

PROYEK AKHIR

Perancangan Metal Detektor Pada *Belt Conveyor* Tambang

Batu Bara Berbasis Programmable Logic Controller

(Hardware)

*“Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Diploma III Teknik Elektro Universitas Negeri Padang”*



Disusun oleh :

Abdur Rachman Fasa .

1307720 / 2013

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

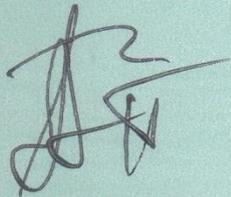
2018

HALAMAN PERSETUJUAN PROYEK AKHIR

Judul : Perancangan Metal Detector pada Belt Conveyor
Tambang Batubara Berbasis Programmable Logic
Controller (Hardware)
Nama : Abdur Rachman Fasa
NIM/BP : 1307720 / 2013
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Listrik (D3)

Padang, Februari 2018

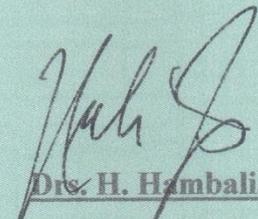
Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing,



(Dr. Ta'ali, MT)

NIP. 19631016 199001 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Drs. H. Hambali, M.Kes
NIP. 19620508 198703 1 004

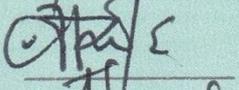
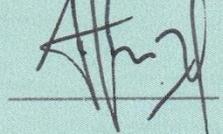
HALAMAN PENGESAHAN PROYEK AKHIR

**PERANCANGAN METAL DETECTOR PADA BELT CONVEYOR
TAMBANG BATUBARA BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC
CONTROLLER (HARDWARE)**

Nama : Abdur Rachman Fasa
NIM / BP : 1307720 / 2013
Program Studi : Teknik Listrik (DIII)
Fakultas : Teknik

**Dinyatakan LULUS Setelah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Program Studi Teknik Listrik (DIII) Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Pada Tanggal 9 Februari 2018**

Dewan Penguji

Nama		Tanda Tangan
1. Dr. Ta'ali, MT	(Ketua)	
2. Dr. Suartin, MT	(Anggota)	
3. Irma Husnaini, ST, MT	(Anggota)	



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25131
Telp. (0751) 445998, 445118 Fax (0751) 7055644, 7055628
e-mail: info@ft.unp.ac.id



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

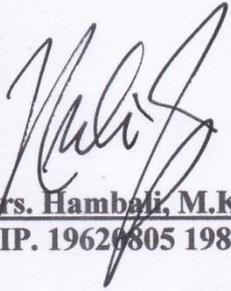
Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Abdur Rachman Fasa
NIM/BP : 1307720/2013
Program Studi : Teknik Listrik (DIII)
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa Proyek Akhir saya yang berjudul **“Perancangan Metal Detector Pada Belt Conveyor Tambang Batubara Berbasis Programmable Logic Controller (Hardware)”**, adalah benar hasil karya saya bukan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat, maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan Negara.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Drs. Hambali, M.Kes
NIP. 19620805 198703 1004

Padang, Februari 2018
Saya yang menyatakan,



Abdur Rachman Fasa
NIM. 1307720

ABSTRAK

Abdur Rachman Fasa : Perancangan *Metal Detector* pada *Belt Conveyor*
Tambang Batubara Berbasis Programmable Logic
Controller (PLC)

Pembimbing : Dr. Ta'ali, M.T

Ada dua metode penambangan batu bara, yaitu penambangan dalam tanah dan penambangan secara terbuka, pemilihan penambangan ini dilakukan berdasarkan unsur geologi dan ekonomisnya. Batu bara yang diambil langsung dari dalam tanah kerap memiliki kandungan campuran yang tidak diinginkan seperti batu, lumpur dan logam. Sesuai pengalaman penulis yang pernah melakukan PLI pada salah satu tambang di Indonesia pada saat pendistribusian batu bara melalui *belt conveyor* ditemukan adanya batu bara murni yang tercampur dengan logam besi yang diakibatkan oleh patahnya kuku BWE (alat pengeruk batu bara).

Perancangan pembuatan alat penyortir logam pada *belt conveyor* ini bertujuan untuk dapat menyempurnakan lagi sistem kerja dari alat yang sudah ada pada tambang batu bara, yang mana sistem dari alat ini bekerja secara otomatis, baik secara kerja alat maupun penyortiran benda-benda logam yang tercampur batu bara. Adapun proses perancangan *metal detector* pada *belt conveyor* tambang batu bara berbasis programmable logic controller ini yaitu dimulai dari merancang sistem kerja alat, pembuatan rangka, dan sistem program PLC. Pada alat ini komponen penyortir logam yang tercampur batu bara ialah magnet remanen yang dilengkapi *sensor Infrared* sebagai pendeteksi adanya logam melekat pada magnet penarik besi dan *sensor logam EATON Cutler Hammer E5SPL* untuk mendeteksi logam selain besi atau baja.

