

PENYULUHAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KENDALI ADAPTIF ALAT PENGELOS BENANG KAIN TAJUNG KHAS PALEMBANG PADA UMKM MISRO

Adewasti, Eka Susanti, Herman Yani, Bersiap Ginting, Sholihin, Siswandi

Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya
ekasusanti@polsri.ac.id

Abstract

Tajung fabric is a distinctive textile heritage of Palembang, crafted from silk threads characterized by their smooth, slippery texture and tendency to snap easily. The traditional thread winding process transferring thread from a source to a spool relies on manual skills that are slow and inconsistent, thereby limiting productivity and weaving quality. To address these issues, this study proposes an adaptive control system for the thread winding machine using the Model Predictive Control.

MPC was selected for its ability to predict the system's dynamic behavior regarding thread tension, winding speed, and path deviation based on mathematical models. It also optimizes control actions in real-time while accounting for physical constraints, such as maximum tension limits to prevent breakage. The system incorporates tension sensors, speed encoders, and stepper motor actuators. The MPC system adaptively adjusts winding parameters in response to changing thread characteristics, such as uneven thickness or varying moisture content. This project aims to implement the adaptive control automation system on a Tajung fabric winding machine. The scope includes modeling thread tension and motor speed dynamics, designing the MPC controller, and evaluating performance against manual methods and standard automatic control.

The expected outcome is a winding machine capable of maintaining constant thread tension, producing neat, tangle-free spools, and increasing production speed by up to 60% compared to manual methods. Through predictive control, the system can anticipate tension spikes before the thread snaps, thereby reducing failure rates. Implementing this system is expected to modernize Palembang's Tajung industry without compromising the distinctive touch of traditional weaving; furthermore, the development of this machine supports Industry 4.0 initiatives while preserving and enhancing the global competitiveness of Indonesian cultural products.

Keywords: Adaptive Control, Model Predictive Control, Otomatization, Tajung Cloth, Yarn Winding Tools.

Abstrak

Kain tajung merupakan salah satu warisan tekstil khas Palembang yang berbahan dasar benang sutra dengan karakteristik halus, licin dan mudah putus. Proses pengelosan (pemindahan benang dari sumber ke kelos) secara tradisional masih mengandalkan keterampilan manual yang lambat dan tidak konsisten, sehingga membatasi produktivitas dan kualitas tenun. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini mengusulkan otomatisasi sistem kendali adaptif pada alat pengelos benang menggunakan model predictive control.

Model Predictive Control dipilih karena kemampuannya memprediksi perilaku dinamis sistem pada tegangan benang, kecepatan gulung dan pergeseran lintasan, berdasarkan model matematis, serta mengoptimalkan aksi kendali secara real-time dengan mempertimbangkan batasan fisik, misalnya tegangan maksimal agar benang tidak putus. Sistem ini dilengkapi sensor tegangan, encode kecepatan dan aktuator motor stepper. Model Predictive Control akan menyesuaikan parameter gulungan secara adaptif terhadap perubahan karakteristik benang; seperti ketebalan tidak seragam atau kadar air yang berbeda. Pengabdian ini bertujuan untuk mengimplemetasikan sistem otomatisasi kendali adaptif pada alat pengelos kain tajung menggunakan algoritma model adaptif kontrol. Ruang lingkup meliputi pemodelan dinamika tegangan benang dan kecepatan motor, perancangan pengendali model predictive control serta pengujian kinerja dibandingkan dengan metode manual dan kendali otomatis.

Hasil yang diharapkan adalah alat pengelos kain yang mampu menjaga tegangan benang tetap konstan, menghasilkan gulungan rapi tanpa kusut, serta meningkatkan kecepatan produksi hingga 60% dibandingkan metode manual. Dengan kendali prediktif, sistem juga akan dapat mengantisipasi lonjakan tegangan sebelum benang putus sehingga menekan tingkat kegagalan. Implementasi sistem ini diharapkan dapat memodernisasi industri kain tajung Palembang tanpa menghilangkan sentuhan khas tenun tradisional, kemudian dari terciptanya alat ini akan mendukung industri 4.0 dan melestarikan dan meningkatkan daya saing produk budaya Indonesia dipasar global.

Keywords: Otomatisasi, Kendali adaptif, Alat pengelos benang, Kain Tajung, Model Predictive Control.

