

Dr. Dwi Ajiatmo, ST., MT.



TRANSMISI DAN DISTRIBUSI

**TENAGA
LISTRIK**



TRANSMISI DAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

Buku "*Transmisi Daya dan Distribusi Tenaga Listrik*" ini membahas tentang proses pengiriman dan distribusi energi listrik dari pembangkit listrik hingga ke konsumen akhir. Materi ini mencakup topik seperti sistem transmisi daya, jaringan distribusi listrik, transformator, dan peralatan listrik lainnya. Selain itu, materi ini juga membahas tentang tantangan yang dihadapi dalam menjaga kualitas dan keandalan sistem listrik, untuk meningkatkan efisiensi. Materi ini sangat penting bagi siapa saja yang tertarik dengan bidang kelistrikan, termasuk pelajar, mahasiswa, dan profesional di bidang energi dan listrik.



☎ 0858 5343 1992
✉ eureka-media-utama@gmail.com
📍 Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362



ECC00202343575



TRANSMISI DAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

Dr. Dwi Ajiatmo, ST., MT.



PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

TRANSMISI DAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

Penulis : Dr. Dwi Ajiatmo, ST., MT.

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Siwi Rimayani Oktora

ISBN : 978-623-151-134-8

No. HKI : EC00202343575

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, JUNI 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 : eurekaediaaksara@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

Assalamu 'alaikum Wr. Wb

Puji syukur atas segala rahmat dan perkenan-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik ini.

Proses pendidikan lewat transfer ilmu pengetahuan serta teknologi ialah aspek penting dalam mewujudkan keberhasilan buat menguasai bidang kemampuan tertentu. Proses pendidikan yang efisien serta efektif bisa dicapai dengan pengembangan sumber bacaan teks yang baik.

Buku Transmisi Dan Distribusi Tenaga Listrik ini diharapkan memberikan gagasan dan dorongan pada keilmuan transmisi dan distribusi tenaga listrik pada bidang Teknik Elektro serta cocok dengan kebutuhan keilmuan Teknik Elektro.

Diterbitkannya buku ini diharapkan membuat mahasiswa Teknik Elektro lebih tertarik serta termotivasi menekuni serta menguasai materi Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik. Buku Transmisi Dan Distribusi Tenaga Listrik ini tersajikan secara sistematis sehingga mempermudah mahasiswa, Praktisi buat mempelajari buku ini. Buku Transmisi Dan Distribusi Tenaga Listrik ini memuat Tahanan dan Induktif, Kapasitif saluran, Performan Saluran, Korona, Isolator saluran, Desain Mekanis Saluran, Kabel Bawah Tanah, Sistem Distribusi, Sub Station, Fleksibilitas Sistem AC.

Buku ini jauh dari rasa sempurna, maka kritik dan saran serta masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan buku ini sangat kami butuhkan.

Harapan kami semoga dapat memberi kontribusi bagi pengetahuan khususnya pada pendalaman materi Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb

Jombang,
Penulis,

Dwi Ajiatmo

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB 1 SISTEM TENAGA LISTRIK.....	1
A. Pendahuluan.....	1
B. Sumber Energi Listrik Konvensional.....	3
C. Komputer Dalam Teknik Sistem Tenaga	9
D. Struktur Tenaga Listrik.....	11
E. Alasan Untuk Interkoneksi.....	13
F. Karakteristik Beban	14
G. Power Faktor Berbagai Peralatan.....	15
H. Kerugian Dari Faktor Daya Rendah	15
I. Berbagai Penyebab Faktor Daya Rendah	17
J. Latihan Soal.....	17
BAB 2 TAHANAN DAN INDUKTANSI SALURAN	
TRANSMISI.....	18
A. Pendahuluan.....	18
B. Tahanan Saluran Transmisi.....	19
C. Induktansi Saluran Transmisi	23
D. Induktansi Pada Saluran Satu Fasa	28
E. Hubungan Fluks Dalam Kelompok Konduktor	29
F. Induktansi Dari Saluran Konduktor Komposit	30
G. Induktansi Saluran Tiga Fasa.....	36
H. Induktansi Konduktor Bundel	40
I. Latihan Soal.....	42
BAB 3 KAPASITANSI SALURAN TRANSMISI.....	44
A. Pendahuluan.....	44
B. Kapasitansi Saluran Panjang Konduktor Solid.....	44
C. Kapasitansi Saluran Tiga Fasa	47
D. Kapasitansi Konduktor Bundle.....	49
E. Latihan Soal.....	52
BAB 4 PERFORMANCE SALURAN TRANSMISI.....	54
A. Pendahuluan.....	54
B. Saluran Transmisi Pendek	56
C. Saluran Transmisi Medium	60

D. Saluran Transmisi Panjang.....	63
E. Efek Ferranti	70
F. Aliran Daya Di Saluran Transmisi	70
G. Pendekatan Persamaan Aliran Daya.....	72
H. Sistem Per Unit.....	72
I. Latihan Soal	76
BAB 5 KORONA	77
A. Pendahuluan	77
B. Faktor Yang Mempengaruhi Korona	78
C. Metode Untuk Mengurangi Efek Korona	79
D. Keuntungan dan Kerugian Efek Korona	79
E. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keluarnya Corona.....	80
F. Langkah-Langkah Pengurangan Efek Corona	82
G. Parameter dalam Analisis Corona.....	84
H. Tegangan Gangguan Kritis	84
I. Kehilangan Daya Akibat Korona.....	86
J. Latihan Soal	87
BAB 6 ISOLATOR SALURAN UDARA	88
A. Pendahuluan	88
B. Isolator Tipe PIN	89
C. Isolator Suspensi (<i>Suspension Insulators</i>)	92
D. Insulator Strain (renggangan).....	95
E. Distribusi Tegangan Dalam Rangkaian Isolator	95
F. Panjang lengan silang (<i>Cross Arm</i>)	97
G. Gradasi Dari Unit Isolator	97
H. Perisaian Statis	101
I. Pengujian Isolator	102
J. Penyebab Kegagalan Isolator.....	102
K. Latihan Soal	103
BAB 7 DESAIN MEKANIS SALURAN TRANSMISI UDARA.....	104
A. Pendahuluan	104
B. Perhitungan Sag.....	108
C. Efek Angin dan Es.....	112
D. Merangkai Grafik.....	114

