

LAMPIRAN A



Lampiran A : Hasil pengukuran jarak antara jarum dengan silinder terhadap tegangan ambang korona

Tabel A.1. Hasil pengukuran dengan jarak rata-rata ($0,200 \pm 0,005$) cm

No	Jarum ke-	Jarak, d cm	Rata-rata, cm	Teg. Ambang korona
1	1	0,190	$0,200 \pm 0,005$	$(3,4 \pm 0,1)$ kV
2	2	0,205		
3	3	0,210		
4	4	0,190		
5	5	0,195		
6	6	0,195		
7	7	0,205		
8	8	0,200		
9	9	0,205		
10	10	0,195		
11	11	0,190		
12	12	0,185		
13	13	0,190		

Tabel A.2. Hasil pengukuran dengan jarak rata-rata ($0,300 \pm 0,020$) cm

No	Jarum ke-	Jarak, d cm	Rata-rata, cm	Teg. Ambang korona
1	1	0,290	$0,300 \pm 0,020$	$(3,8 \pm 0,1)$ kV
2	2	0,295		
3	3	0,310		
4	4	0,305		
5	5	0,295		
6	6	0,295		
7	7	0,305		
8	8	0,300		
9	9	0,305		
10	10	0,305		
11	11	0,290		
12	12	0,285		
13	13	0,305		

Tabel A. 3. Hasil pengukuran dengan jarak rata-rata ($0,405 \pm 0,005$) cm

No	Jarum ke-	Jarak, d cm	Rata-rata, cm	Teg. Ambang korona
1	1	0,390	$0,405 \pm 0,005$	$(4,0 \pm 0,1)$ kV
2	2	0,405		
3	3	0,395		
4	4	0,390		
5	5	0,395		
6	6	0,405		
7	7	0,395		
8	8	0,405		
9	9	0,390		
10	10	0,405		
11	11	0,410		
12	12	0,390		
13	13	0,405		

Tabel A. 4. Hasil pengukuran dengan jarak rata-rata ($0,500 \pm 0,020$) cm

No	Jarum ke-	Jarak, d cm	Rata-rata, cm	Teg. Ambang korona
1	1	0,510	$0,500 \pm 0,020$	$(4,4 \pm 0,1)$ kV
2	2	0,460		
3	3	0,450		
4	4	0,470		
5	5	0,420		
6	6	0,510		
7	7	0,460		
8	8	0,500		
9	9	0,540		
10	10	0,550		
11	11	0,560		
12	12	0,620		
13	13	0,575		

Tabel A. 5. Hasil pengukuran dengan jarak rata-rata ($0,600 \pm 0,005$) cm

No	Jarum ke-	Jarak, d cm	Rata-rata, cm	Teg. Ambang korona
1	1	0,590	$0,600 \pm 0,005$	$(4,8 \pm 0,1)$ kV
2	2	0,605		
3	3	0,610		
4	4	0,600		
5	5	0,590		
6	6	0,605		
7	7	0,590		
8	8	0,595		
9	9	0,590		
10	10	0,610		
11	11	0,605		
12	12	0,605		
13	13	0,595		

Tabel A. 6. Hasil pengukuran dengan jarak rata-rata ($0,700 \pm 0,005$) cm

No	Jarum ke-	Jarak, d cm	Rata-rata, cm	Teg. Ambang korona
1	1	0,690	$0,700 \pm 0,005$	$(5,2 \pm 0,1)$ kV
2	2	0,710		
3	3	0,690		
4	4	0,690		
5	5	0,715		
6	6	0,705		
7	7	0,705		
8	8	0,695		
9	9	0,690		
10	10	0,710		
11	11	0,710		
12	12	0,705		
13	13	0,690		

Tabel A. 7. Hasil pengukuran dengan jarak rata-rata ($0,800 \pm 0,005$) cm

No	Jarum ke-	Jarak, d cm	Rata-rata, cm	Teg. Ambang korona
1	1	0,795	$0,800 \pm 0,005$	$(5,6 \pm 0,1)$ kV
2	2	0,805		
3	3	0,810		
4	4	0,800		
5	5	0,810		
6	6	0,790		
7	7	0,810		
8	8	0,795		
9	9	0,800		
10	10	0,810		
11	11	0,800		
12	12	0,790		
13	13	0,805		

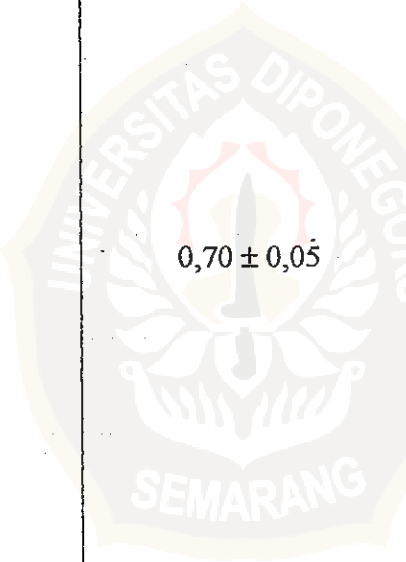


LAMPIRAN B



Lampiran B : Hasil pengukuran diameter material

Tabel B. Hasil pengukuran diameter material

No	$d_{material}$, mm	$d_{material}$ rata-rata, mm
1	0,80	 0,70 ± 0,05
2	0,70	
3	0,80	
4	0,60	
5	0,80	
6	0,60	
7	0,50	
8	0,70	
9	0,80	
10	0,80	
11	0,50	
12	0,60	
13	0,70	
14	0,60	
15	0,60	
16	0,50	
17	0,60	
18	0,70	
19	0,80	
20	0,80	
21	0,80	
22	0,70	
23	0,60	

