



TEKNIK OTOMASI

DIANA RAHMAWATI., S. T., M. T | RIZA ALFITA., S. T., M. T
HERI SETIAWAN., S. T., M. Tr. T | ROSIDA VIVIN NAHARI., S.Kom., M. Kom



TEKNIK OTOMASI

Buku ini disusun sebagai buku ajar mata kuliah Teknik Otomasi. Buku ini berisi pengetahuan tentang Teknik Otomasi, berkaitan otomatisasi industri menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)* dan sensor. Pada bagian awal, akan dibahas tentang pendahuluan Teknik Otomasi. Kemudian dibahas tentang otomasi menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)*. Sebagai pelengkap Teknik Otomasi, selanjutnya dibahas tentang karakteristik sensor, dan penjelasan tentang macam-macam sensor yang digunakan dalam otomasi.



eureka
media aksara
Anggota IKAPI
No. 225/JTE/2021

0858 5343 1992
eurekamediaaksara@gmail.com
Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-623-151-360-1



TEKNIK OTOMASI

Diana Rahmawati, S.T., M.T.

Riza Alfita, S.T., M.T.

Heri Setiawan, S.T., M.Tr.T.

Rosida Vivin Nahari, S.Kom., M.Kom.



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

TEKNIK OTOMASI

Penulis : Diana Rahmawati, S.T., M.T.
Riza Alfita, S.T., M.T.
Heri Setiawan, S.T., M.Tr.T.
Rosida Vivin Nahari, S.Kom., M.Kom.

Desain Sampul : Ardyan Arya Hayuwaskita

Tata Letak : Tukaryanto

ISBN : 978-623-151-360-1

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, AGUSTUS 2023**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2023

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan buku ini. Penulisan buku merupakan buah karya dari pemikiran penulis yang diberi judul "**Teknik Otomasi**". Kami menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi kami untuk menyelesaikan karya ini. Oleh karena itu, kami mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini, sehingga buku ini bisa hadir dihadapan pembaca.

Buku ini disusun sebagai bahan ajar mata kuliah Teknik Otomasi. Buku ini berisi pengetahuan tentang Teknik Otomasi, *Programmable Logic Controller* (PLC), Karakteristik sensor, dan contoh beberapa sensor yang sering digunakan dalam otomasi industri.

Pada bagian awal, akan dibahas tentang pendahuluan Teknik Otomasi. Kemudian dibahas tentang karakteristik sensor, selanjutnya beberapa sensor yang sering digunakan dalam teknik otomasi.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan guna penyempurnaan buku ini. Akhir kata kami berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga buku ini akan membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
BAB 2 PENGANTAR TEKNIK OTOMASI	6
BAB 3 PERALATAN INPUT DAN OUTPUT PLC	20
BAB 4 PEMROGRAMAN PLC.....	26
BAB 5 PENGUNCI (<i>LATCHING</i>) DAN RELAI INTERNAL.....	37
BAB 6 FUNGSI TIMER DAN COUNTER	40
BAB 7 REGISTER GESER (<i>SHIFT REGISTER</i>).....	48
BAB 8 PENANGANAN DATA.....	50
BAB 9 DASAR-DASAR KARAKTERISTIK SENSOR	56
BAB 10 SENSOR TERMAL.....	61
BAB 11 SENSOR CAHAYA.....	72
BAB 12 SENSOR MEKANIK.....	82
BAB 13 EVALUASI	90
DAFTAR PUSTAKA	99
TENTANG PENULIS.....	100

BAB

1

PENDAHULUAN

Otomasi sistem di industri membutuhkan kontrol proses. Kontrol proses termasuk teknik rekayasa yang melibatkan mekanik dan algoritma untuk mengendalikan keluaran dari suatu proses dengan hasil yang diinginkan.

Contohnya, temperatur reaktor kimia harus dikontrol untuk menjaga keluaran produk sesuai dengan yang diinginkan.

