

HALAMAN JUDUL

TUGAS AKHIR

**ANALISIS OPTIMALISASI PENGGUNAAN *ELECTROSTATIC
PRECIPITATOR* (ESP) BERDASARKAN *SETTING* ARUS/TEGANGAN
DAN *CHARGE INPUT* MATERIAL PADA PABRIK NIKEL PT.ANTAM
POMALAA**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh:

Fariz Maulana Siyu

20140120078

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS OPTIMALISASI PENGGUNAAN ELECTROSTATIC
PRECIPITATOR (ESP) BERDASARKAN SETTING ARUS/TEGANGAN
DAN CHARGE INPUT MATERIAL PADA ROTARY KILN PT.ANTAM
POMALAA**

Disusun Oleh:

Fariz Maulana Siyu

20140120078

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2018**

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal

21 Mei 2018

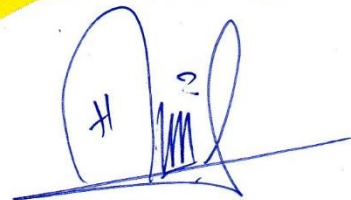
Mengetahui

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
NIK. 19741010201010123056



Nur Hayati, S.ST., M.T.
NIK. 19870925201507123082

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
**ANALISIS OPTIMALISASI PENGGUNAAN ELECTROSTATIC
PRECIPITATOR (ESP) BERDASARKAN SETTING ARUS/TEGANGAN
DAN CHARGE INPUT MATERIAL PADA ROTARY KILN PT.ANTAM
POMALAA**

Disusun Oleh:

Fariz Maulana Siyu

20140120078

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2018**

Telah Dipertahankan dan Disahkan Pada Tanggal 21 Mei 2018

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2


Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
NIK. 19741010201010123056


Nur Hayati, S.ST., M.T.
NIK. 19870925201507123082

Penguji


Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M. Eng
NIK. 197608062005012001

Skripsi Ini Telah Dinyatakan Sah Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
NIK. 19741010201010123056

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : FARIZ MAULANA S

NIM : 20140120078

Jurusan : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di kutip dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 21 Mei 2018

Yang menyatakan,



Fariz Maulana Siyu

HALAMAN PERSEMBAHAN



Skripsi ini adalah Tugas Akhir dari Studi S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah di selesaikan selama 4 tahun. Sebagaimana skripsi ini yaitu bukti sikap berbakti kepada orang tua sehingga dapat membuat ibunda dan ayahanda memiliki senyum yang bahagia. Dengan melihat senyuman mereka hal itu sebagai tanda menuju langkah yang lebih baik lagi demi menuntut ilmu lebih tinggi lagi agar menjadi generasi muda mendatang yang bermanfaat bagi bangsa dan agama di tanah air Indonesia.

Selanjutnya persembahkan kepada adik tercinta. Skripsi ini sebagai bukti juga bahwa tugas seorang anak pertama memberikan contoh kepada adiknya dalam hal menuntut ilmu. Sehingga nantinya adik – adik dapat lebih mendapatkan gambaran kedepannya bagaimana menjadi lebih baik dari kakak yang telah menyelesaikan skripsi ini.

MOTTO

“1 pengalaman lebih penting daripada 100 pelajaran. Jangan takut dan cobalah semuanya”

“Jangan selalu memilih jalan yang mudah, seperti air yang selalu mengalir ke tempat rendah, tiba-tiba kita sdh ada di tempat paling dasar”

“Kita hidup pada masa kini, kita bermimpi untuk masa depan, tapi kita belajar kebenaran abadi dari masa lalu”

“Suatu pekerjaan yang sulit tidak akan terasa berat apabila tidak dikerjakan”

“Siapapun pasti pernah melakukan kesalahan. yang terpenting adalah mengambil pelajaran dari kesalahanmu”

“Banyak orang gagal karena mereka tidak memahami usaha yang diperlukan untuk menjadi sukses”

