

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PEMBATAS
BEBAN DAN KETINGGIAN SEBAGAI PENGAMAN
SCAFFOLDING OTOMATIS KAPASITAS 100 KG
BERBASIS MIKROKONTROLER**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE YOGA SWATAMA MANDALA PUTRA

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PEMBATAS
BEBAN DAN KETINGGIAN SEBAGAI PENGAMAN
SCAFFOLDING OTOMATIS KAPASITAS 100 KG
BERBASIS MIKROKONTROLER**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE YOGA SWATAMA MANDALA PUTRA
NIM. 2115234001

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem kontrol pembatas beban dan ketinggian sebagai pengaman pada *scaffolding* otomatis dengan kapasitas maksimum 100 kg. Sistem ini dikembangkan menggunakan metode rancang bangun dan berbasis mikrokontroler, sehingga menghasilkan kontrol yang lebih fleksibel dan mudah digunakan. Pengujian dilakukan secara kuantitatif untuk menganalisis keakuratan sensor, kestabilan alat, serta respons sistem terhadap kondisi batas beban dan ketinggian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau dan menghentikan pergerakan motor secara otomatis saat beban mencapai 100 kg atau saat posisi *scaffolding* menyentuh batas atas dan bawah. Sistem kontrol ini dapat dioperasikan baik melalui panel maupun aplikasi pada smartphone, sehingga meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja tanpa memerlukan operator tambahan. Selain itu, penambahan fitur kontrol tidak mempengaruhi konsumsi energi secara signifikan maupun fungsi utama *scaffolding* otomatis. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem kontrol pembatas ini efektif menjadi indikator awal untuk mencegah kecelakaan kerja akibat kelebihan beban dan ketinggian.

Kata kunci: kontrol beban, kontrol ketinggian, mikrokontroler, *scaffolding* otomatis, sistem pengaman.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A LOAD AND HEIGHT LIMITING CONTROL SYSTEM AS A SAFETY MECHANISM FOR AUTOMATIC SCAFFOLDING WITH 100 KG CAPACITY BASED ON MICROCONTROLLER

ABSTRACT

This study aims to design and develop a load and height limiting control system as a safety mechanism for an automatic scaffolding system with a maximum capacity of 100 kg. The system was developed using a prototype-based approach and is microcontroller-based, resulting in a more flexible and user-friendly control mechanism. Quantitative testing was conducted to analyze the accuracy of the sensors, the stability of the device, and the system's response to load and height limit conditions. The test results show that the system is capable of monitoring and automatically stopping motor movement when the load reaches 100 kg or when the scaffolding reaches its upper or lower height limits. The control system can be operated via a panel or smartphone application, thereby improving work efficiency and safety without the need for an additional operator. Furthermore, the added control features do not significantly affect power consumption or the primary function of the automatic scaffolding. The conclusion of this study indicates that the limiting control system is effective as an early indicator to prevent work accidents due to overloading and excessive height.

Keywords: *automatic scaffolding, height control, load control, microcontroller, safety system.*

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Persetujuan.....	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	v
Ucapan Terimakasih.....	vi
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Lampiran	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan umum.....	3
1.4.2 Tujuan khusus	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat bagi penulis.....	4
1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali	4
1.5.3 Manfaat bagi masyarakat	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Pengertian Rancang Bangun.....	5
2.2 Pengertian K3 (Keamanan dan Keselamatan Kerja)	5
2.2.1 K3 pada konstruksi	5
2.3 Pengertian <i>Scaffolding</i>	6
2.3.1 Komponen <i>scaffolding</i>	6

