

Pengaruh Korona Listrik Terhadap Proses *Particle Charging* dalam Sistem *Electrostatic Precipitator*

Ika Puspa Yulistiowarno^{1*}, Muhammad Anwar²

¹Prodi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

²Departemen Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Jl. Prof. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang

*Corresponding author e-mail : ikaapuspa23@gmail.com

ABSTRAK

Pencemaran udara merupakan masalah yang cukup serius saat ini. Karena udara merupakan aspek yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi. Banyak sumber pencemaran udara saat ini, salah satunya adalah pencemaran yang disebabkan oleh asap sisa pembakaran pabrik atau industri. Untuk meminimalisir polusi udara yang ditimbulkan oleh industri maka dibuatlah sistem penyaring asap keluaran cerobong pada industri. Sistem penyaring ini menggunakan prinsip *electrostatic precipitator*(ESP). Prinsip ini memanfaatkan efek korona yang diciptakan oleh listrik yang memiliki tegangan tinggi. Korona listrik terjadi ketika ada dua kabel paralel yang memiliki penampang kecil yang diberi tegangan bolak-balik. Hal ini disebabkan oleh kabel yang saling bersilangan, yang menciptakan medan listrik yang dapat menimbulkan percikan api. Hilangnya elektron dari molekul udara menghasilkan medan listrik di sekitar mereka. Medan ini dapat menyebabkan elektron bebas bergerak lebih cepat dan terjadi tumbukan dengan molekul lain. Hal inilah yang dimanfaatkan oleh ESP untuk membantu proses *particle charging*.

Kata Kunci : Korona Listrik, ESP, *Electrostatic Precipitator*, *Particle Charging*.

ABSTRACT

Air pollution is a serious problem today. Because air is a very important aspect for the life of living things on earth. There are many sources of air pollution today, one of which is pollution caused by smoke from factory or industrial combustion. To minimize air pollution caused by industry, a chimney exhaust smoke filter system is made in the industry. This filter system uses the principle of electrostatic precipitator (ESP). This principle takes advantage of the corona effect created by high-voltage electricity. An electric corona occurs when there are two parallel wires that have a small cross-section that are given an alternating voltage. This is caused by the wires crossing each other, which creates an electric field that can cause a spark. The loss of electrons from air molecules creates an electric field around them. This field can cause free electrons to move faster and collide with other molecules. This is what ESP uses to help the particle charging process.

Keywords: *Electric Corona, ESP, Electrostatic Precipitator, Particle Charging.*

I. PENDAHULUAN

Pencemaran udara diartikan dengan turunnya kualitas udara sehingga mengalami penurunan mutu dalam penggunaannya, sehingga tidak dapat dipergunakan lagi sebagai mana mestinya sesuai fungsi. Ada banyak faktor yang berkontribusi terhadap polusi udara, salah satu yang paling signifikan adalah pelepasan partikel dari produk sisa pembakaran. Pencemaran udara yang terjadi akibat kegiatan industri umumnya disebabkan oleh pembuangan asap sisa pembakaran yang dibuang melalui cerobong asap. Pada saat ini beberapa industri besar sudah menggunakan filter pada cerobong asap yang digunakan agar kualitas udara di sekitar industri tersebut tidak tercemar.

Filter yang digunakan pada cerobong asap saat ini menggunakan sebuah sistem yang bernama Electrotatic Precipitator (ESP). Cara kerja dari sistem ini adalah dengan memberikan ion negatif pada partikel asap menggunakan medan listrik korona yang tercipta karena dua buah kawat sejajar yang berpenampang kecil diberikan tegangan bolak-balik. Lompatan-lompatan listrik inilah yang dimanfaatkan oleh ESP dalam proses ionisasinya. Setelahnya partikel yang sudah kelebihan ion negatif akan disambut oleh plat-plat yang diberikan listrik positif sehingga semua partikel asap yang kelebihan ion tadipun akan menempel dan udara bersihlah yang keluar dari dalam cerobong.