Kontrol proses sering diaplikasikan pada industri, untuk menjaga konsistensi produk produksi massal seperti : proses pada pengilangan minyak, pembuatan kertas, bahan kimia, pembangkit listrik, dan lainnya. Kontrol proses menggunakan prinsip otomasi, sehingga hanya diperlukan sedikit personel untuk mengoperasikan proses yang kompleks.

Sebagai contoh adalah sistem kontrol suhu ruangan. Sistem kontrol ini digunakan untuk menjaga agar suhu ruangan konstan setiap saat sesuai *setpoint*, misalnya pada 20 °C. Pada kasus ini, suhu disebut sebagai variabel terkontrol. Selain itu, karena suhu diukur oleh suatu termometer, dan digunakan untuk menentukan kerja pengendali (apakah ruangan perlu didinginkan atau tidak), maka suhu juga merupakan variabel input. Suhu yang diinginkan (20 °C) adalah *setpoint*. Keadaan dari pendingin (misalnya laju keluaran udara pendingin) dinamakan *variabel termanipulasi*, karena merupakan variabel yang terkena aksi pengendalian.

Kontrol proses adalah suatu aksi untuk mempertahankan kondisi yang diinginkan dari suatu sistem fisik melalui pengaturan

BAB 2

PENGANTAR TEKNIK OTOMASI

Dalam proses industri sering dibutuhkan besaran-besaran yang memerlukan kondisi atau persyaratan yang khusus seperti ketelitian yang tinggi, harga yang konstan untuk selang waktu tertentu, harga yang bervariasi dalam suatu rangkaian tertentu, perbandingan yang tetap antara dua variabel /besaran, atau suatu besaran sebagai fungsi dari pada besaran lainnya.

Jelas semuanya ini tidak cukup dilakukan hanya dengan pengukuran saja, tetapi juga memerlukan suatu acara pengontrolan agar syarat-syarat tersebut dapat dipenuhi. Karena alasan inilah inilah diperkenalkan suatu konsep pengontrolan yang disebut *sistem pengontrolan, sistem kontrol, teknik pengaturan atau sistem kendali*. Istilah yang lebih populer adalah *pengontrolan secara otomatis (automatic control)*. Instrumentasi dan pengontrolan merupakan bidang ilmu yang saling menunjang, terutama dalam syarat-syarat khusus seperti disebutkan di atas.

NEMA (The National electrical Manufacturers Association) mendefinisikan **PLC** sebagai piranti elektronika digital yang menggunakan memori yang bisa diprogram sebagai penyimpanan internal dari sekumpulan instruksi dengan mengimplementasikan fungsi-fungsi tertentu, seperti logika, sekuensial, pewaktuan, perhitungan, dan aritmetika, untuk mengendalikan berbagai jenis mesin ataupun proses melalui modul I/O digital dan atau analog.

PLC adalah sebuah alat kontrol yang bekerja berdasarkan pada pemrograman dan eksekusi instruksi logika. **PLC mempunyai fungsi internal seperti timer, counter dan shift register dll.** PLC

BAB 3

PERALATAN INPUT DAN OUTPUT PLC

Dalam pengoperasian PLC dibutuhkan peralatan atau komponen input dan output sebagai input logic. Peralatan input atau output ini dapat berupa kontak NO (Normally open) ataupun kontak NC (Normally Close)

A. Peralatan I/O PLC

1. Peralatan Input

Peralatan input atau komponen input untuk mensupport system operasi PLC, menggunakan sumber listrik dc yang didapat dari PLC itu sendiri atau dari sumber lain sebesar 12 s.d 24 volt dc.

Peralatan input PLC dapat berupa tombol, saklar, push button ataupun sensor. Dari semua peralatan tersebut mempunyai system kerja NO ataupun NC.

Simbol dan bentuk peralatan berupa tombol / saklar atau push button. Simbol yang digunakan: Sakelar tekan manual secara umum untuk kontak



Gambar 3.1 Push button

BAB 4 | PEMROGRAMAN PLC

A. Umum

Setelah mempelajari bagian-bagian dan prinsip kerja PLC maka selanjutnya akan dibahas tentang pemrograman PLC. Karena PLC bersifat *software*, di mana fungsi kontrol dapat secara mudah diubah dengan mengganti programnya menggunakan suatu *software*, sehingga pemrograman merupakan hal yang sangat penting dalam pembahasan tentang PLC. Bahasa pemrograman PLC mudah dipahami sebab sebagian besar berkaitan dengan operasi-operasi logika dan penyambungan.

