

Rancang Bangun Kontrol Pengolahan Gula Aren Dengan *Programmable Logic Controller*

Sukandar Sawidin
Teknik Listrik
Politeknik Negeri Manado
Manado, Indonesia
sukandarsawidin@gmail.com

Yoice R. Putung
Teknik Listrik
Politeknik Negeri Manado
Manado, Indonesia
yoiceputung@gmail.com

Anthoinete P.Y. Waroh
Teknik Komputer
Politeknik Negeri Manado
Manado, Indonesia
anthoinete.warohr@gmail.com

Tracy Marsela
Teknik Informatika
Politeknik Negeri Manado
Manado, Indonesia
tracy@elektro.polimdo.ac.id

Diterima : Mei 2023
Disetujui : Juni 2023
Dipublikasi : Juli 2023

Abstrak— Gula aren diperoleh dari nira hasil sadapan pohon aren dan merupakan salah satu bahan baku dari pembuatan makanan maupun minuman. Pembuatan gula aren yang ada di Desa Tanggari Minahasa Utara Sulawesi Utara menggunakan bahan baku nira (saguer), akan tetapi pada proses pembuatan gula aren masih tradisional dengan menggunakan sepenuhnya tenaga manusia. Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototype alat pengolah gula aren dengan menggunakan kontrol *Programmable Logic Controller* (PLC) dan monitoring *Human Machine Interface* (HMI), dilengkapi dengan sensor thermostat sebagai alat pengukur temperatur pada saat proses pemasakan air nira dengan gas LPG dan motor wiper sebagai penggerak alat pengaduk. Hasil pengujian yang dilakukan untuk air nira 3 liter dengan suhu ± 100 °C diperoleh gula aren 750 gram. Dengan menggunakan kontrol PLC dan monitoring HMI pada alat pengolah gula aren ini diharapkan dapat meringankan tenaga pekerja dan mempercepat proses pengadukan gula aren sampai mengental sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi produksi.

Kata Kunci: Gula Aren, Motor Wiper, PLC dan HMI

Abstract - Palm sugar is obtained from the sap of palm tree tapping and is one of the raw materials for making food and drinks. The manufacture of palm sugar in the village of Tanggari Minahasa Utara, North Sulawesi, uses sap (saguer) as the raw material, but the process of making palm sugar is still traditional, using full human power. This study aims to make a prototype of a palm sugar processing tool using *Programmable Logic Controller* (PLC) control and *Human Machine Interface* (HMI) monitoring, equipped with a thermostat sensor as a temperature measuring device during the process of cooking sap water with LPG gas and a wiper motor as a driving force. mixer. From the results of tests carried out for 3 liters of sap water with a temperature of ± 100 °C, 750 grams of palm sugar was obtained. Using PLC control and HMI monitoring on the palm sugar processing equipment is expected to relieve labor and speed up the process of stirring the palm sugar until it thickens so that in the end it can increase production efficiency.

Keywords: Palm Sugar, Wiper Motor, PLC and HMI

I. PENDAHULUAN

Pohon aren merupakan tumbuhan multiguna memberikan banyak manfaat bagi kehidupan masyarakat terutama sebagai salah satu bahan baku dari pembuatan makanan maupun minuman.[1][2]

Kesejahteraan masyarakat Indonesia dalam bidang industri khususnya industri kecil perlu ditingkatkan. Oleh karena itu peningkatan sarana atau peralatan yang berhubungan dengan proses pengolahan bahan hasil dalam industri rumah tangga perlu dilakukan, khususnya pengolahan gula aren. Dimana proses pembuatan gula aren masih menggunakan cara konvensional yaitu air nira dari pohon aren dituangkan dalam wajan untuk dimasak dengan tungku kayu api dan diaduk dengan centong kayu sampai mengering dan warnanya berubah menjadi coklat dan kental.[3][4][5]

Berdasarkan masalah tersebut maka akan dirancang prototype alat pengolahan gula aren dan kontrol *Programmable Logic Controller* (PLC) dengan monitoring *Human Machine Interface* (HMI). Dengan alat ini diharapkan dapat meringankan tenaga pekerja dan mempercepat proses pengadukan gula aren sampai mengental sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi produksi.[6][7][8][9][10][11][12]

