

PERANCANGAN PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR PADA PENERING TANGAN BERDASARKAN JARAK DENGAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535

Kevin Adelin^{*)}, Sumardi, and Budi Setiyono

Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
Jln. Prof. Soedharto, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

^{*)} e-mail: kevinadelin.hsputr@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi dewasa ini telah menuntut hadirnya suatu peralatan yang serba otomatis dan dapat melayani sesuai dengan tingkat kebutuhan masyarakat. Alat pengering otomatis yang ada memiliki tingkat udara panas yang dikeluarkan dirasakan masih kurang dapat memenuhi kebutuhan hidup masyarakat mengingat alat pengering tangan otomatis yang ada hanya memiliki satu level tingkat udara panas dan aktif selama jangka waktu tertentu. Oleh karena itu penelitian ini mencoba merancang dan membuat purwarupa pengering tangan otomatis yang tingkat udara panas yang dapat berubah secara teratur berdasarkan jarak. Pengering tangan otomatis yang dirancang ini menggunakan sensor ping sebagai sensor jarak. Ultrasonik sebagai gelombang mekanik bersifat memantul apabila mengenai benda penghalang. Alat pengering tangan otomatis ini terdiri atas modul pemanas serta modul penggerak yang berupa elemen pemanas dan kipas. Kipas pada alat ini digerakkan oleh motor dc yang dikontrol dengan metode fuzzy logic. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah alat pengering tangan otomatis menggunakan sensor ping berbasis mikrokontroler ATmega 8535. Alat pengering tangan ini mampu mengeringkan tangan yang akan aktif selama mendeteksi halangan dengan perubahan kecepatan motor berdasarkan jarak pengeringan sebesar 4 sampai 25 cm .

Kata Kunci : Sensor Ping, Mikrokontroler ATmega 8535, Pengering Tangan.

Abstract

People nowadays need a kind of simple and economic technology that could fulfill their needs. Automatic hand dryers that there are levels of hot air that released from existing automatic dryer is still not enough to fulfill what people needs as automatic hand dryer which has one level of hot air rate and active only for one period. Therefore, this research is trying to design and make a prototype of automated hand dryer with the level of hot air that can change regularly based on the distance. Automatic hand dryer is designed using the ping sensor as a distance sensor. Ultrasonic as a mechanical waves are bounced back when hitting the barrier. Automatic hand dryer consists of heater module and propulsion module that in the form of heater and fan. The fan on the tool is driven by a dc motor controlled by fuzzy logic. The result of this research is a automatic hand dryer using the ping sensor based on ATmega 8535 Microcontroller. This tools will dry hand, where the hand will be detected by the sensor as a detention. The speed of motor rotation depend on the range of the detention for about 4 cm to 25 cm.

Keyword : Ping Sensor, ATmega 8535 Microcontroller, Hand Dryer.

1. Pendahuluan

Saat ini sangat dibutuhkan sistem kendali yang baik untuk dapat menunjang berjalannya proses yang baik dengan maksud meningkatkan efisiensi dalam proses penggunaannya. Contohnya adalah alat pengering tangan yang biasa kita lihat di restoran cepat saji.

Permasalahan yang ada pada alat pengering yang sudah ada adalah akan bekerja sesuai keberadaan tangan dengan

waktu aktif tertentu, sehingga apabila tangan masih berada dibawah tetapi waktu aktifnya habis maka mesin akan mati. Hal ini membuat pengunjung harus memulai lagi untuk mentrigger mesin tersebut agar hidup kembali. Dengan permasalahan diatas, maka dibuat sebuah perancangan pengatur pengering tangan berdasarkan jarak berbasis mikrokontroler Atmega8535. Pada penelitian ini, peneliti berusaha merancang alat pengering tangan. Penelitian ini merupakan modifikasi pengembangan dari penelitian Aan Ardianto [1]. Pada penelitian ini

menggunakan kontrol *on-off* dimana kecepatan motor ac untuk pengeringan tetap. Pengontrolan motor dc dengan metode *fuzzy* telah dilakukan oleh A.A Thorat, Suhas Yadav, S.S Patil, dimana implementasi sistem logika *fuzzy* untuk kecepatan motor dc menggunakan mikrokontroler [2]. Penambahan *hair dryer* yang merupakan salah satu elemen pemanas dilakukan karena penelitian yang dilakukan oleh Gatot Harry Wibisono telah menunjukkan bahwa pengeringan tangan lebih efisien dan lebih baik dibandingkan metode sebelumnya [3].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka dibuat sebuah perancangan pengatur pengering tangan berdasarkan jarak berbasis mikrokontroler ATMEGA8535 yang akan aktif selama masih mendeteksi tangan dan motor kipas akan berubah kecepatannya sesuai dengan jarak yang terdeteksi[9].

