

## DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL LEVEL AIR PADA USAHA CARWASH DENGAN SMS SEBAGAI MEDIA KOMUNIKASI BERBASIS ARDUINO

Adytia Lukman Hakim<sup>1</sup>, Ekki Kurniawan<sup>2</sup>, Estananto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom  
Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

<sup>1</sup>aditlukman.hakim@yahoo.co.id,

<sup>2</sup>ekkekurniawan2012@gmail.com, <sup>3</sup>estanto@telkomuniversity.ac.id

### Abstrak

Usaha *car wash* (tempat cuci mobil) merupakan salah satu alternatif pemilihan jenis usaha yang menjanjikan, namun usaha tersebut memiliki masalah utama yaitu penggunaan air yang tidak terpantau serta penggunaan air yang tidak efektif dan efisien dimana sering sekali terjadi habis nya air pada tangki penampung air.

Perancangan sistem pemantau ketinggian level air ini di rancang menggunakan sensor ultrasonik, arduino uno, modul GSM, pompa DC, motor servo, relay 5v, warning LED dan flow meter.

Setelah kendali *fuzzy* direalisasikan kemampuan sistem untuk mencapai *set point* adalah 0.085 cm/detik dan sensor ultrasonik mengalami eror sebesar 2.21%. Diharapkan sistem yang penulis buat ini dapat membantu para pelaku usaha *car wash* dalam mengontrol ketinggian level air secara otomatis serta dapat mengetahui total mobil yang telah di cuci dari penggunaan air yang terpakai.

**Kata kunci :** *carwash*, sensor air, pompa air, ultrasonik, mikrokontroler, arduino, flow meter, modul GSM, wavecom M1306B, fastrack

### Abstract

*Car enterprises wash is one alternative to the selection of promising business, but these efforts have a major problem is the use of water is not monitored as well as the use of water that is not effective and efficient which happens frequently depleted its water at water collection tank.*

*Designing the system monitors the water level elevation is designed using an ultrasonic sensor, arduino uno, GSM module, DC pumps, servo motors, relays5v, warning LED and a flow meter.*

Having realized fuzzy control system's ability to achieve the set point is 0.085 cm/ sec and ultrasonic sensor have error of 2:21%. It is expected that the authors make this system can help businesses in the carwash control the height of the water level automatically and can determine the total car that had been washed from the use of water consumed.

**Keywords :** *carwash*, water sensors, water pumps, ultrasonic, microcontroller, arduino, flow meter, GSM module, wavecom M1306B, fastrack

## 1. Pendahuluan

Jalanan di kota-kota besar, terutama Jabodetabek semakin padat. Hampir setiap hari dan sudut-sudut kota terlihat kemacetan. Sebagian besar jalanan tersebut didominasi oleh kendaraan pribadi. Tak di pungkiri, kendaraan pribadi menjadi modal transportasi favorit yang bisa di andalkan di tengah kesibukan aktivitas maupun gaya hidup masyarakat. Data yang dihimpun dari Badan Pusat Statistik menunjukkan adanya peningkatan jumlah kendaraan pribadi setiap tahunnya di Indonesia. Tercatat sampai dengan tahun 2013, jumlah kendaraan mobil pribadi mencapai 11,4jt unit lebih dan 84,7jt unit lebih untuk sepeda motor.

Salah satu masalah yang dihadapi pada pelaku usaha *car wash* atau cuci mobil dan motor ini adalah kurangnya pengawasan, pemantauan dan pengontrolan penggunaan air. Kita ketahui hal yang paling pokok dalam usaha ini adalah air, dimana air menjadi sumber modal dari jenis usaha ini. Kasus lain yang dihadapi oleh para pelaku usaha carwash adalah belum adanya suatu prosedur standarisasi penggunaan air untuk mencuci sebuah kendaraan, akibatnya sering terjadi penggunaan air yang tidak efektif dan efisien oleh karena itu, dibutuhkan suatu alat atau sistem yang dapat membantu user atau para pelaku usaha dalam pemantauan dan pengontrolan penggunaan air, Yang nanti dalam praktik nya sistem ini tidak hanya pemantauan dan pengontrolan air saja, melainkan para user atau pelaku usaha car wash bisa mengetahui secara otomatis banyaknya kendaraan yang telah di cuci yang jumlah nya telah ditentukan sebelumnya.

