



PEMILIHAN UKURAN PENGHANTAR UNTUK MENGHINDARI KORONA PADA SALURAN TRANSMISI UDARA TEGANGAN TINGGI

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

O l e h :

RAHMAT EFENDI NASUTION

NIM : 98 812 0062



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

MEDAN

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2004

PEMILIHAN UKURAN PENGHANTAR UNTUK MENGHINDARI KORONA PADA SALURAN TRANSMISI UDARA TEGANGAN TINGGI

TUGAS AKHIR

Oleh :

RAHMAT EFENDI NASUTION
NIM : 98 812 0062

Pembimbing I,



(Ir. Marlan Swandana)

Pembimbing II,



(Ir. Rina Anugrahwati, MT)

Mengetahui :



Dekan



(Drs. Dadan Ramdan, M. Eng, Sc)

Ka. Program Studi,



(Ir. Yance Syarif)

P E R S E M B A H A N

Ayah.....Ibu.....

*Begitu besar pengorbananmu, jerih payahmu untuk memperjuangkanku
Air mata tertahan demi putra-putrimu*

Senyum kedamaian diwajahmu, memberikan semangat padaku tuk terus maju

Aku belum sanggup membalas budi baikmu

*Hanya do'a yang mengalir tanpa henti memohon untuk keselamatan dan
kesehatan kalian berdua*

Semoga Allah selalu memperkenankan pinta hambanya

Sebuah maha karya memberikan kebanggaan

Seuntai senyum kebahagiaan buat orang-orang tercinta

Kupersembahkan karya ini

Sebagai tanda bakti dan cintaku pada ayah.. ibu..

Tiap tetes keringatmu takkan jadi penghalangku tuk putus asa

Tiap tetes air matamu kan jadi pendorongku tuk terus maju

Tiap doamu kan jadi penuntunku

Dan tiap ijinmu menjadi surga bagiku

Semoga ananda selalu bisa membahagiakan

Ayahanda dan Ibunda

Dunia dan akhirat....amin

Kupersembahkan kepada :

- 1. Ayahanda dan Ibunda tercinta*
- 2. Kakak dan Adikku tercinta*
- 3. Seluruh Keluarga*
- 4. Seseorang yang telah banyak memberikan dukungan dan bantuan lainnya baik langsung maupun tidak langsung*



RINGKASAN

Penggunaan tegangan tinggi akan menimbulkan beberapa persoalan baru disamping keuntungan-keuntungan yang ada, salah satu diantara persoalan tersebut adalah korona. Korona terjadi akibat ionisasi dalam udara, yaitu bila gradien tegangan dipermukaan penghantar melebihi breakdown strength (kekuatan bertahan) dimana tempat lain belum terjadi. Selain menimbulkan bunyi desis berwarna biru, juga menyebabkan radio interference (gangguan radio), ozon, dan rugi-rugi daya. Pada saluran transmisi udara EHV (Extra High Voltage) dan UHV (Ultra High Voltage) penghantar yang sering dipakai adalah jenis ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced) karena dapat mengurangi gejala korona, mempunyai kapasitansi yang lebih besar dan lebih kecil.

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahim

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT serta shalawat dan salam kepada Rasul-Nya karena dengan rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang sederhana ini dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna baik isi maupun bahasanya. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan tugas akhir ini.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini penulis telah banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya dengan tulus kepada:

1. Bapak Drs. Dadan Ramdan, M. Eng Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Bapak Ir. Yance Syarif, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Marlan Swandana, selaku Pembimbing I dalam Tugas Akhir ini yang telah meluangkan waktu serta pikiran demi selesainya Tugas Akhir ini.
4. Ibu Ir. Rina Anugrawaty, MT, selaku Pembimbing II dalam Tugas Akhir ini yang telah banyak memberikan pengarahan dan bantuan lainnya demi selesainya Tugas Akhir ini.

5. Bapak Ir. Zulkifli Bahri, selaku dosen wali penulis selama menempuh pendidikan.
6. Seluruh Staf dan Karyawan Universitas Medan Area.
7. Ayahanda dan Ibunda tercinta atas do'a restu dan pengorbanan selama penulis menempuh pendidikan.
8. Rekan-rekan Stambuk '98' Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.
9. Seseorang yang telah banyak memberikan dorongan moral dan bantuan lainnya baik langsung maupun tidak langsung selama penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bermamfaat bagi pembaca maupun penulis sendiri.

