T - 19

Perencanaan Sistem Kontrol Pembersih Kaca Mobil dengan *Fuzzy* Kontrol Metode Mamdani

Naela Faza Fariha, Zahrul Jannah Nur Rochim, Agus Maman Abadi
Program Studi Matematika, FMIPA
Universitas Negeri Yogyakarta
naela.faza@student.uny.ac.id

***Abstrak*—**Kebutuhan kendaraan semakin meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang juga mengakibatkan volume kendaraan dijalan raya semakin banyak. Tak jarang terjadi kecelakaan yang diakibatkan oleh kesalahan manusia, keadaan mesin ataupun cuaca. Cuaca merupakan salah satu penyebabnya, karena ketika hujan, pendangan mata akan terbatas karena tetesan air hujan di kaca. Ketika menggunanakan *Windscreen Wiper* biasa, kecepatan gerak *Wiper* tidak bisa menyesuaikan dengan kecepatan air yang sampai di kaca dan *Windscreen Wash* yang biasa digunakna bersama dengan Wiper juga tidak bisa secara otomatis mengeluarkan cairannya ketika air tidak bisa membersihkan kotoran yang ada di kaca. Oleh karena itu penulis merancang sistem kontrol *Windscreen Wiper* dan *Wash* dengan sistem *Fuzzy* Kontrol dengan metode Mamdani.

Kata kunci: Windscreen, Fuzzy Kontrol, Metode Mamdani

I. PENDAHULUAN

Saat ini kendaraan merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia, baik kendaraan umum maupun kendaraan pribadi. Ketika hendak bepergian maka kita menggunakan kendaraan agar sampai ke tempat yang dituju. Semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap kendaraan, semakin meningkat pula volume kendaraan yang ada di jalan raya. Tak jarang kecelakaan terjadi disebabkan oleh banyak hal, karena faktor manusia, faktor kendaraan dan faktor cuaca [1].

Ketika bepergian saat musim hujan, warga yang memiliki mobil pribadi memilih menggunakan mobil agar tidak terkena hujan ketika dijalan. Namun ketika hujan, pandangan pengemudi akan terbatas karena tetesan air hujan di kaca depan mobil serta adanya debu juga menambah terbatasnya pandanggan. Maka produsen mobil menambahkan *Wiper*, perangkat yang digunakan untuk menghilangkan air hujan dan kotoran dari kaca depan atau belakang. *Wiper* pertama kali buat pada tahun 1903 oleh Mary Anderson, saat itu cara kerja *wiper* dengan memutar-mutar handel dari dalam kabin untuk menggerakkan karet *wiper* yang menempel di bagian luar kaca [2].

Setelah ditemukannya *Wiper* pertama kali oleh Anderson, *Wiper* terus berkembang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Saat ini sudah banyak produsen mobil yang menambahkan fitur otomatis pada *Wiper*, yang akan bekerja berdasarkan sensor air hujan yang diterima dan menghasilkan kecepatan *Wiper* yang disesuaikan dengan Intensitas air hujan yang diterima oleh sensor. Namun, belum dilengkapi dengan kontrol tingkat keluarnya sabun pembersih secara otomatis, keluarnya sabun pembersih kaca, masih dilakukan secara manual [3].

Penelitian sebelumnya membahas tentang pengaturan otomatis gerakan *Wiper* yang dipengaruhi oleh kecepatan air yang mengenai kaca mobil berdasarkan sensor [4]. Pada penelitian kali ini akan ditambahkan *Windscreen Wash* yang akan membantu kerja *Wiper* untuk membersihkan kaca mobil. *Windscreen Wash* bekerja untuk mengeluarkan cairan pembersih kaca mobil agar kotoran yang ada pada kaca ikut hilang bersama dengan tersapunya air dengan *Wiper*.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan data sekunder dari penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti lain sebelumnya. Selanjutnya dilakukan analisis dari perhitungan yang diperoleh. Peneliti menggunakan sistem inferensi *Fuzzy* Kontrol Metode Mamdani, yang akan dijelasakan sebagai berikut;

A. Windscreen Wiper

Windsreen Wiper (Permbersih kaca) adalah perangkat yang digunakan untuk menghilangkan hujan dan puing-puing dari kaca depan atau kaca depan. Hampir semua kendaraan bermotor, termasuk kereta api,

pesawat dan perahu, dilengkapi dengan *wiper* tersebut, yang biasanya merupakan persyaratan hukum. Sebuah *wiper* umumnya terdiri dari lengan yang berputar di satu ujung dengan pisau karet panjang melekat pada yang lain. Pisau berayun bolak-balik diatas kaca, mendorong air dari permukaannya [5].