2.3.2	Fungsi <i>scaffolding</i>	8
2.4	Pengertian Kontrol.....	9
2.4.1	Komponen Sistem Kontrol	9
2.4.2	Keuntungan sistem kontrol	9
2.4.3	Fungsi sistem kontrol.....	10
2.4.4	Jenis sistem kontrol motor	11
2.4.5	Sistem kendali.....	11
2.5	Mikrokontroler.....	13
2.5.1	PLC (<i>Programmable Logic Controller</i>)	13
2.5.2	Raspberry Pi.....	14
2.5.3	Arduino	14
2.5.4	Esp 32	14
2.6	Arduino IDE	16
2.7	Alat- Alat Kontrol.....	16
2.7.1	Modul Hx711	16
2.7.2	<i>Load Cell</i>	17
2.7.3	<i>Limit Switch</i>	18
2.7.4	Tor (<i>Thermal Overload Relay</i>)	19
2.7.5	Kontaktor	19
2.7.6	Relay	20
2.7.7	MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>).....	20
2.7.8	Lcd	21
2.7.9	<i>Buzzer</i>	21
2.7.10	Lampu indikator.....	22
2.7.11	<i>Push button</i>	22
2.7.12	<i>Emergency switch</i>	22
2.8	Kabel.....	23
2.8.1	Kuat Hantar Arus (KHA).....	23
2.8.2	Jenis-jenis kabel kabel	24
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1	Jenis Penelitian	26
3.2	Rancang Bangun.....	26
3.2.1	Desain atau permodelan.....	27
3.2.2	Rangkaian kontrol.....	27

3.3	Alur penelitian	31
3.4	Lokasi dan Waktu Penelitian	32
3.5	Penentuan Sumber Data.....	32
3.6	Sumber Daya Penelitian	32
3.7	Instrumen Penelitian	34
3.8	Prosedur Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Hasil penelitian	36
4.1.1	Tahap pemrograman	36
4.1.2	Penjelasan program.....	38
4.1.3	Pemrograman aplikasi Blynk.....	41
4.1.4	Perhitungan pemilihan alat dan bahan	50
4.1.5	Perakitan komponen dan sensor	51
4.1.6	Hasil rancang bangun.....	56
4.2	Pembahasan	57
4.2.1	Pengujian sensor beban dan keamanan.....	57
4.2.2	Pengujian kontrol naik turun (panel utama)	58
4.2.3	Pengujian fungsi limit switch	60
BAB V PENUTUP		62
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN.....		65

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesisfikasi module hx711.....	17
Tabel 2. 2 Kapasitas Hantar Arus pada kabel tembaga pemasangan luar.....	23
Tabel 3. 1 Waktu pelaksanaan	32
Tabel 3. 2 Uji sensor load cell.....	34
Tabel 3. 3 Pengujian kontrol naik dan turun	34
Tabel 3. 4 Uji Sensor limit switch.....	35
Tabel 3. 5 Uji sensor load cell.....	58
Tabel 4. 1 Spesifikasi Kuat Hantar Arus.....	51
Tabel 4. 2 Rekomendasi ukuran kabel	51
Tabel 4. 3 Pengujian saat naik.....	58
Tabel 4. 4 Pengujian saat turun	59
Tabel 4. 5 Uji Sensor limit switch naik.....	60
Tabel 4. 6 Uji Sensor limit switch turun	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 PLC (Programmable logic controller).....	13
Gambar 2. 2 Raspberry Pi	14
Gambar 2. 3 Arduino Uno.....	14
Gambar 2. 4 ESP32	15
Gambar 2. 5 ESP-NOW komunikasi satu arah	15
Gambar 2. 6 ESP-NOW komunikasi dua arah.....	16
Gambar 2. 7 Module Hx711.....	17
Gambar 2. 8 Load cell.....	18
Gambar 2. 9 Rangkaian load cell tanpa beban	18
Gambar 2. 10 Rangkaian load cell dengan beban	18
Gambar 2. 11 Sensor limit switch.....	19
Gambar 2. 12 TOR (Thermal relay atau overload relay).....	19
Gambar 2. 13 Kontaktor.....	20
Gambar 2. 14 Relay.....	20
Gambar 2. 15 MCB (Miniature Circuit Breaker).....	20
Gambar 2. 16 Lcd penampil data	21
Gambar 2. 17 Buzzer sekaligus lampu indikator	21
Gambar 2. 18 Lampu indikator	22
Gambar 2. 19 Push button.....	22
Gambar 2. 20 Emergency switch	22
Gambar 2. 21 Kabel NYA.....	24
Gambar 2. 22 Kabel NYAF	24
Gambar 2. 23 Kabel NYHY	25
Gambar 2. 24 Kabel jumper	25
Gambar 3. 1 Desain perencanaan kontrol pada scaffolding otomatis.....	27
Gambar 3. 2 Skema single line diagram rangkaian Esp32A(Atas).....	28
Gambar 3. 3 Skema single line diagram rangkaian Esp32B(Bawah)	28
Gambar 3. 4 Sistem kontrol naik turun dengan pembatas ketinggian.....	29

