu 15 menit.

1.3. Penghitungan 2

Input: Jumlah air = 25 liter, jumlah deterjen = 60 gram, berat pakaian = 5,5 kg. Sebelum dilakukan inferensi perlu dicari lebih dahulu derajat keanggotaan tiap variabel dalam setiap himpunan:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{MINIMAL}}[25] &= (35 - 25) / 15 = 0,67 & \mu_{\text{SEDANG}}[60] &= (70 - 60) / 25 = 0,4 \\ \mu_{\text{STANDAR}}[25] &= (25 - 20) / 15 = 0,33 & \mu_{\text{BANYAK}}[60] &= (60 - 45) / 25 = 0,6 \\ \mu_{\text{MAXIMAL}}[25] &= (25 - 35) / 20 = 0 & \mu_{\text{RINGAN}}[5,5] &= (4 - 5,5) / 2 = 0 \\ \mu_{\text{SEDIKIT}}[60] &= (45 - 60) / 20 = 0 & \mu_{\text{SEDANG}}[5,5] &= (6 - 5,5) / 2 = 0,25 \\ \mu_{\text{SEDANG}}[60] &= (70 - 60) / 25 = 0,4 & \mu_{\text{BERAT}}[5,5] &= (5,5 - 4) / 2 = 0,75 \end{aligned}$$

Kemudian dicari $\alpha - \text{predikat}$ (fire stenght) untuk setiap aturan sebagai berikut :

- [R1] $\alpha - \text{predikat}_1 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[60]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5]) = \min(0,67; 0; 0) = 0, z_1 = 15$
 [R2] $\alpha - \text{predikat}_2 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[60]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5]) = \min(0,67; 0; 0,25) = 0, z_2 = 15$
 [R3] $\alpha - \text{predikat}_3 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[60]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5]) = \min(0,67; 0; 0,75) = 0, z_3 = 15$

- [R4] $\alpha - \text{predikat}_4 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[60]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5]) = \min(0,67; 0,4; 0) = 0, z_4 = 15$
- [R5] $\alpha - \text{predikat}_5 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[60]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5]) = \min(0,67; 0,4; 0,25) = 0,25, z_5 = 15$
- [R6] $\alpha - \text{predikat}_6 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[60]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5]) = \min(0,67; 0,4; 0,75) = 0,4, z_6 = 15$
- [R7] $\alpha - \text{predikat}_7 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{BANYAK}}[60]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5]) = \min(0,67; 0,6; 0) = 0, z_7 = 15$
- [R8] $\alpha - \text{predikat}_8 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{BANYAK}}[60]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5]) = \min(0,67; 0,6; 0,25) = 0,25, z_8 = 15$
- [R9] $\alpha - \text{predikat}_9 = \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{BANYAK}}[60]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5]) = \min(0,67; 0,6; 0,75) = 0,6, z_9 = 15$
- [R10] $\alpha - \text{predikat}_{10} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[60]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5]) = \min(0,33; 0; 0) = 0, z_{10} = 30$
- [R11] $\alpha - \text{predikat}_{11} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[60]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5]) = \min(0,33; 0; 0,25) = 0, z_{11} = 30$
- [R12] $\alpha - \text{predikat}_{12} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[60]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5]) = \min(0,33; 0; 0,75) = 0, z_{12} = 30$
- [R13] $\alpha - \text{predikat}_{13} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[60]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5]) = \min(0,33; 0,4; 0) = 0, z_{13} = 30$
- [R14] $\alpha - \text{predikat}_{14} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[60]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5]) = \min(0,33; 0,4; 0,25) = 0,25, z_{14} = 30$
- [R15] $\alpha - \text{predikat}_{15} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[60]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5]) = \min(0,33; 0,4; 0,75) = 0,33, z_{15} = 30$
- [R16] $\alpha - \text{predikat}_{16} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{BANYAK}}[60]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5]) = \min(0,33; 0,6; 0) = 0, z_{16} = 30$
- [R17] $\alpha - \text{predikat}_{17} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{BANYAK}}[60]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5]) = \min(0,33; 0,6; 0,25) = 0,25, z_{17} = 30$
- [R18] $\alpha - \text{predikat}_{18} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{BANYAK}}[60]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5]) = \min(0,33; 0,6; 0,75) = 0,33, z_{18} = 30$
- [R19] $\alpha - \text{predikat}_{19} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[60]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{19} = 50$
- [R20] $\alpha - \text{predikat}_{20} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[60]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5]) = \min(0; 0; 0,25) = 0, z_{20} = 50$
- [R21] $\alpha - \text{predikat}_{21} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDIKIT}}[60]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5]) = \min(0; 0; 0,75) = 0, z_{21} = 50$
- [R22] $\alpha - \text{predikat}_{22} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[60]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5]) = \min(0; 0,4; 0) = 0, z_{22} = 50$
- [R23] $\alpha - \text{predikat}_{23} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[60]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5]) = \min(0; 0,4; 0,25) = 0, z_{23} = 50$
- [R24] $\alpha - \text{predikat}_{24} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[60]; \mu_{\text{BANYAK}}[5,5]) = \min(0; 0,4; 0,75) = 0, z_{24} = 50$
- [R25] $\alpha - \text{predikat}_{25} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{SBANYAK}}[60]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5]) = \min(0; 0,6; 0) = 0, z_{25} = 50$
- [R26] $\alpha - \text{predikat}_{26} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{BANYAK}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5]) = \min(0; 0,6; 0,25) = 0, z_{26} = 50$
- [R27] $\alpha - \text{predikat}_{27} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{BANYAK}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5]) = \min(0; 0,6; 0,75) = 0, z_{27} = 50$

