SKRIPSI

DESAIN SISTEM KENDALI PENGERING DAN PEMBAKAR BATU BATA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh :

M. SURYO SOEHARTO

03041281320020

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN SISTEM KENDALI PENGERING DAN PEMBAKAR BATU BATA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh :

M. SURYO SOEHARTO

03041281320020

Indralaya, Juli 2020

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Menyetujui,
Pembimbing Utama

Dr. Bhakti Yudho Suprapto, S.T., M.T.
NIP : 197502112003121002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Suryo Soeharto
NIM : 03041281320020
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* :

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul "Desain Sistem Kendali Pengeringan dan Pembakaran Batu Bata Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino" merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

METERAI TEMPEL
TGL. 20
45ED2AHF528364405
6000
ENAM RIBU RUPIAH

aya, 17 Juli 2020

Muhammad Suryo Soeharto
NIM. 03041281320020

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan : _____

Pembimbing Utama : Dr. Bhakti Yudho Suprapto, S.T., M.T.

Tanggal : 24 / 07 / 2020

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah ﷻ serta shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad ﷺ, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah ﷻ, penulis dapat membuat skripsi ini yang berjudul "Desain Sistem Kendali Pengering dan Pembakar Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino".

Pembuatan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
2. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprapto, S.T., M.T. selaku pembimbing tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprapto, S.T., M.T. selaku pencetus dan pengembang ide pada tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Zaenal Husin, M.Sc. dan Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. yang juga merupakan dosen Teknik Kendali dan Kompter yang selalu mengajar dan mendukung selama perkuliahan.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Teman – teman Klub Robotika UNSRI yang selalu membantu, menyemangati dan mengisi hari-hari menjadi sangat menyenangkan.
7. Orang tua, keluarga, dan teman-teman saya yang selalu menyemangati dan memberikan arahan kepada saya.
8. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi tugas akhir ini yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan usulan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang lebih luas kepada pembaca. Oleh karena itu, kritik, dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar dapat menjadi evaluasi yang baik dan berguna untuk perbaikan ke depannya.

Indralaya, 18 Juli 2020

Muhammad Suryo Soeharto
NIM. 03041281320020

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Muhammad Suryo Soeharto
NIM	: 03041281320020
Jurusan/Prodi	: Teknik Elektro
Fakultas	: Teknik
Jenis Karya	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Desain Sistem Kendali Pengering dan Pembakar Batu Bata Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya
Pada tanggal : 19 Juli 2020
Yang menyatakan,

Muhammad Suryo Soeharto
NIM. 03041281320020

ABSTRAK

DESAIN SISTEM KENDALI PENGERING DAN PEMBAKAR BATU BATA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

(Muhammad Suryo Soeharto, 03041281320020, 2020, 49 halaman)

Batu bata merah merupakan salah satu bahan utama dalam pembangunan sebuah gedung yang diproses dengan cara dikeringkan dan dibakar pada suhu tinggi dengan waktu yang cukup lama. Umumnya, proses pembakaran batu bata masih memakai tungku api yang menyebabkan proses pembakaran menjadi tidak merata dan membutuhkan waktu yang lama. Pembakaran yang tidak merata ini diharapkan mampu diatasi dengan penggunaan suatu sistem pengering dan pembakar batu bata otomatis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem pengering dan pembakar batu bata otomatis. Sistem ini dilengkapi dengan sensor waktu dan suhu yang diimplementasikan dengan pengendali PID dengan mikrokontroler Arduino untuk mendapatkan hasil maksimal dengan biaya minimum. Sistem yang berhasil dibuat memiliki kerangka utama yang berupa konveyor berbahan besi dengan motor DC 12 V yang dikontrol dengan menggunakan motor *driver* dan Arduino. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses pengeringan batu bata hanya membutuhkan waktu selama 6 jam dan implementasi sistem pengering dan pembakar batu bata otomatis berbasis mikrokontroler Arduino berhasil dilakukan dengan nilai KP = 4 dan KD = 0,05 sehingga dihasilkan batu bata yang telah memenuhi syarat dengan berat akhir rata-rata setelah dilakukan proses pengeringan dan pembakaran sebesar 962,5 gram.

Kata Kunci : Batu bata, Alat pembuat batu bata, PID, Arduino.

