



Samsu Tuwongkesong lahir di Modayag, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur Sulawesi Utara. Alumni S1 dan S2 Teknik Elektro UNHAS Makassar, pernah belajar di SD RK Modayag di Modayag, SMP Negeri III Kotamobagu dan SMA Negeri I Kotamobagu. Sejak akhir Tahun 1989 hingga saat ini, penulis berprofesi sebagai staf pengajar di Politeknik Negeri Manado Jurusan Teknik Elektro. Penulis memiliki ketertarikan di bidang Instalasi Listrik, Sistem Tenaga Listrik dan Proteksi Sistem Tenaga Listrik. Membimbing mahasiswa dalam penyelesaian Tugas Akhir /

Skripsi dan sebagai Asessor Kompetensi BNSP dan IATKI. Email : samsu@elektro.polimdo.ac.id



Muchdar D. 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 Asessor Kompetensi BNSP dan IATKI. Email : patabomuchdar@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 Tingkat Nasional. Email : sukandarsawidin@gmail.com



Olga Engelen Melo, SST.,MT lahir di Kota Tomohon, Sulawesi Utara pada tanggal 14 Oktober 1964. Lulusan D3 Politeknik Institut Teknologi Bandung Jurusan Teknik Elektro pada bidang Teknik Listrik. Melanjutkan studi D4 di Institut Teknologi Bandung Jurusan Teknik Elektro pada bidang Teknik Kendali. Lulusan S2 Teknik Elektro pada bidang Teknik Informatika di Universitas Hasanudin Makasar. Sejak awal tahun 1989 hingga saat ini, penulis berprofesi sebagai dosen pengajar di Politeknik Negeri Manado Jurusan Teknik Elektro. Penulis merupakan Asesor BNSP

(Badan Nasional Sertifikasi Profesi) dan juga Asesor LPJK Kementerian Pekerjaan Umum. Selain itu penulis merupakan instruktur program DTS Kementerian Komunikasi dan Informatika. Email : olgameloak@gmail.com



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

ISBN 978-623-7580-37-9

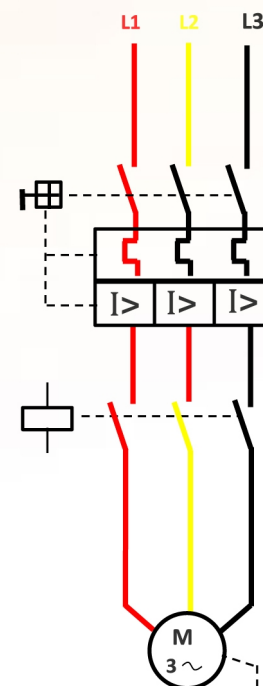


Samsu Tuwongkesong
Muchdar D. Patabo

Sukandar Sawidin
Olga Engelen Melo

INSTALASI TENAGA LISTRIK

2020



Ir. Samsu Tuwongkesong, MT
Muchdar D. Patabo, ST.,MT
Sukandar Sawidin, ST.,MT
Olga Engelen Melo, SST.,MT

INSTALASI TENAGA LISTRIK

Ir. Samsu Tuwongkesong, MT
Muchdar D. Patabo, ST.,MT
Sukandar Sawidin, ST.,MT
Olga Engelin Melo, SST.,MT

Penerbit POLIMDO PRESS



INSTALASI TENAGA LISTRIK

Hak Cipta © Ir. Samsu Tuwongkesong, MT

© Muchdar D. Patabo, ST.,MT

© Sukandar Sawidin, ST.,MT

© Olga Engelen Melo, SST.,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, November 2020

ISBN : 978-623-7580-37-9

vii ; 162 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

	Halaman
Daftar Isi	i
Daftar Gambar	iv
Daftar Tabel	vii

BAB

1.	Pendahuluan	1
2.	Perhitungan Arus Hubung Singkat	4
2.1	Jenis gangguan dan Bentuk AHS	4
2.2	Perhitungan AHS pada system tegangan tinggi	7
2.2.1	Hubung Singkat 3-fasa	7
2.2.2	Hubung Singkat 2-fasa	8
2.2.3	Hubung Singkat 2-fasa ke bumi	8
2.2.4	Hubung Singkat 1-fasa ke bumi	9
2.2.5	Perhitungan AHS Puncak	9
2.2.6	Perhitungan AHS Bertahan	11
2.2.7	Perhitungan AHS Pemutusan	11
2.2.8	Tegangan Mesin Sinkron	13
2.2.9	Perhitungan pada trafo	15
2.2.10	Pengaruh Motor	15
2.2.11	Perhitungan AHS Asimetri	16
2.3	Perhitungan AHS Pada Sistem Tegangan Rendah	32
2.4	Ringkasan	43
2.5	Latihan Soal	44
2.6	Tes Formatif	45
	Referensi	46
3.	Komponen-komponen Instalasi dan Sistem	
	Distribusi Tenaga Listrik Industri	47
3.1	Komponen-komponen Instalasi Motor Listrik	48
3.2	Sistem Kelistrikan Industri	53
3.3	Ringkasan	58
3.4	Latihan Soal	59
3.5	Tes formatif	59
	Referensi	60

