

Optimisasi Sistem Pengisian Tangki Air Otomatis Menggunakan Kontrol PID untuk Menjaga Kestabilan Ketinggian Air

Wahyu Aulia Nurwicaksana¹, Septyana Riskitasari², Dinda Ayu Permatasari³, Fitri⁴, Wahyu Tri Wahono⁵

E-mail: wahyu_aulia_nurwicaksana@polinema.ac.id, septyana_riskitasari@polinema.ac.id, dinda_ayu@polinema.ac.id, fitri@polinema.ac.id, wahyu_tri@polinema.ac.id

^{1,3,4,5}Jurusan Teknik Elektro, ²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 8 April 2024
Direvisi 25 Mei 2024
Diterbitkan 31 Mei 2024

Kata kunci:

Sistem pengisian tangki air otomatis
sensor ultrasonik
kontrol PID
efisiensi ketinggian air
kontroler otomatis

Keywords:

Automatic water tank filling system
ultrasonic sensor
PID control
water level efficiency
automatic controller.

ABSTRAK

Pengisian tangki air otomatis merupakan inovasi penting untuk mempertahankan ketinggian air secara konsisten dan efisien. Sistem ini terdiri dari sensor ultrasonik HC-SR04, driver L298N, pompa air, dan kontroler otomatis berbasis kontrol Proporsional-Integral-Derivatif (PID). Sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi mengukur ketinggian air dalam tangki dan mengirimkan data ke kontroler. Berdasarkan data ini, kontroler otomatis menentukan kapan pompa air harus diaktifkan atau dimatikan. Jika ketinggian air berada di bawah batas yang telah ditentukan, kontroler akan mengaktifkan pompa air hingga air mencapai level yang diinginkan. Sebaliknya, ketika ketinggian air mencapai level yang diinginkan, kontroler akan mematikan pompa air untuk mencegah kelebihan pengisian. Implementasi kontrol PID dalam sistem ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam menjaga ketinggian air, menghemat waktu, energi, dan biaya operasional. Sistem ini memastikan pasokan air yang stabil dan kontinu, yang sangat bermanfaat untuk berbagai aplikasi domestik dan industri.

ABSTRACT

Automatic water tank filling is an important innovation to maintain water levels consistently and efficiently. This system consists of an HC-SR04 ultrasonic sensor, driver L298N, water pump, and automatic controller based on Proportional-Integral-Derivative (PID) control. The HC-SR04 ultrasonic sensor measures the tank's water level and sends data to the controller. Based on this data, the controller automatically determines when the water pump should be activated or deactivated. If the water level is below a predetermined limit, the controller will activate the water pump until the water reaches the desired level. Conversely, when the water level reaches the desired level, the controller will turn off the pump to prevent overfilling. The implementation of PID control in this system aims to increase accuracy and efficiency in maintaining water levels, saving time, energy, and operational costs. This system ensures a stable and continuous water supply, which is highly beneficial for domestic and industrial applications.

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



9 772356 053009

Penulis Korespondensi:

Wahyu Aulia Nurwicaksana,
Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Malang,
Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia, 65145.
Email: wahyu_aulia_nurwicaksana@polinema.ac.id
+62 822-4283-1591

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan berbagai aktivitas industri (Dewanto et al., 2018; Pahude, 2022). Namun, pengisian tangki air secara manual seringkali tidak efisien, membutuhkan pengawasan terus-menerus, dan rentan terhadap kesalahan manusia (Rindra et al., 2022). Pengembangan sistem pengisian tangki air otomatis menjadi solusi yang sangat dibutuhkan untuk memastikan ketinggian air tetap terjaga secara konsisten dan efisien.

