

Untuk mengatur frekuensi putar kipas angin secara otomatis digunakan sistem kontrol yang dapat mengontrol sumber frekuensi putar kipas angin. Sistem kontrol ini dipengaruhi oleh tiga variabel, yaitu kecepatan putar kipas angin, suhu ruangan, dan sumber frekuensi putar kipas angin. Berdasarkan data spesifikasi dari pabrik, kecepatan putar kipas angin terkecil adalah 1000 rpm (rotation per minute) dan terbesar adalah 5000 rpm, kemampuan sensor suhu ruangan berada dalam interval 100 kelvin hingga 600 kelvin, sedangkan sumber frekuensi putar kipas angin hanya mampu menyediakan frekuensi sebesar 2000 hz hingga 7000 hz. Apabila sistem kontrol ruangan menggunakan 4 rule berikut :

[R1] IF kecepatan LAMBAT dan suhu TINGGI then frekuensi KECIL
 [R2] IF kecepatan LAMBAT dan suhu RENDAH then frekuensi KECIL
 [R3] IF kecepatan CEPAT dan suhu TINGGI then frekuensi BESAR
 [R4] IF kecepatan CEPAT dan suhu RENDAH then frekuensi BESAR

Berapakah sumber frekuensi putar yang dihasilkan sistem kontrol bila saat itu sensor suhu menunjukkan angka 300 kelvin, sedangkan kipas angin berputar dengan kecepatan 4000 rpm? Dalam memecahkan solusi studi kasus menggunakan model fuzzy tsukamoto, urutan langkah yang akan ditempuh adalah :

1. Fuzzifikasi
2. Inferensi Tsukamoto
3. Defuzzifikasi

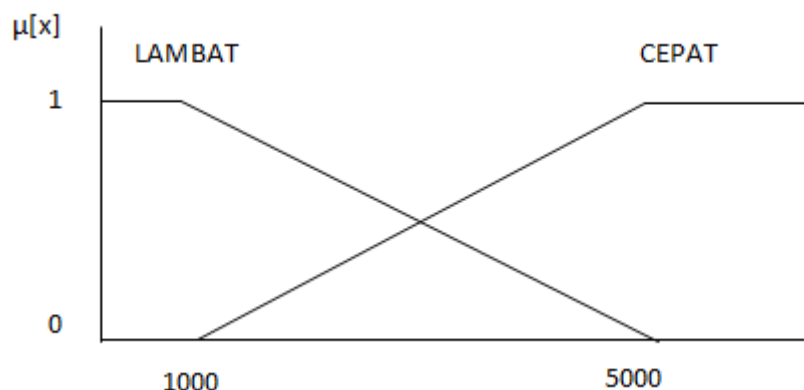
Mari, kita hitung secara matematis sesuai dengan urutan langkah tersebut :

TAHAP 1 : FUZZIFIKASI

Fuzzifikasi adalah proses untuk merubah nilai crisp menjadi nilai fuzzy. Nilai fuzzy berupa himpunan fuzzy yang masing-masing akan memiliki derajat keanggotaan dengan rentang antara 0 hingga 1. Sebagaimana yang dijelaskan dalam studi kasus, variabel yang digunakan ada tiga macam, dua variabel sebagai input (kecepatan kipas dan suhu) dan satu variabel sebagai output, yaitu frekuensi. Masing-masing variabel memiliki himpunan fuzzy-nya :

- Variabel Kecepatan = {LAMBAT, CEPAT} dengan domain 1000 - 5000
- Variabel Suhu = {RENDAH, TINGGI} dengan domain 100-600
- Variabel Frekuensi = {KECIL, BESAR} dengan domain 2000-7000

Fuzzifikasi Variabel Kecepatan



Variabel kecepatan terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu LAMBAT dan CEPAT. Fuzzifikasi kecepatan adalah untuk mencari derajat keanggotaan himpunan LAMBAT dan CEPAT berdasarkan masukan kecepatan sebesar 4000 rpm. derajat keanggotaan kecepatan disimbolkan dengan $\mu[x]$.