ABSTRACT

DESIGN OF AN ARDUINO BASED-BRICK'S AUTOMATIC DRYING AND COMBUSTION CONTROL SYSTEM

(Muhammad Suryo Soeharto, 03041281320020, 2020, 49 *pages*)

Red bricks are one of the main ingredients for the construction of a building that is processed by drying and combusting it at high temperatures for a long time. Generally, the brick burning process still used a fire furnace, which causes the combustion process becomes uneven and takes a long time. This uneven combustion is expected to be overcome by the use of a brick's drying and combustion system. The purpose of this research is to design a brick's automatic drying and combustion system. The system was equipped with a time and temperature sensor that is implemented by the PID controller with the Arduino microcontroller to get the maximum result with a minimum cost. The system that successfully created was made by a metal conveyor with a DC 12 V motor controlled by the use of motor drivers and Arduino. The results of this research showed that the drying process of bricks only takes 6 hours and the implementation of the dryer system and automatic brick burner based on the Arduino microcontroller successfully done with the value of KP = 4 and KD = 0.05 so that the bricks that have been qualified with the final weight of the average after the drying process and combustion was 962.5 grams.

Keyword(s) : Bricks, Brick's maker machine, PID, Arduino.

DAFTAR ISI

COVER ..... **i**

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS ..... **iii**

KATA PENGANTAR ..... **v**

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..... **vii**

ABSTRAK ..... **viii**

ABSTRACT ..... **ix**

DAFTAR ISI ..... **x**

DAFTAR GAMBAR ..... **xii**

DAFTAR TABEL

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 pendahuluan 1

1.2 Perumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penulisan 3

1.4 Pembatasan Masalah 3

1.5 Keaslian penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 State of The Art 5

2.2 Perangkat Keras 8

2.2.1 Mikrokontroler 8

2.2.2 Sensor RTC 9

2.2.3Termokopel 10

2.2.4 MAX6675 11

2.2.5 Sensor Infrared 12

2.2.6 Motor DC (Direct Current) 13

2.2.7 LCD (Liquid Crystal Display) 14

2.3 Perangkat Lunak 15

2.3.1 Arduino IDE 15

2.3.2 Solidworks 16

2.4 Pengendali PID 16

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Studi Literatur 19

3.2 Perancangan Sistem 19

3.3 Perancangan Hardware 21

3.4 Perakitan Alat 21

3.5 Penentuan Parameter 21

3.6 Pengujian Sistem 22

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Hardware 23

4.2. Pembuatan Alat 24

4.3. Penentuan Parameter 25

4.3.1 Parameter Waktu Proses Pengeringan 25

4.3.2 Parameter Proses Pembakaran 29

4.3.3 Parameter PID 30

4.3.3.1 Konstanta Proporsional 30

4.3.3.2 Konstanta Integratif 34

4.3.3.3 Konstanta Derivatif 38

4.4 Pengujian Sistem..... 40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan..... 46

5.2. Saran..... 46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses pencetakan menggunakan penggerak pneumatik 5

Gambar 2.2. Hasil densitas batu bata dibagi dalam 3 tipe 6

Gambar 2.3. Kapasitas produksi mesin batu bata press 6

Gambar 2.4. Assembly mesin pencetak batu bata 7

Gambar 2.5. Mesin pencetak bata 7

Gambar 2.6. Chip Mikrokontroler 9

Gambar 2.7 Tampilan sensor RTC 9

Gambar 2.8 Termokopel 10

Gambar 2.9. Rangkaian termokopel dasar 11

Gambar 2.10. Rangkaian MAX6675 dan termokopel 12

Gambar 2.11. Sensor Infrared 13

Gambar 2.12 Motor DC (Direct Current) 13

Gambar 2.13 LCD (Liquid Crystal Display) 14

Gambar 2.14. Tampilan Utama Arduino IDE 15

Gambar 2.15 Diagram Pengendali PID 17

Gambar 3.1 Flowchart Langkah Penelitian 18

Gambar 3.2. Flowchart proses Pengeringan dan Pembakaran