Gambar 3. 5 Flowchart penelitian	31
Gambar 4. 1 Tampilan aplikasi Arduino IDE	37
Gambar 4. 2 Test upload program.....	37
Gambar 4. 3 Program untuk cek Mac address	38
Gambar 4. 4 Kode MAC address yang tertanam pada ESP32	39
Gambar 4. 5 Tampilan program kalibrasi load cell.....	39
Gambar 4. 6 Program ESP32A (Atas)	40
Gambar 4. 7 Program ESP32B (Bawah).....	41
Gambar 4. 8 Menu login web Blynk.....	41
Gambar 4. 9 Menu developer.....	42
Gambar 4. 10 Menu templates	42
Gambar 4. 11 Menu home.....	43
Gambar 4. 12 Menu dashboard	43
Gambar 4. 13 Menambahkan menu switch.....	44
Gambar 4. 14 Setting switch	44
Gambar 4. 15 Menu setting create datastream	45
Gambar 4. 16 Setting virtual pin	45
Gambar 4. 17 Setting pin dan kegunaanya.....	46
Gambar 4. 18 Pemilihan virtual pin yang sudah dibuat	46
Gambar 4. 19 Web dashboard yang sudah terkoneksi pin	47
Gambar 4. 20 Proses penambahan dashboard ke menu device.....	47
Gambar 4. 21 Menambahkan device yang telah dibuat	48
Gambar 4. 22 Pemilihan template untuk device	48
Gambar 4. 23 Proses pemilihan template.....	49
Gambar 4. 24 Hasil create device	49
Gambar 4. 25 Hasil penataan tombol aplikasi Blynk IoT	50
Gambar 4. 26 Proses menyetel penempatan kontrol.....	52
Gambar 4. 27 Proses tes penempatan loadcell.....	52
Gambar 4. 28 Proses perakitan panel kontrol	53
Gambar 4. 29 Proses cek dan integrasi kontrol.....	53
Gambar 4. 30 Proses penyetelan limit switch atas.....	54

Gambar 4. 31 Proses penyetelan limit switch bawah.....	54
Gambar 4. 32 Proses integrasi kontrol loadcell	55
Gambar 4. 33 Proses uji coba naik turun lewat smartphone dan panel kontrol	55
Gambar 4. 34 Uji berat yang terdeteksi	56
Gambar 4. 35 Scaffolding otomatis yang sudah terintegrasi	57
Gambar 4. 36 Grafik pengujian naik.....	59
Gambar 4. 37 Grafik Pengujian turun.....	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Teknik Kontrol Scaffolding	65
Lampiran 2. Gambar wiring diagram Esp32A(Atas).....	71
Lampiran 3. Gambar wiring diagram Esp32B(Bawah)	71
Lampiran 4. Gambar wiring diagram terintegrasi Esp32B	72
Lampiran 5. Kode program Esp32	73
Lampiran 6. Lembar persetujuan pembimbing 1	81
Lampiran 7. Lembar bimbingan pembimbing 1	82
Lampiran 8. Lembar persetujuan pembimbing 2	83
Lampiran 9. Lembar bimbingan pembimbing 2	84

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada awalnya, teknologi dirancang untuk mempermudah aktivitas manusia, membantu menyelesaikan tugas-tugas dengan cepat, praktis, dan efisien. Dalam dunia industri, peran manusia perlahan diganti mesin. Teknologi ini juga membantu manusia menjalankan pekerjaan yang sebelumnya sulit atau berisiko tinggi, terutama di sektor konstruksi. Pekerjaan konstruksi sering melibatkan tugas berat seperti mengangkat benda besar, bekerja di ketinggian, atau di area sempit yang memiliki risiko tinggi (Persada, 2010).

