

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Tegangan dan Arus yang Optimum Pada EP

Untuk mengetahui nilai tegangan dan arus yang optimum dalam upaya mengurangi emisi gas buang terdapat parameter-parameter yang menjadi patokan dalam mendapatkan tegangan dan arus yang efisien dan sesuai. Antara lain efisiensi EP aktual, kecepatan perpindahan partikel, debu yang tertangkap pada setiap chamber dan kuat medan listrik. Maka dari itu diperlukan perhitungan masing-masing parameter berdasarkan studi kasus dan penyatatan data yang dilakukan di *raw mill* PT Indocement Tungal Prakarsa, Tbk *Plant-12* Tarjun.

##### 1. Jumlah Emisi

Dari data yang terdapat pada spesifikasi EP dimana emisi yang dapat masuk *Inlet Dust Content*  $800 \text{ g/m}^3$  dan keluaran dari EP *Outlet Dust Content* ialah  $0.043 \text{ g/m}^3$  dengan Efisiensi EP sebesar 99.9946 % dengan kecepatan gas volume sebesar 366,67 m/s.

##### 2. Tegangan dan Arus Setting pada EP

Berdasarkan data yang di dapat dari hasil pengamatan yang dilakukan, besar tegangan dan arus setting pada EP *raw mill* dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1 Tegangan dan Arus Setting pada EP

Chamber	Tegangan (KV)	Arus (mA)
1	83	708,05
2	78	1505
3	78	2975
4	78	2975

Pada chamber pertama tegangan *setting* yang digunakan sebesar 83 kV dan untuk *chamber* ke 2-4 menggunakan settingan sebesar 78 kV itu dikarenakan

memang untuk *transformator* pada *chamber* pertama telah mengalami pergantian sehingga tegangan yang di setting berbeda dengan *chamber* yang ke 2,3 dan 4.

Tegangan dan arus diatas mengapa tidak di *setting* maksimal yang bisa digunakan karena dari setting diatas sudah dirasa cukup terutama arus untuk *chamber* pertama hanya menggunakan 49% nya saja untuk *chamber* kedua 43% dan untuk *chamber* ke 3 dan 4 menggunakan lebih besar yaitu 85 % arus agar debu partikulat yang semakin kecil dapat tertangkap oleh *collecting plate*.

### 3. Tegangan Aktual EP

Tegangan EP aktual adalah keadaan tegangan yang digunakan pada setiap harinya dimana data tersebut tercatat setiap detiknya. Data tersebut diperoleh dari software pengukuran tegangan yang dimiliki Pabrik. Perbedaan antara tegangan aktual dengan tegangan desain atau *setting* dikarenakan pabrik tidak memerlukan sampai sepenuhnya tegangan tersebut sama dengan halnya arus tidak menggunakan arus *setting* hanya separuh nya saja digunakan dikarenakan produksi semen tidak memerlukan sampai sesuai *setting* pada pabrik.

Dan juga untuk memperkecil *spark* yang terjadi agar berada pada ambang batas yang aman sehingga arus yang digunakan tidak sampai seluruhnya demi keamanan EP agar tidak mengalami kerusakan yang parah karena digunakan dengan semaksimal mungkin.

Nilai tegangan minimum, dan tegangan maksimum aktual pada setiap *chamber* dalam waktu 1 bulan EP dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.2 Tegangan Aktual Tiap *Chamber* dalam 1 Bulan