Batu Bata Otomatis 20

Gambar 4.1 Rancangan Alat Menggunakan Solidworks 23

Gambar 4.2 Dimensi Alat Menggunakan SolidWorks 24

Gambar 4.3 Foto Alat Pengering dan Pembakar Batu Bata Otomatis 25

Gambar 4.4 Grafik Hasil Percobaan KP = 2 SP = 150 31

Gambar 4.5 Grafik Hasil Percobaan KP = 3 SP = 150 32

Gambar 4.6 Grafik Hasil Percobaan KP = 4 SP = 150 32

Gambar 4.7 Grafik Hasil Percobaan KP = 3.5 SP = 150 33

Gambar 4.8 Grafik Hasil Percobaan KP = 4 KI = 5 SP = 150 34

Gambar 4.9 Grafik Hasil Percobaan KP = 4 KI = 0,5 SP = 150 35

Gambar 4.10 Grafik Hasil Percobaan KP = 4 KI = 0,05 SP = 150..... 35

Gambar 4.11 Grafik Hasil Percobaan KP = 4 KI = 0,005 SP = 150..... 36

Gambar 4.12 Grafik Hasil Percobaan KP = 4 KI = 0,0005 SP = 150..... 37

Gambar 4.13 Hasil Respon Sistem 37

Gambar 4.14 Grafik Hasil Percobaan KP = 4 KI = 0 KD = 1 SP = 150..... 38

Gambar 4.15 Grafik Hasil Percobaan KP = 4 KI = 0 KD = 0,5 SP = 150..... 39

Gambar 4.16 Grafik Hasil Percobaan KP = 4 KI = 0 KD = 0,05 SP = 150.... 39

Gambar 4.17 Grafik Kenaikan Suhu Proses Pembakaran 44

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Parameter Waktu Proses Pengeringan 26

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pada Proses Pengeringan 40

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pada Proses Pembakaran 43

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batu bata merah merupakan salah satu bahan utama dalam pembangunan sebuah gedung yang memiliki bahan dasar tanah liat dan air yang diolah dalam beberapa tahap pengerjaan serta dicampur atau tidak dicampur dengan bahan lain. Kemudian dicetak, dikereringkan, dan dibakar pada suhu tinggi dengan waktu yang cukup lama sehingga terjadi perubahan warna dan mengeras seperti batu. Setelah itu didinginkan sampai tidak dapat dihancurkan lagi bila terendam air. Adapun kriteria batu bata menurut SNI 15-2094-2000 di antaranya: tampilan luar batu bata merah harus memiliki rusuk-rusuk yang tajam dan siku bidang sisi harus datar, tidak ditemukan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, tidak mudah patah atau hancur dan warna seragam, dan berbunyi nyaring bila dipukul[1].

Dalam industri batu bata terdiri dari 3 kelompok kepentingan yaitu pemilik lahan, pengrajin, dan buruh. Pemilik lahan ialah orang yang mempunyai hak milik atas lahan yang diolah, Pengrajin ialah orang yang mengusahakan pembuatan batu bata, sedangkan Buruh ialah orang yang dipekerjakan oleh Pengrajin. Umumnya pengrajin batu bata menggunakan buruh minimal 2 orang dengan kapasitas produksi maksimal 1000 buah/orang dengan jam kerja 8 jam/hari[2].

Menurut Suparmin (Februari 2020), pembuatan batu bata secara manual membutuhkan waktu setidaknya satu bulan untuk menghasilkan kurang lebih 40.000 buah batu bata yang siap dipasarkan, yang kualitasnya tidak secara keseluruhan baik. Suparmin menambahkan, bahwa penyebab dari tidak meratanya kualitas batu bata berasal dari proses pembakaran yang tidak efisien[3]. Umumnya, proses pembakaran batu bata masih memakai tungku api yang menyebabkan proses pembakaran menjadi tidak merata dan waktu yang lama.

Penelitian yang dilakukan Raditya Wiradhana[4], mereka mengaplikasikan fungsi tungku api yaitu oven otomatis dalam pembakaran keramik. Raditya menggunakan pengendali PID dalam mengatur batasan terhadap waktu dan suhu saat proses pembakaran. Dari penelitian tersebut didapatkan langkah alternatif untuk menggunakan PID dalam mengontrol proses pembakaran dalam pengaplikasian oven. Yang dimana bertujuan agar didapatkan pembuatan keramik yang kualitasnya baik secara merata. Selain itu sistem juga dapat menjadi lebih efisien karna tidak membutuhkan tenaga yang banyak.

