

PERANCANGAN BELT CONVEYER

UNTUK PENGISIAN MATERIAL SECARA OTOMATIS



Oleh :

SANDY ARDIANSYAH : 10582 345 09

ANDI ISKANDAR : 10582 294 09



2014

**PERANCANGAN BELT CONVEYER BERBASIS PLC UNTUK
PENGISIAN MATERIAL SECARA OTOMATIS**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana

Program Studi Teknik Listrik

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

SANDY ARDIANSYAH

105 82 345 09

ANDI ISKANDAR

105 82 294 09

PADA

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

MAKASSAR

2014



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

Jl. Sultan alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat-syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **Perancangan Belt Conveyer Berbasis PLC Untuk Pengisian**

Material Secara Otomatis

Nama : Sandy Ardiansyah

Andi Iskandar

NIM : 105 82 345 09

105 82 294 09

Makassar, 06 Mei 2014

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr.Ir.Zahir Zainuddin, M.Sc

Ir. Abd Hafid., MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

UMAR KATU, S.T.,M.T.

NBM : 990 410

ABSTRAK

SANDY ARDIANSYAH, ANDI ISKANDAR. *Perancangan Belt Conveyor Berbasis PLC Untuk Pengisian Material Secara Otomatis.* (dibimbing oleh Zahir Zainuddin dan Abd. Hafid). Tujuan penelitian ini dengan maksud untuk pengisian material secara otomatis menggunakan *belt conveyor* berbasis PLC. *Conveyor* merupakan alat yang dipakai dalam pertambangan industry, yang memuat material secara otomatis. Melalui *conveyor* tersebut dihubungkan melalui motor listrik AC, dengan system pengontrolan PLC maka material yang dimuat akan berjalan dan berhenti secara otomatis sesuai dengan muatan material. prinsip kerja dari *conveyor* yaitu, *conveyor* akan berjalan sesuai yang diinginkan apabila Pada perancangan tersebut menggunakan motor AC, pada pengujian prinsip kerja motor sangat berperan aktif pada pengisian material dimana motor akan menggerakkan conveyor dan akan bekerja secara otomatis dengan menggunakan PLC material tidak melebihi kapasitas wadah yang dimuat.

Kata kunci: *conveyor*, PLC, motor listrik AC, material.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhaanahu Wata'ala karena atas petunjuk dan bimbingan-Nya jualah sehingga tugas akhir yang berjudul *“PERANCANGAN BELT CONVEYER BERBASIS PLC UNTUK PENGISIAN MATERIAL SECARA OTOMATIS”* dapat kami rampungkan.

Tugas akhir ini, merupakan sebagian syarat – syarat ujian untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Sejak awal penulisan hingga rampungnya tugas akhir ini, penulis tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu melalui tulisan ini, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang setinggi – tingginya kepada:

1. Bapak Hamzah Ali Imran, S.T., M.T. dan Bapak Umar Katu, S.T., M.T., masing – masing selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ketua Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar;
2. Bapak Ir. Abd. Hafid, M.T. dan Bapak DR. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc., masing – masing selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan dan pengarahannya kepada penulis;

3. Segenap bapak/ibu staf pengajar di Jurusan Elektro yang telah memberikan masukan berharga/bantuan kepada penulis baik secara langsung maupun tidak langsung;
4. Kedua orang tua, Bapak dan Ibu tercinta, serta saudara yang tiada hentinya memberikan doa dan dorongan moril serta pertama kali menginjakkan kaki di ruang kuliah hingga rampungnya tugas akhir ini.
5. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Elektro Angkatan 2009 yang dengan keakraban dan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa, pelimpah Kasih Maha Pengasih, pencurah rahmat Maha Penyayang, melimpahkan rahmat-Nya kepada Bapak/Ibu serta rekan-rekan sebagai imbalan atas segala jasa yang telah disumbangkannya kepada penulis.

Penulis sangat menyadari, bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari isi, maupun cara penyajian serta teknik penulisan, karenanya itu dengan segala kerendahan hati, penulis akan menerima segala saran dan kritik demi mendekati kesempurnaan tulisan ini.

Akhir kata, segala yang benar dalam tulisan ini dan sempat terealisasi oleh penulis, datangnya dari Allah Subhaanahu Wata'ala, segala

kekurangan serta kesalahan yang terdapat dalam tugas akhir ini adalah kekhilafan dan kekurangan penulis.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat adanya, terutama bagi penulis sendiri. Amin.

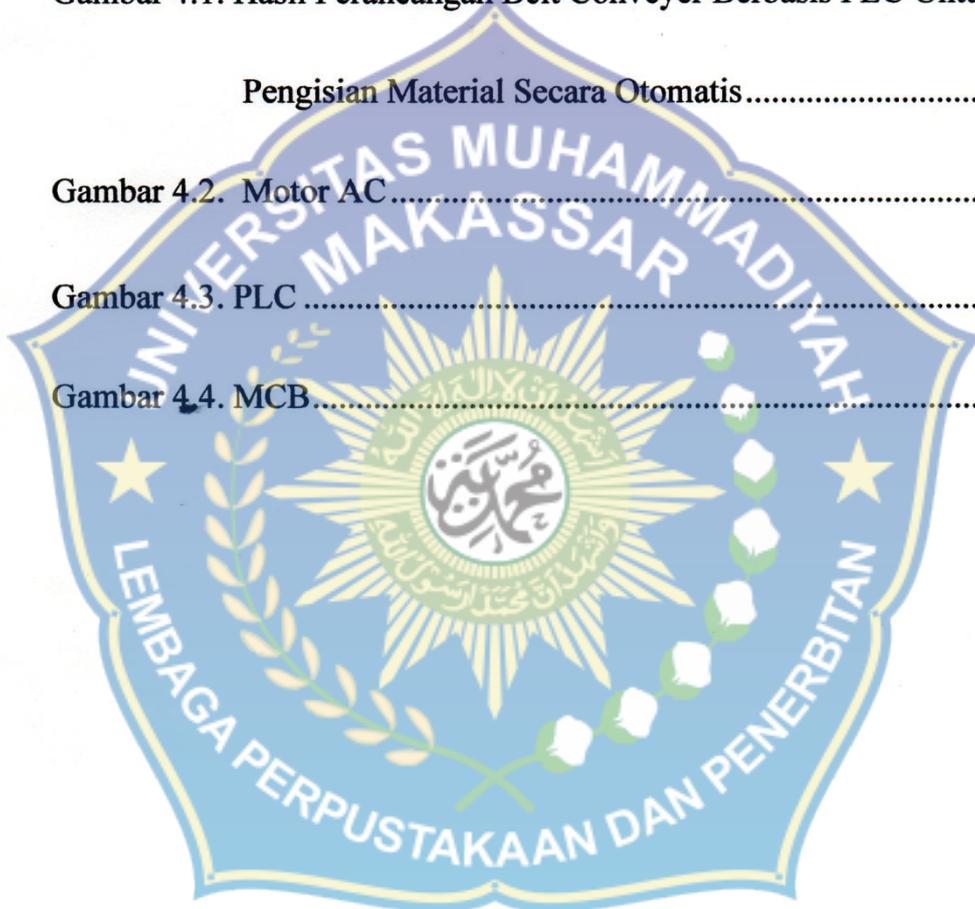
Makassar, Mei 2014

Penulis,



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Ladder Pada PLC	9
Gambar 2.2. Konstruksi Motor AC	14
Gambar 3.1. Bagan Alir (Flow Chart)	39
Gambar 4.1. Hasil Perancangan Belt Conveyer Berbasis PLC Untuk Pengisian Material Secara Otomatis.....	43
Gambar 4.2. Motor AC.....	45
Gambar 4.3. PLC	46
Gambar 4.4. MCB.....	47



