



**SISTEM PENDETEKSI DAN PEMISAH MATERIAL LOGAM DAN NON
LOGAM DENGAN MEMANFAATKAN ELEKTROMAGNET**

PROYEK AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Diploma III Teknik Elektronika
dan mencapai gelar Ahli Madya

Oleh

Ferdika Putri Dewanti

NIM 121903102002

PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK ELEKTRONIKA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2015

PERSEMBAHAN

Proyek akhir ini merupakan langkah awal kesuksesan yang ku raih sebelum menuju kesuksesan selanjutnya . Tenaga dan pikiran telah ku korbankan, untuk itu saya ingin mempersembahkan proyek akhir ini kepada:

Alm. Ayahanda Paiman , Papa Suwito dan Ibunda Endang Eka Wijayanti tercinta, serta Nenek ku Umi Surat Mining yang ku sayangi, yang telah membantu baik moril dan materil, mendoakan, mendidik, dan memberi kasih sayang serta pengorbanan yang tidak terhitung selama ini;

Saudara kandungku Febri Mega Setiawan dan mbag Aulia Dewi Larasati terima kasih atas doa dan dukungan yang telah diberikan kepadaku selama ini;

Dosen Pembimbing Proyek Akhir Ir. Widyono Hadi, M. T. Dan Bapak Sumardi, S.T., M.T.terimakasih atas ketekunan dan kesabarannya dalam membimbing saya;

Keluarga Besar Teknik Elektro Angkatan 2012 (Sate Uj) dan Keluarga Besar Cadet '12, saya bangga menjadi bagian dari angkatan 2012. Terimakasih atas dukungan dan motivasi yang kalian berikan;

Guru-guru tercinta TK Aba , SDN Sumber Agung 3, SMPN 3 Tanggul, SMAN 2 Tanggul dan seluruh Dosen Fakultas Teknik Elektro Universitas Jember, terima kasih atas ilmu pengetahuan dan kasih sayang yang telah diberikan;

Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember, terimakasih telah mengantarku menuju masa depan.

MOTTO

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”

(QS. Al Baqarah : 216)

Jangan lihat masa lampau dengan penyesalan, jangan pula lihat masa depan dengan ketakutan, tapi lihatlah sekitar anda dengan penuh kesadaran.

- James Thurber

“Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya”

(Qs An Najm :39)

Bahagiakanlah orangtuamu selagi kamu bisa membahagiakannya sebelum semuanya berakhir

- Ferdika P Dewanti

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ferdika Putri Dewanti

NIM : 121903102002

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan proyek akhir yang berjudul “Sistem pendeteksi dan pemisah material logam dan non logam dengan memanfaatkan elektromagnet” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan.

Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Juni 2015
Yang menyatakan,

Ferdika Putri Dewanti
NIM 121903102002

PROYEK AKHIR

**Sistem Pendeteksi Dan Pemisah Material Logam Dan Non Logam
Dengan Memanfaatkan Elektromagnet**

Oleh
Ferdika Putri Dewanti
NIM 121903102002

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Widyono Hadi, M. T.
Dosen Pembimbing Anggota : Sumardi, S.T., M.T.

Sistem Pendeteksi Dan Pemisah Material Logam Dan Non Logam Dengan Memanfaatkan Elektromagnet

Ferdika Putri Dewanti

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Dalam industri baja, besi merupakan bahan dasar dalam pembuatan *billet*. Biasanya industri mendapatkan pasokan besi dari para supplier lokal (pengepul sampah besi). Suplier lokal mendapatkan besi dalam bentuk tumpukan sampah (*scrab*). Dengan bercampurnya material dibuat sebuah sistem pendeteksi dan pemisah material logam dan non logam. Sistem ini menggunakan 2 bahan dasar utama yaitu elektromagnet sebagai pendeteksi logam dan motor DC sebagai penggerak *conveyor* serta terdapat dua buah *driver* yaitu *driver* yang digunakan untuk mengontrol besarnya nilai tegangan pada motor dan *driver* yang digunakan untuk mengatur besarnya tegangan masukan pada elektromagnet. Prinsip kerja dari alat uji deteksi dan pemisah logam ini yaitu apabila bahan non logam melewati ujung *conveyor*, maka material tersebut akan langsung jatuh pada wadah atau tempat yang sudah disediakan. Sedangkan material logam tetap menempel pada ujung *conveyor* karena terdapat sebuah elektromagnet kemudian material tersebut akan jatuh pada wadah logam setelah melewati batas letak magnet yang telah ditentukan. Pada sistem ini semakin besar nilai tegangan yang diberikan pada motor dan elektromagnet, maka semakin cepat putaran motor dan kuat arus medan magnet yang dihasilkan.

Kata Kunci : Sistem Pendeteksi Dan Pemisah Material Logam, Motor DC, Elektromagnet

***DETECTION SYSTEM AND SEPARATING METAL AND NON-METAL
MATERIALS BY USING ELECTROMAGNET***

Ferdika Putri Dewanti

*Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
University of Jember*

ABSTRACT

In the steel industry, iron is the basic ingredient of manufacture of billets. The Industry usually get some supply of iron from the local suppliers (iron garbage collectors). Local Supplier getting iron form of a pile of garbage (scrab). Cause the materials is mixing, created a system of detection and separating of metals and non-metallic material. This system uses two main ingredients, namely an electromagnet as a metal detector and a DC motor as the driving of conveyor. Than the system there are two driver. That drivers are used to control the value of the voltage to the motor and driver are used to adjust the magnitude the input voltage to the electromagnets. The working principle of the detection test equipment and metal separator is if the non-metallic material past the end of the conveyor, the material will be immediately fell on the container or the place that has been provided. While the metal material remains attached to the end of the conveyor because there is an electromagnet then the material will fall on the metal container after passing through the magnetic boundary predetermined location. In this system, the greater value of the voltage give to the motor and the electromagnet, the rotation of motor is faster and magnetic strong field generated currents.

Keywords : Detection System And Separating of Metal Material, DC Motor, Electromagnet.

RINGKASAN

Sistem Pendeteksi Dan Pemisah Material Logam Dan Non Logam Dengan Memanfaatkan Elektromagnet; Ferdika Putri Dewanti; 121903102002, 2015; 34 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dalam industri baja, besi merupakan bahan dasar dalam pembuatan *billet*. Biasanya industri mendapatkan pasokan besi dari para supplier lokal (pengepul sampah besi). Supplier lokal mendapatkan besi dalam bentuk tumpukan sampah (*scrab*). Dengan bercampurnya material dibuat sebuah sistem pendeteksi dan pemisah material logam dan non logam. Sistem ini menggunakan 2 bahan dasar utama yaitu elektromagnet sebagai pendeteksi logam dan motor DC sebagai penggerak conveyor.

Secara keseluruhan prinsip kerja dari alat uji deteksi dan pemisah logam ini yaitu apabila bahan non logam melewati ujung *conveyor*, maka material tersebut akan langsung jatuh pada wadah atau tempat yang sudah disediakan. Sedangkan material logam tetap menempel pada ujung *conveyor* karena terdapat sebuah elektromagnet kemudian material tersebut akan jatuh pada wadah logam setelah melewati batas letak magnet yang telah ditentukan.

Pada sistem ini terdapat dua buah driver yaitu driver motor DC dan driver elektromagnet. Driver motor DC digunakan untuk memberikan besarnya nilai tegangan dan mengatur kecepatan putar motor. Tegangan yang diberikan yaitu 5V dan 9V. Semakin besar tegangan yang diberikan pada motor, maka semakin cepat putaran motor yang dihasilkan. Driver elektromagnet pada sistem ini digunakan untuk mengatur besarnya nilai tegangan yang diberikan pada elektromagnet. Tegangan yang diberikan pada elektromagnet sebesar 5V, 9V dan 12V. Semakin besar tegangan yang diberikan pada elektromagnet, maka kuat arus medan magnet yang dihasilkan semakin besar.

Dari hasil pengujian sistem tingkat keberhasilan sistem tertinggi terjadi ketika nilai tegangan yang diberikan pada motor 5V dan nilai tegangan pada elektromagnet 12V yaitu sebesar 75%. Sedangkan tingkat keberhasilan sistem

terendah terjadi ketika nilai tegangan yang diberikan pada motor 9V dan nilai tegangan pada elektromagnet 5V yaitu sebesar 10%.



PRAKATA

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah Swt, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan proyek akhir dengan judul “Sistem pendeteksi dan pemisah material logam dan non logam dengan memanfaatkan elektromagnet”. Proyek akhir ini merupakan matakuliah wajib dan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Ahli Madya pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektronika Universitas Jember.

Selama penulisan proyek akhir ini, telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T selaku dosen pembimbing Utama dan Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan laporan proyek akhir ini;
4. Bapak Satrio Budi Utomo, S.T., M.T., dan bapak Bambang Supeno, S.T., M.T. selaku Tim Penguji Proyek Akhir yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan proyek akhir ini;
5. Ayahanda Suwito dan Ibunda Endang Eka Wijayanti, Nenek Umi Surat Mining yang ku sayangi dan Saudara kandungku Febri Mega Setiawan, S.T. yang telah membantu baik moril dan materil, mendoakan, mendidik, dan memberi kasih sayang serta pengorbanan yang tidak terhingga selama ini;
6. Teman – teman seperjuangan Amirulloh Satria Nugroho, AMd., Dian Agus Prayitno, AMd., Nur Roin Zainal, Ulfah Karimah serta Kak Agus

Suyanto, yang telah meluangkan waktunya untuk membantu proses terselesainya pembuatan alat.

7. Teman-teman D3 Teknik Elektronika angkatan 2012 khususnya dan semua teman-teman Teknik Elektro 2012 (Sate Uj) Universitas Jember.
8. Keluarga besar Laboratorium Konversi Energi Universitas Jember.

Proyek akhir ini disusun berdasarkan studi lapangan dan studi kepustakaan serta uji coba yang dilakukan, walaupun ada kekurangan itu diluar kemampuan kami sebagai penulis, oleh karena itu penulis senantiasa terbuka untuk menerima kritik dan saran dalam upaya penyempurnaan proyek akhir ini.

Jember, 29 Juni 2015

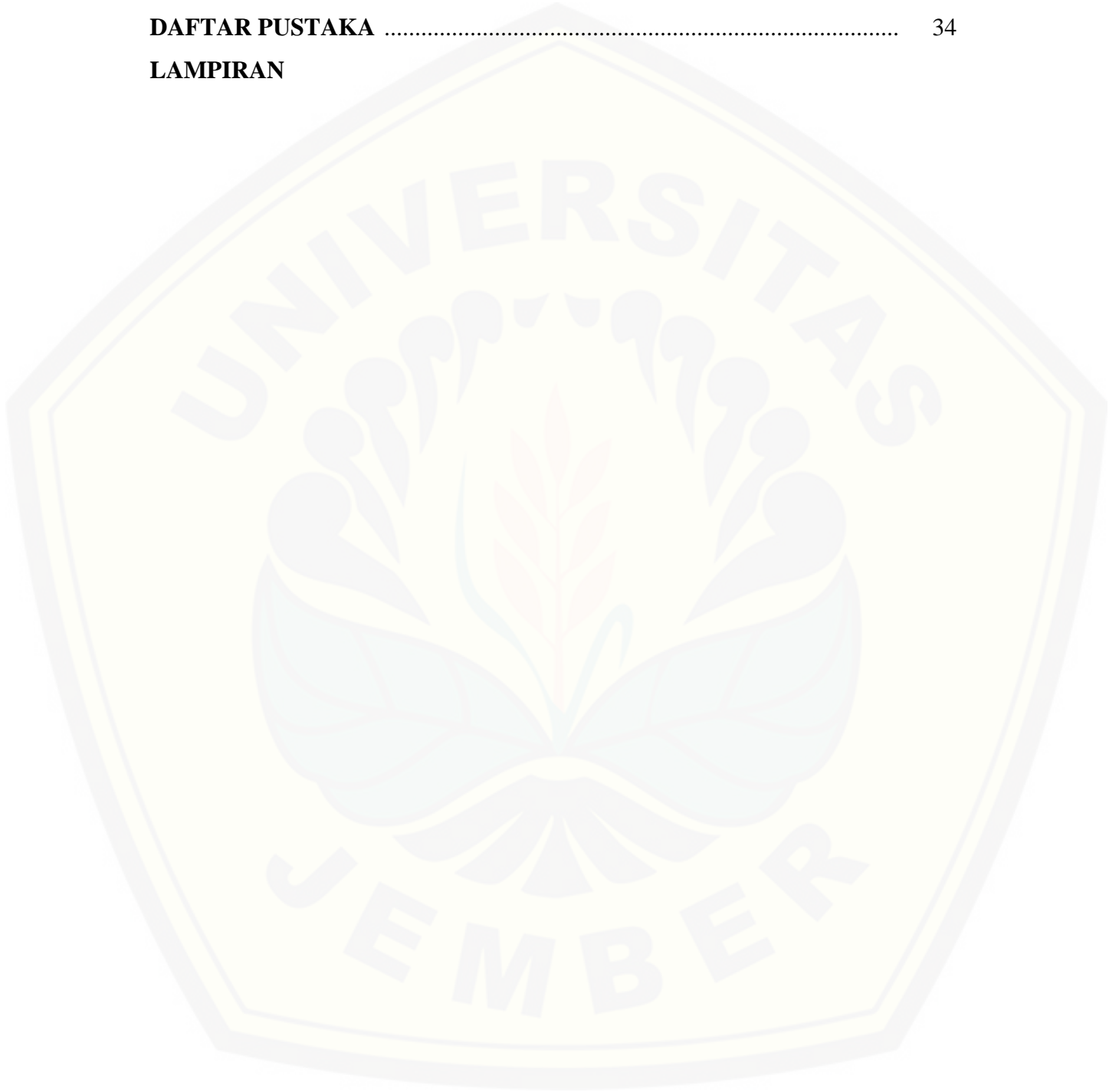
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
LEMBAR PEMBIMBING	vi
PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
1.6 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Motor DC	4
2.1.1 Prinsip Kerja Motor DC	4
2.1.2 Konstruksi motor DC	5
2.1.3 Struktur Rotor dan Stator Motor DC	6
2.2 Elektromagnet	8
2.2.1 Gaya Lorentz	8

2.2.2 Faktor Yang Memengaruhi Kekuatan Elektromagnet.....	10
2.3 Transistor BD 139	11
2.4 Relay.....	13
2.4.1 Konstruksi <i>Relay</i>	14
2.4.2 Prinsip Kerja <i>Relay</i>	15
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.1.1 Tempat Penelitian.....	17
3.1.2 Waktu Penelitian	17
3.2 Alat Dan Bahan	17
3.3.1 Alat.....	17
3.3.2 Bahan.....	17
3.3 Blok Diagram Alir	18
3.4 Desain Sistem Pendeteksi Logam.....	20
3.4.1 Power Supply	21
3.4.2 Perangkat Rangkaian <i>Driver</i> Motor	21
3.4.3 Perangkat Rangkaian <i>Driver</i> Elektromagnet.....	22
3.4.4 DC Geared 12V	22
3.4.5 <i>Conveyor</i>	22
3.4.6 Elektromagnet	23
3.5 Langkah Penelitian	23
3.6 Pengambilan Data	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Pengujian Medan Magnet.....	25
4.2 Analisa Elektromagnet.....	26
4.3 Hasil Uji Rangkaian <i>Driver</i> Motor	28
4.4 Hasil Uji Elektromagnet	28
4.5 Hasil Uji Motor DC	30
4.6 Hasil Uji Tingkat Keberhasilan Sistem Pendeteksi Dan Pemisah Material Logam Dan Non Logam	31