Sistem pengisian tangki air otomatis ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 (Arindya, 2015; Dewanto et al., 2018; Dewanto Putra & Hidayat, 2023), *driver* L298N, pompa air, dan kontroler otomatis berbasis kontrol Proporsional-Integral-Derivatif (PID). Sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi mengukur ketinggian air dalam tangki dan mengirimkan data ke kontroler. Berdasarkan data ini, kontroler otomatis menentukan kapan pompa air harus diaktifkan atau dimatikan. Jika ketinggian air berada di bawah batas yang telah ditentukan, kontroler akan mengaktifkan pompa air hingga air mencapai level yang diinginkan (Rosada, 2017). Sebaliknya, ketika ketinggian air mencapai level yang diinginkan, kontroler akan mematikan pompa air untuk mencegah kelebihan pengisian. Implementasi kontrol PID dalam sistem ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam menjaga ketinggian air (Ramadhani & Sakti Ramba, 2016), menghemat waktu, energi, dan biaya operasional. Sistem ini memastikan pasokan air yang stabil dan kontinu, yang sangat bermanfaat untuk berbagai aplikasi domestik dan industri.

Sistem pengisian tangki air otomatis ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem pengisian tangki air otomatis berbasis kontrol PID guna meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam menjaga ketinggian air. Manfaat dari penelitian ini meliputi penghematan waktu dan tenaga dalam proses pengisian tangki air, peningkatan efisiensi penggunaan air dan energi, serta memastikan ketersediaan air yang stabil dan kontinu.

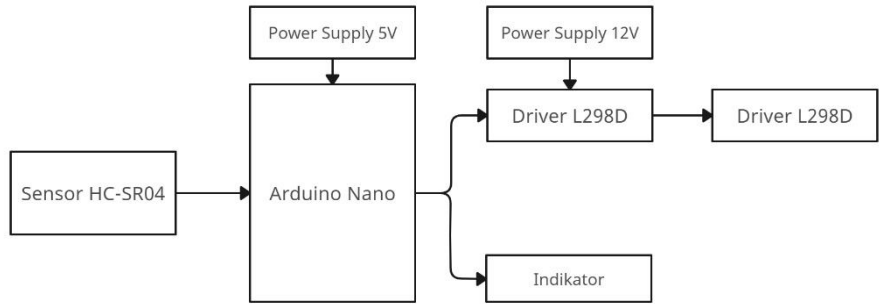
2. METODOLOGI PENELITIAN

Sistem pengisian tangki air otomatis ini terdiri dari beberapa komponen utama: sensor ultrasonik HC-SR04, *driver* L298N, pompa air, dan kontroler berbasis kontrol PID. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur ketinggian air dalam tangki dan mengirimkan data ke kontroler.

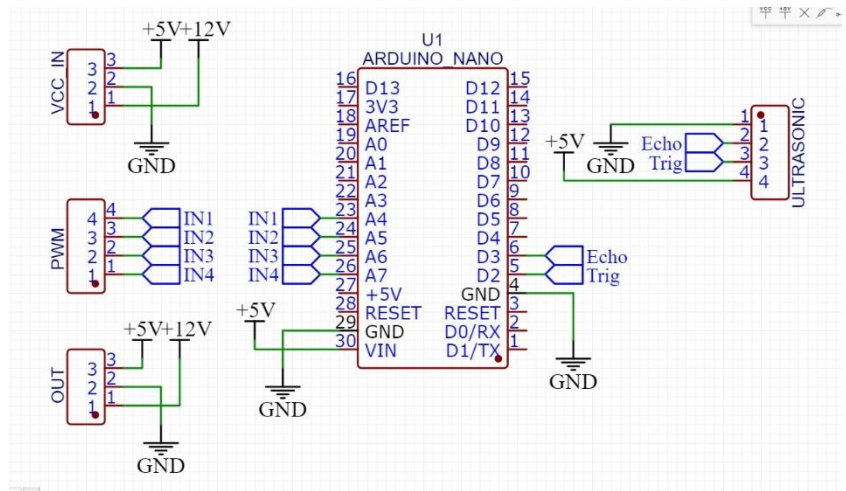
2.1 Desain Sistem

Desain sistem yang dibuat meliputi diagram blok sistem yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 1, desain skematik rangkaian serta layout PCB ditunjukkan pada gambar 2, dan blok diagram sistem ditunjukkan pada Gambar 3.