INTISARI

Penyumbang polusi udara salah satunya adalah hasil emisi proses industri. Banyak regulasi yang dikeluarkan pemerintah untuk mengendalikan hasil emisi ini. Untuk memenuhi aturan tersebut dibutuhkan teknologi yang dapat menangani permasalahan polusi ini. Salah satu teknologi tersebut adalah *Electrostatic Precipitator*. Metode ini menggunakan medan listrik untuk mengionisasi partikel debu sehingga partikel debu tersebut dapat menempel pada elektroda plat pengumpul. Dengan menggunakan ESP ini banyaknya partikulat debu yang keluar melalui stack/cerobong asap pabrik bisa diturunkan hingga 64 %. Dalam penggunaannya, pengontrolan *Electrostatic Precipitator* menggunakan unit PIACS DC. PIACS DC adalah suatu unit pengontrol yang ada pada ESP yang berfungsi untuk mengontrol parameter pada ESP yang dimana dalam operasionalnya ESP telah terintegrasi di dalam paket pembelian dari pabrikan.

Pada penelitian ini membahas tentang analisis optimalisasi penggunaan *electrostatic precipitator* (ESP) berdasarkan setting arus/tegangan dan charge input material. Berdasarkan data penelitian ini peneliti menemukan bahwa ; dari charge input material, sekitar 3-4% material input pada RK-3 akan menjadi limbah keluaran dan sedangkan sekitar 3.5-7.1% material input pada RK-4 akan menjadi limbah keluaran. Ketika setting charge input material dinaikan, maka efisiensi akan menurun jika tidak diimbangi dengan setting arus yang sesuai. Untuk setting arus semakin tinggi arus setting maka jumlah debu yang tertangkap oleh ESP akan menjadi lebih banyak dan efisiensi pun akan naik.

Kata Kunci : *Electrostatic Precipitator* (ESP), Emisi, Rotary Kiln, PIACS DC

ABSTRACT

Contributors of air pollution one of them is the result of industrial process emissions. Many regulations are issued by the government to control the emission of these emissions. To meet these rules required a technology that can deal with these pollution problems. One such technology is the Electrostatic Precipitator. This method uses an electric field to ionize the dust particles so that the dust particles can be attached to the collecting plate electrodes. By using this ESP the amount of dust particulate that exits through the factory stack / chimney can be lowered to 64%. In its use, the control of the Electrostatic Precipitator uses the PIACS DC unit. PIACS DC is a control unit present in ESP that serves to control parameters on ESP which in its operation ESP has been integrated in the purchase package from the manufacturer.

In this study discusses the analysis of optimization of electrostatic precipitator (ESP) based on current / voltage setting and material input charge. Based on this research data the researcher found that; of the material input charge, about 3-4% of the input material in RK-3 will be the output waste and while about 3.5-7.1% of the input material in RK-4 will be the output waste. When the charge input material setting is increased, efficiency will decrease if not matched with the appropriate current setting. For the current setting the higher the current setting then the amount of dust captured by ESP will become more and the efficiency will increase.

Keyword : Electrostatic Precipitator (ESP), Emission, Rotary Kiln, PIACS DC

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Dengan Mengucapkan Puji dan Syukur penulis panjatkan akan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah -Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir (Skripsi) dengan judul:

” ANALISIS OPTIMALISASI PENGGUNAAN *ELECTROSTATIC PRECIPITATOR* BERDASARKAN *SETTING* ARUS/TEGANGAN DAN *CHARGE INPUT* MATERIAL PADA ROTARY KILN DI PT.ANTAM POMALAA”

Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir (Skripsi) ini, tetapi karena keterbatasan kemampuan penulis, maka penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya karena masih banyak kekurangan-kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir (Skripsi) ini, baik dalam susunan kata, kalimat maupun sistematik pembahasannya, penulis berharap Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat memberikan sumbangan yang cukup positif bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya.

Terwujudnya Tugas Akhir (Skripsi) ini tidak dari bantuan dan dorongan berbagai pihak yang sangat besar artinya, dan dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah -Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat berjalan dengan lancar dan Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
2. Kedua Orang tuaku, yaitu: Bapak Fredrik Siyu dan Ibu Nety Herwaty Sitorus. Adik-adikku, yaitu: Andre, Feby, Maruly dan serta segenap

keluarga besarku untuk segalanya, yang telah kalian berikan sepenuh hati.

3. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengerahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir (Skripsi) hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini.
5. Ibu Nur Hayati, S.ST.,M.T. sebagai Dosen Pembimbing II yang juga dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir (Skripsi) hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini.
6. Kepada penguji Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M. Eng yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir (Skripsi) hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini.
7. Segenap Dosen pengajar di jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih atas segala bantuan yang selama ini telah diberikan.
8. Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Staf Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
10. Teman sekaligus saudara seperjuanganku Teknik Elektro Kelas B yang selama ini belajar bersama dari semester 1 hingga sekarang.
11. Seluruh mahasiswa teknik elektro UMY yang telah banyak membantu dalam perkuliahan saya.
12. Teman-teman sekaligus keluarga sekosan saya Tommy, Abduh, Rozi, Ari dan Aby terimakasih atas semangat dan motivasinya.

13. Serta semua pihak yang membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima Kasih yang sebesar-besarnya

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulisan sangat mengharpakan kritik serta saran yang dapat membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua. Amin ya Robbal Alamin.

Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 21 Mei 2018

Fariz Maulana
20140120078

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO	vi
INTISARI.....	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Pengertian Pencemaran dan Polutan	6
2.2.1.1 Sumber Pencemaran Udara	6
2.2.1.2 Sistem Pencemaran Udara.....	7
2.2.1.3 Dampak Pencemaran Udara.....	7
2.2.2 Debu	11
2.2.3 Electrostatic Precipitator (ESP).....	14

2.2.3.1 Prinsip Kerja ESP.....	15
2.2.3.2 Proses Pembentukan Medan Listrik.....	17
2.2.3.3 Komponen Utama ESP.....	18
2.2.4 Transporter / Transmitter, Jumbo Transporter, PGC	21
2.2.4.1 Tabung.....	23
2.2.5 Variabel Desain Electrostatic Precipitator	24
2.2.6 Ionisasi	28
2.2.6.1 Proses Ionisasi	28
2.2.7 Hukum Coulomb	29
2.2.7.1 Hukum Coulomb dan Arus Listrik.....	30
2.2.8 Rotary Kiln.....	31
2.2.9 Distributed Control System	32
2.2.10 PIACS DC	34

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan	36
3.2 Alur Penelitian	36
3.3 Lokasi Kajian	37
3.4 Metode Analisa	38

BAB IV ANALISIS DATA PENELITIAN

4.1 Menentukan Setting Arus/Tegangan yang Optimal terhadap Debu yang dihasilkan.....	39
4.1.1 Tegangan dan Arus Setting pada ESP.....	39
4.1.2 Sistematis Pengukuran Debu menggunakan DCS	40
4.1.3 Tegangan dan Arus Aktual dan Banyaknya Debu yang tertangkap	44
4.2 Penyettingan pada Sistem PIACS DC	46
4.2.1 Setting pada Operasi DC (HV).....	47
4.2.1.1 Operasi DC tanpa Back Corona	47
4.2.1.2 Operasi DC dengan Back Corona	48

4.2.2	Setting pada Operasi EC (Energy Control)	48
4.2.2.1	Operasi EC dengan Dust Resistivity Moderate	48
4.2.2.2	Operasi EC dengan Dust Resistivity Tinggi	49
4.2.3	Setting dengan Variasi/Perubahan Kondisi Operasi (HV) ...	49
4.2.4	Seting pada Rapping Control	50
4.3	SCR sebagai Pengatur Tegangan Masukan ESP	50
4.3.1	Kondisi-kondisi dalam Penggunaan SCR	51
4.4	Pengubahan data Setting Arus pada PIACS DC dan banyaknya Debu yang tertangkap	53
4.5	Perhitungan Tegangan Transformator	57
4.6	Perhitungan Efisiensi Tegangan Aktual dan banyaknya Debu yang tertangkap per satuan jam	61
4.7	Analisis Perhitungan Efektivitas ESP	72
4.8	Analisis Perbandingan	79