Tanggal	Tegangan (kV)											
	Minimum				Maksimum				Rata-rata			
	Chamber											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
17/07/2017	65,14	50,68	50,81	50,23	78,95	59,96	64,88	58,9	75,69	56,63	62,06	57,4
18/07/2017	57,38	51,58	50,48	49,68	79,3	61,09	65,33	60,95	75,76	57,77	62,07	57,52
19/07/2017	53,86	48,84	49,48	47,37	79,54	62,28	65,31	61,5	69,93	55,79	61,84	57,36
20/07/2017	58,51	52,75	51,99	48,94	81,66	64,43	65,5	58,9	76,57	59,47	63,38	56,66
21/07/2017	58,94	51,81	50,4	43,98	79,35	61,23	65,29	60,48	75,14	57,3	62,55	56,81
22/07/2017	50,55	48,64	47,41	46,96	79,35	61,66	65,45	59,62	71,33	57,17	61,34	56,96
23/07/2017	58,45	48,35	50,62	46,11	78,49	62,24	65,23	60,15	72,37	55,72	62,02	56,91
24/07/2017	55,07	52,42	51,09	46,52	78,89	60,7	65,25	59,29	74,93	57,22	62,13	57,54
25/07/2017	64,84	50,99	51,69	49,68	79,32	60,48	65,31	59,62	75,17	57	62,72	58,26
26/07/2017	65,17	51,99	52,18	49,5	79,65	60,97	65,35	59,37	75,43	58	63,23	58,56
27/07/2017	61,43	52,61	52,34	49,78	79,73	62,63	65,43	59,94	73,13	57,91	62,91	58,89
28/07/2017	62,43	52,3	51,46	49,02	79,54	61,5	65,5	60,15	73,04	58,4	62,55	58,96
29/07/2017	60,68	51,4	50,93	49,62	78,79	61,28	65,33	59,86	73,76	57,91	62,33	58,71
30/07/2017	60,41	51,32	50,7	49,62	78,76	60,7	65,33	59,58	72,82	57,73	61,66	58,59
31/07/2017	50,9	49,99	50,03	46,55	79,16	60,33	65,37	60,54	70,16	54,67	60,59	56,27
01/08/2017	56,14	52,12	50,56	47,06	80,4	61,58	65,43	61,13	75,12	57,99	63,08	57,74
02/08/2017	58,83	51,77	49,86	48,04	78,28	60,23	65,29	59,31	74,65	56,17	61,38	57,1

Lanjutan Tabel 4.2												
Tanggal	Tegangan (kV)											
	Minimum				Maksimum				Rata-rata			
	Chamber											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
03/08/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04/08/2017	65,06	51,22	51,91	49	78,38	59,76	65,15	58,94	75,23	56,79	62,12	57,59
05/08/2017	64,04	51,73	51,46	49,6	79,38	60,99	65,19	58,98	74,9	58,07	62,19	58,19
06/08/2017	64,04	51,73	51,46	49,6	78,73	60,39	65,29	60,41	76,28	57,78	62,7	58,16
07/08/2017	64,71	51,5	50,42	57,16	79,08	60,05	65,21	60,6	72,28	54,76	58,97	55,17
08/08/2017	38,41	31,18	32,86	32,86	60,14	47,28	63,49	60,29	40,89	37,05	46,4	44,46
09/08/2017	62,99	51,81	50,31	48,88	79,08	60,74	65	58,67	75,81	58,05	62,5	57,57
10/08/2017	62,08	51,81	50,89	49,45	79,51	61,07	64,98	58,78	75,95	58,35	62,22	58,08
11/08/2017	47,22	50,99	48,55	49,15	81,31	62,48	65,17	60,01	74,47	57,34	62,42	57,96
12/08/2017	54,05	49,48	48,31	45,93	80,61	61,68	65,31	59,17	64,59	56,91	58,74	56,35
13/08/2017	51,92	52,73	50,52	47,37	79,91	64,43	65,33	59,27	74,47	58,54	61,66	57,32
14/08/2017	61,33	51,89	50,99	48,41	81,55	62,73	65,5	58,82	76,2	59,33	63,04	57,42
15/08/2017	54,96	52,06	49,58	49,05	80,21	62,03	65,39	61,5	76,01	59,44	63,01	57,43
Rata-rata	56,32	48,92	48,31	46,5	76,24	58,9	63,05	57,82	70,4	54,84	59,46	55,2

Efisiensi tegangan aktual pada setiap *chamber* dapat dihitung dengan persamaan 4.1 dibawah ini :

$$\text{Eff} = \frac{V_{\text{aktual rata-rata}}}{V_{\text{setting}}} \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

Salah satu contoh perhitungan efisiensi tegangan menggunakan persamaan 4.1 dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Eff}_{(\text{minimum})} &= \frac{56,32}{83} \times 100\% \\ &= 0,6785 \times 100\% \\ &= 67,85 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Eff}_{(\text{maksimum})} &= \frac{76,24}{83} \times 100\% \\ &= 0,9207 \times 100\% \\ &= 92,07 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Eff}_{(\text{minimum})} &= \frac{48,92}{78} \times 100\% \\ &= 0,6271 \times 100\% \\ &= 62,71 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Eff}_{(\text{maksimum})} &= \frac{58,9}{78} \times 100\% \\ &= 0,75,51 \times 100\% \\ &= 75,51 \% \end{aligned}$$

Untuk perhitungan efisiensi tegangan diatas merupakan sebuah karakteristik dari tegangan yang digunakan pada EP dimana tegangan yang aktual yang digunakan rata-rata tidak melebihi dari tegangan setting yaitu untuk *chamber* ke-1 untuk tegangan minimalnya hanya menggunakan 67,85 % dari tegangan *setting* yaitu 83 kV dan tegangan maksimal nya menggunakan 92,07 % dari tegangan *setting* yaitu 83 kV. Pada *chamber* ke-2 pun sama hanya menggunakan 62,71 % dari tegangan setting yang digunakan yaitu 78 kV tidak menggunakan sampai 100 % dari tegangan yang telah diseting karena sudah dirasa cukup untuk

digunakan pada *electrostatic precipitator* dan itu semua merupakan tegangan aktual yang terjadi pada *electrostatic precipitator*.

