

**PERANCANGAN KONTROL SUHU LARUTAN NUTRISI PADA SISTEM  
HIDROPONIK MENGGUNAKAN KONTROL LOGIKA FUZZY; STUDI  
KASUS SELADA KERITING (*LACTUCA SATIVA L.*)**

***DESIGN OF NUTRITION TEMPERATURE CONTROL ON HYDROPONICS  
SYSTEM USING FUZZY LOGIC CONTROL; CASE STUDY CURLY  
LATTUCE (*LACTUCA SATIVA L.*)***

**Elin Sri Indriani<sup>1</sup>, Ahmad Qurthobi, S.T, M.T<sup>2</sup>, Dr. Dudi Darmawan, S.Si, M.T<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

esindriani@gmail.com<sup>1</sup>, qurthobi@hotmail.com<sup>2</sup>, dudiddw@gmail.com<sup>3</sup>

**Abstrak**

Hydroponik adalah membudidayakan tanaman tanpa menggunakan tanah tetapi menggunakan air dan larutan nutrisi sebagai media tanam. Dalam proses bercocok tanam dengan metode hidroponik, suhu menjadi faktor yang berpengaruh. Namun suhu dapat berubah-ubah karena beberapa faktor. Oleh karena itu, perlu adanya usaha untuk mengontrol suhu pada larutan hidroponik agar hasil budidaya dapat maksimal. Pada penelitian ini akan dilakukan monitoring dan kontrol otomatis suhu larutan nutrisi pada hidroponik. Arduino mega digunakan sebagai alat pengendali. Sensor suhu yang digunakan yaitu sensor DS18B20. Penelitian ini menggunakan kontroler logika fuzzy. Dalam hal ini sistem inferensi fuzzy yang digunakan adalah Metode Mamdani. Komposisi aturan menggunakan operator AND dan IF-THEN, proses defuzzifikasi menggunakan metode Centroid. Elemen pengendali pada sistem kontrol ini ialah mikrokontroler dengan masukan set point dan sensor suhu DS18B20. Informasi dari pengendali akan dikirim kepada plan dalam sistem yaitu kendali AC 220V dan Heater. Suhu diatur sebesar 25<sup>0</sup> C. Dari percobaan diperoleh sistem kontrol logika fuzzy dapat membuat suhu larutan nutrisi selada hidroponik mendekati setpointnya. Tanaman selada yang ditanam pada kontrol suhu dapat hidup selama pengujian

**Kata kunci :** *Hydroponik, Suhu Larutan Nutrisi, Fuzzy Logic Control.*

**Abstract**

Hydroponics is activities cultivating plants without using soil but using water and nutrient solutions as a growing medium. In the process of farming using the hydroponic method, temperature becomes an influential factor. But the temperature can change due to several factors. Therefore, efforts are needed to control the temperature of the hydroponic solution so that the cultivation results can be maximized. In this study, monitoring and control of the automation temperature of the nutrient solution in hydroponics will be carried out. Mega Arduino is used as a controller. The temperature sensor used is the DS18B20 sensor. This study using fuzzy logic controller. In this case the fuzzy inference system used is the Mamdani Method. The composition of rules using the AND and IF-THEN operators, the defuzzification process using the Centroid method. The controlling element in this control system is a microcontroller with set point input and DS18B20 temperature sensor. Information from the controller will be sent to the plan in the system namely are AC 220V control and Heater. The temperature is set at 25<sup>0</sup>C. From the experiments obtained fuzzy logic control system can make the temperature of hydroponic lettuce nutrient solution close to the setpoint. Lettuce planted at temperature control still can live during tested.

**Keywords:** *Hydroponics, Nutrition of Temperature, Fuzzy Logic Control.*

**1. Pendahuluan**

Selada merupakan salah satu komoditi *horticultural* yang memiliki prospek dan nilai jual yang cukup baik [1]. Pengembangan tanaman selada di Indonesia masih minim (Produksi selada di Indonesia di bawah 1000 ton [2]) sedangkan prospek ekonominya cukup cerah. Sejak tahun 1980an permintaan selada terus meningkat, antara lain berasal dari pasar swalayan, restoran, hotel, serta konsumen luar negeri yang menetap di Indonesia[3]. Untuk meningkatkan produktivitas selada,

metode pertanian dapat diubah dari metode konvensional (lahan tanah terbuka) menjadi metode hidroponik.