Medan, April 2004
Penulis

Rahmat Efendi Nasution
NIM : 98812006

DAFTAR ISI

		Halaman
RINGKASAN		
KATA PENGANTAR		i
DAFTAR ISI		iii
DAFTAR GAMBAR		vi
DAFTAR TABEL		viii
DAFTAR ISTILAH		ix
BAB I	PENDAHULUAN	
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Tujuan Penulisan	2
1.3	Batasan Masalah	2
1.4	Metode Pembahasan	2
1.5	Sistematika Pembahasan	2
BAB II	KORONA	
2.1	Terjadinya Korona	4
	2.1.1 Mekanisme Pelepasan Udara dan Gas	4
	2.1.2 Proses Banjiran Elektron (Avalanched) Townsend	8
	2.1.3 Korona Arus Searah	8
	2.1.3a Proses Korona Negatif	9
	2.1.3b Proses Korona Positif	9
	2.1.4 Korona Arus Bolak – balik	10
2.2	Faktor Yang Mempengaruhi Rugi Daya Korona	11

2.2.1	Faktor Listrik	11
2.2.2	Faktor Cuaca Disekitar Penghantar	12
2.2.3	Faktor Dari Penghantar	13
2.3	Pengaruh Korona Terhadap Tegangan Lebih	14
2.4	Pengaruh Korona Pada Gelombang Berjalan	17
2.5	Gejala Dan Efek Korona	19
2.5.1	Dampak Lingkungan Akibat Proses Korona	20
2.5.2	Tegangan Kritis untuk Gejala Korona	20
2.5.3	Hilang Daya Korona	21
2.6	Radius Efektif Penghantar Tanah Dan Penghantar Fasa Dengan Korona	23
2.6.1	Radius Efektif Penghantar Tanah Dengan Korona	23
2.6.2	Radius Efektif (H_c) Kawat Berkas Dengan Korona ..	25
 BAB III PENGHANTAR BERKAS (BUNDLED) PADA		
SALURAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI		
3.1	Jenis – Jenis Penghantar	28
3.1.1	Klasifikasi Penghantar Menurut Konstruksinya	29
3.1.2	Klasifikasi Penghantar Menurut Bahannya	30
3.1.3	Sifat – Sifat Penghantar Logam	32
3.2	Konfigurasi Penghantar Berkas dan GMR Penghantar Berkas	33
3.2.1	Macam Konfigurasi Penghantar Berkas	33
3.2.2	Geometric Mean Radius (GMR) Dari Penghantar Berkas.....	36

3.3	Kapasitas Penyaluran Arus Dari Konduktor	40
3.4	Resistansi dan Skin Effect (Efek Kulit).....	40
3.4.1	Resistansi.....	40
3.4.2	Skin Effect (Efek Kulit).....	42
3.5	Induktansi Dari Penghantar Berkas.....	43
3.6	Kapasitansi Dari Penghantar Berkas.....	46
BAB IV	PERHITUNGAN DAN ANALISA	
4.1	Pemakaian Penghantar	48
4.2	Desain Saluran Udara Untuk Daya	49
4.2.1	Faktor – Faktor Desain	49
4.2.2	Pemilihan Tegangan.....	49
4.2.3	Pemilihan Ukuran Penghantar	50
4.2.4	Jarak Penghantar	50
4.2.5	Suhu Kerja Yang Diiijinkan.....	51
4.3	Menentukan Tegangan Korona Mulai Muncul Pada Penghantar Berkas.....	52
4.4	Menentukan Hilang Daya Korona Pada Penghantar Berkas.....	59
BAB V	KESIMPULAN	
5.1	Kesimpulan	61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mekanisme Kegagalan (Pelepasan) Udara/Gas	7
Gambar 2.2	Perbandingan Antara Rugi-Rugi Korona Dan Gangguan Komunikasi	13
Gambar 2.3	Distorsi Untuk Beberapa Muka, Puncak Dan Jarak Perjalanan Gelombang	17
Gambar 2.4	Pengaruh Korona Pada Distorsi Gelombang	18
Gambar 2.5	Studi Korona Pada Penghantarberkas Empat.....	22
Gambar 2.6	Studi Korona Pada Penghantar Berkas Tiga	23
Gambar 2.7	Lengkungan Tegangan Waktu Untuk Lompatan Api Dari Isolator.....	25
Gambar 2.8	Diameter Perkiraan Dari Selubung Koronasekeliling Penghantar	27
Gambar 3.1	Jarak Berkas S Dengan Radius R.....	33
Gambar 3.2	Penghantar Berkas Dua	34
Gambar 3.3	Penghantar Berkas Tiga	34
Gambar 3.4	Penghantar Berkas Empat	35
Gambar 3.5	Penghantar Berkas Delapan	35
Gambar 3.6a	Penghantar Berkas Dua Saluran Tunggal Tiga Fasa.....	36
Gambar 3.6b	Penghantar Berkas Tiga Saluran Tunggal Tiga Fasa	36
Gambar 3.6c	Penghantar Berkas Empat Saluran Tunggal Tiga Fasa	37
Gambar 3.7	Resistansi Penghantar Logam Sebagai Fungsi Suhu.....	41
Gambar 3.8	Penampang Melintang Suatu Penghantar Yang Berbentuk Silinder.....	42