Dengan penelitian ini, diharapkan bisa membantu para pelaku usaha *car wash* dalam penggunaan air secara efektif dan efisien.

## 2. Dasar Teori dan Perancangan

### 2.1 Fuzzy Logic

Ada tiga proses utama jika ingin mengimplementasikan *fuzzy logic* pada suatu perangkat, yaitu *fuzzifikasi*, evaluasi *rule*, dan *defuzzifikasi*.

- 1) *Fuzzifikasi*, merupakan suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi *fuzzy* yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan suatu fungsi keanggotaannya masing-masing.
- 2) *Inference system (fuzzy rule)*, merupakan sebagai acuan untuk menjelaskan hubungan antara variabel-variabel masukan dan keluaran yang mana variabel yang diproses dan yang dihasilkan berbentuk *fuzzy*. Untuk menjelaskan hubungan antara masukan dan keluaran biasanya menggunakan "IF-THEN".
- 3) *Defuzzifikasi*, adalah proses yang digunakan untuk mengubah kembali variabel fuzzy menjadi variabel nyata, atau dengan kata lain aksi kontrol fuzzy yang masih berupa himpunan, dirubah menjadi nilai nyata (*crisp*).

### 2.2 Modem Wavecome M1306B

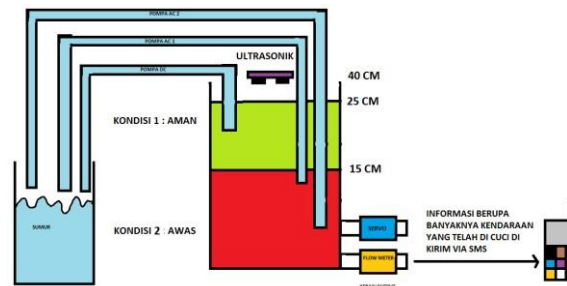
Modem wavecome M1306B atau sebagian orang menyebutnya dengan modem *fastrack* adalah Model alat produksi dari *Wavecome* yang berupa sebuah modem *eksternal* yang dijalankan dengan memasukan *sim card* pada modem tersebut kemudian dihubungkan pada *port serial* pada computer *server* dan kemudian dijalankan dengan menggunakan perintah-perintah *AT-Command* yang khusus untuk menjalankan kerja dari *Wavecom Global for Mobile communication (GSM)* ini, modem ini juga mendukung untuk bisa di gunakan sebagai modem untuk suara, fax dan SMS. Wavecome M1306B ini dapat dengan mudah dikendalikan dan dihubungkan karena mendukung fasilitas koneksi RS232.



Gambar 2.1 modem wavecome M1306B [10]

### 3. Perancangan Sistem Dan Alat

#### 3.1 Gambaran Umum Sistem

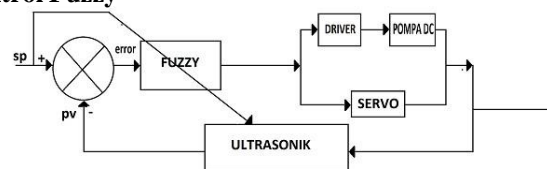


Gambar 3.1 gambaran umum sistem

sensor ultrasonik akan membaca keadaan air pada tangki penyimpanan air sesuai kondisi yang telah ditentukan (*set point*) sebelumnya yaitu ada kondisi aman dengan ketinggian air 25cm, dan kondisi awas dengan ketinggian air 15cm. ketika terjadi perubahan ketinggian air berada pada kondisi aman maka arduino akan memberikan perintah kepada pompa DC yang bersumber pada tegangan 12v sehingga pompa DC aktif dan juga mengaktifkan *relay* yang bersumber pada tegangan PLN 220v untuk menyalakan lampu indikator hijau. Ketika terjadi perubahan ketinggian air berada pada kondisi awas maka arduino memberikan perintah aktif ke pompa DC yang bersumber pada tegangan 12v sehingga pompa DC aktif dan juga mengaktifkan *relay* yang bersumber pada tegangan PLN 220v untuk menyalakan lampu indikator merah. Besar nya air yang keluar dari pompa DC diatur oleh *driver* L298 sesuai dengan ketinggian permukaan tangki air. Ketika terjadi penambahan air yang tidak diinginkan yang menyebabkan ketinggian air melebihi *set point*, maka *servo* secara otomatis akan aktif dan menggerakkan keran output untuk menjaga *set point* yang diinginkan. Lampu indikator akan mati ketika ketinggian air lebih besar atau sama dengan 25cm.