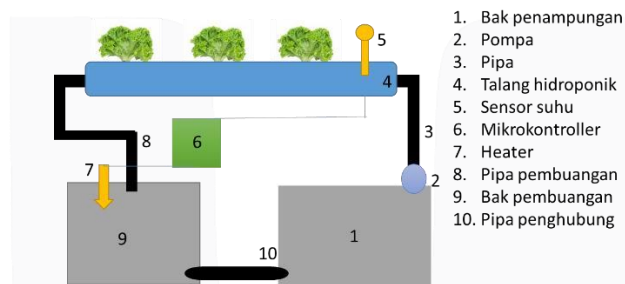
Hidroponik berasal dari dua kata yaitu *hidro* yang berarti air dan *ponos* yang berarti pekerja. Hidroponik adalah teknik penanaman modern yang menggunakan larutan nutrisi (tidak menggunakan tanah)[4]. Keunggulan hidroponik yang utama adalah tidak menggunakan pestisida, meningkatkan hasil panen, dan penggunaan air yang lebih minim[5]. Cara bercocok tanam secara hidroponik sudah banyak dilakukan oleh masyarakat. Teknik menanam ini dapat menguntungkan dari segi kualitas dan kuantitas hasil pertaniannya, serta dapat memaksimalkan lahan pertanian yang ada karena tidak membutuhkan banyak lahan[6].

Beberapa studi menunjukkan keadaan lingkungan dan larutan nutrisi berpengaruh pada pertumbuhan selada[7]. Salah satu parameter yang mempengaruhi tanamana selada adalah suhu zona perakaran. Suhu zona perakaran ini tidak lain adalah suhu larutan nutrisi yang bersirkulasi diperakaran tanaman[8]. Pertumbuhan selada yang paling optimal adalah pada suhu larutan  $25^{\circ}\text{C}$  baik pada siang hari ataupun malam hari[9]. Saat suhu larutan dibawah  $17^{\circ}\text{C}$  tingkat pertumbuhan tanaman akan menurun[10]. Suhu yang panas berlebihan juga dapat membuat tanaman mati, sehingga diperlukan alat otomatis untuk mengatur suhu larutan pada tanaman hidroponik. Untuk mengontrol suhu larutan pada hidroponik banyak metode yang bisa digunakan salah satu metode yang populer digunakan adalah *fuzzy logic control* [11-13].

## 2. Perancangan Sistem

### 2.1 Perancangan Sistem Hidroponik

Sistem hidroponik dibuat sebanyak 2 unit dengan menggunakan pipa berukuran 2,5 inci. Pipa dilubangi untuk meletakkan tanaman dengan jarak 10 cm. Pengaturan dan optimalisasi suhu larutan nutrisi dikendalikan melalui aksi sensor suhu air, mikrokontroler, dan sistem pemanas dengan menggunakan aksi pengontrol berbasis *fuzzy logic* berdasarkan nilai suhu yang dikehendaki.



Gambar 2.1 Sistem hidroponik

Dalam sistem hidroponik ini terdapat beberapa komponen seperti pada gambar 2.1. Sebuah bak penampungan berkapasitas 30 liter digunakan untuk menampung larutan. Oleh pompa, larutan ini kemudian akan dialirkan dari bak penampungan ke talang hidroponik. Pada sistem ini digunakan pompa berukuran 25 watt dengan debit air 1300 L/hr. Ketika larutan sudah mengalir ke pipa, secara otomatis sensor suhu akan mendeteksi suhu pada larutan tersebut. Sensor suhu yang digunakan adalah DS18B20. Suhu optimal pada sistem ini adalah  $25^{\circ}\text{C}$ . Ketika suhu turun maka *heater* pada bak pembuangan akan aktif sehingga suhu larutan akan naik. Sebaliknya jika suhu melebihi suhu optimal maka *heater* akan mati. Aktif dan matinya *heater* dikontrol menggunakan *fuzzy logic controller* yang sudah tertanam pada mikrokontroler. FLC akan mengaktifkan daya yang dihasilkan *coil heater* menggunakan sinyal tegangan PWM dari mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega.