Maka, dari hasil perhitungan diatas akan didapatkan efisiensi tegangan minimal dan maksimal dalam tabel 4.3 dibawah ini:

Table 4.3 Efisiensi Tegangan Rata-rata pada Setiap *Chamber*

Chamber	Efisiensi Tegangan (%)	
	Minimal	Maksimal
1	67,85	92,07
2	62,71	75,51
3	61,93	80,83
4	59,61	74,12

Tabel diatas merupakan tabel efisiensi tegangan rata-rata untuk dalam 1 bulan pada setiap *Chamber* yang didapatkan dari perhitungan persamaan (4.1) V aktual rata-rata minimum dan maksimum dikali dengan tegangan setting pada EP kemudian dikalikan dengan 100%. Agar kita mengetahui berapa efisiensi tegangan pada tiap *chamber* nya.

#### 4.2 Menghitung Kuat Medan Listrik dan Kecepatan Migrasi Patikel Berdasarkan Desain

EP yang dirancang pada *raw mill* PT Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk *Plant-12* Tarjun ini untuk efisiensi 99,9946 % maka kecepatan migrasi partikel debunya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2 yaitu :

Diketahui :  $A = 22.400 \text{ m}^2$

$Q = 1.569.197,260 \text{ m}^3/\text{h}$

Maka :

$$\begin{aligned}\omega &= -\frac{Q}{A} \ln(1 - \eta) \\ &= -\frac{1.569.197,260}{22.400} \ln(1 - 0,999946) \\ &= 688,382 \text{ m/h}\end{aligned}$$

$$= 0,19 \text{ m/s}$$

Setelah perhitungkan diatas maka nilai perpindahan partikel atau migrasi partikel berdasarkan desain ialah 0,19 m/s, sehingga untuk perhitungan medan listrik yang dibutuhkan untuk partikel bergerak dengan kecepatan migrasi 0,19 m/s dapat dilihat pada persamaan dibawah ini yaitu persamaan 2.1 :

$$E^2 = \frac{3\omega\mu}{2K_oPa}$$

$$E^2 = \frac{3 \times 0,19 (1,8 \times 10^{-5})}{2 (8,85 \times 10^{-12})(0,5 \times 10^{-6})}$$

$$E^2 = 0,1159 \times 10^{13} \text{ V/m}$$

$$E = 3,4 \times 10^6 \text{ V/m}$$

$$E = 3,4 \times 10^3 \text{ kV/m}$$

Jadi, besarnya tegangan yang dibutuhkan untuk menimbulkan kuat medan listrik seperti diatas dapat dihitung dengan persamaan 4.2 sebagai berikut :

$$V = E.d \dots\dots\dots(4.2)$$

Diketahui :

$$E = 3,4 \times 10^3 \text{ kV/m}$$

$$d = 0,10 \text{ m}$$

Maka:

$$V = 3,4 \times 10^3 \times 0,10$$

$$= 340 \text{ kV}$$

Sehingga besar tegangan yang dibutuhkan dalam menimbulkan medan listrik ialah 340 kV nilai tersebut merupakan karakteristik tegangan untuk sebuah *electrostatic precipitator*.

### **4.3 Perhitungan Kuat Medan Listrik dan Kecepatan Migrasi Partikel Berdasarkan Kondisi Aktual**

Besar kuat medan listrik pada *electrostatic precipitator* dalam keadaan aktual dapat dicari dengan persamaan 4.2 dibawah ini :