E.	Pertimbangan Penting Dalam Desain Mekanik.....	115
F.	Latihan Soal.....	117
BAB 8	KABEL BAWAH TANAH	118
A.	Pendahuluan.....	118
B.	Kabel XLPE	120
C.	Kabel Distribusi Di Bawah	120
D.	Kabel Type Tekanan Tinggi, Kabel <i>Type Fluid</i>	121
E.	Kabel Tipe Tekanan Tinggi, Kabel Tipe Gas.....	122
F.	Kapasitas Dalam Kabel Core Single.....	123
G.	Kapasitan Kabel Tipe <i>Belted</i> Tiga-Inti.....	125
H.	Pengukuran Kapasitas 3 Kabel 3 Inti.....	126
I.	Penilaian Dari Kabel.....	128
J.	Penilaian Kapasitansi	128
K.	<i>Grading Intersheat</i>	130
L.	Kehilangan Daya Di Kabel	132
M.	Kerugian Dielektrik.....	132
N.	Rugi Konduktor.....	133
O.	Kerugian Selubung.....	133
P.	Kerugian <i>Intersheath</i>	133
Q.	Latihan Soal.....	135
BAB 9	SISTEM DISTRIBUSI.....	136
A.	Sistem Distribusi Listrik.....	136
B.	Perhitungan Drop Tegangan System DC.....	144
C.	Perhitungan Drop Tegangan Sistem AC.....	153
D.	Persyaratan Sistem Distribusi	159
E.	Soal Pertanyaan	161
BAB 10	PENTANAHAN NETRAL.....	162
A.	Pendahuluan.....	162
B.	Sistem <i>ungrounded (floating ground)</i>	164
C.	Metode Pentanahan Titik Netral.....	165
D.	Sistem Netral Terisolasi	165
E.	Sistem Solid Pentanahan Netral.....	166
F.	Resistensi Sistem Pentanahan Netral.....	169
G.	Reaktansi Sistem Pentanahan Netral.....	172
H.	Pentanahan Melalui Koil Penekan Busur (<i>Petersen Coil</i>).....	173

I. Transformator Pentanahan	175
J. Penetapan Sistem Pentanahan di Indonesia Sistem 150 KV.....	176
K. Pentanahan/Pembumian Peralatan	178
L. Latihan Soal	190
BAB 11 SUB STATION	191
A. Layout Tipe Sub-Station.....	191
B. Transformator	193
C. <i>Circuit Breaker</i>	195
D. <i>Disconnecting Switches</i>	196
E. <i>Lightning Arrester</i>	197
F. Insulators dan Konduktor	197
G. Relai Proteksi.....	198
H. <i>Fuse Cut Out</i> (Pemutus)	199
I. <i>Substation Location</i>	200
J. <i>Substation Bus Schemes</i>	201
K. Latihan Soal	203
BAB 12 FLEKSIBILITAS TRANSMISI SISTEM AC.....	204
A. Perbandingan sistem transmisi AC dan DC.....	204
B. Aplikasi transmisi DC	209
C. Tipe sistem DC.....	210
D. Kompensasi Saluran	213
E. Konfigurasi dari Perangkat FACTS.....	217
F. Perbandingan SVC dan STATCOM	231
G. Latihan Soal	233
DAFTAR PUSTAKA	234
INDEKS.....	236
LAMPIRAN	237
TENTANG PENULIS	238

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Standar Tegangan Jaringan Transmisi dan Distribusi	13
Tabel 2.1.	Tahanan dan koefisien suhu bahan konduktor	20
Tabel 4.1.	ABCD konstant untuk transmission line (per phase).....	67
Tabel 5.1.	Nilai Faktor Ketidakaturan Permukaan Konduktor	86
Tabel 10.1.	Besar dan lama tegangan sentuh maksimum.....	182
Tabel 10.2.	Tahanan Jenis Tanah	189
Tabel 12.1.	Perbandingan antara SVC dan STATCOM	231
Tabel 12.2.	Perbandingan kinerja utama pengontrolan FACTS.....	232

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Sejarah awal industri peralatan listrik.	2
Gambar 1.2.	Tata letak tipikal untuk pembangkit listrik tenaga air tipe penyimpanan.....	4
Gambar 1.3.	Diagram skema dari pembangkit uap berbahan bakar batubara	6
Gambar 1.4.	Diagram skema dari pembangkit listrik tenaga nuklir.....	7
Gambar 1.5.	Jaringan Sistem Tenaga Listrik.....	12
Gambar 2.1.	Linkage Flux Internal Dari Konduktor Putaran...	24
Gambar 2.2.	Linkage Flux Eksternal Dari Konduktor Putaran.....	26
Gambar 2.3.	Garis Transmisi Fase Tunggal	28
Gambar 2.4.	Linkage Flux Dalam Kelompok Konduktor	29
Gambar 2.5.	Garis Fase Tunggal Yang Berdiri Dari Konduktor Komposit.....	31
Gambar 2.6.	Penampang dari tujuh penghantar pilin.	33
Gambar 2.7.	Penampang dari tujuh penghantar pilin.	34
Gambar 2.8.	Susunan konduktor untuk Contoh 2.3.....	35
Gambar 2.9.	Tiga fase garis memiliki konduktor dengan tempat simetris.....	36
Gambar 2.10.	Tiga Fase Garis Memiliki Konduktor Dengan Tempat Asimetris.....	37
Gambar 2.11.	Transposisi Fase.....	38
Gambar 2.12.	Konduktor Bundle	41
Gambar 3.1.	Konduktor Padat Memiliki Arus.....	45
Gambar 3.2.	Perbedaan Potensial Antara Dua Poin P_1 dan P_2	45
Gambar 3.3.	Kapasitas Antara Dua Kawat-Saluran	46
Gambar 3.4.	Transmisi Tiga Fase Memiliki Konduktor Dengan Jarak Simetris	47
Gambar 3.5.	Transmisi Tiga Fase Memiliki Konduktor Dengan Jarak Asimetris.....	48
Gambar 3.6.	Transposisi Antar Fasa	48
Gambar 3.7.	Konduktor Bundle	50