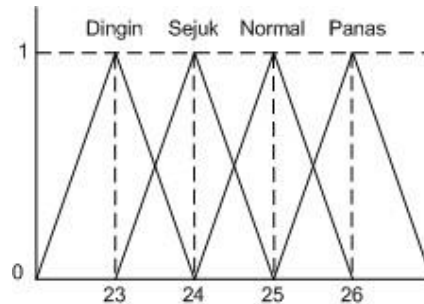
Dibuat dua buah sistem hidroponik, yang mana salah satu suhunya dikontrol menggunakan *fuzzy logic control* dan yang satunya lagi tidak dikontrol.

### 2.2 Perancangan Sistem Kontrol

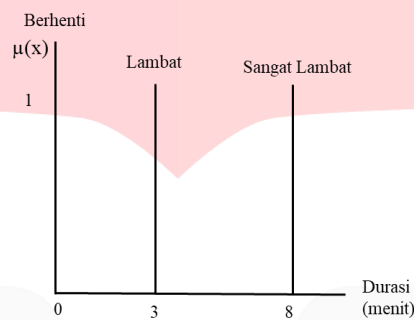
Di sistem ini suhu larutan akan dikontrol menggunakan *fuzzy logic control*. Adapun langkah-langkah kerja *fuzzy logic* adalah sebagai berikut:

Tahap pertama dalam perancangan *fuzzy logic control* adalah perancangan *membership function* (fuzzifikasi). *Membership function* yang akan dibuat mencakup *membership*

function input dan membership function output. Dalam sistem ini inputnya adalah error suhu larutan dan outputnya adalah durasi heater. Gambar 2.2 menunjukkan desain fuzzifikasi untuk input yang berupa suhu. Untuk fuzzifikasi input akan dibuat tiga fungsi keanggotaan yaitu, Dingin, Sejuk, Normal dan Panas. Gambar 2.3 menunjukkan fuzzifikasi output yang berupa sinyal kontrol. Sinyal kontrol disini berupa durasi dari 0-8 menit yang berasal dari mikrokontroler. Untuk fuzzifikasi output akan dibuat empat fungsi keanggotaan yaitu, Sangat lambat, Lambat dan Berhenti.



Gambar 2.2 Fuzzifikasi input

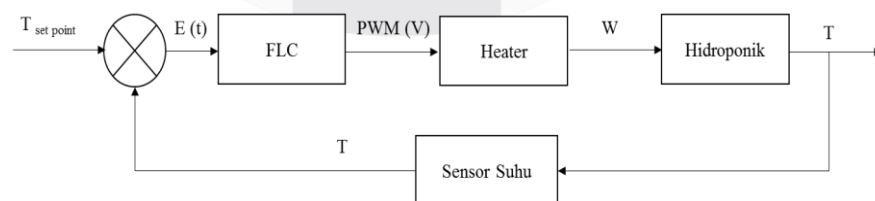


Gambar 2.3 Fuzzifikasi output

Tahap kedua yaitu inferensi (*fuzzy-rule*). Untuk menghubungkan input dan output maka dirancang inferensi (*fuzzy-rule*). Aturan *fuzzy-rule* dibangun berdasarkan studi literatur dan hasil kalibrasi aktuator. Proses pengkonversian *input-fuzzy* menggunakan aturan-aturan “*ifthen*” menjadi *output-fuzzy*. Jika suhu dingin maka sinyal kontrol yang diaktuatori sangat lambat, jika sejuk maka sinyal kontrol yang diaktuatori lambat dan jika suhu normal dan panas maka sinyal kontrol yang diaktuatori berhenti.

Tahapan terakhir yaitu defuzzifikasi. Proses konversi *output-fuzzy* dari nilai linguistik kedalam nilai tegas (*crisp*) menggunakan fungsi keanggotaan serupa (sebelumnya) menjadi sebuah nilai yaitu sinyal kontrol.

