

BIODATA PENULIS



Muchdar Dg. Patabo lahir di Motoboi Besar, Kabupaten Bolaang Mongondow Sulawesi Utara. Alumni S1 dan S2 Teknik Elektro UNHAS Makassar, pernah belajar di SD Negeri Motoboi Besar Kotamobagu, SMP Negeri I Kotamobagu, STM Malesung Manado, D-III Politeknik ITB Bandung. Sejak awal Tahun 1990 hingga saat ini, penulis berprofesi sebagai staf pengajar di Politeknik Negeri Manado Jurusan Teknik Elektro. Penulis memiliki ketertarikan di bidang Perancangan Listrik, Instalasi Listrik dan Kontrol Industri.

Membimbing mahasiswa dalam penyelesaian Tugas Akhir / Skripsi dan sebagai Asesor Kompetensi BNSP dan IATKI.

Email : patabomuchdar@gmail.com



Fanny Jouke Doringin, Lahir di Kota Manado, Sulawesi Utara pada tanggal 30 April 1967. Lulusan S1 Universitas Diponegoro Semarang Jurusan Teknik elektro pada bidang Teknik Listrik. Lulusan S2 Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Universitas Hasanudin Makassar. Sejak awal Tahun 1992 hingga saat ini, penulis berprofesi sebagai staf pengajar di Politeknik Negeri Manado Jurusan Teknik Elektro dan mengajar beberapa mata kuliah pada program studi D3 dan D4 Teknik Listrik. Penulis adalah Asesor

BNSP dan juga asesor LPJK Kementerian Pekerjaan Umum. Saat ini penulis menjabat sebagai Ketua Jurusan Teknik elektro Politeknik Negeri Manado

Email : fannydoringin67@gmail.com



Sukandar Sawidin lahir di Tomohon, Kota Tomohon Sulawesi Utara. Alumni Teknik Elektro S1 dan S2 UNHAS Makassar, pernah belajar di SD Negeri II Tomohon, SMP Negeri I Tomohon, SMA Negeri Tomohon, D-III UNSRAT Fakultas Teknik Elektro. Sejak awal Tahun 1992 hingga saat ini, penulis berprofesi sebagai staf pengajar di Politeknik Negeri Manado Jurusan Teknik Elektro. Penulis memiliki ketertarikan di bidang Programmable Logic Controller (PLC), Mikrokontroler dan Kontrol Industri.

Membimbing mahasiswa dalam Lomba PLC Tingkat Nasional, Membimbing Siswa dalam Lomba Kompetensi Siswa SMK bidang Control Industrial.

Email : sukandarsawidin@gmail.com

Muchdar Dg. Patabo
Fanny Jouke Doringin
Sukandar Sawidin

PERANCANGAN LISTRIK LANJUTAN

Muchdar Dg. Patabo, ST.,MT
Fanny J. Doringin, ST.,MT
Sukandar Sawidin, ST.,MT

PERANCANGAN LISTRIK LANJUTAN



PENERBIT : POLIMDO PRESS
JALAN RAYA POLITEKNIK, KELURAHAN BUHA,
KECAMATAN MAPANGET MANADO - SULUT.

ISBN 978-623-7580-24-9



9 786237 580249

2020



PERANCANGAN LISTRIK LANJUTAN

Muchdar Dg. Patabo, ST.,MT
Fanny J. Doringin, ST.,MT
Sukandar Sawidin, ST.,MT

Penerbit POLIMDO PRESS



PERANCANGAN LISTRIK LANJUTAN

Hak Cipta © Muchdar Dg. Patabo, ST.,MT

© Fanny J. Doringin, ST.,MT

© Sukandar Sawidin, ST.,MT

Hak Penerbit Pada POLIMDO PRESS

Penerbit POLIMDO PRESS, Politeknik Negeri Manado
Jl. Raya Politeknik, Kelurahan Buha, Kecamatan Mapanget
Manado - Sulawesi Utara, PO BOX 1256
Pusat Pengembangan Pembelajaran dan Penjaminan Mutu
Basement Kantor Pusat Kampus Politeknik Negeri Manado
pusatpenjaminanmutu.polimdo@gmail.com
www.polimdo.ac.id

Cetakan Buku Pertama, September 2020

ISBN : 978-623-7580-24-9

xiv ; 210 hal ; 15,5 x 23 cm

Setting & Layout : Joseph N. Tangon
Cover Design : Joseph N. Tangon

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan cara apapun, termasuk fotokopi, tanpa izin tertulis dari penerbit. Pengutipan harap menyebutkan sumber.