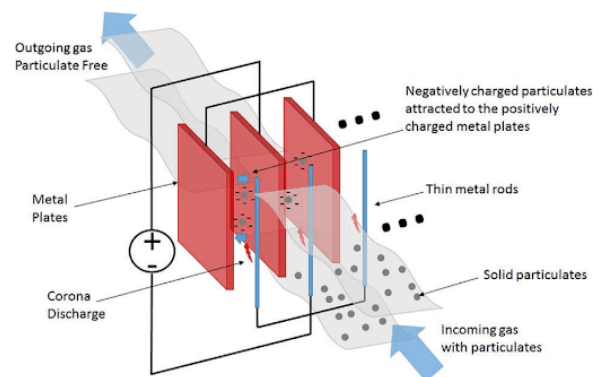
II. METODE

Metode yang digunakan dalam menciptakan medan listrik korona ini yaitu pada sistem ESP yang terjadi saat proses particle charging yang mana proses ini terdiri dari beberapa perangkat keras. Adapun perangkat keras yang digunakan meliputi power supply, driver flyback, flyback, jajaran kawat dan susunan plat seng.

Sistem Electrostatic Precipitator

Prinsip *Electrostatic Precipitator* yang dipasang pada sistem cerobong membantu menangkap abu terbang (*fly ash*) sisa pembakaran. Teknik yang digunakan adalah menjebak partikel kecil dengan menggunakan listrik tegangan tinggi. Listrik tegangan tinggi adalah keadaan dimana daerah tersebut kelebihan elektron, dan tegangan rendah adalah keadaan dimana daerah tersebut kekurangan elektron. Prinsip di balik ini didasarkan pada prinsip aliran listrik, yang menyatakan bahwa listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial yang lebih rendah (banyak proton, sedikit elektron). [1]

Kutub positif adalah kutub dengan elektron lebih sedikit, sedangkan kutub negatif adalah kutub dengan lebih banyak elektron. Saat baterai digunakan, proton mengalir ke kutub yang memiliki jumlah elektron lebih sedikit, sehingga pada akhirnya jumlah elektron di kedua kutub menjadi sama, yang berarti baterai habis. Properti listrik ini kemudian digunakan sebagai nilai awal Ide membangun *electrostatic precipitator*. [5]

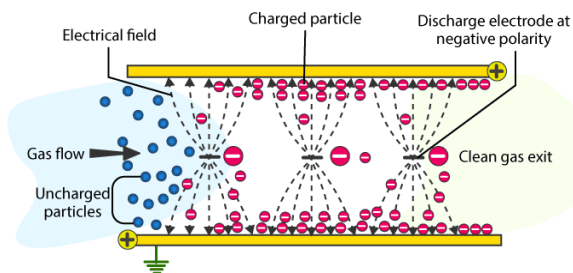


Gambar 1. Alur pada proses ESP

Particle Charging

Di dalam prinsip *electrostatic precipitator*, muatan listrik ditempatkan pada sebuah kawat yang dinamakan *discharge electrode*. Partikel-partikel pada *fly ash* yang terkena muatan pada suatu medan listrik yang letaknya sangat dekat dengan *discharge electrode*. Medan listrik ini biasanya ditunjukkan

dengan nama *corona discharge*. *Corona discharge* merupakan tempat penyediaan sumber ion *unipolar* yang bergerak ke arah bagian *collecting electrode*. Diantara *collecting* dan *discharge electrode* disediakan ruang kosong yang kemudian diisi dengan sebuah *space charge unipolar*. Partikel-partikel abu yang ada pada *fly ash* kemudian akan melewati ruangan ini dan akan menyerap ion-ion yang ada disekitarnya sehingga akan menjadi bermuatan tinggi. [2]



Gambar 2. Pemberian muatan partikel

1. Power Supply

Power Supply atau *Catu daya* adalah suatu perangkat listrik yang dapat menyediakan listrik untuk perangkat lain. *Catu daya* ini membutuhkan sumber energi listrik agar dapat menghasilkan listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronik lainnya.