Ketiga tahapan diatas (fuzzifikasi, inferensi dan defuzzifikasi) dilakukan untuk mengontrol suhu sesuai dengan *set-point*. Diagram sistem kontrol ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 2.4 Diagram sistem kontrol

Sistem kontrol bekerja dimulai pada saat sensor membaca suhu pada larutan nutrisi. Kemudian suhu yang terukur akan dibandingkan dengan setpoint, jika suhu yang terukur lebih rendah dari setpoint maka FLC akan membangkitkan sinyal kontrol yang berupa durasi nyala heater. Sinyal kontrol ini digunakan untuk mengaktuatori heater menghasilkan kalor ( $W$ ). Kalor akan masuk ke sistem hidroponik untuk menaikkan suhu larutannya.

Kemudian suhu larutannya akan dibaca lagi oleh sensor suhu untuk mengulangi siklus berikutnya.

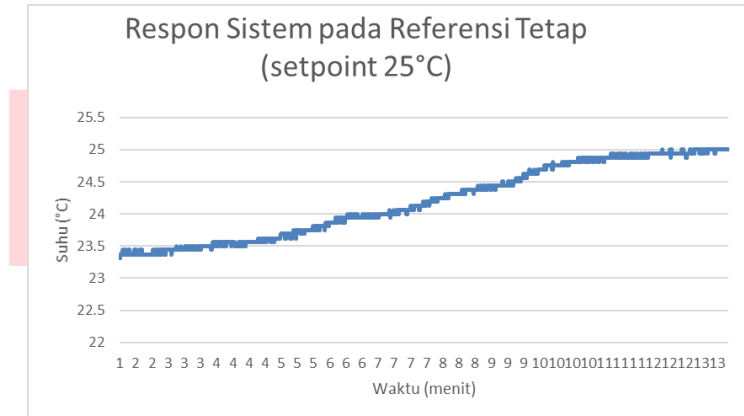
**2.3 Pengujian Sistem Kontrol**

Dilakukan pengujian pada masing-masing komponen sehingga setiap komponen dapat dipastikan bekerja dengan baik. Setelah komponen bekerja dengan baik maka dilakukan pengujian dengan menggunakan sistem kontrol *fuzzy*. Pada pengujian ini terdapat dua sistem hidroponik dengan pengukuran suhu yang dikontrol dan tanpa kontrol. Hasil dari pengukuran suhu akan dianalisis dan disimpulkan.

**3. Pembahasan**

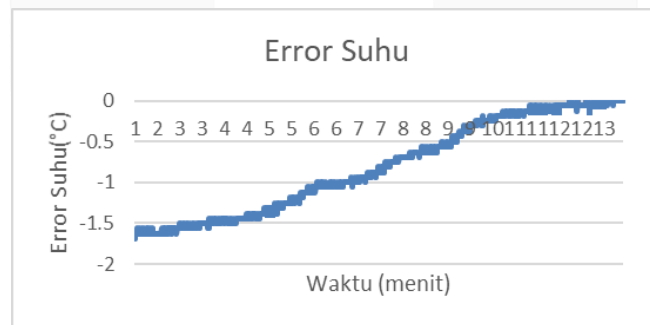
**3.1 Pengujian Respon Sistem Fuzzy pada Referensi Tetap**

Pengujian ini dilakukan untuk melihat respon perangkat yang telah diprogram fuzzy logic terhadap suhu setpoint 25°C.



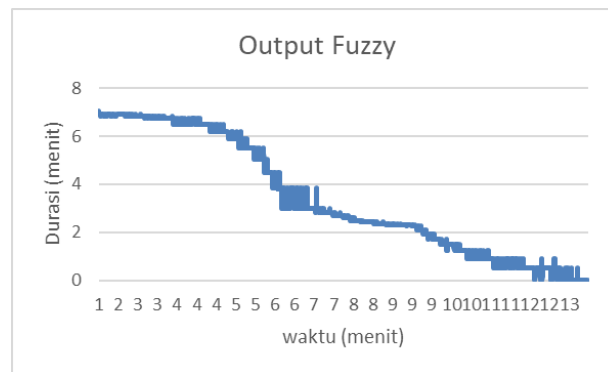
**Gambar 3.1** Grafik respon sistem pada referensi tetap (setpoint 25°C)

Dari gambar 3.1 dapat terlihat respon perangkat terhadap setpoint yang tetap. Percobaan dimulai dari suhu 23.31°C dan perlahan naik menuju suhu 25°C yang diinginkan. Perangkat membutuhkan waktu sekitar 13 menit untuk dapat mencapai suhu setpoint.