Apabila jarak tangan semakin menjauh sensor maka kipas akan diputar semakin cepat sehingga hawa panas akan cepat sampai ke tangan yang akan dikeringkan, sebaliknya apabila gerakan tangan semakin mendekat maka kipas perlahan-lahan akan melambat putarannya dan akan berhenti pada jarak tangan tertentu atau tidak terdeteksi posisi tangan pada jarak tertentu dan elemen pemanas juga dimatikan[8].

2. Metode

2.1. Logika Fuzzy

Fuzzy berarti samar, kabur atau tidak jelas. Fuzzy adalah istilah yang dipakai oleh Lotfi A Zadeh pada bulan Juli 1964 untuk menyatakan kelompok/ himpunan yang dapat dibedakan dengan himpunan lain berdasarkan derajat keanggotaan dengan batasan yang tidak begitu jelas (samar), tidak seperti himpunan klasik yang membedakan keanggotaan himpunan menjadi dua, himpunan anggota atau bukan anggota[5].

Kendali logika Fuzzy bekerja berdasarkan aturan linguistik yang dibuat mirip dengan seorang operator ahli dalam melakukan proses kendali. Pada proses manual, kinerja memuaskan atau tidak tergantung dari pengalaman operator tersebut, pengalaman butuh waktu dan *trial-and-error*.

Mekanisme kendali logika Fuzzy kalang tertutup ditunjukkan pada Gambar 1.



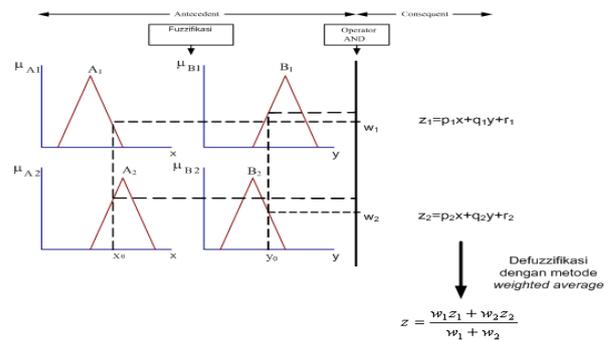
Gambar 1. Sistem loop tertutup dengan pengendali Fuzzy

Gambar 1 menunjukkan dua masukan berbentuk *crisp* (tegas), yaitu masukan *error* dan perubahan *error* yang diperoleh dari nilai referensi, keluaran *plant*, dan *error* sebelumnya. Dua masukan tersebut akan diolah oleh pengendali logika Fuzzy. Nilai keluaran yang dihasilkan pengendali logika Fuzzy berupa *crisp*. Struktur dasar sebuah pengendali logika Fuzzy ditunjukkan pada Gambar 2.4, yang meliputi empat bagian utama yaitu Fuzzifikasi, basis pengetahuan, logika pengambilan keputusan, dan defuzzifikasi.

Logika pengambilan keputusan disusun dengan cara menuliskan aturan yang menghubungkan antara masukan dan keluaran sistem Fuzzy. Aturan ini diekspresikan dalam kalimat: 'jika <masukan> maka <keluaran>'.
 Implikasi dalam metode Sugeno merupakan suatu perkalian atau nilai minimum antara keluaran bagian *antecedent* dengan menggunakan operator AND.

Proses pengambilan keputusan dengan metode Sugeno ditunjukkan pada gambar 2 dengan memisalkan bahwa fungsi keanggotaan masukan adalah fungsi segitiga dan mempunyai 2 aturan Fuzzy, yaitu :

- IF x adalah A₁ dan y adalah B₁ maka z adalah Z₁
- IF x adalah A₂ dan y adalah B₂ maka z adalah Z₂



Gambar 2. Proses pengambilan keputusan metode Sugeno.

Langkah pertama pengambilan keputusan metode Sugeno adalah melakukan proses Fuzzifikasi untuk memetakan data *crisp* masukan *error* dan perubahan *error* ke dalam data Fuzzy sesuai dengan tipe dan bentuk fungsi keanggotaan. Langkah kedua adalah melakukan proses terhadap kedua data Fuzzy tersebut dengan operator AND yang akan mengambil nilai paling minimal dari dua data tersebut. Langkah ketiga dengan implikasi MIN akan memotong derajat keanggotaan variabel keluaran pada nilai keluaran setelah melalui operator AND. Ketiga proses tersebut juga diterapkan pada aturan-aturan Fuzzy berikutnya. Setelah semua aturan Fuzzy telah dieksekusi, dilakukan proses defuzzifikasi dengan metode rata-rata terbobot yang akan memperoleh nilai tegasnya.