2. Driver Flyback

Flyback Transformer dirancang untuk bekerja dengan frekuensi input sebesar 15 – 150 KHz, sehingga agar dapat menjalankan *flyback transformer* secara baik maka dibutuhkan sebuah *driver* yang dapat membangkitkan gelombang kotak dengan frekuensi 15 – 150 KHz.

3. Flyback Transformator

Transformer flyback merupakan trafo dengan inti ferit yang dapat menghasilkan tegangan tinggi pada tabung sinar katoda (dalam bahasa Inggris disebut *cathode ray tube* atau CRT baik pada televisi maupun monitor. Fungsi utama trafo adalah memberikan arus listrik yang akan

memicu elektron ke dalam tabung CRT. *Transformator flyback* dirancang untuk menyimpan energi di sirkuit magnetiknya dengan inti ferit. Seperti transformator lainnya, mereka juga memiliki arus primer dan sekunder..[3]

4. Discharge Electrode

Kawat yang memiliki diameter berukuran 0,4 mm disusun sejajar sepanjang susunan plat seng. Nantinya jajaran kawat ini akan diberikan muatan negatif. Saat jajaran kawat ini diletakkan dengan jarak tertentu dengan susunan plat seng, akan terlihat lompatan-lompatan listrik yang disebut korona listrik. Peristiwa inilah yang dimanfaatkan ESP dalam melakukan proses ionisasi pada partikel asap.

Dalam sistem ESP, kawat ini disebut *Discharge Electrode*. *Discharge Electrode* dihubungkan dengan sumber tegangan tinggi sehingga dapat menimbulkan korona listrik. *Discharge Electrode* berfungsi untuk dapat mengisi abu sehingga abu tersebut bermuatan negatif. *Discharge Electrode* dipasang di tengah masing-masing elektroda pengumpul dengan jarak 152-203 mm, tergantung jarak antara *Collecting Electrode* yang digunakan. Untuk mencegah korsleting, pemasangan *Discharge Electrode* juga harus dipasang dengan isolasi yang memisahkan *Discharge Electrode* dari selubung bermuatan netral dan *Collecting Electrode*. [4]

5. Collecting Electrode

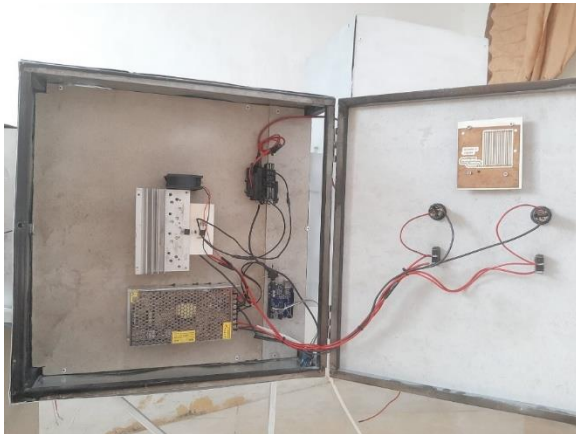
Plat seng dipotong seukuran 15 x 40 cm sebanyak 20 buah, kemudian disusun sejajar menggunakan baut ulir sepanjang 45cm. jarak antara plat seng dan jajaran kawat harus disusun sedemikian rupa agar menciptakan lompatan-lompatan listrik atau korona listrik.

Susunan plat seng ini nantinya diberi muatan positif, sehingga partikel asap yang sudah terkena korona listrik dan kelebihan muatan negatif akan menempel pada plat seng yang sudah diberi muatan positif. Sehingga hanya udara bersih yang keluar dari sistem ESP.

Pada sistem ESP susunan plat seng ini disebut dengan *Collecting Electrode*. Dimana *Collecting electrode* merupakan tempat terkumpulnya abu bermuatan negatif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentuk fisik perancangan komponen yang dapat menghasilkan korona listrik yang terbentuk dalam susunan sistem ESP ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Bentuk fisik sistem ESP

Dibalik box sistem ESP ini terdapat ruang unruk meletakkan filter yakni susunan komponen pencipta korona listrik.



