

SISTEM PENYIRAM TANAMAN JAGUNG PADA TANAH TANDUS BERBASIS *FUZZY LOGIC*

Richa Watiasih¹, Nurcholis²

^{1,2} Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya

¹richa@ubhara.ac.id, ²cholis09041011@gmail.com

Abstrak

Pada penelitian ini metode *Fuzzy Logic* diterapkan untuk mengontrol penyiraman air pada tanaman Jagung yang ditanam pada media tanah tandus. Proses kontrol dengan *Fuzzy Logic* ini dilakukan oleh Mikrokontroler dengan tambahan interface yang berupa *Analog Input Output add-on board* untuk minimum sistem *AVR Low Cost Micro System*, interface LCD sebagai *output* tampilan durasi penyiraman oleh pompa air, sebuah sensor suhu dan sensor kelembaban tanah sebagai input *fuzzy logic*. Sistem penyiram pada tanaman Jagung ini dapat berfungsi dengan baik, dimana penyiraman air pada tanaman jagung dapat dikontrol dengan menggunakan metode *fuzzy logic* berdasarkan data suhu dan kelembaban tanah sehingga durasi penyiraman sesuai dengan kebutuhan tanaman jagung.

Kata kunci : Tanaman Jagung, Sensor Suhu, Sensor Kelembaban, ATMEGA 8535, *Fuzzy Logic*

1. Pendahuluan

Keadaan tanah yang mendukung pertumbuhan tanaman jagung akan memberikan penambahan penimbunan berat kering, tinggi tanaman dan luas daun sebagai ciri pertumbuhan (Gardner et al, 1985).

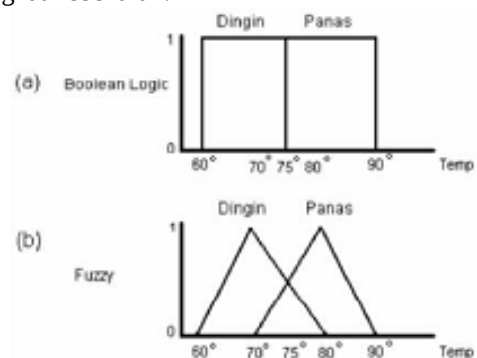
Air merupakan komponen penting bagi berlangsungnya berbagai proses fisiologi seperti serapan hara, fotosintesis dan reaksi biokimia sehingga penurunan absorpsi air mengakibatkan hambatan pertumbuhan dan penurunan hasil. Periode masa kekeringan dapat terjadi pada setiap fase pertumbuhan jagung, namun tanaman jagung sangat sensitif terhadap cekaman kekeringan pada fase pembuangan sampai pengisian biji (Grant et al., 1989).

Perancangan sistem kontrol yang mempunyai input non-linier dan dengan persamaan fungsi alih yang sulit membutuhkan suatu sistem kendali yang mampu membuat keputusan pengendalian. Hal ini disebabkan karena keputusan pengendalian yang dikeluarkan logika manusia mempunyai keluaran pengendalian yang sempurna dalam pengaturan segala sesuatunya, baik itu yang konvensional maupun yang non-konvensional. *Fuzzy logic* merupakan salah satu metode sistem kontrol yang dapat memberikan keputusan yang menyerupai keputusan manusia (Sri Teguh, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sistem penyiram tanaman jagung yang ditanam pada tanah tandus yang dapat bekerja secara otomatis berdasarkan kebutuhan tanaman menggunakan kecerdasan buatan yaitu *Fuzzy Logic*.

1.1 Fuzzy Logic

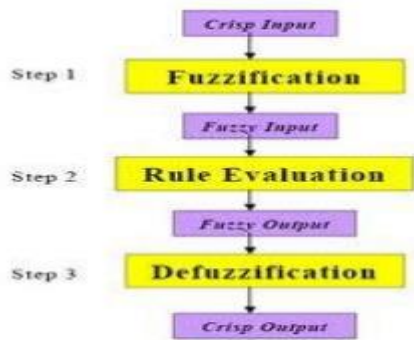
Fuzzy logic adalah peningkatan dari logika *Boolean* yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian. Dimana logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), *fuzzy logic* menggantikan kebenaran *Boolean* dengan tingkat kebenaran.



Gambar 1 Perbedaan *Boolean Logic* dan *fuzzy logic*.

Fuzzy logic memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistic, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan”, dan “sangat”. Metode ini berhubungan dengan *fuzzy set* dan teori kemungkinan. *Fuzzy logic* ini diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada tahun 1965. (Sri Kusumadewi, 2010)

Beberapa langkah berdasarkan ketentuan *fuzzy logic* dapat dilihat pada gambar 2.