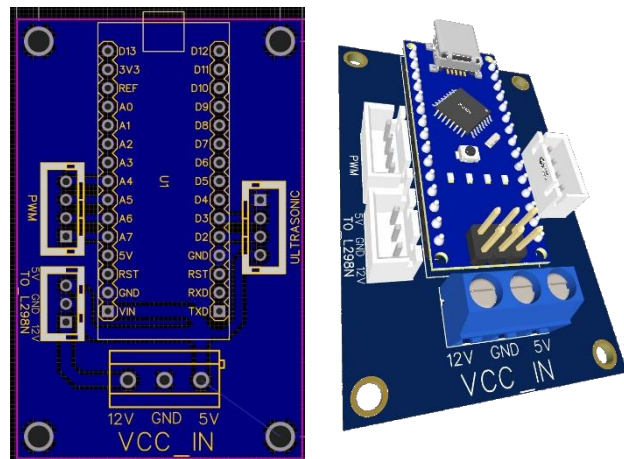




Gambar 1. Diagram Blok Sistem



(a)



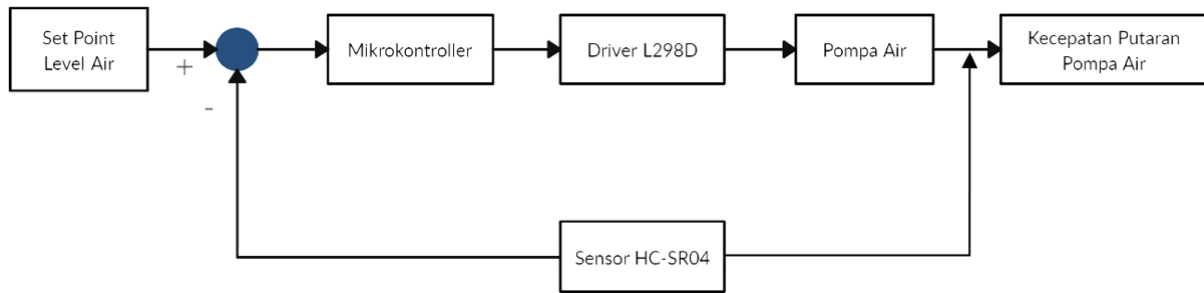
(b)

Gambar 2. Rangkaian Sistem Pengisian Tangki Air Otomatis
 (a) Skematik Rangkaian, (b) Desain Layout PCB

Skematik rangkaian menunjukkan koneksi antara komponen utama sistem pengisian tangki air otomatis. Sensor ultrasonik HC-SR04 terhubung ke kontroler yang mengendalikan *driver* L298N. *Driver* L298N bertindak sebagai sistem yang mengontrol kondisi *on-off* dan kecepatan putaran dari pompa air berdasarkan sinyal dari kontroler. Pompa air kemudian mengisi tangki air sesuai kebutuhan. Sedangkan pada desain layout PCB menggambarkan tata letak fisik dari komponen-komponen elektronik pada



papan sirkuit cetak (PCB). Desain ini memastikan bahwa semua komponen terhubung dengan benar dan ditempatkan secara efisien untuk meminimalkan ukuran dan meningkatkan kinerja sistem.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Pengisian Tangki Otomatis

Ketika level air di dalam tangki turun di bawah level minimum yang telah ditentukan, kontroler Arduino akan memicu pompa air untuk mengisi kembali tangki sampai mencapai level maksimum yang ditentukan. Sensor ultrasonik HC-SR04 dipasang di atas tangki air dengan sudut tertentu sehingga dapat mengukur level air di dalam tangki. Sensor ini mengirimkan gelombang ultrasonik ke permukaan air dan kemudian menerima gelombang pantulan yang dipantulkan oleh permukaan air. Waktu yang dibutuhkan untuk pantulan gelombang ultrasonik dihitung oleh sensor.