PENDAHULUAN

Kain Tajung merupakan salah satu warisan tekstil tradisional khas Palembang, Sumatera Selatan, yang telah dikenal sejak masa Kesultanan Palembang dan hingga kini masih diproduksi secara turun-temurun oleh perajin lokal. Berbeda dengan kain Songket yang menggunakan benang emas atau perak, kain Tajung adalah kain tenun khas Palembang tanpa benang emas yang umumnya digunakan sebagai sarung oleh masyarakat setempat. Proses pembuatan kain Tajung tergolong panjang dan kompleks, dimulai dari pewarnaan benang alami, pengelosan (*winding*), penghajaan, hingga penenunan. Salah satu tahapan paling krusial namun masih sepenuhnya dilakukan secara manual oleh perajin adalah proses **pengelosan** (*winding*), yaitu kegiatan memindahkan benang dari sumber ke kelos (tabung kecil) agar siap dipasang pada alat tenun. Permasalahan utama yang dihadapi perajin dalam proses pengelosan manual adalah sulitnya menjaga tegangan benang tetap konstan selama proses penggulangan. Dalam industri tekstil, kontrol tegangan benang berbanding lurus dengan kualitas produk akhir dan efisiensi produksi. Pada kain Tajung yang menggunakan benang sutra dengan karakteristik halus dan licin, fluktuasi

tegangan yang tidak terkontrol menyebabkan benang mudah putus, gulungan menjadi tidak rapi, serta waktu produksi menjadi panjang dan tidak konsisten[1].

Penelitian sebelumnya; P. Chen, Y. Cheng, Y. Yuan, and L. Hua, menjelaskan bahwa strategi ini menggunakan ESO untuk memperkirakan dan mengkompensasi ketidakpastian dan gangguan sistem. Selanjutnya, pengontrol mode geser dirancang untuk sistem kompensasi, memanfaatkan fungsi tangen hiperbolik untuk hukum pencapaian, sehingga meningkatkan kinerja dinamis sistem kontrol tegangan benang. Stabilitas pengontrol dianalisis menggunakan teori Lyapunov. Menyadari kompleksitas penyetelan parameter pengontrol, pengoptimal serigala abu-abu (GWO) yang ditingkatkan diperkenalkan untuk penyesuaian dan pengoptimalan parameter pengontrol lebih lanjut[2]. Akhirnya, simulasi komparatif menunjukkan bahwa pengontrol yang dirancang mempertahankan respons cepat dan karakteristik dinamis presisi tinggi bahkan dengan adanya gangguan eksternal dan kebisingan. Ini menggarisbawahi prospek penerapan yang menjanjikan dari metode yang diusulkan dalam sistem praktis. Y. Wang, P. Li, J. Lian, H. Fan, and B. Wang, menjelaskan bahwa hanya

Berfokus pada mengatasi keterbatasan pengontrol PID tradisional, khususnya menargetkan non-linearitas, diameter penggulungan yang bervariasi terhadap waktu, dan gangguan kecepatan tinggi yang melekat pada proses tekstil. Kemajuan utama meliputi kontrol fuzzy adaptif, Kontrol Penolakan Gangguan Aktif (ADRC), dan algoritma hibrida yang meningkatkan stabilitas tegangan dan kecepatan respons, yang seringkali memungkinkan kecepatan produksi yang lebih tinggi sambil mempertahankan kualitas produk[3]. Lian,J,Wang B, Wang yannian, Wang Dong, menjelaskan bahwa Untuk memastikan ketegangan benang yang stabil selama belitan, mengurangi tingkat putusnya benang, dan meningkatkan kualitas benang, untuk mengatasi masalah seperti fluktuasi kecepatan dan torsi dalam kontrol kecepatan sistem belitan motor sinkron magnet permanen, kami menggunakan algoritma grey wolf optimizer (GWO) dan mengusulkan strategi kontrol gangguan diri yang lebih baik. Strategi ini menggabungkan pengamat status yang diperluas yang dapat disesuaikan dengan penguatan yang ditingkatkan dengan kontrol mode geser laju yang ditingkatkan. Pertama, kontrol mode geser diperkenalkan berdasarkan kontrol penolakan penolakan gangguan aktif tradisional, yang secara efektif mengurangi masalah nilai puncak dan meningkatkan ketahanan sistem[3]. Kedua, tingkat pendekatan ditingkatkan untuk meningkatkan kecepatan konvergensi mode geser. N.Ahmed,Eun Ha Lee,Tae Hwan Jin,Kyung Chul Cho; dalam papernya menerangkan Mempertahankan ketegangan benang yang diinginkan selama produksi tekstil sangat penting, meskipun menimbulkan beberapa masalah, seperti perubahan diameter terus menerus dari bagian unwinder dan rewinder yang mengarah