BAB 5. PENUTUP	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	HALAMAN
2.1 Batas Maksimum Transistor.....	11
4.1 Besarnya Nilai Kecepatan Motor Yang Dihasilkan.....	20
4.2 Hasil Uji Elektromagnet.....	23
4.3 Hasil Uji Motor DC.....	24
4.4 Hasil uji tingkat keberhasilan sistem pendeteksi dan pemisah material logam dan non logam dalam bentuk persentase.....	25

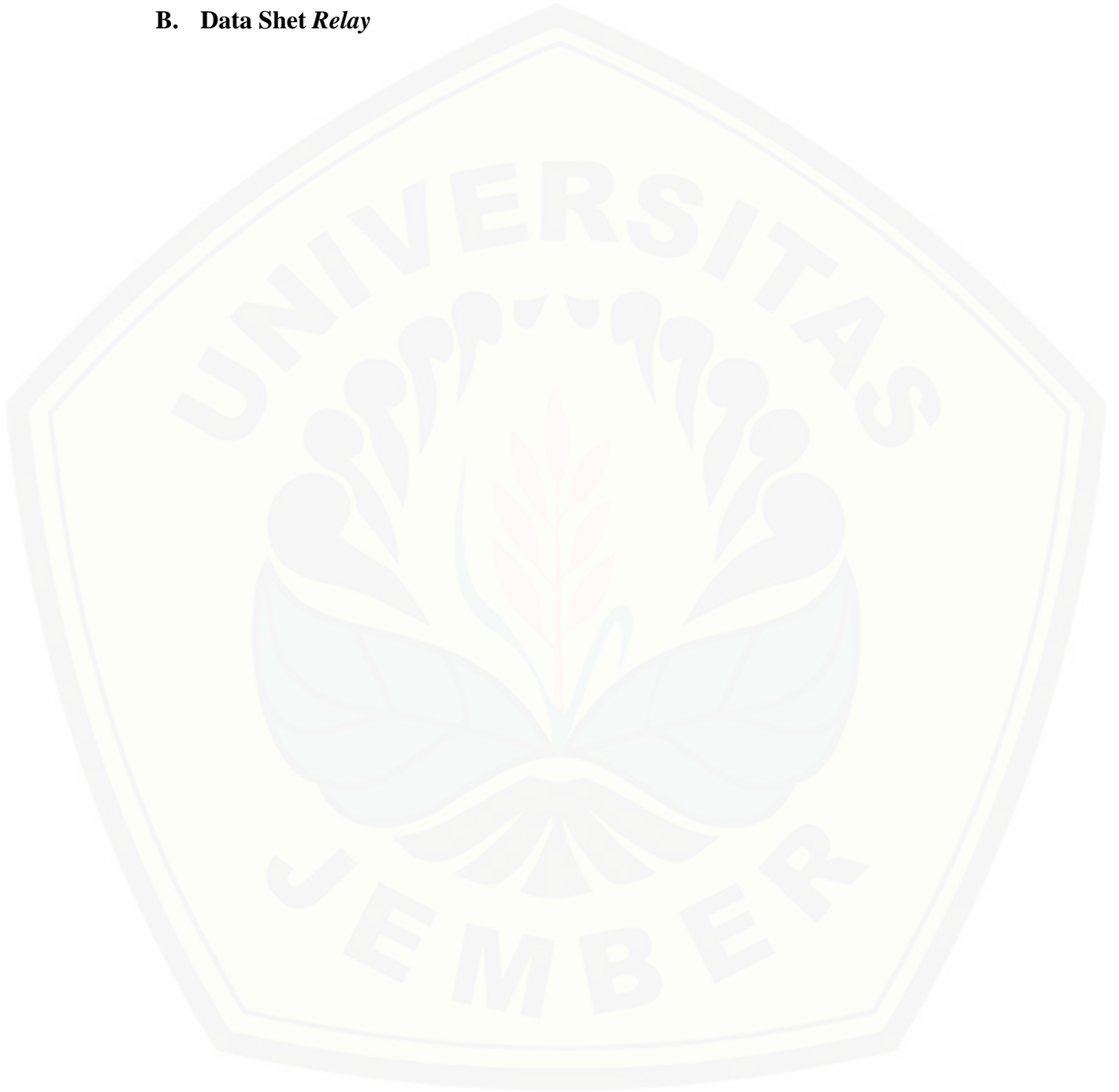
DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
2.1 Prinsip Kerja Motor DC	4
2.2 Ilustrasi Aturan Tangan Pada Aliran Magnet	7
2.3 Arah Aliran Elektron Pada Magnet	8
2.4 Bentuk <i>Relay</i>	14
2.5 Simbol <i>Relay</i>	15
2.6 Struktur <i>Relay</i>	15
3.1 Diagram Alir	13
3.2 Blok Diagram	14
3.2 Desain Mekanik	14
3.3 Rangkaian <i>Driver Motor, Driver Elektromagnet Dan Power Supply</i>	15
4.1 Cara Membuat Elektromagnet	20
4.2 Elektromagnet Yang Dihasilkan	20
4.3 Penyusunan Letak Lilitan Kumputan	21
4.4 Proses Percobaan Kuat Arus Medan Magnet	21
4.5 Grafik I Terhadap V	24
4.6 Grafik Rpm Motor DC Terhadap Vin Elektromagnet	31

DAFTAR LAMPIRAN

A. Data Shet Transistor BD 139

B. Data Shet *Relay*



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Besi (Fe) merupakan salah satu logam yang mempunyai peranan yang sangat besar dalam kehidupan manusia. Dalam zaman ini kelimpahan besi sangatlah besar. Karena kelimpahannya, maka besi banyak digunakan dalam kehidupan sehari – hari dan industri – industri kecil ataupun besar.

Dalam dunia industri pembuatan baja, besi merupakan komponen utama yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan billet. Untuk mendapatkan logam biasanya perusahaan membeli dari suplier lokal ataupun impor. Suplier lokal mendapatkan besi dari para pemulung dimana besi tersebut dijadikan satu dengan sampah atau scrab. Dengan bercampurnya material non logam dan logam, hal ini mengakibatkan para suplier mengalami kesulitan untuk memisahkan kedua material tersebut. Untuk mengatasi hal ini, terdapat sebuah alat yang digunakan sebagai pemisah material logam dan non logam, akan tetapi alat tersebut biasanya digunakan pada perusahaan besar dengan harga yang mahal sehingga para supplier mengalami kesulitan untuk mendapatkan alat tersebut. Dengan adanya kelemahan tersebut maka dalam tugas akhir ini dibuat sebuah alat yang berfungsi sebagai pemisah dan pendeteksi material logam dan non logam.

Alat uji deteksi logam ini bekerja sesuai prinsip elektromagnetik yaitu dengan cara membuat koil yang dialiri arus sehingga menimbulkan medan magnet yang bisa menarik logam. Alat ini biasanya digunakan pada tempat – tempat gunung sampah atau scrab.

Sistem ini bekerja secara analog dimana alat ini hanya membutuhkan sebuah elektromagnet yang berukuran besar yang dipadukan dengan sebuah *conveyor* dan menggunakan sebuah drive motor DC. Magnet yang digunakan di alat ini dapat bersifat elektromagnet. Peletakan magnet dalam pemilahan material diletakkan pada ujung *conveyor*.

Prinsip kerja dari alat uji deteksi dan pemisah logam ini yaitu apabila bahan non logam melewati ujung *conveyor*, maka material tersebut akan langsung jatuh pada wadah atau tempat yang sudah disediakan. Sedangkan material logam tetap

menempel pada ujung *conveyor* karena terdapat sebuah elektromagnet kemudian material tersebut akan jatuh pada wadah logam setelah melewati batas letak magnet yang telah ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka perlu ada perumusan masalah yang tepat sehingga dapat memperjelas masalah yang akan diangkat. Adapun perumusan masalahnya adalah :

1. Bagaimana cara mendesain alat sehingga dapat digunakan atau diaplikasikan dengan mudah ?
2. Bagaimana cara mengatur kecepatan motor DC dan kuat arus medan magnet untuk menghasilkan sortir logam yang bagus ?

1.3 Batasan Masalah

Penulisan tugas akhir ini mempunyai batasan masalah antara lain :

1. Pengujian sistem pendeteksi dan pemisah logam ini hanya bisa dilakukan pada material berjenis logam besi.
2. *Conveyor* yang digunakan pada sistem ini hanya menampung material logam dan non logam sebanyak ± 500 gr.

1.4 Tujuan

Tujuan penulisan proyek akhir adalah merancang atau mendesain sebuah alat pemisah dan pendeteksi logam dengan memperhatikan perbandingan pemberian nilai tegangan pada motor dengan tegangan yang diberikan pada elektromagnet dimana alat ini berguna untuk kepentingan pengolahan logam pada dunia industri.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penulisan proyek akhir ini yaitu menghasilkan suatu alat yang dapat meningkatkan tingkat efisiensi atau kemudahan para supplier besi dalam memisahkan material logam dan logam pada

tumpukan scrab sehingga hasil yang didapatkan sesuai dengan kebutuhan dan keinginan.

1.6 Sistematika Pembahasan

Secara garis besar penyusunan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Latar belakang, rumusan masalah, tujuan pembahasan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang tinjauan pustaka yang menguraikan pendapat-pendapat atau hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, landasan teori merupakan penjabaran dari tinjauan pustaka.

BAB 3. METODELOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode kajian yang digunakan untuk menyelesaikan proyek akhir.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil pengujian dan analisa hasil pengujian

BAB 5. PENUTUP

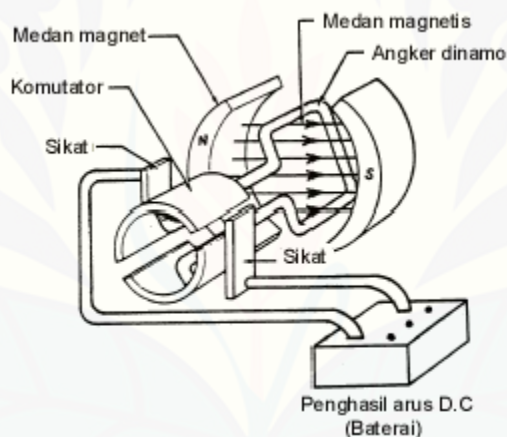
Berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulis

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor DC (Muhammad Zamroni, 2010)

Motor DC merupakan perangkat elektromagnetik yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Dimana tenaga mekanik tersebut berupa putaran pada rotor. Motor DC adalah motor yang bekerja apabila diberi sumber arus searah pada terminal masukannya.

Prinsip kerja arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor yang paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas diantara kutub-kutub magnet permanen.

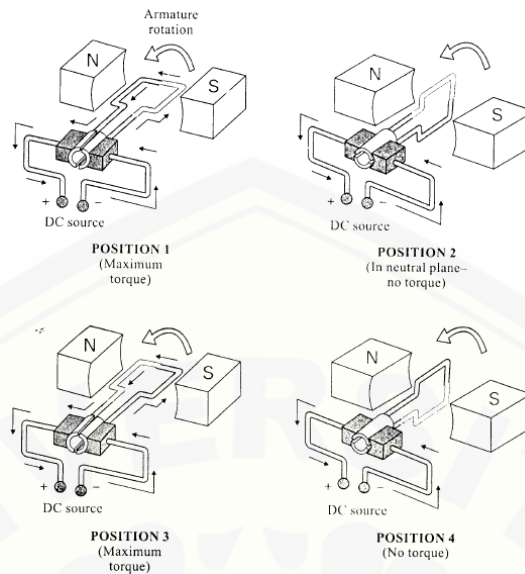


Gambar 2.1 Struktur motor DC sederhana

Motor ini memiliki keunggulan dari motor ac yaitu mudah dalam mengatur dan mengontrol kecepatan putarnya. Ada beberapa cara untuk dapat mengendalikan kecepatan motor dc, antara lain dengan mengatur lebar pulsa tegangan setiap detiknya yang diberikan pada motor dc atau secara manual yaitu mengatur jumlah arus dan tegangan yang diberikan pada motor dc.

2.1.1. Prinsip Kerja Motor DC

Arus mengalir melalui kumparan jangkar dari sumber tegangan dc, menyebabkan jangkar beraksi sebagai magnet. dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Motor DC
Sumber : (Muhammad Zamroni, 2010)

Gambar 2.2 menjelaskan prinsip kerja motor dc magnet permanent. Dimana terdapat 4 posisi, diantaranya yaitu :

1. Pada posisi 1 arus electron mengalir dari sikat negative menuju ke sikat positif. Akan timbul torsi yang menyebabkan jangkar berputar berlawanan arah jarum jam.
2. Ketika jangkar pada posisi 2, sikat terhubung dengan kedua segmen komutator. Aliran arus pada jangkar terputus sehingga tidak ada torsi yang dihasilkan . Tetapi, kelembaman menyebabkan jangkar tetap berputar melewati titik netral.
3. Pada posisi 3, letak sisi jangkar berkebalikan dari letak sisi jangkar pada posisi 1. Segmen komutator membalik arah arus elektron yang mengalir pada kumparan jangkar. Oleh karena itu arah arus yang mengalir pada kumparan jangkar sama dengan posisi 1. Torsi akan timbul yang menyebabkan jangkar tetap berputar berlawanan arah jarum jam.
4. Jangkar berada pada titik netral. Karena adanya kelembaman pada poros jangkar, maka jangkar berputar terus-menerus.

Pada motor dc, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah

tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi sekaligus sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi.

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus dari pada tegangan gerak yang disebabkan reaksi lawan. Dengan memberi arus pada kumparan jengkar yang dilindungi oleh medan makan menimbulkan perputaran motor.

Sebuah motor dc memiliki beban motor. Beban dalam hal ini mengacu kepada keluaran tegangan putar/ torque sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikatagorikan dalam tiga kelompok:

1) Beban torque konstan.

Adalah beban dimana keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun torquanya tidak bervariasi.

2) Beban dengan variabel torque.

Adalah beban dengan torque bervariasi dengan kecepatan operasinya. Contoh beban dengan variabel torque adalah pompa sentrifugal dan fan (torque bervariasi sebagai kuadrat kecepatan)

3) Beban dengan energi konstan.

Adalah beban dengan permintaan torque yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan.