B. Windscreen Washer

Kebanyakan *Windsreen Wiper* bekerja dengan *Windscreen Washer*, yakni alat yang mengeluarkan cairan sabun dari tangki ke kaca yang membantu *Wiper* untuk membersihkan kaca kendaraan dari kotoran yang tidak hilang hanya dengan air. Cairannya dikeluarkan melalui lubang kecil dan disemprotkan menuju kaca. Ide awal *Windscreen Washer* dikeluarkan oleh Richland Auto Parts Co [2].

C. Logika Fuzzy

Logika mempelajari metode dan prinsip dasar pengambilan keputusan, yang berarti proposisi yang baru dari proposisi yang telah ada. Dalam logika klasik, sebuah proporsi hanya memiliki dua nilai, yakni niali benar atau salah, tidak ada nilai yang sedang. Dalam logika *fuzzy*, nilai suatu proporsi bukan hanya benar dan dan salah, namun juga ada nilai diantara keduanya. Nilai kebenarannya bukan hanya 0 dan 1, tetapi juga nilai-nilai diantaranya. Prinsip logika *fuzzy* banyak digunakan diberbagai bidang, bidang kedokteran untuk diagnosa penyakit, peramalan cuaca, mesin cuci otomatis, dan banyak lainnya. Logika *Fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh tahun 1965 [6].

D. Operator Fuzzy Kontrol

Operator dasar pada sistem *Fuzzy* Kontrol menurut Zadeh untuk Operasi Himpunan *Fuzzy* memiliki tiga operator dasar sebagai berikut :

1. Operator And, operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antara elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

2. Operator OR, operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antara elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

3. Operator NOT, operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada anggota himpunan dengan 1 [6].

Secara umum, ada 2 fungsi implikasi *Fuzzy* Kontrol yang dapat digunakan, sebagai berikut :

1. Min (minimum). Fungsi ini akan memotong output himpunan *fuzzy*.

2. Dot (product). Fungsi ini akan menskala output himpunan *fuzzy* [6].

E. Sistem Inferensi Fuzzy Kontrol

1. Metode Tsukamoto

Pada Metode Tsukamoto, yakni setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk If-Then harus direpresentasikan oleh suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α-predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

2. Metode Mamdani

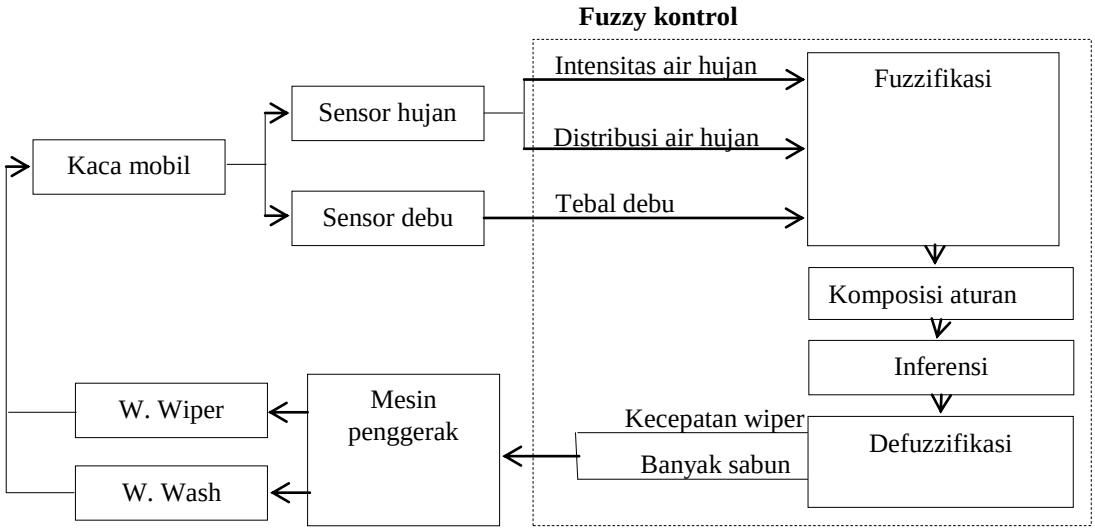
Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

a. Pembentukan Himpunan Fuzzy

b. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)

c. Komposisi aturan

d. Penegasan (*defuzzykasi*) [7]



