

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas nikmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi dengan judul “**Rancang Bangun Voltmeter Elektrostatik Untuk Pengukuran Nilai Efektif Tegangan Tinggi AC 100 kV**” dapat diselesaikan. Hanya kepada-Nya kita menyembah dan memohon. Serta sholawat terhadap junjungan Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta seluruh umat-Nya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Energi Elektrik Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Tidak banyak yang bisa disampaikan kecuali ungkapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan hingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Untuk itu disampaikan ucapan terima kasih kepada:

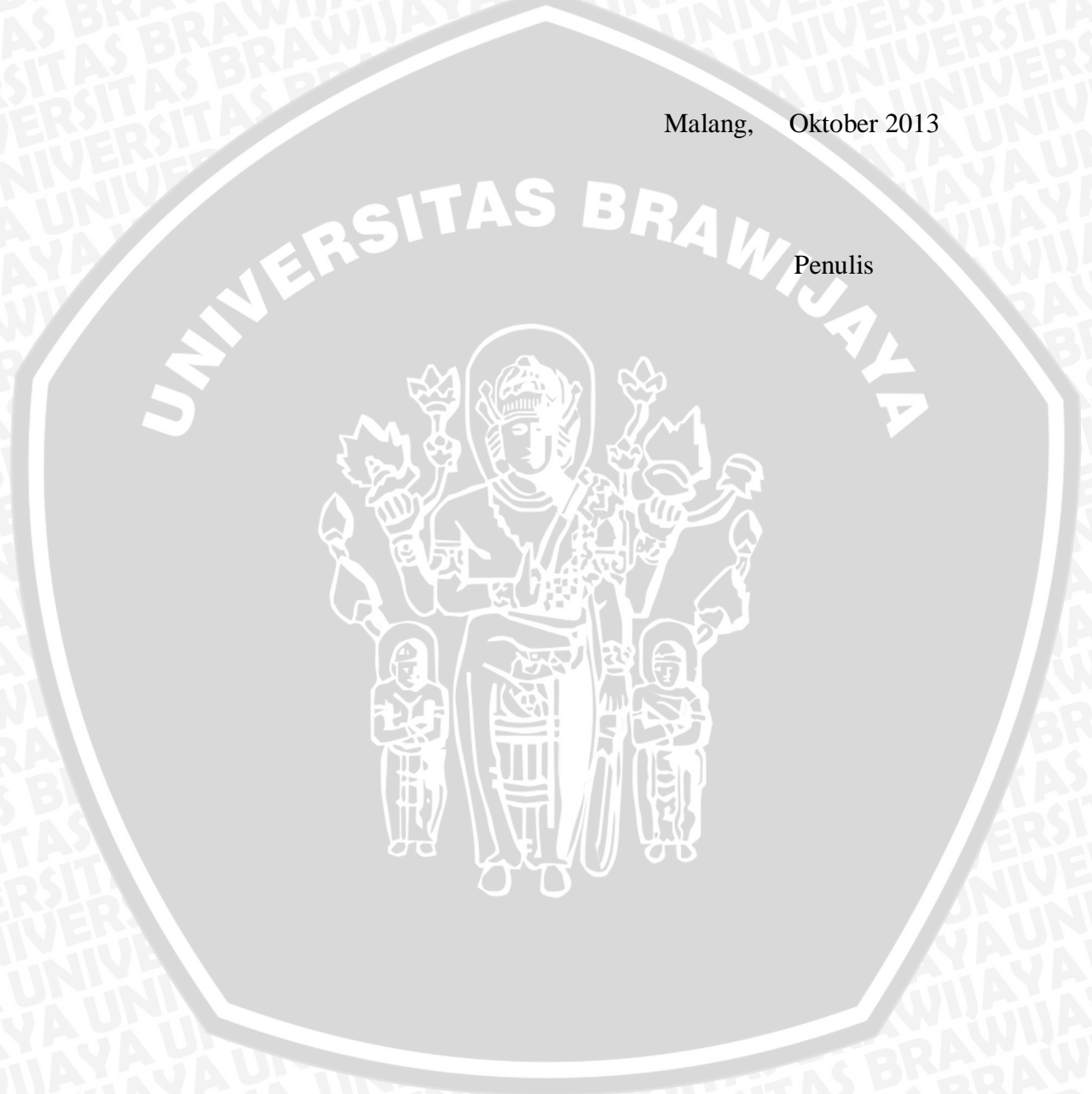
1. Bapak M. Aziz Muslimin, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
2. Bapak Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
3. Bapak M. Rif'an, ST., MT. selaku Plt. Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Bapak Moch. Dhofir, Drs., Ir., MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Hery Purnomo, Ir., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Dr. Rini Nur Hasanah, ST., M.Sc selaku KKDK Teknik Energi Elektrik serta segenap bapak dan ibu dosen di jurusan elektro, serta staf administrasi.
7. Kedua orang tua dan Kikky Rizki Amalia yang selalu tidak lepas dari doa dan harapan untuk terselesaikannya skripsi ini dan terus memberikan dorongan moral dan kasih sayangnya tiada akhir.
8. Asisten Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi serta teman-teman yang telah membantu dalam pengujian objek uji.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung demi terselesaikannya skripsi ini.