2.2. LCD (Liquid Crystal Display)

Modul LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu alat yang digunakan sebagai tampilan. Pada dasarnya sistem pengaturan LCD memiliki standar yang sama walaupun sangat banyak macamnya baik ditinjau dari perusahaan pembuat maupun dari ukurannya.



Gambar 3. LCD

LCD merupakan modul *dot-matrix* tampilan kristal cair (LCD) dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya rendah. Modul LCD ini telah dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD, berfungsi sebagai pengatur (*system controller*) dan penghasil karakter (*character generator*).

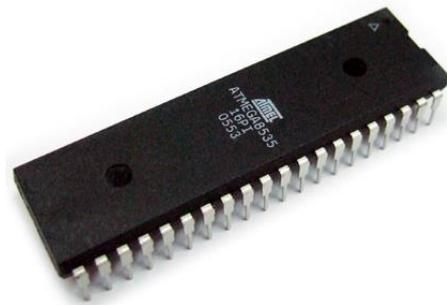
2.3. Mikrokontroler AVR ATmega 8535

AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). AVR mempunyai 32 register serbaguna, *Timer/Counter* fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt* internal dan eksternal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan mode *power saving*. Beberapa di antaranya mempunyai ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI.

Mikrokontroler AVR ATmega 8535 merupakan mikrokontroler 8 bit dengan konsumsi daya rendah produksi ATMEL, yang memiliki beberapa fitur istimewa antara lain:

- Arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*).
- CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
- Memiliki kemampuan 16 MIPS (*Mega Instructions per Second*) pada 16 MHZ.
- Memiliki kemampuan 8 Kbytes *In-System Programmable Flash* (10000 siklus hapus/tulis).
- Memiliki 512 bytes SRAM.
- Memiliki kemampuan 512 bytes *In-System Programmable EEPROM* (100.000 siklus hapus/tulis).
- Memiliki kemampuan 2x8 bit *timer/counter* dengan *Prescaler* terpisah.

- Memiliki kemampuan 16 bit *timer/counter* dengan *Prescaler* terpisah yang dapat digunakan untuk *mode compare*, dan *mode capture*.
- Memiliki 4 saluran PWM.8 terminal, 10 bit ADC.
- *Analog comparator* dalam *chip*.
- Serial UART terprogram.
- Antarmuka serial SPI *master/slave*.
- Sumber interupsi internal dan eksternal.
- Saluran I/O sebanyak 32 buah : PORT A, PORT B, PORT C, dan PORT D.



Gambar 4. Mikrokontroler AVR ATmega 8535

Mikrokontroler AVR ATmega 8535 telah didukung penuh dengan program dan sarana pengembangan seperti, kompilerv-kompilerv C, simulator program, emulator dalam rangkaian, dan *kit* evaluasi.

2.4. Sensor Ultrasonik

Sensor yang digunakan pada Penelitian ini merupakan sebuah sensor ultrasonik buatan Parallax (*Sensor PING™ Ultrasonik Range Finder*). Bentuk visual sensor yang digunakan dalam Penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5. Sensor PING™ ini dapat mengukur jarak benda.

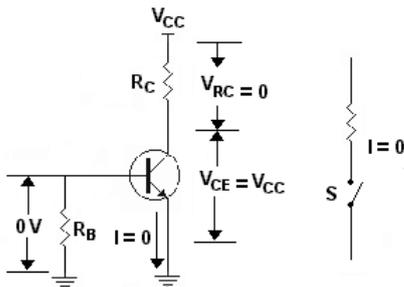


Gambar 5. Sensor Ultrasonik

Sensor PING™ memancarkan gelombang ultrasonik melalui *transmitter* dengan kontrol dari mikrokontroler (pulsa *trigger* dengan t_{OUT} minimal 2 μs). Gelombang ultrasonik ini melintasi udara dengan kecepatan 344 meter per detik, mengenai objek, memantul kembali ke sensor, dan diterima oleh *receiver* PING™.

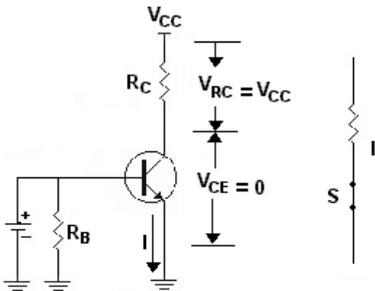
2.5. Transistor Sebagai Sakelar

Seperti pada gambar 6, tegangan pada dioda basis emitor transistor yaitu 0V. antara basis emitor itu tidak ada tegangan muka (bias voltage). Karena itu, tidak ada arus yang mengalir dari V_{CC} ke ground. Arus ini dinamai arus kolektor (I_C). Pada kondisi demikian transistornya tersumbat (cut off). Dalam keadaan tersumbat ini, maka tegangan antara kolektor emitor (V_{CE}) adalah sama tinggi dengan V_{CC} . Maka transistor bertingkah seperti suatu putusan.



