



Sistem Pengendalian *Water Pump* untuk Mengatur Tinggi Level Air dengan *Fuzzy*

Baginda Oloan Siregar¹, Muhammad Andre Apriansyah²,
^{1,2} Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

¹bagindasiregar@ft.unsri.ac.id^{*}, ²andreapriansyah95@gmail.com

ABSTRACT

In some areas of South Sumatra during the dry season clean water is difficult to find. Local residents rely on springs from hills far from the settlement. Good clean water has criteria and quality, the PDAM is a company that processes unsuitable water into clean water that is suitable for consumption. The PDAM has a plant Water Treatment as a place to manage clean water. One procedure at the plant is conventional water level control. There is still an error rate in conventional level control. Control is needed on the error level so that control is more efficient. The application of fuzzy logic is used to reduce the error rate. Fuzzy logic is used for the output control of PWM motor values at the plant and has input distance readings from the SHAR GP2Y0A21 IR sensor. The PWM value is determined by fuzzy rules based on error values and different errors resulting from distance readings by sensors. From the results, at the 6 cm water level error value 14 and the resulting PWM value of 221 PWM values enter the set quickly and very quickly. The PWM value will drop to an error value of 0 resulting in a PWM value of 190 entering the medium set. The use of fuzzy logic on the plant is part of the right level to control the pump according to the level of error produced.

Keywords: Fuzzy Logic, Error, Level, PWM Value.

ABSTRAK

Di beberapa wilayah Sumatera Selatan pada musim kemarau air bersih sulit ditemukan. Warga setempat mengandalkan sumber mata air dari perbukitan yang jauh dari pemukiman. Air bersih yang baik memiliki kriteria dan mutu, PDAM ialah perusahaan pengolah air yang tidak layak menjadi air bersih layak konsumsi. PDAM memiliki *plant Water Treatment* sebagai tempat untuk mengelola air bersih. Salah satu prosedur pada *plant* ialah pengendalian level air secara konvensional. Masih ada tingkat *error* pada pengendalian level secara konvensional. Dibutuhkan kendali pada tingkat *error* agar pengendalian lebih efisien. Penerapan logika *fuzzy* digunakan untuk memperkecil tingkat *error*. Logika *fuzzy* digunakan untuk kendali *output* nilai PWM motor pada *plant* serta memiliki masukan pembacaan jarak dari sensor IR SHAR GP2Y0A21. Nilai PWM ditentukan dari aturan *fuzzy* berdasarkan nilai *error* dan beda *error* yang dihasilkan dari pembacaan jarak oleh sensor. Nilai PWM yang dihasilkan berasal dari himpunan *fuzzy*. Dari hasil yang dilakukan, pada saat level air 6 cm nilai *error* 14 serta nilai PWM yang dihasilkan sebesar 221 nilai PWM masuk pada himpunan cepat dan sangat cepat. Nilai PWM akan turun sampai nilai *error* 0 menghasilkan nilai PWM sebesar 190 yang masuk pada himpunan sedang. Penggunaan logika *fuzzy* pada *plant* bagian level tepat dilakukan untuk mengendalikan pompa sesuai pada tingkat *error* yang dihasilkan.

Kata Kunci: Logika *Fuzzy*, *Error*, Level, Nilai PWM.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan komponen yang memegang peranan penting bagi kelangsungan hidup semua makhluk hidup di bumi ini. Sebenarnya, hampir dua pertiga bagian bumi terdiri dari air. Akan tetapi, meskipun air banyak di bumi ini beberapa wilayah mengalami kesulitan mendapatkan air terutama air bersih dan layak konsumsi, diantara wilayah tersebut berada di Sumatera Selatan yakni di desa Sungai Are OKU Selatan, jika memasuki musim kemarau yang berkepanjangan menyebabkan kekurangan air bersih. Lokasi desa yang berada di dataran tinggi juga pemicu terjadinya krisis air. Akibatnya untuk memenuhi kebutuhan air warga setempat mengandalkan saluran sumber mata air dari perbukitan yang berjarak sekitar dua kilometer dari desa setempat [1].