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Pengujian..... 48



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	3
F. Metode Penulisan.....	4
G. Sistematika Penelitian.....	4

BAB II. KAJIAN PUSTAKA.....	8
A. Umum.....	8
A.1. Fungsi dan kegunaan PLC.....	8
A.2. Ladder diagram.....	9
B. Motor AC	10
B.1. Tipe Motor AC	11
B.2. Komponen motor sinkron.....	12
B.3. Prinsip motor sinkron	13
C. AUTOMASI.....	14
E.1. Human Error	15
D. Convayer.....	16
D.1.Prinsip Kerja	16
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	38
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	38
C. Langkah Penelitian.....	39
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
A. Umum.....	43
B. Hasil Rancangan	43
B.1. Spesifikasi Motor	44
B.2. Spesifikasi PLC	45
B.3. Spesifikasi MCB.....	47

C. Data Hasil Pengujian	48
BAB V. PENUTUP	49
A. Kesimpulan	49
B. Saran.....	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

Jl. Sultan alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat-syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **Perancangan Belt Conveyer Berbasis PLC Untuk Pengisian**

Material Secara Otomatis

Nama : Sandy Ardiansyah

Andi Iskandar

NIM : 105 82 345 09

105 82 294 09

Makassar, 06 Mei 2014

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Ir. Abd Hafid., MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



UMAR KATU, S.T., M.T.

NBM: 990 410

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam bidang industry penggunaan mesin otomatis dan pemrosesan secara otomatis. Merupakan hal yang umum. Sistem pengontrolan dengan elektromekanik yang menggunakan relay-relay mempunyai banyak kelemahan, diantaranya kontak-kontak yang dipakai mudah aus karena panas atau terbakar karena hubung singkat, membutuhkan biaya yang besar saat instalasi, pemeliharaan dan modifikasi dari sistem yang telah dibuat jika dikemudian hari diperlukan modifikasi.

Dengan menggunakan PLC hal-hal ini dapat diatasi, karena sistem PLC mengintegrasikan berbagai macam komponen yang berdiri sendiri menjadi suatu system kendali terpadu dan dengan mudah merenovasi tanpa harus mengganti semua instrument yang ada.

Terdapat banyak pilihan bahasa untuk membuat program dalam PLC. Masing-masing bahasa mempunyai keuntungan dan kerugian tergantung dari sudut pandang kita sebagai user (pemogram). Pada umumnya terdapat 2 bahasa pemograman sederhana dari PLC, yaitu pemograman diagram ladder dan bahasa *instruction list*. (*mnemonic code*).

Diagram ladder adalah bahasa yang dimiliki oleh setiap PLC.

Diagram ladder menggambarkan program dalam bentuk grafik. Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak relay yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. Dalam diagram ladder terdapat dua buah garis vertical, dimana garis vertical sebelah kiri dihubungkan dengan sumber tegangan positif catu daya dan garis sebelah kanan dihubungkan dengan sumber tegangan negatif catu daya.

keutamaan dan Fungsi PLC mungkin sebagian dari kita tidak menyadari kalau di sekitarnya menggunakan sistem PLC. Misalnya seperti pada rambu lalu lintas, bel yang berbunyi otomatis atau lampu halaman sekitar anda yang menyala otomatis pada jam tertentu dan masih banyak lagi aplikasi-aplikasi dalam penggunaannya.

B. Rumusan Masalah

Mengacu pada hal diatas, pada tugas akhir ini kami akan merancang alat yaitu “perancangan *belt conveyer* berbasis PLC untuk pengisian material secara otomatis” pada perancangan ini,

- menggunakan motor DC yang berfungsi sebagai kendali untuk mengoperasikan *belt conveyer*, kemudian fungsi dari PLC itu sendiri sebagai system operasi yang mengendalikan semua perangkat yang ada, dan sebagai pengelolah data yang melakukan pengangkutan pengisian material secara otomatis. Ada waktu tertentu pengisian materian berhenti dengan sendirinya.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dengan maksud untuk pengisian material secara otomatis menggunakan *belt conveyor* berbasis PLC.

D. Manfaat penelitian

Dengan menggunakan sistem pengontrolan berbasis PLC, maka pengisian material secara otomatis sehingga membuat efisiensi pengisian material lebih mudah.

E. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, maka penulis perlu membatasi masalah yang akan dibahas. Adapun batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Operasi belt conveyor
2. Pengisian material/kendali pada belt conveyor secara otomatis

F. Metode Penelitian

Untuk memperoleh data guna penulisan tugas akhir ini maka penulis menggunakan metode :

1) Studi Kepustakaan

Studi ini dilakukan dengan mempelajari sejumlah literatur dan bahan perkuliahan untuk mendapatkan landasan teori yang berhubungan dengan penulisan.

2) Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan pada simulasi alat sebagai bahan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

G. Sistematika Penelitian

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis akan membahas secara mendetail dalam tiap-tiap bab, namun sebelumnya penulis akan membahas secara global dengan sistematika yang terdiri dari 5 bab yang disusun sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN, yang memberikan gambaran mengenai latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup penulisan, metode penulisan, dan sistematika penulisan sebagai pengantar untuk pembahasan selanjutnya.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA, yang memberikan gambaran mengenai kajian pustaka yang meliputi pengertian dasar serta teori yang dipergunakan dalam perhitungan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN, yang memberikan gambaran umum mengenai daerah studi serta data yang dibutuhkan dalam penulisan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN, pada bab ini akan dibahas tentang bagaimana hasil penelitian setelah dilakukan uji percobaan.

BAB V : PENUTUP, berisikan kesimpulan dari keseluruhan pembahasan dan saran-saran sehubungan dengan pengembangan dalam tulisan ini.



3. Ketersediaan

Ketersediaan adalah kesiapan suatu instalasi melayani kebutuhan baik daya, gawai, maupun perluasan instalasi.

4. Keindahan

Keindahan adalah kerapian pemasangan peralatan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

5. Keamanan

Keamanan adalah keamanan secara elektrik untuk manusia, ternak dan peralatan.

6. Ekonomis

Ekonomis adalah biaya yang dikeluarkan untuk instalasi harus sehemat mungkin.

Dengan memperhatikan keenam prinsip dasar tersebut di atas, maka dalam perencanaan instalasi daya listrik harus diperhitungkan kapasitas dan jenis beban. Hal ini dimaksudkan untuk perhitungan kapasitas pemang, kapasitas penghantar dan sistem penyaluran daya listrik. Untuk menentukan kode dari instalasi yang sesuai harus mengacu pada PUIL.

B. Motor Listrik

1. Jenis dan Kapasitas Motor

Beban yang dipakai dalam sistem kelistrikan PT. MARKISA SEGAR adalah motor listrik AC tiga fasa jenis Asinkron (induksi) tipe rotor sangkar dan motor 1 fasa tipe motor kapasitor.

Kapasitas suatu motor listrik seperti daya, tegangan arus nominal dan efisiensi tertera pada plat nama yang terdapat pada luar stator. Data teknis

motor listrik sangat penting, karena merupakan acuan untuk menghitung kapasitas penghantar dan kapasitas pengaman. Menurut Muhaimin (1995) besar arus nominal dari suatu motor listrik 3 fasa dapat diketahui dengan menggunakan rumus.