pada perubahan sistem[4]. Masalah lain yang dihadapi oleh operasi industri adalah mempertahankan ketegangan yang tepat pada benang sambil mengubah kecepatan operasi roll-to-roll. Dalam makalah ini, metode yang dioptimalkan untuk mengontrol ketegangan benang melalui kontrol kaskade ketegangan dan posisi, menggabungkan pengontrol umpan balik, umpan balik, dan pengamat gangguan, telah diusulkan untuk membuat sistem lebih kuat dan cocok untuk penggunaan industri. Selain itu, prosesor sinyal optimal telah dirancang untuk mendapatkan data sensor dengan pengurangan kebisingan dan perbedaan fase minimal [4]. Adewasti, S. Solihin, M. M. Rose, and H. Limasi, menjelaskan bahwa Teknologi IoT yang digunakan untuk transmisi data melalui jaringan dapat menggantikan peran manusia dalam proses tenun dan meningkatkan efisiensi produksi kain Jung. Dengan permasalahan tersebut, penggunaan teknologi informasi dan komunikasi dapat membuat kain Tajung menjadi alat tenun berbasis Internet of Things. Perkembangan IoT dapat dilihat mulai dari penggunaan aplikasi Massachusetts Institute of Technology (MIT) [5].

METODE

Dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini akan mengembangkan produk baru berupa pelatihan peningkatan peningkatan pelayanan yang mampu memberikan kontribusi positif dalam pelestarian budaya lokal melalui pendekatan teknologi yang modern dan adaptif. Selain itu, pengembangan alat ini juga menjadi langkah awal dalam membangun ekosistem industri kreatif berbasis teknologi di daerah UMKM Misro kain tenun tajung melalui

implementasi alat pengelos benang, untuk kain tenun Palembang secara otomatisasi dalam rangka menuju era modernisasi, alokasi waktu yang diperlukan selama 6 bulan.

Selanjutnya dalam melaksanakan pengabdian kepada masyarakat akan menggunakan beberapa metode pengabdian masyarakat dan pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE yaitu analisis (*Analysis*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Development*), implementasi (*Implementation*) dan evaluasi (*Evaluation*). Untuk lebih jelasnya akan di perlihatkan dibawah ini.

Analysis (Analisis)

Analisis dilakukan pada informasi kondisi fakta yang ada di UMKM Misro tenun tajung. Informasi didapatkan secara langsung dengan meninjau lokasi dan wawancara kepada pemilik dan pekerja di UMKM Misro Tenun Tajung Palembang. Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan, materi, dan materi pelatihan. Analisis kebutuhan berdasarkan permasalahan proses UMKM Misro tenun tajung Palembang. Sedangkan analisis materi berupa pelayanan yang mampu memberikan kontribusi positif dalam pelestarian budaya lokal melalui pendekatan teknologi yang modern dan adaptif. Selain itu, pengembangan alat ini juga menjadi langkah awal dalam membangun ekosistem industri kreatif berbasis teknologi di daerah UMKM Misro tenun tajung melalui implementasi alat pemintal serat sutra alam, untuk kain tenun Palembang secara digitalisasi halal fashion dalam rangka menuju globalisasi modesh fashion market. Pada tahap akhir dilakukan analisis kurikulum yang meliputi analisis standar kompetensi,

kompetensi dasar, serta indikator keberhasilan penyuluhan pelatihan yang ingin dicapai.

Design (Perancangan)

Tahap perancangan meliputi skema diagram aplikasi teknologi pemintal serat sutra alam, untuk kain tenun Palembang secara digitalisasi halal fashion dalam rangka menuju era modernisasi yang digunakan. Perancangan akan memudahkan langkah pembuatan dan perawatan softwrenya ini. Peserta juga di permudah dalam melakukan *trouble shooting* pasca penyuluhan dan implementasi ini.