Gambar 3.9 Saluran Tunggal Tiga Fasa Dengan Jarak Pemisah (D) Simetris.....	43
Gambar 3.10 Saluran Tunggal Tiga Fasa Dengan Jarak Pemisah Fasa (D) Tidak Sama (Tidak Simetris)	44
Gambar 3.11 Saluran Ganda (Pararel) Tiga Fasa Pada Penghantar Berkas.....	45
Gambar 4.1 Penghantar Berkas Dua Saluran Tunggal Tiga Fasa.....	52
Gambar 4.2 Penghantar Berkas Empat Saluran Tunggal Tiga Fasa	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat-sifat fisik penghantar tanpa isolasi.....	31
Tabel 4.1 Jarak penghantar yang dianjurkan.....	51

DAFTAR ISTILAH

Avalanche.....	Banjiran elektron
Annealing.....	Pelembekan
Alumunium Alloy	Campuran alumunium
Breakdown strenght	Kekuatan bertahan
Brush discharge.....	Tembus kilat
Black flashover.....	Lompatan bunga api
Bare	Penghantar tanpa isolasi
Coupling.....	Ikatan
Corona envelope.....	Amplop korona
Discharge.....	Pelepasan
Glow	Kilap
Hard down.....	Tembag tarikan
Handle	Ditangani
Inphase current.....	Arus sefasa
Mutual shielding effect	Efek perisai bersama
Power losses	Daya hilang
Streamer	Kanal-kanal
Spots.....	Bintik-bintik
Sea level	Permukaan laut
Sistem performance.....	Prestasi sistem
Smelting	Peleburan
Tensile Strenght	Kuat tarik

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penerapan tegangan tinggi perlu digunakan mengingat daya yang disalurkan cukup besar dan jarak penyalurannya cukup jauh. Pada negara – negara maju seperti Amerika, Eropa, penggunaan tegangan transmisi sudah mencapai 765, 1100, 1500 KV. Sedangkan di Indonesia baru 150 dan 500 KV. Dalam mempergunakan tegangan tinggi akan menimbulkan beberapa persoalan baru disamping keuntungan-keuntungan yang ada. Persoalan-persoalan ini sudah dijumpai pada tegangan yang lebih rendah, tetapi sekarang akan menjadi lebih terasa apabila tegangan tersebut sudah mencapai tegangan yang sangat tinggi. Selain menimbulkan gangguan radio, televisi, dan lain-lain yang menjadikan transmisi menjadi tegangan yang tidak baik bagi masyarakat sekitarnya, karena terjadi ionisasi dalam udara yaitu adanya kehilangan elektron-elektron dan ion dari molekul udara, maka apabila disekitarnya terdapat gradien tegangan atau medan listrik, elektron-elektron bebas ini akan mengalami gangguan yang mempercepat gerakannya, oleh karena itu terjadi tubrukan molekul-molekul lain akibatnya timbul ion – ion baru dan elektron baru. Proses ini berjalan terus menerus dan jumlah elektron serta ion akan berlipat ganda. Bila gradien tegangan atau medan listrik cukup besar maka peristiwa ini disebut korona. Semua gangguan akibat adanya gejala korona pada umumnya dapat diatasi dengan membuat perencanaan (design) yang sesuai, meliputi penempatan penghantar pada jarak yang tepat serta penentuan yang sesuai dari jumlah, ukuran dan jarak dari suatu penghantar. Perencanaan-perencanaan tersebut dapat dibuat dengan

memilih ukuran penghantar, yang sesuai serta penggunaan penghantar berkas untuk setiap phasanya.