2.1.2 Konstruksi motor DC

Terdapat berbagai macam kontruksi dari motor dc, diantaranya yaitu :

1. Lubang ventilasi

Untuk sirkulasi udara dalam motor.

2. Bodi, terdiri dari 2 bagian, yaitu:

- a. Rumah magnet utama (*Housing*)
- b. Bodi akhir (*End Bell*) , untuk melindungi bagian stator dan rotor pada motor.

3. Bantalan (Bearing)

Bantalan berfungsi agar jangkar berputar dengan baik.

4. Kutub magnet utama (*Field Poles*)

Untuk menghasilkan fluks magnet utama pada motor. Apabila terdapat kumparan penguat medan, letaknya berada diantara kutub-kutub magnet utama.

5. Poros

Merupakan bagian dari rotor yang berfungsi meletakkan jangkar agar dapat berputar.

6. Kipas Rotor (*Cooling fan*)

Kipas ikut berputar ketika poros jangkar berputar. Sehingga, menjaga suhu kumparan jangkar agar tetap stabil ketika beroperasi.

7. Jangkar (*Armature*), terdiri dari 3 bagian, yaitu:

- a. Inti Jangkar. Berfungsi untuk mencegah perputaran arus pusar (*Eddy Current*).
- b. Belitan jangkar. Berfungsi untuk membangkitkan fluksi jangkar yang bersama-sama dengan fluksi magnet utama berinteraksi menimbulkan putaran.
- c. Alur jangkar. Berfungsi sebagai tempat belitan jangkar yang ujung-ujungnya dihubungkan ke komutator.

8. Komutator.

Komutator merupakan suatu penyearah mekanik yang membuat arus dari sumber mengalir pada arah yang tetap walaupun belitan medan berputar.

9. Sikat arang (*Brush*)

Berfungsi sebagai terminal penghubung antara sumber tegangan dengan komutator.

2.1.3 Struktur Rotor dan Stator Motor DC

Secara umum, motor DC terdiri dari stator (bagian diam) berbentuk silindris dengan dengan magnet yang dipasang secara berpasangan (poles, magnet dapat berupa magnet permanen atau kumparan electromagnet. Terdapat beda kutub magnet pada keliling stator.

Didalam stator terdapat rotor (bagian bergerak) yang terdiri dari silinder besi terlamniasi yang dipasang pada batang penggerak (shaft) yang disokong oleh

bantalan (bearing) sehingga shaft dapat berputar. Ruang kosong antara permukaan rotor dengan stator dapat diberi lilitan *armature* untuk memperbesar efek gaya Lorentz.

Fluks magnet cenderung memilih jalur yang paling kecil reluktansinya. Karena reluktansi udara lebih besar dibanding reluktansi pada besi, fluks akan bergerak melewati lintasan terpendek dari stator ke rotor. Akibatnya fluks medan magnet akan berarah tegak lurus secara radial terhadap kumpulan armature. Nilai fluks magnet sama besar untuk sekeliling rotor karena besar medan magnet sama.

2.2 Elektromagnet (Natanael, 2012)

Elektromagnet adalah sepotong kawat yang mampu menghasilkan medan magnet apabila arus listrik melewati kawat itu. Walaupun setiap arus listrik yang melewati kawat selalu menghasilkan medan magnet, tetapi biasanya elektromagnet dibuat dengan cara tertentu sehingga gaya magnet yang dihasilkan kuat dan dapat digunakan untuk tujuan tertentu. Elektromagnet banyak digunakan pada peralatan penelitian, industri, medis, dan produk elektronik.

2.2.1 Gaya Lorentz

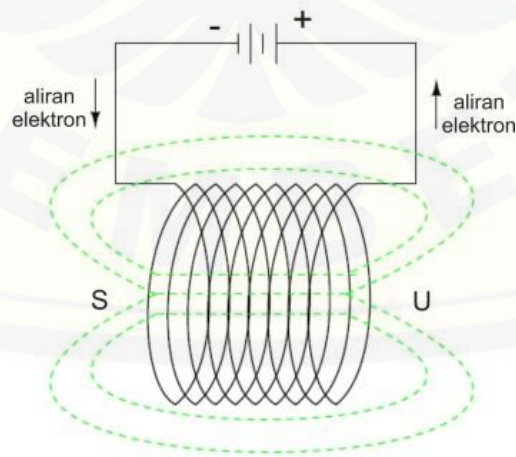
Sebuah metode sederhana untuk menunjukkan hubungan ini disebut dengan aturan tangan kanan. Aturan tangan kiri menyatakan bahwa garis-garis fluks magnet yang dihasilkan oleh arus yang melewati suatu kawat mempunyai arah yang sama seperti ditunjukkan kepalan tangan kiri (jempol diacungkan dan keempat jari lainnya ditekuk/dikepal). Dimana, arah yang ditunjukkan jempol adalah arah dari aliran elektron (arah aliran elektron kebalikan dari arah arus konvensional), sedangkan arah yang ditunjukkan keempat jari yang ditekuk adalah arah dari garis-garis fluks magnet. Gambar berikut ini mengilustrasikan bagaimana aturan tangan itu digunakan:



Gambar 2.2 Ilustrasi aturan tangan pada aliran magnet

Arah gaya Lorentz dapat ditentukan dengan menggunakan kaidah tangan kanan. Jika ibu jari menunjukkan arah arus listrik (I) dan jari telunjuk menunjukkan arah medan magnetik (B), maka jari tengah menunjukkan arah gaya Lorentz (F).

Arah Medan magnet melingkari kawat lurus yang dialiri arus listrik. Magnet yang dihasilkan disekitar kawat yang dialiri arus ini menarik, gaya magnet yang dihasilkan dari nilai arus itu memang lemah, tetapi cukup untuk bisa menggerakkan jarum kompas. Untuk menghasilkan gaya medan magnet yang lebih besar (fluks medannya juga harus lebih besar) dengan nilai arus yang sama.



Gambar 2.3 Arah Aliran Elektron Pada Magnet

Besarnya gaya ini bergantung dari besarnya arus yang mengalir pada kumparan jangkar (I), kerapatan fluksi (B) dari kedua kutub dan panjang konduktor jangkar (l). Semakin besar fluksi yang terimbas pada kumparan jangkar maka arus yang mengalir pada kumparan jangkar juga besar, dengan demikian gaya yang terjadi pada konduktor juga semakin besar. Jika arus jangkar (I) tegak lurus dengan arah induksi magnetik (B) maka besar gaya yang dihasilkan oleh arus yang mengalir pada konduktor jangkar yang ditempatkan dalam suatu medan magnet adalah :

$$F = B \cdot I \cdot l \text{ Newton} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

F = Gaya yang terbentuk pada penghantar (Newton)

I = Arus yang mengalir pada konduktor jangkar (Ampere)

B = Kerapatan fluks (Weber/m²)

l = Panjang konduktor jangkar (m)

Nilai gaya medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan kawat ini berbanding lurus dengan arus yang melewati kawat itu dikalikan dengan jumlah putaran/lilitan dari kumparan kawat itu. Gaya medan ini disebut dengan magnetomotive force (mmf) atau gaya gerak magnet, mmf mirip dengan gaya gerak listrik (emf/electromotive force) atau lebih kita kenal dengan nama tegangan (E) pada rangkaian listrik.

2.2.2 Faktor Yang Memengaruhi Kekuatan Elektromagnet

Sebuah elektromagnet terdiri atas tiga unsur penting, yaitu jumlah lilitan, kuat arus, dan inti besi. Makin banyak lilitan dan makin besar arus listrik yang mengalir, makin besar medan magnet yang dihasilkan. Selain itu medan magnet yang dihasilkan elektromagnet juga tergantung pada inti besi yang digunakan. Makin besar (panjang) inti besi yang berada dalam solenoida, makin besar medan magnet yang dihasilkan elektromagnet. Jadi kemagnetan sebuah elektromagnet bergantung besar kuat arus yang mengalir, jumlah lilitan, dan besar inti besi yang digunakan.

Elektromagnet menghasilkan medan magnet yang sama dengan medan magnet sebuah magnet batang yang panjang. Elektromagnet juga mempunyai dua kutub yaitu ujung yang satu merupakan kutub utara dan ujung kumparan yang lain merupakan kutub selatan. Dibandingkan magnet biasa, elektromagnet banyak mempunyai keunggulan. Karena itulah elektromagnet banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa keunggulan elektromagnet antara lain sebagai berikut.

1. Kemagnetannya dapat diubah-ubah dari mulai yang kecil sampai yang besar dengan cara mengubah salah satu atau ketiga dari kuat arus listrik, jumlah lilitan dan ukuran inti besi.
2. Sifat kemagnetannya mudah ditimbulkan dan dihilangkan dengan cara memutus dan menghubungkan arus listrik menggunakan sakelar.
3. Dapat dibuat berbagai bentuk dan ukuran sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki.
4. Letak kutubnya dapat diubah-ubah dengan cara mengubah arah arus listrik.

Besarnya nilai kuat arus medan magnet yang dihasilkan dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2a}$$

Dimana :

B = Kuat medan magnetik (T)

a = Jari – jari yang terbentuk oleh kawat (m)

I = Kuat arus listrik (A)

N = Banyaknya lilitan

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ dalam satuan standard

2.3 Transistor BD 139 (Philips, 1999)

Transistor adalah komponen semikonduktor yang dapat digunakan sebagai penguat, rangkaian pemutus dan penyambung, stabilisasi tegangan, modulasi sinyal dan lain-lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik yang

memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya. Transistor BD139 adalah transistor multiguna tipe NPN. Pada umumnya transistor memiliki 3 terminal, yaitu emitor, kolektor dan basis di mana basis berfungsi sebagai pengatur kran. Transistor NPN (Negatif – Positif – Negatif) akan mengalirkan arus dari kolektor ke emitor.

Tabel 2.1 menjelaskan data sheet dari transistor BD 139 (Philips, 1999). Dapat dilihat pada tabel dibawah ini .

Tabel 2.1 Batas Maksimum Transistor

Syymbol	Parameter	Value (NPN)	Unit
V_{CBO}	Collector-base voltage ($I_E = 0$)	80	V
V_{CEO}	Collector-emiter voltage ($I_B = 0$)	80	V
V_{EBO}	Emitter-base voltage ($I_C = 0$)	5	V
I_C	Collector current	1.5	A
I_{CM}	Collector paek current	3	A
I_B	Base current	0.5	A
P_{TOT}	Total dissipation at $T_C \leq 25^0 C$	12.5	W
P_{TOT}	Total dissipation at $T_{amb} \leq 25^0 C$	1.25	W
T_{STG}	Storage temperature	-65 to 150	$^0 C$
T_J	Max. Operating junction temperatur	150	$^0 C$

Berdasarkan tabel 2.1 dapat diketahui bahwa :

1. V_{CBO} adalah tegangan kolektor-basis pada kondisi emitor terbuka atau arus $i_e = 0$
2. V_{CEO} adalah tegangan kolektor-emitor pada kondisi basis terbuka atau arus $i_b = 0$
3. V_{EBO} adalah tegangan emitor-basis pada kondisi kolektor terbuka atau $i_c = 0$

Harga ini adalah harga maksimum yang tidak boleh dilampaui untuk menjaga agar transistor dapat bekerja dengan baik.

4. $I_c = 1,5$ A menyatakan arus maksimum yang dibolehkan pada kolektor ketika transistor sedang beroperasi kontinyu adalah 1,5 A lebih dari ini transistor akan rusak.
5. $I_{cm} = 3$ A menyatakan arus maksimum yang diijinkan untuk melewati kolektor ketika transistor beroperasi tidak kontinyu atau sesaat.
Besar arus ini adalah 3 A, jika melebihi 3 A maka transistor akan rusak. Sedangkan arus basis maksimum adalah 0,5 A ($I_b = 0,5$ A).
6. Jika transistor dioperasikan pada arus kolektor maksimum maka daya yang transistor adalah $P_{TOT} = 12,5$ Watt, ini terjadi jika body transistor dijaga temperaturnya dibawah 25°C dan daya transistor akan turun menjadi 1,25 Watt, jika transistor tidak didinginkan dan hanya temperatur ruang yang dijaga dibawah 25°C .
7. Transistor dapat disimpan dalam ruang yang memiliki batas temperatur (T -65 hingga 150°C). Sedangkan temperatur maksimum pada sambungan semikonduktor yang diijinkan adalah T_j sebesar 150°C .

2.4 Relay (Fitri, 2010)

Dalam dunia elektronika, *relay* dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. Sebelum tahun 70an, *relay* merupakan “otak” dari rangkaian pengendali. Baru setelah itu muncul PLC yang mulai menggantikan posisi *relay*. *Relay* yang paling sederhana ialah *relay* elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana *relay* elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

- a. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
- b. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Relay merupakan saklar magnetis. Relay merupakan saklar magnetis. Relay ini menghubungkan rangkaian beban on atau off dengan pemberian energi elektromagnetis. Konstruksi relay terdiri dari kumparan inti besi stationar. Kontak

relay dipasangkan pada batang besi bersendi. Jika kumparan dialiri arus listrik maka timbulah elektromagnetik pada inti besi sehingga batang besi dapat ditarik ke inti elektromagnetik dan menutup pada kotak relay yang lain. Jika arus listrik diputuskan maka kontak akan dilepaskan oleh pegas.

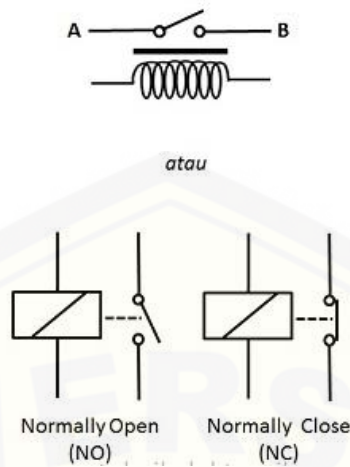
2.4.1 Konstruksi Relay

Relay adalah saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (Coil) dan mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 ma mampu menggerakkan armature relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. Dibawah ini adalah gambar bentuk relay dan Simbol Relay yang sering ditemukan di rangkaian elektronika.