SMS berupa banyak nya mobil yang telah di cuci yang jumlahnya telah di tentukan sebelumnya dikirim ke *user*, hasil ini diperoleh dari total air yang telah terpakai yang terbaca oleh *water flow sensor* dibagi dengan penggunaan total kebutuhan air untuk mencuci sebuah kendaraan yang kemudian dihitung dan di konversi menjadi jumlah mobil yang telah di cuci.

#### 3.2 Diagram Blok Sistem Kontrol Fuzzy

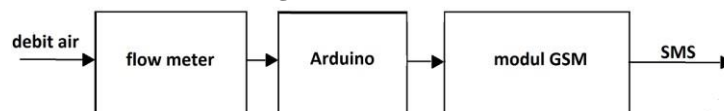


Gambar 3.2 diagram blok sistem control fuzzy

*set poin* yang diberikan berupa nilai ketinggian (jarak) dari sensor ultrasonik. Nilai *set point* atau nilai yang diinginkan masuk kedalam rangkaian *summing* dan menghasilkan keluaran berupa *error* dimana nilai *error* adalah perbandingan antara nilai *set point* dengan nilai *present value* ( nilai sebenarnya ) yang terbaca oleh ultrasonik. *Error* ini akan menjadi variabel input untuk *fuzzy*, tetapi input *fuzzy* minimal harus 2 variabel sehingga dari *error* ini dihasilkan *delta error*, dimana *delta error* adalah *error* pertama dikurangi *error* kedua.

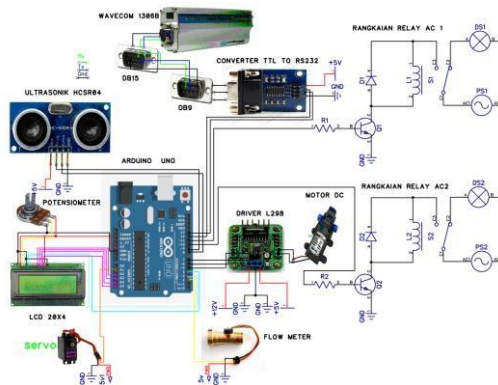
Nilai *error* dan *delta error* ini akan masuk ke *fuzzy logic controller* dan diolah sehingga menghasilkan sebuah PWM yang akan mengaktifkan pompa DC dan servo. Dimana pompa DC berfungsi untuk memasukan air sedangkan servo untuk mengeluarkan air jika terjadi ketinggian air yang melebihi *set point*.

#### 3.2 Diagram Blok Sistem Flow Meter Dengan Modul GSM



Gambar 3.3 diagram blok sistem *flow meter* dengan modul GSM berdasarkan gambar 3.4 di atas, *flow meter* menjadi sebuah input untuk arduino, dimana *input* nya berupa debit air yang mengalir melalui *flow meter* yang nantinya menghasilkan pulsa dimana pulsa itu akan di hitung oleh arduino dan di konversi menjadi bentuk liter. Jika jumlah liter yang terbaca oleh arduino sama dengan atau lebih besar dari yang di inginkan maka arduino akan memberikan perintah ke modul GSM untuk mengirim SMS.