Hanya doa yang bisa diberikan dan semoga Allah SWT memberikan pahala serta balasan kebaikan yang berlipat. Amin.

Disadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna. Untuk itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pihak lain yang menggunakannya.

Malang, Oktober 2013

Penulis



DAFTAR ISI

	halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Sistematika Pembahasan.....	2
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Pengujian Menggunakan Tegangan Tinggi.....	4
2.1.1 Pengukuran Tegangan Tinggi.....	5
2.2 Alat Ukur Voltmeter Elektrostatik.....	5
2.2.1 Dasar Gaya Elektrostatik (Gaya Coulomb).....	6
2.2.2 Intensitas Medan Listrik.....	7
2.2.3 Faktor Efisiensi Medan Listrik.....	8
2.3 Alat Ukur Nilai Tegangan Efektif Voltmeter Elektrostatik.....	9
2.4 Pemantulan Cahaya.....	12
2.4.1 Pemantulan Teratur (Pada Permukaan Rata).....	13
2.4.2 Pemantulan Baur.....	13
2.4.3 Hukum Pemantulan Cahaya.....	14
2.5 Pegas.....	15
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Studi Literatur.....	18
3.2 Data.....	18
3.3 Analisis Data.....	18



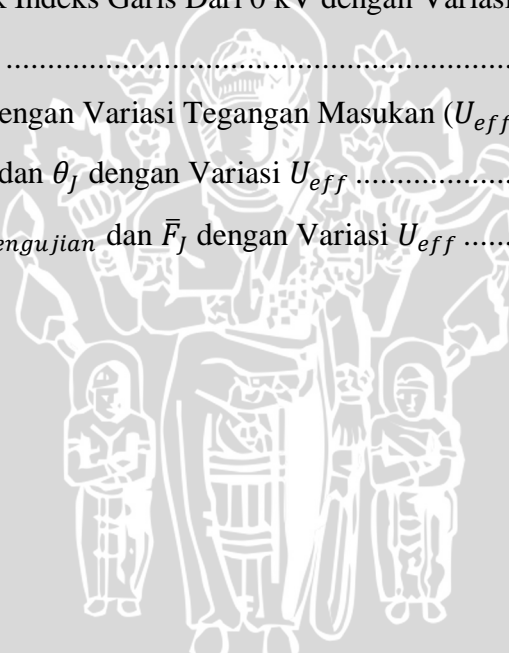
3.4 Perancangan dan Pembuatan.....	19
3.4.1 Orientasi Bahan.....	19
3.4.2 Pemilihan Bentuk Elektroda.....	19
3.4.3 Rentang Ukur Alat	19
3.4.4 Perencanaan Bentuk Voltmeter Elektrostatis Tegangan tinggi.....	19
3.4.4.1 Hubungan Gaya Elektrostatis dengan Pegas.....	20
3.5 Pengujian	21
3.5.1 Penskalaan	21
3.5.2 Rangkaian Pengujian.....	22
3.5.3 Analisis	23
3.6 Penarikan Kesimpulan	23
BAB IV PERANCANGAN DAN REALISASI ALAT	25
4.1 Umum	25
4.2 Pemilihan Bentuk Geometris dan Dimensi Elektroda Sela Udara.....	25
4.3 Perhitungan Gaya Elektrostatis Pada Sela Elektroda.....	29
4.4 Analisis Distribusi Medan Listrik pada Elektroda Sela Udara	31
4.5 Pengaruh Jarak Sela Terhadap Efisiensi Medan Listrik.....	32
4.6 Hubungan antara Gaya Elektrostatis dengan Pegas.....	36