1. Nilai kuat medan listrik saat tegangan minimum :

$$E = \frac{v}{d} = \frac{49,93}{0,10} = 499,3 \text{ kV/m}$$

2. Nilai kuat medan listrik saat tegangan maksimum :

$$E = \frac{v}{d} = \frac{66,17}{0,10} = 661,7 \text{ kV/m}$$

Jadi, besar rata-rata kuat medan listrik yaitu :

$$E_{\text{rata-rata}} = \frac{499,3+661,7}{2} = 580,5 \text{ kV/m}$$

Setelah mendapatkan medan listrik rata-rata diatas maka, kecepatan perpindahan atau migrasi sebuah partikel pada kondisi aktual *electrostatic precipitator* dapat diketahui dengan persamaan 2.1 dibawah ini :

$$\omega = \frac{2K_0paE_cE_p}{3\mu}$$

$$\omega = \frac{2(8,85 \times 10^{-12})(0,5 \times 10^{-6})(580500)(580500)}{3(1,8 \times 10^{-5})}$$

$$\omega = 5,522 \times 10^{-2} \text{ m/s}$$

$$\omega = 0,055 \text{ m/s}$$

Dari data diatas nilai kecepatan migrasi partikel antara desain dengan aktualnya memiliki perbedaan dikarenakan memang untuk EP tersebut tidak menggunakan seluruhnya kuat medan listrik yang mulanya berdasarkan desain dapat sampai 3400 kV/m bila dilihat dari jarak antar CE hanya 0,1 m maka per meter membutuhkan 340 kV/m, dan pada saat aktualnya hanya 580,3 kV/m untuk jarak CE yang 0,1 m maka dibutuhkan 58,03 kV per meternya, hal tersebut bisa terjadi karena memang pada untuk penangkapan partikel itu sendiri cukup dengan 580,3 kV saja dan tidak salah juga bila menggunakan kuat medan listrik yang berdasarkan desain, tetapi yang berbahaya apabila aktual pada EP melebihi kapasitas desain yang ada pada EP bisa menyebabkan kerusakan EP tersebut.

Terjadi penurunan kecepatan migrasi partikel pada desain dan aktual yaitu pada nilai kecepatan migrasi pada desain bernilai 0,19 m/s dan pada aktualnya bernilai 0,055 m/s terjadi penurunan sebesar 0,135 m/s hal tersebut bisa disebabkan karena faktor kerusakan pada komponen *electrostatic precipitator* yaitu

*coating* atau penumpukan debu pada komponen DE maupun CE dan *emiting wire* yang putus sehingga medan listrik mengalami pengurangan.

#### 4.4 Analisis Perhitungan Jumlah Abu yang Masuk, Tertangkap, dan Terlepas pada Semua Chamber.

EP pada PT Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk *Plant-12* Tarjun, hanya satu dan memiliki 4 *chamber*. Data dibawah ini merupakan data yang diambil selama 5 hari saja sebagai contoh perhitungan untuk mencari abu yang masuk, tertangkap dan terlepas ke udara untuk abu itu sendiri tidak tiap *chamber* perhitungannya melainkan pada semua *chamber* dikarenakan memang data dari pabrik untuk semua *chamber* tidak per *chamber*. Data abu masuk dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini :

Tabel 4.4 Jumlah abu yang masuk, tertangkap dan terlepas EP

Hari ke-	Abu		
	Masuk (Ton/Jam)	Tertangkap (Ton/jam)	Terlepas (Kg/jam)
1	782,77	782,62	0,15
2	766,18	766,04	0,14
3	287,43	287,33	0,1
4	900,6	900,46	0,14
5	894,35	894,23	0,12

Abu yang masuk didapatkan dari perhitungan dengan persamaan (4.3) sebagai berikut:

$$\text{Masuk (Inlet)} = \text{Material Masuk raw mill} + (7\% \times \text{Return Dust}) \dots\dots\dots(4.3)$$

Salah satu contoh perhitungan abu masuk (*inlet*) sesuai dengan persamaan 4.3 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Inlet} &= 749,5 + (7\% \times 475,27) \\ &= 749,5 + 33,2689 \\ &= 782,7689 \text{ Ton/Jam} \end{aligned}$$

Perhitungan diatas didapatkan dari material yang masuk pada *raw mill* ditambah dengan 7% dari *return dust*. *Return dust* merupakan gas balik yang berasal dari *kiln* dan juga *preheater* yang memang akan dimasukan kembali ke *electrostatic precipitator* tetapi hanya 7% karena memang hanya sedikit gas balik yang berasal dari *kiln* dan *preheater* bisa dikatakan itu hanya gas sisa saja.