GAMBAR 1. SKEMA FUZZY KONTROL

Gambar 1 menunjukkan skema *fuzzy* kontrol yang akan kita gunakan. Terdapat tiga tahapan dalam *fuzzy* kontrol diatas, yakni fuzzifikasi, inferensi, komposisi aturan dan defuzzifikasi. Fuzzifikasi merubah intensitas air hujan, distribusi air hujan dan tebal debu kedalam suatu nilai. Inferensi membuat output *fuzzy* menggunakan aturan yang telah dibuat. Defuzzifikasi menghitung kekuatan wiper dan banyaknya cairan sabun menjadi output.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, *Fuzzy* Kontrol Metode Mamdani digunakan untuk mengontrol gerak *Windscreen Wiper* dan *Windscreen Wash*. Gerak *Windscreen Wiper* dipengaruhi oleh intensitas air hujan dan distribusi air hujan yang terekam oleh sensor. Sedangkan banyaknya cairan sabun pembersih yang dikeluarkan *Windscreen Wash* dipengaruhi oleh tebalnya debu yang terekam oleh sensor. Logika *Fuzzy* digunakan dalam penelitian ini karena kita dapat menentukan input dan output kita secara relatif. Kita dapat mengatur input dan output sesuai dengan keinginan kita dengan cara merubah fungsi keanggotaannya.

Variabel input yang digunakan adalah intensitas air hujan (mm/jam) [4], distribusi air hujan pada kaca mobil (%) [8], serta ketebalan debu yang menutupi kaca mobil (%) [4]. Output yang dihasilkan adalah respon kecepana *Wiper* (usapan/detik) dan banyaknya cairan sabun pembersih yang dikeluarkan *Washer* (ml).

Berikut kita akan mendefinisikan fungsi keanggotaan untuk masing-masing input dan output.

a. Input

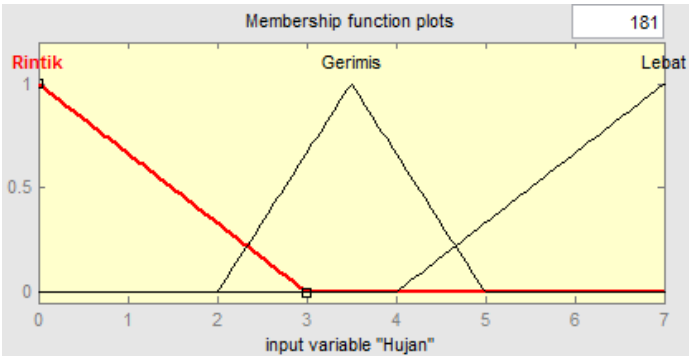
i. Intensitas air hujan

Terdapat tiga himpunan *fuzzy*, yakni rintik, gerimis dan lebat.

$$\mu_{Curah\ hujan\ rintik}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0\ dan\ x \geq 3 \\ \dfrac{3-x}{3}, & 0 \leq x \leq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{Curah\ hujan\ gerimis}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 2\ dan\ x \geq 5 \\ \dfrac{x-2}{1.5}, & 2 \leq x \leq 1.5 \\ \dfrac{5-x}{3.5}, & 1.5 \leq x \leq 5 \end{cases}$$

$$\mu_{Curah\ hujan\ tinggi}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 4\ dan\ x \geq 7 \\ \dfrac{x-4}{3}, & 4 \leq x \leq 7 \end{cases}$$