Berdasarkan dari sistem kerja alat yang telah dirancang *metal detector* pada *belt conveyor* tambang batu bara ini dapat bekerja secara otomatis, pada saat *bucket* diisi maka *belt conveyor* akan aktif otomatis, apabila magnet menarik logam besi atau baja maka selenoid 1 akan aktif dan pneumatik 1 akan mendorong dan melepaskan logam besi atau baja tersebut ke bak penampung, dan jika logam selain besi atau baja seperti timah atau aluminium yang tercampur dengan batu bara melintasi *belt conveyor* maka akan terdeteksi oleh sensor logam *EATON Cutler Hammer E5SPL*, selenoid 2 akan aktif dan pneumatik 2 akan mendorong penampung batu bara bercampur logam ke bak penampungan batu bara bercampur logam yang telah disediakan, pada proses ini motor pada *belt conveyor* akan mati sejenak. Perancangan *Metal Detector* Pada *Belt Conveyor* Tambang Batu Bara Berbasis Programmable Logic Controller ini memiliki 2 keadaan *off* yang mana ketika sensor *infrared2* pada *bucket* tidak mendeteksi adanya material selama 15 detik, dan ketika tombol *off* ditekan. Proses ini akan berlangsung hingga tombol *off* ditekan.

Kata kunci : *EATON Cutler Hammer E5SPL*, *metal detector*, *belt conveyor*,
infrared, selenoid, pneumatik.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum. Wr.Wb.

Segala puji dan syukur ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini. Shalawat beserta salam penulis hadiahkan untuk junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW.

Proyek Akhir ini berjudul “Perancangan *Metal Detector* pada *belt Conveyor* Tambang Batubara Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)” Tujuan dari pembuatan Proyek Akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program Diploma III di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam pengerjaan Proyek Akhir ini, Penulis banyak sekali mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua Orang Tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan baik secara moril maupun materil selama ini.
2. Bapak Drs. Hambali, M.Kes, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Habibullah, S.Pd, MT selaku ketua program studi DIII Jurusan Teknik Elektro

4. Bapak Dr. Ta'ali, M.T selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir ini
5. Bapak Dr. Suartin, M.T dan Ibuk Irma Husnaini, ST, MT selaku Tim Penguji.
6. Seluruh Staf pengajar pada Jurusan Teknik Elektro beserta Teknisi Labor, Bengkel dan Administrasi.
7. Seluruh Rekan-rekan seperjuangan khususnya Mahasiswa Elektro DIII 2013
8. Dan semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan Proyek Akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Proyek Akhir ini masih terdapat kekurangan-kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga Proyek Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak terutama bagi penulis sendiri. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Padang, Februari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman.
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I Pendahuluan	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	3
C. Tujuan	3
D. Manfaat	3
BAB II Landasan Teori	5
A. Motor DC	5
1. Pengertian Motor DC	5
2. Prinsip Kerja Motor DC	6
3. Konstruksi Fisik Motor DC	9
B. Catu Daya	9
C. Belt Conveyor	12
1. Belt Conveyor	13

2. Chain Conveyor	13
3. Komponen Komponen Pendukung Conveyor	14
D. Programmable Logic Controller (PLC)	16
1. Karakteristik PLC dan Keunggulannya	19
2. Bagian Bagian PLC	20
E. Sensor Infrared	24
F. Sensor Logam EATON Culter Hammer E5SPL	25
G. Push Botton	29
H. Lampu Indikator	30
I. Relay	30
J. Buzzer	31
K. Pneumatik	32
L. Magnet Remanen	36
BAB III Perancangan dan Pembuatan Alat	38
A. Blok Diagram	38
1. Sebagai Input PLC	39
2. Sebagai Output PLC	40
B. Skema Rangkaian Alat.....	42
1. Rangkaian Power Supply Switching.....	42
2. Rangkaian Sensor Infrared.....	43
3. Rangkaian Driver Pneumatik.....	44
C. Pembuatan Alat	45
1. Alat dan Bahan	45

2. Sistem Penyortir	48
3. Relay	48
4. Mekanik	49
5. Gambar Perancangan Alat	50
a) Sketsa Perancangan Metal Detektor Belt Conveyor Tambang Batu Bara Berbasis PLC	50
b) Rancangan Box Panel	53
6. Prinsip Kerja Alat.....	55
BAB IV Pengujian Dan Analisa Alat	58
A. Tujuan Pengujian	58
B. Analisa Pembuatan Alat.....	58
C. Analisa Kerja Alat.....	60
1. Pengukuran.....	60
a) Rangkaian Power Supply.....	60
b) Rangkaian Sensor Infrared	62
c) Rangkaian Driver Pneumatik.....	63
d) Sensor Logam EATON Cutler Hammer E51SPL	64
2. Analisa Akuator	65
3. Analisa Kerja Alat.....	67
BAB V Penutup	70
A. Kesimpulan	70
B. Saran.....	71
Daftar Pustaka.....	73