Gambar 2.4 Bentuk *relay*

Sumber : teknikelektronika.com

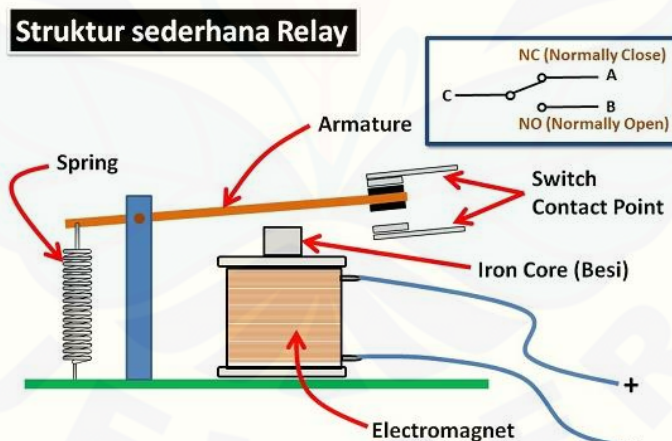


Gambar 2.5 Simbol Relay

Sumber : teknikelektronika.com

2.4.2 Prinsip Kerja Relay

Pada dasarnya relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu *coil*, *armature*, *switch contact point* (saklar) dan *spring*. Bagian – bagian dari relay akan dijelaskan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Struktur Relay

Sumber : teknikelektronika.com

Berdasarkan gambar 2.6 sebuah besi (*iron core*) yang dililit oleh sebuah kumparan *coil* yang berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut. Apabila kumparan *coil* diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang

kemudian menarik *armature* untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana *armature* tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi *open* atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *armature* akan kembali lagi ke posisi awal (NC). *Coil* yang digunakan oleh *relay* untuk menarik *contact poin* ke posisi *close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

Kontak Poin (Contact Point) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- a. *Normally close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *close* (tertutup).
- b. *Normally open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *open* (terbuka).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan di laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember Jln. Slamet Riyadi No.62 , Patrang – Jember.

3.1.2 Waktu Penelitian

Pembuatan sistem dan pengambilan data dilakukan pada bulan April 2015 sampai dengan Juni 2015 di Laboratorium Konversi Energi , Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

1. Solder
2. Kabel *Jumper*
3. Timah
4. Dot timah
5. Tang potong
6. Tang jepit
7. *Cutter*
8. *Avometer*
9. *Power Supply*

3.2.2 Bahan

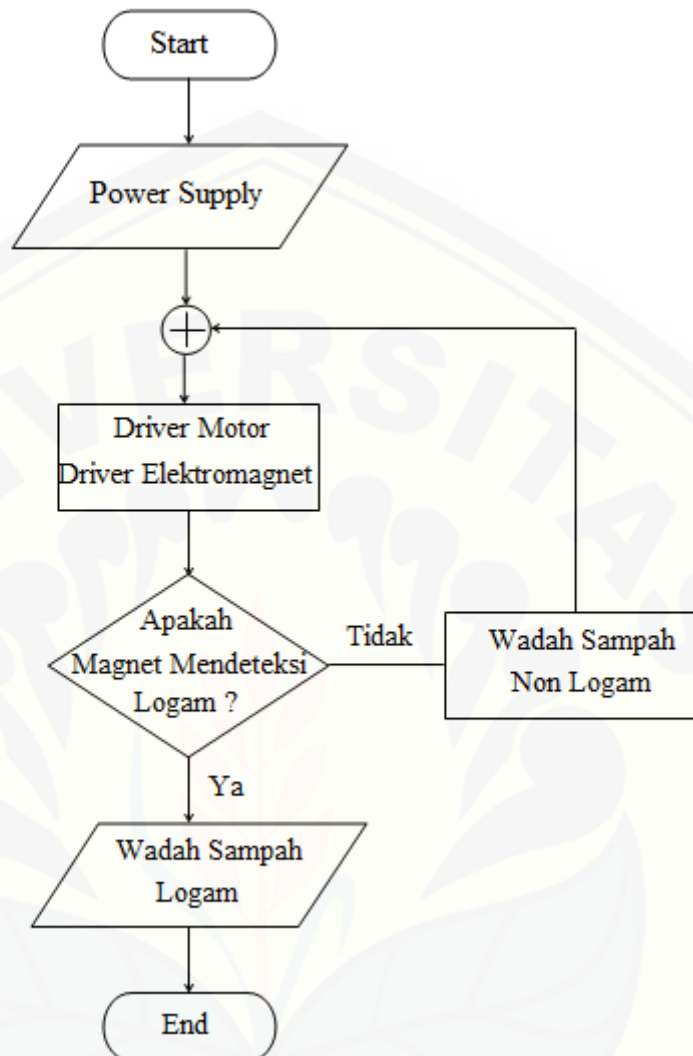
- | | |
|---|--------|
| 1. DC <i>Geared</i> 12 Volt | 1 Buah |
| 2. Transistor BD139 | 1 Buah |
| 3. Resistor 330 Ω , 560 Ω | 5 Buah |
| 4. Resistor 1k | 5 Buah |
| 5. <i>Push Button</i> | 2 Buah |
| 6. Saklar putar | 1 Buah |

7. Elektromagnet	1 Buah
8. <i>Led</i>	3 Buah
9. Dioda 5A	2 Buah
10. Dioda IN4004	1 Buah
11. Dioda IN4002	1 Buah
12. IC regulator 7805	4 Buah
13. IC regulator 7809	3 Buah
14. IC regulator 7812	3 Buah
15. Belt	1 m
16. Zener 5V, 9V, 12V	2 Buah
17. R 2K2	2 Buah
18. Fuse 5A	2 Buah
19. Relay 12VDC	2 Buah
20. Ouptocopler	1 Buah
21. TIP 31	1 Buah
22. Kapasitor 1000 uF/25V	2 Buah
23. Socket kaki 4	1 Buah
24. Milar 100 nano	3 Buah
25. Lem besi	Secukupnya
26. Kabel Pelangi	Secukupnya
27. PCB	Secukupnya
28. Scrab (besi bekas)	Secukupnya

3.3 Blok Diagram Alir

Cara pengujian alat ini yaitu terlebih dahulu menjalankan *driver* motor DC. Dimana motor yang digunakan yaitu DC *Geared* 12V. Rangkaian *driver* motor dihubungkan dengan sebuah *power supply* yang berfungsi sebagai sumber dan pengatur kecepatan motor. Pada sistem ini terdapat 2 buah keluaran *power supply* yaitu berupa tegangan yang masuk kedalam *driver* motor dan elektromagnet. Pemberian sumber pada elektromagnet akan menentukan besar kecilnya kuat arus medan magnet yang dihasilkan.

Gambar 3.1 dibawah ini merupakan sistem *flowchart* secara umum:

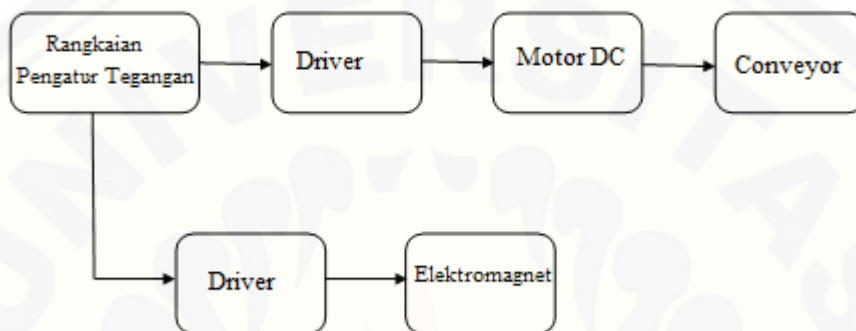


Gambar 3.1 Diagram Alir

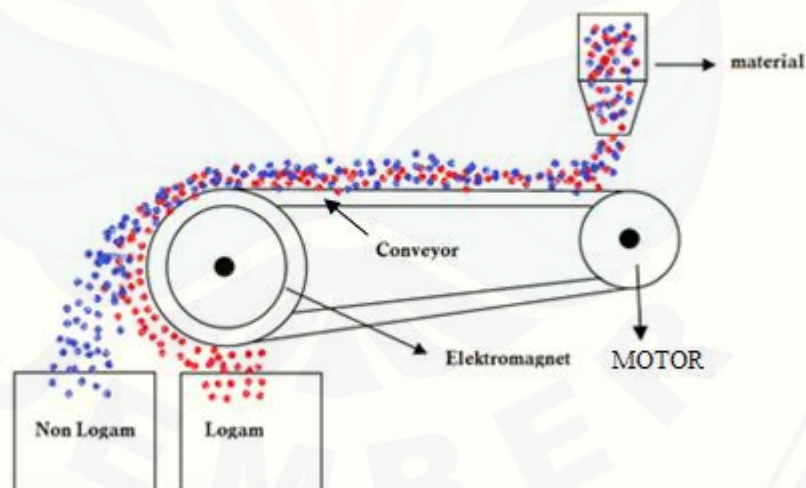
Gambar 3.1 merupakan gambar langkah-langkah yang akan digunakan untuk cara kerja alat. Ketika alat bekerja maka magnet akan teraliri arus listrik. Apabila magnet mendeteksi material logam, maka logam tersebut menempel pada *conveyor*. Jika magnet tidak mendeteksi material non logam, maka logam sampah tersebut akan secara otomatis jatuh pada tempat yang telah ditentukan. Besarnya kekuatan magnet tergantung pada besarnya nilai tegangan yang diberikan oleh *power supply*.

3.4 Desain Sistem Pendeteksi Dan Pemisah Logam

Perancangan alat sistem pendeteksi dan pemisah material logam dan non logam akan dibuat seperti blok diagram pada gambar 3.2 yang memiliki desain mekanik seperti gambar 3.3. Sistem pendeteksi dan pemisah logam terdiri atas rangkaian *power supply*, rangkaian *driver*, DC geared 12V, *conveyor* dan elektromagnet. Desain sistem mekanik merupakan desain sistem mekanik.

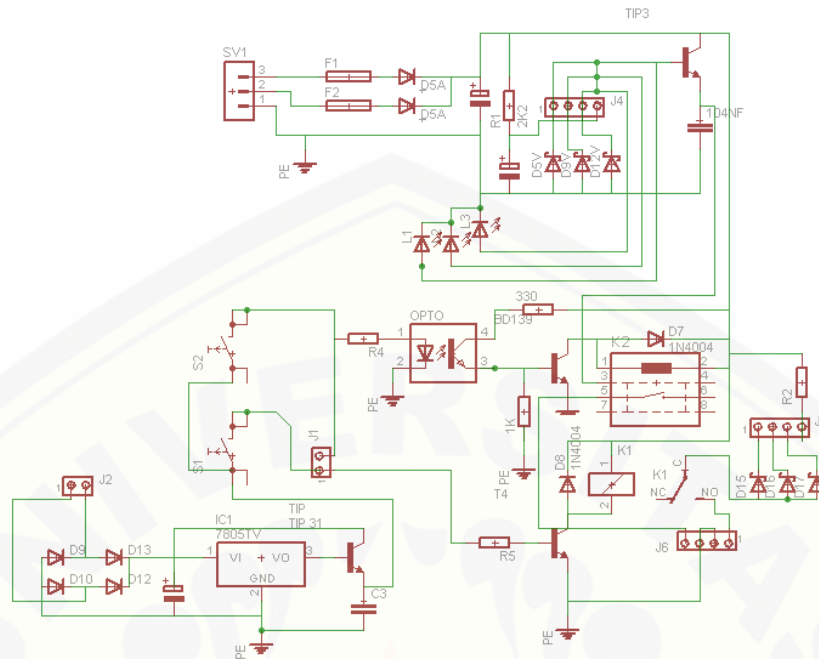


Gambar 3.2 Blok diagram sistem pendeteksi dan pemisah logam



Gambar 3.3 Desain mekanik

Pada sistem ini, rangkaian *driver* motor, *driver* elektromagnet dan *power supply* dipadukan dalam sebuah *layout pcb*. Dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rangkaian *driver* motor, *driver* elektromagnet dan *power supply*

3.4.1 *Power supply*

Sistem uji deteksi dan pemisah material logam dan non logam menggunakan sebuah *power supply* yang digunakan sebagai sumber. Sumber yang dibutuhkan yaitu sebesar 5V, 9V dan 12V.

Power supply pada sistem ini merupakan pusat dari pengaturan kecepatan pada motor. Dimana kecepatan motor akan mempengaruhi kecepatan putar pada *conveyor*. Pada sistem ini *power supply* juga berfungsi sebagai penghasil besar kecilnya kuat arus medan magnet pada elektromagnet. Semakin besar tegangan yang diberikan pada elektromagnet, maka kuat arus medan magnet akan semakin besar.

3.4.2 Perangkat Rangkaian *Driver* Motor

Sistem uji deteksi dan pemisah material logam dan non logam menggunakan transistor BD139 sebagai pengaturan kecepatan dan pembatas tegangan dimana transistor ini merupakan jenis transistor NPN. Transistor yang digunakan sebanyak 1 buah. Pada rangkaian ini juga terdapat sebuah relay yang

berfungsi sebagai saklar dan sebuah optocoupler 517 yang berfungsi sebagai penghambat atau pembatas arus balik.

Rangkaian *driver* berfungsi untuk mengatur kecepatan motor. *Output* dari rangkaian ini akan dihubungkan dengan sebuah motor yaitu DC *geared* 12V.

3.4.3 Perangkat Rangkaian *Driver* Elektromagnet

Rangkaian *driver* pada elektromagnet menggunakan transistor BD139 sebagai pengaturan pembatas tegangan dan menggunakan sebuah relay sebagai saklar serta terdapat sebuah kiprok yang digunakan sebagai filter antara power supply dengan relay. Transistor yang digunakan sebanyak 1 buah. Rangkaian ini mendapatkan sebuah sumber dari *power supply*.

Pada sistem ini rangkaian *driver* berfungsi untuk mengatur besarnya tegangan yang diberikan pada elektromagnet. Semakin besar tegangan yang diberikan maka semakin besar kuat arus medan magnet yang dihasilkan. *Output* dari rangkaian ini akan dihubungkan ke elektromagnet.

3.4.4 DC *Geared* 12V

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan supply tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik dimana tenaga mekanik tersebut berupa putaran pada rotor. Untuk mengendalikan motor ini terdapat sebuah drive yang dihubungkan dengan *power supply*.

Motor yang digunakan pada sistem ini yaitu DC *Geared* 12V dengan beban maksimum 6.5 kg. DC *geared* 12V berfungsi sebagai penggerak *conveyor*. Semakin besar tegangan yang mengalir pada motor, maka kecepatan putar motor akan semakin cepat. Pada sistem ini motor dc mendapatkan 2 buah sumber yaitu 5V dan 9V.

3.4.5 *Conveyor*

Conveyor merupakan sebuah alat yang digerakkan oleh motor dimana alat ini berfungsi untuk memindahkan sampah dari suatu tempat ke tempat yang lain. Pada desain ini *conveyor* menggunakan *belt* sebagai bahan dasar utama. *Conveyor*

yang digunakan hanya mampu menampung sampah sebanyak 500gr karena didesain dengan panjang 30 cm dan lebar 10 cm. *Conveyor* pada sistem ini terhubung dengan gear pada motor. Kecepatan putar pada *conveyor* diatur atau dipengaruhi oleh motor DC *geared* 12V.

3.4.6 Elektromagnet

Elektromagnet adalah kumparan yang dapat menghasilkan medan magnet apabila kumparan tersebut dialiri arus listrik. Pada sistem uji pendeteksi dan pemisah ini, elektromagnet yang digunakan berupa besi yang dililit dengan kumparan kemudian diberikan sumber tegangan.