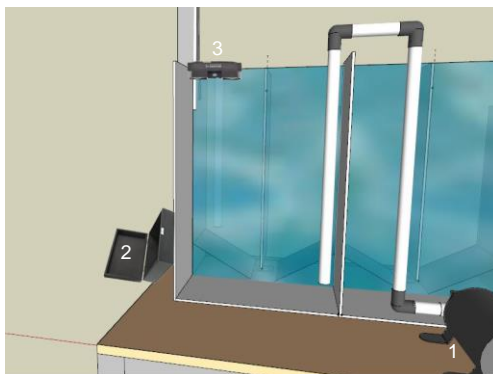
Air yang bersih memiliki kriteria dan mutu antara lain tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna dan tidak mengandung logam berat. PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) ialah perusahaan yang mengolah air yang tak layak konsumsi menjadi air yang siap di konsumsi. PDAM memiliki Plant *Water Treatment* sebagai tempat untuk mengelola air bersih. Salah satu prosedur pada *Water treatment* adalah pengendalian level. Pengendalian level di lakukan pada tank penampungan air.

Plant *Water Treatment* biasanya memakai 2 tank penampungan yang pertama digunakan untuk tempat pengendapan campuran zat kimia dan satu nya digunakan sebagai tempat penampungan air bersih siap distribusi. Permasalahan yang muncul adalah seringkali tidak mengetahui tangki penampung air tersebut penuh atau sudah tidak ada air. Kalau tank penampungan sudah penuh seringkali di dalamnya keluar karena *water pump* terus menerus mengisi tanki. Maka dibutuhkannya pengendalian tinggi level air pada tank penampungan, *water pump* otomatis berubah ON ketika air rendah dan OFF ketika air penuh [2]. Namun di beberapa kondisi masih ada tingkat *error* yang terjadi karena sistem tidak dapat mendeteksi apakah level air telah benar mencapai level air yang diinginkan, menyebabkan tangki air kosong lebih cepat dari pada mengisi akibatnya tekanan air tidak dapat mendukung ke bagian distribusi [3].

Maka dibutuhkan metode pengontrolan, dimana tingkat air perlu dipertahankan pada set point yang diinginkan untuk mencapai target yang telah di tetapkan. Sistem kendali mwnggunakan logika *fuzzy* ialah sistem kendali cerdas yang sederhana, dimana pada sistem logika *fuzzy* tidak diperlukan pengetahuan tentang nilai parameter-parameter dari sistem. Nilai keluaran berupa pengontrolan diperoleh dari *error* (e) yaitu perbedaan antara keluaran terhadap keluaran dari sistem, selain itu terdapat pula masukan yang berupa beda *error* (de) dari sistem yang merupakan selisih antara *error* sekarang dengan *error* sebelumnya. Keluaran dari kendali logika *fuzzy* akan mengatur nilai PWM (*Pulse With Modulation*) pada *water pump*, sehingga level air dalam tangki dapat dikendalikan. Dengan memanfaatkan Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler dan *fuzzy* sebagai pengendali. Metode logika *fuzzy* menggunakan model Mamdani.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian menggunakan tempat penampungan air dibuat menggunakan akuarium yang telah didesain agar sesuai dengan tempat terakhir dari proses *water treatment*. Disain penampungan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut. Pada gambar terdapat keterangan yaitu 1 ialah tempat letak pompa air, 2 ialah tempat box yang di dalam nya terdapat pusat kontrol dan 3 ialah tempat peletakan sensor.



Gambar 1. Desain Penampngan Air

Pada penelitian ini *input* menggunakan sensor IR SHARP GP2Y0A21 sensor infra merah ini digunakan untuk mengukur jarak permukaan air. Sensor mengukur dengan cara memantulkan infra merah jadi pada atas permukaan air diberikan *styrofoam* agar ada landasan untuk memantulkan infra merah kembali. Berikut ini sensor IR SHARP GP2Y0A21 yang ditampilkan pada Gambar 2.