Kelebihan dari penelitian ini adalah dapat melakukan pengolahan gula aren menjadi gula semut dengan control PLC sehingga pada proses pengolahan tidak perlu tenaga manusia dan kekurangannya bila aliran listrik padam harus menyiapkan genset untuk mengaktifkan peralatan control. [10][11][12]

T. Pangaribowo, H. Yulianda (2016), Membuat Kontrol dan Monitoring Suhu yang diterapkan pada *Building Auto System*, kelemahannya harus terkoneksi dengan PC untuk monitoring koneksi PLC dengan sensor suhu. [13] [14]

N. Wicaksono dan U. Fadlilla (2021), Membuat prototype Pengaduk Pengolahan Gula Kelapa dengan motor PG28 dengan kontrol sensor suhu dan tekanan, kelemahannya pembacaan sensor tekanan tidak akurat karena terdapat banyak udara dalam panci saat dipanaskan. [12] [15]

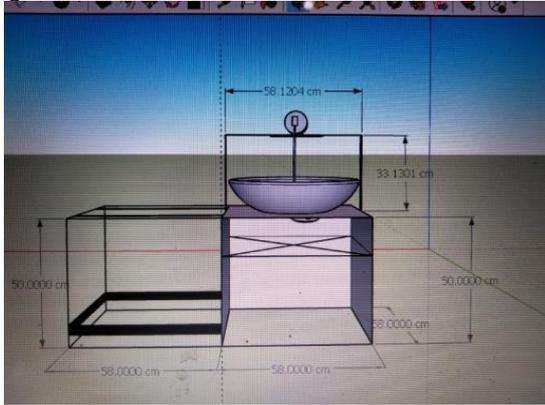
I. METODE PENELITIAN

Untuk mengetahui proses pembuatan gula aren dengan PLC dilakukan penelitian pengkajian pada sistem kontrol. Penelitian yang akan dilaksanakan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut: Merancang prototype alat pengolahan gula aren, merancang box panel gula aren, perancangan blok

diagram sistem kontrol, diagram alir, merancang *power supply*, *driver relay*, lampu indikator, motor wiper, thermostat, merancang program PLC, merancang tampilan HMI dan pengujian sistem kontrol pengolahan gula aren yang terintegrasi untuk mempermudah dalam proses pembuatan perangkat keras.

A. Perancangan Alat Pengolahan Gula Aren

Perancangan alat pengolahan gula aren seperti terlihat pada gambar 1.

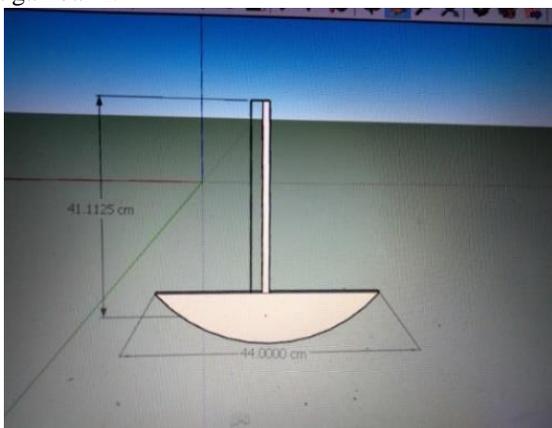


Gambar 1. Perancangan Alat Pengolahan Gula Aren

Alat pengolah gula aren yang dibuat menggunakan bahan dasar seperti besi siku U, besi kotak, dan besi beton, dan besi kotak. Alat pengolah gula aren ini memiliki ukuran keseluruhan dengan panjang = 116cm, lebar = 58 cm, tinggi = 83cm.

B. Perancangan Alat Pengaduk Gula Aren

Perancangan alat pengaduk gula aren seperti terlihat pada gambar 2.

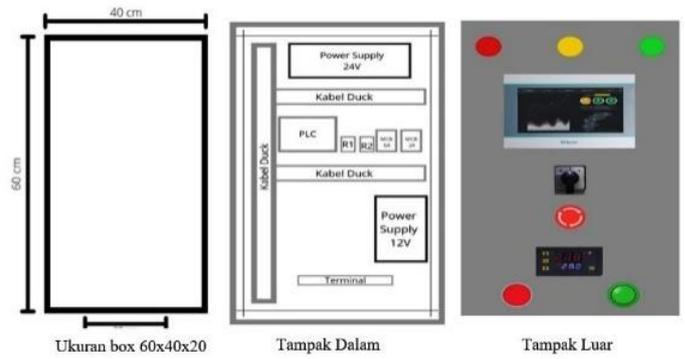


Gambar 2. Perancangan Alat pengaduk Gula Aren

Alat pengaduk ini dibuat dengan bahan stainless dan memiliki ukuran Panjang = 44cm dan tinggi stick pengaduk =41cm, pada bagian bawah alat pengaduk di rancang dalam bentuk setengah lingkaran karena menyesuaikan dengan bentuk dari wajan yang berukuran dengan diameter 55,88 cm.

C. Perancangan Box Panel Kontrol Pengolahan Gula Aren

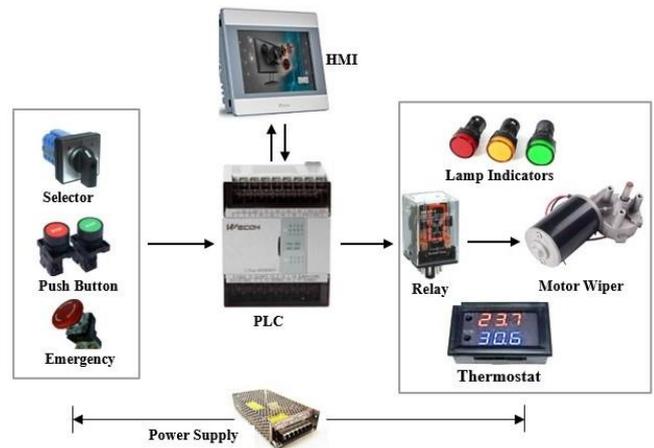
Perancangan box panel seperti terlihat pada gambar 3, dengan ukuran P=60 cm, T=40 cm dan L=20 cm.



Gambar 3. Perancangan Box Panel Kontrol

D. Blok Diagram Sistem Kontrol Pengolahan Gula Aren

Pada gambar 4. Bila Sistem diaktifkan maka tombol selector harus ditekan pada posisi manual atau otomatis. Bila dipilih selector kontrol manual maka saat tombol Push Button Start ditekan, Relay akan bekerja untuk menjalankan Motor Wiper dan lampu indikator kontrol manual menyala. Jika tombol Stop Button atau tombol Emergency ditekan maka sistem tidak akan bekerja.



Gambar 4. Blok Diagram Sistem

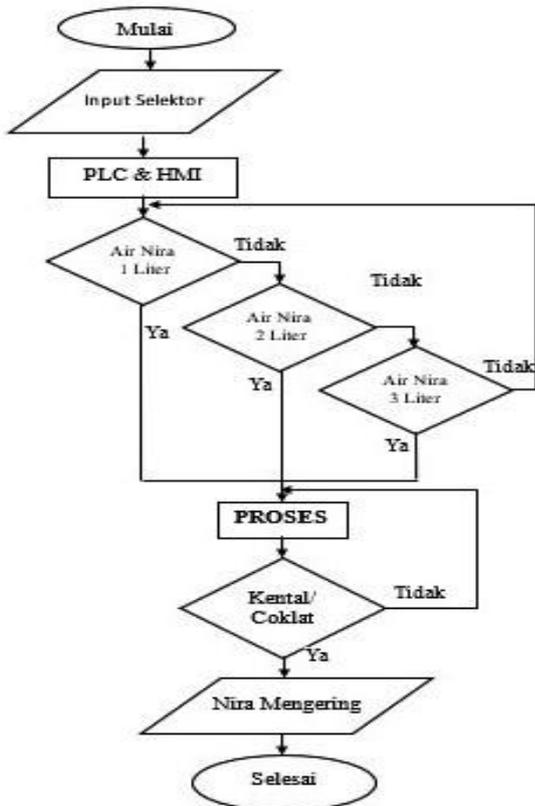
Bila Selektor yang dipilih adalah kontrol otomatis maka PLC dan HMI akan aktif dan lampu indikator otomatis menyala serta thermostat memonitor temperature. Pada HMI bila tombol Start ditekan maka PLC akan mengaktifkan Relay untuk menjalankan motor wiper, bila tombol Stop atau Emergency pada HMI ditekan maka motor wiper berhenti.

E. FlowChart Sistem Kontrol Pengolahan Gula Aren

Flowchart sistem kontrol pengolahan gula aren dapat dilihat pada gambar 5.

Penjelasan Flowchart gambar 5. :

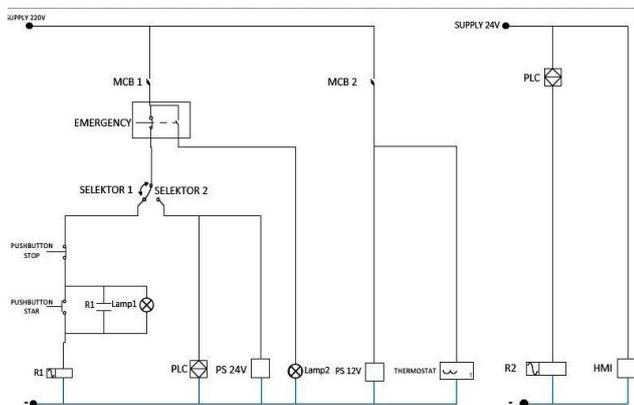
Saat Sistem diaktifkan selektor otomatis dipilih untuk mengaktifkan PLC dan HMI pada wadah wajan di pilih apakah air nila yang telah dimasak 1 liter, 2 liter atau 3 Liter. Setelah pilihan air nila ditentukan misalkan 1 liter maka proses pemanasan dilakukan menggunakan kompor LPG dengan suhu ± 100°C dan motor wiper bekerja menggerakkan pengaduk, bila air nila sudah kental dan berwarna coklat maka sistem dimatikan. Setelah gula nira mengering selanjutnya di ditimbang.



Gambar 5. Flowchart Pengolahan Gula Aren

F. Perancangan Rangkaian Kontrol Sistem

Perancangan rangkaian control system seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Perancangan Rangkaian Kontrol Sistem

Keterangan :

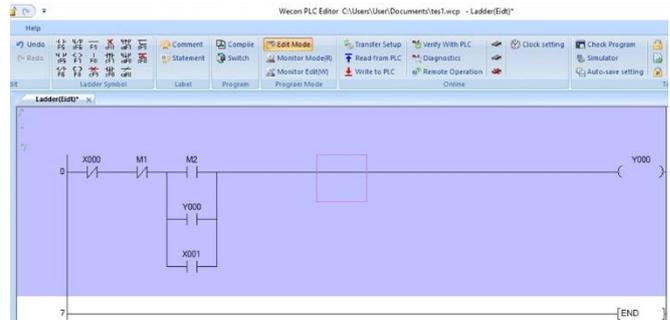
- ✓ Jika MCB1 ON dan Selektor1 yang dipilih dan tombol Start ditekan maka Relay R1 akan aktif dan lampu1 akan menyala. Jika tombol Stop atau tombol Emergency ditekan maka Relay1 dan Lampu1 tidak bekerja. Bila MCB2 ON maka Thermostat akan memonitoring temperatur ruangan. Jika MCB2 OFF maka Thermostat tidak bekerja.
- ✓ Jika MCB1 ON dan selector 2 yang dipilih maka PLC dan HMI akan bekerja. Bila tombol Start pada HMI

ditekan maka PLC akan mengaktifkan Relay 2. Jika tombol Stop pada HMI ditekan Relay 2 tidak bekerja.

- ✓ Bila MCB2 ON maka Thermostat akan memonitoring temperature ruangan dan temperature yang diatur. Jika MCB2 OFF maka Thermostat tidak aktif.

G. Perancangan program PLC

Pembuatan program Ladder Diagram PLC Wecon Series LX3V. menggunakan Software Wecon PLC Editor. Software ini juga mendukung koneksi dengan HMI. Program Lader Diagram seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Program Ladder Diagram PLC Wecon LX3V

Bahasa Pemrograman pada software Wecon PLC Editor hanya menggunakan Ladder Diagram.

- ✓ Bila tombol Start (X001) di tekan maka output (Y000) akan aktif dan anak kontak (Y000) dari NO menjadi NC sehingga output (Y000) akan aktif terus walaupun tombol start di lepas. Bila tombol Stop ditekan (X000) maka output (Y000) dan anak kontak (Y000) akan kembali normal.
- ✓ Untuk alamat input memori M1 digunakan untuk tombol Start pada HMI dan input memori M0 untuk tombol Stop pada HMI. Output (Y000) digunakan sebagai lampu pada HMI.

H. Perancangan HMI (PiStudio)

Perancangan Human Machine Interface (HMI) seperti terlihat pada gambar 8.



Gambar 8. PerancanganTampilan HMI

Bila tombol Start ditekan Lampu Menyala dan Motor bekerja menggerakkan pengaduk, bila tombol stop ditekan Lampu padam dan motor tidak bekerja.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

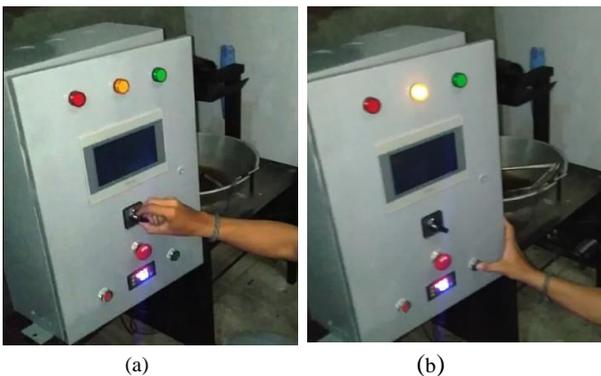
Pada gambar 9. menunjukkan hasil pembuatan prototype alat pengolahan gula aren yang terdiri dari beberapa bagian yaitu: Kontrol Panel, alat pengaduk, tempat wajan dan kompor gas.



Gambar 9. Prototipe Alat Pengolah Gula Aren

A. Pengujian Kontrol Manual Pengolahan Gula Aren

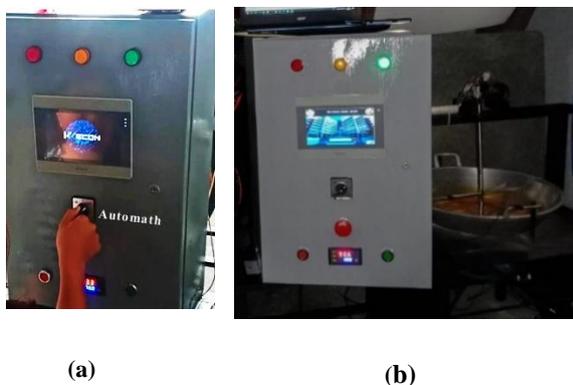
Pada gambar 10. Selektor diputar pada posisi manual (gambar 10a) selanjutnya tombol Start ditekan (gambar 10b), lampu indicator kontrol manual menyala dan Relay akan bekerja menjalankan Motor Wiper untuk memutar pengaduk serta thermostat akan memonitor temperature, jika tombol Stop atau tombol Emergency ditekan maka sistem tidak akan bekerja.



Gambar 10. Pengujian Kontrol Manual

B. Pengujian Kontrol Otomatis Pengolahan Gula Aren

Pengujian operasi kontrol otomatis pengolahan gula aren seperti terlihat pada gambar 11 di bawah ini.



(a)

(b)



(c)

Gambar 11. Pengujian Kontrol Otomatis

Pada Gambar 11. Selektor diputar pada posisi otomatis (Gambar 11a) maka lampu indikator kontrol otomatis akan menyala (gambar 11b), PLC dan HMI akan aktif serta thermostat akan memonitor temperatur. Pada HMI bila tombol Start (gambar 11c) ditekan maka PLC akan mengaktifkan Relay sehingga motor wiper bekerja, jika tombol stop ditekan pada HMI, maka sistem tidak akan bekerja.

C. Pengujian Alat Pengolahan Gula Aren

1. Siapkan air nira yang sudah diambil dari pohon nira dengan kadar keasaman pH 6-7, dan nira dimasak terlebih dahulu dengan waktu kurang lebih 15-20 menit dan dengan suhu 90-100 °C. supaya nira tidak menjadi asam,



Gambar 12. Air Nira yang sudah dimasak

2. Aktifkan MCB dalam panel untuk mengaktifkan PLC dan HMI supaya siap beroperasi, setelah itu thermostat control akan mulai mengukur suhu ruangan 30,6°C seperti pada gambar 13.



Gambar 13. Kontrol Diaktifkan

3. Tuangkan bahan baku air nira (1 liter) kedalam wajan alat pengolah gula aren,



Gambar 14. Kontrol otomatis

4. Nyalakan konpor gas untuk memulai proses pemasakan, setelah itu tekan tombol start pada box listrik untuk menghidupkan motor wiper agar mulai proses pengadukan,
5. Air nira akan mendidih pada waktu 4.32 menit dengan suhu 54,3°C. Dan air nira akan terus mendidih sampai air nira mengental.



Gambar 15. Pengolahan Gula Aren

6. setelah nira mengental pada waktu 13.14 menit dengan suhu 80,3 °C, maka api mulai dikecilkan dan motor wiper terus mengaduk gula aren.



Gambar 16. Air Nira Mengental

7. setelah nira yang kental mulai mengering pada waktu 20.40 menit maka tekan tombol stop untuk menghentikan proses pengadukan,



Gambar 17. Air Nira Mulai Mengering

8. Setelah itu dilanjutkan proses penghancuran nira yang sudah mengering dengan menggunakan tenaga manusia dan sendok kayu untuk menghancurkan nira

yang sudah mengering dan menjadi bubuk kasar.



Gambar 18. Proses Penghancuran Nira yang Mengering

9. Nira yang sudah dihancurkan dalam wajan alat pengolah gula aren dan menjadi bubuk kasar dilanjutkan proses penimbangan gula aren bubuk. Hasil gula aren bubuk dari air nira 2 liter yaitu 550 gram.



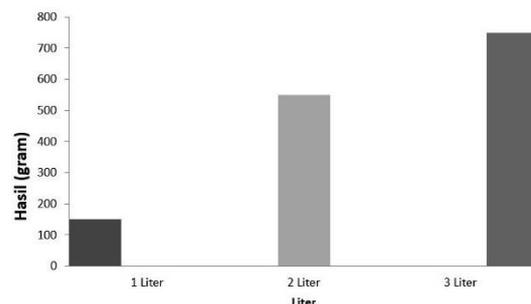
Gambar 19. Penimbangan Hasil Pembuatan Gula Aren

Dari hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 3 kali dengan hasil seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian air nira menjadi gula aren

AIR NIRA (Liter)	WAKTU NIRA MENGENTAL (Menit)	SUHUNIRA MENGENTAL (°C)	WAKTU NIRA MENERING (Menit)	HASIL (gram)
1	13.14	80,3	20.40	150
2	29.18	83,0	32.32	550
3	30.23	97,2	34.00	750

Berdasarkan tabel 1 hasil pembuatan gula aren menggunakan kapasitas nira 1 liter , 2 liter dan 3 liter dengan waktu yang berbeda. Untuk air nira 1 liter memerlukan waktu sekitar 20 menit, bila 2 liter nira memerlukan waktu sekitar 32 menit dan bila air nira 3 liter memerlukan waktu 34 menit.



Gambar 20. Grafik hasil air nira menjadi gula aren

III. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dari hasil penelitian pada prototype alat pengolahan Gula Aren diperoleh Sistem kontrol pengolahan gula aren bisa dikontrol dengan cara manual atau secara otomatis menggunakan PLC dan Monitoring HMI bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan. Alat Pengolahan Gula Aren yang dihasilkan air nira sebanyak 1 Liter setelah diproses menghasilkan 150 gram gula aren, Bila air nira 2 Liter diperoleh 550 gram gula

aren dan bila air nila 3 liter diperoleh 750 gram gula aren. Disarankan untuk pembuatan gula aren, hasil endapan air nila memiliki range pH 6-7 agar pengolahan gula aren lebih berkualitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada P3M Politeknik Negeri Manado yang telah memfasilitasi penelitian ini dan Pengelola Jambura Journal of Electrical and Engineering (JEEEE) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo, sebagai sarana berbagi dan bertukar pikiran demi perbaikan penelitian ini, seta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu sehingga karya tulis ini bisa terlaksana.

REFERENSI

- [1] D. Natawijaya and U. Suhartono, "Analisis Rendemen Nira dan Kualitas Gula Aren (*Arenga pinnata* Merr.) di Kabupaten Tasikmalaya," *J. Agroforestri Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 57–64, 2018.
- [2] M. Pongoh, "Analisis Penerapan Manajemen Rantai Pasokan Pabrik Gula Aren Masarang," *J. EMBA J. Ris. Ekon. Manajemen, Bisnis dan Akunt.*, vol. 4, no. 3, 2016.
- [3] I. M. Suardana, R. Amrul, S. A. Wijayanto, S. Hidayat, and F. F. Rusdi, "Bangkit Dengan Usaha Gula Aren Di Masa Covid 19".
- [4] M. Meldayanoor, A. G. Ilmannafian, and F. Wulandari, "Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Kualitas Produk Gula Semut dari Nira," *J. Teknol. Agro-Industri*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [5] N. Tanra, H. Syam, and A. Sukainah, "Pengaruh Penambahan Pengawet Alami terhadap Kualitas Gula Aren (*Arenga pinnata* Merr.) yang Dihasilkan," *J. Pendidik. Teknol. Pertan.*, vol. 5, no. 2, pp. 83–96, 2019.
- [6] S. Ramadhani and R. T. Wahyuni, "Rancang Bangun Human Machine Interface pada Kontrol dan Monitoring dalam Pengujian Kualitas Air di Sand Filter Tank pada Water Treatment Plant Berbasis PLC," *ABEC Indones.*, pp. 414–422, 2023.
- [7] E. Damayanti, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Monitoring Proses Pengisian Air Pada Toren Dengan Interface Hmi Weintek Mt6070ih Dan Smartphone Android," *J. TEDC*, vol. 14, no. 3, pp. 237–248, 2020.
- [8] A. Susanto and I. Kurniawan, "Prototype Dan Desain Alat Mesin Conveyor Penghitug Barang Berbasis PLC Dan Aplikasi HMI Android," *J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, 2022.
- [9] G. Wibisono and K. Priyanto, "Kontrol dan monitor sistem otomasi automatic water treatment system berbasis plc menggunakan hmi weintek mt8071ip," *Teknika*, vol. 6, no. 4, pp. 149–156, 2020.
- [10] M. A. Uddin, R. P. Astutik, and H. Ariwianto, "Implementasi Plc Outseal Sebagai Pengontrol Suhu Ruang Peternakan Burung Walet Dengan Tampilan HMI," *J. JE-UNISLA Electron. Control. Telecommunication, Comput. Inf. Power Syst.*, vol. 8, no. 1, pp. 62–66, 2023.
- [11] H. Hasan, W. Heyawan, I. Suharto, and M. Yuwono, "Aplikasi Kontrol Dan Monitoring Pada Proses Pencucian Mobil Otomatis Berbasis PLC Outseal dan HMI Haiwell Untuk Modul Peraga Praktikum Otomasi Dasar," *J. Elit*, vol. 3, no. 2, pp. 22–31, 2022.
- [12] B. R. R. Fakhrunnia, M. Fauziyah, and D. Dewatama, "Kontrol Suhu Menggunakan Metode PID untuk Proses Pemasakan Nira Pada Alat Pembuat Gula Merah Tebu," *J. Elkolind J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 27–32, 2020.
- [13] T. Pangaribowo and H. Yulianda, "Sistem Monitoring Suhu Melalui Sistem Komunikasi Programmable Logic Controller To Personal Computer," *J. Teknol. Elektro*, vol. 7, no. 3, p. 143008, 2016.
- [14] Siswanto, W. Gata, and R. Tanjung, "Kendali Ruang Server Menggunakan Sensor Suhu DHT 22, Gerak Pir dengan Notifikasi Email," *Pros. Semin. Nas. Sist. Inf. dan Teknol. Inf.*, vol. 3584, pp. 134–142, 2017.
- [15] N. Wicaksono and U. Fadlillah, "Prototipe Otomatis Pengaduk Pengolahan Gula Kelapa Bubuk Menggunakan Motor Pg 28 Berbasis Arduino Nano." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2021.