Sumber tersebut berasal dari *power supply* yang juga memberikan tegangan pada motor. Besarnya nilai tegangan yang diberikan pada elektromagnet yaitu sebesar 5V, 9V dan 12V. Elektromagnet pada sistem ini berfungsi sebagai pendeteksi dan pemisah antara logam dan non logam tetapi pada alat ini hanya bisa mendeteksi material logam berupa besi.

3.5 Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan alat dan bahan.
- b. Membuat rangkaian *driver* motor, rangkaian *driver* elektromagnet dan rangkaian *power supply*.
- c. Menyambungkan rangkaian *driver* motor dan rangkaian *driver* elektromagnet dengan *power supply*.
- d. Membuat desain *conveyor*.
- e. Memberikan sumber pada *driver* motor dan elektromagnet.
- f. Mengatur besarnya nilai sumber yang diberikan pada motor yaitu 5V dan 9V.
- g. Mengatur besarnya sumber yang diberikan pada elektromagnet yaitu 5V, 9V dan 12V.

- h. Setelah pemberian sumber selesai, langkah selanjutnya yaitu membandingkan hasil uji deteksi setiap sumber tegangan dan mencatat hasilnya.

3.6 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah proses pemberian sumber pada motor dan elektromagnet selesai. Proses pengambilan data dilakukan dengan cara membandingkan besarnya nilai sumber yang diberikan pada motor dan besarnya nilai sumber pada elektromagnet. Hasil yang akan diuji yaitu besarnya kekuatan magnet yang dihasilkan dan tingkat keseimbangan (keberhasilan) antara elektromagnet dengan motor.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Medan Magnet

Alat uji deteksi logam merupakan sebuah alat yang dirancang untuk mempermudah para supplier besi bekas dalam memisahkan material logam dan non logam. Sistem ini bekerja secara manual dimana alat ini membutuhkan sebuah motor untuk penggerak *conveyor* dan sebuah elektromagnet .

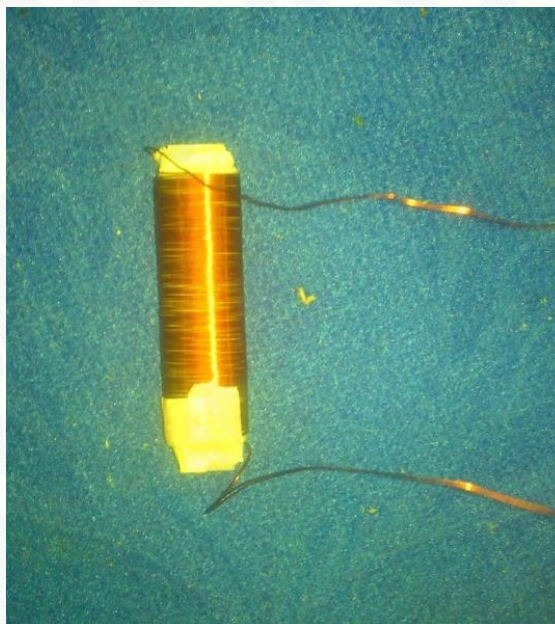
Pada sistem ini motor DC mempengaruhi cara kerja elektromagnet. Dimana putaran elektromagnet berpacu pada putaran *conveyor*. Elektromagnet berfungsi sebagai bahan dasar untuk memisahkan material logam dan non logam serta dapat bekerja jika koil dialiri arus listrik sehingga menghasilkan kuat arus medan magnet yang bisa menarik logam. Elektromagnet yang digunakan pada sistem ini terletak di ujung *conveyor*.

Pada sistem uji deteksi logam terdapat dua buah rangkaian *driver*. Pertama yaitu rangkaian *driver* motor yang digunakan untuk mengatur kecepatan putar pada *conveyor* dengan memperhatikan sumber tegangan yang diberikan. Tegangan yang diberikan pada motor DC sebesar 5V, 9V dan 12 V. Kedua yaitu rangkaian *driver* elektromagnet. Rangkaian ini berfungsi untuk memberikan sumber tegangan pada elektromagnet. Terdapat 3 sumber tegangan yang digunakan oleh elektromagnet yaitu sebesar 5V, 9V dan 12 V.

Prinsip kerja dari alat uji deteksi dan pemisah material logam dan non logam yaitu material logam dan non logam melewati *conveyor*. Pada saat material melewati ujung *conveyor* yang terdapat sebuah elektromagnet, maka material akan dideteksi oleh elektromagnet. Jika elektromagnet tidak mendeteksi adanya logam, maka material tersebut akan langsung jatuh pada wadah atau tempat yang sudah disediakan. Sedangkan material yang terdeteksi oleh elektromagnet maka akan jatuh pada wadah logam setelah melewati batas letak magnet yang telah ditentukan.

4.2 Analisa Elektromagnet

Elektromagnet pada sistem ini didapatkan dengan cara membuat sebuah inti besi yang di lilit dengan kawat email dengan diameter 0,4 dan di lilit berdasarkan kumparan jangkar kemudian diberikan sumber tegangan. Elektromagnet yang digunakan pada sistem ini memiliki jumlah lilitan 130 lilitan/layer dengan jumlah total 13 layer. Berikut ini merupakan gambar bentuk lilitan yang dihasilkan



Gambar 4.1 Elektromagnet yang dihasilkan

Setelah itu elektromagnet disusun secara paralel. kemudian disambungkan dengan sikat arang . dapat dilihat dari gambar 4.3



Gambar 4.2 Penyusunan letak lilitan kumparan

Setelah elektromagnet dihubungkan dengan sikat arang, langkah selanjutnya yaitu menghubungkan elektromagnet dengan sumber tegangan. Dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Proses percobaan kuat arus medan magnet

4.3 Hasil Uji Rangkaian *Driver* Motor

Pada alat ini terdapat sebuah rangkaian *driver* yang digunakan pada motor DC. Rangkaian *driver* pada motor berfungsi untuk mengatur kecepatan motor dengan menggunakan transistor BD139 sebagai pengaturan kecepatan dan pembatas tegangan. Pada rangkaian ini juga terdapat sebuah relay yang berfungsi sebagai saklar dan sebuah optocoupler 517 yang berfungsi sebagai penghambat atau pembatas arus balik. Rangkaian *driver* pada motor dihubungkan langsung dengan sebuah power supply. Pengaturan kecepatan putar motor DC dipengaruhi oleh tegangan yang diterima oleh motor tersebut dari drive itu sendiri

Pengujian rangkaian *driver* pada motor dilakukan dengan cara memberikan tegangan input sebesar 5V dan 9v. Berikut ini adalah tabel dari hasil uji deteksi dari rangkaian drive motor.

Tabel 4.1 Besarnya Nilai Kecepatan Motor Yang Dihasilkan.

Tegangan (V)	Kecepatan (RPM)
5	165,6
9	307,1

Dari tabel 4.1 dapat diketahui bahwa besarnya nilai kecepatan yang dihasilkan berbanding lurus dengan pemberian nilai tegangan. Semakin besar nilai tegangan yang diberikan, maka semakin besar kecepatan putar yang dihasilkan.

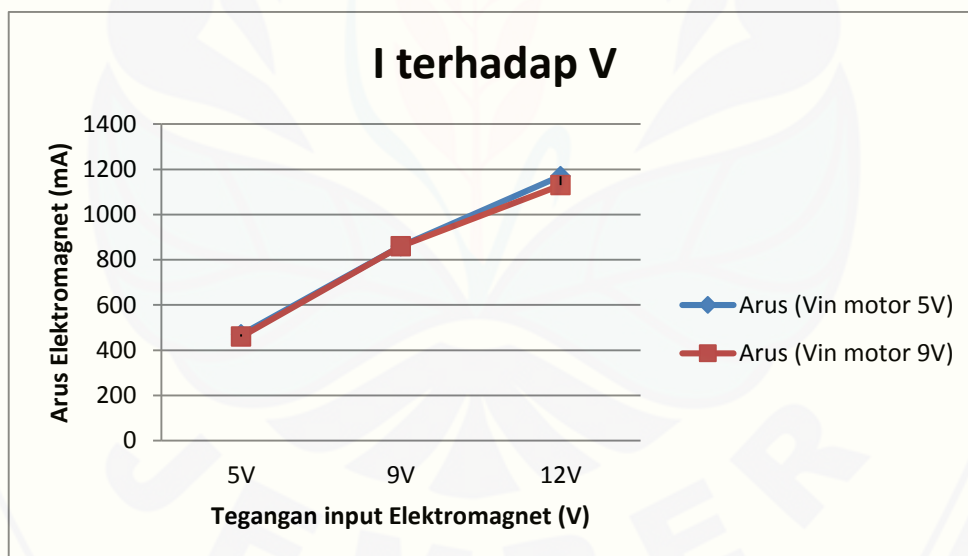
4.4 Hasil Uji Elektromagnet

Pengambilan data hasil uji elektromagnet dilakukan dengan cara memberikan sumber tegangan sebesar 5V, 9V dan 12 V. Berikut ini merupakan tabel dari hasil uji elektromagnet

Tabel 4.2 Hasil uji elektromagnet

V Input Elektromagnet	V Input Motor DC	Berat Material (gr)	Arus Elektromagnet
5V	5V	100 gr	0,47 A
9V	5V	100 gr	0,86 A
12V	5V	100 gr	1,17 A
5V	9V	100 gr	0,46 A
9V	9V	100 gr	0,86 A
12V	9V	100 gr	1,13 A

Berdasarkan tabel 4.2 dapat diperoleh grafik data keseimbangan motor dengan elektromagnet dimana grafik tersebut berisi tentang besarnya nilai arus elektromagnet terhadap V_{in} elektromagnet.



Gambar 4.4 Grafik I terhadap V

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.4 dapat diketahui bahwa diketahui bahwa besarnya nilai arus pada elektromagnet berbanding lurus dengan tegangan input pada elektromagnet. Semakin besar tegangan yang diberikan pada elektromagnet maka semakin besar arus yang mengalir pada elektromagnet.

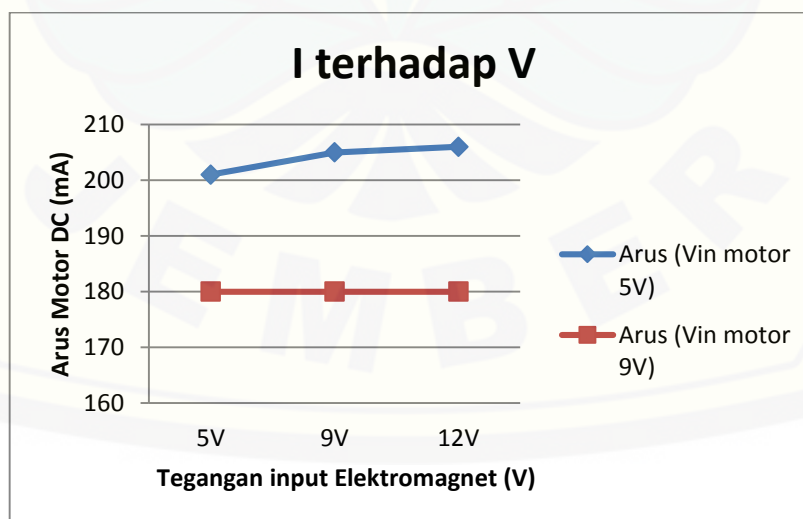
4.5 Hasil Uji Motor DC

Pengambilan data hasil uji motor DC dilakukan dengan cara memberikan sumber tegangan motor DC sebesar 5V dan 9V dan sumber tegangan elektromagnet sebesar 5V, 9V dan 12V. Berikut ini merupakan tabel dari hasil uji motor DC.

Tabel 4.3 Hasil uji motor DC

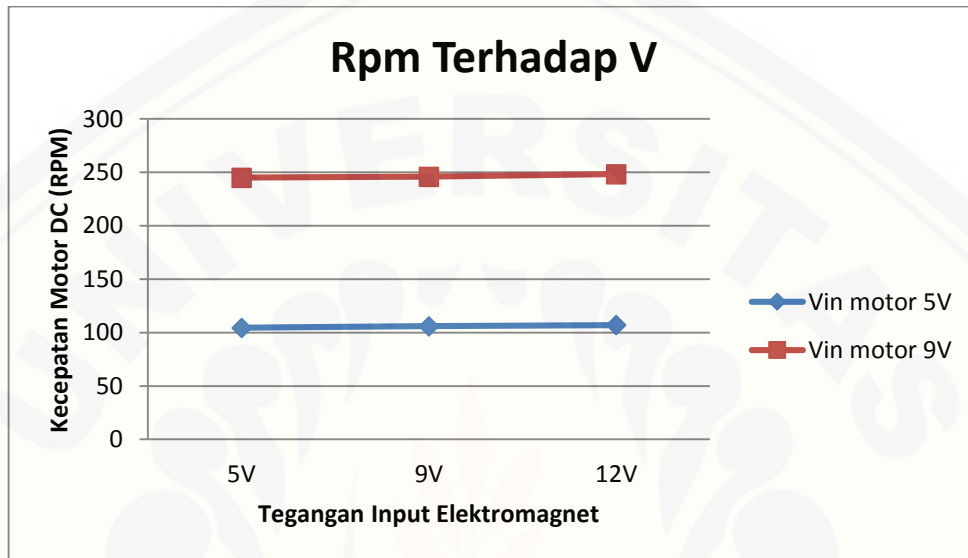
V Input Elektromagnet	V Input Motor DC	Arus Motor DC	Kecepatan Motor DC (rpm)
5V	5V	201 mA	104,3
9V	5V	205 mA	105,9
12V	5V	206 mA	107
5V	9V	180 mA	244,9
9V	9V	180 mA	245,8
12V	9V	180 mA	248,2

Berdasarkan tabel 4.3 dapat diperoleh grafik data hasil uji motor DC dimana grafik tersebut berisi tentang besarnya nilai arus pada motor dan kecepatan motor dc yang dihasilkan.



Gambar 4.5 Grafik I Motor DC Terhadap Vin Elektromagnet

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.5 dapat diketahui bahwa besarnya nilai tegangan *input* elektromagnet berbanding lurus dengan arus Motor DC. Semakin besar tegangan yang diberikan pada elektromagnet maka semakin besar arus yang mengalir pada elektromagnet. Pada pengujian ini nilai tegangan motor yang dipakai sebesar 5V dan 9V.



Gambar 4.6 Grafik Rpm Motor DC Terhadap V_{in} Elektromagnet

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.6 dapat diketahui bahwa besarnya nilai arus motor pada saat nilai sumber tegangan motor 5V berbanding lurus dengan tegangan input elektromagnet dan kecepatan motor yang dihasilkan. Sedangkan pada saat V_{in} 9V, besarnya nilai arus motor DC berbanding terbalik dengan tegangan input elektromagnet dan berbanding lurus dengan nilai kecepatan motor yang dihasilkan. Hal ini dapat terjadi karena sesuai dengan karakteristik motor DC bahwa jarak antar sikat arang pada motor DC dapat mempengaruhi arus yang dihasilkan.