Gambar 6. Transistor dalam keadaan tersumbat

Pada gambar berikutnya (gambar 7), dioda basis emitor transistor diberi tegangan muka maju (forward bias voltage) yang cukup besar, oleh karena itu mengalirlah arus kolektor (I_C) yang kuat, dengan tegangan basis emitor yang cukup besar akan dapat diperoleh I_C yang maksimum. Pada kondisi tersebut transistornya jenuh (saturated), transistor yang jenuh bertingkah seperti suatu hubung singkat, maka tegangan V_{CE} sama dengan 0V.



Gambar 7 Transistor dalam keadaan jenuh

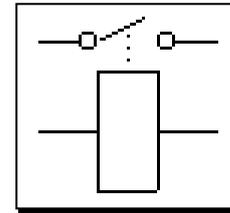
Kuat arus jenuh ini ditetapkan oleh : (1) besarnya perlawanan R_C , dan (2) faktor penguatan arus (h_{fe}) transistor.

Apabila perlawanan R_C diganti dengan lampu pijar atau LED, maka dalam kondisi tersebut (gambar 6) lampu padam. Transistor merupakan sakelar yang sedang membuka. Dan bila dalam kondisi seperti pada gambar 7 lampu menyala. Transistor merupakan sakelar yang sedang menutup.

Cara membuka dan menutup sakelar (transistor) yaitu dengan jalan menghapus dan memberi tegangan muka diantara basis emitor.

2.6. Relay

Relay adalah sakelar magnetis yang menghubungkan rangkaian beban ON/OFF dengan pemberian energi elektromagnetis yang membuka atau menutup kontak pada rangkaian seperti terlihat pada gambar 8.

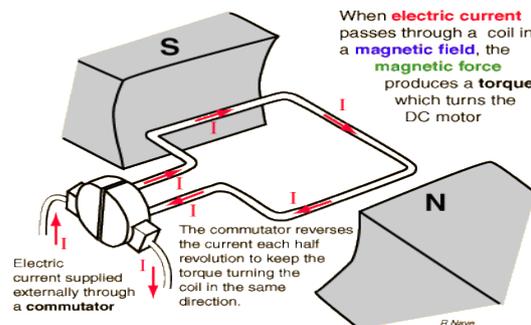


Gambar 8. Simbol relay satu kontak

Relay biasanya hanya mempunyai satu kumparan, tetapi relay dapat mempunyai beberapa kontak.

2.7. Motor DC

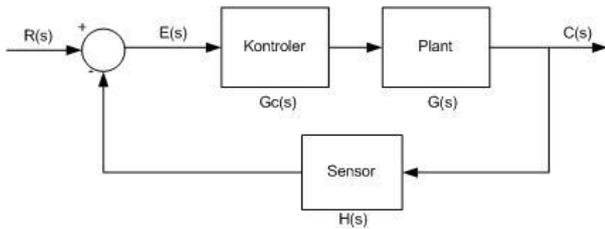
Motor DC adalah perangkat mesin pertama yang mengkonversi besaran listrik menjadi besaran mekanik. Putaran dan torsi pada motor DC dihasilkan dari gaya tarik-menarik dan gaya dorong yang dihasilkan oleh medan magnetik pada motor DC tersebut. Berdasarkan pada gambar 6, motor DC terdiri dari 6 bagian utama antara lain : Axis atau poros motor DC, bagian yang berputar yang disebut rotor, bagian yang tetap yang disebut stator, komuntator, *Field Magnets*, dan *brushes*.



Gambar 9. Motor DC

Perancangan motor DC berbeda-beda, ada motor DC dengan bagian rotor merupakan kumparan kawat dan bagian stator adalah magnet permanen motor jenis ini disebut motor magnet permanen (*permanent magnet motor*). Apabila motor DC dengan bagian rotor merupakan magnet permanen dan bagian stator adalah terdiri dari kumparan kawat, motor jenis ini disebut *wound-field motor* [13].

