



**ANALISIS PERBANDINGAN NILAI TEGANGAN TEMBUS  
DIELEKTRIK UDARA PADA PENGKONDISIAN HUJAN  
MENGUNAKAN BERBAGAI BENTUK ELEKTRODA  
DENGAN TEGANGAN TINGGI DC**

**SKRIPSI**

**Oleh**

Zaky Noerahman  
NIM 071910201044

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**ANALISIS PERBANDINGAN NILAI TEGANGAN TEMBUS  
DIELEKTRIK UDARA PADA PENGKONDISIAN HUJAN  
MENGUNAKAN BERBAGAI BENTUK ELEKTRODA  
DENGAN TEGANGAN TINGGI DC**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

**Oleh**

Zaky Noerahman  
NIM 071910201044

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT atas pertolongan, petunjuk serta berkah rahmat – Nya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Junjunganku Nabi Muhammad SAW atas ajaran ,syafaat dan cintanya kepada umatnya;
2. Ibunda Zubaidah dan Ayahanda Suparlan tercinta, yang telah mendoakan dan memberi kasih sayang serta pengorbanan dan dorongan semangat selama ini;
3. Dik Bety Fidaria yang sudah mendukung dengan doa dan kesabaran serta menghibur dikala duka;
4. Sahabatku R. Nur Cahyo Adi Putro yang juga telah memberikan dorongan motivasi dan doanya;
5. Keluarga di Surabaya terkhusus untuk Mas Lukman yang sudah membantu dalam segala hal yang saya butuhkan saat di Surabaya;
6. Sahabat – sahabatku arek LODOYO, Andik, Dedy , Alvian, dan Anang terimakasih atas dorongan dan senyuman yang menjadi semangatku dan senantiasa mewarnai hari – hariku serta arek “TETRO ‘07” semuanya terimakasih atas kenangan indah kita bersama;
7. Guru - guruku sejak taman kanak - kanak sampai perguruan tinggi, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
8. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Terjemahan Surat Al-Mujaddilah Ayat 11) \*

Aku (Allah) dekat, bahkan lebih dekat dari urat nadi di lehermu

(Hadist Qudsi)

Tembaklah anak panahmu (mimpimu) setinggi langit, meskipun kau tau tidak mungkin mengenainya tapi setidaknya mimpimu lebih tinggi dari pada anak panah

(mimpi) yang ditembak sejajar dengan pandanganmu

(by THE ESQ WAY 165)

\* Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Zaky Noerahman

NIM : 071910201044

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul “*Analisis Perbandingan Tegangan Tembus Dielektrik Udara pada Pengkondisian Hujan Menggunakan Berbagai Bentuk Elektroda dengan Tegangan Tinggi DC*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan itu tidak benar.

Jember, 31 Januari 2012

Yang menyatakan,

Zaky Noerahman  
NIM 071910201044

**SKRIPSI**

**ANALISIS PERBANDINGAN NILAI TEGANGAN TEMBUS DIELEKTRIK  
UDARA PADA PENGKONDISIAN HUJAN MENGGUNAKAN  
BERBAGAI BENTUK ELEKTRODA DENGAN  
TEGANGAN TINGGI DC**