### 3.3 Perancangan Wiring Komponen Elektronika



Gambar 3.4 perancangan komponen elektronika

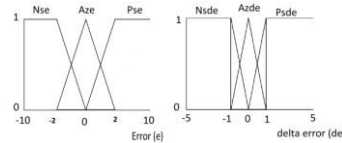
### 3.4. Perancangan Dan Perhitungan Fuzzy Logic Terhadap Sistem

#### 3.4.1 Perancangan Dan Perhitungan Fuzzy Logic Pompa DC

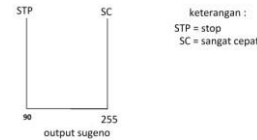
##### 3.4.1.1 Error (E) =3, Delta Error (De) =1

###### 1. Fuzzifikasi

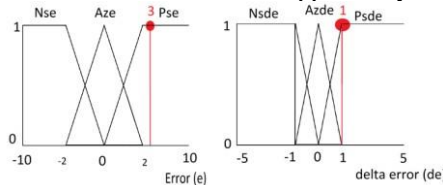
Menentukan nilai *input* dan *output fuzzy logic*



Gambar 3.5 input fuzzy



Gambar 3.6 outpput fuzzy



Gambar 3.7 error -3, delta error 1

###### 2. Interference system ( fuzzy rule )

Menentukan *rule fuzzy* sesuai dengan kondisi sebenarnya.

Tabel 3.1 rule fuzzy

delta error (de)	Error (e)		
	Nse	Aze	Pse
	Nsde	STP	SC
	Azde	STP	SC
	Pse	STP	SC

Dari pemberian nilai error (e) = 3 dan delta error (de) = 1, maka diperoleh nilai derajat keanggotaan sebagai berikut :

- a.  $\mu[3]Pse = 1$
- b.  $\mu[1]psde = \frac{1-0}{1-0} = 1$
- c.  $\mu[1] azde = \frac{1-1}{1-0} = 0$

Selanjutnya proses fungsi implikasi dengan operator *AND (MIN)* yaitu mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan sebagai berikut :

- 1) if  $\mu[3]Pse = 1$  AND if  $\mu[1]psde = 1$  then 1 (SC)
- 2) if  $\mu[3]pse = 1$  AND if  $\mu[1]azde = 0$  then 0 (SC)

Terdapat fungsi implikasi yang sama yaitu pada fungsi implikasi ke 1 dan 2 yaitu SC , sehingga dilakukan proses perhitungan dengan menggunakan operasi OR yaitu mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan – himpunan yang bersangkutan, sehingga :

- If 1 (SC) OR 0(SC) then 1 (SC).

3. Defuzzifikasi

defuzzifikasi adalah proses pengubahan variabel berbentuk fuzzy tersebut menjadi data – data pasti (crisp) yang selanjutnya dikirim ke peralatan pengendali. Inferensi fuzzy metode sugeno menggunakan defuzzifikasi metode rata-rata berbobot (weighted average) yang dihitung dengan cara

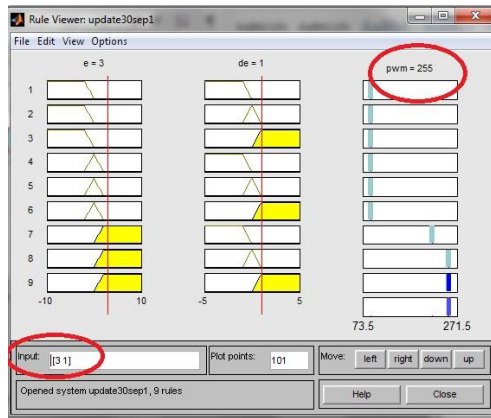
$$\sum_{r=1}^R \mu_r Z_r$$

:  $Z^* = \frac{\sum_{r=1}^R \mu_r Z_r}{\sum_{r=1}^R \mu_r}$  , dimana di mana  $Z_r$  adalah output pada konsekuen aturan dasar ke-r,  $\mu_r$  merupakan fire strength rule ke-r dan R merupakan banyaknya aturan yang digunakan. Sehingga:

$$\sum_{r=1}^3 \mu_r (SC) = 1(255)$$

$$Z^* = \frac{\sum_{r=1}^3 \mu_r (SC)}{\sum_{r=1}^3 \mu_r} = \frac{1(255)}{1} = 255.$$

3.4.2 Perhitungan Fuzzy Logic Pompa Dc Dengan MATLAB



Gambar 3.8 perhitungan fuzzy logic pompa DC dengan MATLAB

4. Analisa dan Pengujian

4.1 Pengujian Perhitungan Air Yang Dibutuhkan Untuk Mencuci Sebuah Kendaraan

Dengan cara mencatat ketinggian tangki air sebelum dilakukan proses cuci mobil (Tinggi awal) dan mencatat ketinggian tangki air setelah melakukan proses cuci mobil (Tinggi akhir), setelah itu mendapatkan perbedaan ketinggian yang nantinya dihitung menggunakan rumus volume tabung yaitu luas alas x tinggi.