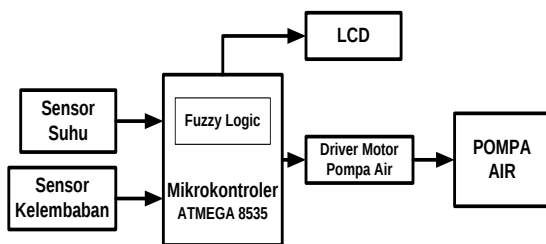


Gambar 2 Langkah-langkah membuat *fuzzy logic controller*.

2. Metodologi

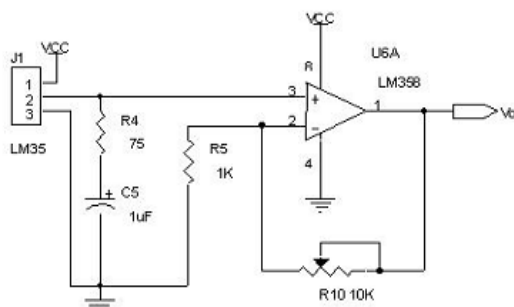
2.1 Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* untuk sistem penyiram tanaman jagung pada tanah tandus ini menggunakan dua sensor, yaitu sebuah sensor suhu LM 35DZ dan sebuah sensor kelembaban tanah. Sensor suhu digunakan untuk mengukur suhu pada tanah. Sedangkan sensor kelembaban tanah digunakan untuk mengukur kadar air dalam tanah. Dari kedua sensor tersebut menghasilkan *output* analog yang akan menjadi *input* bagi ADC yang ada pada Mikrokontroler ATMEGA 8535. Didalam mikrokontroler ini data suhu dan kelembaban akan diproses sehingga didapatkan *output* yang akan ditampilkan melalui LCD display dan pada *driver* motor pompa air untuk menentukan berapa lamanya pompa air akan menyala dan melakukan penyiraman pada tanaman jagung yang ditanam pada tanah tandus.



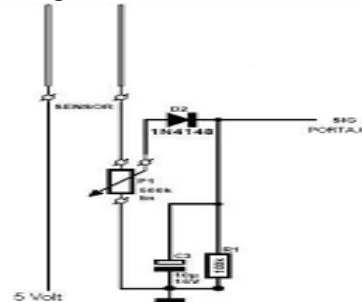
Gambar 3 Blok Diagram Sistem.

Pada sistem ini sensor suhu yang digunakan adalah LM35DZ seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4.



Gambar 4 Rangkaian sensor suhu.

Untuk mengukur kelembaban tanah maka digunakan sensor *humidity* (sensor kelembaban). Untuk rancangan alat pengukur kelembaban tanah terdiri dari Resistor, Kapasitor, Dioda dan Probe sehingga dapat digunakan untuk mengukur nilai resistansi dalam tanah. Alat ukur ini dimodifikasi dari rangkaian *Soil Moisture tester*. Gambar 5 merupakan rangkaian sensor kelembaban tanah.

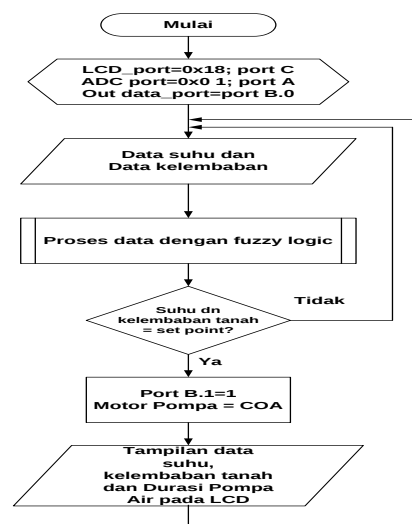


Gambar 5 Rangkaian sensor kelembaban tanah.

2.2 Perancangan Software

Program pada mikrokontroler yang dirancang meliputi perancangan program utama dan sub program proses data dengan metode *fuzzy logic* untuk mengontrol penyiraman air pada tanaman jagung yang di tanam pada tanah tandus sehingga penyiraman air sesuai dengan kebutuhan tanaman jagung.

Dari gambar 6 dapat dijelaskan bahwa *input* dari kedua sensor akan diproses dalam Mikrokontroler dengan metode *fuzzy logic*, kemudian hasil dari pengolahan nilai ADC ditampilkan pada LCD dan menghasilkan *output* ke motor pompa.