GAMBAR 2. FUNGSI KEANGGOTAAN INTENSITAS AIR HUJAN

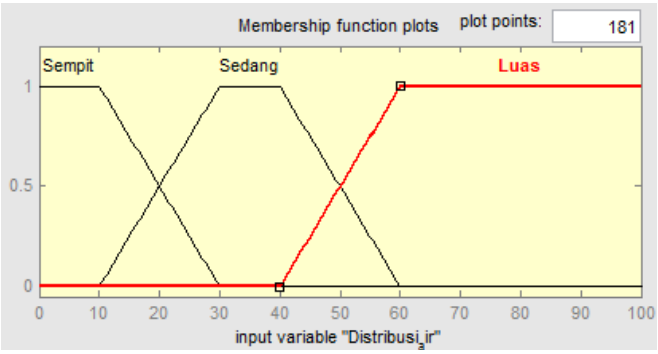
ii. Distribusi Air Hujan

Terdapat tiga himpunan *fuzzy*, yakni sempit, sedang dan luas.

$$\mu_{Distribusi\ air\ sempit}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq\ dan\ x \geq 30 \\ 1, & 0 \leq x \leq 10 \\ \dfrac{30-x}{20}, & 10 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{Distribusi\ air\ sedang}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 10\ dan\ x \geq 60 \\ \dfrac{x-10}{20}, & 10 \leq x \leq 30 \\ 1, & 30 \leq x \leq 40 \\ \dfrac{60-x}{20}, & 40 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{Distribusi\ air\ luas}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 40\ dan\ x \geq 100 \\ \dfrac{x-40}{20}, & 40 \leq x \leq 60 \\ 1, & 60 \leq x \leq 100 \end{cases}$$



GAMBAR 3. FUNGSI KEANGGOTAAN DISTRIBUSI AIR HUJAN

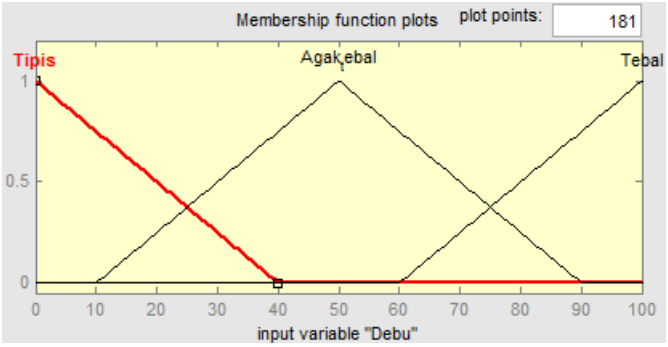
iii. Debu

Terdapat tiga himpunan *fuzzy*, yakni tipis, agak tebal dan tebal.

$$\mu_{Debu\ tipis}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0\ dann\ x \geq 40 \\ \dfrac{40-x}{40}, & 0 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{Debu\ agak\ tebal}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 10\ dan\ x \geq 90 \\ \dfrac{x-10}{40}, & 10 \leq x \leq 50 \\ \dfrac{90-x}{40}, & 50 \leq x \leq 90 \end{cases}$$

$$\mu_{Debu\ tebal}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 60\ dan\ x \geq 7 \\ \dfrac{x-60}{40}, & 60 \leq x \leq 90 \end{cases}$$



GAMBAR 4. FUNGSI KEANGGOTAAN TEBAL DEBU

b. Output

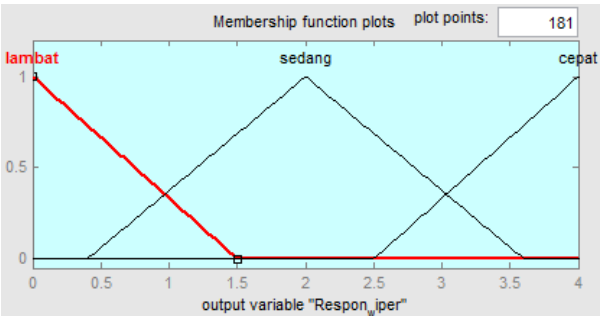
i. Respon *Wiper*

Terdapat tiga himpunan *fuzzy*, yakni lambat, sedang dan cepat.

$$\mu_{Lambat}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0\ dann\ x \geq 4 \\ \dfrac{1.5-x}{1.5}, & 0 \leq x \leq 1.5 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0.5\ dan\ x \geq 3.5 \\ \dfrac{x-0.5}{1.5}, & 0.5 \leq x \leq 3.5 \\ \dfrac{3.5-x}{1.5}, & 2 \leq x \leq 3.5 \end{cases}$$

$$\mu_{Cepat}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 2.5\ dan\ x \geq 4 \\ \dfrac{x-2.5}{1.5}, & 2.5 \leq x \leq 4 \end{cases}$$



