

Analisis dan Pemodelan Motor DC 1 Fasa MAXON RE 25 (Graphite Brushes, 20 W), Bagian No. 118749, 9V) dan AC 1 Fasa Servo Motor AC010M-04J30A Menggunakan Pendekatan Orde 1 dan Orde 2 Berbasis Fungsi Alih (Transfer Function) Berbasis MATLAB/Simulink

Raihan Endio Dwikyai¹

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

ABSTRAK

Dalam sistem kontrol modern, kebutuhan akan model matematis yang akurat untuk merepresentasikan dinamika motor listrik semakin penting, khususnya dalam aplikasi presisi tinggi seperti otomasi, robotika, dan kendaraan listrik. Namun, kompleksitas karakteristik dinamis motor DC dan AC 1 fasa sering kali menjadi kendala dalam pengembangan sistem kontrol yang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memodelkan dua jenis motor, yaitu motor DC 1 fasa MAXON RE 25 (Graphite Brushes, 20 W), Bagian No. 118749, 9V dan motor servo AC 1 fasa AC010M-04J30A, menggunakan pendekatan matematis berbasis fungsi alih (transfer function) orde 1 dan orde 2.

Kontribusi utama dari studi ini adalah penyusunan model matematis yang dapat menggambarkan hubungan antara input (tegangan) dan output (kecepatan atau torsi) secara akurat, sebagai dasar dalam perancangan sistem kontrol yang adaptif dan andal. Metode yang digunakan meliputi identifikasi parameter motor berdasarkan data teknis, penyusunan persamaan diferensial yang mewakili sistem, serta konversi ke dalam bentuk fungsi alih. Model kemudian dianalisis secara numerik untuk melihat respon transien dan tunaknya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model orde 1 memberikan pendekatan awal yang sederhana namun cukup representatif untuk respon awal sistem, sedangkan model orde 2 lebih mampu menangkap karakteristik dinamis yang kompleks, termasuk osilasi dan waktu pemulihan sistem. Melalui simulasi, terlihat bahwa akurasi model sangat berpengaruh terhadap efektivitas pengendali yang dirancang, seperti PID.

Kesimpulannya, pemodelan matematis berbasis fungsi alih memberikan landasan yang kuat untuk merancang sistem kontrol motor DC dan AC 1 fasa yang efisien, adaptif, dan siap diuji dalam lingkungan simulasi maupun implementasi mikrokontroler secara real-time.

1. PENDAHULUAN (ARIAL 10, BOLD, H1)

Perkembangan teknologi otomasi dan sistem kendali membutuhkan perangkat aktuator yang efisien, responsif, dan mudah dikendalikan, salah satunya adalah motor listrik. Dua jenis motor yang sering digunakan dalam aplikasi industri maupun akademik adalah motor DC dan motor AC 1 fasa. Namun, karakteristik dinamis dari

masing-masing jenis motor berbeda dan sering kali tidak sepenuhnya dipahami tanpa pemodelan matematis yang tepat. Ketiadaan model yang akurat dapat menyebabkan desain kontrol yang tidak optimal, respon sistem yang lambat, bahkan kegagalan dalam implementasi.

Berbagai pendekatan telah dikembangkan untuk memodelkan sistem motor listrik, termasuk metode

eksperimen, identifikasi numerik, hingga model berbasis ruang keadaan (state-space). Namun, pendekatan berbasis fungsi alih (transfer function) masih menjadi metode paling umum karena kesederhanaan dalam analisis dan implementasi pada sistem linier. Model orde 1 dan orde 2 sering digunakan untuk menyederhanakan sistem nyata menjadi bentuk matematis yang mudah divisualisasikan dan dianalisis, terutama dalam konteks kontrol PID.

Sebagian besar penelitian yang ada hanya berfokus pada salah satu jenis motor atau tidak membandingkan efektivitas pendekatan pemodelan orde 1 dan orde 2. Selain itu, masih sedikit studi yang secara spesifik memodelkan motor DC MAXON RE 25 dan servo AC010M-04J30A berdasarkan datasheet resmi dan mensimulasikannya dalam konteks sistem kontrol.