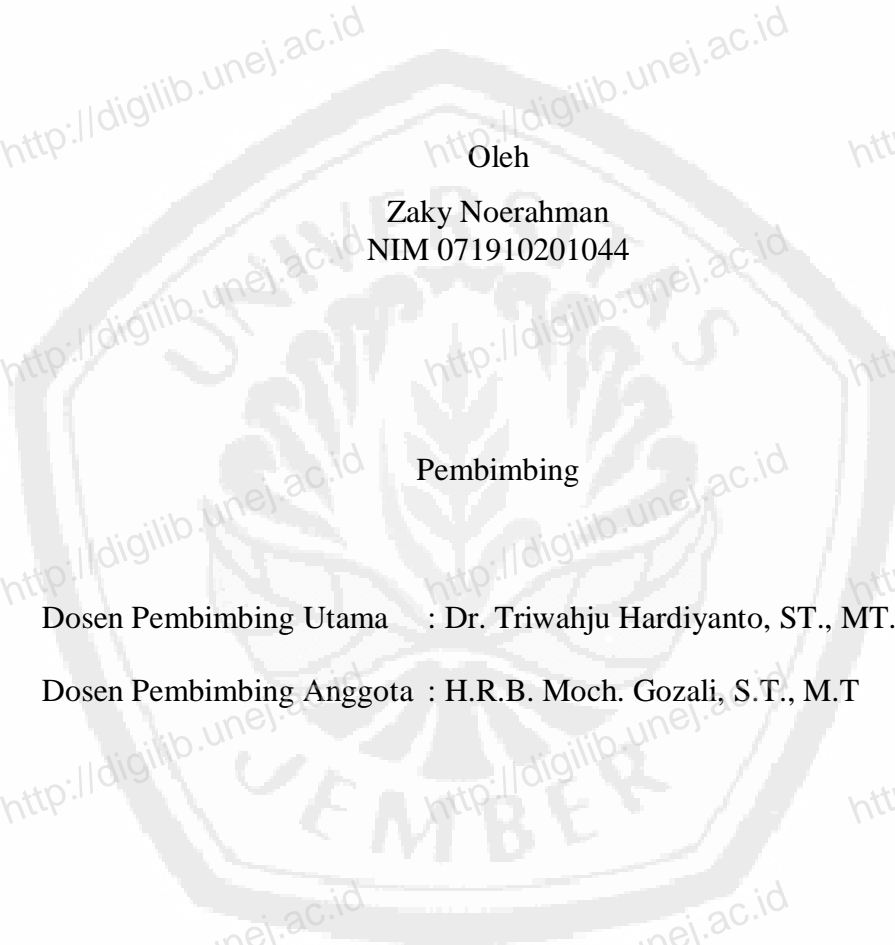
Oleh

Zaky Noerahman  
NIM 071910201044

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Triwahju Hardiyanto, ST., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : H.R.B. Moch. Gozali, S.T., M.T



## PENGESAHAN

Karya ilmiah Skripsi yang berjudul “*Analisis Perbandingan Tegangan Tembus Dielektrik Udara pada Pengkondisian Hujan Menggunakan Berbagai Bentuk Elektroda dengan Tegangan Tinggi DC*”, telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Triwahju Hardianto, ST.,MT  
NIP. 19700826 199702 1 001

H.R.B. Moch. Gozali, S.T., M.T  
NIP. 19690608 199903 1 002

Penguji:

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T.  
NIP. 19710614 199702 1 001

Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T.  
NIP. 19800610 200501 1 003

Mengesahkan:

Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP. 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

**Analisis Perbandingan Nilai Tegangan Tembus Dielektrik Udara pada Pengkondisian Hujan Menggunakan Berbagai Bentuk Elektroda dengan Tegangan Tinggi DC;** Zaky Noerahman, 071910201044; 2007: 63 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Paper ini menjelaskan tentang tegangan tembus pada dielektrik udara dengan adanya pengaruh hujan. Pengujian ini berdasarkan dari keadaan nyata bahwa hujan di alam sebenarnya terutama di Indonesia hanya terdapat hujan air. Hujan tersebut dapat memberikan gangguan pada saluran transmisi tenaga listrik. Gangguan yang terjadi dapat merugikan pihak penyalur sehingga dari keadaan seperti itu maka dilakukan penelitian terhadap tegangan tembus yang dipengaruhi oleh hujan tersebut. Penelitian ini nantinya diharapkan bisa menjadi acuan penerapan alat – alat distribusi tegangan tinggi khususnya tegangan tinggi dc.

Pengujian dilakukan dengan melakukan simulasi hujan yang terdiri dari berbagai alat pendukung pembuatan simulasi hujan. Hujan tersebut akan disiramkan ke elektroda yang terdiri dari berbagai macam bentuk. Bentuk elektroda yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan bentuk kerucut, bidang dan setengah bola. Penempatan elektroda dipasang secara berhadapan horizontal dengan penentuan jarak sela yang berbeda. Saat pengujiannya, elektroda yang sedang dihujani itu diberi tegangan tinggi dc secara perlahan hingga terjadi tembus listrik diantara sela elektroda tersebut.

Hasil pengujian menyatakan bahwa hujan air tersebut memberikan dampak yang cukup tinggi terhadap terjadinya sparkover pada elektroda. Adanya hujan air tersebut mengakibatkan tegangan tembus lebih mudah terjadi. Elektroda kerucut (jarum) didapati menghasilkan tegangan tembus terendah daripada elektroda yang lain. Hasil pengujian atas pengaruh jarak sela didapatkan bahwa semakin lebar jarak sela yang dikenakan mengakibatkan tegangan tembus semakin tinggi.