4.6 Hasil Uji Tingkat Keberhasilan Sistem Pendeteksi Dan Pemisah Material Logam Dan Non Logam

Pengambilan data tingkat keberhasilan sistem uji deteksi logam dilakukan dengan cara membandingkan berat logam yang masuk pada wadah dengan berat total logam yang diberikan pada *conveyor*.

Tabel 4.4 Hasil uji tingkat keberhasilan sistem pendeteksi dan pemisah material logam dan non logam dalam bentuk persentase

Vin Elektromagnet	Beban (gr)	Vin Motor DC	Material Logam	
			Wadah Logam	Wadah Non Logam
5V	100	5V	20%	80%
9V	100	5V	60%	40%
12V	100	5V	75%	25%
5V	100	9V	10%	90%
9V	100	9V	30%	70%
12V	100	9V	65%	35%

Dari tabel 4.4 dapat diketahui bahwa besarnya tegangan yang diberikan pada motor mempengaruhi kecepatan putar motor. Dimana kecepatan motor ini merupakan kecepatan putar pada *conveyor* yang terhubung langsung dengan elektromagnet. Kecepatan putar pada motor memiliki dampak pada tingkat keberhasilan. Pengambilan data dilakukan dengan cara membandingkan berat beban awal (100gr) dengan berat beban logam yang terdeteksi oleh elektromagnet. Untuk mendapatkan nilai perbandingan berat beban dilakukan dengan menggunakan sebuah alat bantu berupa timbangan. Apabila tegangan pada motor 5 V sedangkan tegangan yang diberikan pada elektromagnet 12 V, maka tingkat keberhasilan paling tinggi, yaitu 75%. Artinya yaitu elektromagnet dapat bekerja dengan baik (mendeteksi) material logam karena kecepatan putar pada *conveyor* rendah. Apabila tegangan motor yang diberikan pada motor sebesar 12 V (kecepatan maksimal) sedangkan elektromagnet di supply tegangan sebesar 5V maka elektromagnet tidak dapat mendeteksi dan memisahkan material dan non logam dengan baik. Hal ini dikarenakan kecepatan putar pada *conveyor* tinggi, sedangkan kuat arus medan magnet yang dihasilkan kecil.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dari pembuatan alat dan penelitian dengan judul “**Sistem Pendeteksi Dan Pemisah Material Logam Dan Non Logam Dengan Memanfaatkan Elektromagnet**” dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Tingkat keberhasilan sistem tertinggi terjadi ketika nilai tegangan yang diberikan pada motor 5 volt dan nilai tegangan pada elektromagnet 12 volt yaitu sebesar 75%. (Tabel 4.4, halaman 32)
2. Tingkat keberhasilan sistem terendah (tidak maksimal) terjadi ketika nilai tegangan yang diberikan pada motor 9 volt dan nilai tegangan pada elektromagnet 5 volt yaitu sebesar 10%.(Tabel 4.4, halaman 32)

5.2 Saran

Alat yang dibuat dalam proyek akhir ini dapat dikembangkan menjadi suatu sistem yang lebih canggih, maka saran-saran yang dapat diberikan adalah:

1. Sistem pendeteksi material logam dan logam dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan kontrol lain berupa mikrokontroler sehingga alat dapat bekerja secara otomatis.
2. Sistem uji deteksi logam dapat dikembangkan lagi dengan metode kontrol lain seperti PID.

DAFTAR PUSTAKA

- Yolanda, Natanael. 2012. *Rancang Bangun Miniatur Konveyor Penyaring dan Pengepak Biji Besi Berbasis PLC*. Surabaya: Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Zamroni, Muhammad. 2010. *Kendali Motor Dc Sebagai Penggerak Mekanik Pada Bracket Lcd Proyektor Dan Layar Dinding Berbasis Mikrokontroler At89s51*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Puspitasari Putri, Fitri. 2010. *Perencanaan Dan Pembuatan Alat Pengaman Untuk Menghindari Terjadinya Pemadaman Listrik Total Di Laboratorium Reparasi Listrik*. Surabaya : Politeknik Negeri Perkapalan Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Philips. 1999. *Philips Semiconductors*. Netherlands
- ST. 1999. *STMicroelectronics*. Italy



BD135
BD139

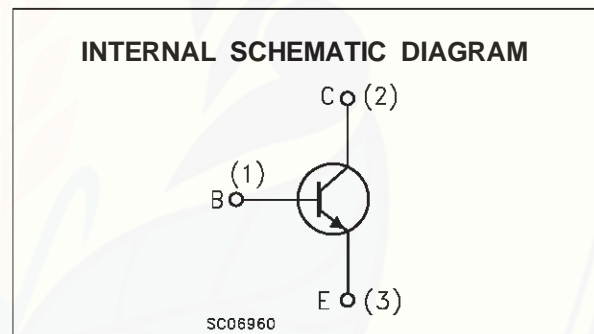
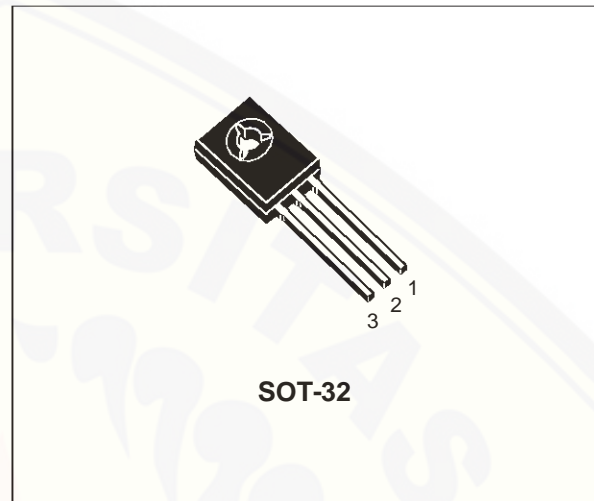
NPN SILICON TRANSISTORS

- STMicroelectronics PREFERRED SALESTYPES

DESCRIPTION

The BD135 and BD139 are silicon epitaxial planar NPN transistors in Jedec SOT-32 plastic package, designed for audio amplifiers and drivers utilizing complementary or quasi complementary circuits.

The complementary PNP types are BD136 and BD140 respectively.



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value		Unit
		BD135	BD139	
V_{CBO}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)	45	80	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)	45	80	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)	5		V
I_C	Collector Current	1.5		A
I_{CM}	Collector Peak Current	3		A
I_B	Base Current	0.5		A
P_{tot}	Total Dissipation at $T_c \leq 25\text{ }^\circ\text{C}$	12.5		W
P_{tot}	Total Dissipation at $T_{amb} \leq 25\text{ }^\circ\text{C}$	1.25		W
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 150		$^\circ\text{C}$
T_j	Max. Operating Junction Temperature	150		$^\circ\text{C}$

BD135 / BD139

THERMAL DATA

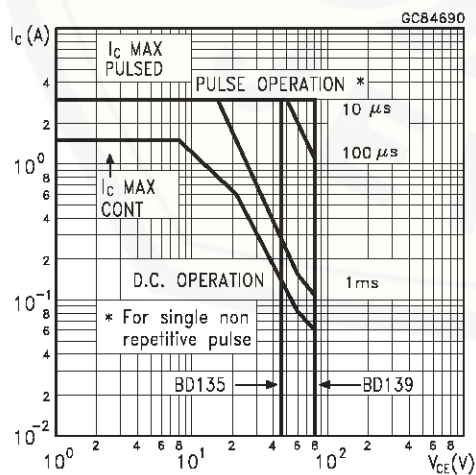
R _{thj-case}	Thermal Resistance Junction-case	Max	10	°C/W
-----------------------	----------------------------------	-----	----	------

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{case} = 25 °C unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I _{CBO}	Collector Cut-off Current (I _E = 0)	V _{CB} = 30 V V _{CB} = 30 V T _C = 125 °C			0.1 10	μA μA
I _{EBO}	Emitter Cut-off Current (I _C = 0)	V _{EB} = 5 V			10	μA
V _{CEO(sus)*}	Collector-Emitter Sustaining Voltage	I _C = 30 mA for BD135 for BD139	45 80			V V
V _{CE(sat)*}	Collector-Emitter Saturation Voltage	I _C = 0.5 A I _B = 0.05 A			0.5	V
V _{BE*}	Base-Emitter Voltage	I _C = 0.5 A V _{CE} = 2 V			1	V
h _{FE*}	DC Current Gain	I _C = 5 mA V _{CE} = 2 V I _C = 0.5 A V _{CE} = 2 V I _C = 150 mA V _{CE} = 2 V	25 25 40		250	
h _{FE}	h _{FE} Groups	I _C = 150 mA V _{CE} = 2 V for BD139 group 10	63		160	

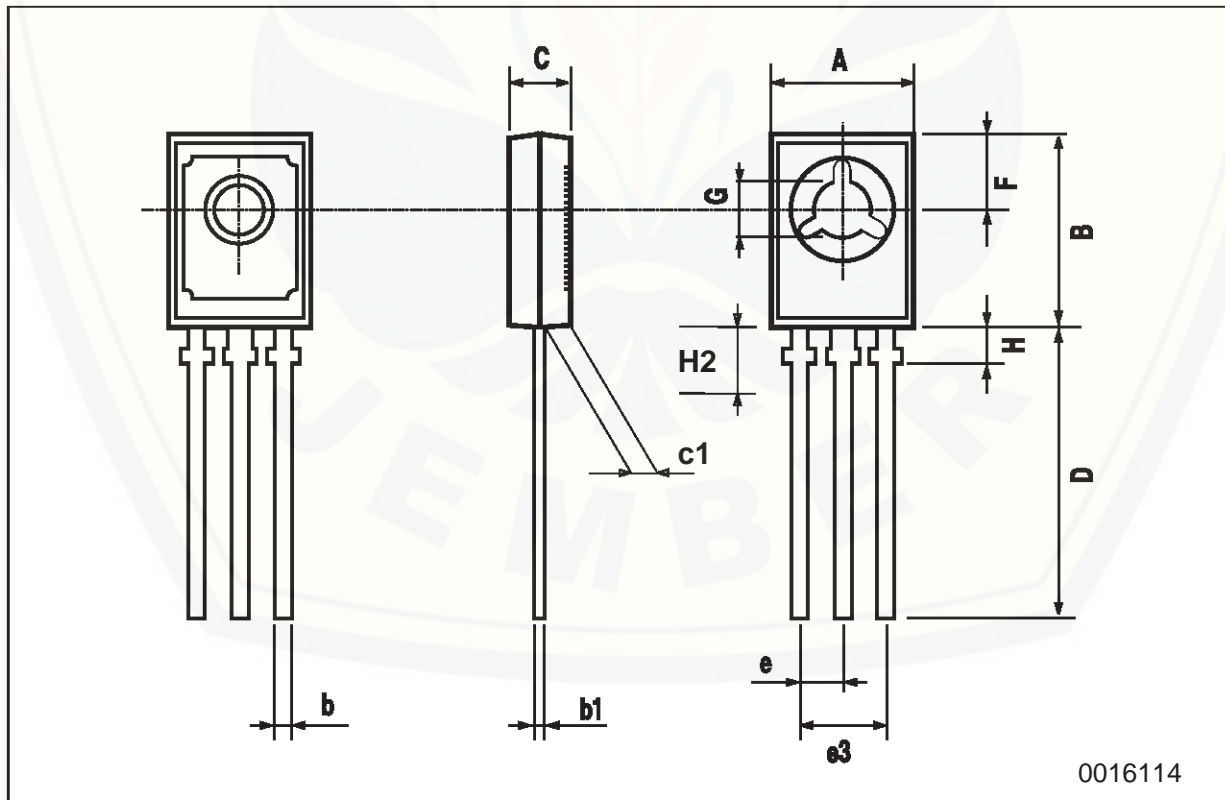
* Pulsed: Pulse duration = 300 μs, duty cycle 1.5 %

Safe Operating Area



SOT-32 (TO-126) MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	7.4		7.8	0.291		0.307
B	10.5		10.8	0.413		0.445
b	0.7		0.9	0.028		0.035
b1	0.49		0.75	0.019		0.030
C	2.4		2.7	0.040		0.106
c1	1.0		1.3	0.039		0.050
D	15.4		16.0	0.606		0.629
e		2.2			0.087	
e3	4.15		4.65	0.163		0.183
F		3.8			0.150	
G	3		3.2	0.118		0.126
H			2.54			0.100





Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a trademark of STMicroelectronics

© 1999 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - Canada - China - France - Germany - Italy - Japan - Korea - Malaysia - Malta - Mexico - Morocco - The Netherlands - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - Taiwan - Thailand - United Kingdom - U.S.A.

<http://www.st.com>

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

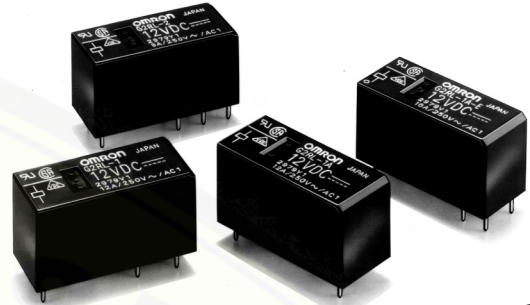
Datasheets for electronics components.



PCB Relay G2RL

A Power Relay with Various Models

- High-sensitivity (250 mW) and High-capacity (16 A) versions.
- Designed for cooking and HVAC controls: blower motor, damper, active air purification, duct flow boost fans, etc.
- Conforms to VDE (EN61810-1). UL recognized/ CSA certified
- Meets EN60335-1 requirements for household products.
- Clearance and creepage distance: 10 mm/10 mm.
- Tracking resistance: CTI>250
- Coil Insulation system: Class F.
- RoHS Compliant



Ordering Information

Classification	Enclosure ratings	Contact form			
		SPST-NO	SPDT	DPST-NO	DPDT
General-purpose	Flux protection	G2RL-1A	G2RL-1	G2RL-2A	G2RL-2
	Fully sealed	G2RL-1A4	G2RL-14	G2RL-2A4	G2RL-24
High-capacity	Flux protection	G2RL-1A-E	G2RL-1-E	---	---
	Fully sealed	G2RL-1A4-E	G2RL-14-E	---	---
High-sensitivity	Flux protection	G2RL-1A-H	G2RL-1-H	---	---

Note: When ordering, add the rated coil voltage to the model number.
Example: G2RL-1A DC12

Rated coil voltage

Model Number Legend

G2RL-□□□□-□
1 2 3 4

1. Number of Poles

- 1: 1 pole
- 2: 2 poles

2. Contact Form

- None: □PDT
- A: □PST-NO

3. Enclosure Ratings

- None: Flux protection
- 4: Fully sealed

4. Classification

- None: General purpose
- E: High capacity (1 pole)
- H: High sensitivity (1 pole)

Specifications

Coils Ratings for General-purpose and High-capacity Models

Rated voltage	5 VDC	12 VDC	24 VDC	48 VDC
Rated current	80.0 mA	33.3 mA	16.7 mA	8.96 mA
Coil resistance	62.5 Ω	360 Ω	1,440 Ω	5,358 Ω
Must operate voltage	70% max. of the rated voltage			
Must release voltage	10% min. of the rated voltage			
Max. voltage	180% of rated voltage (at 23°C)			
Power consumption	Approx. 400 mW			Approx. 430 mW

Note: The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C with a tolerance of ±10%.