Gambar 3.8.	Sirkuit Tunggal Dua Konduktor	51
Gambar 4.1.	Rangkaian Saluran Transmisi	54
Gambar 4.2.	Dua Port Setaraan Saluran Transmisi.....	55
Gambar 4.3.	Rangkaian Dari Saluran Pendek	56
Gambar 4.4.	Nominal π Perluasan Saluran Transmisi	60
Gambar 4.5.	Nominal T Perluasan Saluran Transmisi	60
Gambar 4.6.	Parameter ABCD dari gabungan networks	63
Gambar 4.7.	Representasi Line Line Dari Saluran Transmission.....	64
Gambar 4.8.	Transmission Line Power Flow.....	71
Gambar 5.1.	Efek korona pada Saluran Transmisi.....	78
Gambar 5.2.	Saat terjadi pelepasan listrik.....	82
Gambar 5.3.	cincin korona	83
Gambar 5.4.	Dua Saluran Konduktor.....	84
Gambar 6.1.	(a) Jenis Insulator PIN (b) Satu bagian Insulator PIN 25kV	89
Gambar 6.2.	Jenis satu bagian insulator PIN untuk 11kV.....	90
Gambar 6.3.	Jenis dua bagian insulator PIN untuk 33kV.....	90
Gambar 6.4.	Jenis tiga bagian insulator PIN untuk 66kV.....	91
Gambar 6.5.	Representasi kedua PIN insulator dengan elektrostatik ketika kering dan basah	92
Gambar 6.6.	Insulator Jenis Suspensi	94
Gambar 6.7.	Tipe Insulator suspensi Hewlett	94
Gambar 6.8.	Tipe Insulator suspensi Cemented Cap	95
Gambar 6.9.	String empat isolator dan string lima isolator	96
Gambar 6.10.	Penilaian Dari String Empat Insulators.....	98
Gambar 6.11.	Perisai Statis Dari String Empat Insulator.....	101
Gambar 7.1.	Kegagalan kelelahan konduktor di bawah batang kover besi karena getaran aeolian.....	105
Gambar 7.2.	Kelelahan kerusakan untai konduktor karena siklus lentur yang berlebihan yang disebabkan oleh getaran aeolian.	106
Gambar 7.3.	Rangkaian Transmisi Menunjukkan Sag Dan Ketegangan Konduktor (Menara Transmisi Sama Tinggi).....	108

Gambar 7.4.	Rangkaian Transmisi Menunjukkan Sag Dan Ketegangan Konduktor (Mendukung Di Tingkat Yang Berbeda).....	110
Gambar 7.5.	Metodologi pembebanan Es (NESC).....	113
Gambar 8.1.	Konstruksi Dasar Kabel Bawah Tanah	119
Gambar 8.2.	Perhitungan Kapasitas Kabel Fasa Tunggal	123
Gambar 8.3.	Kabel Tipe Belted Tiga Core	126
Gambar 8.4.	Kapasitas Kabel 3-Inti.....	126
Gambar 8.5.	Pengukuran Kapasitas Kabel 3-Inti (Langkah-I).....	127
Gambar 8.6.	Pengukuran Kapasitas Kabel 3-Inti (Langkah-II).....	127
Gambar 8.7.	Peningkatan Kapasitas Kabel	129
Gambar 8.8.	<i>Intersheath Grading</i>	131
Gambar 8.9.	<i>Intersheath Grading</i>	132
Gambar 9.1.	Tipikal Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	137
Gambar 9.2.	Sistem Distribusi Radial	141
Gambar 9.3.	Sistem Utama Ring	142
Gambar 9.4.	Sistem Terhubung.....	143
Gambar 9.5.	Sistem Distributor DC Radial dengan Beban Konsentrasi	144
Gambar 9.6.	Arus pembebanan dan diagram drop tegangan untuk distribusi suplai tegangan dua sisi sama	147
Gambar 9.7.	Representasi arus tiap seksi dari distribusi dari suplai tegangan kedua sisi sama	148
Gambar 9.8.	Diagram arus beban dan drop tegangan pada distribusi untuk ujung keduanya dengan tegangan tidak sama.....	151
Gambar 9.9.	representasi dari arus pada seksi dari distribusi untuk ujung keduanya dengan tegangan tidak sama.....	151
Gambar 9.10.	Gambar distribusi system AC.....	154
Gambar 9.11.	Gambar vector distribusi AC ketika PF sebagai referensi ke ujung penerima	154

Gambar 9.12.	Gambar vector distribusi AC ketika PF sebagai referensi untuk tegangan pada titik beban	155
Gambar 9.13.	rangkaian representasi distribusi AC.....	156
Gambar 9.14.	rangkaian sederhana dari gambar 9.13	157
Gambar 10.1.	Pentanahan titik netral sistem.....	164
Gambar 10.2.	Sistem yang Tidak ditanahkan.....	164
Gambar 10.3.	Tiga Sistem Fase (Tidak Ditanahkan) Dengan Diagram Fasor Tegangannya	166
Gambar 10.4.	Tiga Sistem Phasa (Tidak Ditanahkan) Dengan Satu Phasa Yang Dihasilkan Dengan Bumi	166
Gambar 10.5.	Pentanahan Solid Sistem Tiga Fase.....	167
Gambar 10.6.	Pentanahan Solid Sistem Tiga Fase Dengan Satu Fase Terganggu Dengan Bumi	167
Gambar 10.7.	Rangkaian Pengganti Pentanahan Titik Netral Tanpa Impedansi (Pentanahan Langsung/ <i>Solid Grounding</i>).....	168
Gambar 10.8.	Resistensi Pentanahan Sistem Tiga Fase	169
Gambar 10.9.	Jenis pentanahan (Resistor), jenis logam (<i>metallic resistor</i>) atau jenis cairan (liquid resistor).....	171
Gambar 10.10.	Pemasangan Pentanahan Titik Netral dengan Kumparan Petersen.....	173
Gambar 10.11.	Rangkaian Pengganti Pentanahan Titik Netral dengan Kumparan Petersen.....	173
Gambar 10.12.	Contoh pemasangan trafo pentanahan	176
Gambar 10.13.	Contoh Pemasangan Pentanahan Peralatan	178
Gambar 10.14.	Ilustrasi Gangguan yang Tinggi pada Tahanan Tanah.....	181
Gambar 10.15.	Hubung tanah pada peralatan dalam suatu sistem yang netralnya diketanahkan	183
Gambar 10.16.	Macam-macam cara penanaman elektroda pita...	185
Gambar 10.17.	Cara penanaman Elektroda batang.	185
Gambar 10.18.	Cara Penanaman elektroda pelat	185
Gambar 10.19.	Pentanahan dengan Driven Ground	186
Gambar 10.20.	Macam batang elektroda	186
Gambar 10.21.	Pentanahan menara dengan counterpoise	187