*Analisis Perbandingan Nilai Tegangan Tembus Dielektrik Udara pada Pengkondisian Hujan Menggunakan Berbagai Bentuk Elektroda dengan Tegangan Tinggi DC*

**Zaky Noerahman**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

**ABSTRAK**

Naskah ini menjelaskan tentang karakteristik tegangan tembus pada dielektrik udara dengan adanya pengaruh hujan. Pengujian ini berdasarkan dari keadaan sebenarnya bahwa hujan di alam nyata terutama di Indonesia cenderung memiliki satu jenis hujan yaitu hujan air. Pengujian dilakukan dengan melakukan simulasi hujan. Hujan yang dihasilkan tersebut akan disiramkan ke elektroda yang terdiri dari berbagai macam bentuk. Saat pengujian, elektroda yang sedang dihujani itu diberi tegangan tinggi dc secara perlahan hingga terjadi tembus listrik diantara sela elektroda tersebut. Selain pengaruh hujan, pengaruh jarak sela diantara elektroda yang diuji juga diamati. Hasil pengujian menyatakan bahwa hujan air tersebut memberikan dampak yang cukup tinggi terhadap terjadinya sparkover pada elektroda. Adanya hujan air tersebut mengakibatkan tegangan tembus lebih mudah terjadi.

**Kata Kunci :** tegangan tembus, jenis hujan, elektroda

*Value Compare Analyze Breakdown Voltage dielectric in rainy condition for the many electrodes on direct current high voltage*

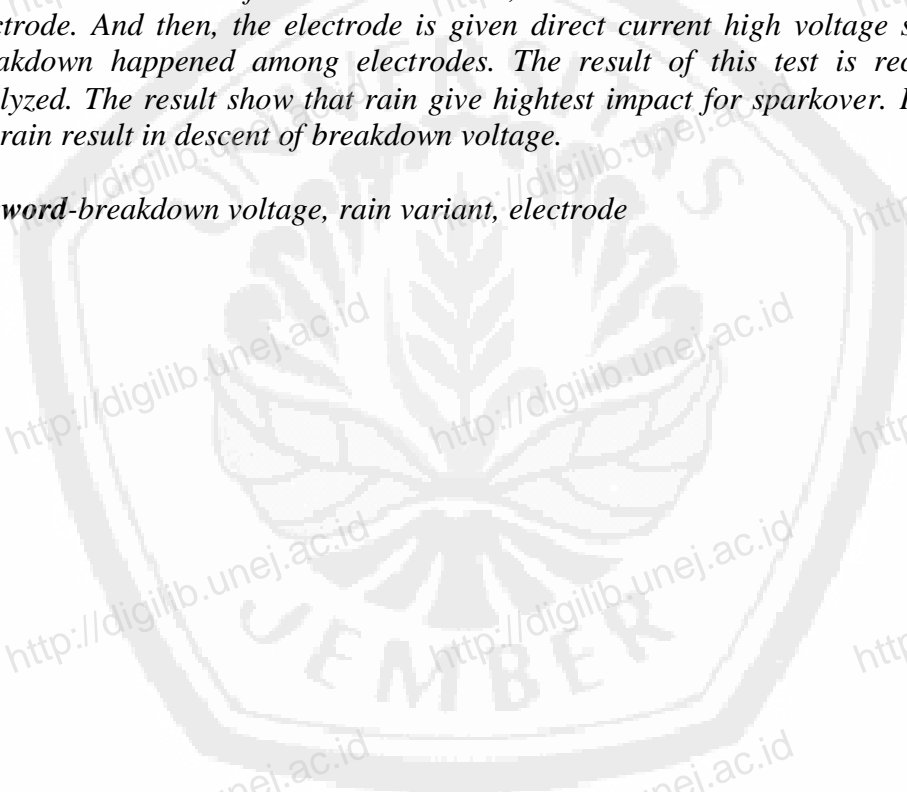
**Zaky Noerahman**

*Departement of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember*

**ABSTRACT**

*This paper describe about breakdown voltage on air dielectric influenced by rain. This test based on real condition which rain in the nature, especialy in Indonesia just have one variant of the rain. In the test, rain simulation combined with variant of electrode. And then, the electrode is given direct current high voltage slowly until breakdown happened among electrodes. The result of this test is recorded and analyzed. The result show that rain give hightest impact for sparkover. Influence of the rain result in descent of breakdown voltage.*