4.7 Transformasi antara Gerak Translasi dengan Gerak Rotasi	37
4.8 Pembuatan Skala Ukur dengan Garis Indeks Secara Teori	40
4.9 Pengujian Alat dan Pengambilan Data	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Gaya antara Dua Muatan.....	6
Gambar 2.2	Gaya Coulomb Pada Elektroda Bola.....	7
Gambar 2.3	Arah Medan Listrik.....	7
Gambar 2.4	Alat Ukur Voltmeter Elektrostatis.....	10
Gambar 2.5	Pemantulan Teratur (Pada Permukaan Rata).....	13
Gambar 2.6	Pemantulan Baur.....	14
Gambar 2.7	Hukum Pemantulan Cahaya Pada Cermin Datar.....	14
Gambar 2.8	Wire form Spring.....	16
Gambar 2.9	Spring Washer dan Flat Spring.....	17
Gambar 3.1	Voltmeter yang Direncanakan.....	20
Gambar 3.2	Hubungan antara Gaya Elektrostatis dengan Pegas.....	21
Gambar 3.3	Rangkaian Pengujian.....	22
Gambar 3.4	Diagram Alir Metode Penelitian.....	24
Gambar 4.1	Grafik Perbesaran Luas Permukaan Terhadap Gaya (\bar{F}).....	27
Gambar 4.2	Grafik Perbesaran Jarak Sela Terhadap Gaya (\bar{F}).....	28
Gambar 4.3	Struktur Rancangan Elektroda Sela Udara.....	28
Gambar 4.4	Perencanaan Simulasi Elektroda Sela Udara.....	31
Gambar 4.5	Hasil Simulasi <i>Equipotensial</i> Elektroda Sela Udara.....	32
Gambar 4.6	Hasil Simulasi Kuat Medan Listrik Mutlak.....	33
Gambar 4.7	Grafik Daerah Operasi Kerja Linier.....	35
Gambar 4.8	Grafik Tegangan Masukan (U_{eff}) Terhadap Δx	37
Gambar 4.9	Transformasi Antara Gerak Elektroda dengan Gerak Cermin.....	37
Gambar 4.10	Pergeseran Δx dan Sudut θ Yang Terbentuk Pada Roda.....	38
Gambar 4.11	Grafik Tegangan Masukan (U_{eff}) Terhadap Nilai Sudut θ	39
Gambar 4.12	Konstruksi Pantulan Sinar Laser.....	41
Gambar 4.13	Grafik Tegangan Masukan (U_{eff}) Terhadap Nilai Jarak Indeks Garis Dari 0 kV.....	44
Gambar 4.14	Grafik Tegangan Masukan (U_{eff}) Terhadap Perbandingan Jarak Indeks Dari 0 kV Secara Teori dengan Pengujian.....	45