1.2 Tujuan Penulisan

1. Untuk mengetahui proses terjadinya korona.
2. Untuk mengetahui jenis dan sifat penghantar berkas yang digunakan pada saluran transmisi udara
3. Untuk mengetahui besarnya kehilangan daya korona yang terjadi pada penghantar berkas .
4. Untuk mengetahui bagaimana menghitung mulai munculnya korona.

1.3 Batasan Masalah

Agar sesuai dengan tujuan yang akan dicapai, maka perlu dilakukan pembatasan ruang lingkup permasalahan. Adapun batasan masalah tugas akhir ini adalah mulai dari proses terjadinya korona serta faktor yang mempengaruhinya, jenis penghantar pada saluran transmisi tegangan tinggi, besarnya kehilangan daya korona yang terjadi pada penghantar berkas beserta penggunaan penghantar berkas dalam menghindari korona.

1.4 Metode Pembahasan

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data Tugas Akhir ini adalah :

- Studi literatur
- Bimbingan tugas akhir ke Dosen pembimbing I dan II

1.5 Sistematika Pembahasan

Untuk memudahkan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis terlebih dahulu membuat outline (Sistematika) yang dijelaskan dalam 5 Bab dan setiap Bab terdiri dari beberapa sub bab. Secara sistematis diuraikan sebagai berikut :

DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar Artono. 1980 "*Teknik Tegangan Tinggi*" Cetakan keempat, Penerbit Pradanya Paramita, Jakarta.
2. Arismunandar A, DR, Kuwahara S, DR "*Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik*" Jilid II.
3. Arismunandar A, DR, PROF. 1983 "*Teknik Tegangan Tinggi Suplemen*" Cetakan Pertama, Penerbit Ghalia Indonesia, Jakarta Timur.
4. Hadi Abdul, Ir. 1986 "*Sistem Distribusi Daya Listrik*" Terjemahan Pabla A. S. Penerbit Erlangga, Jakarta.
5. Hutaeruk T. S, Ir, MEE. 1989 "*Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja*" Penerbit Erlangga, Jakarta.
6. Hutaeruk T. S, Ir, Msc. 1985 "*Transmisi Daya Listrik*" Penerbit Erlangga, Jakarta.
7. Hermagasantos, Ir, Msc, "*Teknik Tegangan Tinggi dan Pegangan untuk Laboratorium*" Cetakan Pertama, Penerbit PT. Rosda Jaya Putra, Jakarta.
8. Idris Kamal, Ir. 1994 "*Analisa Sistem Tenaga Listrik*" Terjemahan William D. Stevenson Jr, Edisi Empat, Penerbit Erlangga Jakarta.
9. "*Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi, Diktat Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara (USU)*" 1995 Medan.
10. L. Weeks "*Transmission and Distribution of Electrical Energy*" New York, The Mapla Company.