Lampiran	74
-----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

	Halaman.
Gambar 1 Motor DC	6
Gambar 2 Arah Aliran Arus Pada Konduktor	7
Gambar 3 Medan Magnet Yang Terbentuk di Sekitar Konduktor	7
Gambar 4 Arah Garis Fluks	8
Gambar 5 Konstruksi Fisik Motor DC	10
Gambar 6 Power Supply Switching	12
Gambar 7 Bentuk Fisik Gear.....	15
Gambar 8 Bentuk Fisik Bearing.....	15
Gambar 9 Bentuk Fisik Belt.....	16
Gambar 10 Bagian Bagian PLC	21
Gambar 11 Blok Diagram dan Modul Input/Output PLC.....	21
Gambar 12 Sensor Infrared	25
Gambar 13 Bentuk Fisik Sensor Logam EATON Culter Hammer E5SPL	26
Gambar 14 Jarak Deteksi Sensor Logam EATON Culter Hammer E5SPL	28
Gambar 15 Pengaturan Jarak Sensor Logam EATON Culter Hammer E5SPL ..	29
Gambar 16 NO dan NC Push Botton	30
Gambar 17 Relay.....	31
Gambar 18 Bagian Bagian Selenoid Valve.....	33
Gambar 19 Prinsip Kerja Selenoid Valve	34
Gambar 20 Bentuk Portinlet dan outlet Pneumatik.....	34

Gambar 21	Rangkaian Elemen Selenoid.....	36
Gambar 22	Magnet Remanen.....	37
Gambar 23	Induksi Magnet.....	37
Gambar 24	Blok Diagram Rangkaian	38
Gambar 25	Bentuk dan Simbol Motor DC Power Window	41
Gambar 26	Bentuk dan Simbol Selenoid Valve	41
Gambar 27	Bentuk dan Simbol Buzzer.....	42
Gambar 28	Bentuk dan Simbol Lampu Indikator	42
Gambar 29	Rangkaian Power Supply Switching 12 VDC.....	43
Gambar 30	Rangkaian Power Supply Switching 5 VDC.....	43
Gambar 31	Skema Rangkaian Infrared	44
Gambar 32	Skema Rangkaian Driver Pneumatik	45
Gambar 33	Pneumatik SMC model RHC-XC93	46
Gambar 34	Sketsa Alat.....	50
Gambar 35	Rancangan Ukuran Alat	50
Gambar 36	Penjelasan Rancangan Gambar	51
Gambar 37	Sketsa Alat Pada Magnet Penarik Besi	52
Gambar 38	Rancangan Ukuran Pada Alat Magnet Penarik Besi.....	52
Gambar 39	Keterangan Sketsa Alat magnet Penarik Besi	53
Gambar 40	Bentuk Dan Rancangan Box Panel	54
Gambar 41	Diagram Alir	55
Gambar 42	Pengukuran Pada Power Supply Switching 12 VDC.....	61
Gambar 43	Pengukuran Pada Power Supply Switching 5 VDC.....	61

Gambar 44	Pengukuran Pada Rangkaian Sensor Infrared	62
Gambar 45	Pengukuran Pada Rangkaian Driver Pneumatik	63
Gambar 46	Pengukuran Pada Rangkaian Sensor Logam EATON Cutler Hammer E51SPL	63

DAFTAR TABEL

	Halaman.
Tabel 1 Spesifikasi PLC Omron CPM 1A	18
Tabel 2 Bahan Yang Digunakan	49
Tabel 3 Komponen Yang Digunakan	49
Tabel 4 Jenis Input PLC	58
Tabel 5 Jenis Output PLC	59
Tabel 6 Input PLC	59
Tabel 7 Output PLC	60
Tabel 8 Hasil Pengukuran Tegangan	62
Tabel 9 Hasil Pengukuran Tegangan Sensor Infrared.....	63
Tabel 10 Hasil Pengukuran Driver Pneumatik.....	64
Tabel 11 Hasil Pengukuran Tegangan Sensor Logam EATON Culter HammerE5SPL	65
Tabel 12 Pengukuran Akuator Pneumatik	66
Tabel 13 Tabel Analisa Kerja Alat.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang.