LAMPIRAN C



Lampiran C : Hasil pengukuran karakteristik tegangan terhadap arus

Tabel C. Hasil pengukuran karakteristik tegangan terhadap arus pada jarak antara jarum dengan silinder 0,300 cm; 0,500 cm; dan 0,700 cm

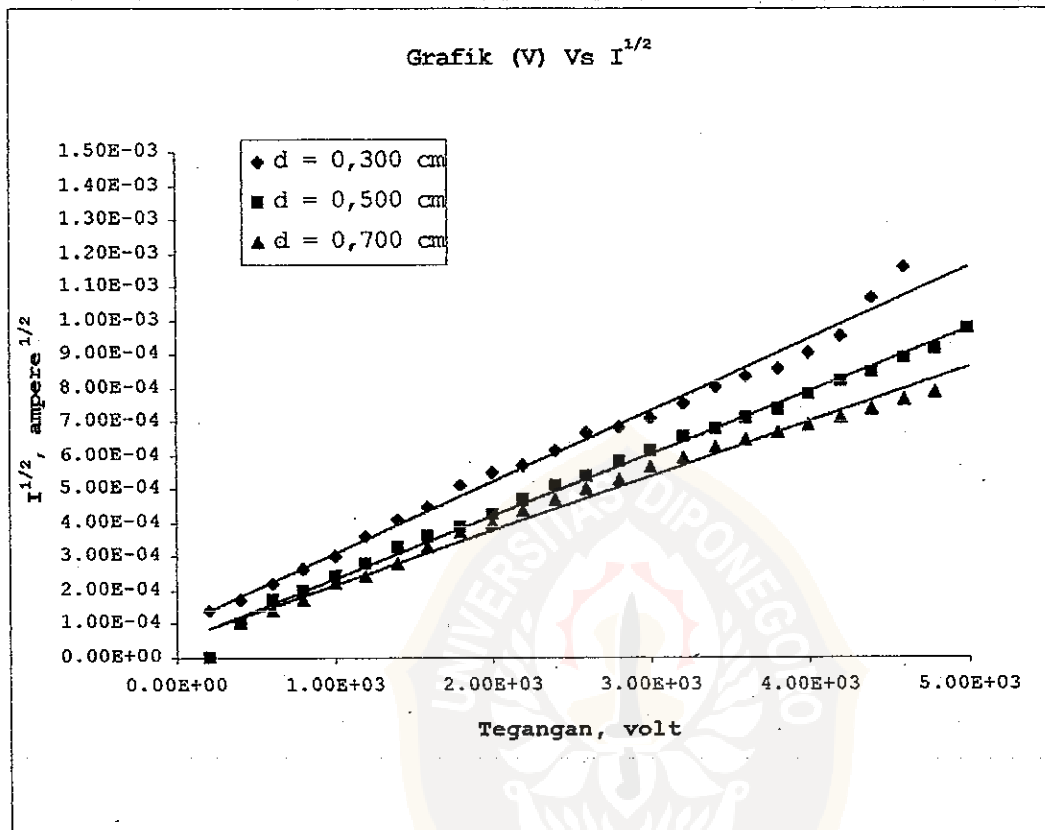
No	d = 0,300 cm		d = 0,500 cm		d = 0,700 cm	
	Teg, kV	I, μ A	Teg, kV	I, μ A	Teg, kV	I, μ A
1	0,2	0,02	0,2	0,00	0,2	0,00
2	0,4	0,03	0,4	0,01	0,4	0,01
3	0,6	0,05	0,6	0,03	0,6	0,02
4	0,8	0,07	0,8	0,04	0,8	0,03
5	1,0	0,09	1,0	0,06	1,0	0,05
6	1,2	0,13	1,2	0,08	1,2	0,06
7	1,4	0,17	1,4	0,11	1,4	0,08
8	1,6	0,20	1,6	0,13	1,6	0,11
9	1,8	0,26	1,8	0,15	1,8	0,14
10	2,0	0,30	2,0	0,18	2,0	0,16
11	2,2	0,33	2,2	0,22	2,2	0,19
12	2,4	0,38	2,4	0,26	2,4	0,22
13	2,6	0,45	2,6	0,29	2,6	0,25
14	2,8	0,47	2,8	0,34	2,8	0,28
15	3,0	0,51	3,0	0,38	3,0	0,32
16	3,2	0,57	3,2	0,43	3,2	0,35
17	3,4	0,65	3,4	0,46	3,4	0,39
18	3,6	0,70	3,6	0,51	3,6	0,42
19	3,8	0,74	3,8	0,55	3,8	0,45
20	4,0	0,82	4,0	0,61	4,0	0,48
21	4,2	0,91	4,2	0,67	4,2	0,51
22	4,4	1,14	4,4	0,72	4,4	0,55
23	4,6	1,34	4,6	0,79	4,6	0,59
24	4,8	-	4,8	0,84	4,8	0,62
25	5,0	-	5,0	0,95	5,0	-

