

## MODIFIKASI PROTOTYPE FILTER PENGENDAP DEBU ELEKTROSTATIK DENGAN MODEL VERTIKAL MENGGUNAKAN TEGANGAN TINGGI DC

Herman Nauwir<sup>1)</sup>, Sonong<sup>1)</sup>, Tasrif<sup>1)</sup>, Muhammad Ruswandi Djalal<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

### ABSTRACT

Every material including dust can be considered as an electrically charged particle that will have attractive properties with other particles that are different in charge and will refuse with other particles of similar charge. This study aims to design an electrostatic dust settling device and determine the mass value that settles on each type of dust used. Where on this dust if it passes through a plate that has been given a different electric charge that is between negative and positive, the dust passing around the plate will be pulled by the plate if the charge is different and will refuse if the charge is similar. The results of the test obtained the mass value of the dust deposited on the copper plate (filter) with a voltage of 8 KV, with a filter distance of 2 cm with a vertical model in which coal dust obtained a precipitation value of 23.1 grams, soil of 23.2 gram, and cement is 13.1 grams.

**Keywords:** *dust, electrostatic dust settling, DC high voltage, clean air.*

### 1. LATAR BELAKANG

Udara merupakan unsur yang sangat penting untuk mempertahankan kehidupan manusia, binatang dan tumbuh-tumbuhan. Tanpa adanya udara, maka tidak akan ada kehidupan, oleh karena itu sangatlah penting bagi umat manusia untuk menjaga kebersihan udara yang dihirupnya. Salah satu kebutuhan yang sangat mendesak bagi manusia saat ini adalah tersedianya udara bersih, karena udara bersih adalah mutlak untuk kesehatan. Udara bersih merupakan suatu hal yang sangat langka. Kemajuan teknologi selain memberikan efek positif bagi kehidupan manusia juga menyebabkan efek negatif. Salah satu contohnya adalah terjadinya pencemaran lingkungan. Tingkat pencemaran masih sangat tinggi walaupun usaha untuk mengurangi pencemaran masih terus dilakukan.

Salah satu indikator pencemaran udara untuk menunjukkan tingkat bahaya baik terhadap lingkungan maupun terhadap kesehatan dan keselamatan kerja adalah debu. Partikel debu berada di udara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang di udara kemudian masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernafasan sehingga membahayakan kesehatan.

Setiap materi termasuk debu, dapat dianggap sebagai sebuah partikel yang bermuatan listrik yang akan memiliki sifat tarik-menarik dengan partikel lain yang berbeda muatan dan akan tolak menolak dengan partikel lain yang muatannya sejenis. Untuk itu dalam tugas akhir ini akan dibangun sebuah alat menggunakan konsep electrostatik dengan metode untuk mengendapkan debu sebagai salah satu polutan dengan menggunakan medan listrik.

Pembersihan udara ini dilakukan dengan cara pengendapan debu secara elektrostatis yaitu dimana partikel-partikel bermuatan akan dipisahkan secara elektrostatis yaitu muatan positif dan negatif akan saling tarik menarik oleh medan listrik dari deretan plat-plat logam yang nantinya akan mengeluarkan udara bebas debu. Dalam perancangan alat pengendap debu ini diperlukan suatu pembangkit tegangan tinggi DC yang mampu mengendapkan debu secara elektrostatis menurut (Sasongko 2011:2).

Prototipe alat pengendap debu elektrostatis sebelumnya menggunakan filter plat aluminium dan model filternya horizontal yang dibuat oleh (Ihza Pratama dan Welky Olivian P., 2016). Menurutny hasil debu yang mengendap pada filter dipengaruhi beberapa faktor yaitu pengaruh medan elektrostatis yang dihasilkan tegangan tinggi DC, adanya gaya gravitasi bumi dan sirkulasi udara. Selama proses pengendapan debu, filter yang digunakan akan tertutup debu secara terus-menerus. Tertutupnya permukaan aluminium akan mengurangi medan listrik yang dihasilkan, karena terhalang lapisan debu. Kecilnya medan listrik akan mengakibatkan gaya yang dibutuhkan untuk menarik debu juga akan berkurang, sehingga jumlah debu yang mampu diendapkan akan semakin berkurang.