Arus searah DC

$$I = \frac{P}{V} \dots\dots\dots(2.1)$$

Arus bolak balik motor 3 fasa

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \dots\dots\dots(2.2)$$

Arus bolak balik motor 1 fasa

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

I : Arus nominal (A)

U : Tegangan (V)

P : Daya (W)

Cos φ : Faktor daya

2. Sistem Starting Motor

Starting adalah suatu proses yang mengakibatkan motor beroperasi dari keadaan diam hingga motor berputar pada keadaan kerja.



a. Starting dengan *Direct On Line* (DOL)

Pengasutan dengan sistem DOL adalah pengasutan yang dihubung langsung dengan catu daya oleh sebuah saklar.

Sistem pengasutan ini merupakan cara yang paling sederhana tetapi mempunyai banyak kelemahan yaitu lonjakan arus dan torsi startnya tinggi, yang mengakibatkan hentakan mekanis yang merugikan dan panas motor yang tinggi serta mengakibatkan pengaman trip.



Gambar 2.1 Starting dengan *Direct On Line* (DOL)

b. Starting dengan $Y\Delta$

Pengasutan sistem ini adalah belitan motor dihubung secara bintang pada saat motor mulai start kemudian setelah motor mengalami percepatan, hubungan belitan stator diubah hubungan delta.

Perubahan dari $Y\Delta$ dimaksudkan untuk memperkecil arus starter. Arus stater pada saat star dengan beban atau tanpa beban arus tetap kecil.

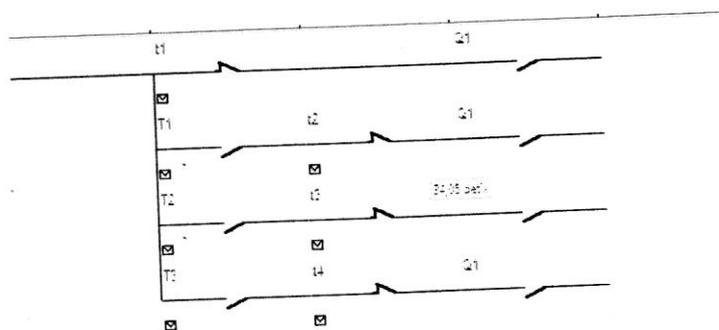
1. yang dikontrol yaitu nilai sudah melebihi batas atau menampilkan pesan tersebut ke operator.

A.2. Ladder diagram

Program ladder diagram ditulis menggunakan bentuk *pictorial* atau symbol yang secara umum mirip dengan rangkaian control relay. Program ditampilkan pada layar pada elemen-elemen seperti *normally open contact*, *normally closed contact*, *timer*, *counter*, *sequencer* dll. seperti ditampilkan dalam bentuk *pictorial*.

Dibawah kondisi yang benar, listrik dapat mengalir dari rel sebelah kiri ke rel sebelah kanan. Jalur rel seperti ini disebut sebagai *ladder line* (garis tangga). peraturan secara umum untuk menggambarkan program ladder diagram adalah :

- Daya mengalir dari rel kiri ke kanan
- Output koil tidak boleh dihubungkan secara langsung dir rel sebelah kiri.
- Tidak ada kontak yang diletakkan disebalah kanan *output coil*.
- Hanya diperlukan satu output koil pada ladder line.



Gambar 2.1. Diagram ladder pada PLC

Diantara dua garis ini dipasang kontak-kontak yang menggambarkan control dari switch, sensor atau output. Satu baris dari diagram disebut dengan satu rung. Input menggunakan symbol [] (kontak normally open) Dan [/] (kontak normally close).output mempunyai symbol () yang terletak paling kanan.

B. Motor AC

Motor AC merupakan motor listrik yang digerakkan oleh arus bolak-balik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini terbuat dari memanfaatkan gaya/ force yang dihasilkan oleh medan magnet berputar yang karena adanya arus bolak-balik yang mengalir melalui kumparan nya. Motor AC terdiri dari dua komponen utama:

1. stator stasioner yang ada di bagian luar dan memiliki, dan
2. rotor dalam yang menempel pada poros output.

Motor AC dapat bergerak melalui prinsip kemagnetan.. Motor AC sederhana berisi sebuah kumparan /coils dan dua magnet tetap (*fixed magnets*) yang mengelilingi poros. Ketika muatan listrik diterapkan pada kumparan,maka kumparan tersebut akan menjadi electromagnet dan kemudian akan menghasilkan medan magnet. Hal tersebut akan membuat kumparan bergerak dan mulai putar, sehingga motorpun dapat mekerja.

b. Pengaman Dengan MCB dan MCCB

Seperti halnya dengan *fuse*, *Miniatur Circuit Breaker* (MCB) dan *Moulded Case Circuit Breaker* (MCCB) juga digunakan sebagai pengaman terhadap akibat yang dapat ditimbulkan oleh adanya arus hubung singkat. MCB dan MCCB merupakan relay elektromagnetis yang bekerjanya secara otomatis memutuskan bagian rangkaian yang mengalami gangguan.

MCB digunakan pada kapasitas arus pemutusan yang lebih kecil yang tidak dapat disetting. Sedangkan MCCB digunakan pada kapasitas arus pemutusan yang lebih besar dan dapat disetting.

Sistem pengaman dengan MCB dan MCCB mempunyai keuntungan bila dibandingkan dengan sistem pengaman yang menggunakan *fuse* karena MCB dan MCCB mempunyai kelebihan seperti :

1. Selain dapat memutuskan rangkaian yang diamankannya dengan jala-jala kondisi abnormal, juga dapat memutuskan rangkaian yang diamankan dengan kondisi normal.
2. Dapat digunakan berulang sepanjang MCB dan MCCB tersebut tidak rusak.
3. Dapat memutuskan aliran arus pada semua saluran tegangan sekaligus.
4. Untuk saluran tiga fasa, cukup digunakan satu buah MCB dan MCCB 3 fasa.

5. Dapat disetting kapasitas arus pemutusannya sesuai dengan yang diinginkan untuk MCCB.

Sedangkan kelemahannya adalah harganya lebih mahal bila dibandingkan dengan fuse pada kapasitas yang sama

c. Pengaman dengan *Thermal Overhead Relay* (TOR)

Sistem pengaman dengan TOR digunakan untuk mendeteksi terjadinya gangguan arus beban lebih. Jika terjadi kondisi overload maka TOR ini secara otomatis akan memutuskan hubungan pada bagian yang overload dengan bagian rangkaian yang bertegangan.

d. Pengaman Terhadap Tegangan Sentuh

Tegangan sentuh adalah tegangan yang terdapat diantara suatu obyek yang disentuh.

Tegangan sentuh sangat berbahaya bagi keselamatan manusia dan hewan, karena dapat menimbulkan kecelakaan yang fatal. Menurut P. Van. Harten dampak yang ditimbulkan terhadap manusia dengan adanya tegangan sentuh dapat dilihat pada tabel berikut:

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Konsep programmable logic controller (PLC) yaitu *programmable* menunjukkan kemampuannya yang dapat dengan mudah diubah-ubah sesuai dengan program yang dibuat, dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat. *Logic* menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmetik, yaitu melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi dan negasi. *Controller* menunjukkan kemampuannya dalam mengontrol dan mengatur proses, sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

A.1. Fungsi dan kegunaan PLC

Fungsi dan kegunaan dari PLC dapat dikatakan hamper tidak terbatas. Tapi dalam prakteknya dibagi secara umum dan khusus.