Pada bagian ini akan dibahas model pemrograman PLC (difokuskan pada *ladder diagram* dan kode mnemonik) dan contoh-contoh sederhana pada beberapa jenis PLC. Setelah mengikuti perkuliahan ini, mahasiswa diharapkan dapat membuat program-program sederhana dalam bentuk ladder diagram dan kode mnemonik dengan fungsi-fungsi dasar dan menengah pada beberapa jenis PLC.

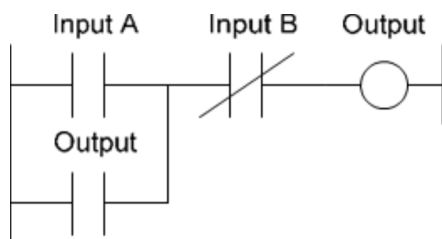
B. Model Pemrograman

Menurut Setiawan (2006:9), berkaitan dengan pemrograman PLC, ada lima model atau metode yang distandarnisasi penggunaannya oleh IEC (*International Electrical Commission*) 61131-3, yaitu:

BAB 5

PENGUNCI (*LATCHING*) DAN RELAJ INTERNAL

Seringkali terdapat situasi-situasi di mana output harus tetap berada dalam keadaan hidup meskipun input telah terputus. Istilah rangkaian *latching* (pengunci) dipergunakan untuk rangkaian-rangkaian yang mampu mempertahankan dirinya sendiri (*self-maintaining*), dalam artian bahwa setelah dihidupkan, rangkaian akan mempertahankan kondisi ini hingga input lainnya diterima. Contoh sebuah rangkaian *latching* diperlihatkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Rangkaian *latching*.

Ketika saklar input A menutup, dihasilkan sebuah output. Akan tetapi, ketika terdapat sebuah output, saklar lain yang diasosiasikan dengan output juga menutup. Saklar ini bersama dengan saklar input A membentuk suatu sistem gerbang logika OR. Sehingga, walaupun input A membuka, rangkaian akan tetap mempertahankan output dalam keadaan menyala. Satu-satunya cara untuk melepaskan kontak-kontak saklar output adalah dengan mengaktifkan kontak B yang normal-menutup.

BAB

6

FUNGSI TIMER DAN COUNTER

Di dalam banyak aplikasi kontrol, pengontrolan waktu adalah sesuatu yang sangat dibutuhkan. Sebagai contoh, sebuah motor atau pompa yang dikontrol untuk beroperasi selama interval waktu tertentu, atau diaktifkan setelah beroperasi selama periode waktu tertentu. Contoh lain, adalah pengaturan waktu nyala/padam dari suatu lampu lalu-lintas. Itulah sebabnya PLC dilengkapi dengan timer untuk mendukung kebutuhan tersebut. Timer mengukur (atau menghitung) waktu dengan menggunakan piranti clock internal CPU.

A. Timer

Pendekatan paling umum bagi sebuah timer, dipandang sebagai sebuah relai yang ketika kumparannya dialiri arus akan mengaktifkan kontak-kontaknya setelah jangka waktu yang telah ditetapkan. Dengan demikian, timer berperan sebagai sebuah output untuk sebuah anak tangga program, mengontrol kontak-kontaknya yang terletak pada anak tangga yang lain (seperti digambarkan pada Gambar 6.1a). Ada juga yang memperlakukan timer sebagai sebuah blok delay (fungsi tunda) yang ketika disisipkan ke sebuah anak tangga akan menunda sinyal-sinyal dari anak tangga tersebut untuk mencapai output (Gambar 6.1b).