Karena $\alpha - \text{predikat}$ yang tidak nol terdapat pada aturan : [R5], [R6], [R8], [R9], [R14], [R15], [R17], dan [R18], dengan menggunakan metode penegasan (*defuzzy*), maka waktu putaran pencucian adalah :

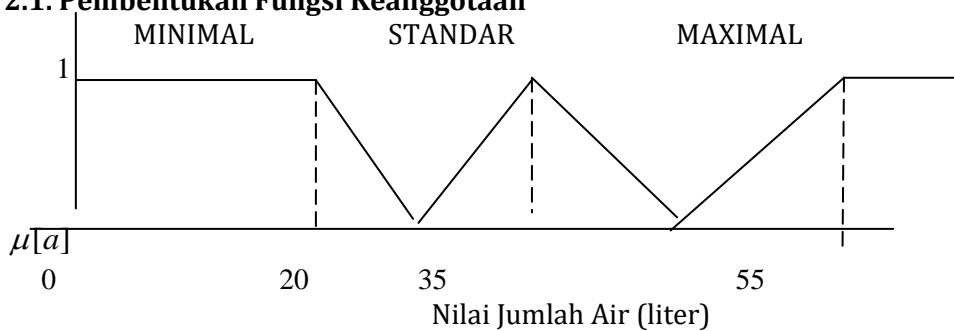
$$z = \frac{\alpha_5 z_5 + \alpha_6 z_6 + \alpha_8 z_8 + \alpha_9 z_9 + \alpha_{14} z_{14} + \alpha_{15} z_{15} + \alpha_{17} z_{17} + \alpha_{18} z_{18}}{\alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_8 + \alpha_9 + \alpha_{14} + \alpha_{15} + \alpha_{17} + \alpha_{18}}$$

$$z = \frac{0,25 * 15 + 0,4 * 15 + 0,25 * 15 + 0,6 * 15 + 0,25 * 30 + 0,33 * 30 + 0,25 * 30 + 0,33 * 30}{0,25 + 0,4 + 0,25 + 0,6 + 0,25 + 0,33 + 0,25 + 0,33}$$

$$z = \frac{3,75 + 6 + 3,75 + 9 + 7,5 + 9,9 + 7,5 + 9,9}{0,25 + 0,4 + 0,25 + 0,6 + 0,25 + 0,33 + 0,25 + 0,33} \quad z = \frac{57,3}{2,66} = 21,51 \text{ menit}$$

Berdasarkan penghitungan 2 proses pencucian di atas dengan *input*: jumlah air = 25 liter, jumlah deterjen = 60 gram dan berat pakaian = 5,5 kg, maka proses pencucian membutuhkan waktu 21,51 menit

2 Proses Pembilasan dan Pengeringan
2.1. Pembentukan Fungsi Keanggotaan



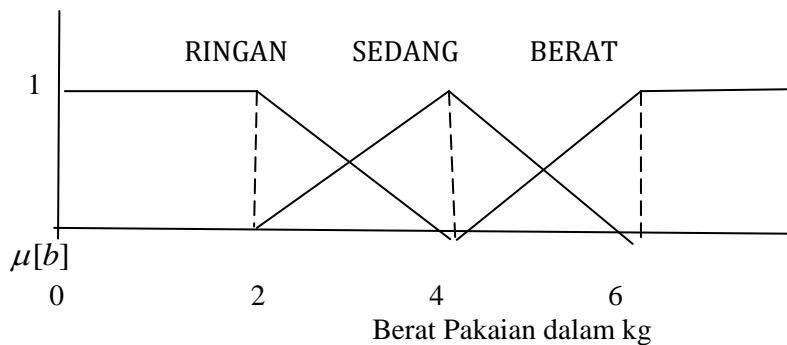
GAMBAR 5. Representasi pada Variabel Jumlah Air

Pada variabel jumlah air (a), data yang dimiliki adalah 20 liter, 35 liter dan 55 liter yang didapatkan dari jumlah air pada saat proses pencucian setelah tercampur dengan deterjen. Variabel jumlah air dapat dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu MAXIMAL, STANDAR dan MINIMAL.