**Keyword-***breakdown voltage, rain variant, electrode*



## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis diberi kemudahan, kesabaran, kekuatan serta hasil yang terbaik dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul: “*Analisa Perbandingan Nilai Tegangan Tembus Dielektrik Udara Pada Pengkondisian Hujan Menggunakan Berbagai Bentuk Elektroda Dengan Tegangan Tinggi Dc*” yang disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan program studi teknik elektro dan mencapai gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Skripsi ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik;
2. Bapak Soemardi, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Elektro;
3. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., dan Bapak H.M Gozali., ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Anggota, atas bantuan, bimbingan, semangat dan ilmu yang telah beliau berikan. Sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih lengkap dan bernilai;
4. Bapak Dr. I Made Yulistia Negara, ST, Msc., selaku kepala laboratorium tegangan tinggi ITS yang telah memberikan pengarahan dalam melakukan pengujian tegangan tinggi ini;
5. Bapak Naryono selaku teknisi laboratorium tegangan tinggi ITS, Mas Surya, Mas Fajar, MbK Rahmi, dan teman – teman asisten dosen lainnya di laboratorium tegangan tinggi ITS yang telah memberi pengarahan dan bantuan secara teknis saat pengujian dilakukan;
6. Ibu Iing Sumastutiana,S.Pd.,yang sudah ikhlas berbagi ilmu dan memberikan pengarahan dalam menyempurnakan tugas akhir ini;
7. teman-teman Fakultas Teknik Universitas Jember, khususnya Teknik Elektro angkatan 2007 yang telah banyak memberikan bantuan dan warna tersendiri dalam kehidupan perkuliahan penulis;

8. Saudara – saudara saya di Surabaya terkhusus Mas Lukman, yang sudah banyak membantu dalam mendukung saya dalam menyelesaikan penelitian di ITS;
9. seluruh pihak yang belum sempat disebutkan diatas yang telah menyalurkan bantuan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga do'a, bimbingan, dan semangat yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah Swt. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif akan membantu Penulis dalam setiap langkah menuju arah perbaikan. Akhirnya, penulis mengharapkan karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jember, 31 Januari 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Dan Manfaat.....	4
1.4.1 Tujuan .....	4
1.4.2 Manfaat .....	4
1.5 Sistematika Pembahasan.....	5

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Proses Dasar Ionisasi.....	6
2.2 Proses Dasar Kegagalan Gas .....	7
2.2.1 Mekanisme Kegagalan Townsend.....	7
2.2.2 Mekanisme Kegagalan Steamer.....	9
2.2.3 Kegagalan dalam Medan Seragam.....	10
2.3 Udara .....	11
2.3.1 Hujan.....	11
2.3.2 Udara Ideal.....	13
2.4 Faktor Koreksi Keadaan Udara.....	13
2.5 Kelembaban.....	14
2.6 Standarisasi Untuk Isolasi Udara .....	15
2.7 Bahan Pengujian.....	15
2.7.1 Pompa Air dan Simulasi Hujan .....	15
2.7.2 Elektroda.....	16
2.7.3 Temperatur Pengujian.....	19
2.8 Dasar – dasar Pengujian Tegangan Tinggi .....	19

## **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

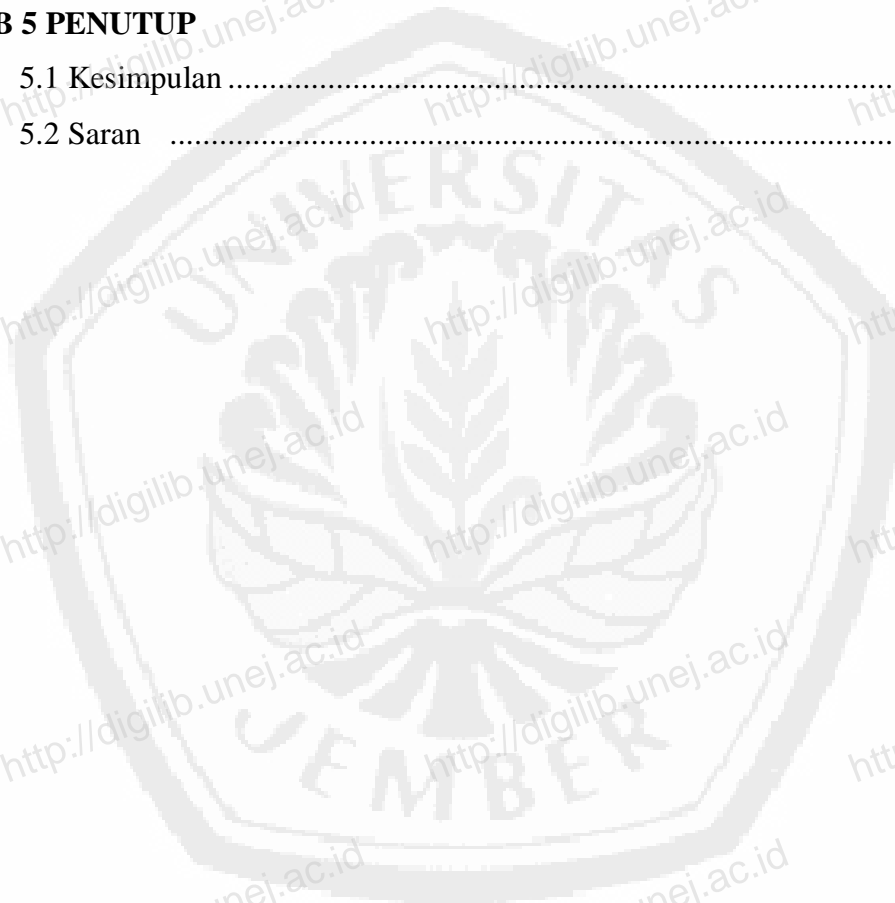
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian .....	20
3.2 Alat dan Bahan.....	20
3.3 Metode Penelitian.....	21
3.3.1 Metode yang Digunakan .....	21
3.3.2 Pengambilan Data.....	24
3.4 Analisis Data.....	25
3.5 Tahap Penelitian.....	25
3.6 Alur Penelitian .....	26