Gambar 4. Bentuk fisik Filter

Saat semua sistem telah dihidupkan nantinya akan muncul korona listrik yang dimanfaatkan

menjadi discharge elektrode pada sistem ESP. Korona listrik ini akan terlihat jika tidak ada cahaya lain disekitarnya. Bentuk gambaran korona listrik dapat dilihat dari gambar berikut ini :



Gambar 5. Gambaran Lompatan listrik / Korona Listrik

Lompatan api inilah yang akan memancarkan ion negatif pada partikel asap sehingga seluruh partikel asap yang melewatinya akan kelebihan muatan negatif dan nantinya akan menempel pada susunan plat seng yaitu *collecting electrode* yang mana sudah diberi muatan positif. Sehingga terciptalah sistem ESP yang dapat mengurangi polusi jika dipasangkan pada saluran pembuangan udara pada suatu industri.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan komponen yang dibuat untuk melihat pengaruh korona listrik terhadap proses *particle charging* pada sistem electrostatic precipitator, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Korona listrik berpengaruh besar atau dapat dikatakan faktor utama keberhasilan dalam proses *particle charging* pada sistem ESP karena medan listrik yang diciptakannya yang memberikan muatan negatif pada partikel asap sehingga menempel di *collecting electrode* dan keluarlah udara bersih dari sistem ESP.
2. Power supply 12V saja tidak dapat menghasilkan korona listrik karena

untuk menciptakannya dibutuhkan tegangan listrik yang cukup tinggi.

3. *Flyback Transformator* dirancang untuk bekerja dengan frekuensi input sebesar 15 – 150 KHz, sehingga agar dapat menjalankan *flyback transformator* secara baik maka dibutuhkan sebuah *driver* yang dapat membangkitkan gelombang kotak dengan frekuensi 15 – 150 KHz.
4. Prinsip ESP ini diterapkan pada bagian filter atau penyaring dari cerobong asap. Dengan memberikan muatan positif pada plat seng penyusun filter dan muatan negatif pada kawat yang telah dibentangkan sepanjang plat seng dengan jarak tertentu agar menghasilkan corona yang berfungsi untuk memancarkan atau memberikan muatan negatif pada partikel asap. Karena partikel asap kelebihan elektron maka akan menempel kepada plat seng dengan muatan positif. Maka tidak lagi partikel asap yang keluar dari cerobong melainkan udara bersih.

V. SARAN

Dari pengalaman penulis dengan sistem ini menunjukkan bahwa masih banyak kekurangan. Untuk menyempurnakan sistem ini, penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Ukuran dan titik bor pada plat yang kurang presisi dikarenakan proses pemotongan dan pengeboran dilakukan secara manual dan satu per satu. Sehingga saat penyusunan filter kedalam kerangkanya, plat tidak dapat terpasang dengan rata yang mengakibatkan corona tidak tersebar dengan baik.
2. Diperlukan penambahan *discharge elektroda* yang mempunyai agar menghasilkan korona listrik yang lebih banyak sehingga dapat memfilter asap dengan volume yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abdullah, Mikrajuddin. 2017. *Fisika Dasar II*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- [2]. Supriono. 2014. *Buku Ajar Teknik Tegangan Tinggi Untuk Mahasiswa Teknik Elektro*. Mataram
- [3]. Tobing, Bongas L. 2012. *Peralatan Tegangan Tinggi*. Jakarta: Erlangga
- [4]. Empowerment.”*Electrostatic Precipitator and Pabric Filter*”. <http://empowerment.co.id/electrostatic-precipitator-and-fabric-filter/>, diakses 1 Mei 2021.
- [5]. Byju’s.”*Electrostatic Precipitator*”. <https://byjus.com/physics/electrostatic-precipitator/>, diakses 1 Mei 2021.