Himpunan fuzzy MINIMAL akan memiliki derajat keanggotaan MINIMAL tertinggi (=1) terletak pada nilai 20. Himpunan fuzzy MINIMAL ini direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan bentuk bahu. Fungsi keanggotaan untuk himpunan MINIMAL terlihat pada gambar 5

Himpunan fuzzy STANDAR derajat keanggotaan STANDAR tertinggi (=1) terletak pada nilai 35. Himpunan fuzzy STANDAR ini juga direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga. Fungsi keanggotaan untuk himpunan STANDAR. Fungsi keanggotaan untuk himpunan STANDAR terlihat pada gambar 5

Himpunan fuzzy MAXIMAL memiliki dengan derajat keanggotaan MAXIMAL tertinggi (=1) terletak pada nilai 55. Himpunan fuzzy MAXIMAL ini juga direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan bentuk bahu. Fungsi keanggotaan untuk himpunan MAXIMAL terlihat pada gambar 5

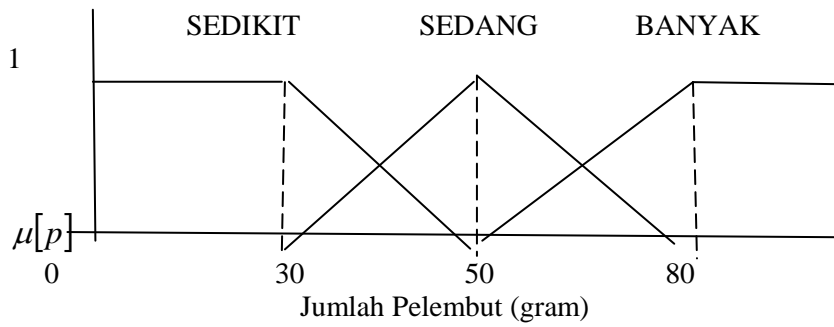


GAMBAR 6. Representasi pada Variabel Berat Pakaian

Pada variabel Berat Pakaian (B), data yang dimiliki adalah 2 kg, 4 kg dan 6 kg, yang dapat dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu yaitu BERAT, SEDANG dan RINGAN. Himpunan fuzzy RINGAN memiliki derajat keanggotaan RINGAN tertinggi (=1) terletak pada nilai 2. Himpunan fuzzy RINGAN ini direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan bentuk bahu dengan derajat keanggotaan semakin mendekati SEDANG apabila melebihi nilai 2. Fungsi keanggotaan untuk himpunan RINGAN terlihat pada gambar 6

Himpunan fuzzy SEDANG memiliki derajat keanggotaan SEDANG tertinggi (=1) terletak pada nilai 4. Himpunan fuzzy SEDANG ini direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin mendekati BERAT apabila melebihi nilai 4. Fungsi keanggotaan untuk himpunan SEDANG terlihat pada gambar 6 .

Himpunan fuzzy BERAT memiliki derajat keanggotaan BERAT tertinggi (=1) terletak pada nilai 6. Himpunan fuzzy BERAT ini juga direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan bentuk bahu. Fungsi keanggotaan untuk himpunan BERAT terlihat pada gambar 6.

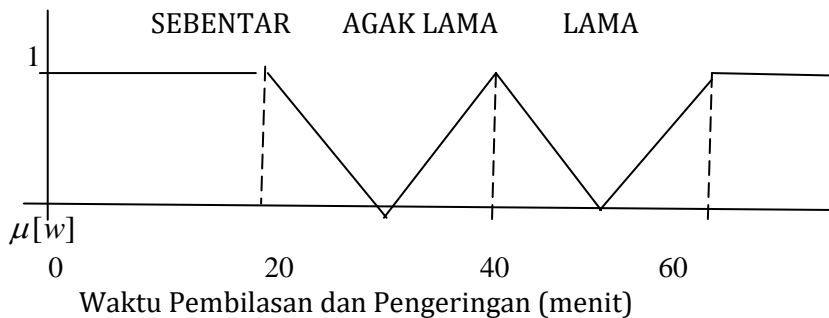


GAMBAR 7 . Representasi pada Variabel Jumlah Pelembut

Pada variabel jumlah pelembut (P), data yang dimiliki adalah 30 gram, 50 gram dan 80 gram, yang dapat dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu yaitu BANYAK, SEDANG dan SEDIKIT. Pada Himpunan fuzzy SEDIKIT memiliki derajat keanggotaan SEDIKIT tertinggi (=1) terletak pada nilai 30. Himpunan fuzzy SEDIKIT ini direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan bentuk bahu Fungsi keanggotaan untuk himpunan SEDIKIT terlihat pada gambar 7