Dicetak Oleh POLIMDO PRESS

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Penyusunan Buku Ajar	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Petunjuk Penggunaan Buku	4
BAB 2 SISTEM KONTROL ELEKTROMAGNETIS	
Tujuan Pembelajaran	5
Pengantar	5
2.1 Pengertian Kontaktor magnetik	6
2.2 Fungsi Kontaktor Magnetik	8
2.3 Prinsip kerja Kontaktor magnetik	9
2.4 Perbedaan Antara Kontaktor dan Relay	15
2.5 MCB (Mini Circuit Breaker) dan TOR (Thermal Overload Relay)	19
2.5.1 MCB (Mini Circuit Breaker)	19
2.5.2 TOR (Thermal Overload Relay)	23
2.6 Komponen – Komponen Pengontrolan Motor Listrik	25
2.6.1 Push Button	26
2.6.2 Sensor	28
2.6.3 Limit Switch (Saklar Pembatas)	30
RINGKASAN	32
LATIHAN SOAL	34
TES FORMATIF	35
REFERENSI	36
BAB 3 PENGATURAN KONTROL SEKUENSIAL	
Tujuan Pembelajaran	37
Pengantar	37
3.1 Komponen Kontrol Sekuensial Start dan Stop	39

3.2	Kontrol OR-ON & OR-OFF	42
3.2.1	Kontrol OR-ON	42
3.2.2	Kontrol OR-OFF	43
3.3	Kontrol AND-ON & AND-OFF	43
3.3.1	Kontrol AND-ON	43
3.3.2	Kontrol AND-OFF	44
3.4	Kontrol Self Maintenance Kontaktor	45
3.4.1	Pengertian dan Istilah Kontaktor	45
3.4.2	Self Maintenance Kontaktor	47
3.4.3	Kontaktor Operasi Terbuka	48
3.4.4	Kontaktor Operasi Tertutup	49
3.4.5	Time Chart	51
3.5	Kontrol Operasi Berurutan	54
3.5.1	Time Delay Relay (Timer)	54
3.5.2	ON Delay Timer	56
3.5.3	OFF Delay Timer	57
3.5.4	Kontrol Operasi Berurutan Manual	59
3.5.5	Kontrol Operasi Berurutan Continues	60
3.5.6	Kontrol kontaktor Saling Mengunci	61
3.6	Pengasutan Motor Listrik	62
3.6.1	Definisi dan istilah Pengasutan Motor Listrik	62
3.6.2	Kontrol Direct On Line (DOL)	63
3.6.3	Kontrol Star - Delta	64
3.6.3.1	Kontrol Star – Delta Manual	66
3.6.3.2	Kontrol Star – Delta Automatic	69
3.6.4	Kontrol Star – Delta Reversing	71
3.7	Pengasutan Motor Dahlander	73
3.7.1	Pengasutan Motor Dahlander Dua Kecepatan	76
3.7.2	Pengasutan Motor Dahlander Dua Arah Dua Kecepatan	78
3.8	Pengasutan Motor Dengan Metode Tahanan dan Auto Trafo	80
3.8.1	Pengasutan Dengan Pengaturan Tahanan Rotor	80
3.8.2	Pengasutan Dengan Auto Transformer	84
	RINGKASAN	89
	LATIHAN SOAL	92