LAMPIRAN D



Lampiran D : Perhitungan mobilitas ion

Grafik D. Grafik perhitungan mobilitas ion



Persamaan garis yang diperoleh adalah

$$I^{1/2} = 2.10^{-7}V + 1.10^{-4} \text{ untuk } d = 0,300 \text{ cm}$$

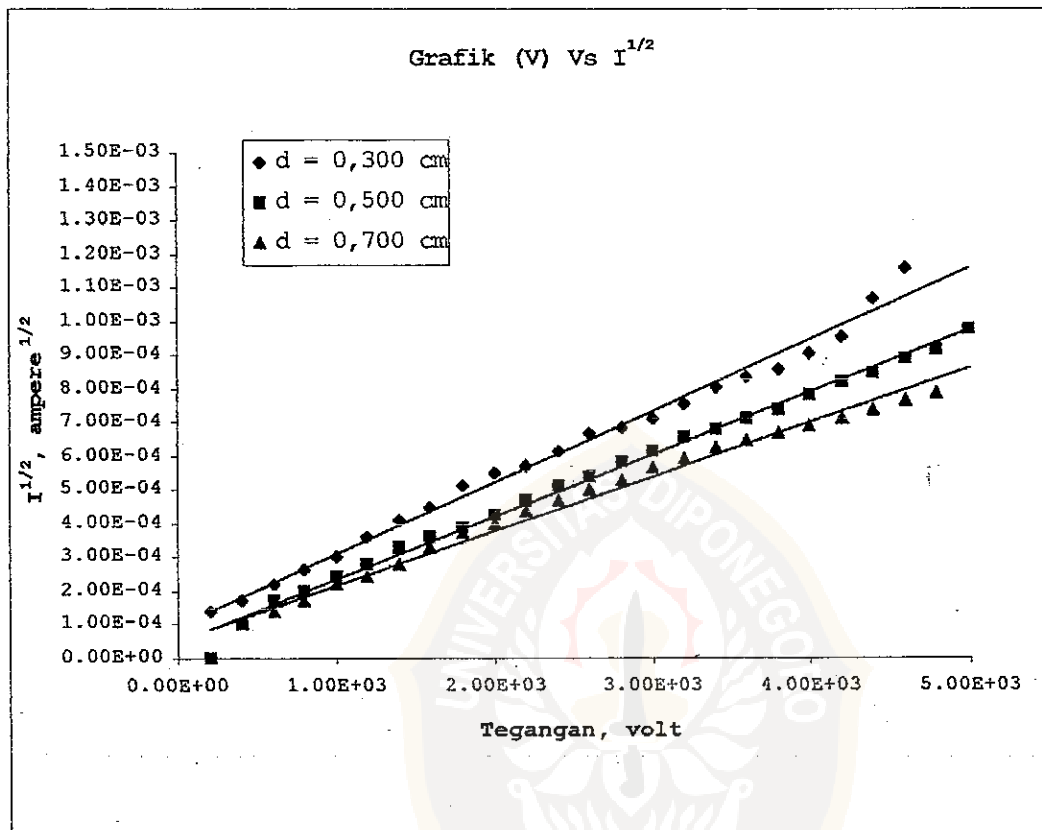
$$I^{1/2} = 2.10^{-7}V + 5.10^{-5} \text{ untuk } d = 0,500 \text{ cm}$$

$$I^{1/2} = 2.10^{-7}V + 5.10^{-5} \text{ untuk } d = 0,700 \text{ cm}$$

Gradien dari ketiga persamaan diperoleh 2.10^{-7} maka mobilitas ion dapat dihitung,

Lampiran D : Perhitungan mobilitas ion

Grafik D. Grafik perhitungan mobilitas ion



Persamaan garis yang diperoleh adalah

$$I^{1/2} = 2.10^{-7}V + 1.10^{-4} \text{ untuk } d = 0,300 \text{ cm}$$

$$I^{1/2} = 2.10^{-7}V + 5.10^{-5} \text{ untuk } d = 0,500 \text{ cm}$$

$$I^{1/2} = 2.10^{-7}V + 5.10^{-5} \text{ untuk } d = 0,700 \text{ cm}$$

Gradien dari ketiga persamaan diperoleh 2.10^{-7} maka mobilitas ion dapat dihitung,