#### 4.5 Efisiensi Pengumpulan Partikel *Electrostatic Precipitator*

##### 1. Pengumpulan Patikel Berdasarkan Aktual

Efisiensi EP merupakan bagaimana sebuah kinerja mesin penangkap debu ini bekerja dari perhitungan emisi yang tertangkap dan terlepas dapat di cari efisiensi EP berdasarkan persamaan 4.4 sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi EP} = \left(1 - \frac{\text{abu terlepas}}{\text{abu masuk}}\right) \times 100\% \dots \dots \dots (4.4)$$

Diket :

Abu masuk (*inlet*) = 782,77 Ton/Jam

Abu terlepas = 0,15 Kg/Jam

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi EP} &= \left(1 - \frac{0,15}{782770}\right) \times 100\% \\ &= (1 - 1,916 \times 10^{-7}) \times 100\% \\ &= (0,9999) \times 100\% \\ &= 99,99\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hasil efisiensi EP yang terdapat pada PT Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk *Plant-12* Tarjun bernilai 99,99 % yang bisa dikatakan sama efisiensi desain sebuah EP itu sendiri yaitu 99,9946 % dapat dikatakan EP pada PT Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk *Plant-12* Tarjun ini masih dalam keadaan standar dikarenakan pada saat itu juga EP tersebut telah mengalami perbaikan jadi segala komponen yang ada pada EP tersebut dalam keadaan baik sehingga Efisiensi EP tersebut akan baik.

## 2. Pengumpulan Partikel Berdasarkan Desain

Efisiensi pengumpulan partikel berdasarkan Desain dengan melakukan perhitungan pengumpulan partikel dengan persamaan 2.3 sebagai berikut ;

Diket :  $e : 2,718$

$\omega : 0,19 \text{ m/s}$

$Q : 435,88813 \text{ m}^3/\text{s}$

$A : 22400 \text{ m}^2$

Maka :

$$Eff = 1 - e^{-\left(\frac{\omega A}{Q}\right)}$$

$$Eff = 1 - 2,718^{-\left(\frac{0,19 \times 22400}{435,88813}\right)}$$

$$Eff = 0,99994$$

$$Eff = 99,994 \%$$

Setelah dihitung maka didapat nilai efisiensi EP berdasarkan desain sebesar 99,994 % yang nilai tersebut sama dengan nilai efisiensi pada *name plate* EP itu sendiri.

### 4.6 Grafik Tegangan Minimal, Maksimal dan Rata-rata dengan Emisi yang Terbuang.

Tabel dan grafik yang dibuat merupakan data yang dicatat selama 30 hari penelitian yang dilakukan pada tanggal 17 Juli 2017 hingga 15 Agustus 2017 dimana tegangan dan emisi yang keluar tercatat pada *software* yang dimiliki pabrik setiap harinya, berikut data-data yang ada pada 30 hari tersebut :

1. Tabel Tegangan Minimal dengan Emisi yang dihasilkan dalam 1 bulan.

Tegangan minimal didapatkan dari rata-rata dalam 1 hari tegangan terkecil yang digunakan oleh EP dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini :

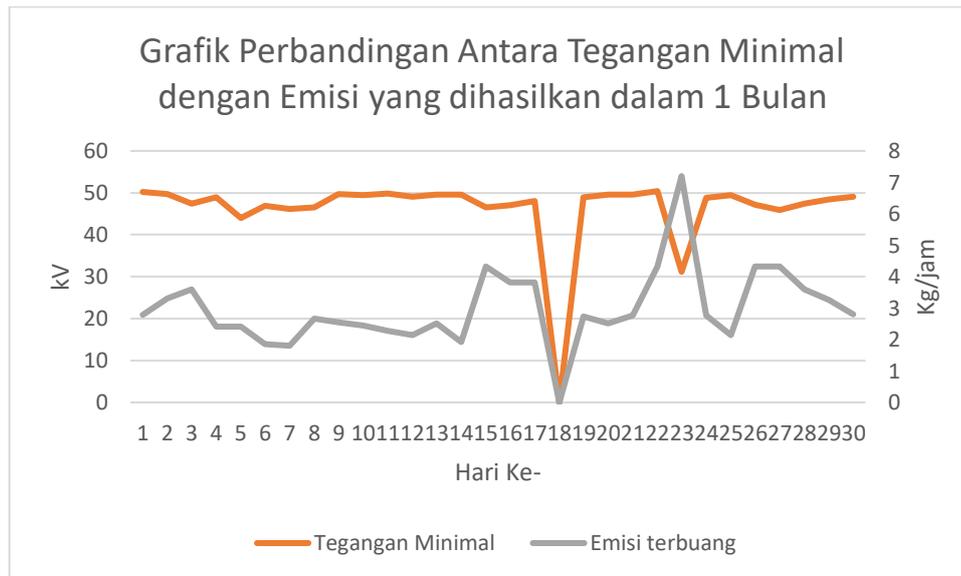
Tabel 4.5 Tabel Tegangan Minimal dengan Emisi yang Keluar per-hari dalam 1 Bulan