■ Coils Ratings for High-sensitivity Models

Rated voltage	5 VDC	12 VDC	24 VDC
Rated current	50.0 mA	20.8 mA	10.42 mA
Coil resistance	100 Ω	576 Ω	2,304 Ω
Must operate voltage	75% max. of the rated voltage		
Must release voltage	10% min. of the rated voltage		
Max. voltage	180% of rated voltage (at 23°C)		
Power consumption	Approx. 250 mW		

Note: The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C with a tolerance of $\pm 10\%$.

■ Contact Ratings

Item	General-purpose Models		High-capacity Models	High-sensitivity Models
Number of poles	1 pole	2 poles	1 pole	1 pole
Contact material	Ag Alloy (Cd free)			
Load	Resistive load ($\cos\phi=1$)			
Rated load	12 A at 250 VAC 12 A at 24 VDC (See note.)	8 A at 250 VAC 8 A at 30 VDC (See note.)	16 A at 250 VAC 16 A at 30 VDC (See note.)	10 A at 250 VAC 10 A at 24 VDC (See note.)
Rated carry current	12 A (See note.)	8 A (70°C)/5 A (85°C) (See note.)	16 A (See note.)	10 A (See note.)
Max. switching voltage	440 VAC, 300 VDC			
Max. switching current	12 A	8 A	16 A	10 A
Max. switching power	3,000 VA (4,000 VA)	2,000 VA	4,000 VA	2,500 VA

Note: Contact your OMRON representative for the ratings on fully sealed models.

■ Characteristics

Item	General-purpose (High-capacity) Models	General-purpose Models	High-sensitivity Models
Number of poles	1 pole	2 pole	1 pole
Contact resistance	100 m Ω max.		
Operate (set) time	15 ms max.		
Release (reset) time	5 ms max.		
Max. operating frequency	Mechanical: 18,000 operation/hr Electrical: 1,800 operation/hr at rated load		
Insulation resistance	1,000 M Ω min. (at 500 VDC)		
Dielectric strength	5,000 VAC, 1 min between coil and contacts 1,000 VAC, 1 min between contacts of same polarity	5,000 VAC, 1 min between coil and contacts 2,500 VAC, 1 min between contacts of different polarity 1,000 VAC, 1 min between contacts of same polarity	5,000 VAC, 1 min between coil and contacts 1,000 VAC, 1 min between contacts of same polarity
Impulse withstand voltage	10 kV (1.2 \times 50 μ s) between coil and contact		
Vibration resistance	Destruction: 10 to 55 to 10 Hz, 0.75 mm single amplitude (1.5 mm double amplitude) Malfunction: 10 to 55 to 10 Hz, 0.75 mm single amplitude (1.5 mm double amplitude)		
Shock resistance	Destruction: 1,000 m/s ² (approx. 100 G) Malfunction: 100 m/s ² (approx. 10 G)		
Endurance (Mechanical)	20,000,000 operations (at 18,000 operations/hr)		
Ambient temperature	Operating: -40°C to 85°C (with no icing) Storage: -40°C to 85°C (with no icing)		
Ambient humidity	5% to 85%		
Weight	Approx. 12 g		

Note: Values in the above table are the initial values.

■ Approved Standards

UL Recognized (File No. E41643) / CSA Certified (File No. LR31928) - - Ambient Temp. = 40°C

Model	Contact form	Coil ratings	Contact ratings	Number of test operations
G2RL-1A	SPST-NO	3 to 48 VDC	12 A at 250 VAC (General use)	100,000
G2RL-1	SPDT		12 A at 24 VDC (Resistive)	50,000
G2RL-1A-E	SPST-NO	3 to 48 VDC	16 A at 250 VAC (General use)	100,000
G2RL-1-E	SPDT		16 A at 24 VDC (Resistive)	50,000
G2RL-1A-H	SPST-NO	5 to 24 VDC	10 A at 250 VAC (General use)	50,000
G2RL-1-H	SPDT		10 A at 24 VDC (Resistive)	
G2RL-2A	DPST-NO	3 to 48 VDC	8 A at 277 VAC (General use)	100,000
G2RL-2	DPDT		8 A at 30 VDC (Resistive)	

Note: Consult Omron for additional UL / CSA ratings

VDE (EN61810-1) (License No. 119650)

Model	Contact form	Coil ratings	Contact ratings
G2RL-1(A)	1 pole	5, 12, 18, 22, 24, 48 VDC	12 A at 250 VAC ($\cos\phi=1$) 12 A at 24 VDC (L/R=0 ms) AC15: 3 A at 240 VAC DC13: 2.5 A at 24 VDC, 50 ms
G2RL-1(A)-E	1 pole	5, 12, 18, 22, 24, 48 VDC	16 A at 250 VAC ($\cos\phi=1$) 16 A at 24 VDC (L/R=0 ms) AC15: 3 A at 240 VAC (NO) 1.5 A at 240 VAC (NC) DC13: 2.5 A at 24 VDC (NO), 50 ms
G2RL-1(A)-H	1 pole	5, 9, 12, 24 VDC	10 A at 250 VAC ($\cos\phi=1$) 10 A at 24 VDC (L/R=0 ms)
G2RL-2(A)	2 poles	5, 12, 18, 22, 24, 48 VDC	8 A at 250 VAC ($\cos\phi=1$) 8 A at 24 VDC (L/R=0 ms) AC15: 1.5 A at 240 VAC DC13: 2 A at 30 VDC, 50 ms

Note: To achieve approved life cycles on sealed models, the relay should be vented by removing the “knock off vent nib” on top of relay case after the soldering/washing process.

Electrical Life Data

G2RL-1-E	16 A at 250 VAC ($\cos\phi=1$)	30,000 operations min.
	16 A at 24 VDC	30,000 operations min.
	8 A at 250 VAC ($\cos\phi=0.4$)	200,000 operation min. (normally open side operation)
	8 A at 30 VDC (L/R=7 ms)	10,000 operation min. (normally open side operation)
G2RL-1	12 A at 250 VAC ($\cos\phi=1$)	50,000 operations min.
	12 A at 24 VDC	30,000 operations min.
	5 A at 250 VAC ($\cos\phi=0.4$)	150,000 operation min. (normally open side operation)
	5 A at 30 VDC (L/R=7 ms)	20,000 operation min. (normally open side operation)
G2RL-1-H	10 A at 250 VAC ($\cos\phi=1$)	100,000 operations min.
	10 A at 24 VDC	50,000 operations min.
G2RL-2	8 A at 250 VAC ($\cos\phi=1$)	30,000 operations min.
	8 A at 30 VDC	30,000 operations min.

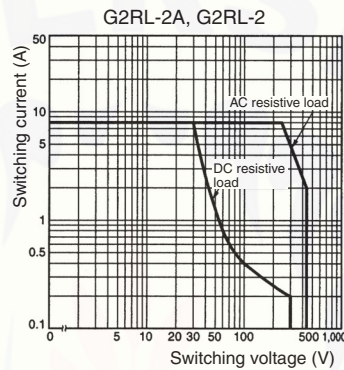
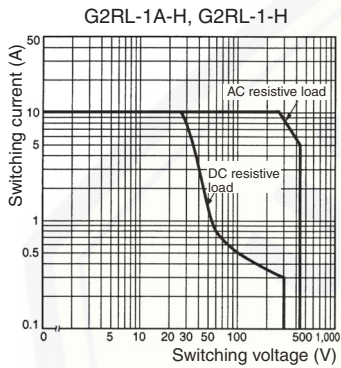
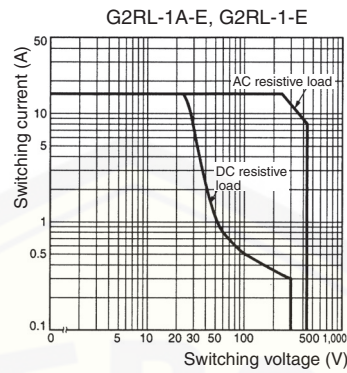
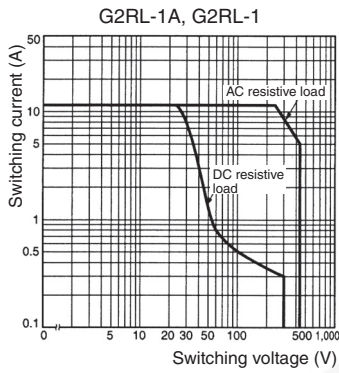
Note: 1. The results shown reflect values measured using very severe test conditions i.e., Duty: 1 s ON/1 s OFF.

2. In order to obtain the full rated life cycles on the fully sealed models, the relay should be properly vented by removing the “knock off vent nib” on top of the relay case after the soldering/washing process.

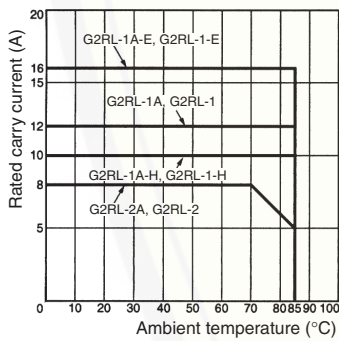
3. Electrical endurance will vary depending on the test conditions. Contact your OMRON representative if you require more detailed information for the electrical endurance under your test conditions.

Engineering Data

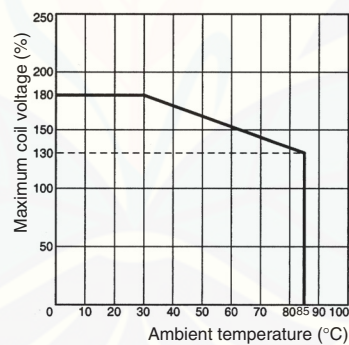
Maximum Switching Capacity



Ambient Temperature vs Rated Carry Current



Ambient Temperature vs Maximum Coil Voltage



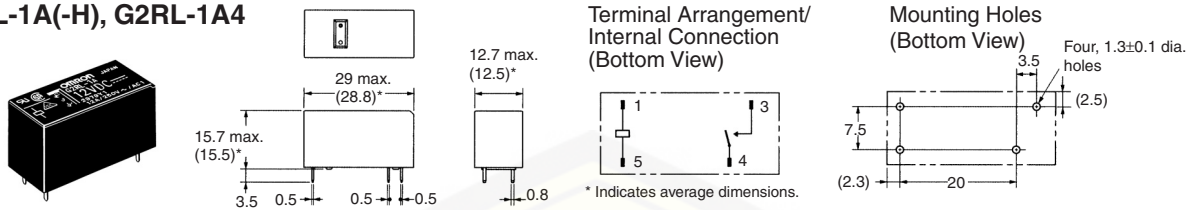
Note: The maximum coil voltage refers to the maximum value in a varying range of operating power voltage, not a continuous voltage.

Note: Contact your OMRON representative for the data on fully sealed models.

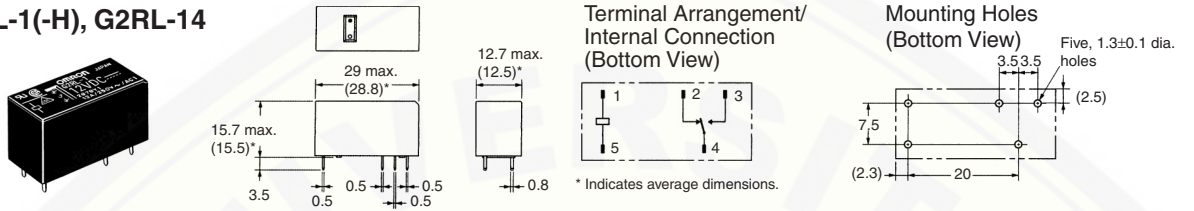
Dimensions

Note: All units are in millimeters unless otherwise indicated.

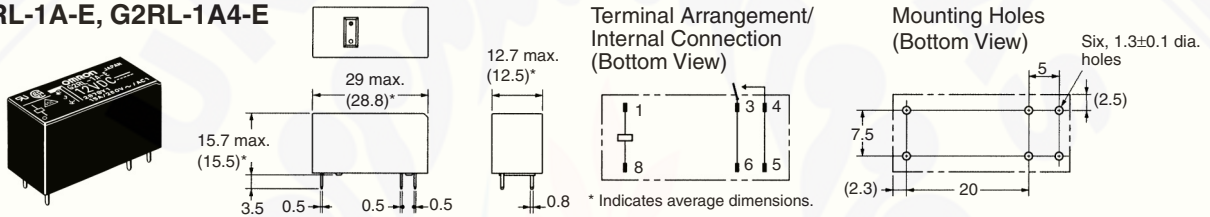
G2RL-1A(-H), G2RL-1A4



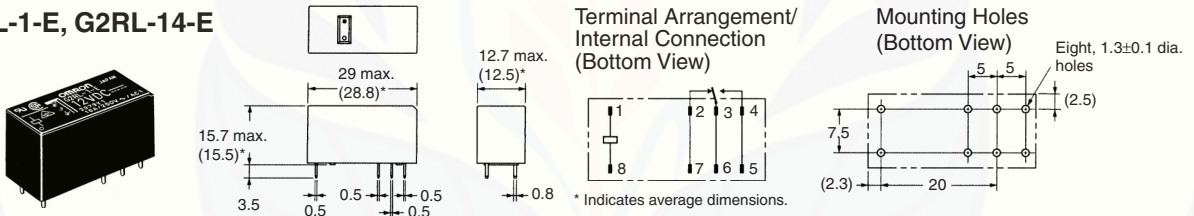
G2RL-1(-H), G2RL-14



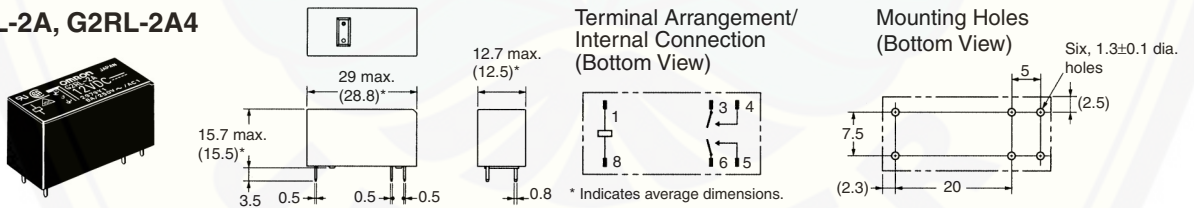
G2RL-1A-E, G2RL-1A4-E



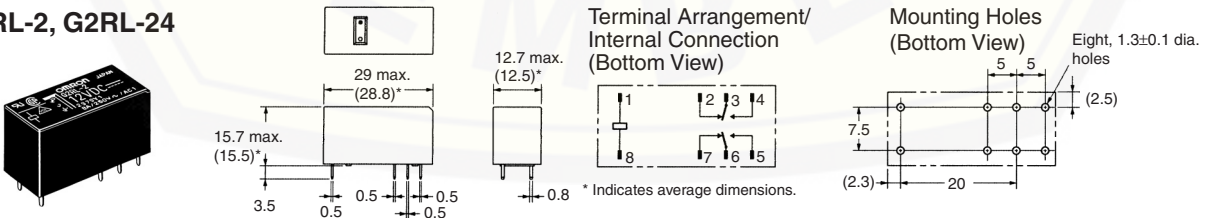
G2RL-1-E, G2RL-14-E



G2RL-2A, G2RL-2A4



G2RL-2, G2RL-24



MEMO

The page contains a large grid of small squares, typical of a memo pad. The grid is composed of approximately 20 columns and 30 rows of squares. A faint watermark of the Universitas Jember logo is visible in the background, centered on the page. The logo features a shield with a tree and the text 'UNIVERSITAS JEMBER'.