Kontroler Arduino memproses waktu pantulan gelombang ultrasonik tersebut untuk menghitung level air di dalam tangki. Level air ini kemudian dibandingkan dengan level minimum dan maksimum yang telah ditentukan. Jika level air di dalam tangki turun di bawah level minimum, kontroler Arduino akan memicu *driver* L298N untuk menyalakan dan mengatur kecepatan pompa air. Pompa air akan mengisi tangki sampai level air mencapai batas maksimum yang telah ditentukan. Kecepatan putaran pompa akan diatur maksimal jika kondisi level air rendah dan akan mulai menurunkan kecepatannya jika kondisi level air hampir mencapai batas maksimum. Setelah level air mencapai level maksimum, kontroler Arduino akan mematikan pompa air dengan memutuskan *driver* L298N. Proses ini berulang secara otomatis, terus-menerus memantau level air di dalam tangki dan mengisi kembali tangki jika level air turun di bawah batas minimum yang ditentukan.

Dalam sistem ini, ketika level air mendekati sensor, kontrol PID mengatur debit air pada pompa semakin berkurang untuk menghindari overshoot dan menjaga stabilitas level air di dalam tangki. Hal ini dilakukan karena debit air yang masuk mempengaruhi ketinggian air secara langsung. Kontrol PID memungkinkan penyesuaian yang lebih halus dan akurat dalam menjaga level air yang diinginkan, meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Sensor

Sistem pengisian tangki air otomatis telah berhasil diuji dengan berbagai skenario. Hasil menunjukkan bahwa sistem dapat membaca ketinggian level air dengan akurasi yang tinggi. Pengujian sensor HC-SR04 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor HC-SR04

No	Pengukuran	Pembacaan Sensor	Selisih	Erorr
1	1	2	1	1%
2	2	2	0	0%
3	3	3	0	0%
4	6	6	0	0%
5	9	8,6	0,4	0,04%



6	12	12	0	0%
7	15	15	0	0%
8	18	18	0	0%
9	21	21	0	0%
10	24	24	0	0%
11	27	27	0	0%
12	30	30	0	0%
Rata-Rata			0,2	0,20%

Dari hasil pengujian sensor Ultrasonic, terlihat bahwa nilai kesalahan (error) yang tercatat adalah sebesar 0,2%. Meskipun demikian, nilai ini masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima. Hal ini disebabkan oleh sifat intrinsik dari sensor Ultrasonik yang tidak selalu memberikan pengukuran yang sepenuhnya akurat. Kesalahan, dalam konteks ini, merujuk pada perbedaan antara nilai yang diukur dan nilai yang sebenarnya. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kesalahan dalam pengujian ini antara lain adalah pergerakan objek yang terbaca oleh sensor, serta kondisi udara di dalam pipa.

3.2 Hasil Pengujian Keseluruhan

Sistem pengisian tangki air otomatis telah diuji dengan hasil menunjukkan bahwa sistem dapat mempertahankan ketinggian air dengan akurasi yang tinggi. Pengujian sensor HC-SR04 ditunjukkan pada Tabel 2.

Dari data yang diperoleh, terlihat bahwa terdapat pola yang konsisten dalam hubungan antara sinyal PWM, jarak level air, dan kecepatan putaran pompa. Secara umum, semakin tinggi sinyal PWM yang diberikan ke driver pompa, semakin tinggi pula kecepatan putaran pompa. Hal ini sesuai dengan ekspektasi, karena sinyal PWM digunakan untuk mengatur kecepatan motor DC, termasuk pompa air dalam hal ini.

Selain itu, terlihat juga bahwa terdapat kecenderungan kecepatan putaran pompa meningkat ketika jarak level air dalam tangki semakin rendah. Ini menunjukkan bahwa semakin mendekati level minimum air, sistem merespons dengan meningkatkan kecepatan putaran pompa untuk mengisi tangki dengan lebih cepat.