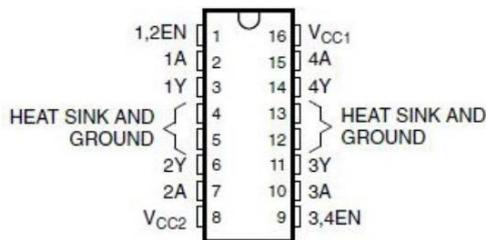
Dalam pengendalian motor dc, dapat dilihat blok diagram pada gambar 10 berikut:



Gambar 10. Blok diagram kontroler

2.8. IC L293D

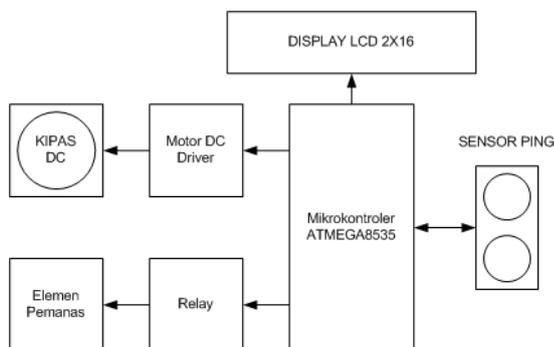
IC L293D adalah IC yang didesain khusus sebagai *driver* motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL maupun mikrokontroler. Motor DC yang dikontrol dengan *driver* IC L293D dapat dihubungkan ke *ground* maupun ke sumber tegangan positif karena di dalam *driver* L293D sistem *driver* yang digunakan adalah totem pool. Dalam 1 *unit chip* IC L293D terdiri dari 4 buah *driver* motor DC yang berdiri sendiri - sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap *driver*. Sehingga dapat digunakan untuk membuat *driver H-bridge* untuk 2 buah motor DC. Konstruksi pin *driver* motor DC IC L293D dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Konstruksi pin IC L293D

2.9. Perancangan Perangkat Keras

Blok rancangan perangkat keras sistem pengatur pengering tangan pada Penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 12. Perancangan perangkat keras meliputi mikrokontroler sebagai pengendali, unit masukan, dan perancangan *display*.



Gambar 12 Rancangan pengatur pengering tangan.

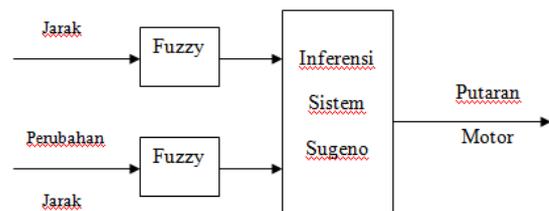
Penjelasan dari masing-masing blok sistem pengatur pengering tangan pada gambar 12 adalah sebagai berikut :

- 1 Sensor PING™ merupakan sensor yang akan mendeteksi jarak sensor terhadap tangan. Keluaran sensor ini berupa tegangan digital, yaitu memiliki logika 1 saat *transmitter* memancarkan gelombang ultrasonik dan memiliki logika 0 saat *receiver* menerima gelombang ultrasonik yang telah dipancarkan.
- 2 LCD (*Liquid Crystal Display*) dan *driver* LCD berfungsi sebagai media tampilan selama proses pengendalian berlangsung.
- 3 Driver motor dc adalah rangkaian yang digunakan untuk mengatur putaran motor dc (kipas).
- 4 Rangkaian pengendali tegangan AC (*relay*) adalah rangkaian yang berfungsi untuk mengendalikan tegangan AC yang masuk ke elemen pemanas dengan cara mengaktif/nonaktifkan relay.
- 5 Catu daya berfungsi sebagai suplai sistem keseluruhan.
- 6 Mikrokontroler AVR ATmega 8535 yang berfungsi sebagai pusat pengendalian pada sistem pengatur pengering tangan ini dapat diprogram dengan menggunakan bahasa C/AVR.

2.10. Perancangan Perangkat Lunak

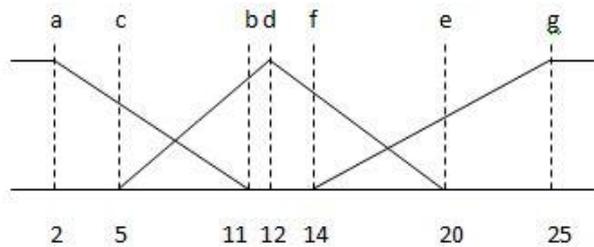
Pemrograman mikrokontroler ATmega 8535 dapat dilakukan dengan menggunakan bahasa *assembly* dan Basic. Perancangan perangkat lunak Penelitian ini digunakan bahasa Basic dengan kompiler C/AVR. Pemilihan bahasa C# dikarenakan kemudahan, kesederhanaan, serta fleksibilitas pemrograman karena selain perintah-perintah dalam bahasa C# dapat pula disisipkan bahasa *assembly* yang disebut dengan *inline assembly*.

Kendali *fuzzy* dirancang dengan dua masukan yaitu jarak dan perubahan jarak, serta satu keluaran. Masukan yang berupa jarak dan perubahan jarak diolah melalui serangkaian proses mulai dari fuzzifikasi hingga defuzzifikasi dan menghasilkan sinyal kendali untuk mengendalikan *plant* yaitu kendali kecepatan putar motor dc. Dalam merancang program kendali, diperlukan perancangan sistem *fuzzy* alat pengering tangan. Perancangan sistem *fuzzy* ini diperlihatkan pada gambar 13.