Gambar 6 Flowchart Sistem Penyiram tanaman jagung pada tanah tandus berbasis *Fuzzy Logic*.

Dalam *sub program* proses data dengan *fuzzy logic* yang ada pada gambar 6 dapat dijelaskan sebagai langkah-langkah atau tahap-tahap yang harus dilakukan dalam membuat

kontroler yang menerapkan metode *fuzzy logic*, yaitu : Fuzifikasi, Rule Base/rule evaluasi dan Defuzifikasi.

Fuzifikasi

Tahap pertama pada proses *Fuzzy Logic* ini adalah Fuzifikasi, yang berupa penentuan dari *crisp input* dan *crisp output fuzzy*, yaitu :

1. *Input* Suhu memiliki 3 himpunan *fuzzy* dan setiap himpunan terdiri dari beberapa level suhu, yaitu :

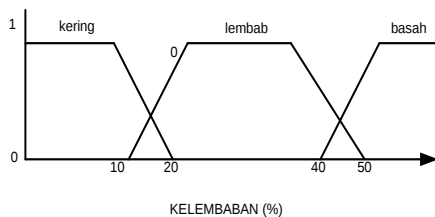
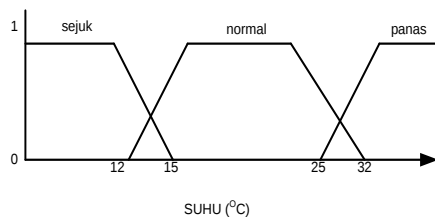
Sejuk suhu $\leq 15^{\circ}\text{C}$
 Normal $15^{\circ}\text{C} \leq \text{suhu} \leq 32^{\circ}\text{C}$
 Panas suhu $\geq 32^{\circ}\text{C}$

2. *Input* Kelembaban Tanah memiliki 3 himpunan *fuzzy*, yaitu :

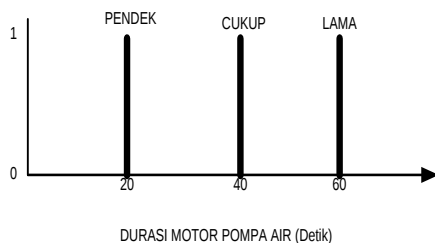
Kering kelembaban tanah ≤ 20
 Lembab $10 \leq \text{kelembaban tanah} \leq 50$
 Basah kelembaban ≥ 50

3. *Output* Durasi Penyiraman Pompa Air memiliki 3 himpunan *fuzzy*, yaitu :

Pendek COA ≤ 20
 Cukup $20 \leq \text{COA} \leq 60$
 Lama COA ≥ 60



(a)



(b)

Gambar 7 Rancangan *Fuzzy Logic* untuk kontrol penyiram tanaman jagung di lahan tandus: (a) *Input Fuzzy*; (b) *Output Fuzzy*.

Rule Base

Tahap kedua pada proses *fuzzy* adalah *Rule Base*, yaitu penentuan aturan-aturan *fuzzy* untuk kedua input dan output. Untuk aturan *fuzzy* yang digunakan seperti yang ditunjukkan oleh tabel 1.

Tabel 1 *Rule Base*

Sensor I \ Sensor II	Sejuk	Normal	Panas
Kering	Lama	Lama	Lama
Lembab	Cukup	Cukup	Cukup
Basah	Pendek	Pendek	Pendek

Keterangan :

Sensor I = Sensor Suhu LM35

Sensor II = Sensor Kelembaban tanah

Rule base pada *fuzzy* yang ada pada tabel 1 bisa dijelaskan sebagai berikut :

1. IF Suhu is Sejuk AND Kelembaban Tanah is Kering THEN Durasi Pompa air is Lama.
2. IF Suhu is Sejuk AND Kelembaban Tanah is Lembab THEN Durasi Pompa air is Cukup.
3. IF Suhu is Sejuk AND Kelembaban Tanah is Basah THEN Durasi Pompa air is Pendek.
4. IF Suhu is Normal AND Kelembaban Tanah is Kering THEN Durasi Pompa air is Lama.
5. IF Suhu is Normal AND Kelembaban Tanah is Lembab THEN Durasi Pompa air is Cukup.
6. IF Suhu is Normal AND Kelembaban Tanah is Basah THEN Durasi Pompa air is Pendek.
7. IF Suhu is Panas AND Kelembaban Tanah is Kering THEN Durasi Pompa air is Lama.
8. IF Suhu is Panas AND Kelembaban Tanah is Lembab THEN Durasi Pompa air is Cukup.
9. IF Suhu is Panas AND Kelembaban Tanah is Basah THEN Durasi Pompa air is Pendek.