Hari Ke-	Tegangan minimal (kV)	Emisi yang dihasilkan (Kg / Jam)
1	50,23	2,79
2	49,68	3,31
3	47,37	3,6
4	48,94	2,41
5	43,98	2,42
6	46,96	1,85
7	46,11	1,8
8	46,52	2,67
9	49,68	2,55
10	49,5	2,44
11	49,78	2,27
12	49,02	2,14
13	49,62	2,51
14	49,62	1,92
15	46,55	4,32
16	47,06	3,82
17	48,04	3,82
18	0	0
19	49	2,73
20	49,6	2,52
21	49,6	2,77
22	50,42	4,32
23	31,18	7,2
24	48,88	2,77
25	49,45	2,14
26	47,22	4,32
27	45,93	4,32

Lanjutan Tabel 4.5		
Hari Ke-	Tegangan minimal (kV)	Emisi yang dihasilkan (Kg / Jam)
28	47,37	3,6
29	48,41	3,26
30	49,05	2,8
Minimal	0	0
Maksimal	50,24	7,2
Rata-rata	46,16	2,98

Berdasarkan tabel 4.5 diatas tegangan minimal dapat diamati ketika hari ke- besar tegangan yang digunakan pada EP yaitu 50,23 kV emisi yang dihasilkan 2,79 kg/jam. Pada saat tegangan mengalami penurunan pada hari ke-23 sebesar 31,18 kV, emisi yang dihasilkan sebesar 7,2 kg/jam terjadi kenaikan yang cukup besar dan ketika tegangan kembali naik pada hari ke-30 sebesar 49,05 kV, terjadi penurunan emisi yang dikeluarkan menjadi 2,8 kg/jam. Dari sebagian data yang telah diamati pada saat tegangan turun, terjadi kenaikan emisi gas buang, apabila tegangan naik maka emisi akan mengalami penurunan, penurunan disini diartikan gas buang yang keluar ke udara semakin sedikit. Pada hari ke-18 tegangan tegangan tercatat 0 kV dan emisi yang dikeluarkan 0 kg/jam mengapa demikian karena faktor berhentinya produksi atau karena adanya *troubel shooting* yang mengharuskan mematikan sistem *electrostatic precipitator*.

Untuk lebih jelasnya melihat pengaruh tegangan pada emisi yang dikeluarkan dapat dilihat pada grafik perbandingan antara tegangan minimal dengan emisi yang dihasilkan dalam 1 bulan. Tegangan minimal dari perhitungan rata-rata minimal 1 hari yang tercatat oleh sensor yang dimiliki pabrik dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini:



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Tegangan Minimal dengan Emisi yang dihasilkan dalam 1 Bulan

Seperti yang sudah dijelaskan pada tabel grafik ini dapat dilihat pada saat tegangan pada hari ke-1 50,23 kV emisi yang keluar sebesar 2,79 kg/jam dan pada hari ke-2 tegangan 49,68 kV menghasilkan emisi sebesar 3,31 kg/jam terjadi kenaikan emisi atau emisi yang keluar ke udara semakin banyak, untuk hari ke 18 terjadi penurunan yang signifikan yaitu posisi 0 kV dan emisi yang keluar juga 0 kg/jam itu terjadi karena memang pada tanggal tersebut terjadi *stop* produksi ataupun ada *troubel shooting* yang mengakibatkan EP di matikan untuk 1 hari itu. Dan pada hari ke 23 tadi tegangan turun drastis menjadi 31,18 kV menjadikan emisi yang keluar ke udara semakin banyak yaitu 7,2 kg/jam.

## 2. Tabel Tegangan Maksimal dengan Emisi yang dihasilkan dalam 1 Bulan.

Tegangan maksimal didapatkan dari rata-rata dalam 1 hari tegangan terbesar yang digunakan oleh EP dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini :

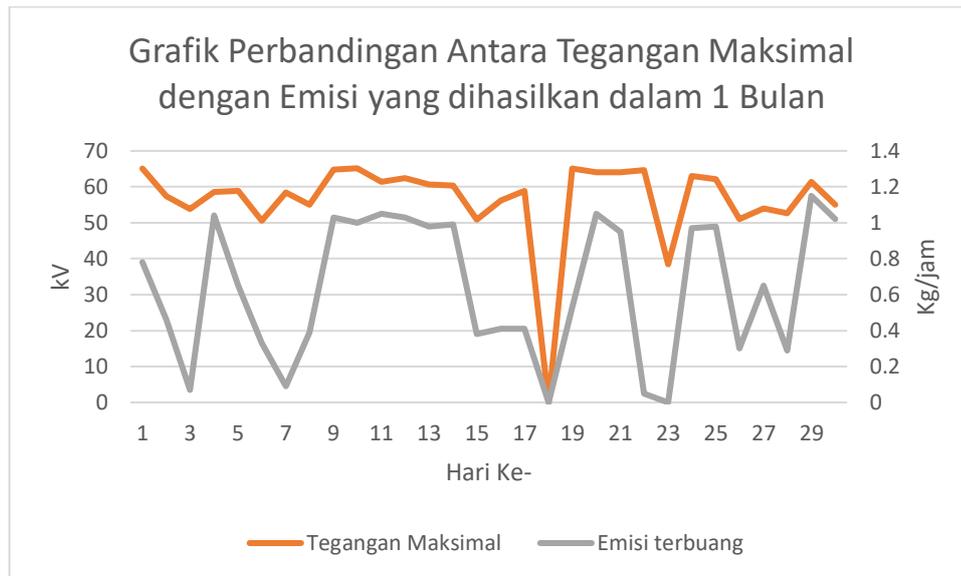
Tabel 4.6 Tabel Tegangan Maksimal dengan Emisi yang Keluar per-hari dalam 1 Bulan

Hari Ke-	Tegangan maksimal (kV)	Emisi yang dihasilkan (Kg / Jam)
1	65,14	0,78
2	57,38	0,46
3	53,86	0,07
4	58,51	1,04
5	58,94	0,65
6	50,55	0,33
7	58,45	0,09
8	55,07	0,39
9	64,84	1,03
10	65,17	1
11	61,43	1,05
12	62,43	1,03
13	60,68	0,98
14	60,41	0,99
15	50,9	0,38
16	56,14	0,41
17	58,83	0,41
18	0	0
19	65,06	0,53
20	64,04	1,05
21	64,04	0,95
22	64,71	0,05
23	38,41	0
24	62,99	0,97
25	62,08	0,98
26	50,99	0,3
27	54,05	0,65

Lanjutan Tabel 4.6		
Hari Ke-	Tegangan maksimal (kV)	Emisi yang dihasilkan (Kg / Jam)
28	52,73	0,29
29	61,33	1,15
30	54,96	1,02
Minimal	0	0
Maksimal	65,17	1,5
Rata-rata	56,47	0,64

Berdasarkan tabel tegangan maksimal diatas dapat dilihat saat tegangan maksimal yang terjadi pada hari ke 10 yaitu dengan tegangan maksimal sebesar 65,17 kV menghasilkan emisi yang keluar ke udara sebesar 1 kg/jam dan tegangan maksimal terendah terjadi pada hari ke 23 yaitu 38,41 kV dan emisi yang keluar ke udara menghasilkan 0 kg/jam. Hal tersebut terjadi karena memang pada hari ke 23 tersebut t karena memang pada hari itu emisi yang masuk kedalam EP sangat kecil hanya 1,51 t/jam yang menyebabkan emisi yang keluar hanya sedikit, hanya saja pada data semua tabel bila dianalisis untuk tegangan semakin besar maka emisi yang keluar akan semakin sedikit.

Untuk lebih jelasnya kita dapat melihat gambar grafik perbandingan antara tegangan maksimal dengan emisi yang dihasilkan dalam 1 bulan. Tegangan maksimal dari perhitungan rata-rata tegangan terbesar dalam 1 hari yang tercatat oleh *software* yang dimiliki pabrik dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini:



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Tegangan Maksimal dengan Emisi yang dihasilkan dalam 1 Bulan

Berbeda dengan grafik 4.1 dimana pada saat hari pertama tegangan yang digunakan ialah 65,14 kV partikulat emisi yang keluar berada pada nilai 0,78 kg/jam selanjutnya pada hari ke-3 tegangan turun menjadi 53,86 kV maka partikulat yang keluar ke udara akan semakin banyak yaitu sebesar 1,04 kg/jam pada hari ke-23 emisi yang keluar 0 kg/jam tetapi tegangannya ada yang disalurkan hal tersebut terjadi karena memang pada hari ke-23 itu emisi yang masuk sangatlah sedikit yaitu hanya 1,5 ton/jam, sehingga untuk data keseluruhan pada grafik 4.2 ini berkebalikan yaitu ketika tegangan EP semakin besar nilai emisi yang keluar ke udara akan semakin kecil dapat dikatakan keadaan tersebut berbanding terbalik.