Oleh sebab itu pembuatan batu bata yang tidak merata diharapkan mampu diatasi dengan langkah alternatif untuk proses pembakaran batu bata tersebut dengan penggunaan

oven pada saat proses pembakaran. Selain itu sistem juga dapat dibuat secara otomatis, yang akan membuat tahap pembakaran batu bata menjadi lebih efisien karena tidak membutuhkan tenaga yang banyak. Oven ini dilengkapi dengan sensor waktu dan suhu yang diimplementasikan dengan pengendali PID, agar dapat memaksimalkan proses pembakaran sehingga dapat menghasilkan kualitas batu bata yang baik dan merata dan tidak membuang bahan yang ada.

Pada penelitian ini, penulis memilih untuk menggunakan mikrokontroler yaitu dengan Arduino. Hal ini dikarenakan mikrokontroler tersebut memiliki harga yang lebih rendah dibandingkan mikrokontroler lainnya dan dapat digunakan untuk mengontrol sensor suhu tersebut dengan menggunakan PID[5], sehingga akan didapat hasil dengan biaya yang minimum. Oleh karena ditemukannya kelemahan pembuatan batu bata secara manual, maka penulis akan mengambil topik penelitian Desain Sistem Kendali Pembakaran Batu Bata Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino.

1.2 Perumusan Masalah

Pengeringan saat pembuatan batu bata sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca, sehingga menyebabkan lama waktu produksi batu bata yang tidak menentu. Selain itu, pembakaran menggunakan tungku api membutuhkan waktu yang lama dan hasil yang didapat kualitasnya tidak baik secara merata. Kesulitan ini dapat diatasi dengan pembuatan alat alternatif dengan mengaplikasikan prinsip oven pada proses pengeringan dan pembakaran. Oven ini dilengkapi dengan sensor waktu dan suhu untuk menambah keefektifan proses pembakaran yang dikendalikan menggunakan mikrokontroler arduino.

1.3 Tujuan Penulisan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Merancang sistem pengering dan pembakar batu bata otomatis dengan mengaplikasikan mikrokontroler arduino.
2. Menguji sistem pengeringan dan pembakaran batu bata otomatis sebagai alternatif dari proses pengeringan dan pembakaran secara manual.
3. Mengimplementasikan dan menguji performa pengendali PID dalam mengendalikan suhu pada sistem pembakar batu bata otomatis.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar pembahasan menjadi terarah maka penulis membatasi masalah pada :

1. Menggunakan Mikrokontroler dan bahasa pemrograman Arduino.
2. Sensor yang digunakan *Real Time Clock* (RTC) dan *Thermocouple MAX6675 Type-K*
3. Sistem yang dibuat merupakan bagian dari proses pengeringan dan pembakaran batu bata.

1.5 Keaslian Penelitian

Ada beberapa penelitian mengenai rancang bangun alat pembuat batu bata merah secara otomatis. Penelitian yang dilakukan oleh Mahros Darsin, Salahuddin Junus, dan Januar Fery Irawan berfokus pada kuantitas produksi yang mana mesin yang dihasilkan memiliki kapasitas produksi 6000 bata dalam 8 jam kerja. Penelitian tersebut menggunakan penggerak motor diesel dengan daya 24 Hp untuk menggerakkan *pulley* dan memutar mesin bata merah. Selain itu juga, penelitian tersebut menggunakan sistem *screw* untuk mendorong tanah melewati cetakan bata merah dengan putaran 140 rpm[6].

Penelitian yang selanjutnya dilakukan oleh Vitus Junior Join, Fahrizal, Priyono, dan Damianus Manesi berfokus pada penggunaan pneumatik dalam proses pencetakan. Menurut penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan pneumatik lebih efektif dibandingkan menggunakan tangan. Penelitian ini membutuhkan 3 silinder pneumatik dengan ukuran pistos diameter 2 mm[7].

Selanjutnya penelitian yang berjudul “Analisa Kekuatan Mekanik dan Kapasitas Produksi Batu Bata Press Menggunakan Mesin Cetak Sistem Ekstruder Kapasitas 1000 Buah/Jam pada Usaha Keluarga di Desa Kalicupang Kulon” dilakukan oleh Solechan dan Aris Kiswanto. Sama seperti penelitian yang pertama, penelitian ini terfokus dalam kuantitas yang mana memiliki 3 tipe bahan yang berbeda-beda. Tipe bahan tersebut dibagi menjadi B3, B2, dan B1. Komposisi campuran untuk kode B3 memiliki densitas paling tinggi yaitu sebesar 25,87 kg/m^3, sedangkan komposisi campuran untuk kode B2 yaitu 24,02 kg/m^3 mengalami penurunan densitas sebesar 1,87 kg/m3 atau 7,15%. Penurunan densitas diakibatkan bertambahnya komposisi campuran sekam padi dialami oleh komposisi campuran kode B1 yang memiliki densitas terendah yaitu 20,11 kg/m3 atau mengalami penurunan 22,26%[1].