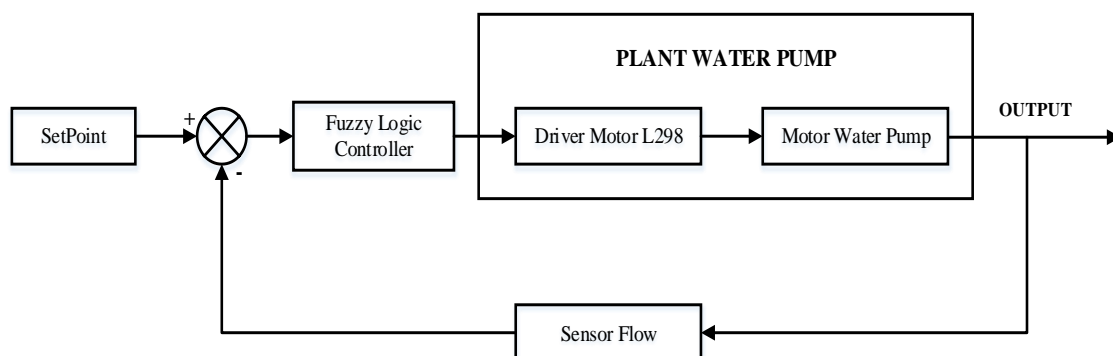
Gambar 2. IR SHARP GP2Y0A21 [6]

Perangkat keluaran yang digunakan yaitu pompa air motor DC. Mempunyai tegangan masukan 12 V. Motor DC yang digunakan mempunyai arah searah jarum jam jadi nilai keluaran harus bernilai positif. Dalam penelitian ini digunakan IC L298 sebagai pengendali motor. Bentuk motor DC dapat dilihat pada Gambar 3.



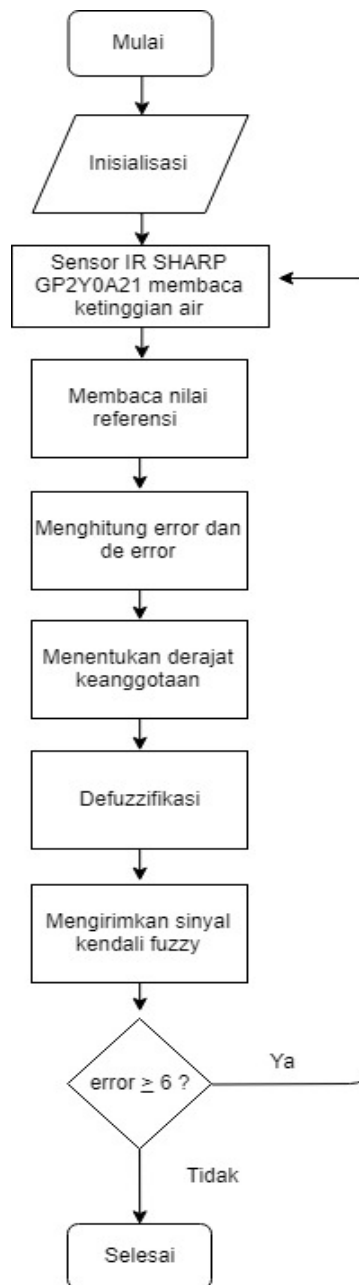
Gambar 3. Motor Dc [7]

Untuk melihat cara kerja alat yaitu melalui blok diagram perancangan, adapun blok diagram Blok diagram ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. blok diagram [4][5]

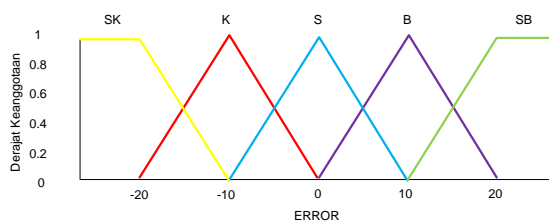
Flowchart dari sistem ini yaitu ditampilkan pada Gambar 5 [6].