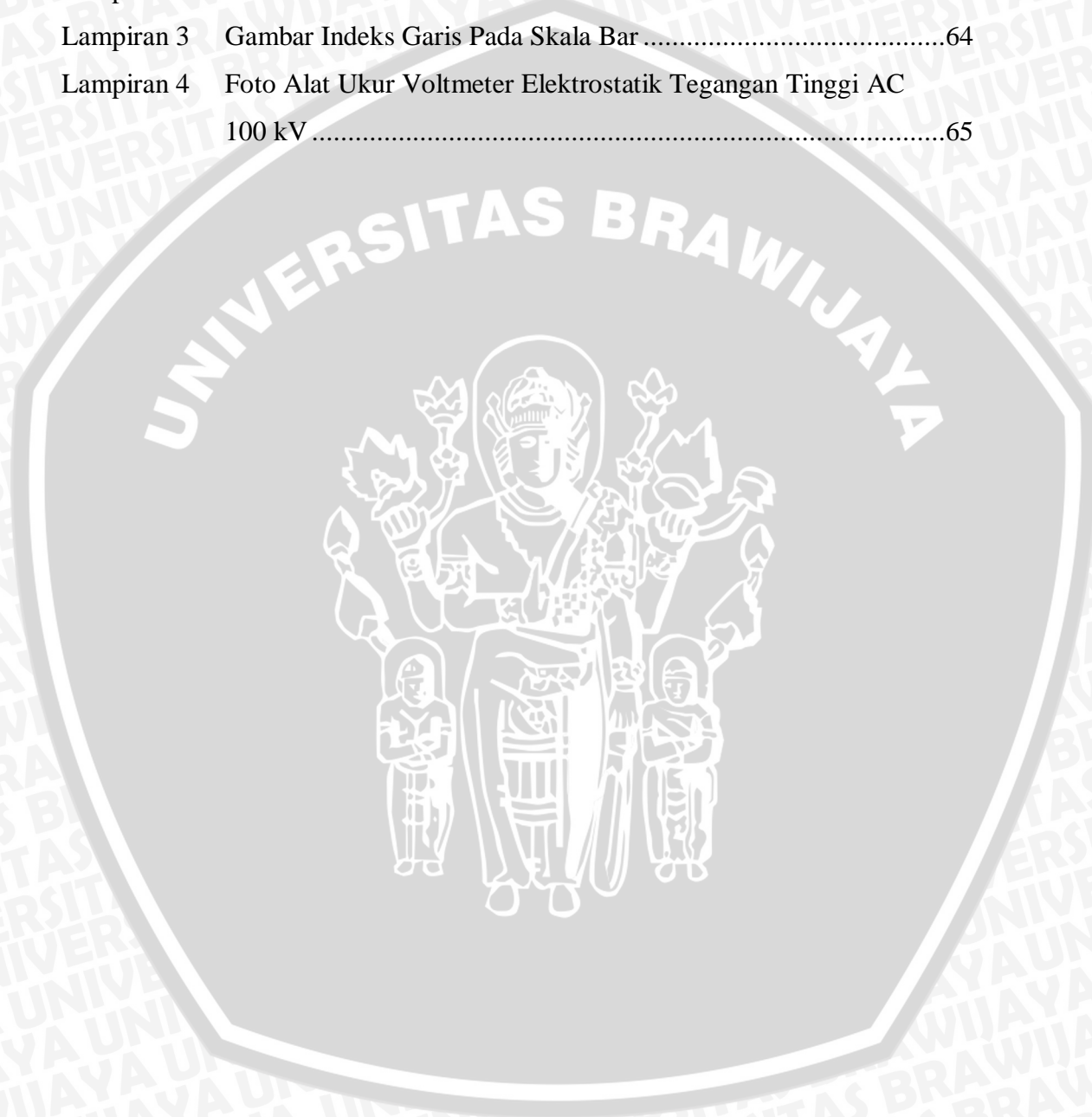
DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Nilai Gaya Elektrostatik (\bar{F}) dengan Variasi Luas.....	26
Tabel 4.2	Nilai Gaya Elektrostatik (\bar{F}) dengan Variasi Jarak Sela.....	27
Tabel 4.3	Nilai Gaya Elektrostatik Yang Dihasilkan Pada Jarak Sela Antara 0,25 – 5 cm dan U_{eff} Antara 0 – 100 kV	30
Tabel 4.4	Perhitungan Faktor Efisiensi Medan dengan Jarak Sela	35
Tabel 4.5	Perhitungan Δx dengan Variasi U_{eff} dan Jarak Sela	36
Tabel 4.6	Nilai Sudut θ dengan Variasi Δx	39
Tabel 4.7	Nilai $\Delta\theta$ dan Jarak Indeks Garis 0 kV dengan Variasi U_{eff}	43
Tabel 4.8	Data Jarak Indeks Garis Dari 0 kV dengan Variasi U_{eff} Saat Pengujian	44
Tabel 4.9	Nilai ΔJ dengan Variasi Tegangan Masukan (U_{eff}).....	46
Tabel 4.10	Nilai $\Delta\theta_j$ dan θ_j dengan Variasi U_{eff}	48
Tabel 4.11	Nilai $\Delta x_{pengujian}$ dan \bar{F}_j dengan Variasi U_{eff}	49