$$\mu_{\text{LAMBAT}}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 1000 \\ \frac{5000-x}{4000}, & 1000 \leq x \leq 5000 \\ 0, & x \geq 5000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{CEPAT}}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 1000 \\ \frac{x-1000}{4000}, & 1000 \leq x \leq 5000 \\ 0, & x \geq 5000 \end{cases}$$

Maka, derajat keanggotaan untuk kecepatan 4000 rpm, adalah :

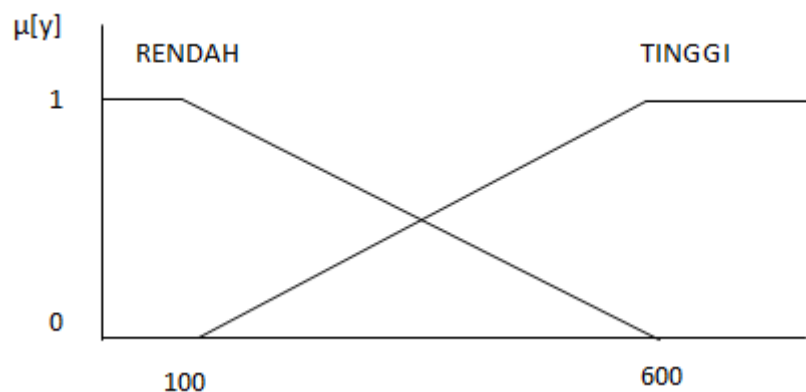
$$\mu_{\text{LAMBAT}}[4000] = (5000-4000)/4000 = 0,25$$

$$\mu_{\text{CEPAT}}[4000] = (4000-1000)/4000 = 0,75$$

Fuzzifikasi

Variabel

Suhu



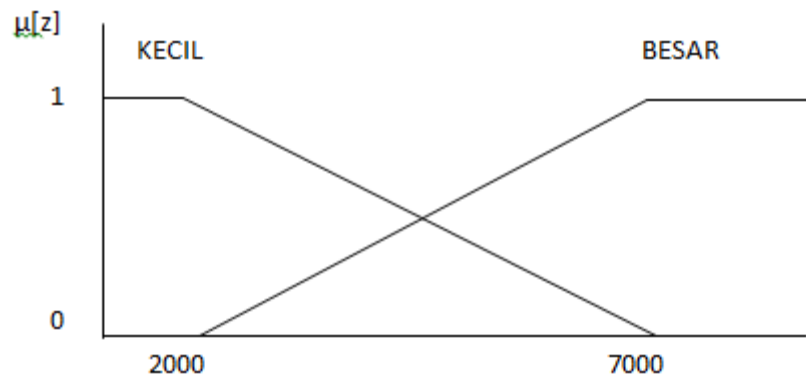
Variabel suhu terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu RENDAH dan TINGGI. Fuzzifikasi suhu adalah untuk mencari derajat keanggotaan himpunan RENDAH dan TINGGI berdasarkan masukan suhu sebesar 300 kelvin. derajat keanggotaan suhu disimbolkan dengan $\mu[y]$.

$$\mu_{\text{RENDAH}}[y] = \begin{cases} 1, & y \leq 100 \\ \frac{600-y}{600-100}, & 100 \leq y \leq 600 \\ 0, & y \geq 600 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{TINGGI}}[y] = \begin{cases} 1, & y \leq 100 \\ \frac{y-100}{600-100}, & 100 \leq y \leq 600 \\ 0, & y \geq 600 \end{cases}$$

Maka, derajat keanggotaan untuk suhu 300 kelvin, adalah :
 $\mu_{\text{RENDAH}}[300] = (600-300)/500 = 0,6$
 $\mu_{\text{TINGGI}}[300] = (300-100)/500 = 0,4$