Gambar 10.22.	Sistem pentanahan Mesh	188
Gambar 10.23.	alat ukur megger tanah	190
Gambar 11.1.	Layout Tipe Sub-Station.....	193
Gambar 11.2.	Transformator Step-Up dan Step-Down.....	194
Gambar 11.3.	Transformator Daya dan Distribusi	194
Gambar 11.4.	<i>Circuit breaker</i> dengan pemutusan gas SF6 pada GI 150 kV	195
Gambar 11.5	<i>Disconnecting switches</i>	196
Gambar 11.6.	Porcelain <i>Station Lightning Arrester</i> 42kv 10ka Kelas-3.....	197
Gambar 11.7.	Tipe insulator	198
Gambar 11.8.	Relay proteksi.....	199
Gambar 11.9.	<i>Fuse cut out</i>	200
Gambar 11.10.	Skema Bus Tunggal	201
Gambar 11.11.	Skema Double Bus Double Breaker.....	201
Gambar 11.12.	Skema Bus Utama Dan Transfer.....	202
Gambar 11.13.	Skema Double Bus Satu Breaker	202
Gambar 11.14.	Skema Bus Ring	202
Gambar 11.15.	Skema Satu Dan Half Breaker.....	203
Gambar 12.1.	Perbandingan untuk RoW untuk system transmisi AC-DC.....	205
Gambar 12.2.	Komparasi Titik impas saluran DC dan AC.....	206
Gambar 12.3.	tipe HVDC jenis tautan monopolar.....	211
Gambar 12.4.	tipe HVDC jenis tautan Bipolar	212
Gambar 12.5.	tipe HVDC jenis tautan Homopolar.....	212
Gambar 12.6.	Gambaran Umum Perangkat FACTS utama.....	214
Gambar 12.7.	Line Transmisi Dengan Kompensasi Seri.....	214
Gambar 12.8.	Garis Transmisi Dengan Kompensasi Shunt.....	215
Gambar 12.9.	Garis Transmisi Dengan Kompensasi Shunt.....	215
Gambar 12.10.	Konfigurasi FC-TCR dari SVC.....	218
Gambar 12.11.	Salah satu sirkuit dari SVC	219
Gambar 12.12.	Blok rangkaian SVC dan karakteristik tegangan / arus.....	220
Gambar 12.13.	Pemakaian SVC di luar (Sumber ABB).....	221
Gambar 12.14.	Diagram Fungsional STATCOM	221

Gambar 12.15.	Struktur STATCOM dan karakteristik tegangan/ arus dan aplikasi STATCOM di Gardu Induk (Sumber ABB).....	222
Gambar 12.16.	Kompensasi Seri (Kapasitor Seri) (Sumber: ABB)	224
Gambar 12.17.	Pengaturan prinsip dan diagram operasional dari <i>Thyristor Controlled Series Compensation</i> (TCSC)	225
Gambar 12.18.	Aplikasi TCSC (Sumber ABB).....	226
Gambar 12.19.	Diagram Fungsional SSSC.....	227
Gambar 12.20.	Setup prinsip SSSC dan implementasi aplikasi DVR untuk kualitas daya (Sumber: ABB)	227
Gambar 12.21.	Konfigurasi prinsip DFC	228
Gambar 12.22.	Konfigurasi prinsip UPFC.....	230
Gambar 12.23.	Diagram Fungsional UPFC	231

BAB 1 | SISTEM TENAGA LISTRIK

Setelah anda membaca bab ini, Anda seharusnya dapat:

1. Memahami sejarah dan macam-macam pembangkit.
2. Memberikan gambaran umum tentang system tenaga listrik.
3. Memahami struktur tenaga listrik dan alasan interkoneksi sistem tenaga listrik.
4. Memahami karakteristik beban dan Power faktor untuk masing-masing beban.

A. Pendahuluan

Thomas A. Edison, pada tahun 1878, mulai menggarap kelistrikan dan mengembangkan gagasan pembangkit listrik terpusat dengan sistem tenaga terdistribusi untuk melayani daerah sekitarnya. Thomas A. Edison telah menyelesaikan penerangannya pada bulan Oktober 1879, dan pembukaan Stasiun Pearl Street yang bersejarah di New York City pada tanggal 4 September 1882 menandai dimulainya industri peralatan listrik (lihat Gambar 1.1). Di Pearl Street, sebuah generator menggerakkan generator arus, yang disebut dinamo, untuk menyediakan beban 30 kW untuk bola lampu 110 V untuk memasok 59 pelanggan di area seluas satu kilometer persegi. Dari awal tahun 1882 hingga 1972, industri peralatan listrik tumbuh dengan kecepatan luar biasa berdasarkan pengurangan

BAB 2

TAHANAN DAN INDUKTANSI SALURAN TRANSMISI

Setelah anda mempelajari bab ini, Anda seharusnya dapat:

1. Memahami berbagai macam parameter saluran.
2. Memberikan gambaran umum tentang bahan yang digunakan untuk saluran transmisi.
3. Menghitung induksi dan kapasitansi untuk berbagai konfigurasi geometris sistem fase tunggal dan tiga fase.