Dari persamaan 2.2 $I_s = (2 \mu \epsilon_0/d) V^2$ maka

$$\sqrt{I_s} = \sqrt{\frac{2\mu\epsilon_0 V}{d}}$$

dari gradien yang diperoleh maka mobilitas ion,

$$\mu = \frac{(\text{gradien})^2 \cdot d}{2 \cdot \epsilon_0} \quad (\text{m}^2 / \text{Vs})$$

$$\mu = (2.10^{-7})^2 \cdot (0,300.10^{-2}) / 2 \cdot (8,8542.10^{-12}) = 6,774.10^{-6} \text{ m}^2/\text{Vs}$$

$$\mu = (2.10^{-7})^2 \cdot (0,500.10^{-2}) / 2 \cdot (8,8542.10^{-12}) = 1,1294.10^{-5} \text{ m}^2/\text{Vs}$$

$$\mu = (2.10^{-7})^2 \cdot (0,700.10^{-2}) / 2 \cdot (8,8542.10^{-12}) = 1,5812.10^{-5} \text{ m}^2/\text{Vs}$$

$$\mu_{\text{rata-rata}} = (1,1626 \pm 0,2620).10^{-5} \text{ m}^2/\text{Vs}$$

Mobilitas ion (O_2^-) = $1,2.10^{-5} \text{ m}^2/\text{Vs}$ atau $1,2.10^{-1} \text{ cm}^2/\text{Vs}$



LAMPIRAN E

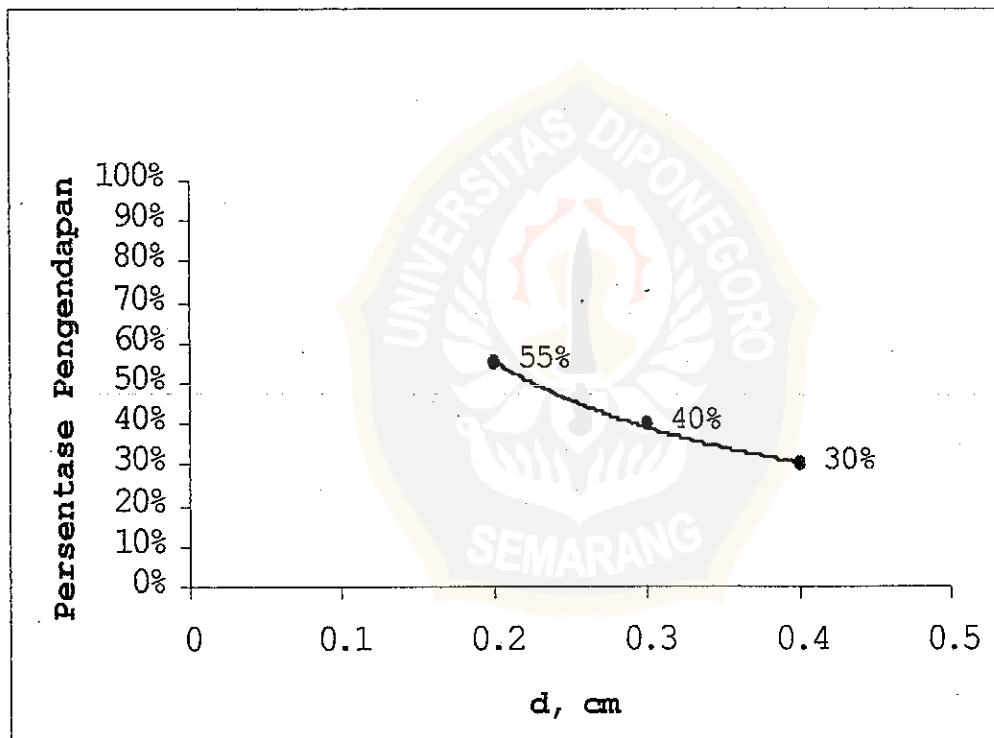


Lampiran E : Persentase pengendapan material

Grafk E.1. Persentase pengendapan untuk variasi I pada tegangan elektroda

4,4kV

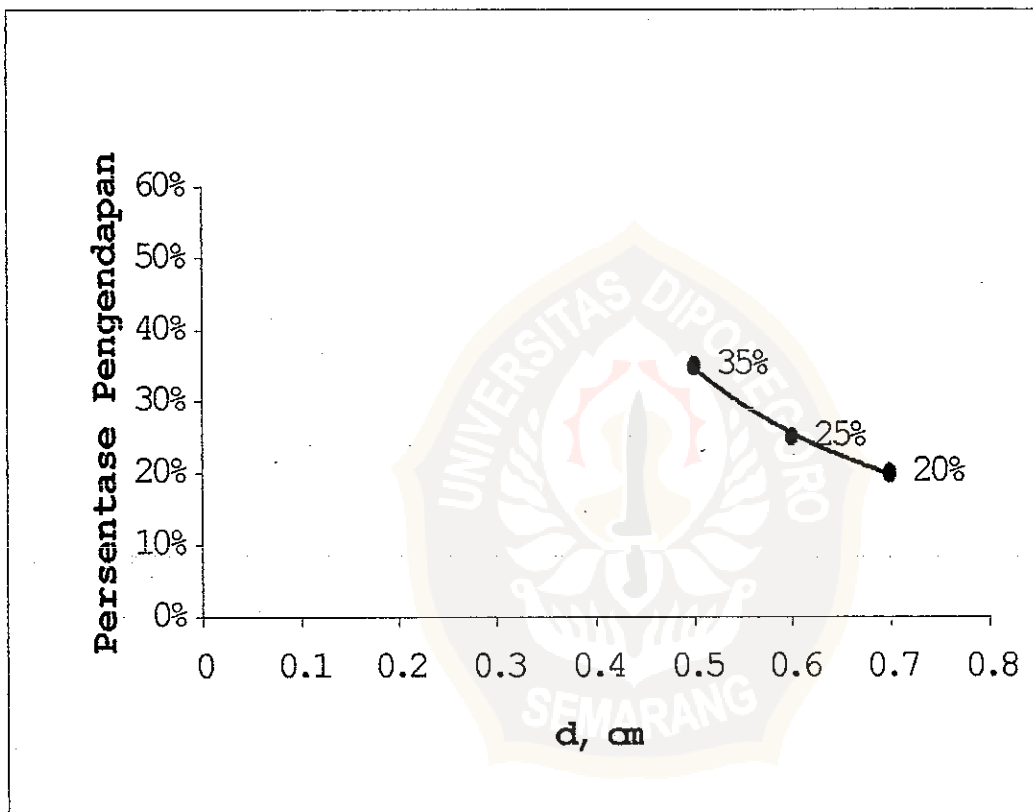
d , cm	$0,200 \pm 0,005$	$0,300 \pm 0,005$	$0,405 \pm 0,005$
%	55 %	40%	30%