Himpunan fuzzy SEDANG memiliki domain [30 80] dengan derajat keanggotaan SEDANG tertinggi (=1) terletak pada nilai 50. Himpunan fuzzy SEDANG ini direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin mendekati BANYAK apabila melebihi nilai 50. Fungsi keanggotaan untuk himpunan SEDANG terlihat pada gambar 7

Himpunan fuzzy BANYAK memiliki domain [50 110] dengan derajat keanggotaan BANYAK tertinggi (=1) terletak pada nilai 80. Himpunan fuzzy BANYAK ini juga direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan bentuk bahu. Fungsi keanggotaan untuk himpunan BANYAK terlihat pada gambar 7



GAMBAR 8 . Representasi pada Variabel Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan

Pada variabel waktu putaran proses pencucian (W), data yang dimiliki adalah 20 menit, 40 menit dan 60 menit, yang dapat dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu yaitu LAMA, AGAK LAMA dan SEBENTAR. Himpunan fuzzy SEBENTAR memiliki derajat keanggotaan SEBENTAR tertinggi (=1) terletak pada nilai 20. Himpunan fuzzy SEBENTAR ini direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan bentuk bahu dengan derajat keanggotaan semakin mendekati AGAK LAMA apabila melebihi nilai 20. Fungsi keanggotaan untuk himpunan SEBENTAR terlihat pada gambar 8

Himpunan fuzzy AGAK LAMA memiliki derajat keanggotaan AGAK LAMA tertinggi (=1) terletak pada nilai 40. Himpunan fuzzy AGAK LAMA ini direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin mendekati AGAK LAMA apabila melebihi nilai 40. Fungsi keanggotaan untuk himpunan AGAK LAMA terlihat pada gambar 8

Himpunan fuzzy LAMA memiliki derajat keanggotaan LAMA tertinggi (=1) terletak pada nilai 60. Himpunan fuzzy LAMA ini juga direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan bentuk bahu. Fungsi keanggotaan untuk himpunan LAMA terlihat pada gambar 8

2.2. Penghitungan 1

Input: jumlah air = 20 liter, berat pakaian = 2 kg dan jumlah pelembut = 30 gram. Sebelum dilakukan inferensi perlu dicari lebih dahulu derajat keanggotaan tiap variabel dalam setiap himpunan:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{MINIMAL}}[20] &= (35 - 20) / 15 = 1 & \mu_{\text{BERAT}}[2] &= (2 - 4) / 2 = 0 \\ \mu_{\text{STANDAR}}[20] &= (20 - 20) / 15 = 0 & \mu_{\text{SEDIKIT}}[30] &= (50 - 30) / 20 = 1 \\ \mu_{\text{MAXIMAL}}[20] &= (20 - 35) / 20 = 0 & \mu_{\text{SEDANG}}[30] &= (30 - 30) / 20 = 0 \\ \mu_{\text{RINGAN}}[2] &= (4 - 2) / 2 = 1 & \mu_{\text{BANYAK}}[30] &= (50 - 30) / 30 = 0 \\ \mu_{\text{SEDANG}}[2] &= (2 - 2) / 2 = 0 \end{aligned}$$