A. Pendahuluan

Kinerja saluran transmisi didasarkan pada besaran-besaran parameter listrik seperti resistansi, induktansi dan kapasitansi. Seperti kita ketahui saluran transmisi digunakan untuk menghantarkan daya listrik dari satu ujung ke ujung lainnya atau satu simpul ke simpul lain. Jalur aliran daya yaitu saluran transmisi dapat direpresentasikan sebagai rangkaian listrik yang parameternya terhubung dalam pola tertentu. Karena saluran transmisi terdiri dari konduktor yang membawa daya, maka perlu menghitung besaran-besaran resistansi, induktansi dan kapasitansi konduktor.

Konduktor fase dalam sistem transmisi EHV-UHV menggunakan konduktor aluminium dan konduktor aluminium atau baja untuk kabel ground overhead. Banyak jenis kabel yang tersedia. Ini termasuk:⁹

⁹ Mohamed E El-Hawary, *Electrical Power System Design and Analysis* (New York: IEEE Press, 1995).

BAB 3

KAPASITANSI SALURAN TRANSMISI

Setelah anda mempelajari bab ini, Anda seharusnya dapat:

1. Memahami kapasitansi saluran Panjang solid.
2. Memberikan gambaran umum tentang bahan yang digunakan untuk saluran transmisi.
3. Menghitung kapasitansi untuk berbagai konfigurasi geometris sistem fase tunggal dan tiga fase.
4. Menghitung kapasitansi untuk konduktor bundle.

A. Pendahuluan

Pada bab sebelumnya kita telah menghitung induktansi dari saluran transmisi untuk saluran transmisi satu fasa dan tiga fasa. Saluran transmisi juga memiliki kapasitansi karena muatan yang terakumulasi pada konduktor. Hal ini dapat ditentukan oleh Hukum Coulomb yang mendasar

B. Kapasitansi Saluran Panjang Konduktor Solid

Mari kita pertimbangkan konduktor padat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 yang memiliki jari-jari r . Kerapatan fluks listrik pada x meter dari konduktor dapat dihitung dengan membayangkan konsentris permukaan silinder dengan konduktor dari konduktor.

BAB 4

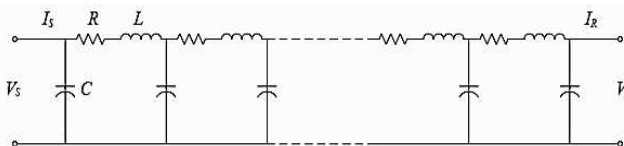
KINERJA SALURAN TRANSMISI

Setelah anda mempelajari bab ini, Anda seharusnya dapat:

1. Memahami berbagai macam saluran pendek, medium, dan panjang.
2. Mengembangkan model matematika untuk saluran transmisi pendek dan menengah
3. Analisis kinerja jalur pendek dan menengah
4. Hitung parameter A, B, C, dan D dari model matematika
5. Memahami efek Ferranti, aliran daya di saluran transmisi
6. Memahami pendekatan persamaan aliran daya, dan Memahami sistem per unit.

A. Pendahuluan

Kami telah menurunkan ekspresi untuk resistansi, induktansi, dan kapasitansi untuk saluran transmisi dalam dua bab terakhir. Dapat dilihat bahwa semua parameter ini tergantung pada ukuran konduktor dan konfigurasinya. Lebih lanjut kami juga menyimpulkan bahwa parameter tergantung pada panjang saluran transmisi. Sebenarnya parameter ini didistribusikan ke seluruh saluran transmisi bukan hanya elemen tunggal. Rangkaian yang terdiri dari parameter-parameter ini ditunjukkan pada Gambar.4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1. Rangkaian Saluran Transmisi

BAB

5

KORONA

Setelah anda mempelajari bab ini, Anda seharusnya dapat:

1. Memahami berbagai yang mempengaruhi korona.
2. Memberikan gambaran umum tentang mengurangi efek korona.
3. Menghitung tegangan gangguan kritis.
4. Memahami kehilangan daya akibat korona.

A. Pendahuluan

Ketika arus bolak-balik mengalir melintasi dua konduktor pada saluran transmisi yang jaraknya besar dibandingkan dengan diameternya, maka udara di sekitar konduktor (terdiri dari ion) mengalami tegangan listrik. Pada nilai rendah tegangan ujung suplai, tidak ada yang benar-benar terjadi karena tekanannya terlalu sedikit untuk mengionisasi udara di luar. Tetapi ketika perbedaan potensial dibuat untuk meningkat, maka kekuatan medan pada permukaan konduktor meningkat dan kemudian udara di sekitarnya mengalami tekanan yang cukup tinggi untuk dipisahkan menjadi ion yang membuat atmosfer bekerja jika tegangan meningkat melebihi nilai ambang batas 30 kV (peak) atau 21.1 kV/cm (rms), dikenal sebagai pemecah tegangan udara pada suhu dan tekanan normal. Hal ini menghasilkan pelepasan listrik di sekitar konduktor karena aliran ion-ion ini, menimbulkan cahaya, dalam gelap bercahaya violet redup, bersama dengan suara mendesis disertai dengan pembebasan ozon, yang mudah diidentifikasi karena bau khasnya. Fenomena pelepasan listrik yang terjadi pada saluran transmisi untuk nilai tegangan tinggi dikenal sebagai efek

BAB

6

ISOLATOR SALURAN UDARA

Setelah anda mempelajari bab ini, Anda seharusnya dapat:

1. Memahami berbagai macam isolator.
2. Memahami gradasi dari unit isolator
3. Memahami tentang perisai statis, pengujian isolator.
4. Memahami penyebab kegagalan isolator.

A. Pendahuluan

Konduktor saluran udara didukung di atas struktur menara dengan menggunakan insulator garis. Insulator saluran menyediakan kekuatan mekanik yang cukup serta isolasi antara konduktor hidup dan struktur menara. Secara umum, isolator harus memiliki sifat yang diinginkan berikut.

1. Kekuatan mekanik yang tinggi untuk menahan beban konduktor, beban angin dll.
2. Resistansi listrik yang tinggi dari bahan isolator untuk menghindari kebocoran arus ke bumi.
3. Izin relatif tinggi dari bahan isolator agar kekuatan dielektriknya tinggi.
4. Bahan isolator harus tidak berpori, bebas dari kotoran dan retakan, jika tidak maka permitivitasnya akan turun.
5. Rasio kekuatan tusukan yang tinggi terhadap flashover.