Grafik E.2. Persentase pengendapan untuk variasi I pada tegangan elektroda

5,2 kV

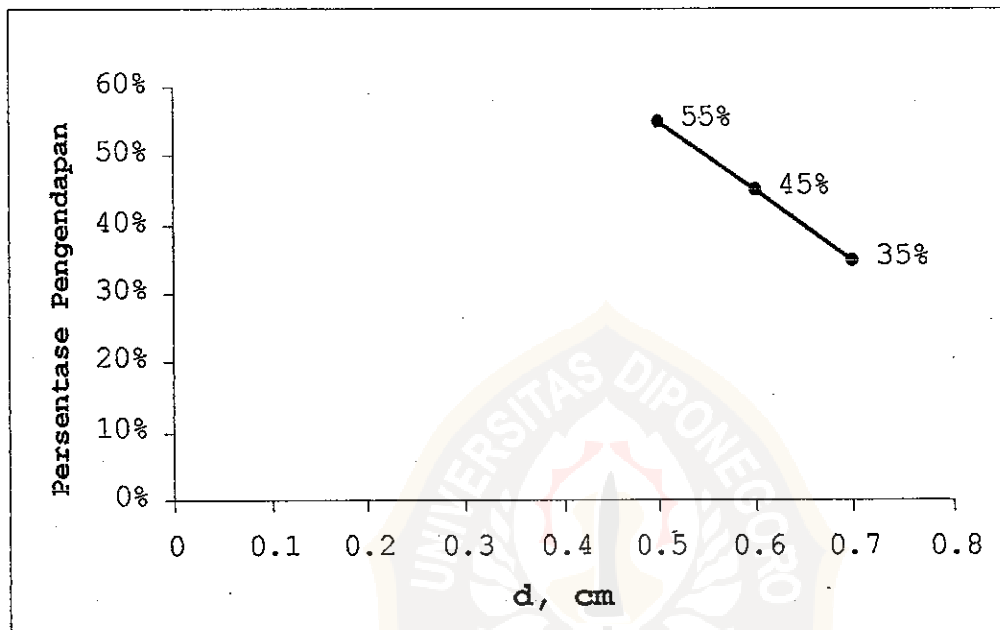
<i>d</i> , cm	0,500 ± 0,020	0,600 ± 0,005	0,705 ± 0,005
%	35 %	25%	20%



Grafik E.3. Persentase Pengendapan untuk variasi I pada tegangan elektroda

5,6 kV

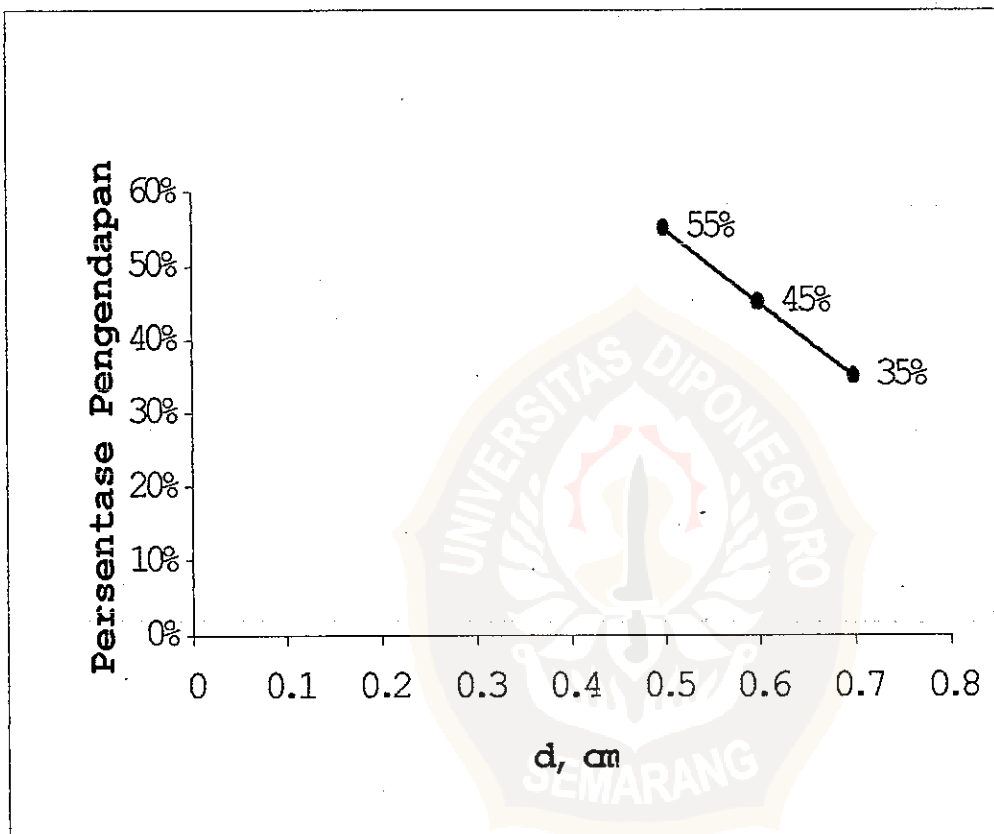
<i>d</i> , cm	0,500 ± 0,020	0,600 ± 0,005	0,705 ± 0,005
%	45 %	40%	30%