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Grafik Kuat Medan Listrik	53
Lampiran 2	Data Indeks Garis Pada Skala Bar	60
Lampiran 3	Gambar Indeks Garis Pada Skala Bar	64
Lampiran 4	Foto Alat Ukur Voltmeter Elektrostatik Tegangan Tinggi AC 100 kV	65



RINGKASAN

Bobby Hertanto, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, September 2013, *Rancang Bangun Voltmeter Elektrostatik Untuk Pengukuran Nilai Efektif Tegangan Tinggi AC 100 KV*, Dosen Pembimbing : Moch. Dhofir, Drs., Ir., MT. dan Hery Purnomo. Ir., MT.

Pengukuran tegangan tinggi berbeda dengan pengukuran tegangan rendah karena voltmeter konvensional tidak bisa dihubungkan secara langsung keterminal tegangan tinggi yang akan diukur karena selain merusak alat ukur juga sangat membahayakan bagi pengguna voltmeternya. Pengukuran nilai efektif tegangan tinggi dapat menggunakan voltmeter elektrostatik tegangan tinggi. Voltmeter elektrostatik tegangan tinggi 100 kV dapat berupa susunan elektroda sela udara yang sederhana dan mudah dalam rekayasanya. Oleh karena itu akan dibuat rekayasa rancang bangun sebuah voltmeter elektrostatik untuk mengukur nilai efektif tegangan tegangan tinggi 100 kV. Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pengembangan untuk rekayasa atau rancang bangun voltmeter elektrostatik tegangan tinggi.

Voltmeter elektrostatik tegangan tinggi ini menggunakan prinsip gaya elektrostatik yaitu bila elektroda sisi tegangan tinggi diberi sumber tegangan, maka akan terjadi interaksi (timbul medan listrik) antara dua buah elektroda yang masing-masing mempunyai potensial berbeda. Kemudian terjadi gaya tarik atau gaya elektrostatik (Gaya Coulomb) antara muatan listrik. Dalam rancang bangun voltmeter elektrostatik tegangan tinggi ini harus memperhatikan bentuk geometris serta dimensi dari elektroda sela udara sehingga didapatkan medan yang homogen nantinya. Kemudian untuk analisis distribusi medan disimulasikan menggunakan perangkat lunak FEMM 4.2. Hasil dari simulasi akan didapatkan pengaruh jarak sela terhadap efisiensi medan. Pada bagian elektro-mekanik didesain sedemikian rupa untuk mendapatkan visualisasi hasil pengukuran yang mudah untuk dibaca.

Dari hasil perhitungan secara teori didapatkan dengan menggunakan elektroda piring-piring berdiameter 20 (dengan diameter elektroda yang bergerak sebesar 10 cm), jarak sela 4 cm dan tegangan masukan sebesar 100 kV didapatkan pergeseran sebesar 0,5 cm secara translasi yang kemudian ditransformasikan secara rotasi sehingga didapatkan sudut sebesar $22,94^\circ$. Dengan panjang lengan sebesar 33 cm didapatkan panjang skala busur sebesar 26,42 cm. Pada saat pengujian untuk tegangan masukan maksimum 100 kV didapatkan panjang skala busur sebesar 23,39 cm. Terdapat selisih panjang garis indeks antara teori dengan pengujian karena pada saat pengujian terdapat gaya gesek pada sistem elektro-mekanik yang mempengaruhi panjang garis indeks skala bar. Persentase selisih jarak garis indeks (dengan jarak sela 4 cm) secara teori dengan pengujian (ΔJ) rata-ratanya adalah 15,3% dan jarak sela 1,5 cm rata-ratanya adalah 19,3%.

Kata kunci : elektroda, FEMM 4.2, gaya Coulomb, medan homogen, voltmeter elektrostatik.