Penelitian ini mengusulkan pemodelan matematis berbasis fungsi alih menggunakan pendekatan orde 1 dan orde 2 untuk dua jenis motor: DC MAXON RE 25 dan AC 1 fasa AC010M-04J30A. Pendekatan ini dilakukan dengan identifikasi parameter dari datasheet, formulasi persamaan diferensial, serta transformasi Laplace untuk mendapatkan fungsi alih. Model dianalisis untuk mengevaluasi karakteristik transien dan tunak, serta diuji dalam simulasi kontrol dasar.

Dengan memahami model matematis dari kedua jenis motor secara kuantitatif, perancangan sistem kontrol yang optimal menjadi lebih terarah dan efisien. Studi ini diharapkan dapat menjembatani kesenjangan antara teori pemodelan dan implementasi kontrol motor di dunia nyata.

Penelitian ini memberikan kontribusi menyediakan model matematis orde 1 dan orde 2 untuk motor DC MAXON RE 25 dan motor AC010M-04J30A berdasarkan parameter datasheet, membandingkan efektivitas dan kompleksitas model orde 1 dan orde 2 dalam memodelkan sistem dinamis motor, menyediakan dasar bagi simulasi sistem kontrol berbasis mikrokontroler secara real-time, dan menawarkan referensi pemodelan motor untuk keperluan akademik maupun rekayasa praktis.

Makalah ini disusun sebagai berikut: Bagian 2 membahas dasar teori dan tinjauan literatur terkait pemodelan motor listrik. Bagian 3 menjelaskan metode penelitian, termasuk identifikasi parameter dan pembentukan fungsi alih. Bagian 4 menyajikan hasil pemodelan, analisis respon sistem, serta diskusi perbandingan model. Bagian 5 merangkum kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

2. METODE PENELITIAN (ARIAL 10, H1)

A. Dataset

Dalam kajian pemodelan matematis motor AC 1 fasa ini, akan digunakan Motor AC 1 Phase Servo Motor AC010M-04J30A sebagai objek studi. Parameter-parameter utama yang diperlukan akan diambil berdasarkan informasi teknis dari datasheet motor

tersebut untuk memastikan akurasi model yang dihasilkan.

Model	AC010M-04J30A
Rated power (W)	50
Rated voltage (V)	220
Rated current (A)	1.1
Rated torque (N.M)	0.16
Maximum torque (N.M)	0.48
Rated speed (rpm)	3000
Maximum speed (rpm)	6500
Back EMF (V/Krpm)	10.5
Torque constant (N.M/A)	0.14
Wire resistance (Ω ,20°C)	14.3
Wire inductance (mH,20°C)	14.8
Rotor inertia($X10^4$ kg.m 2)	0.036
Weight (kg)	0.35
Length L(mm)	61.5

Gambar 1 Data Spesifikasi Motor AC 1 Fasa Servo Motor AC010M-04J30A (Servo Motor)

Berdasarkan gambar diatas,, bahwa saya perlu mengkonversikan beberapa parameter-parameter yang diperlukan untuk menghitung fungsi alih dari motor AC 1 fasa ini, sebagai berikut:

Tabel 1 Beberapa Parameter yang Diperlukan untuk Menghitung Fungsi Alih dari Motor AC 1 Fasa :

Parameter	Nilai	Satuan
Resistansi (R)	14,3	Ω (ohm)
Induktansi (L)	14,8	mH, H=0,0148
Konstanta torsi (K_t)	0,14	N.m/A
Konstanta torsi (K_e)	$\frac{10,5}{1000} \times \frac{60}{2\pi} = 0,1003$	V/(rad/s)
Momen Inersia rotor (J)	$3,6 \times 10^{-2}$	kg/m^2

Lalu, untuk motor DC;