Melihat berbagai faktor yang mempengaruhi pengendapan debu pada filter tersebut kami berinisiatif untuk memodifikasi alat pengendap debu elektrostatis dengan pemilihan plat tembaga sebagai filter untuk mengendapkan debu dimana pada plat tembaga ini memiliki hantaran listrik yang baik sehingga lebih cepat

<sup>1</sup> Korespondensi: Herman Nauwir, Telp 081242271887, hermannauwir@poliupg.ac.id

menghasilkan medan elektostatik dan mengubah model filternya menjadi vertikal. Filter dengan model vertikal ini dimaksudkan agar pada saat proses pengendapan debu, filter yang digunakan tidak tertutup debu. Debu secara otomatis jatuh ke dasar alat pengendapan debu karena adanya gravitasi bumi. Filter yang bersih, memiliki medan elektostatik yang sama saat proses pengendapan debu seperti semula sehingga proses pengendapan debu terjadi secara terus-menerus. Dalam penelitian ini berguna untuk mengetahui massa debu yang dapat diendapkan oleh alat pengendap debu elektostatik.

## 2. METODE PENELITIAN

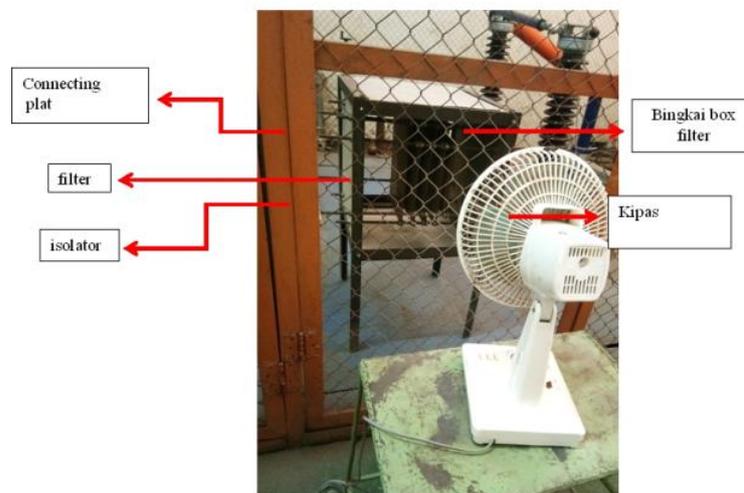
### PROSEDUR PEMBUATAN ALAT PENGENDAP DEBU

- 1) Suplai AC 1 Fasa. berasal dari jala-jala PLN dengan tegangan 220/380 Volt dan frekuensi 50 Hz.
- 2) Pembangkit Tegangan Tinggi DC 4000–8000 Volt berfungsi sebagai alat sumber tegangan DC dengan menentukan jarak antara dua plat tembaga yang di beri muatan berbeda.
- 3) Perangkat Keras, berfungsi sebagai alat sumber utama listrik yang digunakan dan di pasang di alat pengendap debu. Untuk menghasilkan daya magnetik.
- 4) Boks filter yang terdiri dari susunan plat tembaga yang berbeda muatan sebagai alat penarik debu (pengendap).
- 5) Kipas angin eksternal. Berfungsi sebagai alat pengarah debu masuk ke filter pengendap debu.
- 6) Box penyimpanan debu berfungsi sebagai alat penopang debu agar dapat di hitung massanya untuk pengambilan data.
- 7) Alat ukur massa, berfungsi sebagai alat untuk mengetahui berapa massa debu yang di endapkan filter dari plat tembaga oleh pengendap debu.

### TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Metode pengumpulan data yang dilakukan sebagai berikut:

- 1) Metode observasi yaitu pengumpulan data dengan mengadakan penelitian secara langsung di Laboratorium Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- 2) Metode Literatur yaitu mengumpulkan data dari buku-buku referensi dan jurnal yang relevan dengan objek permasalahan.



Gambar 1. Hasil rancangan filter

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian dengan Model Filter Vertikal

Tabel 1. Data hasil percobaan menggunakan debu tanah dengan jarak kipas 70 cm Pada Temperatur = 31°C, Tekanan = 1014 bar, Effisiensi = 82% dengan model filter vertikal.