Kemudian dicari α – predikat (*fire stengt*) untuk setiap aturan sebagai berikut

$$\begin{aligned} [R1] \alpha - \text{predikat}_1 &= \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{RINGAN}}[2], \mu_{\text{SEDIKIT}}[30]) = \min(1; 1; 1) = 1, z_1 = 20 \\ [R2] \alpha - \text{predikat}_2 &= \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{RINGAN}}[2], \mu_{\text{SEDANG}}[30]) = \min(1; 1; 0) = 0, z_2 = 20 \\ [R3] \alpha - \text{predikat}_3 &= \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{RINGAN}}[2], \mu_{\text{BANYAK}}[30]) = \min(1; 1; 0) = 0, z_3 = 20 \\ [R4] \alpha - \text{predikat}_4 &= \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[2], \mu_{\text{SEDIKIT}}[30]) = \min(1; 0; 1) = 0, z_4 = 20 \\ [R5] \alpha - \text{predikat}_5 &= \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[2], \mu_{\text{SEDANG}}[30]) = \min(1; 0; 0) = 0, z_5 = 20 \\ [R6] \alpha - \text{predikat}_6 &= \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[2], \mu_{\text{BANYAK}}[30]) = \min(1; 0; 0) = 0, z_6 = 20 \\ [R7] \alpha - \text{predikat}_7 &= \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{BERAT}}[2], \mu_{\text{SEDIKIT}}[30]) = \min(1; 0; 1) = 0, z_7 = 20 \\ [R8] \alpha - \text{predikat}_8 &= \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{BERAT}}[2], \mu_{\text{SEDANG}}[30]) = \min(1; 0; 0) = 0, z_8 = 20 \\ [R9] \alpha - \text{predikat}_9 &= \min(\mu_{\text{MINIMAL}}[20]; \mu_{\text{BERAT}}[2], \mu_{\text{BANYAK}}[30]) = \min(1; 0; 0) = 0, z_9 = 20 \\ [R10] \alpha - \text{predikat}_{10} &= \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{RINGAN}}[2], \mu_{\text{SEDIKIT}}[30]) = \min(0; 1; 1) = 0, z_{10} = 40 \\ [R11] \alpha - \text{predikat}_{11} &= \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{RINGAN}}[2], \mu_{\text{SEDANG}}[30]) = \min(0; 1; 0) = 0, z_{11} = 40 \\ [R12] \alpha - \text{predikat}_{12} &= \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{RINGAN}}[2], \mu_{\text{BANYAK}}[30]) = \min(0; 1; 0) = 0, z_{12} = 40 \\ [R13] \alpha - \text{predikat}_{13} &= \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[2], \mu_{\text{SEDIKIT}}[30]) = \min(0; 0; 1) = 0, z_{13} = 40 \\ [R14] \alpha - \text{predikat}_{14} &= \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[2], \mu_{\text{SEDANG}}[30]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{14} = 40 \\ [R15] \alpha - \text{predikat}_{15} &= \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[2], \mu_{\text{SEDIKIT}}[30]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{15} = 40 \\ [R16] \alpha - \text{predikat}_{16} &= \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{BERAT}}[2], \mu_{\text{SEDIKIT}}[30]) = \min(0; 0; 1) = 0, z_{16} = 40 \\ [R17] \alpha - \text{predikat}_{17} &= \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{BERAT}}[2], \mu_{\text{SEDANG}}[30]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{17} = 40 \\ [R18] \alpha - \text{predikat}_{18} &= \min(\mu_{\text{STANDAR}}[20]; \mu_{\text{BERAT}}[2], \mu_{\text{BANYAK}}[30]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{18} = 40 \\ [R19] \alpha - \text{predikat}_{19} &= \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{RINGAN}}[2], \mu_{\text{SEDIKIT}}[30]) = \min(0; 1; 1) = 0, z_{19} = 60 \\ [R20] \alpha - \text{predikat}_{20} &= \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{RINGAN}}[2], \mu_{\text{SEDANG}}[30]) = \min(0; 1; 0) = 0, z_{20} = 60 \\ [R21] \alpha - \text{predikat}_{21} &= \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{RINGAN}}[2], \mu_{\text{BANYAK}}[30]) = \min(0; 1; 0) = 0, z_{21} = 60 \\ [R22] \alpha - \text{predikat}_{22} &= \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[2], \mu_{\text{SEDIKIT}}[30]) = \min(0; 0; 1) = 0, z_{22} = 60 \\ [R23] \alpha - \text{predikat}_{23} &= \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[2], \mu_{\text{SEDANG}}[30]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{23} = 60 \\ [R24] \alpha - \text{predikat}_{24} &= \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{SEDANG}}[2], \mu_{\text{BANYAK}}[30]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{24} = 60 \\ [R25] \alpha - \text{predikat}_{25} &= \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{BERAT}}[2], \mu_{\text{SEDIKIT}}[30]) = \min(0; 0; 1) = 0, z_{25} = 60 \\ [R26] \alpha - \text{predikat}_{26} &= \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{BERAT}}[2], \mu_{\text{SEDANG}}[30]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{26} = 60 \\ [R27] \alpha - \text{predikat}_{27} &= \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{BERAT}}[2], \mu_{\text{BANYAK}}[30]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{27} = 60 \end{aligned}$$

Karena α – predikat yang tidak 0 hanya α – predikat₁, yang berarti bahwa aturan pertama [R₁] saja yang dipenuhi, maka waktu putaran pembilasan dan pengeringan = z₁ = 20 menit (sesuai dengan yang sebenarnya). Berarti pada *input* jumlah air = 20 liter, berat pakaian =

2 kg dan jumlah pelembut = 30 gram. proses pembilasan dan pengeringan membutuhkan waktu 15 menit.

2.3. Penghitungan 2

Input: jumlah air = 25 liter, berat pakaian = 5,5 kg. Jumlah Pelembut = 55 gram Sebelum dilakukan inferensi perlu dicari lebih dahulu derajat keanggotaan tiap variabel dalam setiap himpunan:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{MINIMAL}}[25] &= (35 - 25) / 15 = 0,67 & \mu_{\text{BERAT}}[5,5] &= (5,5 - 4) / 2 = 0,75 \\ \mu_{\text{STANDAR}}[25] &= (25 - 20) / 15 = 0,33 & \mu_{\text{SEDIKIT}}[55] &= (50 - 55) / 20 = 0 \\ \mu_{\text{MAXIMAL}}[25] &= (25 - 35) / 20 = 0 & \mu_{\text{SEDANG}}[55] &= (80 - 55) / 30 = 0,83 \\ \mu_{\text{RINGAN}}[5,5] &= (4 - 5,5) / 2 = 0 & \mu_{\text{BANYAK}}[55] &= (55 - 50) / 30 = 0,17 \\ \mu_{\text{SEDANG}}[5,5] &= (6 - 5,5) / 2 = 0,25 \end{aligned}$$