Fuzzifikasi Variabel Frekuensi



Variabel frekuensi terdiri atas dua himpunan, yaitu KECIL dan BESAR, dengan domain pada interval 2000-7000. Domain tersebut berguna dalam proses perhitungan nilai z , pada saat proses inferensi tsukamoto. nilai z pada metode tsukamoto, diperoleh dengan cara :

$z = z_{\text{max}} - a_{\text{predikat}}(z_{\text{max}} - z_{\text{min}})$;
 $z_{\text{max}} = 7000$; $z_{\text{min}} = 2000$; a_{predikat} = hasil fungsi MIN

TAHAP 2 : INFERENSI TSUKAMOTO

Pada mesin inferensi, kita terapkan fungsi MIN untuk setiap aturan pada aplikasi fungsi implikasinya. Sehingga penerapan fungsi MIN dilakukan sebanyak 4 kali, sesuai dengan banyaknya aturan fuzzy-nya (rulebase) .

[R1] IF kecepatan LAMBAT dan suhu TINGGI then frekuensi KECIL

$a_{\text{predikat1}} = \min(\mu_{\text{LAMBAT}}[4000], \mu_{\text{TINGGI}}[300])$
 $a_{\text{predikat1}} = \min(0,25 ; 0,4)$
 $a_{\text{predikat1}} = 0,25$
 $z1 = z_{\text{max}} - a_{\text{predikat1}} (z_{\text{max}} - z_{\text{min}})$
 $z1 = 7000 - 0,25(7000-2000)$
 $z1 = 5750 \text{ rpm}$

[R2] IF kecepatan LAMBAT dan suhu RENDAH then frekuensi KECIL

$a_{\text{predikat2}} = \min(\mu_{\text{LAMBAT}}[4000], \mu_{\text{RENDAH}}[300])$
 $a_{\text{predikat2}} = \min(0,25 ; 0,6)$
 $a_{\text{predikat2}} = 0,25$
 $z2 = z_{\text{max}} - a_{\text{predikat2}}(z_{\text{max}} - z_{\text{min}})$
 $z2 = 7000 - 0,25(7000-2000)$
 $z2 = 5750 \text{ rpm}$

[R3] IF kecepatan CEPAT dan suhu TINGGI then frekuensi BESAR

$a_{predikat3} = \min(\mu_{CEPAT}[4000], \mu_{TINGGI}[300])$

$a_{predikat3} = \min(0,75 ; 0,4)$

$a_{predikat3} = 0,4$

$z3 = z_{min} - a_{predikat3}(z_{min} - z_{max})$

$z3 = 2000 - 0,4(2000 - 7000)$

$z3 = 4000 \text{ rpm}$

[R4] IF kecepatan CEPAT dan suhu RENDAH then frekuensi BESAR

$a_{predikat4} = \min(\mu_{CEPAT}[4000], \mu_{RENDAH}[300])$

$a_{predikat4} = \min(0,75 ; 0,6)$

$a_{predikat4} = 0,6$

$z4 = z_{min} - a_{predikat4}(z_{min} - z_{max})$

$z4 = 2000 - 0,6(2000 - 7000)$

$z4 = 5000 \text{ rpm}$

TAHAP 3 : DEFUZZIFIKASI

Nilai tegas z dicari menggunakan rata-rata terbobot, yaitu :

$$z = \frac{\alpha_{Predikat1} * z1 + \alpha_{Predikat2} * z2 + \alpha_{Predikat3} * z3 + \alpha_{Predikat4} * z4}{\alpha_{Predikat1} + \alpha_{Predikat2} + \alpha_{Predikat3} + \alpha_{Predikat4}}$$

$$z = \frac{0,25 * 5750 + 0,25 * 5750 + 0,4 * 4000 + 0,6 * 5000}{0,25 + 0,25 + 0,4 + 0,6} = \frac{7475}{1,5} = 4983,33$$

Jadi dapat disimpulkan, melalui hasil defuzzifikasi ini diketahui bahwa suhu 300 kelvin dan kecepatan 4000 rpm akan menghasilkan sumber frekuensi putar kipas angin sebesar 4983,33 Hz.