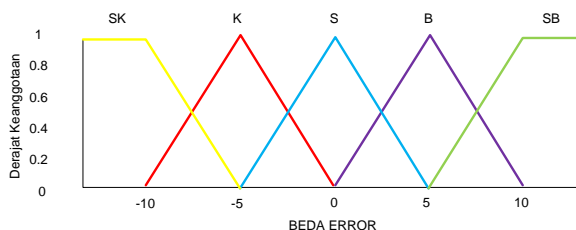
Gambar 5. Flowchart

Berdasarkan Gambar 5, perangkat dibuat berdasarkan perancangan yang akan dilakukan. Berawal dari inisialisasi program akan membaca inputan level tinggi air melalui pembacaan sensor Sharp GP2Y0A21. Setelah itu program akan membaca nilai referensi yang telah dimasukkan, kemudian menghitung *error* dan beda *error* sebagai masukan *fuzzy*. Langkah selanjutnya menghitung derajat keanggotaan sistem. Nilai derajat keanggotaan akan menghasilkan suatu nilai keluaran setelah melalui logika pengambilan keputusan *fuzzy* maka akan didapatkan nilai-nilai keluaran yang masih berbentuk himpunan *fuzzy*, setelah itu masuk pada proses defuzzifikasi untuk mendapatkan keluaran berbentuk himpunan tegas. Selanjutnya, mengirimkan keputusan kendali *fuzzy* yang telah diperoleh ke mikrokontroler arduino [8][9][10] mega 2560 untuk mengontrol *level* air.

Berikut keanggotaan *error* dan beda *error* yang ditampilkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Keanggotaan error (e)



Gambar 7. Keanggotaan beda error (de)

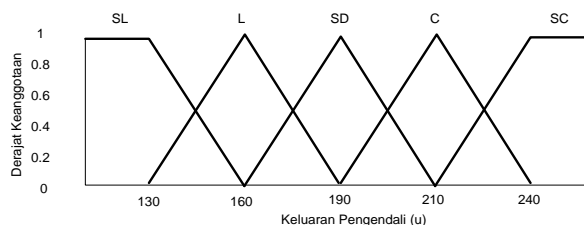
Dari Gambar 6 dan Gambar 7 untuk nilai keanggotaan *error* dan beda *error* memiliki 5 nilai keanggotaan SK (Sangat Kecil), K (Kecil), S (Sedang), B (Besarnya) dan SB (Sangat Besar). Nilai *error* didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$e = \text{setpoint} - \text{pembacaan sensor} \quad (1)$$

sedangkan beda *error* (de) didapat melalui persamaan berikut:

$$de = \text{error} - (\text{error} - 1) \quad (2)$$

Selanjutnya nilai keanggotaan keluaran motor pompa ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Keanggotaan keluaran (u)

memiliki 5 parameter [yaitu SL (Sangat Lambat), L (Lambat), SD (Sedang), C (Cepat) dan SC (Sangat Cepat). Pengambilan keputusan berdasarkan nilai *error* dan beda *error* dibuat menggunakan *matriks* keputusan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Matrik Keputusan Pengendalian Fuzzy

U	E				
	SK	K	S	B	SB
SK	SL	SL	SL	L	SD
K	SL	L	L	SD	C
S	SL	L	SD	C	SC
B	L	SD	C	C	SC
SB	SD	C	SC	SC	SC

Pengambilan keputusan berdasarkan nilai-nilai masukan *error* dan beda *error* yang telah dibuat berdasarkan logika-logika yang telah dibangun sehingga mendapatkan keputusan berupa tindakan pada aktuator agar melakukan pengendalian yang diinginkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN.

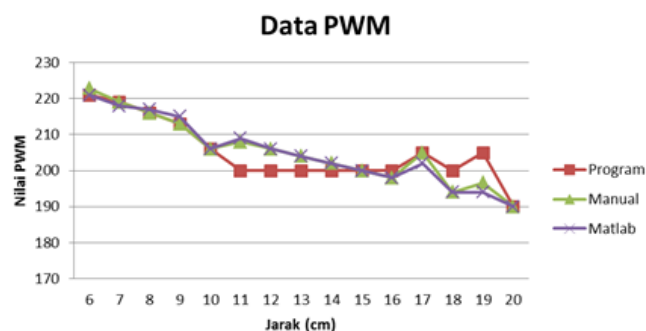
Pengujian keseluruhan sistem yang telah dirancang sebelumnya, pengujian dilakukan untuk melihat output *fuzzy* berupa putaran PWM motor pompa [11]. Nilai *error* dan beda *error* akan dihasilkan dari set point ketinggian air yang ditentukan, setelah itu dapat menentukan PWM [12][13] motor dari aturan-aturan logika *fuzzy* yang telah dibuat di program arduino.