BAB

7

REGISTER GESER (*SHIFT REGISTER*)

Register geser sering digunakan untuk piranti elektronik yang dapat memuat data. Register geser adalah sejumlah relai internal yang dikelompokkan bersama-sama, sehingga memungkinkan bit-bit yang tersimpan di dalamnya dapat dipindahkan atau digeser dari satu relai ke relai berikutnya. Sebuah register geser membutuhkan tiga input, satu untuk memuatkan data ke dalam lokasi pertama di dalam register, satu sebagai instruksi untuk menggeser data dari satu lokasi ke lokasi lainnya, dan satu untuk melakukan reset atau mengosongkan data yang berada di dalam register.

A. Register Geser

Sebagai ilustrasi, perhatikan Gambar 7.1. Input In 3 dipergunakan untuk melakukan reset terhadap register geser, yaitu menjadikan semua nilai relainya 0. Input In 1 digunakan sebagai input ke relai internal pertama di dalam register. Input In 2 digunakan untuk menggeser (*shift*) status relai-relai internal sejauh satu lokasi. Tiap-tiap relai internal di dalam register, yaitu IR 1, IR 2, IR 3, dan IR 4, disambungkan ke sebuah output, yaitu Out 1, Out 2, dan Out 4. Anggaplah bahwa kita mulai dengan memberikan input sesaat ke In 3, sehingga semua relai internal memiliki nilai awal 0, mengakibatkan status keempat relai internal IR 1, IR 2, IR 3, IR 4, adalah 0, 0, 0, 0. Ketika In 1 menutup sekejap, terdapat input 1 ke relai internal pertama, sehingga status relai-relai internal IR 1, IR 2, IR 3, IR 4,

BAB

8

PENANGANAN DATA

Timer, counter, dan relai internal adalah perangkat-perangkat yang menangani data dalam bentuk bit-bit tunggal, yaitu data yang berupa sebuah sinyal hidup/mati (ON/OFF). Register geser menangani sejumlah bit dengan menggunakan sekelompok relai internal yang disambungkan satu sama lain. Blok data yang ada dalam register dapat dimanipulasi. Operasi-operasi PLC yang melibatkan blok-blok data yang merepresentasikan berbagai nilai, di mana blok semacam ini disebut sebagai *word*. Penanganan data melibatkan aktivitas-aktivitas memindahkan informasi numerik yang tersimpan di dalam salah satu lokasi word memori ke lokasi word lainnya, membandingkan nilai-nilai data, dan melaksanakan operasi-operasi aritmetika sederhana.

Instruksi untuk menangani data, umumnya terdiri atas beberapa komponen, yaitu instruksi penanganan data, alamat sumber (S: *source*) dari mana data akan diambil, dan alamat tujuan (D: *destination*) ke mana data akan dipindahkan. Pada bagian ini, akan dibahas dua instruksi penanganan data yang sering digunakan dalam operasi PLC, yaitu *pemindahan data*, dan *pembandingan data*.

A. Pemindahan Data

Instruksi yang umum digunakan untuk memindahkan data adalah MOV. Instruksi ini menyalin sebuah nilai dari suatu alamat ke alamat lainnya. Gambar 8.1 mengilustrasikan praktek yang umum dilakukan, yaitu menggunakan satu anak tangga

BAB 9

DASAR-DASAR KARAKTERISTIK SENSOR

Dasar-dasar karakteristik sensor secara global meliputi :

1. Fungsi transduser adalah mengubah besaran fisik menjadi sinyal listrik.
2. Besaran yang seringkali diukur antara lain : posisi, gaya, kecepatan, percepatan, tekanan, level, aliran dan temperatur.
3. Keluaran transduser dapat berupa tegangan, arus, resistansi, kapasitansi, atau frekuensi.
4. Spesifikasi transduser dapat dikategorikan dalam spesifikasi statis dan spesifikasi dinamis.

A. Spesifikasi Statis.

Untuk menentukan spesifikasi statis, pabrik pembuatnya biasanya menentukan pengkalibrasi. Hasil kalibrasi dianalisa oleh produsen untuk diberikan kepada konsumen. Ada 2 hal penting untuk kalibrasi, pertama aplikasi masukan harus diketahui secara baik, kedua hasil kalibrasi harus tetap/statis. Spesifikasi statis antara lain :

1. Akurasi

- a. Akurasi dispesifikasikan sebagai persentase kesalahan. Kesalahan adalah perbedaan antara keluaran sensor yang sebenarnya dengan keluaran seharusnya.
- b. Akurasi dapat dinyatakan sebagai persentase keluaran skala penuh (*FSO, percent full scale output*), persentase pembacaan, batas absolut dari masukan.