Secara umum fungsi dari PLC adalah :

1. Control sekensial yaitu PLC memproses input sinyal biner menjadi output yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (sekuensial), disini PLC menjaga agar semua step/langkah dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat.
2. Monitoring plant yaitu PLC terus menerus memonitor suatu system misalnya temperatur, tekanan, tingkat ketinggian dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses

Untuk menghindari akibat yang dapat ditimbulkan oleh adanya tegangan sentuh, maka perlu diadakan tindakan pengamanan terhadap tegangan sentuh tersebut, baik terhadap sentuhan langsung maupun terhadap sentuhan tidak langsung. Tujuan dari tindakan pengamanan dari tegangan sentuh dimaksudkan untuk menjamin keselamatan manusia dan binatang.

1. Pengaman Terhadap Sentuhan Langsung

Yang dimaksud sentuhan langsung adalah tersentuhnya bagian-bagian peralatan yang bertegangan, secara langsung oleh manusia.

Untuk menghindari tersentuhnya bagian-bagian peralatan yang bertegangan secara tidak sengaja pada saat peralatan tersebut tidak bekerja, maka bagian-bagian peralatan yang bertegangan harus dilindungi dari jangkauan dengan cara:

1. Mengisolasi atau membuat penutup dari bahan non konduktif pada bagian-bagian peralatan yang bertegangan.
2. Penutup, kisi penyekat, rumah peralatan dan lain-lainnya harus dikencangkan baut-bautnya dengan seksama agar tahan terhadap gaya mekanis dan getaran.
3. Peralatan yang karena dasar kerjanya tidak memungkinkan diisolasi seperti peralatan las, tungku pelebur dan sejenisnya,, ditempuh dengan cara pengamanan lain, misalnya dengan memakai alas kaki dan sarung tangan dari bahan non konduktif membuat kurungan yang terkunci, memberi tanda peringatan bahaya yang mudah dilihat dan lain-lain.

2. Pengaman Terhadap Sentuhan Tidak Langsung

Walaupun bagian-bagian peralatan yang bertentangan telah dilindungi sedemikian rupa?tetapi karena sesuatu hal misalnya terjadi penurunan nilai tahanan isolasi (kegagalan isolasi) dari peralatan tersebut, atau karena gangguan mekanis sehingga bagian-bagian peralatan yang bertegangan bersentuhan dengan body peralatan sehingga terjadi kebocoran arus para peralatan tersebut. Jika body peralatan tersebut terbuat dari bahan konduktif. maka bila peralatan tersentuh akan dirasakan tegangan sentuh pada body peralatan itu.

Untuk menghindari atau mencegah hal-hal yang tidak diinginkan akibat terjadinya sentuhan tidak langsung terhadap tegangan pada peralatan, harus dilakukan tindakan pengamanan dengan cara seperti dijelaskan berikut ini:

a) Isolasi Pengaman

Tindakan pengamanan peralatan terhadap sentuhan tidak langsung dengan cara isolasi pengaman dengan cara:

1. Memakaikan isolasi tambahan pada peralatan disamping isolasi utamanya, Syaratnya: badan peralatan ditutupi dengan isolasi yang kokoh dan tahan lama serta luasnya mencukupi, atau dengan alternatif lain yaitu bagian logam yang dapat tersentuh dipisahkan dari bagian peralatan yang dapat bertegangan bila terjadi kegagalan isolasi.
2. Memberikan isolasi pada tempat kaki berpijak dan pada benda-benda konduktif lainnya yang berhubungan dengan tanah dan dapat terjangkau dengan tanah sedemikian rupa, sehingga tercegah orang terkena tegangan sentuh bila terjadi kegagalan isolasi pada peralatan.

b) Pentanahan Body Peralatan

Pentanahan body peralatan dapat dilakukan pada peralatan-peralatan (mesin-mesin listrik) yang dipasang tetap dan menggunakan sumber tegangan yang rangkaiannya telah ditanahkan maupun yang tidak ditanahkan, dengan cara :

1. Menghubungkan body peralatan dengan hantaran netralnya (digunakan untuk peralatan yang tegangan kerjanya tidak lebih dari 50 Volt)
2. Menghubungkan body peralatan dengan elektroda pentanahan yang ditanam ke dalam tanah.

Pentanahan body peralatan dimaksudkan untuk mengalirkan arus gangguan yang terjadi akibat adanya tegangan sentuh pada peralatan ke dalam tanah secepat mungkin.

Ketentuan-ketentuan menurut PUIL (1987) pasal 520 L.1 motor harus dibumikan jika terdapat salah satu keadaan sebagai berikut:

1. Motor disuplay dengan penghantar terbungkus logam
2. Motor ditempatkan ditempat basah dan tidak terpencil atau dilindungi
3. Motor ditempatkan dalam lingkungan berbahaya
4. Motor bekerja pada tegangan ke bumi diatas 50 V.

Menurut PUIL (1987) jika digunakan dua buah elektroda yang jarak antara elektroda tersebut lebih besar dari panjang elektrodanya dan ujung atas kedua elektroda tersebut dibawah permukaan tanah maka rumus yang digunakan adalah:

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi S} \left(1 - \frac{L^2}{35^2} + \frac{2}{5} \cdot \frac{L^4}{5S^2} \right) \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

- R : Tahanan pentanahan (ohm)
p : Tahanan jenis tanah (Ohm-m)
L : Panjang elektrodapentanahan (m)
a : Jari-jari elektroda (m)
S : Jarak antar elektroda (m)

2. Menentukan Kapasitas Pengaman

a. Ketentuan Penggunaan Pengaman Hubung Pendek Sirkuit Motor

Menurut PUIL (1987, pasal 520.E.2 tentang nilai nominal atau setelah gawai pengaman.

1. Nilai nominal atau setelah gawai pengaman arus hubung pendek harus dipilih sehingga motor dapat diasut, sedangkan penghantar sirkit akhir, gawai kendali, dan motor, tetapi diamankan terhadap arus hubung pendek.
2. Untuk sirkit akhir yang menyuplai motor tunggal, nilai nominal atau setelan alat pengaman arus hubung pendek tidak boleh melebihi nilai yang bersangkutan.
3. Untuk sirkit akhir yang menyuplai beberapa motor, nilai nominal atau setelan alat pengaman hubung pendek, tidak boleh melebihi nilai terbesar dihitung menurut tabel 2.2 untuk masing-masing motor ditambah dengan jumlah arus beban penuh pada motor lain dalam sirkit akhir itu.

Tabel 2.2 Nilai Nominal atau Setelan tertinggi gawai pengaman sirkit motor terhadap hubung pendek

Jenis Motor	Prosentase arus beban penuh	
	Pemutus daya	Pengaman lebur
Motor sangkar atau serempak, dengan pengasutan bintang segitiga, langsung pada jaringan, dengan reaktor atau resistor, dan motor fase satu.	250	400
Motor sangkar atau serempak, dengan pengasutan auto transformator, atau motor sangkar reaktansi tinggi.	200	400
Motor rotor lilit atau arus searah	150	400

Pengaman hubung pendek sirkit cabang menurut PUIL (1987) 520 FI.

Suatu sirkit cabang yang menyuplai beberapa motor dan terdiri atas penghantar dengan ukuran berdasarkan sub bab 2.4.2 harus dilengkapi dengan pengaman arus lebih yang tidak melebihi nilai nominal atau setelah gawai pengaman sirkit akhir motor yang tertinggi berdasarkan poin 3 diatas,

ditambah dengan jumlah arus beban penuh semua. motor lain yang disuplai oleh sirkit tersebut

b. Ketentuan Penggunaan Pengaman Beban Lebih

Ketentuan penggunaan pengaman arus beban lebih untuk motor listrik menurut PUIL (1987) pasal 520.D2 adalah :

1. Dalam lingkungan dengan gas, uap, atau debu yang mudah terbakar atau mudah meledak setiap motor dipasang harus diamankan terhadap beban lebih.
2. Setiap motor fasa tiga atau motor berdaya nominal satu daya kuda atau lebih, yang dipasang tetap dan dijalankan tanpa pengawasan harus diamankan terhadap beban lebih.
3. Alat pengaman beban lebih yang dimaksud dalam poin 2 tidak boleh mempunyai nilai nominal atau disetel pada nilai yang lebih tinggi dari yang diperlukan untuk mengasut motor pada beban penuh. Dalam pada itu waktu tunda alat pengaman beban lebih tersebut tidak boleh lebih lama dari yang diperlukan untuk memungkinkan motor diasut dan dipercepat pada beban penuh.