Devolepment (Pengembangan)

Pelayanan yang mampu memberikan kontribusi positif dalam pelestarian budaya lokal melalui pendekatan teknologi yang modern dan adaptif. Selain itu, pengembangan alat ini juga menjadi langkah awal dalam membangun ekosistem industri kreatif berbasis teknologi di daerah UMKM Misro tenun tajung melalui implementasi alat pemintal serat sutra alam, untuk kain tenun Palembang secara digitalisasi halal fashion dalam rangka menuju globalisasi modesh fashion market, sebelumnya dilakukan pengembangan untuk menjamin keamanannya. Tahap pengembangan meliputi review skema diagram dari penggunaan implementasi alat pemintal serat sutra alam, untuk kain tenun Palembang secara digitalisasi halal fashion dalam rangka menuju globalisasi modesh fashion market yang telah terpasang. Segi keamanan dan kenyamanan menjadi *goal* dari tahap pengembangan. Pengembangan modul pelatihan juga dilakukan pasca *review* dari dosen. Modul pelatihan harus mudah dipahami mahasiswa dan

dosen agar modul ini sebagai acuan langkah ke depan.

Implementation **(Implementasi)**

Setelah dilakukan validasi oleh dosen dan dinyatakan layak untuk digunakan, maka dilakukan penerapan modul pelatihan kepada mahasiswa dan dosen. Modul pelatihan dan penyuluhan meliputi pengoperasian dan perawatan berupa langkah-langkah teknis. Selain itu, peningkatan pelayanan implementasi alat pemintal serat sutra alam, untuk kain tenun Palembang secara digitalisasi halal fashion dalam rangka menuju globalisasi modern juga dilakukan oleh peserta dengan bimbingan tim penyuluh.

Evaluation (Evaluasi)

Sedangkan evaluasi kegiatan dilakukan setelah kegiatan pelatihan yaitu dengan cara verifikasi penggunaan implementasi alat pemintal serat sutra alam, untuk kain tenun Palembang secara digitalisasi halal fashion dalam rangka menuju globalisasi modesh fashion market, oleh tim dosen Teknik Telekomunikasi Polsri. Tim PKM Teknik Telekomunikasi Polsri meminta tanggapan dari mahasiswa dan dosen, terhadap kegiatan PKM yang dilakukan. Evaluasi juga dapat dilihat ketika sesi tanya jawab maupun praktek pengoperasian dari teknologi tersebut.

Pada tahap pelaksanaan pengabdian, melakukan survey lapangan untuk mengetahui apa yang dibutuhkan mitra untuk Penyuluhan dan Implementasi Sistem Kendali Adaptif Alat Pengelos Benang Kain Tajung Khas Palembang Pada UMKM Misro. Dari hasil tersebut kita dapat memperkirakan kebutuhan kegiatan

yang akan digunakan dan melakukan pendataan yang dikoordinasikan dengan ketua pelaksana PKM. Pada tahap ini, pelaksana melakukan survei lapangan untuk menganalisa kesiapan UMKM Misro kain tenun tajung di Palembang dalam menerima teknologi yang menggunakan IoT untuk memudahkan pihak mitra di UMKM Misro Tenun Tajung Palembang. Dalam tahap ini dicari permasalahan-permasalahan mitra dalam proses pemahaman Peningkatan Pelayanan implementasi alat pemintal serat sutra alam, untuk kain tenun Palembang secara digitalisasi halal fashion dalam rangka menuju globalisasi modern UMKM Misro Kain Tajung Palembang. Dari hasil pendataan proses pengembangan Peningkatan pelayanan Penyuluhan dan Implementasi Sistem Kendali Adaptif Alat Pengelos Benang Kain Tajung Khas Palembang Pada UMKM Misro, diharapkan dapat membantu UMKM untuk meningkatkan kuatitas pemintalan benang guna kebutuhan benang untuk kain tenun Palembang yang digitalisasi halal fashion dalam rangka menuju globalisasi modesh fashion market. Dilanjutkan dengan persiapan peralatan dan perangkat yang dibutuhkan dalam persiapan peningkatan pelayanan implementasi alat pengelos benang kain tajung.