### 3. Tabel Tegangan Rata-rata dengan Emisi yang dihasilkan dalam 1 Bulan

Tegangan rata-rata didapatkan dari perhitungan rata-rata tegangan yang digunakan EP dalam 1 harinya yang tercatat oleh software pabrik dapat dilihat dalam tabel 4.7 dibawah ini :

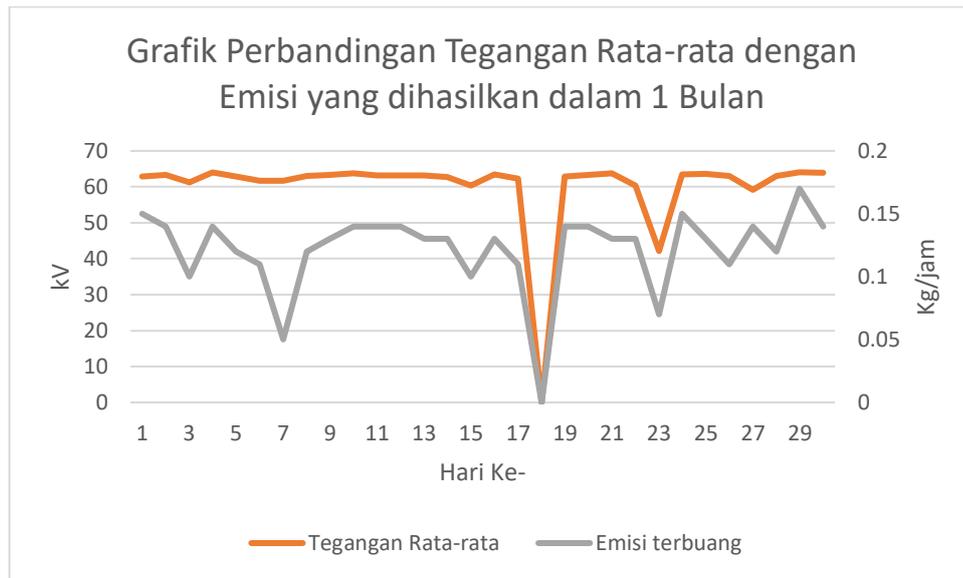
Tabel 4.7 Tabel Tegangan Rata-rata dengan Emisi yang Terbuang dalam 1 Bulan

Hari Ke-	Tegangan Rata-rata (kV)	Emisi yang dihasilkan (Kg / Jam)
1	62,95	0,15
2	63,28	0,14
3	61,23	0,1
4	64,02	0,14
5	62,95	0,12
6	61,7	0,11
7	61,76	0,05
8	62,96	0,12
9	63,29	0,13
10	63,81	0,14
11	63,21	0,14
12	63,24	0,14
13	63,18	0,13
14	62,7	0,13
15	60,42	0,1
16	63,48	0,13
17	62,33	0,11
18	0	0
19	62,93	0,14
20	63,34	0,14
21	63,73	0,13
22	60,3	0,13
23	42,2	0,07
24	63,48	0,15

Lanjutan Tabel 4.7		
Hari Ke-	Tegangan Rata-rata (kV)	Emisi yang dihasilkan (Kg / Jam)
25	63,65	0,13
26	63,05	0,11
27	59,15	0,14
28	63	0,12
29	64	0,17
30	63,97	0,14
Minimal	0	0
Maksimal	64,02	0,17
Rata-rata	59,98	0,12

Berdasarkan tabel 4.7 diatas merupakan grafik tegangan rata-rata perhari yang digunakan EP beserta emisi yang keluar dirata-rata sehingga hasil yang didapatkan merupakan rata-rata dari tegangan dan emisi keluaran yang terjadi, dapat dilihat rata-rata tegangan yang yang digunakan sebesar 59,98 kV dan emisi yang keluar 0,12 kg/jam.

Untuk lebih jelasnya melihat rata-rata tegangan dan emisi yang keluar dapat dilihat pada grafik perbandingan antara tegangan rata-rata dengan emisi yang dihasilkan dalam 1 Bulan bisa dilihat dalam gambar 4.3 dibawah ini :



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Tegangan Rata-rata dengan Emisi yang dihasilkan dalam 1 Bulan

Pada grafik diatas merupakan grafik antara tegangan rata-rata dan emisi rata-rata yang dikeluarkan perhari dimana rata-rata tegangan yang dihasilkan yaitu 63 kV dan emisi yang keluar rata-rata nya 0,13 kg/jam.