BAB	Halaman
4. Gawai Proteksi Instalasi Motor Listrik	61
4.1 Fuse	61
4.1.1 Tinjauan Umum	61
4.1.2 Karakteristik Fuse	63
4.2 Miniature Circuit Breaker (MCB)	66
4.2.1 Tinjauan Umum	66
4.2.2 Karakteristik MCB	67
4.3. Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)	68
4.4 No-Fuse Breaker.....	69
4.5 Air Circuit Breaker (ACB).....	70
4.6 Ringkasan	71
4.7 Latihan Soal	73
4.8 Tes Formatif	74
Referensi	74
5. Penghantar (Kabel)	75
5.1 Kuat Hantar Arus	75
5.2 Kondisi Temperatur	78
5.3 Susut Tegangan	84
5.4 Kemungkinan Perluasan	87
5.5 Busbar	88
5.6 Pemilihan Jenis dan Ukuran Pengaman Kabel	92
5.6.1 Pengaman Beban Lebih	93
5.6.2 Pengaman HS Sirkit motor	96
5.6.3 Pengaman HS Sirkit Cabang	99
5.7 Instalasi Kapasitor	104
5.8 Ringkasan	106
5.9 Latihan Soal	108
5.10 Tes Formatif	109
Referensi	109
6. Motor Starter	110
6.1 Metode Starting	111
6.1.1 Starter DOL	111
6.1.2 Starter Y-D	112
6.1.3 Starter Auto-trafo	113
6.1.4 Starter Resistor atau Reaktor.....	115
6.2 Kontaktor Magnet.....	117

BAB	Halaman
6.3 Saklar Pemisah	128
6.4 Soft Starter	128
6.5 Ringkasan	130
6.6 Latihan Soal	131
6.7 Tes Formatif	132
Referensi	132
7. Perlindungan Terhadap Bahaya Listrik	133
7.1 Perlindungan Terhadap Tegangan sentuh	134
7.2 Perlindungan dengan Isolasi Pengaman	135
7.3 Perlindungan Terhadap Tegangan Sentuh tak Langsung	136
7.4 Perlindungan dengan Metode PP (TT system)	137
7.5 Perlindungan dengan Metode PNP (TN Siatem)	140
7.6 Perlindungan dengan Metode HP (IT system)	142
7.7 Perlindungan dengan SPAS (ELCB)	145
7.8 Perlindungan dengan Metode Penyama Tegangan	148
7.9 Ukuran Penghantar PE dan Elektrode Bumi	149
7.10 Ringkasan	151
7.11 Latihan Soal	152
7.12 Tes Formatif	153
Referensi	153
Daftar Pustaka	154
Glosarium	155
Indeks	161

BAB 1

PENDAHULUAN

Bab II Undang – Undang Nomor 49 Tahun 2014 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi, 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 uraian diatas jelaslah bahwa, keberadaan buku ajar ini 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.

Buku ajar dikembangkan untuk mencapai tujuan pembelajaran, demikian pula untuk mengakomodir kebutuhan belajar mandiri. Tujuan pembelajaran yang telah tertuang dalam Rencana Pembelajaran Semester (RPS) ditindak lanjuti dengan menyediakan media buku ajar sehingga mahasiswa mampu mencapai kompetensi yang diharapkan.

Penulisan buku ajar ditujukan pula untuk menjamin keberlangsungan pengetahuan dan 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 teristimewa mahasiswa peserta didik. Untuk penyempurnaan dan kemutakhiran isi suatu buku ajar, masukan-masukan sesama pengajar dengan kompetensi yang sama tentu saja sangat diperlukan.

Buku ajar ini disusun sebagai sumber belajar yang memberikan pengetahuan dan ketrampilan utama bagi mahasiswa dalam perencanaan instalasi listrik tenaga untuk aplikasi pada mesin-mesin penggerak di-industri atau pabrik. Prosedur perencanaan dalam buku

ini umumnya mengacu pada standar internasional agar mahasiswa dapat memiliki bekal ilmu dan pengetahuan yang mampu bersaing di era globalisasi.

Buku ajar ini digunakan sebagai pegangan utama disamping pegangan atau pengetahuan yang sama yang diperoleh dari sumber lain mengingat materi yang sama banyak tersedia di internet. Namun demikian, suatu hal yang pasti yang dapat diperoleh sebagai hasil belajar pada buku ajar ini adalah mahasiswa atau pengguna tidak canggung saat berhadapan dengan dunia kerja nyata.