## **BAB 4 ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Mekanisme Pengujian Dielektrik Udara.....	27
4.2 Hasil Pengujian Tegangan Tembus.....	31
4.2.1 Pengujian Tegangan Tembus Keadaan Tanpa Hujan (kering).	34
4.2.2 Pengujian Tegangan Tembus Keadaan Hujan (basah) .....	39
4.3 Hasil Perhitungan Tegangan Tembus Dalam Keadaan Standar .....	45

## **BAB 5 PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	56
5.2 Saran .....	57



## DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian .....	20
4.1 Data Hasil Pengujian 1.....	32
4.2 Data Hasil Pengujian 2.....	32
4.3 Data Hasil Perhitungan Rata – rata 1.....	33
4.4 Data Hasil Perhitungan Rata – rata 2.....	33
4.5 Data Hasil Perhitungan dalam keadaan standar pada percobaan 1 ...	46
4.6 Data Hasil Perhitungan dalam keadaan standar pada percobaan 2 ...	47
4.7 Data Perbandingan Hasil Keadaan Standar dengan Keadaan saat Pengujian pada Jarak 5 mm (Tanpa Hujan) .....	48
4.8 Data Perbandingan Hasil Keadaan Standar dengan Keadaan saat Pengujian pada Jarak 10 mm (Tanpa Hujan) .....	49
4.9 Data Perbandingan Hasil Keadaan Standar dengan Keadaan saat Pengujian pada Jarak 5 mm (Hujan).....	51
4.10 Data Perbandingan Hasil Keadaan Standar dengan Keadaan saat Pengujian pada Jarak 10 mm (Hujan).....	53



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Grafik komposisi udara.....	11
2.2 Alat Ukur Curah Hujan Tipe OBS .....	12
2.3 Skema Elektroda Kerucut (Jarum).....	16
2.4 Elektroda Kerucut (Jarum).....	16
2.5 Skema Elektroda Setengah Bola .....	17
2.6 Elektroda Setengah Bola .....	17
2.7 Skema Elektroda Bidang (Plat).....	18
2.8 Elektroda Bidang (Plat).....	18
2.9 Grafik Macam – macam Pengujian .....	19
3.1 Wairing Diagram Pembangkit Tegangan Tinggi DC .....	21
3.2 Skema rangkaian pengujian tegangan tinggi DC .....	22
3.3 Seperangkat Pembangkit Tegangan Tinggi DC .....	23
3.4 Seperangkat Alat Kontrol Tegangan Tinggi .....	23
3.5 Sistem Simulasi Hujan .....	24
4.1 Grafik Pengujian Kondisi Kering .....	35
4.2 Elektron pada Elektroda Kerucut .....	38
4.3 Elektron pada Elektroda Setengah Bola.....	38
4.4 Elektron pada Elektroda Bidang.....	39
4.5 Grafik Pengujian Kondisi Hujan Murni.....	41
4.6 Grafik Perhitungan Tegangan Tembus Standar Kondisi Kering.....	46
4.7 Grafik Perhitungan Tegangan Tembus Standar Kondisi Hujan.....	47

4.8	Perbandingan Hasil Keadaan Standar dengan Keadaan saat Pengujian pada Jarak 5 mm (Tanpa Hujan) .....	49
4.9	Perbandingan Hasil Keadaan Standar dengan Keadaan saat Pengujian pada Jarak 10 mm (Tanpa Hujan) .....	50
4.10	Perbandingan Hasil Keadaan Standar dengan Keadaan saat Pengujian pada Jarak 5 mm (Hujan).....	52
4.11	Perbandingan Hasil Keadaan Standar dengan Keadaan saat Pengujian pada Jarak 10 mm (Hujan).....	53