**Gambar 3.2** Grafik error suhu

Gambar 3.2 menunjukkan error suhu yang terukur dari hasil pengujian sistem pada referensi tetap (setpoint 25°C). Error suhu yaitu suhu yang terukur oleh sensor dikurangi set point.



**Gambar 3.4** Grafik Output Fuzzy

Gambar 3.4 menunjukkan hasil output fuzzy yang berupa durasi nyala heater. Sistem kontrol bekerja dimulai pada saat sensor membaca suhu pada larutan nutrisi. Kemudian suhu yang terukur akan dibandingkan dengan setpoint, jika suhu yang terukur lebih rendah dari setpoint maka FLC akan membangkitkan sinyal kontrol yang berupa durasi nyala heater. Sinyal kontrol ini digunakan untuk mengaktivasikan heater menghasilkan kalor (W).

### 3.2 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

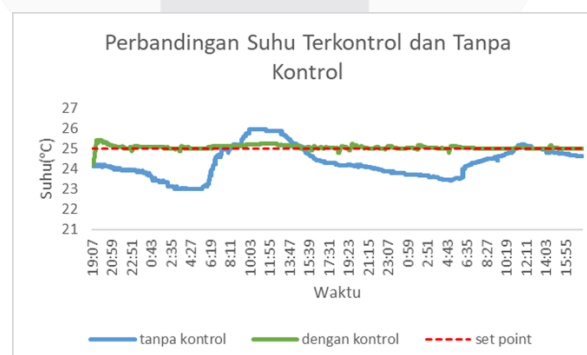
Pengujian keseluruhan adalah pengujian yang dilakukan secara nyata terhadap alat yang telah dibuat dan telah deprogram sesuai data-data diatas. Pengujian keseluruhan dimulai dengan menempatkan sensor suhu dan heater kedalam box yang telah diisi air. Adapun air yang diisi setengah dari box tersebut.

Setelah semua konektor dihubungkan, kemudian arduino dihubungkan dengan catu daya (computer). Maka perangkat akan bekerja dengan diindikasikan led merah yang menyala. Setelah perangkat bekerja, maka arduino kemudian akan membaca suhu dari sensor suhu yang telah dimasukkan kedalam air dalam box. Seluruh proses pembacaan data tersebut kemudian langsung bisa diamati dikomputer.

Apabila besaran suhu turun dibawah dari setpoint maka, perangkat akan menyalakan heater dengan durasi ON sesuai dari proses fuzzy yang telah dibuat. Namun jika suhu tersebut sama atau lebih tinggi dari suhu setpoint maka heater akan dimatikan.

Sistem kontrol yang telah terbentuk kemudian diujicobakan untuk mengontrol suhu larutan nutrisi pada hidroponik dengan setpoint yang ideal untuk tanaman selada. Pada mula-mula air dikondisikan sama pada bak penampungan yang tanpa kontrol dan dengan kontrol. Sistem hidroponik dengan kontrol pada pipanya dilapisi busa dan alumunium foil untuk menjaga suhu. Sedangkan pada sistem hidroponik tanpa kontrol tidak dilapisi. Gambar 3.5 menunjukkan hasil kedua sistem. Pada sistem dengan kontrol terbukti dapat mengikuti setpoint sesuai yang diharapkan.

Sedangkan pada sistem tanpa kontrol suhu turun hingga dibawah setpoint.



**Gambar 3.5** Grafik perbandingan suhu tanpa kontrol dan dengan kontrol



**Gambar 4.16** Pengujian kontrol suhu pada tanaman selada hidroponik

Gambar 4.16 menunjukkan keadaan tanaman selada pada saat pengujian kontrol suhu larutan nutrisi hidroponik. Tanaman selada yang ditanam berhasil hidup selama masa pengujian sehingga sistem kontrol pada penelitian ini dapat bekerja dengan baik.