TES FORMATIF	93
REFERENSI	94
BAB 4 APLIKASI PERANCANGAN LISTRIK	
Tujuan Pembelajaran	95
Pengantar	96
4.1 Rangkaian Kontaktor Dengan Self - Holding Relay	101
4.1.1 Tujuan Rangkaian Kontaktor Dengan Self Holding Relay	101
4.1.2 Rangkaian Daya Motor Untuk Kontaktor Dengan Self Holding Relay	101
4.1.3 Instrumen/Komponen Untuk Kontaktor Dengan Self Holding Relay	102
4.1.4 Pengenalan Kontaktor Dengan Self Holding Relay	102
4.1.5 Latihan Untuk Kontaktor Dengan Self Holding Relay	103
4.2 Rangkaian Kontaktor Dengan Self-Holding Relay Dan Penunjuk Kesalahan	107
4.2.1 Tujuan Rangkaian Kontaktor Dengan Self - Holding Relay Dan Penunjuk Kesalahan	107
4.2.2 Rangkaian Daya Motor Untuk Kontaktor Dengan Self - Holding Relay Dan Penunjuk Kesalahan	107
4.2.3 Instrumen/Komponen Untuk Kontaktor Dengan Self - Holding Relay Dan Penunjuk Kesalahan	108
4.2.4 Pengenalan Kontaktor Dengan Self - Holding Relay Dan Penunjuk Kesalahan	108
4.2.5 Latihan Untuk Kontaktor Dengan Self - Holding Relay Dan Penunjuk Kesalahan	109
4.3 Rangkaian Kontaktor Dengan Indikator Peningat Kesalahan	114
4.3.1 Tujuan Rangkaian Kontaktor Dengan Indikator Peningat Kesalahan	114
4.3.2 Rangkaian Daya Motor Untuk Kontaktor Dengan Indikator Peningat Kesalahan	114
4.3.3 Instrumen/Komponen Kontaktor Dengan Indikator Peningat Kesalahan	115
4.3.4 Pengenalan Kontaktor Dengan Indikator Peningat Kesalahan	115
4.3.5 Latihan Kontaktor Dengan ndikator Peningat Kesalahan	117

4.4 Rangkaian Kontaktor Dengan Relay Penunda Waktu Off	121
4.4.1 Tujuan Rangkaian Kontaktor Dengan Relay Penunda Waktu Off	121
4.4.2 Rangkaian Daya Motor Untuk Kontaktor Dengan Relay Penunda Waktu Off	121
4.4.3 Instrumen/Komponen Kontaktor Dengan Relay Penunda Waktu Off	122
4.4.4 Pengenalan Kontaktor Dengan Relay Penunda Waktu Off	122
4.4.5 Latihan Kontaktor Dengan Relay Penunda Waktu Off	123
4.5 Rangkaian Kontaktor Dengan Relay Penunda Waktu On	128
4.5.1 Tujuan Rangkaian Kontaktor Dengan Relay Penunda Waktu On	128
4.5.2 Rangkaian Daya Motor Untuk Kontaktor Dengan Relay Penunda Waktu On	128
4.5.3 Instrumen/Komponen Kontaktor Dengan Relay Penunda Waktu On	129
4.5.4 Pengenalan Kontaktor Dengan Relay Penunda Waktu On	129
4.5.5 Latihan Rangkaian Kontaktor Dengan Relay Penunda Waktu On	130
4.6 Rangkaian Kontaktor Bekerja Secara Diskrit (Terputus-putus)	134
4.6.1 Tujuan Rangkaian Kontaktor Dengan Pulsa	134
4.6.2 Rangkaian Daya Motor Untuk Kontaktor Bekerja Secara Diskrit	134
4.6.3 Instrumen/Komponen Rangkaian Kontaktor Bekerja Secara Diskrit	135
4.6.4 Pengenalan Rangkaian Kontaktor Bekerja Secara Diskrit	135
4.6.5 Latihan Rangkaian Kontaktor Bekerja Secara Diskrit	136
4.7 Kontrol Kontaktor Pembalik Dengan Kontaktor Pengunci (Riversing)	140
4.7.1 Tujuan Kontrol Kontaktor Pembalik Dengan Kontaktor Pengunci (Riversing)	140