Kemudian dicari α – predikat (fire stenght) untuk setiap aturan sebagai berikut

- [R1] IF Jumlah Air MINIMAL and Berat Pakaian RINGAN and Jumlah Pelembut SEDIKIT
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan SEBENTAR = 20
 α – predikat₁ = $\min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5], \mu_{\text{SEDIKIT}}[55]) = \min(0,67; 0; 0) = 0, z_1 = 20$
- [R2] IF Jumlah Air MINIMAL and Berat Pakaian RINGAN and Jumlah Pelembut SEDANG
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan SEBENTAR = 20
 α – predikat₂ = $\min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5], \mu_{\text{SEDANG}}[55]) = \min(0,67; 0; 0,83) = 0, z_2 = 20$
- [R3] IF Jumlah Air MINIMAL and Berat Pakaian RINGAN and Jumlah Pelembut BANYAK
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan SEBENTAR = 20
 α – predikat₃ = $\min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5], \mu_{\text{BANYAK}}[55]) = \min(0,67; 0; 0,17) = 0, z_3 = 20$
- [R4] IF Jumlah Air MINIMAL and Berat Pakaian SEDANG and Jumlah Pelembut SEDIKIT
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan SEBENTAR = 20
 α – predikat₄ = $\min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5], \mu_{\text{SEDIKIT}}[30]) = \min(0,67; 0,25; 0) = 0, z_4 = 20$
- [R5] IF Jumlah Air MINIMAL and Berat Pakaian SEDANG and Jumlah Pelembut SEDANG
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan SEBENTAR = 20
 α – predikat₅ = $\min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5], \mu_{\text{SEDANG}}[55]) = \min(0,67; 0,25; 0,83) = 0,25, z_5 = 20$
- [R6] IF Jumlah Air MINIMAL and Berat Pakaian SEDANG and Jumlah Pelembut BANYAK
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan SEBENTAR = 20
 α – predikat₆ = $\min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5], \mu_{\text{BANYAK}}[55]) = \min(0,67; 0,25; 0,17) = 0,17, z_6 = 20$
- [R7] IF Jumlah Air MINIMAL and Berat Pakaian BERAT and Jumlah Pelembut SEDIKIT
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan SEBENTAR = 20
 α – predikat₇ = $\min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5], \mu_{\text{SEDIKIT}}[55]) = \min(0,67; 0,75; 0) = 0, z_7 = 20$
- [R8] IF Jumlah Air MINIMAL and Berat Pakaian BERAT and Jumlah Pelembut SEDANG
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan SEBENTAR = 20
 α – predikat₈ = $\min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5], \mu_{\text{SEDANG}}[55]) = \min(0,67; 0,75; 0,83) = 0,67, z_8 = 20$
- [R9] IF Jumlah Air MINIMAL and Berat Pakaian BERAT and Jumlah Pelembut BANYAK
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan SEBENTAR = 20
 α – predikat₉ = $\min(\mu_{\text{MINIMAL}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5], \mu_{\text{BANYAK}}[55]) = \min(0,67; 0,75; 0,17) = 0,17, z_9 = 20$
- [R10] IF Jumlah Air STANDAR and Berat Pakaian RINGAN and Jumlah Pelembut SEDIKIT
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan AGAK LAMA = 40
 α – predikat₁₀ = $\min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5], \mu_{\text{SEDIKIT}}[55]) = \min(0,33; 0; 0) = 0, z_{10} = 40$
- [R11] IF Jumlah Air STANDAR and Berat Pakaian RINGAN and Jumlah Pelembut SEDANG
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan AGAK LAMA = 40
 α – predikat₁₁ = $\min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5], \mu_{\text{SEDANG}}[55]) = \min(0,33; 0; 0,83) = 0, z_{11} = 40$
- [R12] IF Jumlah Air STANDAR and Berat Pakaian RINGAN and Jumlah Pelembut BANYAK
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan AGAK LAMA = 40
 α – predikat₁₂ = $\min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5], \mu_{\text{BANYAK}}[55]) = \min(0,33; 0; 0,17) = 0, z_{12} = 40$
- [R13] IF Jumlah Air STANDAR and Berat Pakaian SEDANG and Jumlah Pelembut SEDIKIT

THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan AGAK LAMA = 40

$$\alpha - \text{predikat}_{13} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5], \mu_{\text{SEDIKIT}}[55]) = \min(0,33; 0,25; 0) = 0, z_{13} = 40$$

[R14] IF Jumlah Air STANDAR and Berat Pakaian SEDANG and Jumlah Pelembut SEDANG
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan AGAK LAMA = 40

$$\alpha - \text{predikat}_{14} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5], \mu_{\text{SEDANG}}[55]) = \min(0,33; 0,25; 0,83) = 0,25, \\ z_{14} = 40$$