Tahapan Pelaksanaan PKM dilaksanakan pada hari Senin, 25 Juli 2026 pukul 09.00 – 15.00 WIB di Misro Tenun Tajung Palembang Palembang Jalan Aiptu A. Wahab RT. 31 Palembang. Acara diawali dengan pemberian sambutan-sambutan dari pihak-pihak terkait, dari ketua Tim Penyuluh Dilanjutkan dengan pemilik UMKM Misro Tenun Tajung Palembang. Setelah itu rangkaian pelaksanaan pelayanan Penyuluhan dan Implementasi Sistem Kendali Adaptif Alat Pengelos Benang Kain Tajung

Khas Palembang Pada UMKM Misro Tajung Palembang oleh Tim Penyuluh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam Kegiatan implementasi dan penyuluhan sistem kendali adaptif alat pengelos benang kain tajung khas Palembang, tim pengabdian pertama sekali melakukan uji tegangan yang akan dipakai, sehingga nantinya pengerajin bisa mensetting terlebih dahulu tegangan yang akan di pakai, supaya tidak terjadi kesalahan. Pengujian catu daya dilakukan untuk mengukur konsistensi tegangan yang disuplai ke masing-masing komponen elektronik. Tegangan yang tidak stabil atau berada di luar batas toleransi dapat mengakibatkan kegagalan pembacaan sensor (noise) hingga terjadinya force restart pada mikrokontroler ESP32. Pengukuran dilakukan menggunakan multimeter digital pada kondisi idle (motor diam) dan kondisi load (motor stepper berputar menarik beban benang). Berikut tabel dibawah ini adalah hasil uji Kecepatan motor dengan pengaturan perintah lewat ESP32.

Tabel 1. Pembacaan RPM Motor diatur dengan ESP32

No	Target Input Sistem (RPM)	Tachometer Standar (RPM)	Sensor Optocoupler (RPM)	Error Pembacaan (%)
1	50	50,1	49,8	0,60%
2	60	60,2	60,4	0,33%
3	70	69,9	70,1	0,29%
4	80	80,4	80,2	0,25%
5	90	89,9	90,0	0,11%
Rerata	70.0	70,1	70,1	0,32%

Pada tahap ini, pelaksana melakukan survey lapangan untuk

mengetahui apa yang dibutuhkan mitra untuk Penyuluhan dan Implementasi Sistem Kendali Adaptif Alat Pengelos Benang Kain Tajung Khas Palembang Pada UMKM Misro. Dari hasil tersebut kita dapat memperkirakan kebutuhan kegiatan yang akan digunakan dan melakukan pendataan yang dikoordinasikan dengan ketua pelaksana PKM. Pada tahap ini, pelaksana melakukan survei lapangan untuk menganalisa kesiapan UMKM Misro kain tenun tajung di Palembang dalam menerima teknologi yang menggunakan IoT untuk memudahkan pihak mitra di UMKM Misro Tenun Tajung Palembang.



Gambar 1. Susana Penyuluhan dan Implementasi kepada Pemilik Mitra UMKM Misro Tenun Tajung



Gambar 2. Serah Terima Alat Otomatisasi Pengelos Benang Kain Tajung ke Mitra

Peran mitra dalam pengabdian kepada masrakat untuk Penyuluhan dan Implementasi Sistem Kendali Adaptif Alat Pengelos Benang Kain Tajung Khas Palembang Pada UMKM Misro memberikan suatu kontribusi tempat disiminadi dan sekaligus mengimplementasikan alat kepada para pengerajin kain tajung.

SIMPULAN

Alat pemintal benang seratsutera alam berbasis IoT berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32, yang memungkinkan kontrol dan pemantauan jarak jauh melalui aplikasi Blynk.

Integrasi antara komponen elektronik seperti driver motor BTS7960, LCD 16x2, push menunjukkan bahwa tegangan, arus, dan output dari masing-masing komponen berada dalam batas normal dan stabil.

Sistem monitoring melalui Blynk mampu menampilkan data secara realtime mengenai jumlah putaran motor, serta memungkinkan pengguna mengontrol alat dari jarak jauh dengan respons yang baik.

Penggunaan teknologi IoT pada alat tradisional seperti pemintal benang ini memberikan nilai tambah dari segi efisiensi, kemudahan operasional, serta modernisasi industri kerajinan lokal tanpa menghilangkan nilai-nilai kulturalnya.

DAFTAR PUSTAKA

Luftinor. (2018). Rekayasa Mesin Kelos Benang Untuk Kerajinan Tenun Palembang. *Prosiding Seminar Nasional I Hasil Litbangyasa*

Industri, Palembang, 18 Oktober 2018, ISSN 2654-8550.

Ariyanti, I., Taufikurrahman, & Novianti, L. (2019). KERAJINAN TENUN TRADISIONAL BLONGSONG/TAJUNG PALEMBANG. *Prosiding PKM-CSR*, 2, ISSN 2655-3570.