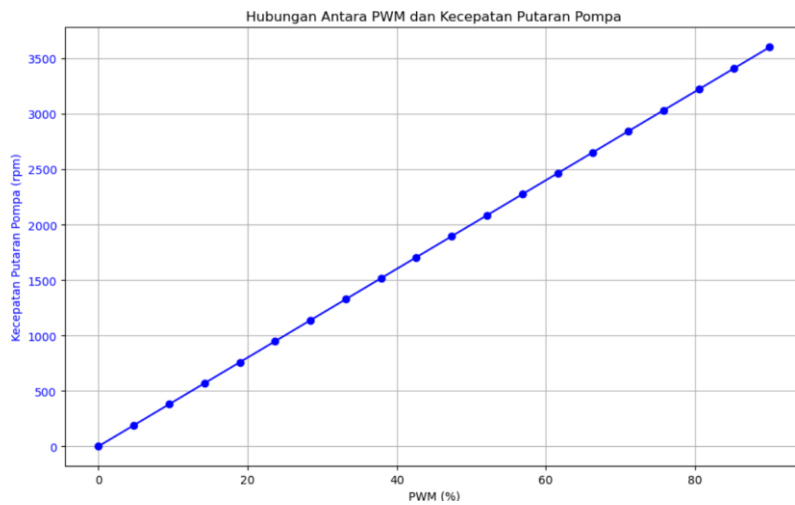
Tabel 2. Hasil Pengujian Hubungan Antara PWM, Jarak Level Air, dan Kecepatan Putaran Pompa

PWM (%)	Kecepatan Putaran Pompa (rpm)	Jarak Level Air (cm)
0	0	3
4.74	0	3,89
9.47	378.95	5
14.21	568.42	5,68
18.95	757.89	6,58
23.68	947.37	7,47
28.42	1136.84	8,37
33.16	1326.32	9,26
37.89	1515.79	10,16
42.63	1705.26	11,05
47.37	1894.74	11,95
52.11	2084.21	12,84
56.84	2273.68	13,74

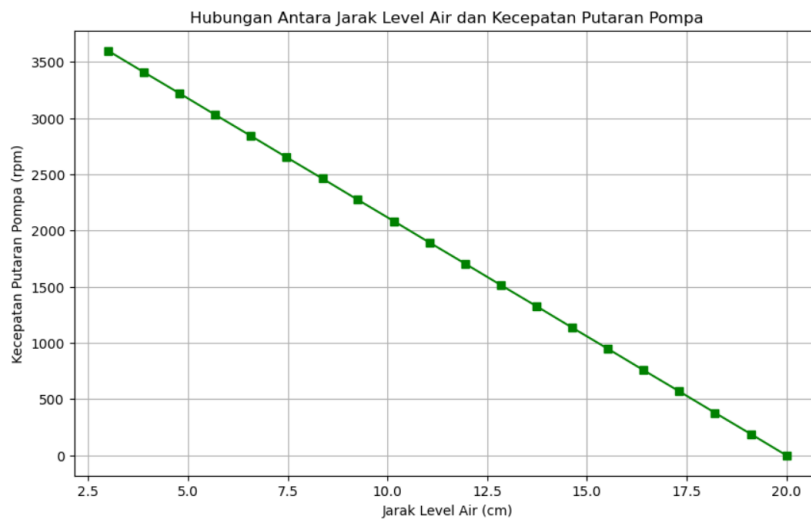


61.58	2463.16	14,63
66.32	2652.63	15,53
71.05	2842.11	16,42
75.79	3031.58	17,32
80.53	3221.05	18,21
85.26	3410.53	19,11
90	3600	20

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 merupakan hasil percobaan yang menggambarkan bagaimana variasi sinyal PWM mempengaruhi kinerja pompa air dan perubahan level air dalam tangki. Grafik pertama menunjukkan hubungan antara PWM dan kecepatan putaran pompa, sedangkan grafik kedua menunjukkan hubungan antara kecepatan putaran pompa dan jarak level air.