Pengujian dilakukan pada *setpoint* di ketinggian 20 cm. Berikut data hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Pengujian pada Set Point 20 cm

Jarak	Error	Beda Error	Output Program	Manual	Matlab
6	14	4	221	222,85	221
7	13	0	219	219	218
8	12	0	216	216	217
9	11	0	213	213	215
10	10	-1	206	206	206
11	9	0	200	208	209
12	8	0	200	206	206
13	7	0	200	204	204
14	6	0	200	202	202
15	5	0	200	200	200
16	4	0	200	198	198
17	3	3	205	205	202
18	2	0	200	194	194
19	1	1	205	196,66	194
20	0	0	190	190	190

Dari Tabel 2 terdapat tiga pengujian yang berbeda, terdiri dari *output* program, perhitungan manual dan simulasi *matlab*. Grafik dari hasil pengujian dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Grafik Pengujian Sistem

Berdasarkan hasil pengujian menghasilkan data data percobaan yang telah dilakukan. didapatkan hasil pembacaan *error* dan beda *error*. Dari data tersebut bisa dijadikan acuan pengujian secara manual, pengujian manual pada jarak 6 cm. Didapatkan *error* 14 yang termasuk dalam nilai himpunan besar dan sangat besar dan beda *error* 4 termasuk dalam nilai himpunan sedang dan besar. Dengan fungsi linear turun dan linear naik untuk menghitung fungsi keanggotan dari setiap *variable* berikut.

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Besar}} [14] &= \frac{20 - 14}{20 - 10} = \frac{6}{10} = 0,6 \\ \mu_{\text{Sangat Besar}} [14] &= \frac{14 - 0}{20 - 10} = \frac{4}{10} = 0,4 \\ \mu_{\text{Sedang}} [4] &= \frac{5 - 4}{5 - 0} = \frac{1}{5} = 0,2 \\ \mu_{\text{Besar}} [4] &= \frac{5 - 0}{5 - 0} = \frac{4}{5} = 0,8\end{aligned}$$

Selanjutnya mencari nilai *alfa* predikat minimum dari hubungan antara dua fungsi keanggotaan input. Penggunaan logic AND sebagai parameter perhitungan, logic AND adalah nilai minimum diantara 2 buah fungsi keanggotaan dari satu himpunan *fuzzy* yang sama.

$$\begin{aligned}\alpha(\mu_{\text{Besar}} \cap \mu_{\text{Sedang}})x \text{ rules} &= 0,2 \times 210 \\ \alpha(\mu_{\text{Besar}} \cap \mu_{\text{Besar}})x \text{ rules} &= 0,6 \times 210 \\ \alpha(\mu_{\text{Sangat Besar}} \cap \mu_{\text{Sedang}})x \text{ rules} &= 0,2 \times 240 \\ \alpha(\mu_{\text{Sangat Besar}} \cap \mu_{\text{Besar}})x \text{ rules} &= 0,4 \times 240\end{aligned}$$

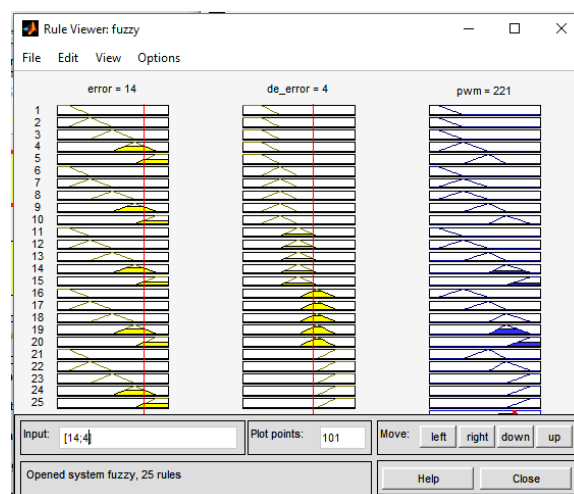
Berikut nya dengan rumus Weighed Average untuk mencari nilai Z, berikut persamaannya.