Defuzifikasi

Defuzifikasi adalah tahap akhir dari proses *fuzzy logic*. Metode defuzifikasi yang dipakai adalah metode *centroid*. Pada metode ini, solusi *crisp* yang diperoleh dengan cara mencari nilai tengah atau biasa disebut *Center of Area* (COA). Pencarian nilai tengah ini diperoleh dari persamaan sebagai berikut :

$$COA = \frac{\sum_0^n a_n \cdot z_n}{\sum_0^n a_n} \quad (1)$$

2.3 Penanaman Jagung

Benih jagung yang digunakan adalah benih jagung Nusantara 1. Penanaman jagung dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Media yang digunakan terdiri dari campuran tanah : pasir : kerikil dengan perbandingan 1:1:1 yang dikondisikan sebagai tanah yang tandus, namun agar lahan tetap bisa ditanami jagung maka diberikan kompos yang cukup.
2. Dikarenakan sistem penyiram tanaman jagung menggunakan metode *fuzzy logic* ini masih bersifat *prototype*, maka pada penelitian ini jagung ditanam pada media tanam “Pot Bunga” yang berukuran diameter 40 cm.

4. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengukuran sensor Suhu LM35

Dari hasil pengujian sensor suhu dapat diperoleh data seperti yang ditunjukkan oleh tabel 2.

Tabel 2 Perbandingan data ADC dengan Tegangan Output dari LM35

No.	ADC LM35	Output LM35 (Volt)
1.	56	0.26
2.	66	0.31
3.	353	1.71
4.	472	2.2
5.	558	2.71

Dari data pada tabel 2 dapat dijelaskan bahwa data ADC yang dihasilkan berbanding lurus dengan tegangan *output* dari sensor suhu. Dengan kata lain bahwa semakin besar nilai ADC yang dihasilkan maka tegangan *output* dari sensor suhu akan semakin besar.

Setelah dilakukan pengujian antara sensor suhu dengan Termometer digital maka didapatkan data pengujian seperti yang ditunjukkan oleh tabel 3.

Tabel 3 Perbandingan hasil pembacaan suhu pada Sistem dengan Termometer.

No.	LM35 (°C)	Termometer Digital(°C)
1.	36	36.2
2.	34	34.1
3.	27	27.5
4.	35	35
5.	40	39.9

3.2 Hasil Pengukuran Sensor Kelembaban

Sebagai standar atau acuan dalam mengukur kadar air (kelembaban tanah), maka pada penelitian ini menggunakan *American standart Method* (ASM)

dengan cara melakukan perbandingan antara massa air dengan massa butiran tanah (massa tanah dalam kondisi kering), yang ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{massa air}}{\text{massa butiran tanah}} \times 100\%$$

(2)

Tabel 4 Data Pengukuran Kelembaban Tanah.

Massa tanah (kg)	Massa tanah + air (kg)	Kelembaban tanah (%)		Perbedaan hasil Pengukuran (%)
		ASM	Pada Sistem	
0.29	0.30	3.448	2	1.448
0.29	0.31	6.897	8	1.103
0.29	0.32	10.345	10	0.345
0.29	0.33	13.793	14	0.207
0.29	0.34	17.241	17	0.241
0.29	0.35	20.69	21	0.310
0.29	0.36	24.138	23	1.138
0.29	0.37	27.586	26	1.586
0.29	0.38	31.034	30	1.034
0.29	0.39	34.483	35	0.517
0.29	0.40	37.931	37	0.931
0.29	0.41	41.379	40	1.379
0.29	0.42	44.828	43	1.828
0.29	0.43	48.276	48	0.276
0.29	0.44	51.724	50	1.724
0.29	0.45	55.172	55	0.172
0.29	0.46	58.621	58	0.621
0.29	0.47	62.069	64	1.931
0.29	0.48	65.517	65	0.517
0.29	0.49	68.966	69	0.034
0.29	0.50	72.414	72	0.414
0.29	0.51	75.862	75	0.862
0.29	0.52	79.31	79	0.310
0.29	0.53	82.759	81	1.759
0.29	0.54	86.207	85	1.207
0.29	0.55	89.655	87	2.655
0.29	0.56	93.103	91	2.103
0.29	0.57	96.552	95	1.552
0.29	0.58	100	98	2
Rata-rata perbedaan		1.042		

Dari tabel 4 dapat dijelaskan bahwa nilai rata-rata perbedaan hasil pengukuran dari sistem yang dibuat terhadap *American Standart Method*

adalah sebesar 1.042%. nilai rata-rata perbedaan hasil pengukuran ini dapat diperkecil dengan menggunakan ADC yang memiliki jumlah bit yang lebih besar.