Tabel 4.1 pengujian perhitungan air yang dibutuhkan untuk mencuci sebuah kendaraan

Pengujian	Jenis mobil	Jari - jari tangki (r)	Tinggi awal tangki	Tinggi akhir tangki	Selisih (tinggi)	Volume tangki ( $\pi r^2 \times t$ )	Litter
1	Fortuner	53 cm	55 cm	45 cm	10 cm	88202.6 cm <sup>3</sup>	88.2026
2	Fortuner	53 cm	62 cm	52 cm	10 cm	88202.6 cm <sup>3</sup>	88.2026
3	Fortuner	53 cm	56 cm	43 cm	13 cm	114663.38 cm <sup>3</sup>	114.6633
4	Fortuner	53 cm	50,7 cm	32 cm	18,7 cm	164938.86 cm <sup>3</sup>	164.9388
5	Fortuner	53 cm	98,5 cm	78 cm	20,5 cm	180815.33 cm <sup>3</sup>	180.8153
6	Fortuner	58 cm	88,5	73,5	15 cm	158444.4 cm <sup>3</sup>	158.4444
7	Fortuner	53 cm	45 cm	28 cm	17 cm	149944.42 cm <sup>3</sup>	149.9444
8	Fortuner	58 cm	74 cm	54	20 cm	211259.2 cm <sup>3</sup>	211.2592
Rata – rata							144.5588

Dari hasil percobaan pada tabel 4.8 maka dapat disimpulkan air yang dibutuhkan untuk mencuci sebuah kendaraan adalah 144.5588 litter.

## 4.2 Pengujian Water Flow Meter

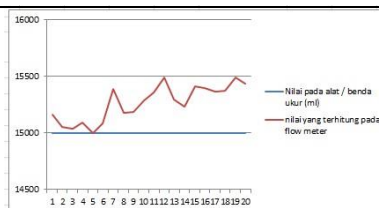
pengujian dilakukan dengan cara menuangkan air yang telah di isi ke botol aqua 1500 ml sebanyak 10x kedalam suatu wadah atau tangki air, sehingga wadah atau tangki air itu memiliki isi air (volume) sebesar 15000 ml. setelah itu air yang berada pada tangki dialirkan menuju ke pipa *flow meter* yang nantinya *flow meter* tersebut akan menghitung banyak nya air yang telah keluar. Tentunya jumlah air yang terbaca oleh *water flow meter* harus +- 15000 ml.



Gambar 4.1 pengujian flow meter

Tabel 4.2 pengujian *flow meter* dengan *calibration factor* 4.5 sebanyak 20 kali

Pengujian	Nilai pada benda ukur	Nilai yang terbaca flow meter	Nilai yang tidak terbaca flow meter	Total (ml)	Rata-rata error (%)
1	15000	14711	451.95	15162.95	1.07%
2	15000	14519	532.98	15051.98	0.35%
3	15000	14520	515.32	15035.32	0.23%
4	15000	14555	532.98	15087.98	0.58%
5	15000	15463	432.28	14995.62	0.03%
6	15000	14668	415.62	15084.62	0.56%
7	15000	14905	480	15385	2.50%
8	15000	14759	415.62	15175.62	1.16%
9	15000	14770	416.62	15186.62	1.23%
10	15000	14806	480	15286	1.87%
11	15000	14846	512.32	15361.32	2.35%
12	15000	14850	638.96	15488.96	3.16%
13	15000	14876	416.62	15292.62	1.91%
14	15000	14890	345.97	15235.97	1.55%
15	15000	14893	515.32	15408.32	2.65%
16	15000	14920	480	15400	2.60%
17	15000	14951	416.62	15367.62	2.39%
18	15000	14976	398.96	15374.96	3.28%
19	15000	15007	480	15487	3.14%
20	15000	15088	345.97	15433.97	2.81%
Total					1.74%