4.7.2 Rangkaian Daya Kontaktor Pembalik Dengan Kontaktor Pengunci (Riversing)	140
4.7.3 Instrumen/Komponen Kontaktor Pembalik Dengan Kontaktor Pengunci (Riversing)	141
4.7.4 Pengenalan Kontaktor Pembalik Dengan Kontaktor Pengunci (Riversing)	141
4.7.5 Latihan Rangkaian Kontaktor Pembalik Dengan Kontaktor Pengunci (Riversing)	142
4.8 Kontrol Kontaktor Pembalik Dengan Kontaktor Pengunci Dan Tombol Kunci	147
4.8.1 Tujuan Kontrol Kontaktor Pembalik Dengan Pengunci & Tombol Kunci	147
4.8.2 Rangkaian Daya Kontaktor Pembalik Dengan Pengunci & Tombol Kunci	147
4.8.3 Instrumen/Komponen Kontrol Kontaktor Pembalik Dengan Pengunci & Tombol Kunci	148
4.8.4 Pengenalan Rangkaian Kontrol Kontaktor Pembalik Dengan Pengunci & Tombol Kunci	148
4.8.5 Latihan Rangkaian Kontrol Kontaktor Pembalik Dengan Pengunci & Tombol Kunci	149
4.9 Kontrol Batas Dengan Penghalang Mekanik Dan Saklar Pembalik	154
4.9.1 Tujuan Kontrol Batas Dengan Penghalang Mekanik Dan Saklar Pembalik	154
4.9.2 Rangkaian Daya Kontrol Batas Dengan Penghalang Mekanik Dan Saklar Pembalik	154
4.9.3 Instrumen/Komponen Kontrol Batas Dengan Penghalang Mekanik Dan Saklar Pembalik	155
4.9.4 Pengenalan Kontrol Batas Dengan Penghalang Mekanik Dan Saklar Pembalik	155
4.9.5 Latihan Kontrol Batas Dengan Penghalang Mekanik Dan Saklar Pembalik	157
4.10 Rangkaian Bintang - Segitiga (Star-Delta)	162
4.10.1 Tujuan Rangkaian Bintang – Segitiga	162
4.10.2 Rangkaian Daya Motor Bintang - Sigitiga	162
4.10.3 Instrumen/Komponen Rangkaian Bintang - Segitiga	163
4.10.4 Pengenalan Rangkaian Bintang – Segitiga	163
4.10.5 Latihan Rangkaian Kontrol Bintang – Segitiga	164
4.11 Rangkaian Otomatis Bintang - Segitiga (Star-Delta Automatic)	169

4.11.1 Tujuan Rangkaian Otomatis Bintang–Segitiga	169
4.11.2 Rangkaian Daya Otomatis Bintang - Sigitiga	169
4.11.3 Instrumen/Komponen Rangkaian Otomatis Bintang - Segitiga	170
4.11.4 Pengenalan Rangkaian Otomatis Bintang – Segitiga	170
4.11.5 Latihan Rangkaian Kontrol Otomatis Bintang – Segitiga	171
4.12 Rangkaian Pembalik Otomatis Bintang – Segitiga	176
4.12.1 Tujuan Rangkaian Pembalik otomatis Bintang–Segitiga	176
4.12.2 Rangkaian Daya Pembalik Otomatis Bintang - Sigitiga	176
4.12.3 Instrumen/Komponen Rangkaian Pembalik Otomatis Bintang - Segitiga	177
4.12.4 Pengenalan Rangkaian Pembalik Otomatis Bintang – Segitiga	177
4.12.5 Latihan Rangkaian Pembalik Otomatis Bintang – Segitiga	179
4.13 Rangkaian Pengubah Kutub Untuk 2 Kecepatan (Dahlander)	184
4.13.1 Tujuan Rangkaian Pengubah Kutub Untuk 2 Kecepatan	184
4.13.2 Rangkaian Daya Pengubah Kutub Untuk 2 Kecepatan	184
4.13.3 Instrumen/Komponen Rangkaian Pengubah Kutub Untuk 2 Kecepatan	185
4.13.4 Pengenalan Rangkaian Pengubah Kutub Untuk 2 Kecepatan	185
4.13.5 Latihan Rangkaian Pengubah Kutub 2 Kecepatan	186
4.14 Rangkaian Pengubah Kutub Untuk Dua Kecepatan (Motor Dengan 2 Gulungan)	191
4.14.1 Tujuan Rangkaian Pengubah Kutub Untuk Dua Kecepatan	191
4.14.2 Rangkaian Daya Pengubah Kutub Untuk Dua Kecepatan	191
4.14.3 Instrumen/Komponen Rangkaian Pengubah Kutub Untuk Dua Kecepatan	192
4.14.4 Pengenalan Rangkaian Pengubah Kutub	