Saya menggunakan tipe motor DC MAXON RE 25 graphite brushes, 20 Watt, No. 118749 dengan tegangan 9V. Dibawah ini adalah spesifikasi motor DC MAXON RE 25 brushes, 20 Watt dengan tegangan 9V:

according to dimensional drawing shaft length 15.7 shortened to 4 mm		118749
		302002
Motor Data		
Values at nominal voltage		
1 Nominal voltage	V	9
2 No load speed	rpm	10000
3 No load current	mA	110
4 Nominal speed	rpm	8970
5 Nominal torque	mNm	11.1
6 Nominal current (max. continuous current)	A	1.5
7 Stall torque	mNm	232
8 Stall current	A	29.1
9 Max. efficiency	%	76
Characteristics		
10 Terminal resistance	Ω	0.309
11 Terminal inductance	mH	0.028
12 Torque constant	mNm/A	7.96
13 Speed constant	rpm/V	1200
14 Speed/torque gradient	rpm/mNm	46.5
15 Mechanical time constant	ms	5.68
16 Rotor inertia	gcm^2	11.7

Gambar 2.1 Datasheet Motor DC RE 25 brushes
No.118749, 9V (Maxon)

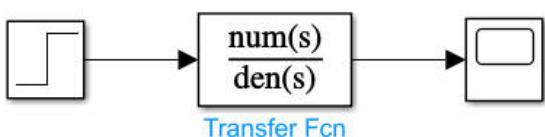
Berdasarkan gambar 2, bahwa saya perlu mengkonversikan beberapa parameter yang diperlukan untuk menghitung fungsi alih dari motor dc ini, sebagai berikut:

Tabel. 2. Beberapa Parameter yang Diperlukan untuk Menghitung Fungsi Alih dari Motor DC ini:

Parameter	Nilai	Satuan
Resistance (R)	0,309	Ω (ohm)
Inductance (L)	0,028	mH, H= 0,000028H
Torque Constant (K_t)	7,96	mNm/A , $K_t = 0,00796 \text{ Nm/A}$
Rotor Moment of Inertia (J)	1200 (kec.konstan)	rpm/V , $\frac{1}{1200 \text{ rpm/v}}$ $= \frac{1}{1200 \times \frac{2\pi}{60}} = \frac{1}{125,66} = 0,00796 \text{ V/(rad/s)}$
Rotor Moment of Inertia (J)	11,7	$\text{g/cm}^2 = x$ $11,7 \times 10^{-7} \text{ kg/m}^2$

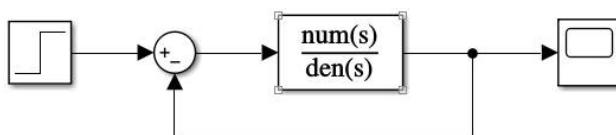
B. Simulasi MATLAB/Simulink

Open loop



Sistem kontrol yang ditampilkan pertama kali merupakan sistem loop terbuka (*open loop*), di mana sinyal masukan diberikan langsung ke dalam sistem tanpa ada proses umpan balik dari keluaran. Input yang biasanya berupa sinyal tangga dikirimkan ke blok fungsi alih, yang merepresentasikan dinamika sistem dalam bentuk rasio antara pembilang dan penyebut dalam domain Laplace, yaitu num(s)/den(s). Hasil keluaran dari blok ini kemudian langsung ditampilkan melalui tampilan grafis seperti scope, tanpa adanya evaluasi ulang terhadap kesesuaian antara input dan output. Dalam konfigurasi seperti ini, sistem tidak mampu mendeteksi kesalahan atau perubahan kondisi lingkungan karena tidak memiliki mekanisme untuk membandingkan output terhadap referensi awal. Oleh karena itu, sistem loop terbuka cenderung lebih sederhana, tetapi kurang akurat dan tidak adaptif terhadap gangguan atau ketidaksesuaian hasil.