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran	82

DAFTAR PUSTAKA 83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema pencemaran udara.....	7
Gambar 2.2 Electrostatic Precipitator (ESP).....	15
Gambar 2.3 Bagian-bagian ESP.....	16
Gambar 2.4 Proses penangkapan debu ESP pada setiap field	17
Gambar 2.5 Proses pembentukan medan listrik.....	17
Gambar 2.6 Collecting Plate	18
Gambar 2.7 Discharge Electrode	18
Gambar 2.8 Rapping Syystem.....	19
Gambar 2.9 Hopper	19
Gambar 2.10 Gas Distribution Syystem.....	21
Gambar 2.11 PGC (Phenuematic Graffity Conveyor).....	22
Gambar 2.12 Proses Ionisasi antara DE dan CE.....	29
Gambar 2.13 Proses Hukum Coulomb.....	30
Gambar 2.14 Rotary Kiln.....	31
Gambar 3.1 Peta Lokasi PT.Antam Pomalaa.....	37
Gambar 4.1 Tampilan skema ESP RK-3.....	40
Gambar 4.2 Limit RK-3	41
Gambar 4.3 Tampilan skema ESP RK-4.....	42
Gambar 4.4 Limit RK-4	43
Gambar 4.5 Monitoring debu yang tertangkap oleh ESP	43
Gambar 4.6 Papan tombol dan Interface PIACS DC	46
Gambar 4.7 Langkah parameter level 2	46
Gambar 4.8 Langkah parameter level 3	47
Gambar 4.9 ESP control syystem.....	51
Gambar 4.10 SCR yang dioperasikan dari sumber AC.....	52
Gambar 4.11 SCR sebagai pengatur tegangan.....	53
Gambar 4.12 Grafik rata-rata debu pada RK-3 dengan setting awal	75
Gambar 4.13 Grafik rata-rata debu pada RK-4 dengan setting awal	75
Gambar 4.14 Grafik rata-rata debu pada RK-3 setelah setting material	

input di Naikan.....	76
Gambar 4.15 Grafik rata-rata debu pada RK-4 setelah setting material input di Turunkan.....	77
Gambar 4.16 Grafik rata-rata debu pada RK-3 setelah setting arus di Naikan ..	78
Gambar 4.17 Grafik rata-rata debu pada RK-4 setelah setting arus di Naikan ...	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dampak dari pencemaran udara.....	8
Tabel 2.2 Dampak pencemaran udara berupa gas.....	9
Tabel 2.3 Dampak pencemara udara berupa partikel.....	10
Tabel 2.4 Karateristik debu	12
Tabel 2.5 Parameter desain ESP	27
Tabel 4.1 Kapasitas tegangan dan arus setting pada ESP	39
Tabel 4.2 Tegangan dan arus aktual di RK-3.....	44
Tabel 4.3 Pengukuran debu yang tertangkap di RK-3	44
Tabel 4.4 Tegangan dan arus aktual di RK-4.....	45
Tabel 4.5 Pengukuran debu yang tertangkap di RK-4	45
Tabel 4.6 Tegangan dan arus aktual di RK-3 setelah setting setting Charge Input Material di Naikan.....	53
Tabel 4.7 Banyaknya debu yang tertangkap di RK-3 setelah setting Charge input material di Naikan	54
Tabel 4.8 Tegangan dan arus aktual di RK-4 setelah setting Charge Input material di Turunkan	54
Tabel 4.9 Banyaknya debu yang tertangkap di RK-4 setelah setting Charge input material di Turunkan	55
Tabel 4.10 Tegangan dan arus aktual di RK-3 setelah setting arus di Naikan	55
Tabel 4.11 Banyaknya debu yang tertangkap di RK-3 setelah setting arus di Naikan... ..	56
Tabel 4.12 Tegangan dan arus aktual di RK-4 setelah setting arus di Naikan	56
Tabel 4.13 Banyaknya debu yang tertngkap di RK-4 setelah seting arus di Naikan.. ..	57
Tabel 4.14 Perbandingan antara nilai perhitungan dan nilai tertera.....	59
Tabel 4.15 Rata-rata debu dan Efisiensi	73