Grafik E.4. Persentase pengendapan untuk variasi I pada tegangan elektroda

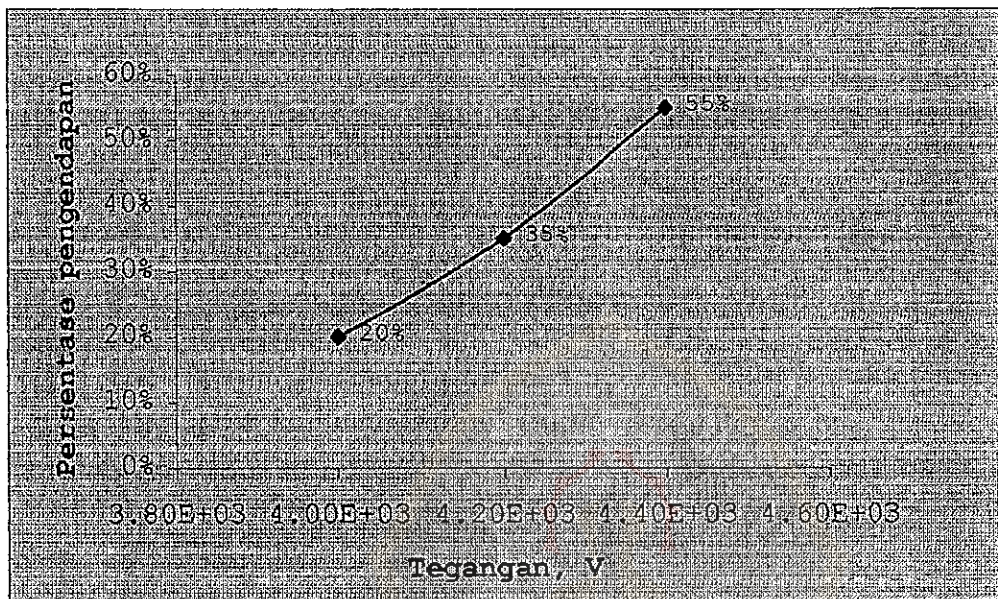
6,0 kV

<i>d</i> , cm	0,500 ± 0,020	0,600 ± 0,005	0,705 ± 0,005
%	55 %	45%	35%



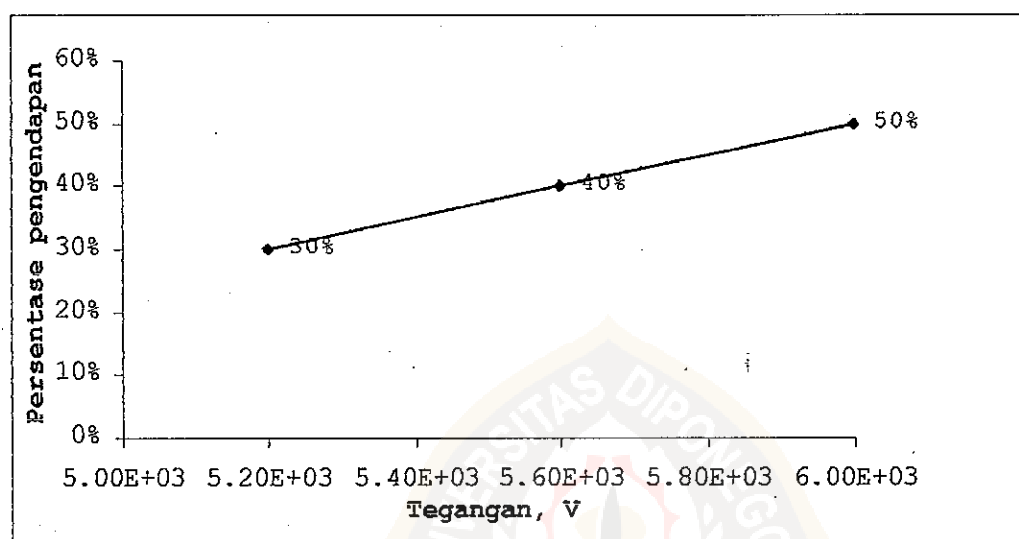
Grafik E.5. Persentase pengendapan untuk variasi II pada jarak antara jarum dengan silinder ($0,305 \pm 0,005$) cm