GAMBAR 5. FUNGSI KEANGGOTAAN RESPON WIPER

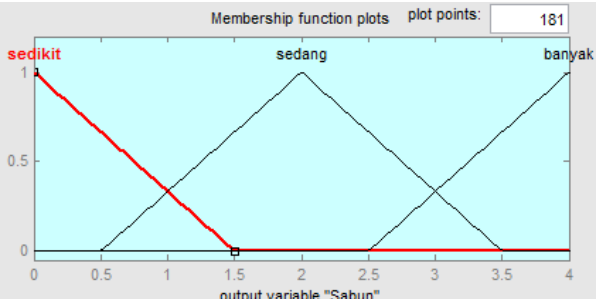
ii. Respon *Washer*

Terdapat tiga himpunan *fuzzy*, yakni sedikit, sedang dan banyak.

$$\mu_{Sedikit}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0\ dann\ x \geq 4 \\ \dfrac{1.5-x}{1.5}, & 0 \leq x \leq 1.5 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0.5 \; dan \; x \geq 3.5 \\ \dfrac{x - 0.5}{1.5}, & 0.5 \leq x \leq 3.5 \\ \dfrac{3.5 - x}{1.5}, & 2 \leq x \leq 3.5 \end{cases}$$

$$\mu_{Banyak}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 2.5 \; dan \; x \geq 4 \\ \dfrac{x - 2.5}{1.5}, & 2.5 \leq x \leq 4 \end{cases}$$

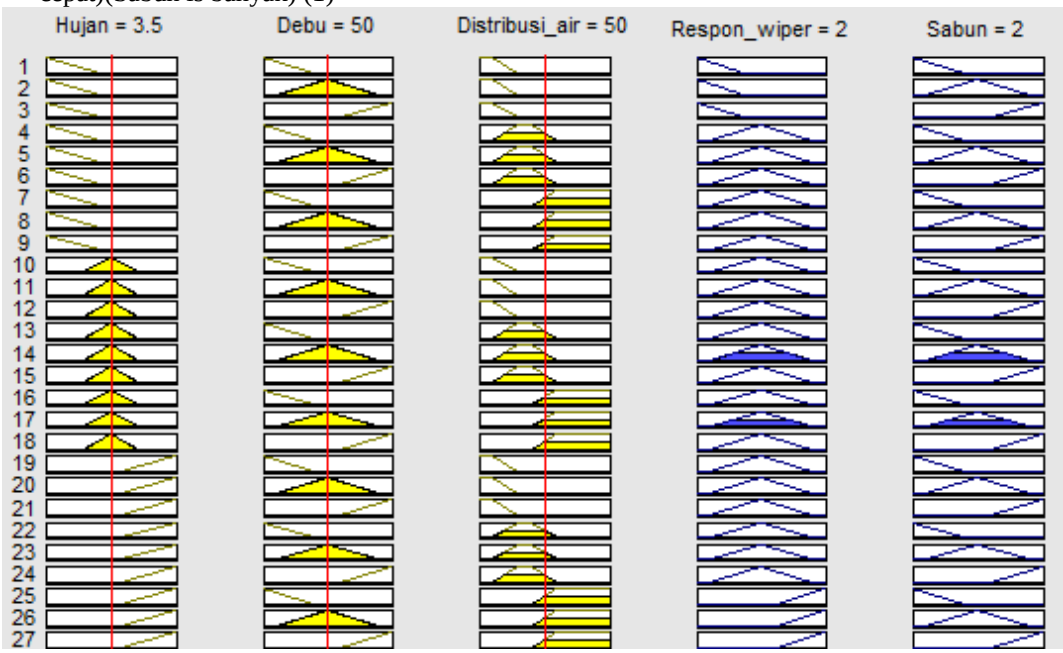


GAMBAR 6. FUNGSI KEANGGOTAANRESPON WASHER

Langkah selanjutnya adalah medefinisikan aturan yang akan kita gunakan. Aturan-aturan tersebut dibuat sesuai dengan kebiasaan dan logika yang kita gunakan sehari-hari.