BAB

10

SENSOR TERMAL

Pengaturan temperatur merupakan masalah yang penting dan menjadi lebih mantap dengan teknologi yang maju. Dalam bab ini akan dibahas tentang prinsip energi panas temperatur, serta prinsip kerja beberapa jenis sensor panas yang diterapkan untuk pengukuran temperatur.

A. Resistansi Logam Terhadap Temperatur.

Resistansi logam tertentu pada temperatur konstan (T) secara analitik dapat dicari dengan menggunakan persamaan.

$$R = \rho \times \frac{l}{A}$$

dimana :

R = resistansi (Ω)

l = panjang (m)

A = luas (m^2)

ρ = hambatan jenis (Ωm).

Gambar 10.1 memperlihatkan kurva sangat mendekati linear, dalam kenyataan, jika hanya jangka temperatur yang pendek diperlukan, linearitas menjadi lebih jelas.

BAB

11

SENSOR CAHAYA

Pengaturan cahaya merupakan masalah yang penting dan menjadi lebih mantap dengan teknologi yang maju. Dalam bab ini akan dibahas tentang prinsip cahaya, serta prinsip kerja beberapa jenis sensor cahaya yang diterapkan untuk pengukuran intensitas cahaya.

A. Fotokonduktif

Fotokonduktif bekerja berdasarkan daya hantar semi konduktor terhadap intensitas radiasi cahaya. Perubahan daya hantar ini diubah menjadi resistansi, sehingga dteкто fotokonduktif seringkali disebut sebagai sel foto rasi.tif.

Prinsip kerja :

1. Sebagaimana prinsip bahan semikonduktor, dalam fotodetektor, foton diserap sehingga elektron dalam fotodetektor melompat dari pita valensi ke pita konduksi, semakin banyak elektron yang melompat ke pita konduksi resistansi menjadi menurun, sehingga resistansi berkebalikan dengan intensitas radiasi.
2. Agar foton dapat menyebabkan elektron melompat, maka arus memiliki energi minimal sebesar energi celah. Energi foton ditunjukkan dalam persamaan :

$$EP = \frac{hc}{\lambda_{maks}} = \Delta W_g$$
$$\lambda_{maks} = \frac{hc}{\Delta W_g}$$

BAB 12 | SENSOR MEKANIK

Pengukuran dan pengaturan posisi merupakan topik yang penting sistem kontrol servo yang diterapkan pada sistem kendali senjata.

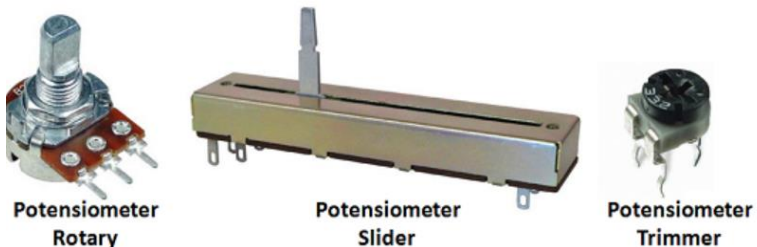
A. Sensor Posisi.

Jenis sensor posisi/pergeseran yang lain meliputi sensor pergeseran dengan perubahan :

1. Resistansi.

Potensiometrik merupakan tipe sensor pergeseran paling sederhana yang beraksi dengan menggerakkan tuas potensiometer.