Untuk Dua Kecepatan	192
4.14.5 Latihan Rangkaian Pengubah Kutub Dua Kecepatan (Motor Dengan 2 Gulungan)	194
RINGKASAN	199
LATIHAN SOAL	200
TES FORMATIF	201
REFERENSI	202
DAFTAR PUSTAKA	203
GLOSARIUM	205
INDEX	208

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penyusunan Buku Ajar

Undang – Undang Nomor 49 Tahun 2014 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi, Bab II menyebutkan bahwa Standar Nasional Pendidikan terdiri atas standar kompetensi lulusan, standar isi pembelajaran, standar proses pembelajaran, standar penilaian pembelajaran, standar dosen dan tenaga kependidikan, standar sarana dan prasarana pembelajaran, dan standar pembiayaan pembelajaran. Pasal 35 menuliskan bahwa standar sarana pembelajaran sebagaimana yang dimaksud pada BAB II diatas meliputi perabot, peralatan pendidikan, media pendidikan, buku dan repository, sarana teknologi informasi, instrumentasi eksperimen, sarana olahraga, sarana kesenian, sarana fasilitas umum, bahan habis pakai dan sarana pemeliharaan keselamatan dan keamanan.

Dari apa yang tertera diatas jelas bahwa keberadaan buku ajar erat kaitannya dengan pemenuhan standar Nasional pendidikan tinggi. Buku ajar menjadi salah satu elemen penting agar tujuan pendidikan tinggi sebagaimana yang diamanatkan oleh Undang – Undang dapat terpenuhi. *Pak Dosen 2009* menuliskan bahwa buku ajar adalah buku pegangan untuk suatu mata kuliah yang ditulis dan disusun oleh pakar bidang terkait dan memenuhi kaidah buku teks serta diterbitkan secara resmi dan disebarluaskan.

Pengembangan buku ajar ditujukan untuk mencapai tujuan pembelajaran dan pula untuk mengakomodir kebutuhan belajar

mandiri. Tujuan pembelajaran sebagaimana yang tertuang dalam Rencana Pembelajaran Semester (RPS) ditindaklanjuti dengan menyediakan media buku ajar untuk mempermudah mahasiswa mencapai kompetensi yang diharapkan. Kehadiran buku ajar diharapkan menjadi referensi utama mahasiswa dalam mengikuti kegiatan perkuliahan untuk mata kuliah tertentu. Buku ajar diharapkan mampu mengakomodir kebutuhan belajar mandiri bagi peserta didik.

Pengembangan buku ajar pula ditujukan untuk menjamin keberlangsungan pengetahuan. Buku ajar menjadi sarana bagi dosen dengan kepakaran tertentu untuk menyebarluaskan pengetahuannya sehingga diharapkan nantinya pengetahuan yang tersaji dalam isi buku ajar dapat dikembangkan oleh para pembaca istimewa mahasiswa peserta didik. Untuk kemutahiran isi buku ajar maka peran sesama pengajar dengan kompetensi yang sama menjadi kebutuhan dalam memberi masukan untuk penyempurnaan isi buku ajar.