Closed loop



sistem kontrol tertutup (closed-loop), keluaran sistem secara terus-menerus dikembalikan ke input melalui jalur umpan balik. Masukan utama berupa sinyal referensi akan dibandingkan dengan sinyal keluaran aktual melalui mekanisme komparator. Hasil dari perbandingan ini menghasilkan sinyal kesalahan (error), yang digunakan untuk mengatur kembali sistem guna meminimalkan perbedaan antara output aktual dan nilai yang diharapkan. Mekanisme umpan balik ini memungkinkan sistem beradaptasi terhadap gangguan eksternal atau perubahan beban secara otomatis, sekaligus meningkatkan kestabilan dan akurasi kontrol. Pendekatan ini umum diterapkan pada sistem yang membutuhkan ketelitian tinggi, seperti robotika, pengaturan motor listrik, dan proses industri otomatis. Dalam konteks penelitian ini, pendekatan sistem kontrol tertutup digunakan untuk meninjau apakah terdapat perbedaan yang berarti dalam tingkat akurasi antara model orde 1 dan orde 2 saat digunakan untuk memposisikan sistem terhadap sinyal referensi. Dengan membandingkan respon dari kedua pendekatan model tersebut terhadap gangguan dan perubahan beban, penelitian ini bertujuan mengevaluasi sejauh mana tingkat presisi dan kestabilan sistem dipengaruhi oleh kompleksitas model matematis yang digunakan.

C. Pengumpulan Data (Arial 10, BOLD, H2)

Spesifikasi teknis dari kedua motor diperoleh melalui datasheet resmi dari masing-masing produsen. Seluruh data kemudian dikonversi ke dalam sistem satuan internasional (SI) dan dianalisis untuk mengidentifikasi perilaku dinamis motor. Beberapa parameter penting

seperti kecepatan tanpa beban, torsi nominal, konstanta torsi, momen inersia rotor, resistansi terminal, serta induktansi digunakan sebagai dasar dalam pembentukan model matematis berbasis fungsi alih. Untuk motor DC, konstanta waktu mekanik dihitung sebagai hasil pembagian antara inersia rotor dan koefisien gesekan, sementara konstanta waktu elektrik diperoleh dari rasio antara induktansi dan resistansi terminal. Adapun pada motor AC 1 fasa, data karakteristik disesuaikan dengan pendekatan model dinamis berdasarkan nilai arus dan torsi maksimum, serta pola respon terhadap variasi beban yang diberikan.

D. Pengolahan Data (Arial 10)

Tahapan pengolahan data dimulai dengan penyusunan fungsi alih untuk masing-masing motor, menggunakan pendekatan model orde satu dan orde dua. Model orde satu dirancang dengan pendekatan sederhana, yaitu mengesampingkan pengaruh momen inersia dan gaya gesek, serta hanya mempertimbangkan konstanta waktu dan penguatan sistem. Secara matematis, model ini dinyatakan dalam bentuk:

Di sisi lain, model orde dua dibuat untuk merepresentasikan dinamika rotasi yang lebih kompleks dengan mempertimbangkan parameter seperti momen inersia (J), koefisien gesekan (B), dan konstanta torsi (K_t). Bentuk fungsi alih untuk model ini adalah:

Kedua model ini kemudian diuji menggunakan simulasi dalam lingkungan MATLAB/Simulink, baik dalam konfigurasi sistem terbuka (open-loop) maupun sistem tertutup (closed-loop). Evaluasi dilakukan dengan memberikan sinyal masukan bertipe tangga (step input) dan menganalisis tanggapan sistem berdasarkan parameter kinerja seperti waktu naik, waktu tunak, tingkat overshoot, dan galat keadaan tunak. Hasil analisis ini memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai tingkat akurasi dan efisiensi dari masing-masing pendekatan model dalam konteks aplikasi nyata.

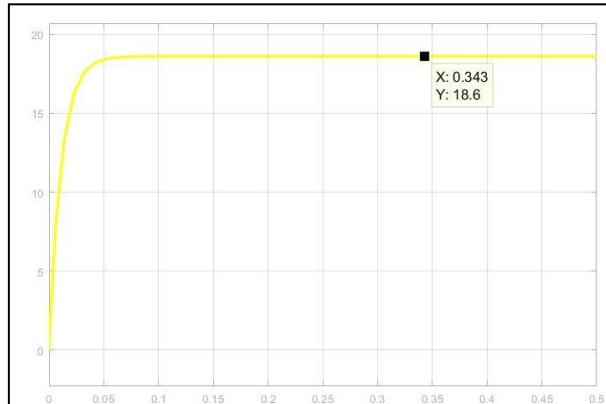
filter.