I. GENERAL

- Definitions:** The words used herein are defined as follows.
 - Terms:** These terms and conditions
 - Seller:** Omron Electronic Components LLC and its subsidiaries
 - Buyer:** The buyer of Products, including any end user in section III through VI
 - Products:** Products and/or services of Seller
 - Including:** Including without limitation
- Offer; Acceptance:** These Terms are deemed part of all quotations, acknowledgments, invoices, purchase orders and other documents, whether electronic or in writing, relating to the sale of Products by Seller. Seller hereby objects to any Terms proposed in Buyer's purchase order or other documents which are inconsistent with, or in addition to, these Terms.
- Distributor:** Any distributor shall inform its customer of the contents after and including section III of these Terms.

II. SALES

- Prices; Payment:** All prices stated are current, subject to change without notice by Seller. Buyer agrees to pay the price in effect at the time the purchase order is accepted by Seller. Payments for Products received are due net 30 days unless otherwise stated in the invoice. Buyer shall have no right to set off any amounts against the amount owing in respect of this invoice.
- Discounts:** Cash discounts, if any, will apply only on the net amount of invoices sent to Buyer after deducting transportation charges, taxes and duties, and will be allowed only if (a) the invoice is paid according to Seller's payment terms and (b) Buyer has no past due amounts owing to Seller.
- Interest:** Seller, at its option, may charge Buyer 1.5% interest per month or the maximum legal rate, whichever is less, on any balance not paid within the stated terms.
- Orders:** Seller will accept no order less than 200 U.S. dollars net billing.
- Currencies:** If the prices quoted herein are in a currency other than U.S. dollars, Buyer shall make remittance to Seller at the then current exchange rate most favorable to Seller; provided that if remittance is not made when due, Buyer will convert the amount to U.S. dollars at the then current exchange rate most favorable to Seller available during the period between the due date and the date remittance is actually made.
- Governmental Approvals:** Buyer shall be responsible for all costs involved in obtaining any government approvals regarding the importation or sale of the Products.
- Taxes:** All taxes, duties and other governmental charges (other than general real property and income taxes), including any interest or penalties thereon, imposed directly or indirectly on Seller or required to be collected directly or indirectly by Seller for the manufacture, production, sale, delivery, importation, consumption or use of the Products sold hereunder (including customs duties and sales, excise, use, turnover and license taxes) shall be charged to and remitted by Buyer to Seller.
- Financial:** If the financial position of Buyer at any time becomes unsatisfactory to Seller, Seller reserves the right to stop shipments or require satisfactory security or payment in advance. If Buyer fails to make payment or otherwise comply with these Terms or any related agreement, Seller may (without liability and in addition to other remedies) cancel any unshipped portion of Products sold hereunder and stop any Products in transit until Buyer pays all amounts, including amounts payable hereunder, whether or not then due, which are owing to it by Buyer. Buyer shall in any event remain liable for all unpaid accounts.
- Cancellation; Etc:** Orders are not subject to rescheduling or cancellation unless Buyer indemnifies Seller fully against all costs or expenses arising in connection therewith.
- Force Majeure:** Seller shall not be liable for any delay or failure in delivery resulting from causes beyond its control, including earthquakes, fires, floods, strikes or other labor disputes, shortage of labor or materials, accidents to machinery, acts of sabotage, riots, delay in or lack of transportation or the requirements of any government authority.
- Shipping; Delivery:** Unless otherwise expressly agreed in writing by Seller:
 - All sales and shipments of Products shall be FOB shipping point (unless otherwise stated in writing by Seller), at which point title to and all risk of loss of the Products shall pass from Seller to Buyer, provided that Seller shall retain a security interest in the Products until the full purchase price is paid by Buyer;
 - Delivery and shipping dates are estimates only; and
 - Seller will package Products as it deems proper for protection against normal handling and extra charges apply to special conditions.
- Claims:** Any claim by Buyer against Seller for shortage or damage to the Products occurring before delivery to the carrier or any claim related to pricing or other charges must be presented in detail in writing to Seller within 30 days of receipt of shipment.

III. PRECAUTIONS

- Suitability:** IT IS THE BUYER'S SOLE RESPONSIBILITY TO ENSURE THAT ANY OMRON PRODUCT IS FIT AND SUFFICIENT FOR USE IN A MOTORIZED VEHICLE APPLICATION. BUYER SHALL BE SOLELY RESPONSIBLE FOR DETERMINING APPROPRIATENESS OF THE PARTICULAR PRODUCT WITH RESPECT TO THE BUYER'S APPLICATION INCLUDING (A) ELECTRICAL OR ELECTRONIC COMPONENTS, (B) CIRCUITS, (C) SYSTEM ASSEMBLIES, (D) END PRODUCT, (E) SYSTEM, (F) MATERIALS OR SUBSTANCES OR (G) OPERATING ENVIRONMENT. Buyer acknowledges that it alone has determined that the Products will meet their requirements of the intended use in all cases. Buyer must know and observe all prohibitions of use applicable to the Product/s.
- Use with Attention:** The followings are some examples of applications for which particular attention must be given. This is not intended to be an exhaustive list of all possible use of any Product, nor to imply that any use listed may be suitable for any Product:
 - Outdoor use, use involving potential chemical contamination or electrical interference.

- Use in consumer Products of any use in significant quantities.
 - Energy control systems, combustion systems, railroad systems, aviation systems, medical equipment, amusement machines, vehicles, safety equipment, and installations subject to separate industry or government regulations.
 - Systems, machines, and equipment that could present a risk to life or property.
- Prohibited Use:** NEVER USE THE PRODUCT FOR AN APPLICATION INVOLVING SERIOUS RISK TO LIFE OR PROPERTY WITHOUT ENSURING THAT THE SYSTEM AS A WHOLE HAS BEEN DESIGNED TO ADDRESS THE RISKS, AND THAT THE PRODUCT IS PROPERLY RATED AND INSTALLED FOR THE INTENDED USE WITHIN THE OVERALL EQUIPMENT OR SYSTEM.
 - Motorized Vehicle Application:** USE OF ANY PRODUCT/S FOR A MOTORIZED VEHICLE APPLICATION MUST BE EXPRESSLY STATED IN THE SPECIFICATION BY SELLER.
 - Programmable Products:** Seller shall not be responsible for the Buyer's programming of a programmable Product.

IV. WARRANTY AND LIMITATION

- Warranty:** Seller's exclusive warranty is that the Products will be free from defects in materials and workmanship for a period of twelve months from the date of sale by Seller (or such other period expressed in writing by Seller). SELLER MAKES NO WARRANTY OR REPRESENTATION, EXPRESS OR IMPLIED, ABOUT ALL OTHER WARRANTIES, NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OF THE PRODUCTS.
- Buyer Remedy:** Seller's sole obligation hereunder shall be to replace (in the form originally shipped with Buyer responsible for labor charges for removal or replacement thereof) the non-complying Product or, at Seller's election, to repay or credit Buyer an amount equal to the purchase price of the Product; provided that there shall be no liability for Seller or its affiliates unless Seller's analysis confirms that the Products were correctly handled, stored, installed and maintained and not subject to contamination, abuse, misuse or inappropriate modification. Return of any Products by Buyer must be approved in writing by Seller before shipment.
- Limitation on Liability:** SELLER AND ITS AFFILIATES SHALL NOT BE LIABLE FOR SPECIAL, INDIRECT, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, LOSS OF PROFITS OR PRODUCTION OR COMMERCIAL LOSS IN ANY WAY CONNECTED WITH THE PRODUCTS, WHETHER SUCH CLAIM IS BASED IN CONTRACT, WARRANTY, NEGLIGENCE OR STRICT LIABILITY. FURTHER, IN NO EVENT SHALL LIABILITY OF SELLER OR ITS AFFILIATES EXCEED THE INDIVIDUAL PRICE OF THE PRODUCT ON WHICH LIABILITY IS ASSERTED.
- Indemnities:** Buyer shall indemnify and hold harmless Seller, its affiliates and its employees from and against all liabilities, losses, claims, costs and expenses (including attorney's fees and expenses) related to any claim, investigation, litigation or proceeding (whether or not Seller is a party) which arises or is alleged to arise from Buyer's acts or omissions under these Terms or in any way with respect to the Products.

V. INFORMATION; ETC.

- Intellectual Property:** The intellectual property embodied in the Products is the exclusive property of Seller and its affiliates and Buyer shall not attempt to duplicate it in any way without the written permission of Seller. Buyer (at its own expense) shall indemnify and hold harmless Seller and defend or settle any action brought against Seller to the extent that it is based on a claim that any Product made to Buyer specifications infringed intellectual property rights of another party.
- Property; Confidentiality:** Notwithstanding any charges to Buyer for engineering or tooling, all engineering and tooling shall remain the exclusive property of Seller. All information and materials supplied by Seller to Buyer relating to the Products are confidential and proprietary, and Buyer shall limit distribution thereof to its trusted employees and strictly prevent disclosure to any third party.
- Performance Data:** Performance data is provided as a guide in determining suitability and does not constitute a warranty. It may represent the result of Seller's test conditions, and the users must correlate it to actual application requirements.
- Change In Specifications:** Product specifications and descriptions may be changed at any time based on improvements or other reasons. It is Seller's practice to change part numbers when published ratings or features are changed, or when significant engineering changes are made. However, some specifications of the Product may be changed without any notice.
- Errors And Omissions:** The information on Seller's website or in other documentation has been carefully checked and is believed to be accurate; however, no responsibility is assumed for clerical, typographical or proofreading errors or omissions.
- Export Controls:** Buyer shall comply with all applicable laws, regulations and licenses regarding (a) export of the Products or information provided by Seller; (b) sale of Products to forbidden or other proscribed persons or organizations; (c) disclosure to non-citizens of regulated technology or information.

VI. MISCELLANEOUS

- Waiver:** No failure or delay by Seller in exercising any right and no course of dealing between Buyer and Seller shall operate as a waiver of rights by Seller.
- Assignment:** Buyer may not assign its rights hereunder without Seller's written consent.
- Law:** These Terms are governed by Illinois law (without regard to conflict of laws). Federal and state courts in Cook County, Illinois have exclusive jurisdiction for any dispute hereunder.
- Amendment:** These Terms constitute the entire agreement between Buyer and Seller relating to the Products, and no provision may be changed or waived unless in writing signed by the parties.
- Severability:** If any provision hereof is rendered ineffective or invalid, such provision shall not invalidate any other provision.

Certain Precautions on Specifications and Use

1. **Suitability for Use.** Seller shall not be responsible for conformity with any standards, codes or regulations which apply to the combination of the Product in Buyer's application or use of the Product. At Buyer's request, Seller will provide applicable third party certification documents identifying ratings and limitations of use which apply to the Product. This information by itself is not sufficient for a complete determination of the suitability of the Product in combination with the end product, machine, system, or other application or use. Buyer shall be solely responsible for determining appropriateness of the particular Product with respect to Buyer's application, product or system. Buyer shall take application responsibility in all cases but the following is a non-exhaustive list of applications for which particular attention must be given:
 - (i) Outdoor use, uses involving potential chemical contamination or electrical interference, or conditions or uses not described in this document.
 - (ii) Energy control systems, combustion systems, railroad systems, aviation systems, medical equipment, amusement machines, vehicles, safety equipment, and installations subject to separate industry or government regulations.
 - (iii) Use in consumer products or any use in significant quantities.
 - (iv) Systems, machines and equipment that could present a risk to life or property. Please know and observe all prohibitions of use applicable to this product.

NEVER USE THE PRODUCT FOR AN APPLICATION INVOLVING SERIOUS RISK TO LIFE OR PROPERTY WITHOUT ENSURING THAT THE SYSTEM AS A WHOLE HAS BEEN DESIGNED TO ADDRESS THE RISKS, AND THAT THE OMRON PRODUCT IS PROPERLY RATED AND INSTALLED FOR THE INTENDED USE WITHIN THE OVERALL EQUIPMENT OR SYSTEM.
2. **Programmable Products.** Seller shall not be responsible for the user's programming of a programmable product, or any consequence thereof.
3. **Performance Data.** Performance data given in this publication is provided as a guide for the user in determining suitability and does not constitute a warranty. It may represent the result of Seller's test conditions, and the users must correlate it to actual application requirements. Actual performance is subject to Seller's Warranty and Limitations of Liability.
4. **Change in Specifications.** Product specifications and accessories may be changed at any time based on improvements and other reasons. It is our practice to change part numbers when published ratings or features are changed, or when significant construction changes are made. However, some specifications of the Product may be changed without any notice. When in doubt, special part numbers may be assigned to fix or establish key specifications for your application. Please consult with your Seller representative at any time to confirm actual specifications of purchased Product.
5. **Errors and Omissions.** The information in this publication has been carefully checked and is believed to be accurate; however, no responsibility is assumed for clerical, typographical or proofreading errors, or omissions.
6. **RoHS Compliance.** Where indicated, our products currently comply, to the best of our knowledge as of the date of this publication, with the requirements of the European Union's Directive on the Restriction of certain Hazardous Substances ("RoHS"), although the requirements of RoHS do not take effect until July 2006. These requirements may be subject to change. Please consult our website for current information.

Complete "Terms and Conditions of Sale" for product purchase and use are on Omron's website at <http://www.components.omron.com> – under the "About Us" tab, in the Legal Matters section.

ALL DIMENSIONS SHOWN ARE IN MILLIMETERS.

To convert millimeters into inches, multiply by 0.03937. To convert grams into ounces, multiply by 0.03527.

OMRON[®]

**OMRON ELECTRONIC
COMPONENTS LLC**

55 E. Commerce Drive, Suite B
Schaumburg, IL 60173

847-882-2288

OMRON ON-LINE

Global - <http://www.omron.com>

USA - <http://www.components.omron.com>



**SISTEM PENDETEKSI DAN PEMISAH MATERIAL LOGAM DAN
NON LOGAM DENGAN MEMANFAATKAN ELEKTROMAGNET**

PROYEK AKHIR

Oleh:
Ferdika Putri Dewanti
NIM. 121903102002

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2015