Bahan yang paling umum digunakan untuk isolator saluran udara adalah porselen tetapi bahan gelas, stealit dan komposisi khusus juga digunakan sampai batas tertentu. Porselen diproduksi dengan menembakkan campuran kaolin,

BAB 7

DESAIN MEKANIS SALURAN TRANSMISI UDARA

Setelah anda mempelajari bab ini, Anda seharusnya dapat:

1. Memahami berbagai macam perhitungan Andongan (Sag).
2. Memberikan gambaran umum tentang efek angin dan es pada saluran transmisi.
3. Memahami tentang pentingnya desain mekanik.

A. Pendahuluan

Jalur transmisi adalah struktur fisik, dipasang di lingkungan alami. Lingkungan yang subyek mereka ada angin, hujan, sinar matahari, dan polusi (khusus untuk wilayah yang empat musim harus memperhitungkan kondisi cuaca es dan salju). Di luar lingkungan alam, struktur ini ada di lingkungan yang dikembangkan manusia. Struktur harus dirancang untuk meminimalkan kerusakan pada diri mereka sendiri, serta mencegah cedera pada manusia dan struktur lainnya. Desain yang sukses akan aman, andal, dan efisien. Saluran transmisi akan dirancang untuk membatasi jarak konduktor mereka karena adanya andongan (Sag), sehingga jarak bebas vertikal minimum dipertahankan antara kabel dan tanah. Izin ini harus dijamin untuk beban statis maksimum.

Pedoman untuk menetapkan beban statis maksimum diuraikan oleh *National Electrical Safety Council* (NESC) di AS dan *International Electrotechnical Commission* (IEC) di seluruh dunia, dan umumnya mendefinisikan beban ini dalam hal jumlah akumulasi es yang mungkin terjadi pada saluran tertentu. Bentuk lain dari pembebanan statis adalah perpindahan angin,

BAB

8

KABEL BAWAH TANAH

Setelah anda mempelajari bab ini, Anda seharusnya dapat:

1. Memahami berbagai macam kabel saluran.
2. Memberikan gambaran umum tentang kabel tipe tekanan tinggi.
3. Menghitung kapasitansi dalam kabel core single.
4. Memahami pengaruh grading intersheat.
5. Memahami kerugian pada kabel.

A. Pendahuluan

Di kota-kota berpenduduk tinggi, sejumlah besar transfer daya melalui saluran transmisi overhead tidak praktis karena bahaya keselamatan. Lebih jauh, menara transmisi tidak mungkin dibangun di beberapa tempat. Di tempat seperti itu, konduktor terisolasi diletakkan di bawah tanah yang dikenal sebagai kabel bawah tanah. Kabel bawah tanah memiliki persyaratan teknis yang berbeda dari saluran udara dan memiliki dampak lingkungan yang berbeda. Karena kebutuhan fisik, lingkungan, dan konstruksi yang berbeda, transmisi bawah tanah umumnya lebih mahal dan mungkin lebih rumit untuk dibangun daripada saluran udara. Desain dan konstruksi saluran transmisi bawah tanah berbeda dari saluran udara karena dua tantangan teknis signifikan yang perlu diatasi. Ini adalah (a) Menyediakan isolasi yang cukup sehingga kabel bisa berada beberapa sentimeter dari bahan yang diarde; dan (b) Menghilangkan panas yang dihasilkan selama pengoperasian kabel listrik.

BAB 9

SISTEM DISTRIBUSI

Setelah anda mempelajari bab ini, Anda seharusnya dapat:

1. Memahami berbagai macam saluran distribusi AC dan DC.
2. Menghitung Drop Tegangan.
3. Memahami persyaratan sistem distribusi.

A. Sistem Distribusi Listrik

Sistem distribusi listrik adalah bagian penting dari sistem tenaga listrik. Untuk mentransfer daya listrik dari sumber arus bolak-balik atau arus searah ke tempat penggunaannya, beberapa jenis jaringan distribusi harus digunakan. Metode yang digunakan untuk mendistribusikan daya dari tempat itu diproduksi ke tempat itu digunakan bisa sangat sederhana. Sistem distribusi daya yang lebih kompleks digunakan, untuk mentransfer daya listrik dari pembangkit listrik ke industri, rumah, dan bangunan komersial. Sistem distribusi biasanya menggunakan peralatan seperti transformator, pemutus sirkuit, dan perangkat pelindung. Sistem distribusi listrik asli yang dikembangkan oleh Thomas Edison adalah sistem arus searah arus bawah tanah (DC).

Secara umum, sistem distribusi adalah sistem kelistrikan antara sub-stasiun yang diumpangkan oleh sistem transmisi dan konsumen akhir. Umumnya terdiri dari pengumpan, distributor. Itu diagram garis tunggal dari sistem distribusi tipikal ditunjukkan pada Gambar-9.1. Pada dasarnya, bisa kita katakan, itu bagian dari sistem tenaga yang mendistribusikan tenaga listrik untuk penggunaan lokal dikenal sebagai sistem

BAB 10 | PENTANAHAN NETRAL

Setelah anda mempelajari bab ini, Anda seharusnya dapat:

1. Memahami sistem netral terisolasi
2. Memahami solid pentanahan netral
3. Memahami system pentanahan netral.

A. Pendahuluan

Pembumian sistem adalah koneksi yang disengaja dari titik netral transformator, generator, dan mesin berputar ke bumi. Ini menawarkan banyak keuntungan dibandingkan sistem *ungrounded* seperti:

1. Mengurangi besarnya transient over-voltage
2. Lokasi gangguan tanah yang disederhanakan
3. Peningkatan perlindungan sistem dan peralatan
4. Mengurangi waktu dan biaya perawatan
5. Keselamatan yang lebih besar untuk personel
6. Peningkatan proteksi petir
7. Mengurangi frekuensi kesalahan
8. Perhatikan bahwa sistem *grounded* solid hanya menawarkan perlindungan parsial

Istilah "pentanahan" menjelaskan dan mencakup pentanahan sistem dan pentanahan peralatan. Perbedaan mendasar antara pembumian sistem dan peralatan adalah bahwa pembumian sistem melibatkan konduktor sirkuit pembumian yang membawa arus dalam operasi normal, di mana pembumian peralatan melibatkan pembumian semua

BAB

11

SUB STATION

Setelah anda mempelajari bab ini, Anda seharusnya dapat:

1. Memahami berbagai macam transformator.
2. Memberikan gambaran umum tentang circuit breaker.
3. Memahami Disconnecting switch (DS), Lightning Arrester (LA), Relai Proteksi,
4. Memahami lokasi substation dan Skema Bus.