No	Tegangan (kV)	Waktu (t)	Jarak plat (cm)	Massa sebelum (gram)	Massa sesudah (gram)
1	0	15:59	3	100	13,4
2	1	16:07	3	100	13,8
3	2	16:15	3	100	14,6

4	3	16:23	3	100	15,8
5	4	16:31	3	100	16,2
6	5	16:40	3	100	16,8
7	6	16:48	3	100	17,3
8	7	16:52	3	100	17,6
9	8	17:00	3	100	18,0
Total massa yang mengendap					143,5
Rata-rata massa yang mengendap					15,9

**Pengujian dengan Model Filter Horizontal**

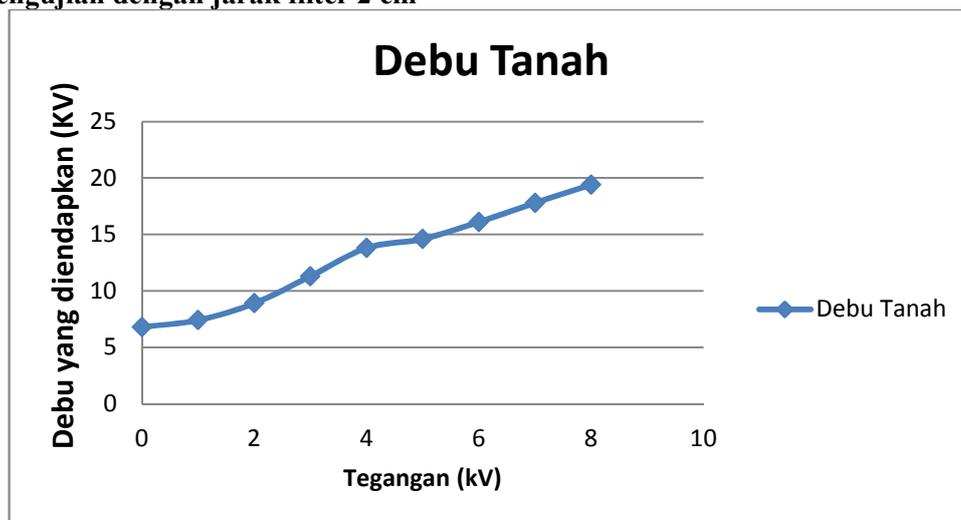
Tabel 2. Data hasil pengujian menggunakan debu batu bara dengan jarak kipas 70 cm pada Temperatur = 32°C, Tekanan = 1014 bar, Efisiensi = 82% dengan model filter horizontal.

No	Tegangan (kV)	Waktu (s)	Jarak plat (cm)	Massa sebelum (gram)	Massa sesudah (gram)
1	0	15:45	2	100	6,3
2	1	15:52	2	100	6,2
3	2	15:59	2	100	8,5
4	3	16:15	2	100	9,7
5	4	16:24	2	100	10,0
6	5	16:30	2	100	10,2
7	6	16:38	2	100	12,1
8	7	16:45	2	100	12,9
9	8	17:00	2	100	13,8
Total massa yang mengendap					79,5
Rata-rata massa yang mengendap					8,83

Dapat dilihat bahwa semakin tinggi tegangan yang diberikan, maka debu yang mengendap akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin banyak debu yang mengalir, maka permukaan lempengan tembaga pada filter mendapat debu yang banyak. Debu yang mengendap akan jatuh ke dasar alat pengendap debu dan debu akan ditampung. Filter yang bersih akan memberikan medan elektrostatis yang sama seperti semula sehingga banyaknya debu yang akan diendapkan akan sama.