1) If (Hujan is Rintik) and (Debu is Tipis) and (Distribusi_air is Sempit) then (Respon_wiper is lambat)(Sabun is sedikit) (1)
2) If (Hujan is Rintik) and (Debu is Agak_tebal) and (Distribusi_air is Sempit) then (Respon_wiper is lambat)(Sabun is sedang) (1)
3) If (Hujan is Rintik) and (Debu is Tebal) and (Distribusi_air is Sempit) then (Respon_wiper is lambat)(Sabun is banyak) (1)
4) If (Hujan is Rintik) and (Debu is Tipis) and (Distribusi_air is Sedang) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedikit) (1)
5) If (Hujan is Rintik) and (Debu is Agak_tebal) and (Distribusi_air is Sedang) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedang) (1)
6) If (Hujan is Rintik) and (Debu is Tebal) and (Distribusi_air is Sedang) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is banyak) (1)
7) If (Hujan is Rintik) and (Debu is Tipis) and (Distribusi_air is Luas) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedikit) (1)
8) If (Hujan is Rintik) and (Debu is Agak_tebal) and (Distribusi_air is Luas) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedang) (1)
9) If (Hujan is Rintik) and (Debu is Tebal) and (Distribusi_air is Luas) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is banyak) (1)
10) If (Hujan is Gerimis) and (Debu is Tipis) and (Distribusi_air is Sempit) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedikit) (1)
11) If (Hujan is Gerimis) and (Debu is Agak_tebal) and (Distribusi_air is Sempit) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedang) (1)
12) If (Hujan is Gerimis) and (Debu is Tebal) and (Distribusi_air is Sempit) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is banyak) (1)
13) If (Hujan is Gerimis) and (Debu is Tipis) and (Distribusi_air is Sedang) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedikit) (1)
14) If (Hujan is Gerimis) and (Debu is Agak_tebal) and (Distribusi_air is Sedang) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedang) (1)
15) If (Hujan is Gerimis) and (Debu is Tebal) and (Distribusi_air is Sedang) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is banyak) (1)
16) If (Hujan is Gerimis) and (Debu is Tipis) and (Distribusi_air is Luas) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedikit) (1)
17) If (Hujan is Gerimis) and (Debu is Agak_tebal) and (Distribusi_air is Luas) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedang) (1)

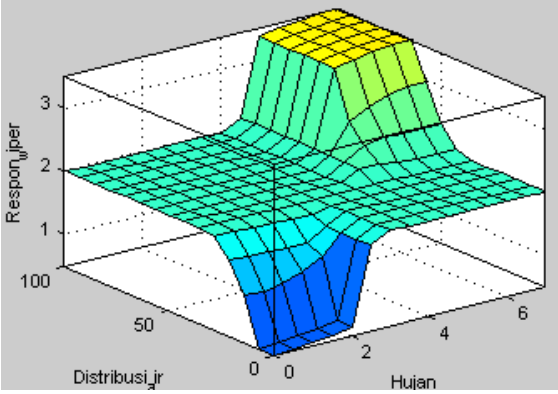
18) If (Hujan is Gerimis) and (Debu is Tebal) and (Distribusi_air is Luas) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is banyak) (1)
19) If (Hujan is Lebat) and (Debu is Tipis) and (Distribusi_air is Sempit) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedikit) (1)
20) If (Hujan is Lebat) and (Debu is Agak_tebal) and (Distribusi_air is Sempit) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedang) (1)
21) If (Hujan is Lebat) and (Debu is Tebal) and (Distribusi_air is Sempit) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is banyak) (1)
22) If (Hujan is Lebat) and (Debu is Tipis) and (Distribusi_air is Sedang) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedikit) (1)
23) If (Hujan is Lebat) and (Debu is Agak_tebal) and (Distribusi_air is Sedang) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is sedang) (1)
24) If (Hujan is Lebat) and (Debu is Tebal) and (Distribusi_air is Sedang) then (Respon_wiper is sedang)(Sabun is banyak) (1)
25) If (Hujan is Lebat) and (Debu is Tipis) and (Distribusi_air is Luas) then (Respon_wiper is cepat)(Sabun is sedikit) (1)
26) If (Hujan is Lebat) and (Debu is Agak_tebal) and (Distribusi_air is Luas) then (Respon_wiper is cepat)(Sabun is sedang) (1)
27) If (Hujan is Lebat) and (Debu is Tebal) and (Distribusi_air is Luas) then (Respon_wiper is cepat)(Sabun is banyak) (1)