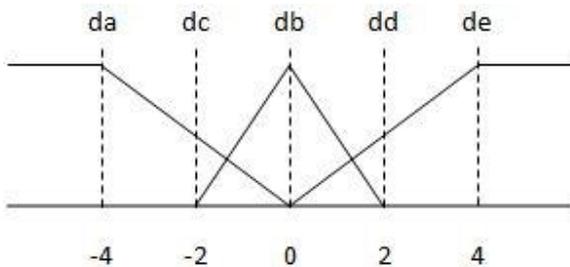


Gambar 13. Perancangan sistem fuzzy

Perancangan masukkan jarak mempunyai data tegas antara 2 sampai 25 dan perubahan jarak -4 sampai 4, masukan jarak dipetakan dalam nilai linguistik menjadi 3 kelas yaitu dekat (D), sedang (S), jauh (J) dan untuk masukan perubahan jarak dipetakan dalam nilai linguistik menjadi 3 kelas Negatif (N), Zero (Z), dan Positif (P). Derajat keanggotaan bernilai 0 sampai 1 sebagaimana dapat dilihat pada gambar 14 dan gambar 15.



Gambar 14. Fungsi keanggotaan jarak



Gambar 15. fungsi keanggotaan perubahan jarak

Untuk mendapatkan nilai *crisp* keluaran dari himpunan-himpunan *fuzzy* keluaran yaitu dengan menggunakan metode rata-rata terbobot. Pada metode ini nilai *crisp* keluarannya diperoleh berdasarkan titik berat dari kurva hasil proses pengambilan keputusan yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Output = \frac{\sum_{i=1}^N w_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

Realisasi proses defuzzifikasi dalam bentuk program adalah sebagai berikut:

```
void defuzifikasi(float CrispJarak, float
    NilaiDeltaJarak)
{
    float n_outA=0,
    n_outB=40,
    n_outC=n_outB+1,
    n_outD=60,
    n_outE=n_outD+1,
    n_outF=100;

    char x;
    float
    sum_anggotaPelan=0, sum_anggotaSedang=0, sum
    _anggotaKencang=0;
```

```
float
n_anggotaPelan=0, n_anggotaSedang=0, n_anggo
taKencang=0;

x=n_outA;
while (x<=n_outB) {sum_anggotaPelan+=x;
n_anggotaPelan+=1; x+=1;}

x=n_outC;
while (x<=n_outD) {sum_anggotaSedang+=x;
n_anggotaSedang+=1; x+=1;}

x=n_outE;
while (x<=n_outF) {sum_anggotaKencang+=x;
n_anggotaKencang+=1; x+=1;}

keanggotaan_error_RPM(CrispJarak);

keanggotaan_delta_error_RPM(NilaiDeltaJara
k);

implikasi();

CrispPWM=
(sum_anggotaPelan*uRPM_Pelan+sum_anggotaSe
dang*uRPM_Sedang+sum_anggotaKencang*uRPM_K
encang);

CrispPWM/=(n_anggotaPelan*uRPM_Pelan+n_ang
gotaSedang*uRPM_Sedang+n_anggotaKencang*uR
PM_Kencang);
}
```

3 Hasil dan Analisa

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat keras yang telah dirancang dapat bekerja dan berfungsi dengan baik sebagaimana yang diinginkan. Pengujian ini meliputi pengujian terhadap komponen-komponen yang digunakan seperti linearitas sensor ultrasonic (PING), sistem mikrokontroler, rangkaian driver motor, kendali tegangan AC, LCD.

3.1. Pengujian Tegangan Motor DC

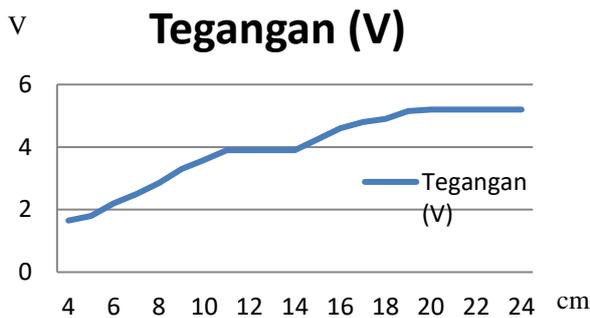
Pengujian tegangan motor DC dilakukan dengan mengukur tegangan pada motor DC. Berikut ini tabel dari pengujian tegangan motor DC untuk pengeringan tangan.