Bila tidak terdapat nilai nominal standar yang dapat memenuhi nilai nominal yang diinginkan, maka dapat dipergunakan harga nominal standar atau setelan yang terdekat.

D. Sistem Pentanahan

Pada dasarnya sistem pentanahan adalah peralatan yang terdiri dari elektroda pentanahan yang dibutuhkan bersama hantaran pentanahan.

Elektroda pentanahan dapat berupa batang yang ditanam tegak lurus atau ditanam sejajar permukaan tanah, dan berupa lempeng atau pelat. Yang kesemuanya ini dirancang untuk memperkecil tahanan pentanahan. Untuk hal tersebut terlebih dahulu harus ditentukan bahan maupun sifat elektroda harus tahan terhadap korosi.

Elektroda pentanahan yang sering digunakan untuk pentanahan peralatan maupun sistem pembangkit atau gardu induk terhubung dengan kerangka generator, motor, CB, serta peralatan lainnya

1. Jenis Elektroda

Elektroda yang digunakan pada sistem pentanahan yaitu :

- a. Elektroda batang
- b. Elektroda strip
- c. Elektroda plat
- a. Elektroda Batang

Elektroda batang adalah elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan tegak lurus ke dalam tanah. Dalam pemasangan elektroda batang ini, diusahakan supaya pemasangannya setegak lurus mungkin.

Pada elektroda batang ini besarnya tahanan pentanahan tergantung antara lain dari kedalaman batang elektroda tertanam.

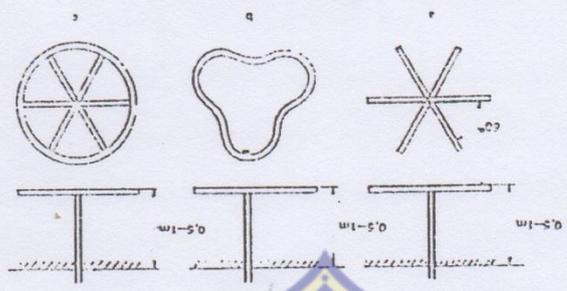
b. Elektroda Strip

Elektroda strip ini merupakan logam (besi, baja dan lain-lain) yang mempunyai penampang berbentuk pita atau dapat juga berbentuk bulet atau hantaran pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal.

Elektroda strip ini dapat ditanam secara dangkal pada kedalaman 0,5 - 1 meter dari permukaan tanah tergantung dari kondisi dan jenis tanahnya.

Elektroda strip ini dalam pemasangannya dapat ditanam dalam bentuk memanjang dengan cara radial, melingkar atau kombinasi dari radial dengan melingkar dan untuk lebih jelasnya maka dapat digambar sebagai berikut:

Gambar 2.4 Elektroda Strip



Gambar 2.3 Elektroda Batang



c. Elektroda Plat

Elektroda plat adalah elektroda dari bahan plat logam atau kawat kasa. Pada pemasangan elektroda plat dapat ditanam tegak lurus (vertikal) atau mendatar (horizontal) tergantung dari tujuan pemasangannya.

Berikut akan digambarkan elektroda plat yang dipasang secara tegak lurus seperti berikut:



Gambar 2.5 Elektroda Plat

Dimana :

- a : panjang plat (meter)
- b : lebar plat (meter)
- c : jarak permukaan tanah dengan tepi atas plat (meter)

Menurut T.S. Hutaaruk (1986) untuk menentukan jenis elektroda pentanahan yang digunakan maka perlu diketahui harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman yang terbatas tergantung dari beberapa faktor, yaitu :

- a) Jenis tanah : tanah liat, berpasir, berbatu, dan lain-lain.
- b) Lapisan tanah : berlapis-lapis dengan tahanan jenis berlainan
- c) Kelembaban tanah
- d) Temperatur.

Untuk mendapatkan tahanan jenis tanah rata-rata untuk keperluan perencanaan maka diperlukan penyelidikan atau pengukuran dalam jangka waktu tertentu misalnya selama satu tahun. Biasanya tahanan tanah juga tergantung dari tinggi permukaan tanah dari permukaan air yang konstan.

2. Bahan dan Ukuran Elektroda Pentanahan

Bahan yang digunakan untuk elektroda pentanahan ialah bahan konduktif berupa logam; seperti tembaga dan baja yang digalvanisir atau dilapisi tembaga. Untuk keadaan-keadaan khusus (misalnya untuk pabrik kimia) kadang-kadang diperlukan bahan-bahan lain yang lebih tahan korosi dibandingkan tembaga atau baja.

Ukuran luas penampang minimum elektroda pentanahan yang diperkenankan menurut PUIL (2000) pasal 320.D2 adalah seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.3 Luas Penampang Minimum Elektroda Pentanahan

		1	2	3
No.	Bahan Jenis Elektroda	Baja berlapis seng dengan proses pemanasan	Baja berlapis tembaga	Tembaga
1.	Elektroda pita	Pita baja 100 mm ² tebal minimum 3 mm Hantaran pilin 95 mm ² (bukan kawat halus)	50mm ²	Pita tembaga 50 mm ² tebal minimum 2 mm Hantaran pilin 35 mm ² (bukan kawat halus)

2.	Elektroda batang	Pipabaja 1" Baja profil : L 65x65x7 U 6 1/2 T6 x50x3 atau batang profil lain yang setaraf	Baja berdiameter 15 mm dilapisi tembaga setebal 2,5 mm
3.	Elektroda plat	Plat besi tebal 3 mm luas 0,5 m ² sampai 1 m ²	Pelat tembaga tebal 2 mm luas 0,5 m ² sampai 1 m ²

3. Tahanan Elektroda Pentanahan

Tahanan pentanahan dari elektroda pentanahan tergantung dari jenis dan keadaan tanah serta pada ukuran dan cara pengaturan dari elektroda. Besarnya tahanan pentanahan diusahakan sekecil mungkin (mendekati nol Ohm) dan nilai tahanan pentanahannya tidak boleh lebih dari 5 Ohm. Untuk daerah yang tahanan jenis tanahnya tinggi, boleh mencapai 10 Ohm.

Adapun tahanan jenis tanah yang telah distandarkan dalam PUIL (2000) pasal 320.C1 adalah seperti padatable berikut:

Tabel 2.4 Resistansi Jenis Tanah

1	2	3	4	5	6	7
Jenis tanah	Tanah Rawa	Tanah Hat dan tanah lading	Pasir basah	Kerikil basah	Pasir dan kerikil kering	Tanah berbatu
Tahanan jenis Ohm-meter	30	100	200	500	1000	3000

E. Hantaran

Semua logam dapat menghantarkan listrik. Namun karena harus memenuhi beberapa syarat normalisasi, baik mengenai daya hantar listrik maupun mengenai sifat-sifat mekanis serta pertimbangan ekonomi maka tidak semua logam dapat dibuat sebagai penghantar secara komersial. Jenis-jenis logam yang banyak dibuat sebagai penghantar seperti tembaga, aluminium, atau perpaduan antara kedua jenis logam tersebut.