3. HASIL (ARIAL 10, BOLD, H1)

1. Open Loop orde 1

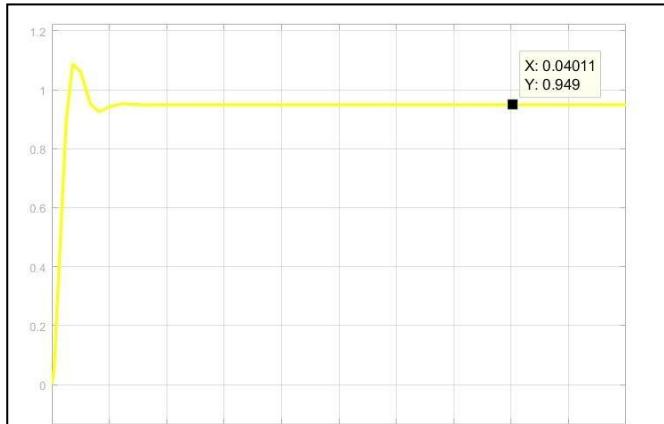
Grafik pertama menggambarkan karakteristik dari sistem kendali open loop orde satu. Kurva berwarna kuning menunjukkan respons sistem terhadap masukan berupa sinyal tangga (step input). Respons tersebut menunjukkan kenaikan yang eksponensial, dimulai dari titik nol dan secara perlahan mendekati nilai tunak tanpa mengalami osilasi atau overshoot. Dari informasi yang terdapat pada grafik, dapat diketahui bahwa nilai output mencapai sekitar 18.6 pada waktu 0.343 detik. Hal ini

menandakan bahwa sistem membutuhkan waktu



sekitar sepertiga detik untuk mencapai keadaan stabil. Sistem open loop seperti ini tidak memiliki mekanisme koreksi terhadap kesalahan atau gangguan, karena tidak terdapat umpan balik. Karakteristik respons yang lambat namun stabil menunjukkan bahwa sistem dikendalikan hanya oleh dinamika internal orde satu, tanpa pengaruh elemen tambahan seperti peredam atau penguat yang biasa ditemukan pada sistem orde lebih tinggi. Oleh karena itu, walaupun sistem ini bersifat stabil, namun kecepatannya dalam mencapai keadaan tunak cukup terbatas dan bergantung sepenuhnya pada konstanta waktu dari elemen sistemnya

2. close loop orde 2



Grafik pertama menggambarkan karakteristik dari sistem kendali open loop orde satu. Kurva berwarna kuning menunjukkan respons sistem terhadap masukan berupa sinyal tangga (step input). Respons tersebut menunjukkan kenaikan yang eksponensial, dimulai dari titik nol dan secara perlahan mendekati nilai tunak tanpa mengalami osilasi atau overshoot. Dari informasi yang terdapat pada grafik, dapat diketahui bahwa nilai output mencapai sekitar 18.6 pada waktu 0.343 detik. Hal ini menandakan bahwa sistem membutuhkan waktu sekitar sepertiga detik untuk mencapai keadaan stabil. Sistem

open loop seperti ini tidak memiliki mekanisme koreksi terhadap kesalahan atau gangguan, karena tidak terdapat umpan balik. Karakteristik respons yang lambat namun stabil menunjukkan bahwa sistem dikendalikan hanya oleh dinamika internal orde satu, tanpa pengaruh elemen tambahan seperti peredam atau penguat yang biasa ditemukan pada sistem orde lebih tinggi. Oleh karena itu, walaupun sistem ini bersifat stabil, namun kecepatannya dalam mencapai keadaan tunak cukup terbatas dan bergantung sepenuhnya pada konstanta waktu dari elemen sistemnya.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan merancang sebuah sistem klasifikasi yang mampu mengenali tujuh jenis gerakan tangan dengan ketahanan terhadap perubahan orientasi lengan bawah. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa algoritma Convolutional Neural Network (CNN) memberikan performa akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode klasifikasi lainnya seperti SVM, KNN, LDA, dan Decision Tree, dengan tingkat signifikansi ($p < 0,05$). Penurunan akurasi yang terjadi pada CNN akibat perbedaan antar skema—khususnya antara skema kombinasi orientasi (skema 4) dengan skema 1, 2, dan 3—tercatat kurang dari 5%.