V, kV	$4,0 \pm 0,1$	$4,2 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,1$
%	20 %	35 %	55 %



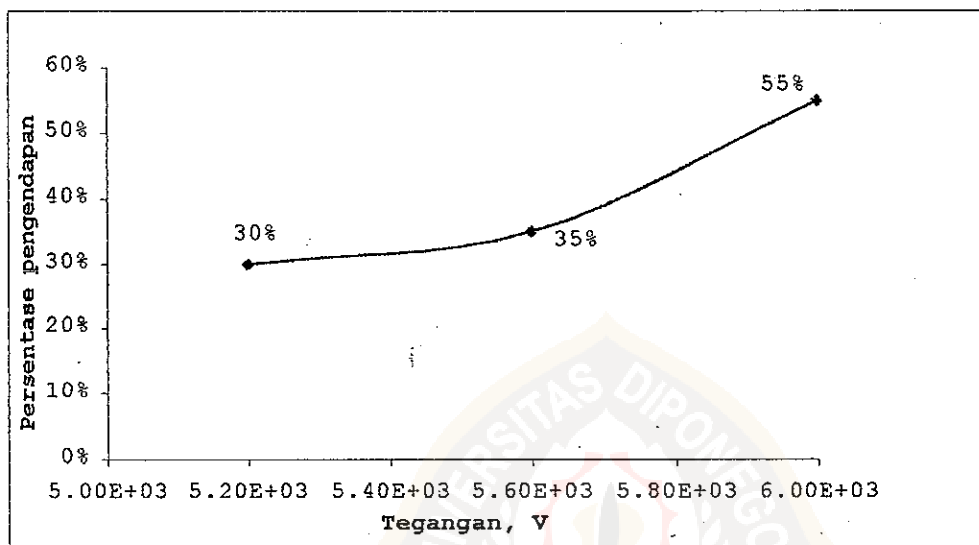
Grafik E.6. Persentase pengendapan untuk variasi II pada jarak antara jarum dengan silinder ($0,500 \pm 0,020$) cm

V, kV	$5,2 \pm 0,1$	$5,6 \pm 0,1$	$6,0 \pm 0,1$
%	30 %	40 %	50 %



Grafik E.7. Persentase pengendapan untuk variasi Π pada jarak antara jarum dengan silinder ($0,700 \pm 0,020$) cm

V, kV	$5,2 \pm 0,1$	$5,6 \pm 0,1$	$6,0 \pm 0,1$
%	30 %	35 %	55 %



LAMPIRAN F



Lampiran F : Hasil pengukuran diameter ujung jarum

Tabel F. Hasil pengukuran diameter ujung jarum

No	Diameter, mm	Rata-rata, mm
1	0,3	0,30 ± 0,05
2	0,3	
3	0,3	
4	0,2	
5	0,3	

Jari-jari ujung jarum, $r = 0,15$ mm

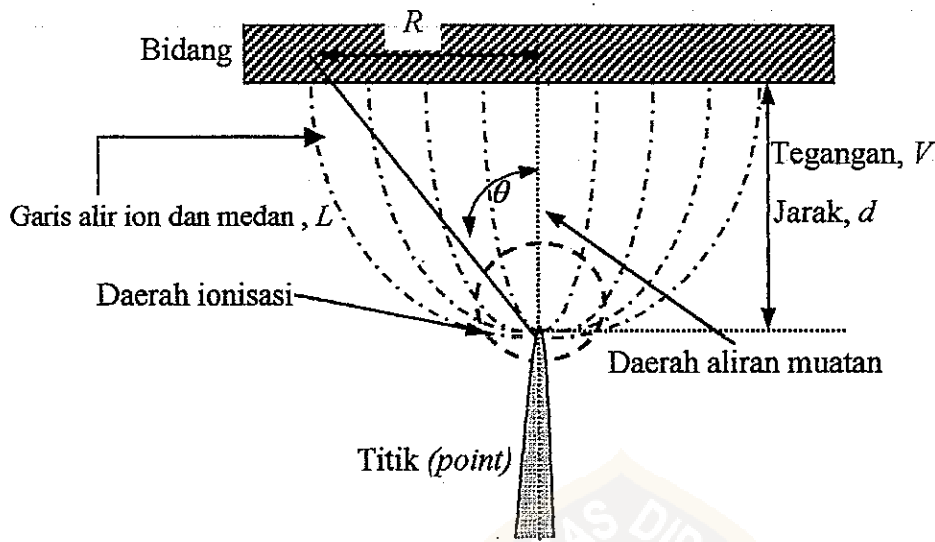


LAMPIRAN G



Lampiran G : Pembuktian formula arus saturasi unipolar korona titik-bidang

Gambar 2.6 digambarkan kembali sebagai berikut,



Satu jenis ion (*unipolar*) dengan mobilitas μ mengalir dengan rapat muatan $\rho(r,t)$ dan rapat arus $j = \rho v$ tanpa mengalami difusi dalam medan listrik $E(r,t)$, perubahan rapat muatan (ρ) sepanjang aliran adalah

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{\partial\rho}{\partial t} + v \cdot \nabla\rho \tag{1}$$