Dalam hal ini dikenal dua macam penghantar, yaitu kawat dan kabel.

1. Kawat

Kawat ini merupakan penghantar yang telanjang dengan inti tunggal atau inti banyak. Digunakan untuk hantaran transmisi dan distribusi seperti ACSR (*Aluminium Cable Steel Reinforced*), serta untuk hantaran pentanahan, seperti BCC (*Base Chopper Conductor*).

2. Kabel

Kabel merupakan jenis penghantar dengan inti tunggal dan berinti banyak yang disolasi.

1. Pemilihan Hantaran

Pemilihan hantaran baik kawat berisolasi maupun kabel harus menggunakan pertimbangan teknik meliputi tegangan nominal konstruksi, kemampuan hantar arus, luas penampang penghantar, bahan penghantar, kebutuhan instalasi, kualitas dan harga dari penghantar tersebut

Jenis hantaran yang penulis pilih dalam penganalisaan sistem kelistrikan PT. Markisa Segar di Malino :

1. Untuk hantaran instalasi digunakan kabel NYY.
2. Untuk hantaran pentanahan digunakan kawat BBC (*Bare Chopper Conductor*).

2. Menentukan Kemampuan Hantar Arus (KHA)

Berdasarkan ketentuan dalam PUIL 1987 Pasal 520 C.1 dijelaskan bahwa penghantar sirkit akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 110 % arus nominal beban penuh. Lebih lanjut lagi diterangkan dalam PUIL 2000 [5.5.3.1] bahwa KHAnya tidak boleh kurang dari 125% arus nominal beban penuh.

Setiap motor haru sdiproteksi tersendiri terhadap arus lebih yang diakibatkan oleh hubung singkat, kecuali untuk motor:

1. motor yang terhubung pada sirkit akhir, yang diproteksi oleh arus hubung pendek yang mempunyai nilai nominal atau setelan tidak lebih dari 16A;
2. gabungan motor yang merupakan bagian daripada mesin atau perlengkapan, asal setiap motor diproteksi oleh satu atau lebih relai arus lebih, mempunyai nilai nominal yang memenuhi PUIL 2000 [5.5.4.3] dan yang dapat menggerakkan sebuah saklar untuk menghentikan semua motor sekaligus.

Berdasarkan ketentuan di atas maka untuk menghitung besar KHA rangkaian akhir yang mensuplai motor tunggal dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{KHA motor tunggal} = 110 \% \times I_n \text{ motor} \dots\dots\dots (2.5)$$

Sedangkan KHA rangkaian akhir yang menyuplai beberapa motor dapat dituliskan sebagai berikut:

KHA motor ganda = 110 % In terbesar + Z In motor lain..... (2.6)

3. Menentukan Luas Penampang Hantaran

Luas penampang hantaran untuk motor listrik dapat ditentukan dengan cara berdasarkan kemampuan hantar arusnya

KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, berpengantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC, dipasang pada sistem arus searah dengan tegangan kerja maksimum 1,8 KV, serta untuk kabel tanah berinti dua, tiga dan empat berpengantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem arus fasa tiga dengan tegangan nominal 0,6/1 KV, pada suhu keliling 30 ° C.

Tabel 2.5 Kemampuan hantar arus. Dalam hal ini mengacu pada PUIL (2000) :

Jenis Kabel	Luas Penampang nominal mm ²	KHA terus menerus					
		Berinti tunggal		Berinti dua		Berinti tiga dan empat	
		Di tanah (A)	Di udara (A)	Di tanah (A)	Di udara (A)	Di tanah (A)	Di udara (A)
1	2	3	4	5	6	7	8
	1,5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	34	25
	4	70	46	54	37	44	34
	6	90	58	68	48	56	43

NY Y	10	98	80	78	66	69	60
NY BY	16	126	105	102	90	89	80
NY R G b Y							
NY R G b Y	25	206	140	153	118	128	106
NY C Y	35	249	174	187	145	157	131
NY C W Y	50	296	212	222	176	185	159
NY S Y							
NY C E Y	70	355	269	272	224	228	202
NY S E Y	95	438	331	328	271	275	244
NY H S Y	120	499	386	375	314	313	282
NY K Y							
NY K B Y	150	561	442	419	361	353	324
NY K F G B Y	185	637	511	475	412	399	371
NY K R G b Y	240	743	612	550	484	464	436
	300	843	707	525	590	524	481
	400	986	859	605	710	600	560
	500	1125	1000	-	-	-	-

4. Identifikasi Hantaran dengan Warna

Identifikasi hantaran dengan warna dimaksudkan untuk mendapatkan kesatuan pengertian mengenai penggunaan suatu warna atau warna majemuk

yang dipergunakan untuk mengenai hantaran guna keseragaman dan mempertinggi keamanan.

Warna-warna yang dipakai untuk mengidentifikasi hantaran sesuai dengan PUIL (2000), dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.6 Identifikasi Hantaran dengan Warna

Pergunaan Inti	Sistem Identifikasi		
	Dengan huruf	Dengan simbol	Dengan Warna
A. Instalasi arus bolak balik:			
Fasa 1	L1/R		Merah
Fasa 2	L2/S		Kuning
Fasa 3	L3/T		Hitam
Netral	N		Biru
B. Instalasi pada peralatan listrik:			
Fasa 1	U/X		Merah
Fasa 2	V/Y		Kuning
Fasa 3	W/Z		Hitam
C. Instalasi arus searah			
Positif	L +		Tidak ditetapkan
Negatif	L -		-sda-
Kawat tengah	M		Biru
D. Hantaran pentanahan	PE/HT		Hijau – Kuning

F. Busbar

Busbar atau rel adalah tempat untuk menghubungkan hantaran dari satu daya ke beban dalam panel. Busbar ini terbuat dari tembaga atau logam lainnya yang memenuhi persyaratan sebagai penghantar listrik. Dalam penggunaannya, boleh di cat dengan warna sesuai dengan warna hantaran yang dihubungkannya. Penampang busbar ditentukan berdasarkan arus yang akan mengalir pada busbar tersebut. Tabel yang memperlihatkan besarnya kemampuan hantar arus.

G. Alat Ukur dan Indikator

Alat ukur dan indikator, seperti Voltmeter, Amperemeter dan lampu indikator yang dipasang pada panel daya harus terlihat jelas dan harus ada petunjuk tentang besaran apa yang harus diukur dan gejala apa yang ditunjukkannya.

Alat ukur seperti Voltmeter dipasang guna menunjukkan apakah tegangan suplay yang masuk ke panel normal atau tidak (apakah terjadi susut atau kenaikan tegangan). Begitu pula halnya dengan Amperemeter, hanya saja besaran listrik yang diukur adalah arus. Sedangkan lampu indikator menunjukkan apakah setiap fasa hantaran mengalirkan arus atau tidak, yang ditandai dengan menyala dan padamnya lampu indikator tersebut.

H. Panel

Pada panel ditempatkan peralatan-peralatan kontrol, instrumentasi, dan pengaman. Bila panel tersebut berisi peralatan-peralatan kontrol, maka disebut

panel kontrol- Sedangkan bila panel tersebut sebagai tempat pelayanan daya ke beban, maka disebut panel daya.

1. Pembagian beban

Pembagian beban pada suatu instalasi listrik dilakukan dengan memisahkan jenis beban dan membagi jumlah beban.