Salah satu solusi yang ditemukan adalah pengembangan *scaffolding* otomatis, untuk menyederhanakan proses pemasangan dan pembongkaran dan menjamin keselamatan pengguna. Sistem ini didesain untuk menjangkau bagian-bagian yang berisiko tinggi saat *maintenance*, sehingga dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan dan mempermudah pekerjaan. Dalam proses *maintenance* sering menggunakan *scaffolding* untuk melakukan pekerjaan pada area tinggi. *Scaffolding* atau perancah adalah struktur sementara yang digunakan untuk menyangga pekerja, peralatan, dan material dalam proyek konstruksi (Tenaga et al., 1980). Fungsinya sangat penting, terutama untuk pekerjaan di ketinggian seperti pembangunan gedung bertingkat, jembatan, dan berbagai infrastruktur lainnya termasuk *maintenance* dalam ruangan. Maka dari itu kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan dalam penggunaan *scaffolding* dapat dikatakan sangat penting.

Selain itu berkat teknologi yang semakin maju, sistem kontrol otomatis semakin berkembang pesat. Dalam sistem kontrol moderen dikenal istilah mikrokontroler. Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (*special purpose computers*) didalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, *port input/output*, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program (Imardi et al., 2022). Dengan penggunaan

mikrokontroler dapat menjadi solusi yang efektif dalam membangun sistem otomatis. Mikrokontroler memungkinkan integrasi berbagai sensor, seperti sensor beban dan sensor ketinggian maupun sensor lainnya, saat ini mikrokontroler juga sudah diberkahi dengan koneksi ke internet dan lebih dikenal dengan IOT (*Internet Of Things*). Dengan adanya sistem kontrol yang semakin simpel dan murah dapat mempermudah kehidupan manusia yang memungkinkan perkembangan inovasi dan teknologi di bidang apapun.

Dengan memanfaatkan mikrokontroler yang dilengkapi IOT dan protokol ESP-NOW untuk sistem kontrol *scaffolding*, penulis merancang sistem yang dapat mengontrol *scaffolding* secara otomatis dengan fleksibel bagi pengguna dan dapat menjadi indikator awal pencegahan terjadinya resiko kecelakaan. Dengan menggabungkan sistem mekanis dan otomatis, *scaffolding* dapat bergerak naik dan turun dengan ketinggian yang diinginkan, kemudian mematikan motor saat sudah mencapai level tertinggi dan terendah. Dengan adanya sistem kontrol ini diharapkan dapat mendeteksi potensi bahaya yang dapat mengancam keselamatan pengguna dengan efektif. Sistem otomatis ini memungkinkan deteksi dini terhadap masalah seperti beban yang berlebihan atau ketinggian yang tidak aman, yang diluar spesifikasi yang telah di tentukan, sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan segera untuk menghindari kecelakaan kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diulas ada beberapa rumusan masalah yang akan menjadi fokus penelitian yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membangun kontrol yang tepat pada *scaffolding* otomatis yang dapat menjadi indikasi awal untuk mencegah kecelakaan kerja saat ketinggian yang tidak aman serta beban yang diangkat berlebih dan kontrol tersebut tetap tidak mengubah cara kerja sistem.
2. Bagaimana mengontrol *scaffolding* otomatis dengan sistem kontrol berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan lebih mudah digunakan

1.3 Batasan Masalah

Agar topik ini tidak keluar dari konsep maka masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah:

1. Penelitian difokuskan pada sistem kontrol elektronik, tidak membahas desain mekanik maupun perhitungan kekuatan *scaffolding*.
2. Sistem kontrol ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontrolernya tidak menggunakan mikrokontroler lainnya, sedangkan kontrol konvensional tetap digunakan untuk rangkaian utama dan kontrol pada panel.
3. Komunikasi nirkabel dibatasi menggunakan ESP-NOW antar dua ESP32 (ESP32A ke ESP32B) yang kemudian terkoneksi WiFi untuk kontrol melalui aplikasi Blynk pada smartphone. Monitoring dan kontrol terbatas pada aplikasi Blynk dan panel kontrol, tanpa integrasi IoT lanjutan atau penyimpanan data.
4. Pemantauan beban dibatasi menggunakan satu sensor *loadcell* diprogram maksimal 100 kg sesuai kapasitas yang ditentukan, dan kontrol pembatas ketinggian hanya mengandalkan *limit switch* batas atas dan bawah.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian penulis dalam menyusun skripsi yang bertema tentang *scaffolding* ini adalah:

1.4.1 Tujuan umum

Tujuan umum yang diharapkan dari penyusunan proyek akhir ini dapat ditentukan sebagai berikut:

1. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, baik secara teori maupun praktek.
3. Menguji dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh di bangku kuliah menerapkan ke dalam bentuk perancangan dan kerja .