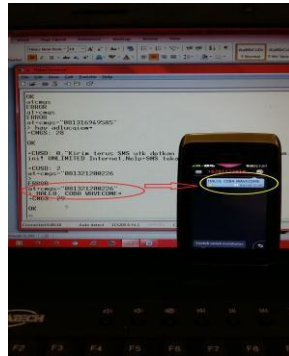


Gambar 4.2 grafik pengujian flow meter

## 4.4. pengujian modem wavecome M1306B

Tabel 4.3 pengujian pemilihan *provider wavecome* M1306B dan *provider hand phone*

No pengujian	Provider handphone	Provider wavecom M1306B	Fungsi			
			Kirim SMS dari HP ke wavecome	Kirim SMS dari wavecome ke HP	Terima SMS dari HP ke wavecome	Baca SMS dari HP ke wavecom
1	simpati	simpati	✓	✓	✓	✓
2	simpati	XL	X	✓	✓	X
3	simpati	indosat	✓	✓	✓	✓



Gambar 4.3 pengujian modem wavecome M1306B

Berdasarkan gambar 4.5, lingkaran merah merupakan perintah yang dibuat oleh *hyperterminal* untuk mengirim SMS dengan isi SMS “coba wavecom” beserta nomor *telephone* yang akan dituju, sedangkan lingkaran kuning merupakan tampilan pesan masuk dari *handphone*, dan isi pesan masuk yang berada pada layar *hand phone* itu adalah “coba wavecome”. Berdasarkan percobaan di atas maka dapat disimpulkan pengujian pengiriman SMS yang dilakukan oleh modem *wavecom* M1306B ke *hand phone user* berhasil.

#### 4.7. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja alat secara keseluruhan dimana alat ini berfungsi untuk mengontrol ketinggian level air dan juga menghitung jumlah air yang telah keluar yang nanti di konversi menjadi banyak nya mobil yang telah di cuci yang dikirim secara otomatis via SMS.

Tabel 4.4 pengujian sistem secara keseluruhan

No	Set point	Terbaca ultrasonic	Tinggi sebenarnya	Lampu indikator		servo	total Debit (ml)	Kirim SMS
				hijau	Merah			
1	6 cm	6cm	6cm	aktif	Aktif	Mati	0	Tidak ada
2	10cm	10cm	10cm	aktif	Aktif	Mati	0	Tidak ada
3	15cm	15cm	15cm	aktif	Aktif	Mati	0	Tidak ada
4	20cm	20cm	21.2cm	aktif	Mati	Mati	0	Tidak ada
5	25cm	25cm	25.5cm	Mati	Mati	Aktif	0	Tidak ada
6	20cm	20cm	21.2cm	Aktif	Mati	Aktif	0	Tidak ada
7	15cm	15cm	15.9cm	Aktif	Aktif	Aktif	0	Tidak ada
8	10cm	10cm	10.3cm	Aktif	Aktif	Aktif	0	Tidak ada
9	6cm	6cm	6.5cm	Aktif	Aktif	Aktif	0	Tidak ada
10	25cm	25cm	25.5cm	Mati	Mati	Mati	0	Tidak ada
11	25cm	21cm	20.3cm	Aktif	Mati	Mati	4758	Mobil yang telah dicuci 5
12	25cm	17cm	16.5cm	Aktif	Mati	Mati	9620	Mobil yang telah dicuci 10
13	25cm	13cm	13cm	Aktif	Aktif	Mati	14329	Mobil yang telah dicuci 15
14	25cm	9cm	9cm	Aktif	Ktif	Mati	19208	Mobil yang telah dicuci 20
15	25cm	5cm	5.5cm	Aktif	Aktif	Mati	24032	Mobil yang telah dicuci 25
16	25cm	5cm	5.5cm	Aktif	Aktif	Mati	28864	Mobil yang telah dicuci 30`