Bila suatu gedung yang instalasi listriknya terbagi dua jenis, misalkan instalasi penerangan dan daya, maka antara instalasi penerangan dan daya dipisahkan. Hal ini dimaksudkan agar bila salah satunya beroperasi atau mengalami gangguan, maka sistem lainnya tidak terpengaruh. Jadi sistem instalasi listriknya lebih handal bila dibandingkan dengan menggabungkan kedua jenis instalasi tersebut

Adapun pembagian jumlah beban harus sedapat mungkin jumlah daya setiap kelompok sama. Hal ini dimaksudkan agar setiap fasa melayani jumlah beban yang sama dengan fasa yang lainnya. Selain itu, dengan beban yang seimbang memudahkan pemilihan material dan peralatan.

2. Penempatan Peralatan Panel

Penempatan peralatan panel dipasang sedemikian rupa untuk memudahkan pengoperasian, pemeliharaan dan perbaikan.

Adapun beberapa macam cara penempatan peralatan pada panel, yaitu

- a) Diletakkan langsung pada tembok bangunan. Cara ini dilakukan dengan alasan ekonomis.

- b) Diletakkan langsung pada panel. Peralatan dan komponen di pasang pada bagian depan pintu panel dan pengawatannya dikerjakan dibagian belakang pintu panel. Contoh : seperti panel-panel kontrol dan instrumentasi.
- c) Diletakkan di dalam panel. Peralatan dan komponennya dipasang dalani kotak panel dan disatukan dengan pengawatannya Contohnya: seperti panel daya.

3. Penempatan Panel

Lokasi suatu panel harus sedapat mungkin dipasang ditempat yang terlihat jelas dan mudah di capai, serta di tempat yang memudahkan penyambungan kabel yang masuk dan kabel yang keluar ke beban agar memudahkan pelayanan, perawatan dan perbaikan.

I. Saklar

Saklar digambarkan untuk memutuskan atau menghubungkan rangkaian dan pemasangan saklar hams diperhatikan sebaik mungkin tata cara pemasangannya sehingga semua pelayanan, pemeliharaan dan instalasi dapat dilakukan dengan aman.

1. Saklar Tekan

Saklar tekan adalah saklar yang bekerja bila ditekan dan akan kembali ke posisi normal jika dilepas. Saklar ini terdiri dari 2 jenis, yakni saklar NO (*Normaly Open*) dan saklar NC (*Normaly Close*).

2. Saklar Pilih (Selektor)

Saklar pilih selektor adalah saklar yang mempunyai 2 keluaran, dan mempunyai posisi nol. Saklar ini banyak digunakan pada panel kontrol suatu sistim yang memerlukan 2 kondisi.

3. Saklar Waktu

Saklar waktu biasa juga disebut timer. Saklar ini digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan instalasi listrik secara otomatis sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Saklar ini mempunyai sebuah piringan waktu, pada tepi piringan terdapat segmen-segmen yang berjumlah 48 bagian yang sama. Setiap bagian ekuivalen mewakili setengah jam. Saat-saat perhubungan dan pemutusan berikutnya dapat diatur dengan segmen-segmen hubung yang dipasang di tepi piringan. Piringannya berputar satu setiap 24 jam.

J. Pemutus Daya (Kontaktor)

Kontaktor adalah saklar yang bekerja berdasarkan gaya kemagnetan. Sebuah kontaktor harus tahan dan mampu mengalirkan dan memutuskan arus dalam keadaan normal.

Kontaktor arus bolak balik pada inti maguetnya dipasang cincin hubung singkat untuk menjaga arus kemagnetan yang kontinue sehingga kontraktor tersebut normal. Biasanya pada kontaktor terdapat beberapa kontak bantu pada keadaan normal terbuka (NO) dan normal tertutup (NC). Dalam menentukan kapasitas pemutus daya.

K. Pipa Instalasi

Untuk instalasi didalam gedung sering digunakan pipa instalasi . Adapun pipa yang digunakan dalam perencanaan ini adalah pipa PVC. Pipa ini harus cukup kuat terhadap tekanan mekanis, tahan panas dan lembab serta tidak menyalurkan api. Permukaannya harus licin baik diluar maupun didalam. Pipa PVC memiliki sifat:

- a) Daya isolasinya baik sehingga mengurangi gangguan tanah
- b) Tahan hampir pada semua jenis bahan kimia
- c) Tidak menyalurkan api
- d) Mudah digunakan.

Pipa PVC tidak boleh digunakan untuk kerja pada suhu normal diatas 60°.

L. Saluran Kabel

Saluran kabel atau wiring chanel digunakan untuk merapikan kabel. Kabel dilewatkan dalam saluran kabel tanpa diikat. Saluran kabel yang digunakan dalam perencanaan ini adalah yang terbuat dari plat besi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang kami lakukan adalah berupa analisis atas sistem kelistrikan PT. Markisa Segar yaitu sistem instalasi daya listrik yang dimulai dari panel utama sampai ke motor-motor listrik yang memenuhi standar kelistrikan.

B. Waktu Dan Tempat Penelitian

1. Waktu

Penelitian ini akan dilaksanakan selama 4 bulan, mulai dari bulan Agustus 2014 sampai dengan November 2014 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

2. Tempat

Penelitian dilaksanakan di PT. Markisa Segar Di Malino Kab.Gowa.

C. Metode Pengumpulan Data

Dalam penulisan tugas akhir, metode yang digunakan adalah:

1. Penelitian Pustaka (*Library Research*)

Yaitu penelitian atau pengumpulan data-data dengan jalan membaca dan mempelajari berbagai literatur-literatur, tulisan-tulisan, dan bahan-bahan kuliah yang penulis peroleh selama mengikuti perkuliahan guna memperoleh landasan teori yang berhubungan dengan materi yang menjadi pembahasan dalam penulisan tugas akhir.

1. Penelitian Lapangan (*Field Research*)

Yaitu penelitian yang dilakukan secara langsung terhadap objek penelitian, yaitu studi sistem kelistrikan pada PT. Markisa segar di Malino Kab Gowa dengan cara :

a. Observasi (Pengamatan Langsung)

Penulis mengadakan pengamatan langsung terhadap obyek yang diteliti guna mengumpulkan data-data.

b. Interview (Wawancara)

Penulis melakukan tanya jawab secara langsung untuk memperoleh data-data dengan pihak-pihak yang memahami permasalahan ini.

A. Flowchart Penelitian

Adapun flowchart penelitaian dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :





Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

BAB IV
ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambar situasi

Pada gambar situasi ini menunjukkan letak atau lokasi dari :

- a. Wilayah pabrik PT. Markisa Segar di desa Tonasa Malino Kab. Gowa
- b. Ruang Produksi, Boiler, dan Water Treatment (WT) pabrik PT. Markisa Segar.

B. Gambar Instalasi

Gambar instalasi terdiri dari:

- a. Tata letak motor dan peralatan serta instalasi daya dari panel utama ke sub panel pada ruang produksi dan Boiler.
- b. Instalasi daya dari panel ke motor-motor pada ruang produksi dan Boiler serta pada Water Treatment.

C. Data Teknis Motor

Motor-motor vane digunakan pada PT. Markisa Segar adalah motor induksi tipe rotor sangkar dan motor 1 ϕ tipe rotor kapasitor.