**Pengujian dengan Model Filter Vertikal**

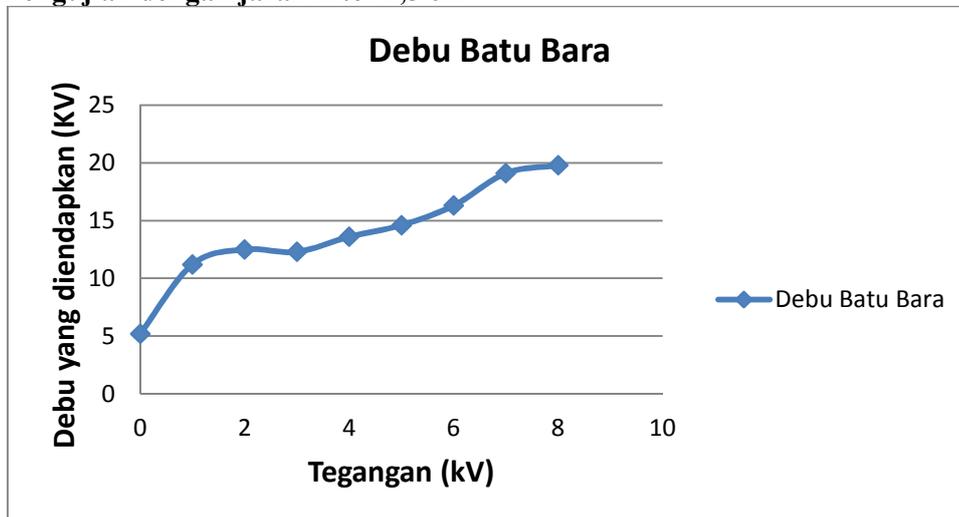
**Grafik Hasil Pengujian dengan jarak filter 2 cm**



Gambar 2. Hubungan antara massa debu tanah sesudah diendapkan (gram) dengan tegangan (volt) dengan jarak filter 2 cm.

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa pada tegangan 1 kV sampai 8 kV dengan jarak filter 2 cm, massa debu tanah yang mengendap mengalami peningkatan sesuai kenaikan tegangan, yang dimana nilai massa debu terbesar yang diendapkan yaitu 19,4 gram pada tegangan 8 kV dan massa debu terendah yang diendapkan yaitu 7,4 gram pada tegangan 1 kV. Adapula nilai massa debu yang dapat diperoleh dari pengujian tanpa tegangan yaitu senilai 6,8 gram.

#### Grafik Hasil Pengujian dengan jarak filter 2,5 cm



Grafik 3. Hubungan antara massa debu batu bara sesudah diendapkan (gram) dengan tegangan (volt) dengan jarak filter 2,5 cm.

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa pada tegangan 1 kV sampai 8 kV dengan jarak filter 2,5 cm, massa debu batu bara yang mengendap mengalami peningkatan sesuai kenaikan tegangan, yang dimana nilai massa debu terbesar yang diendapkan yaitu 19,8 gram pada tegangan 8 kV dan massa debu terendah yang diendapkan yaitu 11,2 gram pada tegangan 1 kV. Adapula nilai massa debu yang dapat diperoleh dari pengujian tanpa tegangan yaitu senilai 5,2 gram.

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan pengukuran, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Material filter yang digunakan adalah tembaga karena tembaga merupakan logam yang bagus dalam menghantarkan listrik dan tidak mudah panas, sedangkan isolator yang digunakan adalah isolator keramik karena keramik merupakan isolator yang dapat menahan tegangan di bawah 16 kV.
2. Nilai massa debu terbesar yang dapat diendapkan oleh alat pengendap debu pada tegangan 8 KV dengan jarak filter 2 cm model vertikal yaitu debu batu-bara sebesar 22,3 gram, tanah sebesar 23,2 gram, dan semen sebesar 13,1 gram.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Arief, Latar Muhammad. 2013. *Lingkungan Kerja Faktor Debu*. Jakarta: Universitas Esa Unggul.
- Indiani, Eva dan Ngurah Ayu Ketut U. 2010. *Keramik persolen berbasis feldspar sebagai bahan isolator listrik*. Semarang: Jurusan Fisika Universitas Diponegoro.
- Nurlailati dkk. 2007. Aplikasi Tegangan Tinggi DC Sebagai pengendap Debu Elektrostatik. Makalah Tugas Akhir. Semarang: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Pratama, Ihza dan Welky Olivian P. 2016. Rancang Bangun Prototipe Filter Pengendap Debu Elektrostatik dengan menggunakan Tegangan Tinggi DC. Laporan Tugas Akhir. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Sasongko, Aris Hendro dkk. 2011. *Pemanfaatan Elektrostatik Precipator untuk Mengurangi Kadar Debu dalam sesuatu Ruang Berbasis Mikrokontrol*. Surabaya.
- Syakur, Abdul dkk. 2012. *Aplikasi Tegangan Tinggi DC Sebagai Pengendap Debu Secara Elektrostatik*. Semarang: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.