#### 4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan Logika Fuzzy metode yang digunakan adalah Mamdani. Pada perancangan logika untuk sistem ini yang perlu diperhatikan adalah *membership function input* dan *output*. Pada sistem kontrol alat ini yang dijadikan *membership function input* sistem adalah nilai *error* antara set poin yang telah ditentukan dan yang terukur oleh sensor DS18B20. Untuk *membership function output* sistem adalah durasi nyala heater. Selanjutnya *Rule Base* dibangun dengan menyesuaikan kondisi yang diharapkan kepada alat. Dan proses defuzzyfikasi menggunakan metode Mamdani Centroid.
2. Penggunaan logika fuzzy untuk pengontrolan suhu larutan nutrisi hidroponik ini sangat efektif. Dari hasil pengujian sistem kontrol suhu larutan nutrisi menggunakan logika fuzzy mampu membuat suhu larutan nutrisi sesuai setpoint.

Saran:

1. Pada penelitian ini hanya melakukan simulasi penanaman, sehingga diharapkan selanjutnya terdapat penelitian lanjutan mengenai analisis pertumbuhan dan hasil panen untuk sistem hidroponik dengan sistem suhu terkontrol dan manual untuk dibandingkan.
2. Sistem ini digunakan untuk daerah yang mempunyai suhu lingkungan yang cukup dingin.
3. Pada sistem ini hanya dapat menaikkan suhu sehingga diharapkan selanjutnya terdapat pendingin untuk menurunkan suhu agar sistem kontrol suhu dapat digunakan di lingkungan yang panas ataupun dingin.

#### Daftar Pustaka

- [1] H. Mas'ud."Sistem Hidroponik Dengan Nutrisi Dan Media Tanam Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada". Media Litbang Sulteng 2 (2): 131-136, Desember 2009.
- [2] Food Agriculture Organisation." Data kebutuhan pangan tahun 2007". FAO 2007.
- [3] B. Yuliarta, M. Santoso, Y. B. S. Heddy. "Pengaruh Biourine Sapi Dan Berbagai Dosis Pupul NPK Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Selada Crop (Lactuca Sativa L.)". Jurnal Produksi Tanaman Vol. 1 No. 6 Januari 2014.
- [4] F. A. Khan, A. Kurklu, A.Ghafoor, Q. Ali, M. Umair, Shahzaib. "A Review On Hydroponic Greenhouse Cultivation For Sustainable Agriculture".Int J agric Environ Food Sci 2(2); 59-66 (2018).

- [5] H. M. Resh, M. Howard. "Hydroponic Food Production: A Definitiv Guidebook for the Advanced Home Gardener And The Commercial Hydroponic Grower". In Santa Barbara, California EUA (Sixth). 2012.
- [6] I. S.Roidah. "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik". Jurnal Universitas Tulungagung BONOROWO Vol. 1. No. 2. 2014.
- [7] M. P. N. Gent. "Factors Affecting Relative Growth Rate of Lettuce and Spinach in Hydroponics in a Greenhouse". HortSkhciene 52(12): 1742-1747. 2017.
- [8] S.L.Knight, & C. A.Mitchell. "Stimulation of lettuce productivity by manipulation of diurnal temperature and light". HotScience 18:462-463. 1983.
- [9] W. B. Miller, & R.W. Langhans. "Growth and Productivity of 'Grand Rapids' Lettuce in Diurnally Fluctuating Temperatures And Day/Night Avegare Temperature". J. Amer. Sco. Hort. Sci. 110:560-565. 1985.
- [10] A. Shome, S. D. Ashok. " Fuzzy Logic Approach for Boiler Temperature & Water Level Control". International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 3, Issue 6. 2012.
- [11] R.Thomson, A. Dexter. "A Fuzzy Decision-Making Approach to Temperature Controlin in AirConditioning systems". Control Engineering Practice 13 (2005) 689-698.
- [12] O. P. Verma, H. Gupta. "Fuzzy Logic Based Water Bath Temperature Control System". International Journal ofAdvanced Research in ComputerScience and Software Engineering, Volume 2, Issue 4. 2012.
- [13] S. Wahono, Sugiyanto, E. Yohana. "Eksperimen Pengaturan Suhu Dan Kelembaban Pada Rumah Tanaman (Greenhouse) Dengan Sistem Humidifikasi". Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol 2, No.1. 2014.