1.4.2 Tujuan khusus

Beberapa tujuan khusus yang ingin penulis capai dalam mengerjakan skripsi ini yaitu:

1. Dapat merancang dan membangun kontrol yang tepat pada *scaffolding* otomatis yang dapat menjadi indikasi awal untuk mencegah kecelakaan kerja saat ketinggian yang tidak aman serta beban yang diangkat berlebih dan kontrol tersebut tetap tidak mengubah cara kerja sistem.
2. Dapat mengontrol *scaffolding* otomatis dengan sistem kontrol berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan lebih mudah digunakan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian sistem kontrol ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis, pendidikan dan khususnya masyarakat.

1.5.1 Manfaat bagi penulis

Hasil dari sistem kontrol *scaffolding* otomatis ini diharapkan bisa turut serta membantu menerapkan kemajuan teknologi di berbagai bidang, dengan prinsip sederhana sehingga perawatan mudah dan sistem berfungsi dengan baik sesuai dengan standar. Selain itu merupakan syarat dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai bahan pendidikan mengenai sistem kontrol dan pengaplikasiannya di bidang teknik mesin sehingga dapat dikembangkan dengan maksimal dan tetap relevan mengikuti perkembangan zaman.

1.5.3 Manfaat bagi masyarakat

Manfaat dari mesin *scaffolding* otomatis ini untuk membantu para vendor maupun pekerja untuk maintenance gedung secara otomatis dan fleksibel sehingga area yang susah dijangkau dapat mudah dijangkau dan memenuhi sistem keselamatan yang berlaku.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil Rancang Bangun Sistem Kontrol Pembatas Beban Dan Ketinggian Sebagai Pengaman *Scaffolding* Otomatis Kapasitas 100 Kg Berbasis Mikrokontroler dan pengujian yang telah dilakukan didapat kesimpulan yang telah menjawab rumusan masalah yaitu:

1. Sistem mampu memantau maupun mematikan motor saat beban hingga 100 kg dan ketinggian dengan akurasi cukup. Adanya sistem kontrol pembatas ini membuktikan dapat menjadi indikator awal untuk menghindari kecelakaan kerja akibat beban berlebih dari batas maksimal 100 kg yang ditentukan. Penambahan sistem kontrol ini juga tidak terlalu mempengaruhi penggunaan energi listrik dan dengan fitur yang ditambahkan juga tidak mempengaruhi fungsi *scaffolding* otomatis ini.
2. Dengan penambahan sistem kontrol yang lebih fleksibel dan mudah digunakan, *scaffolding* otomatis dapat dikontrol lewat smartphone maupun panel sehingga bisa dioperasikan sendiri tanpa bantuan operator dibawah.