Daulay, M. S. (2020). Mengenal Hardware-Software dan Pengolahan Instalasi Komputer. Penerbit Andi.

Prastyo, Elga Aris. (n.d). *Apa itu NodeMCU dan Bagaimana Bedanya dengan ESP32?*. Diakses pada tanggal 7 Januari 2026 dari <https://www.arduinoindonesia.id/2025/05/apa-itu-nodemcu-dan-bagaimana-bedanya-dengan-esp32.html>

Prastyo, Elga Aris. (n.d). *Pengertian dan Prinsip Kerja Motor DC*. Diakses pada tanggal 7 Januari 2026 dari <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-dc.html>

AKB. (2025). *What is Motor Driver: Types, Components, Circuit, and Working*. Diakses pada tanggal 7 Januari 2026 dari <https://www.campuscomponent.com/blogs/post/What-is-motor-driver>

Critchley, Liam. (2019). *What are Encoder Sensors?*. Diakses pada tanggal 11 Januari 2026 dari <https://www.azosensors.com/article.aspx?ArticleID=1730>

Hareendran, T.K. (2022). *Optical Motor Speed Sensors*. Diakses pada tanggal 11 Januari 2026 dari <https://www.edn.com/motor-speed-sensor/>

Prastyo, Elga Aris. (2023). *Arduino Nano: Pengertian, Fungsi dan*

- Spesifikasinya*. Diakses pada tanggal 14 Januari 2026 dari <https://www.arduino.biz.id/2023/02/arduino-nano-pengertian-fungsi-dan-spesifikasinya.html>
- A, Yoskin Erlangga. (n.d). *Membuat Teks Berjalan Menggunakan Modul Display LCD 16x2 dan Arduino Uno*. Diakses pada tanggal 14 Januari 2026 dari <https://yoskin.wordpress.com/arduino/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2/>
- Prastyo, Elga Aris. (n.d). *Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo*. Diakses pada tanggal 16 Januari 2026 dari <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-servo.html>
- Anonim. (2025). *Gearbox: Mengenal Fungsi dan Cara Merawatnya*. Diakses pada tanggal 23 Januari 2026 dari <https://www.suzuki.co.id/tips-trik/gearbox-mengenal-fungsi-dan-cara-merawatnya?pages=all>
- Anonim. (2023). *Pengertian dan Penggunaan Modul I2C: Memahami Komunikasi Serial Antar-Perangkat*. Diakses pada tanggal 23 Januari 2026 dari <https://www.suzuki.co.id/tips-trik/gearbox-mengenal-fungsi-dan-cara-merawatnya?pages=all>
- Prastyo, Elga Aris. (2025). *Cara Menggunakan Modul Step Down (Buck Converter) untuk Menurunkan Tegangan*. Diakses pada tanggal 23 Januari 2026 dari <https://www.arduino.biz.id/2025/05/cara-menggunakan-modul-step-down-buck-converter-untuk-menurunkan-tegangan.html>
- Prastyo, Elga Aris. (n.d). *Software Arduino IDE*. Diakses pada tanggal 2 Februari 2026 dari <https://www.arduinoindonesia.id/2018/07/software-arduino-ide.html>
- Anonim. (2024). *Mengenal Platform Blynk: Platform IoT untuk Monitoring Data*. Diakses pada tanggal 2 Februari 2026 dari <https://www.arduinoindonesia.id/2018/07/software-arduino-ide.html>
- Prasetyo, Irfan. (n.d). *Apa itu Internet of Things? Pengertian, Cara Kerja, dan Contohnya*. Diakses pada tanggal 3 Februari 2026 dari <https://docif.telkomuniversit y.ac.id/apa-itu-iot/>
- Babsel, Saleh R. (2021). *PENGERTIAN ANDROID: Sejarah dan pembuatan aplikasi*. Diakses pada tanggal 29 April 2026 dari <https://medium.com/@saleh.rashid.b/pengertian-android-sejarah-dan-pembuatan-aplikasi-cc1f49f822a4>
- Telkom University Jakarta. (2025). *Perangkat keras: jenis, fungsi, dan contohnya*. Diakses pada tanggal 29 April 2026, dari <https://jakarta.telkomunivers ity.ac.id/perangkat-keras-jenis-fungsi-dan-contohnya/>