A. Layout Tipe Sub-Station

Substansi adalah bagian penting dari pembangkit listrik, transmisi, dan sistem distribusi. Gardu mengubah tegangan dari tinggi ke rendah atau dari rendah ke tinggi seperlunya. Gardu juga mengirimkan daya listrik dari pembangkit ke pusat konsumsi. Tenaga listrik dapat mengalir melalui beberapa gardu antara pembangkit dan konsumen, dan tegangan mungkin diubah dalam beberapa langkah. Substitusi secara umum dapat dibagi menjadi tiga jenis utama:

1. Gardu transmisi mengintegrasikan jalur transmisi ke jaringan dengan banyak interkoneksi paralel sehingga daya dapat mengalir dengan bebas dalam jarak jauh dari generator apa pun ke konsumen mana pun. Jaringan transmisi ini sering disebut sistem tenaga massal. Biasanya, saluran transmisi beroperasi pada tegangan di atas 132 kV. Gardu transmisi sering kali mencakup transformasi dari satu level tegangan transmisi ke yang lain.

BAB

12

FLEKSIBILITAS TRANSMISI SISTEM AC

Setelah anda mempelajari bab ini, Anda seharusnya dapat:

1. Memahami berbagai macam kompensasi saluran.
2. Memahami komparator VAR statis.
3. Memahami TCSC, STATCOM, SSSC, UPFC,
4. Memahami perbandingan SVC dan STATCOM.

A. Perbandingan sistem transmisi AC dan DC

Sebuah evaluasi biaya, pertimbangan teknis, dan keandalan sistem transmisi dari pilihan pada perencanaan transmisi antara transmisi AC dan DC.

1. Evaluasi Biaya Transmisi

Biaya saluran transmisi terdiri dari belanja modal yang dibutuhkan untuk infrastruktur fisik (seperti *right-of-way* (RoW), menara, konduktor, isolator, dan peralatan terminal) serta biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan operasional (yaitu kerugian). Saluran DC dapat mengalirkan daya dengan dua konduktor (dengan polaritas positif/negatif sehubungan dengan ground) sebanyak saluran AC dengan tiga konduktor dengan ukuran yang sama, dengan asumsi kebutuhan insulasi yang sebanding untuk tingkat tegangan puncak untuk saluran AC dan DC. Oleh karena itu, saluran DC memerlukan RoW yang lebih kecil untuk tingkat daya tertentu, menara yang lebih sederhana dan lebih murah, serta biaya konduktor dan isolator yang lebih rendah. Gambar

DAFTAR PUSTAKA

- Das., Debrapriya. *Electrical Power Systems. New Age International Publishers.* new Delhi: New Age International (P) Llimited, Publishing, 2006.
- Debapriya, Das. *Electrical Power Systems. New Age International Publishers.* 1st ed. Vol. 1. New Delhi: New Age International (P) Limited, Publishers, 2006.
- El-Hawary, Mohamed E. *Electrical Power System Design and Analysis.* New York: IEEE Press, 1995.
- Hawary, Mohamed E. El. *Electrical Power Systems.* New York: Willey-Interscience, 1995.
- J. Duncan Glover, Mulukutla S. Sarma, Thomas j. Overbye. *Power System Analysis and Design.* Fifth Edit. United States of America: Cengage Learning, 2012.
- Kothari, DP., and I J. Nagrath. *Modern Power Systems Analysis. Electrical Power Systems Technology.* Sixteenth. New Delhi: Tata Mc Graw Hill Education Private Limite, 2009.
- Nasar, Syed A. "Schaum's Outlines - Electric Power Systems.Pdf." New York: MCGraw-Hill, 1990.
- Pendidikan, Unit, dan Pelatihan. *Materi Pendidikan Dan Pelatihan Program D1 OPHAR GI & Transmisi PT PLN (PERSERO), Grounding Sistem,* 2007.
- Products, Preformed Line. *Aeolian Vibration Basics. Preformed Line Products Report,* 2013.
http://www.preformed.com/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=1276:aeolian-vibration-book-en-ml-1007-4&id=84:other-catalogs&Itemid=369.
- Purnomo, Hery. *Analisis Sistem Daya.* Malang: Universitas Brawijaya, 2016.

- Sivanagaraju, S, and S Satyanarayana. *Electric Power Transmission and Distribution Systems*. Pearson Education. New Delhi: Pearson India, 2013.
- Vijay K., Sood. *HVDC and FACTS Applications of Static Converters in Power Systems*. *HVDC and FACTS Controllers*. New York: Kluwer Academic Publishers, 2004.
- — —. *HVDC and FACTS Controllers Applications of Static Converters in Power Systems*. *Kluwer Online*. New York: Kluwer Academic Publishers, 2004.
- Wadhwa, C L. "Electrical Power Systems C L WADHWA New Academic Science." *New Academic Science Limited* 1 (2012): 979.
- William D. Stevenson, JR. "Elements of Power System Analysis." *Journal of the Franklin Institute*. New York: McGraw Hill Publishing Company, 1976.
- Zhang, Xiao-ping, Christian Rehtanz, and Bikash Pal. *Flexible AC Transmission Systems: Modelling and Control (Power Systems)*. New York: Springer, 2006.