Penghantar ACSRS IS: 398-1976

PENGHANTAR SIFAT-SIFAT LISTRIK YANG DIPUNYAI SIFAT-SIFAT MEKANIS YANG DIPUNYAI

Nama kode	Luas tembaga nominal (mm ²)	Luas ekuivalen aluminium (perhitungan) mm ²	Tahanan pada 20°C bila berat sesuai standar (perhitungan) ohm/km	Kemampuan an mem- bawa arus (A)		Sifat dan diameter kuasi (mm)		Dia- meter	Luas pen- gantar	Luas pen- gantar	Jum- lah	Berat (t) kg/km	Beja	Kuat maks- mum kg	Koefisien ekspansi linear (hitung- an) tiap °C X 10 ⁻⁶	Modulus kelen- tilan akhir (hitung- an) kg/cm ² X 10 ⁶	
				Suhu sekitar 40°C	Suhu sekitar 45°C	Aluminium	Baja										mm
Mole	65	10.47	2.71960	—	—	6	1.50	1	1.50	4.50	12.37	43	39	14	407	18.99	0.809
Squirrel	13	20.71	1.37400	15	107	6	2.11	1	2.11	6.33	24.48	85	53	27	771	18.99	0.809
Gopher	16	25.91	1.09800	153	133	6	2.36	1	2.36	7.08	30.62	105	72	34	952	18.99	0.809
Weasel	20	31.21	0.91160	150	139	6	2.59	1	2.59	7.77	36.88	128	87	41	1136	18.99	0.809
Ferrret	25	41.87	0.67950	181	168	6	3.00	1	3.00	9.00	49.48	171	116	55	1503	18.99	0.809
Rabbit	30	52.21	0.54490	202	193	6	3.25	1	3.25	10.05	61.70	214	145	69	1860	18.99	0.809
Mink	40	62.32	0.45650	234	217	6	3.65	1	3.65	10.98	73.65	255	173	82	2207	18.99	0.809
Horse	42	71.58	0.39770	—	—	12	2.79	7	2.79	13.95	116.20	542	204	335	6108	15.30	1.070
Paraver	45	74.07	0.38410	261	242	6	3.99	1	3.99	11.97	87.55	303	205	98	2613	18.99	0.809
Reconon	48	77.83	0.36560	270	250	6	4.09	1	4.09	12.27	91.97	318	215	103	2746	18.99	0.809
Otter	50	82.85	0.34310	281	260	6	4.22	1	4.22	12.66	97.91	339	230	109	2923	18.99	0.809
Cat	55	94.21	0.30200	305	283	6	4.50	1	4.50	13.50	111.30	385	261	124	3324	18.99	0.809
Dog	65	103.60	0.27450	324	300	6	4.72	7	1.57	14.16	118.50	394	288	106	3299	19.53	0.735
Leopard	80	129.70	0.21930	375	348	5	5.28	7	1.76	15.64	148.40	493	360	133	4137	19.53	0.735
Coyote	80	128.50	0.22140	375	348	6	2.54	7	1.59	15.86	151.60	521	365	156	4638	18.99	0.773
Tiger	80	123.10	0.22210	382	354	30	2.36	7	2.36	16.52	161.20	604	363	241	5758	17.73	0.787
Wolf	95	154.30	0.18440	430	398	30	2.59	7	2.59	18.13	193.00	727	436	291	6880	17.73	0.787
Lynx	110	179.00	0.15890	475	440	30	2.79	7	2.79	19.53	226.20	844	506	338	7950	17.73	0.787
Panther	130	207.00	0.13750	520	482	30	3.60	7	3.00	21.00	261.60	976	585	390	9127	17.73	0.787
Lion	140	232.50	0.12230	535	515	30	3.18	7	3.18	22.26	293.90	1097	659	438	10210	17.73	0.787
Bear	160	258.10	0.11070	595	552	30	3.35	7	3.35	23.45	326.10	1219	734	485	11310	17.73	0.787
Goat	185	316.50	0.08989	680	630	30	3.71	7	3.71	25.97	400.00	1492	896	596	13780	17.73	0.787
Sheep	225	365.10	0.07771	745	690	30	3.99	7	3.99	27.93	462.60	1726	1036	690	15910	17.73	0.789
Kudakah	250	394.40	0.07454	—	—	42	3.50	7	1.54	26.82	424.80	1282	1120	162	9002	21.42	0.646
Deer	260	419.30	0.06786	506	74	30	4.27	7	4.27	29.89	529.80	1977	1188	789	18230	17.73	0.787
Zebra	260	418.60	0.06800	795	736	34	3.18	7	3.18	28.62	484.50	1623	1185	438	13316	19.35	0.685
Elk	300	465.70	0.06110	560	796	30	4.50	7	4.50	31.30	588.40	2196	1320	876	20240	17.73	0.787
Camel	300	464.50	0.06125	—	—	34	3.35	7	3.35	30.15	537.70	1504	1318	486	14750	19.35	0.686
Moose	325	515.70	0.05517	900	835	54	3.53	7	3.53	31.77	597.60	2002	1445	539	16230	19.53	0.686
Muskulla	330	549.20	0.05162	—	—	42	4.13	7	2.30	31.68	591.70	1790	1564	225	12236	21.42	0.646
Sparrow	70	31.16	0.85780	—	—	6	2.67	1	2.67	8.01	39.22	135	92	43	1208	18.99	0.809
Fox	22	36.21	0.78570	165	135	6	2.79	1	2.79	8.37	42.92	149	101	44	1313	18.99	0.809
Gricee	49	78.56	0.35200	—	—	12	2.92	7	2.92	14.60	127.20	590	224	366	6664	15.30	1.070
Lark	135	195.10	0.14510	—	—	30	2.92	7	2.92	20.44	247.50	922	556	366	8659	17.73	0.787