5.2 Saran

Penambahan kontrol ini bisa lebih diperbaiki dan dioptimalkan dengan berbagai cara misalkan di masa depan dibuat lebih ringkas sehingga bisa lebih fleksibel saat melakukan bongkar pasang *scaffolding*. Selain itu peletakan sensor beban dan jumlah sensor beban sangatlah berpengaruh sehingga jika hanya satu sensor beban menyebabkan sensor beban masih belum bisa mendeteksi berat beban di sisi lainnya secara optimal dan faktor *loadcell* yang hanya mendeteksi tekanan dari atas menyebabkan *loadcell* yang tempatnya di sangkar yang terangkat bergetar ke samping menyebabkan pembacaan tidak maksimal. Jika lebih banyak menggunakan sensor beban pasti beban akan lebih terdeteksi secara presisi di berbagai sisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimas. 2024. *Scaffolding Adalah: Definisi, Fungsi, Jenis, & Kelebihannya*. Terdapat Pada: <https://Asbesadimas.Com/Artikel/Scaffolding-Adalah/>. Diakses 6 Januari 2025.
- Arifin, A., 2021. *Sistem Kontrol Open Loop & Close Loop Serta Contohnya - Cara Ilmu*. Terdapat Pada: <https://Www.Carailmu.Com/2021/06/Open-Loop-Close-Loop.Html>. Diakses 6 Januari 2025.
- Alamsyah, At., Syarif, S., Saepudin, E., & Saepuddin, E. (2024). Implementasi BTS IoT dengan ESP Now pada Lahan Pertanian Terbuka. *Jurnal Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan*, 7(2), 182–192. <http://pnj.ac.id>
- Bachtiar, M. I., dan Riyadi, K. 2021. Studi Kabel Penghantar pada Instalasi Listrik Gedung Pertemuan Unhas Berstandarisai PUIL 2011. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 5(2), 70. <https://doi.org/10.31963/elekterika.v5i2.3031>
- Hendarto, D., & Padillah. 2017. Penerapan Smart Lighting Berbasis Photocell Pada Low Voltage Main Distibusion Panel (LVMDP) Sebagai Upaya Penghematan Energi. *Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor*, 10–19.
- Imardi, S., Wahyuni, D., & Arifandi, F. 2022. *Pengenalan Mikrokontroler dan Peluang Kerjanya kepada Siswa SMK Bina Profesi Pekanbaru*. 6, 16496–16501.
- Irfan, dan Arum. 2018. Keselamatan & Kesehatan Kerja (K3). *International Labour Oorganization*, 39. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---asia/---ro-bangkok/---ilo-jakarta/documents/publication/wcms_548900.pdf
- Jeneponto, P. D. I. 2022. *PERANCANGAN PANEL ATS (AUTOMATIC TRANSFER SWITCH) PLN KE GENERATOR GUDANG*. 14.
- Josi, A., & Fisika, T. 2017. *Rancang Bangun Sistem Informasi Tender Karet Desa Jungai Menggunakan Metode Waterfall*. 06(50), 111–115.
- Mukhammad, Y., Santika, A., & Haryuni, S. 2022. Analisis Akurasi Modul Amplifier HX711 untuk Timbangan Bayi. *Medika Teknika : Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, 4(1), 24–28. <https://doi.org/10.18196/mt.v4i1.15148>
- Munzir, K., Mufti, A., dan Rahman, A. 2019. Perancangan Sistem Pengukuran Massa Pada Pengemasan Gabah Berbasis Mikrokontroler Atmega328P. *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 4(4), 38–45.
- Persada, Y. B. 2010. *RISK ASSESSMENT K3 PADA PROSES PENGOPERASIAN SCAFFOLDING PADA PROYEK APARTEMEN PT . X DI SURABAYA*.

- Prabumulih, S. G. 2013. *Rancang bangun aplikasi penjualan dan pembelian barang pada koperasi kartika samara grawira prabumulih*. 13–23.
- Pradika, H. 2013. *THERMAL OVERLOAD RELAY SEBAGAI PENGAMAN OVERLOAD PADA MINIATUR GARDU INDUK BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER*. 17(2), 80–85.
- Rumalutur, S., & Ohoiwutun, J. 2018. *SISTEM KENDALI OTOMATIS PANEL PENERANGAN LUAR MENGGUNAKAN TIMER THEBEN SUL 181 H DAN ARDUINO UNO R3*. 4(2), 43–51.
- Saleh, M. 2017. *Jurnal Teknologi Elektro , Universitas Mercu Buana ISSN : 2086 æ 9479 Jurnal Teknologi Elektro , Universitas Mercu Buana ISSN : 2086 æ 9479*. 8(2), 87–94.
- Sokop, S. J., Mamahit, D. J., Eng, M., & Sompie, S. R. U. A. (2016). *Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. 5(3).
- Surya, W. (2023). *Jurnal Talenta Sipil Kekuatan dan Kebutuhan Perancah Ringlock Scaffolding System*. 6(2016), 223–228. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v6i2.258>
- Susanto, A. (2017). *MODUL PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) BERBASIS*. 1(2).
- Susanto, D. A. (2023). Preventive Maintenance Komponen Panel Kelistrikan Pada Mesin Stamping Press Mekanikal Jw31-500T Pt. Sebastian Jaya Metal Jababeka Cikarang. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3s1), 1120–1129. <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3s1.3521>
- Tenaga, M., Dan, K., Tenaga, M., & Dan, K. (1980). *Per.01/men/1980*. 2(1), 1–22.
- Wiharja, U. (2019). Rancangan Sistem Pengendali Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Water Level Control (Wlc). *Jurnal Teknokris*, 22(2), 1–8.
- Zulita, L. N. (2016). *PERANCANGAN MUROTTAL OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560*. 12(1), 89–98.