Berdasarkan tabel 4.4 tentang pengujian alat dan sistem secara keseluruhan terdapat hasil yang tidak sama antara nilai ketinggian yang terbaca oleh sensor ultrasonik dengan jarak ketinggian sebenarnya, hal itu dikarenakan sistem tidak hanya membaca perintah untuk mengukur ketinggian saja, melainkan sistem harus membaca perintah untuk mengatur pompa air, mengatur gerak derajat servo, menghitung debit air dan perintah untuk mengirim SMS yang dilakukan secara bersamaan.

## 5. Kesimpulan Dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian pada tugas akhir ini dapat di tarik beberapa kesimpulan, diantaranya :

1. Dengan menggunakan metode *fuzzy logic* sugeno kemampuan sistem untuk mencapai *set point* adalah 0.085 cm/detik.
2. Tidak harus menggunakan nilai *calibration factor* yang sudah ada pada *datasheet*, tetapi bisa juga dicari dengan cara mencoba-coba sesuai kebutuhan sistem.

3. Kesalahan memilih *provider* jaringan menyebabkan sistem terganggu atau tidak bisa dalam melakukan proses kirim SMS.
4. Ketika sistem dijalankan secara bersamaan, sensor ultrasonik mengalami eror sebesar 2.21% yang mengakibatkan hasil pembacaan sensor menjadi tidak akurat.

## 5.2. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, tugas akhir ini memberikan dasar untuk penelitian selanjutnya maka diberikan beberapa saran, sebagai berikut:

1. penentuan *rule – rule fuzzy logic* harus lebih teliti untuk mendapatkan hasil *output* yang sesuai.
2. Untuk menentukan nilai *calibration factor* pada *flow meter* sebaiknya dilakukan dengan posisi alat dan sistem yang benar – benar sudah *fix*, karena perbedaan posisi, sudut dan jarak mempengaruhi hasil dari nilai *calibration factor*.
3. Untuk mendapatkan hasil mengenai total air yang di perlukan untuk mencuci sebuah kendaraan maka percobaan di lakukan lebih banyak lagi, minimal 30 kali percobaan dan juga menggunakan variasi mobil yang berbeda-beda untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

## 6. Daftar pustaka

- [1] Pradana, Adrian Rahmat. 2014. *Perancangan sistem monitoring level ketinggian air dengan sensor ultrasonic untuk mengukur debit v-notch berbasis GSM* (skripsi). Yogyakarta : universitas gajah mada
- [2] Suswanto, Diran. 2014. *Rancang bangun sistem pemantau level ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik dengan sms sebagai media komunikasi berbasis arduino* (jurnal). Sekolah tinggi teknologi telematika Telkom.
- [3] Achmad, Andani dan A.ejah Umraeni. 2011. *Penentuan level air tangki dengan sistem kendali* (jurnal). Makasar : universitas hasanuddin.
- [4] Prabowo, Singgih, A. 2016. *Desain dan implementasi control ketinggian air menggunakan control PID adaptif* (tugas akhir). Bandung : universitas telkom
- [5] K, Lina, K,L. *konsep rancangan pendeteksi banjir jarak jauh memanfaatkan fasilitas pesan singkat (SMS)*. Semarang : universitas diponogoro
- [6] A, Azhari dan Soeharwinto. *Perancangan sistem debit air berbasis arduino uno*. Jurnal. Medan : universitas Sumatra utara.
- [7] Sood, Ria. 2013. *Design and development of automatic water flow meter*. International journal. Engineering and applications (IJCSEA)
- [8] Sudrajat. 2008. *Dasar-dasar fuzzy logic*. Modul kuliah. Bandung : universitas padjadjaran.
- [9] teknik informatika STEI ITB. Bahan kuliah sistem interferensi fuzzy
- [13] ITM. 2012. Instalasi modem wavecome fastrack M1306B-pp USB di windows7, <http://itmbali.blogspot.co.id/2012/11/modem-wavecom-fastrack-m1306b-pp-usb.html>. [02 oktober 2016]