Dari gambar 16 tersebut dapat dilihat bahwa tegangan motor dc berada pada kisaran 1-5 Volt. Besarnya tegangan tergantung besarnya jarak yang terdeteksi oleh sensor dan hasil dari duty cycle yang dihasilkan. Pada grafik dapat kita lihat bahwa tegangan terbesar pada jarak 24 cm dengan nilai teganga 5,20 Volt dan tegangan terkecil pada jarak 4 cm dengan nilai tegangan 1,65 Volt.

Tabel 1. Hasil pengujian tegangan motor DC

No	Sensor PING (cm)	Tegangan (V)
1		1,65
2	5	1,80
3	6	2,20
4	7	2,50
5	8	2,85
6	9	3,30
7	10	3,59
8	11	3,90
9	12	3,90
10	13	3,90
11	14	3,90
12	15	4,25
13	16	4,60
14	17	4,80
15	18	4,90
16	19	5,15
17	20	5,20
18	21	5,20
19	22	5,20
20	23	5,20
21	24	5,20

Berdasarkan tabel 1, diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 16 Grafik tegangan pada motor dc

3.2. Pengujian Sensor PING

Pengujian sensor PING™ dilakukan dengan mengukur jarak dari sensor . Pembacaan sensor dibatasi pada jarak 2 cm – 25 cm dan benda yang akan diukur berupa tangan sehingga akan didapatkan jarak. Tabel 2 terlihat bahwa sensor PING™ memiliki *error* sebesar 0,1-0,2 cm

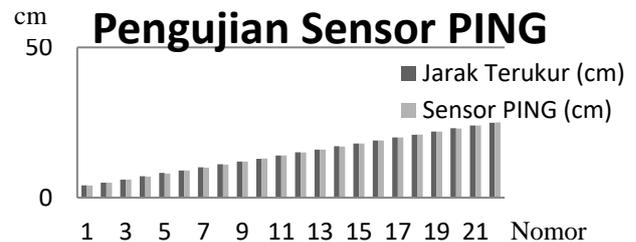
Tabel 2. Hasil perbandingan jarak terukur dengan pembacaan sensor PING

NO	Jarak Terukur (cm)	Sensor PING (cm)	Error (cm)
1	4,1	4	0,1
2	5	5	0
3	6	6	0
4	7,1	7	0,1
5	8,2	8	0,2
6	9	9	0
7	10,1	10	0,1
8	11,1	11	0,1
9	12	12	0
10	12,9	13	0,1
11	14	14	0

Lanjutan Tabel 2

12	15,1	15	0,1
13	16	16	0
14	17,1	17	0,1
15	18	18	0
16	19	19	0
17	20	20	0
18	20,9	21	0,1
19	22	22	0
20	23,1	23	0,1
21	24	24	0
22	24,9	25	0
Rata-rata <i>error</i>			0,045

Berdasarkan tabel 2, diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 17. Grafik pengujian sensor PING

Dari gambar 17 tersebut, pengujian pada sensor PING terlihat selisih dari jarak pengukuran dan jarak yang di deteksi sensor PING sangat kecil sehingga kedua garis pada grafik hampir menyatu.

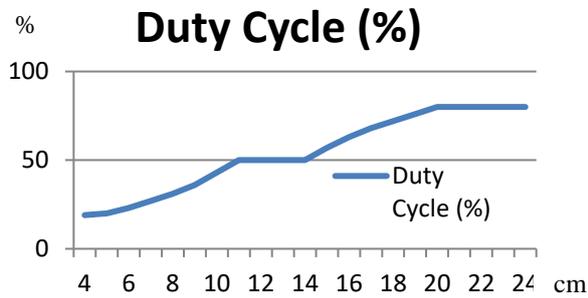
3.3. Pengujian Motor DC

Pengujian motor DC dilakukan dengan cara mengamati *duty cycle* yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor DC. Pengaturan kecepatan motor ini merupakan hasil keluaran setelah defuzzifikasi sistem *fuzzy logic* yang mengatur *duty cycle* motor dc pada alat pengering tangan. Berikut ini tabel dari pengujian kecepatan motor dc untuk pengeringan tangan.

Tabel 3. Hasil pengujian kecepatan putar motor dc

NO	Sensor PING (cm)	Duty Cycle (%)
1	4	19
2	5	20
3	6	23
4	7	27
5	8	31
6	9	36
7	10	43
8	11	50
9	12	50
10	13	50
11	14	50
12	15	57
13	16	63
14	17	68
15	18	72
16	19	76
17	20	80
18	21	80
19	22	80
20	23	80
21	24	80

Berdasarkan tabel 3 , diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 18. Grafik kecepatan putar motor dc pada alat pengering tangan

Dari gambar 18 tersebut, dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak tangan yang terdeteksi oleh sensor, maka putaran motor dc semakin tinggi. Sebaliknya, semakin dekat tangan yang terdeteksi sensor, maka putaran kipas semakin rendah. Tetapi pada jarak 4 cm – 7 cm putaran motor dc berada di bawah 30%. Hal ini dimaksudkan untuk keamanan agar tangan tidak merasa terbakar.