Piranti ini mengubah gerakan linier atau angular menjadi perubahan resistansi yang dapat diubah secara langsung menjadi sinyal tegangan atau arus. Sensor posisi potensiometer dasar diperlihatkan dalam gambar 12.1



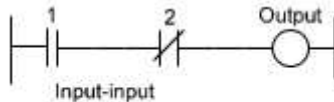
Gambar 12.1 tipe-tipe potensiometer dasar sebagai sensor posisi

BAB

13

EVALUASI

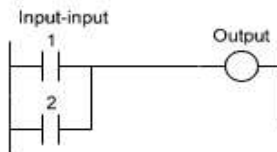
1. Tentukan apakah masing-masing pernyataan di bawah ini benar (B) atau salah (S).



Gambar L5-1

Gambar L5-1 memperlihatkan sebuah anak tangga, yang:

- (i) Ketika hanya kontak input 1 diaktifkan, terdapat sebuah output.
 - (ii) Ketika hanya kontak input 2 diaktifkan, terdapat sebuah output.
- A. (i) B, (ii) B
 - B. (i) B, (ii) S
 - C. (i) S, (ii) B
 - D. (i) S, (ii) S
2. Tentukan apakah masing-masing pernyataan di bawah ini benar (B) atau salah (S).



Gambar L5-2

Gambar L5-2 memperlihatkan sebuah anak tangga, yang menghasilkan sebuah output ketika:

DAFTAR PUSTAKA

- Kuo, B.C. 2002. *Automatic Control Systems* (8th ed.). New York. John Wiley & Sons.
- Ogata, K. 1996. *Teknik Kontrol Automatik* (edisi kedua). Terjemahan oleh Edi Laksono. Jakarta. Erlangga.
- Rahmawati, Diana, 2015. *Otomasi industri ; sensor, transduser, dan aktuator*. Malang. Media Nusa Creative
- Rahmawati, Diana, 2019, *Sistem pengaturan otomatis : aplikasi di bidang pertanian 4.0*, Malang, Media Nusa Creative
- Setiawan, Iwan, 2006. *Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*. Yogyakarta. Penerbit Andi
- Wibisono, Kunto Aji, Rahmawati, Diana, 2017, *Sistem pengaturan otomatis dan aplikasinya*, Malang, Media Nusa Creative

TENTANG PENULIS



Diana Rahmawati, S.T., M.T. Penulis mengabdikan di program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura (UTM) sejak tahun 2008. Penulis menamatkan S1 di Teknik Elektro konsentrasi Sistem Kontrol Universitas Brawijaya tahun 2003 dan S2 Teknik Elektro konsentrasi Sistem Pengaturan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya tahun 2007. Bidang yang penulis geluti adalah Sistem Kontrol dan Kecerdasan Buatan. Sampai awal 2023, penulis telah menerbitkan 13 buku.



Riza Alfita, S.T., M.T. adalah pria kelahiran Blora Jawa Tengah yang saat ini menjadi Staff Pengajar di Universitas Trunojoyo Madura, latar belakang pendidikan S1 Teknik Elektro Universitas Brawijaya, S2 Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Adapun matakuliah yang sering diampu yaitu sistem digital, menggambar Teknik, Teknik tenaga listrik, karya buku yang dihasilkan lebih dari 20 buku ajar.



Heri Setiawan, S.T., M.Tr.T. Penulis mengabdikan di POLITEKNIK ANGKATAN DARAT (POLTEKAD) sejak 2014. Penulis menamatkan S1 di Pendidikan Teknik Elektronika FT Universitas Islam Malang (UNISMA) tahun 2010, S2 di Politeknik Negeri Malang (POLINEMA) tahun 2019. Saat ini sebagai staf pengajar/Dosen tetap Politeknik Angkatan Darat Program studi Teknik Komunikasi Militer, Mentor & Trainer Bintara Mahasiswa Politeknik Angkatan Darat Jurusan Rekayasa Keamanan Siber.



Rosida Vivin Nahari, S.Kom., M.Kom.

Penulis lahir di Desa Mranggen Kediri pada tanggal 8 Juni 1983, penulis menempuh Pendidikan S1 di Prodi Teknik Informatika Universitas Trunojoyo Madura, S2 di Jurusan Teknik Elektro ITS, selain sebagai Staff pengajar di Universitas Trunojoyo juga sebagai penulis buku ajar di bidang *Computing Science*