[R15] IF Jumlah Air STANDAR and Berat Pakaian SEDANG and Jumlah Pelembut BANYAK
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan AGAK LAMA = 40

$$\alpha - \text{predikat}_{15} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5], \mu_{\text{BANYAK}}[55]) = \min(0,33; 0,25; 0,17) = 0,17, z_{15} = 40$$

[R16] IF Jumlah Air STANDAR and Berat Pakaian BERAT and Jumlah Pelembut SEDIKIT
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan AGAK LAMA = 40

$$\alpha - \text{predikat}_{16} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5], \mu_{\text{SEDIKIT}}[55]) = \min(0,33; 0,75; 0) = 0, z_{16} = 40$$

[R17] IF Jumlah Air STANDAR and Berat Pakaian BERAT and Jumlah Pelembut SEDANG
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan AGAK LAMA = 40

$$\alpha - \text{predikat}_{17} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5], \mu_{\text{SEDANG}}[55]) = \min(0,33; 0,75; 0,83) = 0,33, z_{17} = 40$$

[R18] IF Jumlah Air STANDAR and Berat Pakaian BERAT and Jumlah Pelembut BANYAK
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan AGAK LAMA = 40

$$\alpha - \text{predikat}_{18} = \min(\mu_{\text{STANDAR}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5], \mu_{\text{BANYAK}}[55]) = \min(0,33; 0,75; 0,17) = 0,17, z_{18} = 40$$

[R19] IF Jumlah Air MAXIMAL and Berat Pakaian RINGAN and Jumlah Pelembut SEDIKIT
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan LAMA = 60

$$\alpha - \text{predikat}_{19} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5], \mu_{\text{SEDIKIT}}[55]) = \min(0; 0; 0) = 0, z_{19} = 60$$

[R20] IF Jumlah Air MAXIMAL and Berat Pakaian RINGAN and Jumlah Pelembut SEDANG
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan LAMA = 60

$$\alpha - \text{predikat}_{20} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5], \mu_{\text{SEDANG}}[55]) = \min(0; 0; 0,83) = 0, z_{20} = 60$$

[R21] IF Jumlah Air MAXIMAL and Berat Pakaian RINGAN and Jumlah Pelembut BANYAK
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan LAMA = 60

$$\alpha - \text{predikat}_{21} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[20]; \mu_{\text{RINGAN}}[5,5], \mu_{\text{BANYAK}}[55]) = \min(0; 0; 0,17) = 0, z_{21} = 60$$

[R22] IF Jumlah Air MAXIMAL and Berat Pakaian SEDANG and Jumlah Pelembut SEDIKIT
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan LAMA = 60

$$\alpha - \text{predikat}_{22} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5], \mu_{\text{SEDIKIT}}[55]) = \min(0; 0,25; 0) = 0, z_{22} = 60$$

[R23] IF Jumlah Air MAXIMAL and Berat Pakaian SEDANG and Jumlah Pelembut SEDANG
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan LAMA = 60

$$\alpha - \text{predikat}_{23} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5], \mu_{\text{SEDANG}}[55]) = \min(0; 0,25; 0,83) = 0, z_{23} = 60$$

[R24] IF Jumlah Air MAXIMAL and Berat Pakaian SEDANG and Jumlah Pelembut BANYAK
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan LAMA = 60

$$\alpha - \text{predikat}_{24} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{SEDANG}}[5,5], \mu_{\text{BANYAK}}[55]) = \min(0; 0,25; 0,17) = 0, z_{24} = 60$$

[R25] IF Jumlah Air MAXIMAL and Berat Pakaian BERAT and Jumlah Pelembut SEDIKIT
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan LAMA = 60

$$\alpha - \text{predikat}_{25} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5], \mu_{\text{SEDIKIT}}[55]) = \min(0; 0,75; 0) = 0, z_{25} = 60$$

[R26] IF Jumlah Air MAXIMAL and Berat Pakaian BERAT and Jumlah Pelembut SEDANG
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan LAMA = 60

$$\alpha - \text{predikat}_{26} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5], \mu_{\text{SEDANG}}[55]) = \min(0; 0,75; 0,83) = 0, z_{26} = 60$$

[R27] IF Jumlah Air MAXIMAL and Berat Pakaian BERAT and Jumlah Pelembut BANYAK
THEN Waktu Putaran Pembilasan dan Pengeringan LAMA = 60

$$\alpha - \text{predikat}_{27} = \min(\mu_{\text{MAXIMAL}}[25]; \mu_{\text{BERAT}}[5,5], \mu_{\text{BANYAK}}[55]) = \min(0; 0,75; 0,17) = 0, z_{27} = 60$$