3.4. Pengujian Relay Elemen Pemanas

Pengujian relay elemen pemanas ini dilakukan dengan cara memberikan halangan pada sensor sehingga diketahui apakah pemanas aktif atau tidak dan sesuai dengan tujuannya. Hasil pengujian bisa dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Pengujian Relay Elemen Pemanas

Sensor	Relay	Kondisi Elemen Pemanas	Tegangan Elemen Pemanas
High	Mati	Mati	0 V
Low	Aktif	Aktif	102,5 V

Pada tabel 4 dapat dilihat ketika sensor tidak mendeteksi halangan (kondisi *high*), maka relay akan mati. Hal ini mengakibatkan elemen pemanas juga dalam keadaan mati dan tidak ada tegangan yang masuk ke dalam elemen pemanas. Ketika kondisi sensor mendeteksi halangan (kondisi *low*), maka relay akan aktif. Hal ini mengakibatkan elemen pemanas menjadi aktif dan menerima tegangan masuk sebesar 102,5 V untuk memanaskan elemen tersebut. Dengan demikian pengujian elemen pemanas sesuai dengan rancangan dan mampu bekerja dengan baik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang dilakukan didapatkan hal-hal penting, yaitu telah dibuat alat pengering tangan dengan metode *fuzzy logic* yang mampu bekerja sesuai dengan konsep. Tegangan terbesar pada jarak 24 cm dengan nilai tegangan 5,20 Volt dan tegangan

terkecil pada jarak 4 cm dengan nilai tegangan 1,65 Volt. Pada pengujian jarak, sensor PING™ memiliki *error* sebesar 0,1-0,2 cm. Kecepatan putar motor paling pelan pada jarak 4 cm dengan nilai *Duty Cycle* sebesar 19% dan kecepatan motor paling kencang pada jarak 24 cm dengan nilai *Duty Cycle* sebesar 80% yang berarti alat sudah bekerja sesuai dengan konsep.

Pada pengembangan sistem lebih lanjut ada beberapa saran yang dapat dilakukan yaitu perancangan kembali dengan logika Fuzzy, dengan basis aturan maupun fungsi keanggotaan (masukan/keluaran) yang berbeda untuk memperoleh respon sistem yang lebih baik dan memuaskan.

Referensi

- [1]. Ardianto, Aan, "Pemanfaatan Mikrokontroler Atmega 8535 dan sensor PIR Sebagai Pengendali Alat Pengereng Tangan", Proyek akhir diploma ilmu komputer, Universitas Sebelas Maret Surakarta, 2010.
- [2]. Thorat, A.A., Suhas Yadav, S.S. Patil, *Implementation of Fuzzy Logic System for DC Motor Speed Control using Microcontroller*, International Journal of Engineering Research and Applications, 2013.
- [3]. Wibisono, Gatot Harry, "Pencuci dan Pengereng Tangan Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535", Jurusan Sistem Komputer, Universitas Gunadarma, 2012.
- [4]. Wang, Li-Xin, *A Course in Fuzzy Systems and Control*, Prentice-Hall International Inc, New Jersey, 1997.
- [5]. Jamshidi, Mohammad, *Application of Fuzzy Logic*, Prentice-Hall International Inc, New Jersey, 1980.
- [6]. Kusumadewi, Sri, Sri Hartati, Agus Harjoko, dan Retantyo Wardoyo, *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006.
- [7]. Mizutani, Eiji, J.S.R. Jang, and C.T. Sun, "Neuri-Fuzzy and Soft Computing", Prentice-Hall International, Inc, New Jersey, USA, 1997.
- [8]. Kuswadi, Son., *Kendali Cerdas Teori dan Aplikasi Praktisnya*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2007
- [9]. Ahmed, Husain, Dr. Gagan Singh, Vikas Bhardwaj, *Controlling of D.C. Motor using Fuzzy Logic Controller*, Conference on Advances in Communication and Control Systems, 2013.
- [10]. Budiharto Widodo, *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATmega16*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2008.
- [11]. Gunterus, Frans, *Falsafah Dasar: Sistem Pengendalian Proses*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1997.
- [12]. Heryanto, M. Ary dan Wisnu Adi P, *Pemrograman Bahasa C Untuk Mikrokontroler AT MEGA 8535*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2008.
- [13]. Rai, J.N., Mayank Singhal, Mayank Nandwani, *Speed Control of Dc Motor Using Fuzzy Logic Technique*, IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE), 2012.