Dari persamaan kontinuitas diperoleh

$$\frac{\partial\rho}{\partial t} + \nabla \cdot (v\rho) = \frac{\partial\rho}{\partial t} + v \cdot \nabla\rho + \rho \nabla \cdot v = 0 \tag{2}$$

Maka persamaan (1) dapat dituliskan

$$\frac{d\rho}{dt} = -\rho \nabla \cdot v = -\mu \rho \nabla \cdot E = -\frac{\mu \rho^2}{\epsilon_0} \quad (3)$$

Persamaan (3) dapat diintegrasikan sehingga diperoleh

$$\frac{1}{\rho(t)} - \frac{1}{\rho_0} = \frac{\mu}{\epsilon_0} (t - t_0) \quad ; \quad \rho_0 \equiv \rho(t_0) \quad (4)$$

dengan ρ_0 adalah rapat muatan yang berada di dekat daerah ionisasi. Persamaan (4) dinamakan sebagai formula aliran muatan unipolar.

Dengan asumsi ion unipolar berada tanpa pengaruh muatan ruang dengan waktu alir ion (T), maka persamaan (4) dapat diminimalkan menjadi,

$$\begin{aligned} \frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0} &= \frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0 \rho} = \frac{\mu}{\epsilon_0} (t - t_0) = \frac{\mu T}{\epsilon_0} \\ \frac{\Delta \rho}{\rho} &= -\frac{\rho_0 \mu T}{\epsilon_0} = -\frac{\rho_0}{\rho_s} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\text{maka } \rho_s \equiv \frac{\epsilon_0}{\mu T}$$

dan ρ_s dinamakan rapat saturasi ion unipolar.

Apabila jarak aliran ion (L) dalam medan listrik (E) maka dapat diperoleh waktu alir $T = L/\mu E$, diketahui bahwa kecepatan alir ion rata-rata $\bar{v} = \mu \bar{E} = \mu V / L$. Dan ρ_s dapat dinyatakan kembali sebagai $\rho_s = \epsilon_0 E / L$, sehingga diperoleh rapat arus saturasi,

$$j_s = \rho_s \cdot \mu E = \frac{\mu \epsilon_0 E^2}{L} \quad (6)$$

persamaan (6) disebut sebagai rapat arus saturasi ion.

Jika diberikan tegangan korona (V), laju rata-rata sepanjang medan adalah

$\bar{v} = \mu \bar{E} = \mu V / L$, dan waktu alir L/\bar{v} minimum, maka

$$\begin{aligned} \rho_L &= \varepsilon_0 \bar{E} / L, & j_L &\approx \mu \bar{E} \sigma_L = \mu \varepsilon_0 \bar{E}^2 / L = j_s \\ &\text{atau} & & \\ j_s &= \mu \varepsilon_0 V^2 / L^3 \end{aligned} \quad (7)$$

Persamaan (7) disebut sebagai rapat arus saturasi korona.

Pada geometri hiperboloid-bidang (gambar di atas) garis-garis medan berbentuk elips dengan $d/\cos \theta$ dan R sebagai setengah dari sumbunya. Dengan suatu perkiraan dapat diperoleh

$$\begin{aligned} L &\approx \left(R^2 + d^2 / \cos^2 \theta \right)^{1/2} = d(1 + 2tg^2 \theta)^{1/2} \\ &= d \left(1 + 2R^2 / d^2 \right)^{1/2} \end{aligned} \quad (8)$$

dengan $R = d \cdot tg \theta$, persamaan (8) dimasukkan ke persamaan (7) sehingga diperoleh

$$\begin{aligned} j_s(\theta) &\approx \frac{\mu \varepsilon_0 V^2}{d^3} (1 + 2tg^2 \theta)^{-3/2} \\ j_s(\theta) &= j_{s0} (1 + 2tg^2 \theta)^{-3/2} \end{aligned} \quad (9)$$

Dari distribusi Warburg dirumuskan,

$$j(\theta) = j(\theta) \cos^m(\theta) \quad (10)$$

dengan $m = 5$, maka persamaan (10) dapat dituliskan

$$j_w(\theta) = j_{w0} \cos^5 \theta = j_{w0} (1 + tg^2 \theta)^{-5/2} \quad (11)$$

Dengan mengintegrasikan persamaan (11) dengan batas integrasi antara $\theta = 0^\circ$ sampai misalnya, pada 63° diperoleh arus ion unipolar korona total I_c

$$I_c \approx \int_0^{63^\circ} j(\theta) d\theta = 1,90d^2 j_{wo} = 2,08d^2 j_{so} \quad (12)$$

Dari persamaan (12), arus korona total sebanding dengan rapat arus pusat yang menyebar dua kali kuadrat jarak titik-bidang yang dapat dituliskan

$$I_c \approx 2d^2 j_o \quad (13)$$

Dengan menggabungkan persamaan (13) dengan formula (7), diperoleh arus saturasi unipolar korona titik-bidang

$$I_s \approx 2\mu\epsilon_o V^2 / d, \quad \text{atau} \quad \frac{I_s}{V^2} = 2\mu\epsilon_o / d \quad (14)$$

Persamaan (2.2) terbukti.