Karena $\alpha - \text{predikat}$ yang tidak nol terdapat pada aturan : [R5], [R6], [R8], [R9], [R14], [R15], [R17], dan [R18], dengan menggunakan metode penegasan (*defuzzy*), maka waktu putaran pencucian adalah :

$$z = \frac{\alpha_5 z_5 + \alpha_6 z_6 + \alpha_8 z_8 + \alpha_9 z_9 + \alpha_{14} z_{14} + \alpha_{15} z_{15} + \alpha_{17} z_{17} + \alpha_{18} z_{18}}{\alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_8 + \alpha_9 + \alpha_{14} + \alpha_{15} + \alpha_{17} + \alpha_{18}}$$

$$z = \frac{0,25 * 20 + 0,17 * 20 + 0,67 * 20 + 0,17 * 20 + 0,25 * 40 + 0,17 * 40 + 0,33 * 40 + 0,17 * 40}{0,25 + 0,17 + 0,67 + 0,17 + 0,25 + 0,17 + 0,33 + 0,17}$$

$$z = \frac{5 + 3,4 + 13,4 + 3,4 + 10 + 6,8 + 13,2 + 6,8}{0,25 + 0,17 + 0,67 + 0,17 + 0,25 + 0,17 + 0,33 + 0,17}, z = \frac{62}{2,18} = 28,44 \text{ menit}$$

Berdasarkan penghitungan 2 pada proses pembilasan dan pengeringan diatas untuk *input*: jumlah air = 25 liter, berat pakaian = 5,5 kg. jumlah pelembut = 55 gram maka proses pembilasan dan pengeringan membutuhkan waktu 28,44 menit

SIMPULAN

- a. Pada cara kerja mesin cuci dengan menggunakan metode Takagi-Sugeno terdiri dari beberapa langkah, yaitu:
 1. Pendefinisian input-output, dalam hal ini input pada proses pencucian yaitu jumlah air, jumlah deterjen, jumlah pelembut dan outputnya yaitu waktu putaran, sedangkan pada *input* pada proses pembilasan dan pengeringan yaitu: variabel jumlah air, berat pakaian, jumlah pelembut dan outputnya yaitu waktu putaran pembilasan dan pengeringan
 2. Pembentukan himpunan fuzzy, terdiri dari:

Jumlah Air	: MAXIMAL, STANDAR, MINIMAL
Jumlah Deterjen	: BANYAK, SEDANG, SEDIKIT
Berat Pakaian	: BERAT, SEDANG, RINGAN
Jumlah Pelembut	: BANYAK, SEDANG SEDIKIT
Waktu Putaran	: LAMA, AGAK LAMA, SEBENTAR
 3. Penyelesaian dengan metode Takagi-Sugeno pada proses pencucian, pembilasan dan pengeringan adalah dengan mencari nilai rata-rata terbobot (z) pada penghitungan 1 dan penghitungan 2.
- b. Dengan memasukkan nilai-nilai *input*, hasil *ouput* pada proses pencucian, pembilasan dan pengeringan didapatkan dari menghitung nilai rata-rata terbobot (z). Pada proses pencucian hasil *output* untuk penghitungan 1 yaitu z = 15 menit dan untuk penghitungan 2 yaitu z = 21, 51 menit. Sedangkan pada pembilasan dan pengeringan hasil *output* untuk penghitungan 1 yaitu z = 20 menit dan penghitungan 2 yaitu z = 28,44 menit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Klir, G & Yuan, B. 1995. *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. New York: Prentice Hall.
2. Kusumadewi Sri dan Hartati Sri, 2006, *Neuro Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
3. Kusumadewi, Sri, 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
4. Kusumadewi, Sri, 2002. *Analisis dan Desain System fuzzy Menggunakan Tool Box MATLAB*, Jogjakarta: Graha Ilmu.
5. Soekadijo. 1994. *Logika Dasar: Tradisional, Simbolik, dan Induktif*. Jakarta: Gramedia.
6. Sri Widodo, Thomas, 2005. *Sistem Neuro Fuzzy untuk Pengolahan Informasi, Pemodelan, dan Kendali*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
7. Lilly, J. H. (2010). *Fuzzy Control and Identification*. Wiley.
8. Lin, C., Wang, G., Lee, T. H., & Yong, H. (2007). *LMI Approach to Analysis and Control of Takagi-Sugeno Fuzzy Systems*. Springer.
9. Sobran, M. M., Mohd Salmi, M., Bahar, M. B., & Othman, M. N. (2018). *Fuzzy Takagi-Sugeno Method in Microcontroller Based Water Tank System*. IJRA.
10. Liu, Z. J., Yu, Z. M., Li, S. M., & Ai, Y. D. (2013). *Application of fuzzy neural network based on Takagi-Sugeno model to NC machine tool error modeling*. Advanced Materials Research.

PROFIL SINGKAT

Binti Karomah adalah dosen di Fakultas Teknik, Universitas Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia.