

# Rancang Bangun Mesin Sangrai Kacang Tanah Otomatis Berbasis *Programmable Logic Controller (PLC)* dan *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)*

Lilik Eko Nuryanto<sup>1</sup>, Adeguna Ridlo Pramurti<sup>2</sup>, Mochammad Muqorrobin<sup>3</sup>, Labib Muhammad Badruzzaman<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Politeknik Negeri Semarang, Semarang, Indonesia  
adegunapramurti@polines.ac.id

Diterima : 01 Februari 2025

Disetujui : 14 Februari 2025

**Abstract**—Kacang tanah merupakan bahan pangan yang kaya akan manfaat dan mudah proses pengolahannya. Salah satu metode pengolahan kacang tanah yang populer adalah dengan metode sangrai. Sangrai merupakan metode pengolahan bahan pangan tanpa menggunakan minyak ataupun air sebagai penghantar panas. Suhu sangrai yang diperlukan sangat bervariasi, tergantung dari kapasitas produksi, suhu, dan durasi waktu. Sangrai kacang tanah secara konvensional memiliki kelemahan yaitu terjadinya fluktuasi suhu yang sulit dikendalikan. Penelitian ini bertujuan merancang mesin sangrai kacang otomatis dengan kapasitas produksi 1 kg. PLC dan SCADA digunakan pada penelitian ini sebagai kendalian, pemantauan, dan tampilan antar muka sistem. Metode penelitian ini adalah memberikan perlakuan waktu sangrai dan suhu sangrai, sehingga dapat diketahui waktu dan suhu terbaik sangrai kacang menggunakan mesin sangrai kacang otomatis. Pengujian kemampuan alat dilakukan dengan memberikan perlakuan waktu sangrai dan suhu sangrai, sehingga dapat diketahui waktu dan suhu terbaik pada penggunaan mesin. Mesin sangrai otomatis dirancang agar dapat mengontrol level api, suhu, dan durasi waktu selama proses sangrai agar menghasilkan kualitas kacang yang optimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin sangrai kacang berbasis PLC dan SCADA dapat beroperasi sesuai yang diharapkan. Tampilan HMI dapat digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan motor, mengatur level api kompor, mengatur suhu di dalam drum, dan mengatur durasi waktu sangrai. Hasil pengujian sangrai menunjukkan bahwa tampilan dan tekstur kacang matang ketika disangrai dengan suhu 150°C selama 15 menit.

**Keywords**—*kacang tanah, mesin sangrai, PLC, SCADA*

## I. PENDAHULUAN

Kacang tanah dikenal sebagai bahan pangan yang kaya protein [1]. Konsumsi kacang tanah yang tepat memiliki banyak manfaat bagi kesehatan manusia. Beberapa manfaat yang dihasilkan dari mengonsumsi kacang tanah adalah meningkatkan kualitas diet, penurunan resiko penyakit kardiovaskular, dan bila dikonsumsi tanpa garam dapat mencegah hipoglikemia pada penderita diabetes. Manfaat yang didapatkan dari kacang tanah dipengaruhi

oleh jumlah konsumsi dan cara pengolahannya [2], [3], [4].

Kacang merupakan camilan yang sering dikonsumsi sebagai camilan di Indonesia, karena memiliki banyak manfaat dan mudah cara pengolahannya. Pengolahan kacang tanah dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain direbus, digoreng, diekstraksi minyaknya, maupun disangrai. Salah satu metode pengolahan kacang tanah yang paling populer adalah dengan cara disangrai. Sangrai adalah metode pengolahan bahan pangan secara kering tanpa menggunakan air

atau minyak sebagai media pembawa panas. Hasil sangrai dapat meningkatkan aroma, tekstur dan rasa kacang tanah, selain itu akan menghasilkan kacang tanah dengan kadar lemak yang lebih rendah dibandingkan dengan metode penggorengan, sehingga akan meningkatkan kualitas kacang tanah. Salah satu faktor penentu keberhasilan sangrai adalah suhu. Suhu yang diperlukan pada saat sangrai sangat bervariasi, tergantung dari kapasitas produksi, suhu, dan durasi waktu.

Di Industri, proses sangrai kacang tanah menggunakan mesin khusus. Mesin sangrai kacang ini berupa perangkat mekanis atau elektronis yang dirancang untuk melakukan proses sangrai pada kacang pada kapasitas produksi tertentu. Mesin idealnya memiliki fitur untuk mengatur suhu, waktu, dan pengadukan. Hal ini bertujuan untuk agar mesin sangrai kacang beroperasi secara stabil dan menghasilkan kualitas kacang yang optimal. Mesin sangrai kacang umumnya digunakan dalam industri pengolahan makanan atau oleh produsen kacang skala besar untuk meningkatkan efisiensi produksi dan menghasilkan kacang dengan tingkat kematangan sesuai standar.

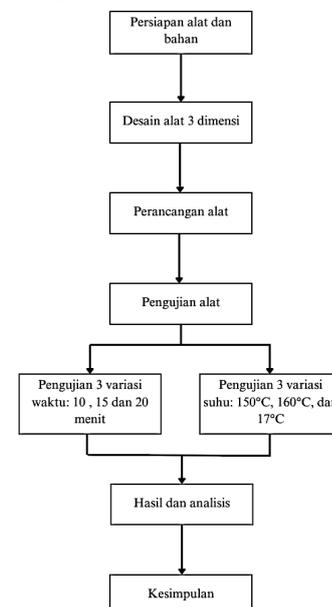
Penelitian sebelumnya telah merancang mesin sangrai kacang otomatis dengan thermostat dan *timer* sebagai masukan sistem. Kedua masukan tersebut berfungsi untuk mengatur suhu dan durasi waktu sangrai kacang. Mesin sangrai otomatis pada penelitian sebelumnya menggunakan motor listrik yang berfungsi sebagai pengaduk, dan kompor gas yang berfungsi untuk memanaskan kacang tanah [5], [6], [7]. Mesin sangrai yang berskala industri harus memiliki sistem kendalian yang andal, fleksibel, dan tahan lama, sehingga dapat dioperasikan secara optimal untuk mendukung kegiatan produksi di industri.

*Programmable logic controller* (PLC) dan *supervisory control and data acquisition* (SCADA) adalah dua sistem kendali yang umum digunakan untuk mendukung proses otomatisasi di industri. Penelitian ini menggunakan PLC sebagai kendalian untuk memberikan instruksi ke masukan dan keluaran sistem. PLC diterapkan pada penelitian ini karena memiliki keunggulan, yaitu pemrogramannya tidak rumit, fleksibel,

andal, tahan lama, dan hemat biaya [8], [9]. SCADA pada penelitian ini berfungsi sebagai tampilan antar muka atau *human machine interface* (HMI), sistem kendalian, dan sistem pemantauan. SCADA makin lazim diterapkan di sistem otomatisasi skala industri karena dapat efektif dan efisien untuk komunikasi, integrasi, dan kendali pada sistem yang sederhana dan kompleks [10], [11], [12], [13]. PLC dan SCADA pada penelitian ini digunakan untuk mengendalikan suhu, durasi waktu, pengadukan, dan pemanasan pada proses sangrai kacang tanah secara otomatis. Tujuan penelitian ini adalah merancang mesin sangrai kacang tanah otomatis berbasis PLC dan SCADA. Suhu dan durasi waktu secara otomatis dapat dikendalikan dan dipantau menggunakan tampilan HMI pada mesin.

## II. METODE

Proses sangrai pada penelitian ini menggunakan pemanasan dari kompor gas yang diatur dari SCADA sebagai HMI mesin. Putaran pada saat sangrai dihasilkan dari putaran motor induksi 1 fasa 0,25 HP. Suhu saat sangrai dapat diatur sedemikian rupa dari tampilan HMI. Diagram alir penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1. Metode penelitian ini adalah memberikan perlakuan waktu sangrai dan suhu sangrai, sehingga dapat diketahui waktu dan suhu terbaik sangrai kacang menggunakan mesin sangrai kacang otomatis



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa suhu minimal sangrai adalah  $150^{\circ}\text{C}$  dan suhu optimal dapat dicapai pada  $170^{\circ}\text{C}$  [14], [15]. Waktu sangrai kacang tanah adalah sekitar 20 menit. Durasi waktu sangrai dan kestabilan suhu menjadi faktor utama penentu kualitas kacang tanah [16], [17].



Gambar 2. Desain 3D mesin sangrai otomatis.

Perancangan mesin sangrai kacang meliputi perancangan mekanik dan perancangan elektrik. Perancangan mekanik meliputi rangka mesin dan bagian-bagian mesin sangrai. Perancangan elektrikal meliputi pemasangan kabel, pemrograman perangkat lunak, dan pembuatan panel kelistrikan. Gambar 2 menunjukkan desain 3D mesin sangrai pada penelitian ini. Mesin sangrai kacang memiliki dimensi panjang 110 cm, lebar 110 cm, dan panjang 50 cm. Kapasitas produksi mesin sangrai kacang adalah 2 kg.

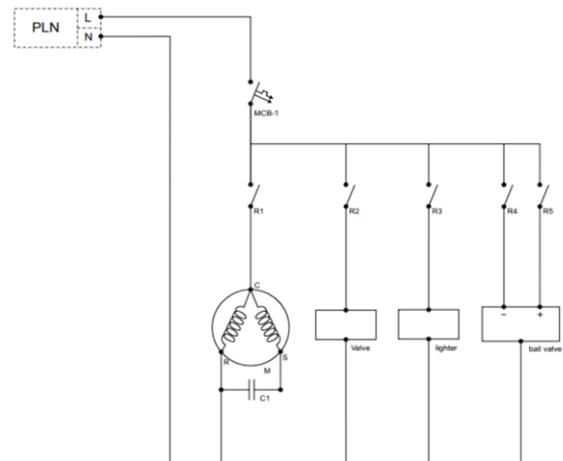
Gambar 3 menunjukkan mesin sangrai kacang tampak dari dua sisi. Bagian-bagian mekanik mesin ditunjukkan pada Gambar 2, yaitu (1) cerobong, (2) penutup drum, (3) plat penutup kompor, (4) plat dudukan motor, (5) agitator, (6) sampling tube, (7) pintu drum, (8) tuas pembuka. Cerobong berfungsi sebagai penampung yang akan mengalirkan kacang tanah menuju bagian drum sebelum disangrai. Penutup drum berfungsi sebagai pelindung utama dari benturan dari benda asing. Plat penutup kompor berfungsi untuk melindungi api yang dihasilkan oleh kompor agar tetap stabil. Plat dudukan motor berfungsi untuk menjaga motor induksi tetap berada ditempatnya ketika terjadinya getaran yang dihasilkan saat proses pengadukan. Agitator terhubung dengan

motor induksi yang berfungsi untuk mengaduk kacang tanah saat proses sangrai. Sampling tube dirancang agar operator dapat meninjau sebagian hasil sangrai saat mesin sedang beroperasi. Bagian akhir mesin terdapat tuas pembuka yang berfungsi untuk membuka pintu drum sebagai tempat keluarnya kacang yang telah disangrai.



Gambar 3. Bagian mekanik mesin sangrai kacang.

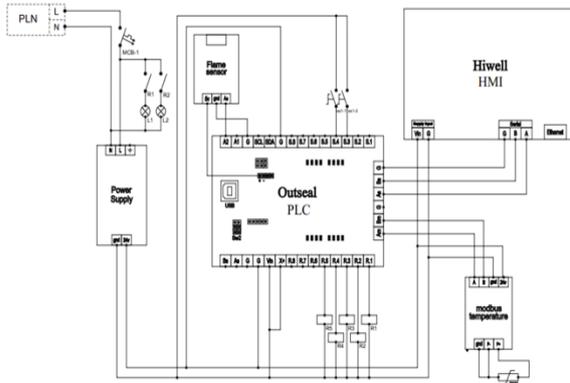
Perancangan elektrikal meliputi perancangan pengkabelan dan perangkat lunak. Gambar 4 menunjukkan rangkaian daya mesin sangrai kacang. Motor induksi 1 fasa yang terhubung dengan kontak bantu R1, katup solenoid terhubung dengan kontak bantu R2, pemantik terhubung dengan kontak bantu R3, dan katup bola terhubung dengan kontak bantu R4 dan R5.



Gambar 4. Rangkaian daya sistem.

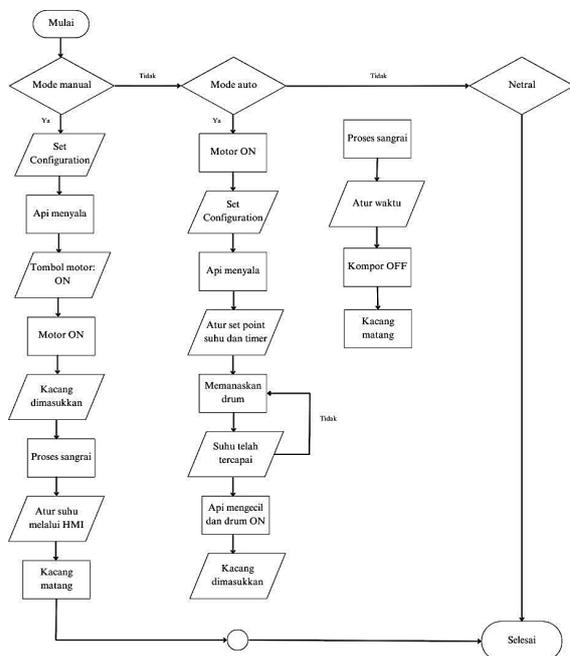
Rangkaian kendali mesin sangrai kacang ditunjukkan pada Gambar 5. Sistem kendali pada penelitian ini menggunakan PLC Outseal Mega V2 Slim karena telah teruji pada penelitian-penelitian sebelumnya. PLC Outseal memiliki harga yang ekonomis, tetapi mampu diandalkan untuk sistem otomatis yang menggunakan motor induksi sebagai keluarannya [18], [19]. Masukan

dari PLC berupa selector switch, thermocouple tipe K, katup bola elektrik, dan flame sensor. Perangkat PLC terhubung ke modbus RS-485 sebagai komunikasi serial. Keluaran PLC berupa relay, katup solenoid, dan motor induksi 1 fasa 0,25 HP. Perancangan PLC menggunakan ladder diagram pada perangkat lunak Outseal Studio.



Gambar 5. Rangkaian kendali sistem.

PLC dihubungkan ke perangkat Haiwell yang sering digunakan di industri karena fleksibilitas dan andal diterapkan pada kendalian dan pemantauan secara real time [20], [21], [22]. Haiwell digunakan sebagai sistem SCADA yang berfungsi untuk mengendalikan dan memantau kinerja mesin sangrai kacang. Haiwell Cloud SCADA Designer digunakan untuk merancang tampilan antar muka kendalian dan pemantauan sistem.



Gambar 6. Diagram alir cara kerja mesin sangrai kacang

Mesin sangrai kacang pada penelitian ini dirancang memiliki dua mode pengoperasian, yaitu secara manual dan otomatis. Pengoperasian otomatis adalah untuk memudahkan operasi, efisiensi waktu sangrai, dan meminimalisir kesalahan saat proses sangrai. Namun, sesuai standar industri bahwa mesin juga harus memiliki mode manual. Hal ini sebagai pengaman saat terjadi kegagalan saat pengoperasian mode otomatis. Gambar 6 menunjukkan diagram kerja mesin sangrai kacang secara manual dan otomatis.

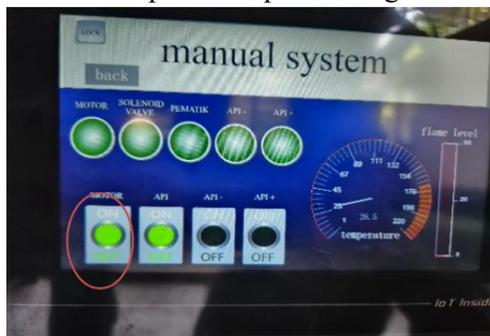
Cara kerja pengoperasian manual, yaitu operator memutar *selector switch* ke mode manual dan memilih mode manual pada tampilan HMI mesin. Setiap komponen seperti motor induksi, katup bola (*ball valve*), dan pemantik dikendalikan melalui tombol pada HMI mesin. Operator secara manual mengatur nilai level pada kompor api seperti *level low*, *set high*, dan *set low* melalui SCADA. Kemudian, operator menekan tombol “MOTOR” yang terdapat pada HMI untuk mengoperasikan motor induksi agar agitator berputar. Saat agitator telah berputar, operator menekan tombol PEMANTIK yang terdapat pada HMI untuk menyakan kompor. Panas api dapat diatur secara manual menggunakan tombol “API +” dan “API -” pada tampilan HMI. Kacang tanah dimasukkan ke cerobong pada saat level api telah sesuai. Operator perlu melakukan pengecekan kematangan secara berkala menggunakan sampling tube.

Pengoperasian mode otomatis tetap melibatkan operator pada saat awal, yaitu operator perlu mengatur level api pada menu “set config”, mengatur waktu sangrai dan *set point* suhu pada menu “auto system”. Mesin sangrai akan beroperasi saat *set point* suhu telah tercapai, dan berhenti beroperasi sesuai pengaturan waktu pada *timer*. Jika suhu kurang dari yang telah ditentukan, katup gas akan terus membuka sehingga kompor bekerja untuk memanaskan drum. Katup gas mengecil dan menutup pada saat *set point* suhu telah tercapai. Operator membuka tuas penutup saat proses sangrai telah selesai.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian meliputi hasil pengujian mesin dan hasil proses sangrai kacang tanah. Pengujian

mesin meliputi kinerja motor induksi, level panas kompor, dan kinerja sensor. Sedangkan, hasil sangrai kacang dianalisis tingkat kematangan dari durasi dan suhu pada saat proses sangrai.



Gambar 7. Tampilan HMI saat indikator motor ON.

Gambar 7 menunjukkan tampilan HMI pada saat motor induksi beroperasi. Indikator MOTOR menyala pada saat tombol MOTOR ditekan dan motor induksi beroperasi. Tabel 1 menunjukkan konsumsi daya motor induksi tanpa beban dan berbeban. Berdasarkan Persamaan 1 bahwa daya keluaran motor induksi adalah hasil perkalian tegangan sumber, arus, dan faktor daya ( $\cos\phi$ ) [23]. Faktor daya motor induksi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 0,96. Motor induksi tanpa beban membutuhkan daya sebesar 180.8 W, sedangkan motor induksi berbeban membutuhkan daya 262.8 W. Motor induksi pada mesin sangrai kacang merupakan komponen yang mengkonsumsi daya paling besar.

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (1)$$

Tabel 1. Konsumsi daya motor induksi

Motor induksi 1 fasa	Tegangan (V)	Arus (A)
Tanpa beban	235,5	0,8
Berbeban	234	1,17

Gambar 8 menunjukkan tampilan HMI pada menu “set config”. Menu tersebut adalah untuk mengatur level bawah sensor api, dan mengatur batasan level api kompor. Setelah mengatur pada menu “set config”, kemudian operator dapat mengatur “auto system” untuk menentukan set point suhu saat proses sangrai. Tampilan menu “auto system” ditunjukkan pada Gambar 8. Toleransi batas atas dan batas bawah masing-masing sebesar 5°C agar suhu di dalam drum optimal. Terdapat juga sensor pada badan mesin

sangrai untuk memantau tingkat suhu di badan mesin. Apabila suhu di badan mesin tidak wajar, mesin perlu dinonaktifkan untuk alasan keamanan. Mesin sangrai otomatis dapat diatur durasi waktu proses sangrai dengan cara mengatur waktu pada menu *auto system*. Waktu yang ditunjukkan pada tampilan HMI adalah dalam satuan menit.



Gambar 8. Tampilan menu *set config* untuk mengatur level api.



Gambar 9. Tampilan menu *auto system* untuk mengatur set point suhu.

Tabel 2. Kenaikan suhu terhadap waktu

Suhu (°C)	Waktu (detik)
30	0
60	84
90	304
120	513
150	997

Mesin sangrai membutuhkan waktu saat dinyalakan sampai dengan suhu yang diinginkan. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian kenaikan suhu terhadap waktu. Saat awal mesin dinyalakan, suhu di dalam drum adalah 30°C, hal ini dipengaruhi oleh suhu di lingkungan saat

pengujian dilakukan. Mesin membutuhkan waktu 997 detik untuk mencapai suhu yang diinginkan. Kacang tanah mulai dimasukan ke dalam drum pada saat suhu yang diinginkan telah tercapai.

Selain performa mesin, perlu dilakukan pengujian terhadap hasil kacang yang telah disangrai. Pengujian pertama dilakukan untuk membandingkan durasi waktu sangrai terhadap tampilan kacang. Pengujian ini menggunakan kacang tanah 1 kg yang disangrai dengan durasi 10, 15, dan 20 menit menggunakan set point suhu 150°C. Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian hubungan tampilan kacang dengan durasi waktu sangrai. Hasil kacang yang disangrai selama 10 menit menunjukkan warna yang terang, sedangkan durasi sangrai selama 15 menit menghasilkan warna yang sedikit kecokelatan. Warna kacang menunjukkan kehitaman atau gosong pada hasil sangrai selama 20 menit. Waktu terbaik pada suhu sangrai 150°C adalah 10 menit. Selanjutnya dilakukan variasi suhu sangrai yang dilakukan dalam waktu 10 menit.

Tabel 3. Hasil pengujian sangrai berdasarkan durasi waktu

Durasi waktu (menit)	Tampilan kacang	Warna kacang
10		Terang
15		Cokelat
20		Cokelat gelap

Tabel 4 menunjukkan hasil hubungan suhu selama proses sangrai terhadap warna dan tekstur kacang. Pengujian dilakukan selama 10 menit

dengan kapasitas produksi 1 kg kacang tanah. Pengujian menggunakan suhu 150°C, 160°C, dan 170°C. Pengujian dengan durasi waktu 10 menit berdasarkan ketiga variabel suhu tersebut menunjukkan bahwa hasil sangrai yang terbaik adalah pada suhu 150°C. Suhu 160°C menunjukkan bahwa kacang terlalu matang, sedangkan pada suhu 170°C warna kacang terlalu gelap dan teksturnya gempur, sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Berdasarkan kedua pengujian terhadap perlakuan durasi waktu dan suhu menghasilkan bahwa hasil sangrai kacang yang optimal adalah 15 menit dengan suhu 150°C.

Tabel 4. Hasil pengujian sangrai berdasarkan suhu

Suhu (°C)	Tampilan kacang	Warna kacang
150		Terang
160		Cokelat agak gelap
170		Cokelat sangat gelap

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian bahwa mesin sangrai kacang berbasis PLC dan SCADA dapat beroperasi sesuai yang diharapkan. Tampilan HMI dapat digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan motor, mengatur level api kompor, mengatur suhu di dalam drum, dan mengatur durasi waktu sangrai. Motor induksi yang digunakan pada penelitian ini mengonsumsi daya listrik sebesar 262.8 W. Hasil pengujian sangrai menunjukkan bahwa tampilan dan tekstur kacang

terlihat matang ketika disangrai dengan suhu 150°C selama 15 menit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. A. R. Marzuki, *Bertanam Kacang Tanah*, 1st ed. Jakarta: Penebar Swadaya, 2007.
- [2] S. Çiftçi and G. Suna, "Functional components of peanuts (*Arachis Hypogaea* L.) and health benefits: A review," *Future Foods*, vol. 5, p. 100140, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.FUFO.2022.100140.
- [3] S. S. Arya, A. R. Salve, and S. Chauhan, "Peanuts as functional food: a review," *J Food Sci Technol*, vol. 53, no. 1, pp. 31–41, Jan. 2016, doi: 10.1007/S13197-015-2007-9.
- [4] J. A. Barbour, P. R. C. Howe, J. D. Buckley, J. Bryan, and A. M. Coates, "Effect of 12 weeks high oleic peanut consumption on cardio-metabolic risk factors and body composition," *Nutrients*, vol. 7, no. 9, pp. 7381–7398, Sep. 2015, doi: 10.3390/NU7095343.
- [5] D. A. Akbar, I. B. P. Indra, and I. K. Darma, "Rancang Bangun Alat Sangrai Kacang Tanah dengan Sistem Otomatis Kapasitas 2Kg / 20Menit," Aug. 2023.
- [6] N. Iryani, F. A. Ahmad, N. A. Sufiawan, and A. Alfikri, "Implementasi Mesin Sangrai pada UKM Penghasil Kacang Kulit Sangrai di Kenagarian Mungo Kabupaten Limapuluh Kota," *Jurnal Warta Pengabdian Andalas*, vol. 27, no. 4, pp. 314–320, Mar. 2021, doi: 10.25077/JWA.27.4.314-320.2020.
- [7] S. A. Sari, J. Hutabarat, and S. La, "Penerapan Mesin Roaster Kacang Tanah Untuk Peningkatan Produksi Pada Home Industry Kacang Goreng."
- [8] E. R. Alphonsus and M. O. Abdullah, "A review on the applications of programmable logic controllers (PLCs)," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 60, pp. 1185–1205, Jul. 2016, doi: 10.1016/J.RSER.2016.01.025.
- [9] W. (William) Bolton, "Programmable logic controllers," p. 400, 2009.
- [10] D. Bailey and E. Wright, "Practical SCADA for Industry," *Practical SCADA for Industry*, pp. 1–288, Jan. 2003, doi: 10.1016/B978-0-7506-5805-8.X5000-4.
- [11] E. D. Knapp and J. T. Langill, "Industrial network security: Securing critical infrastructure networks for smart grid, SCADA, and other industrial control systems," *Industrial Network Security: Securing Critical Infrastructure Networks for Smart Grid, SCADA, and Other Industrial Control Systems, Second Edition*, pp. 1–439, Jan. 2014, doi: 10.1016/B978-0-12-420114-9.00018-6.
- [12] T. Vignesh and J. Kirubakaran, "Automation based power transmission control Station using PLC and SCADA," 2015.
- [13] A. R. Panda, D. Mishra, and H. K. Ratha, "Implementation of SCADA/HMI system for real-time controlling and performance monitoring of SDR based flight termination system," *J Ind Inf Integr*, vol. 3, pp. 20–30, Sep. 2016, doi: 10.1016/J.JII.2016.07.001.
- [14] Rakesh Kumar Raigar and Hari Niwas Mishra, "Conduction Roaster for Accelerated Roasting of Peanut," *Journal of Agricultural Engineering (India)*, vol. 58, no. 2, Nov. 2022, doi: 10.52151/JAE2021581.1739.
- [15] A. L. Smith and S. A. Barringer, "Color and Volatile Analysis of Peanuts Roasted Using Oven and Microwave Technologies," *J Food Sci*, vol. 79, no. 10, pp. C1895–C1906, Oct. 2014, doi: 10.1111/1750-3841.12588.
- [16] M. Makeri, M. U. Makeri, S. M. Bala, and A. S. Kassum, "The effects of roasting temperatures on the rate of extraction and quality of locally-processed oil from two Nigerian peanut (*Arachis hypogea* L.) cultivars," *African Journal of Food Science*, vol. 5, no. 4, pp. 194–199, 2011.
- [17] S. Khoeron, H. Setiawan, A. Z. Hudaya, S. B. Sutono, and T. Hidayat, "Analisa Pengaruh Waktu dan Temperatur Burner terhadap Laju Perpindahan Panas Drum pada Mesin Roaster Kacang Tanah Kapasitas 1kg," *JURNAL CRANKSHAFT*, vol. 6, no. 3, pp. 29–37, Jan. 2024, doi: 10.24176/CRANKSHAFT.V6I3.11256.
- [18] W. Saputri, A. Ws, K. Riyadi, J. Teknik, E. P. Negeri, and U. Pandang, "KELAYAKAN PLC OUTSEAL PADA PENGONTROLAN MOTOR INDUKSI 3 FASA."
- [19] K. Riyadi, "KINERJA PLC OUTSEAL PADA PENGONTROLAN MOTOR INDUKSI," *Jurnal Media Elektrik*, vol. 20, no. 2, pp. 49–54, Apr. 2023, doi: 10.59562/METRIK.V20I2.45341.
- [20] M. Muhammad, M. M. Hassain, M. K. H. Jahin, M. A. Islam, M. A. Rahman, and K. M. Abdullah, "Design and Implementation of a SCADA Based Boiler Monitoring and Controlling System," *Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT*, pp. 744–748, 2024, doi: 10.1109/ACIT62333.2024.10712619.
- [21] S. Priyanto, A. Soetedjo, and I. B. Sulistiawati, "Monitoring the Power Consumption of Home Appliances Using an IoT-Based SCADA System," *2024 8th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*, pp. 441–446, Aug. 2024, doi: 10.1109/ICITISEE63424.2024.10730065.
- [22] R. Dharma, G. B. Santoso, and I. Mardianto, "Application of IOT Technology in The Control of Organic Waste Processing Machines with PT100 Sensors and Heaters for Fertilizer Healing and Animal Feeding," *Intelmatiks*, vol. 4, no. 2, pp. 74–79, Aug. 2024, doi: 10.25105/V4I2.20913.
- [23] C. K. . Alexander and M. N. O. . Sadiku, *Fundamentals of Electric Circuits*. McGraw-Hill, 2013.