Gambar 4. Grafik Hasil Hubungan Antara PWM dan Kecepatan Putaran Pompa



Gambar 5. Grafik Hasil Hubungan Antara Kecepatan Putaran Pompa dan Jarak Level Air

Dari hasil pengujian Pompa Air DC diatas menunjukkan bahwa saat ketinggian air berada di atas atau sama dengan 20 cm maka pompa air akan mati. kemudian ketika ketinggian air di bawah 19 cm sampai dengan 8cm motor akan berputar semakin cepat secara konstan yang memiliki setiap perubahan



jarak 1 cm. Dari hasil percobaan juga diperoleh analisa bahwa demi keamanan pada rangkaian dan komponen maka pengaturan PWM ketika pompa aktif dibatasi mulai dari 15% sampai dengan 90%.

4. KESIMPULAN

Penggunaan sistem pengisian tangki air otomatis dengan kontroler PID, sensor ultrasonik, Arduino Nano, dan driver motor L298N adalah solusi yang efisien dan efektif dalam menjaga ketinggian air dalam tangki secara otomatis. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur level air dalam tangki dengan mengirimkan dan menerima gelombang ultrasonik. Meskipun terdapat error sebesar 0,2%, hal ini masih dalam batas toleransi yang dapat diterima. Pompa air DC yang dikontrol oleh driver motor L298N berfungsi untuk mengisi tangki air, dengan kecepatan putaran motor yang semakin cepat secara konstan saat ketinggian air menurun. Kontroler PID pada Arduino Nano bertugas mengatur PWM secara otomatis. Ketika level air turun di bawah level minimum, pompa air diaktifkan, dan ketika level air mencapai level maksimum, pompa air dimatikan. Proses ini akan berulang secara otomatis untuk menjaga ketinggian air dalam tangki tetap konstan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arindya, R. (2015). PENALAAAN KENDALI PID UNTUK PENGENDALI PROSES. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 30–37.
- [2] Dewanto, E., Yoseph, J., Rif'an, M., Diii,), & Elektronika, T. (2018). Tandon Air Otomatis Dengan Sistem Monitoring Melalui Android Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Autocracy*, 5(1), 8–16. <https://doi.org/10.21009/autocracy.05.1.2>
- [3] Dewanto Putra, D., & Hidayat, R. (2023). Sistem Pengisian Toren Otomatis Dengan Sensor Ultrasonik. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, Juli, 2023*(13), 186–194. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8149123>
- [4] Pahude, M. S. (2022). 1744-Article Text-4520-1-10-20220629. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 3(2), 4801–4810.
- [5] Ramadhani, A., & Sakti Ramba, L. (2016). Sistem Pengaturan Suhu Air Menggunakan Kendali PID berbasis LabVIEW Water Temperature Control Using PID Control System Based on LabVIEW. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 4(2), 35–46.
- [6] Rindra, A. K., Widodo, A., Baskoro, F., & Kholis, N. (2022). Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Pada Tandon Rumah Tangga Berbasis IoT (Internet of Things). *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 17–22.
- [7] Rosada, K. (2017). *SISTEM KONTROL POMPA AIR MENGGUNAKAN KONTROLER PID BERBASIS RASPBERRY PI*.
- [8] Permatasari, Dinda, Dwi Risdhayanti, Anindya, Fitri, Tri Wahono, Wahyu. (2023). Pengendalian Kestabilan Posisi Bola Pingpong Menggunakan Kontrol PID. *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri* 10(2). <https://doi.org/10.33795/elkolind.v10i2.3647>
- [9] Nindyaningrum, Yunita Happy. (2023). Sistem Kendali PI Aplikasi Mini Plant Level Air Berbasis Arduino. *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri* 10(3). <https://doi.org/10.33795/elkolind.v10i3.3678>
- [10] Pramudya, Hanggita Adi, dkk. (2023). Implementasi Kontrol PID Untuk Mengontrol Suhu dan Level Pada Alat Vending machine. *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri* 10(1). <https://doi.org/10.33795/elkolind.v10i1.2745>