Selain itu, analisis statistik menggunakan uji perbandingan ganda Tukey HSD (dengan alpha 0,05) mengungkapkan bahwa 4 dari 6 kelompok tidak menunjukkan perbedaan akurasi yang signifikan ($p\text{-value} > 0,05$). Dari sisi efisiensi waktu, waktu pemrosesan CNN yang digunakan masih berada dalam ambang batas wajar, yaitu di bawah 200 milidetik.

Sebagai penutup, hasil penelitian ini menunjukkan potensi algoritma CNN untuk digunakan dalam sistem pengenalan gerakan tangan. Namun, masih dibutuhkan riset lanjutan untuk mengintegrasikan CNN secara optimal ke dalam sistem tertanam (embedded system) sebagai langkah menuju pengembangan perangkat tangan buatan yang lebih responsif dan efisien.

REFERENSI (ARIAL 10)

- Ogata, K. (2020). Modern control engineering (5th ed.). Pearson.
- Kuo, B. C., & Golnaraghi, F. (2020). Automatic control systems (9th ed.). Wiley.
- Ogata, K. (2020). System dynamics (4th ed.). Pearson.
- Firdaus, Akhmad Azhar, Rama Arya Sobhita, and Anggara Trisna Nugraha. "Implementation of an Overheat Monitoring and Protection System for

Community Empowerment Programs Using Thermocouples." Maritime in Community Service and Empowerment 3.1 (2025).

Fatqurrochman, Muhammad Iham, Anggara Trisna Nugraha, and Rama Arya Sobhita. "Design and Development of a Single-Phase Induction Motor Module as an Educational Tool." Maritime in Community Service and Empowerment 3.1 (2025).

Rohman, Yulian Fatkur, Anggara Trisna Nugraha, and Rama Arya Sobhita. "Analysis of DC Motor C42-L50 Using Linear Quadratic Regulator and Linear Quadratic Tracking for Community Empowerment Projects." Maritime in Community Service and Empowerment 3.1 (2025).

Rohman, Yulian Fatkur, Anggara Trisna Nugraha, and Rama Arya Sobhita. "Converter as a Voltage Output Stabilizer for Wind Turbines." Journal of Electrical, Marine and Its Application 3.1 (2025).

Santosa, Anisa Fitri, and Anggara Trisna Nugraha. "Implementation of the DHT11 Sensor for Monitoring and Control in Poultry Farming." Journal of Electrical, Marine and Its Application 3.1 (2025).

Sunarno, Epyk, Anggara Trisna Nugraha, and Rama Arya Sobhita. "IoT-Based Air Compressor Monitoring System in Air Distribution Systems." Journal of Electrical, Marine and Its Application 3.1 (2025).

Jamaludin, Mukhammad, Rama Arya Sobhita, and Anggara Trisna Nugraha. "Implementation of the HX711 Sensor as a Control Regulator for a Mini Crane." Journal of Electrical, Marine and Its Application 3.1 (2025).

Pradana, Septiyanto Yoga, Abdul Hazim, and Anggara Trisna Nugraha. "Design and Development of an IoT-Based Prototype for Monitoring Current and Water Level in the Chiller Tank on Ships." Journal of Electrical, Marine and Its Application 3.1 (2025).

Fatqurrochman, Muhammad Iham, and Anggara Trisna Nugraha. "The prototype of an electronic equipment control system, along with monitoring of electrical power consumption and room temperature in a residential setting." Journal of Electrical, Marine and Its Application 3.1 (2025).

Nugraha, Anggara Trisna, and Rama Arya Sobhita. "Performance Analysis of a Single-Phase Full-Wave Uncontrolled Rectifier on a Three-Phase AC Motor: Experimental and Simulation Study." Journal of Electrical, Marine and Its Application 3.1 (2025).

Pradana, Muhammad Handy Wahyu. "Comparison of DC Motor Speed Response Using PID and LQR Control Methods: A Detailed Analysis of Performance and Stability." Journal of Marine Electrical and Electronic Technology 2.1 (2024): 1-7.