Penelitian yang dilakukan Abdul Kadir, dkk. yang berjudul Peningkatan Produksi Pengrajin Batu Bata Melalui Perbaikan Proses Pencetakan berhasil melalukan minimalisir waktu pencetakan dengan pembuatan mesin pencetak batu bata, dengan hasil adonan batu bata yang baik, dan peningkatan hasil produksi hingga 6780 batu bata per hari. Dan untuk mencetak

40.000 batu bata diperlukan waktu hanya 6 hari. Namun penelitian itu hanya terbatas pada pencetakan batu bata. Belum ada bagian untuk pembakaran batu bata[2].

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Kiswanto, F. Teknik, U. Muhammadiyah, and S. Unimus, "Peningkatan Produksi dan Kekuatan Mekanik Batu Bata Press Menggunakan Mesin Cetak Kapasitas 1000 Buah / Jam pada Usaha Keluarga di Desa Kalipucang Kulon Improving the Production and Mechanical Power of Pressed Bricks using a Printing Machine with the Capa," vol. 1, no. 1, pp. 40–46, 2018.

[2] A. K. Muhammad, M. Arsyad, and A. M. Anzarih, "Peningkatan Produksi Pengrajin Batu Bata Melalui Perbaikan Proses Pencetakan," *INTEK J. Penelit.*, vol. 4, no. 2, p. 107, 2017, doi: 10.31963/intek.v4i2.152.

[3] Suparmin, "Proses pengeringan dan pembakaran batu bata secara manual," 2020.

[4] R. Wiradhana, M. A. Muslim, and Purwanto, "Sistem pengendalian suhu pada tungku bakar menggunakan kontroler pid," pp. 1–6.

[5] B. Supriyo, S. B. Kuntardjo, and Sihono, "Alat Peraga Kendali Pemanas Udara Berbasis Arduino Uno Sebagai Penunjang Praktikum Laboratorium Kendali," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2017.

[6] M. Darsin, S. J, and J. F. Irawan, "Rancang Bangun Mesin Pencetak Bata Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Pada Paguyuban Pengrajin Bata Merah Kalisat Jember," 1999.

[7] V. J. Join, Fahrizal, Priyono, and D. Manesi, "Rancang Bangun Model Alat Cetak Batu Bata Merah Menggunakan Penggerak Pneumatik," vol. 3, no. 2, pp. 92–97, 2019.

[8] L. Vinet and A. Zhedanov, "Pengertian Mikrontroller," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

[9] T. Suryanto, M. Juhan Dwi, Rijanto, "Rancang Bangun Alat Pencatat Biaya Pemakaian Energi Listrik pada Kamar Kos Menggunakan Modul Global System For Mobile Communications (GSM) 800L Berbasis Arduino Uno," *Jur. Tek. Elektro*, vol. 8, pp. 47–55, 2019.

[10] M. Arena and A. Basuki, “Sistem Akuisisi Data Suhu Multipoint Dengan Mikrokontroler,” pp. 103–109, 2014.

[11] Yusniati, “Penggunaan Sensor Infrared Switching Pada Motor DC Satu Phasa,” *J. Electr. Technol.*, vol. Vol. 3, No, pp. 90–96, 2018.

[12] R. Hughes, “Journal of Chemical Information and Modeling,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, p. 287, 2008, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

[13] D. Artanto and Iswanto, “Merakit PLC dengan Mikrokontroller,” *Elex Media Komputindo*, no. 9, pp. 5–26, 2008.

[14] F. Yusivar, “Perancangan Pengendali Pid Pada Proportional Valve,” 2011.

[15] M. Huda and E. Hastuti, “Pengaruh Temperatur Pembakaran Dan Penambahan Abu Terhadap Kualitas Batu Bata,” *J. Neutrino*, pp. 142–152, 2012, doi: 10.18860/neu.v0i0.1936.