3.3 Pengujian Sistem Keseluruhan

Dari hasil pengujian sistem pada tanaman jagung di tanah tandus dan hasil simulasi *fuzzy logic* pada *software* Matlab, maka didapatkan data seperti yang ditunjukkan oleh tabel 5.

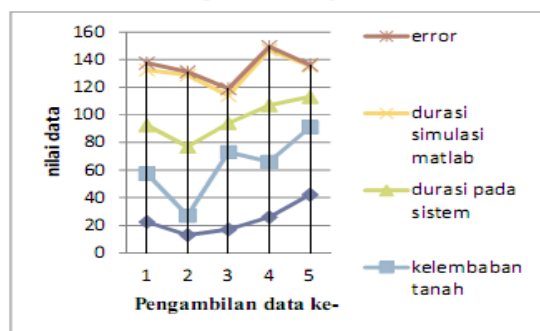
Tabel 5 Perbandingan hasil pengujian Sistem pada Plant dengan hasil simulasi.

No	Suhu (°C)	Kelembaban Tanah (%)	Durasi Pompa Air (detik)	Durasi Simulasi Matlab (detik)	Selisih Error (%)
1.	22.5	35	35	40	12.5
2.	13	14	50	51.9	2.25
3.	17	56	21	20	5
4.	26	40	41	40	2.5
5.	14.2	48.9	22	22.2	0.9

3.4 Analisis

Dari hasil pengujian sistem yang telah dilakukan pada penelitian ini maka dapat dianalisis bahwa pada tabel 3 untuk pengukuran suhu didapatkan selisih antara 0.1°C sampai dengan 0.5°C. Jika melihat tabel 4 maka dapat dilihat bahwa rata-rata perbedaan hasil pengukuran dari sistem yang dibuat terhadap *American Standart Method* adalah sebesar 1.042%. Rata-rata perbedaan hasil pengukuran ini dapat diperkecil dengan menggunakan ADC yang memiliki jumlah bit yang lebih besar.

Untuk hasil analisis dari pengujian sistem keseluruhan jika dibandingkan dengan hasil pengujian dengan simulasi pada Matlab dapat direpresentasikan seperti gambar 8.



Gambar 8 Grafik Perbandingan Sistem dengan Simulasi

Nilai *error* tertinggi dari beberapa pengujian yang telah dilakukan terdapat pada pengambilan data pertama yaitu sebesar 12.5%. *Error* ini terjadi karena beberapa faktor yaitu antara lain dikarenakan faktor lingkungan, cuaca serta pemilihan jumlah himpunan fuzzy dan keanggotaan

himpunan sangat mempengaruhi kestabilan sistem yang dikontrol.



Gambar 9. Pengujian Sistem Pada tanaman jagung di tanah tandus.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan yang telah dilakukan terhadap aplikasi sistem penyiram tanaman jagung pada tanah tandus berbasis *fuzzy logic* ini, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa penyiraman air pada tanaman jagung dapat dikontrol dengan menggunakan metode *fuzzy logic* berdasarkan data suhu dan kelembaban tanah, sehingga durasi penyiraman sesuai dengan kebutuhan tanaman jagung tersebut.

Daftar Pustaka

- A. Sofwan, 2005, Penerapan *Fuzzy Logic* pada Sistem Pengaturan Jumlah Air Berdasarkan Suhu dan Kelembaban, Jakarta.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce dan R.L. Mitchel, (1985), *The Phisiology Field Crop*. Diterjemahkam oleh Susilowati H., 1991, *Fisiologi Tanaman Budidaya*, Indonesia University Press, Jakarta.
- Grant, R.F., B.F. Jackson, J.R. Kiniry, G.F. Arkin, (1989), *Water Deficit Timming Effect on Yield Component in Maize*, *Agronomy Journal* (81) : 61-65.
- Sri Teguh, 2011, Implementasi Metode *Fuzzy Logic* Untuk Pengaturan Kelembaban Tanah Pada Tanaman Cabai, <http://www.eepisits.edu>
- Sri Kusuma Dewi, Heri Purnomo, 2010, Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Winoto, Ardi, 2008, Mikrokontroler AVR ATmega 8/16/32/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada winAVR, Bandung : Informatika Bandung.