1.2 Tujuan

Buku ajar ini disusun sebagai sumber belajar yang memberikan tambahan pengetahuan dan ketrampilan bagi mahasiswa dalam perancangan listrik lanjutan dan menerapkan aplikasi untuk bidang kontrol industri, agar mahasiswa dapat memiliki bekal ilmu dan pengetahuan yang mampu bersaing di era globalisasi. Hasil pengalaman belajar yang diharapkan setelah mempelajari buku ajar ini adalah membantu mahasiswa dan pengajar Perancangan Listrik Lanjutan dalam menelaah isi dari mata kuliah Perancangan Listrik Lanjutan. Buku ajar ini digunakan sebagai pegangan bagi mahasiswa dalam memahami Perancangan Listrik Lanjutan untuk menopang

kompetensi dibidang Otomasi Industri. Pembahasan pada buku ajar ini dibuat secara interaktif untuk merangsang mahasiswa lebih berkreasi dalam mempelajari Perancangan Listrik Lanjutan.

1.3 Manfaat

Dengan mempelajari buku ajar ini diharapkan mahasiswa akan memiliki pengetahuan tentang sistem kontrol otomasi industri baik software maupun hardware, melatih dalam merancang, membuat dan mengaplikasikan perancangan listrik lanjutan pada kontrol otomasi industri.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penggunaan buku ajar ini meliputi kegiatan perkuliahan mata kuliah Teori dan Praktek Perancangan Listrik Lanjutan, untuk mahasiswa semester 3 program studi D3 dan D4 Teknik Listrik. Isi buku ajar mengacu pada Rencana Pembelajaran Semester Perancangan Listrik Lanjutan yang telah disahkan oleh Pimpinan Jurusan dan Program Studi Teknik Listrik.

Untuk kemutahiran isi buku ajar ini, maka maksimum tiga tahun buku ajar ini harus direvisi kembali. Buku Ajar ini digunakan mahasiswa Program Studi D3 Teknik Listrik dan mahasiswa Program Studi D4 Teknik Listrik.

1.5 Petunjuk Penggunaan Buku

Baca dahulu pendahuluan, latar belakang, tujuan, ruang lingkup manfaat dan petunjuk penggunaan buku setelah itu baca dan pahami pembahasannya, kemudian kerjakan soal latihan yang ada pada buku ajar, dimana soal latihan tersebut bersifat praktik dan analitik. Jika masih memerlukan tambahan sumber belajar cari di sumber bacaan yang disediakan di buku ajar, tahap terakhir dalam menggunakan buku ajar ini adalah mengerjakan soal tes formatif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdian Putra Primana, Instalasi Motor Listrik, PT. Kuantum Buku Sejahtera, 2019.
2. Bartien Sayogo, dkk. PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2011, Jakarta, Agustus 2014, Edisi 2014.
3. Ismail, Fauzi Nur, 2011. Perencanaan instalasi sistem pengasutan langsung motor dahlander dengan dua arah putar pada motor control center, Bandung Polban.
4. Masdea Rahmat Ainun Huda, Hari Putranto, Suwasono, Workshop Instalasi Tenaga Listrik, Universitas Negeri Malang. 2017.
5. M. L. Gupta, Workshop Practice in Electrical Engineering, 10th Edition, Metropolitan Book, New Delhi, 2010.
6. Michael Neidle, Electrical Installation Technology, 3rd edition, dalam bahasa Indonesia penerbit Erlangga, 2011.
7. Nasar,S.A, Electromechanics and Electric Machines, John Wiley and Sons, Canada, 1983.
8. Petruzella, Frank D, Industrial Electronics, Glencoe/McGraw-Hill,1996.
9. P. Van Harten, Ir. E. Setiawan, Instalasi Listrik Arus Kuat 2 dan 3, Trimitra Mandiri, Februari 2002.
10. Siswoyo, Teknik Listrik Industri, Jilid 2, Departemen pendidikan Nasional, 2008.
11. Totok Nur alif,S. , Sugeng Budi H, Buku Pegangan Siswa (BPS) SMK Negeri 2 Kota Probolinggo Teknik Ketenagalistrikan. Kelas XI, Revisi 3. 2014.

12. Theraja, B.L, A Text Book of Electrical Tecnology, Nirja, New Delhi, 1988.
13. Zuhail, Dasar Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, Gramedia, Jakarta, 1988.