Nugraha, Anggara Trisna. "Performance Analysis of LQR

and LQT Control Systems with DC RS PRO 417-9661." Conference of Electrical, Marine and Its Application. Vol. 3. No. 1. 2024.

Nugraha, Anggara Trisna, and Chusnia Febrianti. "Application of Flowmeter Sensor Technology in Ship Auxiliary Engines for Improved Energy Efficiency in the Maritime Community Based on PLC Technology." Maritime in Community Service and Empowerment 2.2 (2024): 57-63.

Ainudin, Fortunaviaza Habib, and Anggara Trisna Nugraha. "Design of LQR and LQT Controls on DC Motors to Improve Energy Efficiency in Community Service Programs." Maritime in Community Service and Empowerment 2.2 (2024): 7-13.

Framuja, M. Alief, Fortunaviaza Habib Ainudin, and Anggara Trisna Nugraha. "Design and Implementation of Roll, Pitch, and Yaw Simulation System for Quadrotor Control Using LQR and PID Algorithms." Journal of Electrical, Marine and Its Application 2.2 (2024): 1-12.

Nugraha, Anggara Trisna, Rizki Abdi Pradana, and Muhammad Jafar Shiddiq. "Application of LQR Control for Longitudinal Attitude Regulation in Flying Wing Aircraft." Journal of Electrical, Marine and Its Application 2.2 (2024): 1-6.

Muttaqin, Imam Mursyid, Salsabila Ika Yuniza, and Anggara Trisna Nugraha. "Performance Analysis of a Single-Phase Controlled Half-Wave Rectifier Applied to AC Motor." Journal of Electrical, Marine and Its Application 2.2 (2024): 1-10.

Satrianata, Lucas Jagad, et al. "Implementasi Sistem Filtrasi Air Alami Terintegrasi Sensor TDS dan ESP32 Untuk Pemenuhan Baku Mutu Air Kelas." Jurnal Elektronika Otomasi Industri 11.3 (2024): 690-699.

Nugraha, Anggara Trisna, and Chusnia Febrianti. "Prototype of Ship Fuel Monitoring System Using NodeMCU." Journal of Marine Electrical and Electronic Technology 2.1 (2024): 1-9.

Nugraha, Anggara Trisna, and Moh Ghafirul Pratama Aprilian Sugianto. "Development of a Monitoring System for Daily Fuel Tank Levels on Ships." Journal of Marine Electrical and Electronic

Technology 2.1 (2024): 1-9.

Ivannuri, Fahmi, Lilik Subiyanto, and Anggara Trisna Nugraha. "Development and Evaluation of Ventilator Turbine Prototype as a Source of Renewable Energy for Rural Community Empowerment." Maritime in Community Service and Empowerment 2.1 (2024): 1-7.

Ihsanudin, Yazid, Edy Prasetyo Hidayat, and Anggara Trisna Nugraha. "Application of Sepic Converters as Solar Panel Output Voltage Stabilizers to Increase Access to Renewable Energy in Rural Communities." Maritime in Community Service and Empowerment 2.1 (2024): 1-6.

Nise, N. S. (2020). Control systems engineering (8th ed.). Wiley.

Microchip Technology Inc. (2023). 32-bit MCU motor control design guide. Microchip Technology.

BIOGRAFI PENULIS (ARIAL 10, BOLD, H1)



Raihan Endio Dwikya adalah seorang mahasiswa yang saat ini sedang menempuh studi di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, jurusan Teknik Kelistrikan Kapal. Dikenal sebagai pribadi yang ingin tahu dan bersemangat dalam belajar, Raihan memiliki minat yang kuat terhadap sistem kelistrikan, baik di darat maupun di lingkungan kelautan. Melalui mata kuliah, praktikum langsung, dan berbagai proyek rekayasa, ia terus mengasah keterampilan teknis dan memperdalam pemahamannya di bidang ini. Cita-citanya adalah menjadi teknisi listrik yang andal dan mampu memberikan kontribusi nyata bagi pembangunan nasional. Dengan tekad yang kuat dan semangat untuk berinovasi, Raihan berkomitmen untuk meraih tujuannya serta membuktikan bahwa pemuda Indonesia mampu bersaing di kancah global dan membawa perubahan positif.