INDEKS

A

Aluminium, 15, 17

B

Bundle, iv, x, 34, 41, 42

Busur, vii, 12, 148

C

Coil, vii, 141, 148

Compensator, 186, 193

D

Dielektrik, vi, 104, 111

Distribusi, i, v, vi, vii, xii, xiii, xvi, 9, 10, 80, 85, 102, 115, 116, 117, 119, 128, 131, 136, 167

F

Fluks, iv, 17, 24

Frekuensi, 104

G

Getaran, 88, 98

Grading, vi, xii, 108, 110, 112

I

Induktansi, iii, iv, 19, 21, 23, 25, 26, 28, 30, 33, 34, 113

Induktif, i

Insulasi, 103, 106, 108

K

Kapasitansi, iv, vi, 37, 38, 39, 41, 45, 80, 82, 105, 106, 107, 108

Keandalan, 136, 179

Konduktor, iv, vi, viii, x, xi, xvi, 15, 16, 20, 22, 24, 25, 26, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 88, 90, 91, 93, 112, 170

N

Nuklir, 5

P

Pembangkit, iii, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9

Pentanahan, vii, viii, xii, xiii, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 158, 159, 160, 161, 163

Phasa, iv, 30, 39, 73, 104, 142

R

Resistansi, 16, 17, 18, 48, 49, 74, 145, 147

T

Thyristor, xv, 186, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 198

LAMPIRAN

Tabel Aluminum Conductors, Steel Reinforced (ACSR)

Code word	Size, Memil	Stranding aluminum/steel	Outside diameter, in	Resistance		GMR, ft	Phase-to-neutral, 60 Hz, reactance at 1-ft spacing	
				DC, Ω /1000 ft at 20°C	AC, 60 Hz, Ω /mi at 25°C		Inductive Ω /mi, X_L	Capacitive Ω /mi, X_C
Waxwing	266.8	18/1	0.609	0.0646	0.3448	0.0198	0.476	0.1090
Partridge	266.8	2/76	0.642	0.0640	0.3452	0.0217	0.465	0.1074
Ostrich	300	26/7	0.680	0.0569	0.3070	0.0229	0.458	0.1057
Merlin	336.4	18/1	0.684	0.0512	0.2767	0.0222	0.462	0.1055
Linnet	336.4	26/7	0.721	0.0507	0.2737	0.0243	0.451	0.1040
Oriole	336.4	30/7	0.741	0.0504	0.2719	0.0255	0.445	0.1032
Chickadee	397.5	18/1	0.743	0.0433	0.2342	0.0241	0.452	0.1031
Ibis	397.5	26/7	0.783	0.0430	0.2323	0.0264	0.441	0.1015
Lark	397.5	30/7	0.806	0.0427	0.2306	0.0277	0.435	0.1007
Pelican	477	18/1	0.814	0.0361	0.1947	0.0264	0.441	0.1004
Flicker	477	24/7	0.846	0.0359	0.1943	0.0284	0.432	0.0992
Hawk	477	26/7	0.858	0.0357	0.1931	0.0289	0.430	0.0988
Hen	477	30/7	0.883	0.0355	0.1919	0.0304	0.424	0.0980
Osprey	556.5	18/1	0.879	0.0309	0.1679	0.0284	0.432	0.0981
Parakeet	556.5	24/7	0.914	0.0308	0.1669	0.0306	0.423	0.0969
Dove	556.5	26/7	0.927	0.0307	0.1663	0.0314	0.420	0.0965
Eagle	556.5	30/7	0.953	0.0305	0.1651	0.0327	0.415	0.0957
Peacock	605	24/7	0.953	0.0283	0.1536	0.0319	0.418	0.0957
Squab	605	26/7	0.966	0.0282	0.1529	0.0327	0.415	0.0953
Teal	605	30/19	0.994	0.0280	0.1517	0.0341	0.410	0.0944
Rook	636	24/7	0.977	0.0269	0.1461	0.0327	0.415	0.0950
Grosbeak	636	26/7	0.990	0.0268	0.1454	0.0335	0.412	0.0946
Eret	636	30/19	1.019	0.0267	0.1447	0.0352	0.406	0.0937
Flamingo	666.6	24/7	1.000	0.0257	0.1397	0.0335	0.412	0.0943
Crow	715.5	54/7	1.051	0.0240	0.1304	0.0349	0.407	0.0932
Starling	715.5	26/7	1.081	0.0238	0.1294	0.0355	0.405	0.0948
Redwing	715.5	30/19	1.092	0.0237	0.1287	0.0373	0.399	0.0920

TENTANG PENULIS



Dwi Ajiatmo, lahir Tegal tahun 1972, Jawa Tengah. Dosen Tetap di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Darul Ulum (Undar). Penulis S1 Program Studi Teknik Elektro FT-Undar - Jombang, Jawa Timur 1996, S2 di Program Studi Teknik Elektro FT-UGM, Yogyakarta 2004, S3 di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Elektro, Informatika Cerdas - ITS - Surabaya 2021. Bidang yang ditekuni Kendaraan Listrik, Power Sistem, Renewable Energy, Artificial Intelligence dan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Jabatan yang pernah disandang, Manager Operasional PT. DIAN SAKTI ANHARIN General Supplier, Distributor & Contractor 2004 - 2016. Ketua Jurusan Teknik Elektro 2006-2008, Pembantu Dekan I Bidang Akademik Fakultas Teknik 2009-2010, Kepala Biro Bidang Akademik 2010 - 2021, Tim order Tes Drive Mobil Listrik Surya Wangsa 2 Laboratorium PSOC ITS - Surabaya dengan SMK Muhammadiyah 7 Gondang legi Malang, dari Jakarta sampai Malang tahun 2014, Kepala Perpustakaan Pusat Universitas Darul Ulum - Jombang 2021- Sekarang.

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202343575, 10 Juni 2023

Pencipta
Nama : Dr. Dwi Ajiatno, ST., MT.
Alamat : Perum Graha Yasmin II Blok F-4 RT/RW: 011/004 Kepuhkembang,
Peterongan, Jombang, Jawa Timur, Jombang, Jawa Timur, 61481
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta
Nama : Dr. Dwi Ajiatno, ST., MT.
Alamat : Perum Graha Yasmin II Blok F-4 RT/RW: 011/004 Kepuhkembang,
Peterongan, Jombang, Jawa Timur, Jombang, Jawa Timur, 61481
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : Buku
Judul Ciptaan : **Transmisi Dan Distribusi Tenaga Listrik**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali
di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 9 Juni 2023, di Purbalingga
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh
puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1
Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000476503

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri



Anggoro Dasananto
NIP. 196412081991031002

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.