Manfaat yang dapat diperoleh dengan mempelajari buku ajar ini adalah mahasiswa akan memiliki pengetahuan tentang apa konsep dan komponen-komponen suatu instalasi listrik tenaga selanjutnya bagaimana konsep dan komponen-komponen tersebut diaplikasikan dalam sebuah perencanaan instalasi tenaga yang banyak dijumpai di industri/pabrik.

Buku ajar ini digunakan sebagai mata kuliah teori Instalasi Listrik Tenaga di-jurusan Teknik Elektro untuk mahasiswa semester Ke-4 program studi D3 dan semester Ke-5 untuk program study D4 Teknik Listrik. Isi buku ajar mengacu pada Rencana Pembelajaran Semester Instalasi Listrik Tenaga yang telah disahkan oleh Pimpinan Jurusan dan Program Studi Teknik Listrik. Untuk kemutahirannya, maka maksimum tiga tahun, Bab 4,5 dan 6 harus direvisi kembali untuk mengikuti kemajuan teknologi dalam peralatan dan bahan-bahan instalasi listriknya.

Dalam menggunakan buku ini, **baca dahulu pendahuluan, latar belakang, tujuan, ruang lingkup manfaat dan petunjuk penggunaan** buku setelah itu **baca dan pahami pembahasan pada setiap topik kemudian kerjakan soal latihan**. Untuk Mahasiswa Program Studi D3-Teknik Listrik, topik Perhitungan Arus Hubung Singkat pada Bab 2 tidak perlu dipelajari karena topik tersebut disediakan hanya untuk Program Studi D4-Teknik Listrik.

Soal latihan dibuat sedemikian sehingga mahasiswa atau pengguna buku ini menjadi terbiasa dengan kasus yang nanti akan dijumpai dalam praktek didunia nyata. Jika masih memerlukan tambahan sumber belajar dapatkan dari daftar pustaka atau sumber lain di internet.

Latihan pada bagian akhir buku ini merupakan gambaran seberapa besar penguasaan terhadap keseluruhan isi buku dan dengan sendirinya merupakan ukuran seberapa besar mahasiswa atau pengguna kompeten dalam bidang ini. Misalnya dalam perencanaan, bila dikerjakan secara benar mulai dari pemilihan jenis dan rating bahan setiap komponen instalasi (Pemisah, pengaman, kabel,

perangkat motor starter dan lain-lain) kemudian setting peralatan pengamannya berarti kompetensi yang diharapkan tercapai dengan sempurna.

Buku ajar ini harus dikuasai 100% karena saling kait-mengait yang tidak terpisahkan. Kesalahan pada salah satu bagian komponen akan mempengaruhi keseluruhan sistem. Contoh kesalahan kecil, perhitungan dan pemilihan ukuran kabel sudah benar, ukuran pengaman sudah benar, pemilihan starter motor sudah benar, pemilihan metode dan komponen pentanahan sudah benar tetapi ada sedikit kekeliruan dalam memilih karakteristik dan setting arus pada komponen gawai proteksi (MCCB, misalnya) maka sistem tidak akan berjalan sesuai rencana. Kegagalan yang paling banyak ditemukan untuk contoh kasus ini adalah saat starting (pengasutan) dimana motor tak dapat diasut karena gawai proteksi trip setiap kali tombol start motor starter dioperasikan.

Daftar Pustaka

1. Bernhard Boehle, dkk Switchgear Manual Poket Book ; 8th Edition; ABB Aktiengesellschaft & Manhein. Federal Republic of Germany 1988.
2. Gunter G. Seip, Electrical Instalation Hand Book Vol.2, 2nd Edition, Siemens, Aktiengesellschaft John Willey & Sons New York, 1987.
3. Hadi Saadat, Power Sistem Analysis; International edition; McGraw-Hill; USA. 1999
4. William D. Stevenson, Jr. Power Sistem Analysis Terjemahan I. Kemal Idris , Edisi 4. Erlangga Jakarta; 1984
5. One line diagram sistem kelistrikan PT. Katingan Timber group Makassar
6. One line diagram sistem kelistrikan PT. Inco Soroako Makassar
7. One line diagram sistem kelistrikan PT. Newmont Minahasa, Sulu
8. Federal Electric; Product Katalog; 2020
9. Schneider Electric Indonesia; Katalog Produk; 2020
10. Socomec; Product Catalogue Application Guide; France 2017
11. SNI 04-0025- 2000 (PUIL 2000); BNSP, Jakarta 2000
12. NYY Kabel Data sheet, PT. Kabelindo Murni Tbk, 2020
13. Product Range Catalogue, Eaton 2018 (Moeller; Germany)
14. NEC standart, Tabel 250.166, USA; 2016