GAMBAR 7. ATURAN FUZZY KONTROL

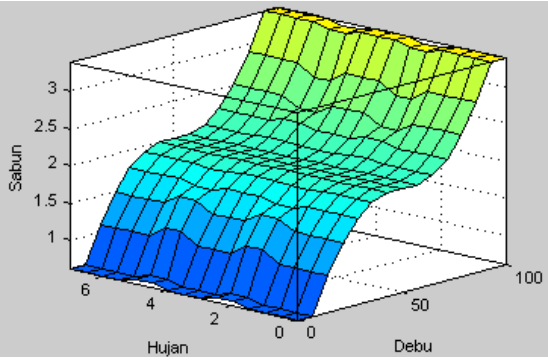
Setelah perhitungan dilakukan, maka akan terlihat hasil yang dapat dilihat dari GAMBAR 8. dan 9. dibawah ini;

a. Output Kecepatan *Wiper*



GAMBAR 8. OUTPUT PETA KECEPATAN WIPER

b. Output Banyak Sabun



GAMBAR 8. OUTPUT PETA BANYAK SABUN

Selanjutnya kita simulasi dengan memasukkan input berupa intensitas air hujan, distribusi air hujan serta ketebalan debu. Kita masukkan intensitas hujan 5,36 mm/jam yang termasuk dalam kategori lebat. Selanjutnya kita masukkan nilai untuk distribusi air yakni 87,1% dari keseluruhan kaca depan mobil, dan yang terkhir kita masukkan nilai ketebalan debu, yakni 77,7% menutupi sensor, maka didapatkan hasil bahwa kecepatan *Wiper* adalah 2 usapan/detik dan banyak sabun yang dikeluarkana dalah 2,44 ml.

Perencanaan sistem kontrol *Windscreen Wiper* dan *Washer* otomatis sangatlah berguna untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Untuk penelitian selanjutnya, dapat ditambahkan berbagai variabel lain yang berpengaruh terhadap kecepatan gerak *Wiper* maupun *Washer*, misalnya pengaruh cahaya matahari, perbedaan siang dan malam, dan yang lainnya. Diharapkan hasi penelitiaan ini dapat dimanfaatkan untuk penyusunan mesin *wiper* dan *washer* agar dapat dirasakan manfaatnya oleh masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Anne. "Faktor Penyebab Kecelakaan lalu Lintas" www.anneahira.com/kecelakaan-lalu-lintas.htm, diakses pada 9 Juni 2017 pukul 21.46.

[2] Teknik Kendaraan Ringan. 2012. "Pengertian Sistem Wiper", http://erawan-tkr2.blogspot.co.id/ , diakses pada 9 Juni 2017 pukul 22.06.

[3] Z. Hadi, 2016."Knowledge Wiper Otomatis, Penyapu Air yang kian cerdas", http://otodriver.com/article/view/knowledge-wiper-otomatis-penyapu-air-yang-kian-cerdas/zjgjGVI605FZVzB7EiT7wRLCe84aDJV_d-uXD0lShZc , diakses pada 9 Juni 2017 pukul 21.55.

[4] Z. Azmi, Handrizal, dan B. Anwar, “Sistem pembersih kaca helm menggunakan Fuzzy Tsukamoto” dalam jurnal ilmiah Saintikom, halaman 15-30, 2017 ISSN : 1978-6603.

[5] A. T. Wibowo, "Mengenal Sensor Hujan", http://autobild.co.id/Tips/Knowledge/mengenal-sensor-hujan, diakses pada 10 Juni 2017 pukul 21.54.

[6] L. X. Wang, A Course in Fuzzy Systems and Control. Prenytice Hall, New Jersey, 1997.

[7] S. Kusumadewi dan H. Purnomo, Aplikasi Logika Fuzzy. Graha Ilmu, Yogyakarta, 2010.

[8] J. Son, S. B. Lee, M. H. Kim, S. Lee, and K. C. Lee, "Intelligent rain sensing and Fuzzy wiper control algorithm for vision-based smart windshield wiper system," in Separtmen of Mechanical Enginering, Pusa National University, Busan, Korea, 2006.