$$Z = \frac{\sum_i^n \alpha_i Z_i}{\alpha_i} \quad (3)$$

Dari persamaan 4.1 didapat hasil dari nilai Z untuk jarak 6cm yaitu:

$$\begin{aligned}Z &= \frac{0,2 (210) + 0,6 (210) + 0,2 (240) + 0,4 (240)}{0,2 + 0,6 + 0,2 + 0,4} \\ Z &= \frac{42 + 126 + 48 + 96}{1,4} = \frac{312}{1,4} = 222,85\end{aligned}$$

Nilai PWM [14] yang diberikan pada saat *error* 14 dan beda *error* 4 yaitu 222,85, selanjutnya dari perhitungan menggunakan simulasi *matlab* pada saat *error* 14 dan beda *error* 4 dihasilkan nilai PWM sebesar 221, hasil simulasi ditampilkan pada Gambar 10. Dari ketiga hasil perhitungan didapatkan nilai PWM yang termasuk dalam himpunan cepat dan sangat cepat.



4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan pengendalian logika fuzzy merupakan pengendali yang relatif mudah dalam perancangannya, karena tidak dibutuhkan model matematik yang memiliki nilai yang ditentukan dari sistem. Dan dari pengujian yang dilakukan kecepatan PWM motor mengikuti dari jarak ketinggian permukaan air. Kecepatan PWM motor akan lebih cepat ketika permukaan air rendah, kecepatan PWM juga akan stabil pada jarak menengah pada ketinggian *setpoint*. Selanjutnya menurun pada ketinggian *setpoint*.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Harijan Sripo, "3 Desa di OKUS Alami Krisis Air Bersih, Warga Terpaksa Tempuh Jarak 20 KM Dapatkan Air," 2018.
- [2] Eltaieb, A.A.M. and Min, Z.J, "Automatic Water Level Control System," Int. J. Sci. Res, 4(12), pp.1505-1509, 2015.
- [3] Mittal, Vardan, "Automatic Water Level Controller," International Journal of Science and Research, vol. 6, pp. 136 – 138, 2015.
- [4] Getu, Beza Negash, "Water Level Controlling System Using PID Controller". International Journal of Applied Engineering Research, 11 (23), pp. 11223-11227, 2016.
- [5] Banerjee, Reshmi, "Water Level Controller by Fuzzy Logic," International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE), 2015, ISSN: 2349-2163.
- [6] Wahyudi, Wahyudi, Iwan Setiawan, and Martina Nainggolan, "Aplikasi Fis Model Sugeno Pada Pengendalian Valve Untuk Mangatur Tinggi Level Air." Teknik 28, no. 2 (2007): 105-115.
- [7] Kusumadewi, Sari, "Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)". Yogyakarta: Graha Ilmu Zadeh, L. A. 1965. "Fuzzy Sets". Information and Control, 8 : 338-353, 2003.
- [8] Kadir, Abdul, "Pemograman ARDUINO dan Processing," 2017, Jakarta: Penerbit Elex Media Komputindo.
- [9] Oktariawan, I, "Pembuatan Sistem otomasi dispenser menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560," 2013, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 1(2).
- [10] Arifin, J., & Zulita, L.N, "Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560," 2016 Jurnal Media Infotama, 12(1).
- [11] Putra, R. 2012. "Kemampuan Kerja Operasi Pompa Torak (Resiprocating) Terhadap Kapasitas Yang Dihasilkan Di Pabrik Mini PTKI Medan".
- [12] Arifin, Y., & Amir, A. 2010. "Pemodelan dan Pengendalian Motor DC Menggunakan Simulasi Matlab". MEKTEK, 12(2).
- [13] Tanjung, Akbar. 2015. "Aplikasi Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 Sebagai Tampilan Pada Coconut Milk Auto Machine". Palembang: PhD diss, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [14] Prakoso, H. S., Andrie, R., & Rahmad, C. 2016. "Implementasi Motede Fuzzy Untuk Klarifikasi Usia Jeruk Nipis". Seminar Informatika Aplikatif Polinema.