Penambangan batu bara dilakukan dengan dua metode, yaitu tambang bawah tanah dan tambang terbuka. Pemilihan metode penambangan ini berdasarkan pada unsur geologi dari endapan batu bara dan pertimbangan ekonomisnya. Batu bara yang langsung diambil dari bawah tanah sering kali memiliki kandungan campuran yang tidak diinginkan seperti batu, lumpur dan logam, berbentuk pecahan dengan berbagai ukuran , padahal dalam pengguna membutuhkan batu bara dengan mutu dan kualitas yang konsisten .

Oleh karenanya, dilakukan pengolahan batu bara yang mengarah pada penanganan batu bara untuk menjamin mutu yang konsisten dan kesesuaian dengan pengguna akhir tertentu. Pengolahan tersebut tergantung pada kandungan batu bara dan tujuan penggunaannya. Batu bara tersebut mungkin hanya memerlukan pemecahan sederhana atau umungkin memerlukan proses pengolahan yang kompleks untuk mengurangi kandungan campuran yang terdapat pada batubara. Batu bara memiliki berbagai penggunaan yang penting di seluruh dunia. Penggunaan yang paling penting adalah untuk membangkitkan tenaga listrik, produk sibaja, pembuatan semen dan proses industri lainnya serta bahan bakar cair. Adapun beberapa cara pengangkutan batu bara antara lain dengan menggunakan conveyor, truck, kereta api, tongkang dan pipa jika berbentuk bubuk.

Sesuai pengalaman penulis yang pernah melakukan kegiatan PLI pada salah satu tambang batu bara di Indonesia pada saat proses pendistribusian batu bara melalui *belt conveyor* ditemukan adanya benda logam berupa besi yang tercampur dengan batu bara murni sehingga membuat kualitas batu bara menjadi buruk. Setelah ditelusuri hal ini terjadi karena kuku BWE (alat pengeruk batu bara) patah pada saat proses pengerukan batu bara. Hal ini mengakibatkan Perusahaan di komplek oleh konsumen dan mengalami kerugian. Perusahaan telah melakukan pencegahan dengan membuat alat pendeteksi logam pada *belt conveyor* dengan sistem kerja bila terdeteksi logam semua sistem pada *belt conveyor* akan *off*, dan logam yang terdeteksi dipisahkan secara manual.

Tetapi menurut penulis sistem kerja dari alat tersebut masih belum efisien, karena selain menjadikan sistem *off* pada *belt conveyor*, logam yang terdeteksipun dipisahkan secara manual. Oleh karena itu, penulis mencoba merancang proyek Akhir dengan judul

“Perancangan *Metal Detector* pada *Belt Conveyor* Tambang Batu Bara Berbasis *Programmable Logic Controller*” dengan tujuan agar dapat memperbaiki sistem dan mengembangkan alat yang telah ada dengan cara menambahkan *magnet* dengan daya tarik tinggi dan pemisah logam pada *belt conveyor*, magnet sebagai penarik logam besi yang terdeteksi dan jika logam yang tercampur selain logam besi maka pendeteksi logam yaitu sensor logam EATON Cutler Hammer E51SPL akan aktif dan pemisah batu bara bercampur logam akan bekerja. Pada alat ini sistem akan *off* sesaat ketika

magnet penarik logam bekerja dan akan *on* kembali setelah penarikan logam besi selesai, dan untuk pemisahan batu bara yang bercampur logam pada bak penampung batu bara yang bercampur logam masih dilakukan secara manual.

B. Batasan Masalah.

Untuk memudahkan dan menyederhanakan pembahasan, maka pembahasan masalah pada proyek akhir ini mempunyai batasan masalah sebagai berikut :

- 1) Merancang pembuatan pendeteksi logam dan magnet penarik besi sebagai pemisah logam besi pada *belt conveyor*.
- 2) PLC yang digunakan dalam pembuatan metal detektor *belt conveyor* tambang batu bara ini adalah PLC Omron CP1E.
- 3) Perancangan pembuatan rangka *belt conveyor*.
- 4) Perancangan pembuatan rangka alat dan rangka magnet remanen.

C. Tujuan.

Tujuan pembuatan proyek akhir ini adalah: Dapat membuat alat pemisah logam pada batu bara berbasis PLC Omron CP1E. dan langsung dapat diaplikasikan pada tambang tambang batu bara ataupun sejenisna, agar dapat lebih menyempurnakan hasil produksi.

D. Manfaat.

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari pembuatan Proyek Akhir ini adalah :

- 1) Dengan diterapkannya alat ini dapat bermanfaat dalam pemisahan benda-benda berbahan logam pada *conveyor* pengangkutan batu bara.

- 2) Sebagai media pengajaran dalam mata kuliah *Programmable Logic Controller (PLC)* dan otomasi industri.
- 3) Dapat lebih menyempurnakan hasil tambang batu bara terbebas dari adanya campuran logam.
- 4) Agar dapat di aplikasikan langsung pada perusahaan tambang batu bara atau sejenisnya.