Adapun data teknis motor tersebut adalah :

Tabel 4.1. Data Teknis Motor-motor Proses I

No.	Kode Motor	Fungsi Motor	Jumlah	Tegangan (V)	Daya (Kw)	Arus (A)	Cos θ	Total	
								Daya (kw)	Arus (A)
1	1	Blower	1	380	2,2	5,2	0,8	2,2	5,2
2	2	Washing	1	380	2,2	3,5	0,78	1,4	3,5

3	3	Belt	1	380	0,35	1,2	0,67	0,35	1.2
4	4	Elevator	1	380	1,1	2,8	0,8	1.1	2,3
5	5	Destorner	1	380	5,5	12	0,8	5,5	12
6	6	Skin Separation	1	380	3	7	0,81	3	7
7	7	Belt 2	1	380	0,7	1,8	0,75	0,7	1,9
Jumlah			7					14,25	33,1

Tabel 4.2. Data Teknis Motor-motor Proses II

No	Kode Motor	Fungsi Motor	Jumlah	Tegangan (V)	Daya (Kw)	Arus (A)	Cos θ	Total	
								Daya (kw)	Arus (A)
1	8	Mono Pump Tank	2	380	5,5	12,5	0,8	11	25
2	9	Juice extraction	2	380	7,5	16	0,84	15	32
3	10	Agitator	5	380	0,7	1,9	0,75	3,5	9,5
4	11	Mono Pump	3	380	3	8,8	0,81	9	20,4
5	12	Vacum Pump	1	380	4	9	0,81	4	9
Jumlah			13					42,5	95.9

Tabel 4.3. Data Teknis Motor-motor Sterilisasi

No	Kode Motor	Fungsi Motor	Jumlah	Tegangan (V)	Daya (Kw)	Arus (A)	Cos θ	Total	
								Daya (kw)	Arus (A)
1	13	Mono Pump Produk	1	380	4	9,5	0,8	4	9,5
2	14	Washing Pump	1	380	4	9,5	0,8	4	9,5

3	15	Agitator	1	380	0,7	2	0,75	0,7	2
4	16	Coolong	6	380	1,5	3,5	0,7	9	21
Jumlah			9					17,7	42

Tabel 4.4. Data Teknis Motor-motor Water Treatment

No	Kode Motor	Fungsi Motor	Jumlah	Tegangan (V)	Daya (Kw)	Arus (A)	Cos θ	Total	
								Daya (kw)	Arus (A)
1	17	Pompa Utama	1	380	14,9	29	0,8	14,9	29
2	18	Pompa	2	380	5,5	29,5	0,8	11	25
3	19	Pengaduk	6	220	0,02	0,48	0,8	0,12	2,88
4	20	DAP	4	220	0,5	1,2	0,8	2	4,8
5	21	Pompa air	1	220	0,02	0,48	0,8	0,25	0,48
Jumlah			14					28,27	62,16

Tabel 4.5. Data Teknis Motor-motor Boiler

No	Kode Motor	Fungsi Motor	Jumlah	Tegangan (V)	Daya (KW)	Arus (A)	Cos θ	Total	
								Daya (KW)	Arus (A)
1	22	Pompa Utama	2	380	5	11	0,75	10	22
2	23	Pompa	2	380	3	6,5	0,75	6	13
Jumlah			4					16	35

Tabel 4.6. Data Teknis Motor-motor ELPO

No	Kode Motor	Fungsi Motor	Jumlah	Tegangan (V)	Daya (KW)	Arus (A)	Cos θ	Total	
								Daya (KW)	Arus (A)
1	24	Elpo	1	380	9,235	2,8	0,5	9,235	2,8
Jumlah			1					9,235	2,8

Tabel 4.7. Data Teknis Motor-motor Kompresor

No	Kode Motor	Fungsi Motor	Jumlah	Tegangan (V)	Daya (KW)	Arus (A)	Cos θ	Total	
								Daya (KW)	Arus (A)
1	25	Kompresor	1	380	4	9,5	0,64	4	9,5
Jumlah			1					4	9,5

Tabel 4.8. Data Teknis Motor-motor untuk Pompa

No	Kode Motor	Fungsi Motor	Jumlah	Tegangan (V)	Daya (KW)	Arus (A)	Cos θ	Total	
								Daya (KW)	Arus (A)
1	26	Pompa	1	380	5,6	11,3	0,75	5,6	11,3
Jumlah			1					5,6	11,3

D. Perhitungan Teknis

1. Perhitungan Tehnis untuk rangkaian akhir yang menyuplai 1 motor.

a. Motor 3 θ

Untuk motor dengan kode 1

Berdasarkan rumus 2.2 maka didapatkan Arus nominal (In):

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \theta} = \frac{2200}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 4,18 \text{ A}$$

b. Motor 10

Untuk motor dengan kode 19

Berdasarkan rumus 2.3 maka didapatkan Arus nominal (I_n) :

$$I_n = \frac{P}{U \cdot \cos\theta} = \frac{2200}{220 \cdot 0,8} = 12,5 \text{ A}$$

Untuk I_n motor lain dapat dilihat pada tabel 4.8 , dan 4.16

Menentukan KHA dan Penampang Hantaran

Berdasarkan rumus 2.5. KHA hantaran motor tunggal.

Untuk motor dengan kode 1

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 110 \% \times I_n \text{ motor} \\ &= 110 \% \times 4,18 \\ &= 4,59 \text{ A} \end{aligned}$$

Untuk menentukan luas penampang hantaran dapat dilihat pada tabel 2.5. Namun berdasarkan ketentuan menurut peraturan yang dikeluarkan oleh Perusahaan Listrik Negara (S-PLN/1978) tentang peraturan Instalasi Listrik Kabel minimum yang digunakan untuk motor-motor listrik adalah 4 mm^2 , maka penampang $1,5 \text{ mm}^2$ yang didapat menurut tabel tidak dapat digunakan, sehingga penampang yang digunakan adalah 4 mm^2 .

a. Menentukan kapasitas pengaman beban lebih (*Thermal Over load Relay*)

Berdasarkan sub bab 2 tentang kapasitas pengaman beban lebih (TOR) yaitu setelan pengaman beban lebih tidak boleh lebih tinggi dari yang diperlukan untuk mengasut motor pada beban penuh. Namun untuk menghindari tripnya pengaman ini saat I_n motor beban penuh maka disetel lebih tinggi dari lit motor.

Contoh:

Untuk motor dengan kode 1 ;

$$\begin{aligned} I \text{ Pemutusan TOR} &= 250 \% \times I_n \text{ motor} \\ &= 250 \% \times 4,18 \\ &= 10,45 \text{ perencanaan} \\ &= 4-6 \text{ perencanaan} \end{aligned}$$

b. Menentukan Kapasitas Pemutus Daya (Kontaktor)

Besar arus pemutusan kontaktor adalah :

Contoh :

Untuk motor dengan kode 1

$$\begin{aligned} I \text{ pemutus kontaktor} &= 250 \% \times I_n \text{ motor} \\ &= 250\% \times 4,18 \\ &= 10,45 \text{ A Perencanaan} \\ &= 13 \text{ A digunakan} \end{aligned}$$

c. Menentukan kapasitas pengaman arus hubung singkat & beban lebih (MCB)

Kapasitas pengaman arus hubung singkat dan beban lebih (MCB) adalah:

Contoh:

Untuk motor dengan kode 1 l

$$\begin{aligned} \text{MCB} &= 250 \% \times I_n \text{ motor} \\ &= 2,5 \times 4,18 \\ &= 10,45 \text{ A perencanaan} \\ &= 16 \text{ A digunakan} \end{aligned}$$

Dengan cara seperti diatas maka hasil perhitungan untuk semua motor dapat dilihat pada tabel 4.9 dan 4.17.

Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Panel Daya 1

No	Kode Motor	jumlah	In (A)	KHA (A)	Luas penampang (mm ²)	Kapasitas TOR (A)	Kapasitas Kontaktor		Kapasitas MCB		Total	
							Perencanaan (A)	Digunakan (A)	Perencanaan (A)	Digunakan (A)	in (A)	KHA (A)
1	1	1	4,18	4,59	4	4 - 6	10,45	13	10,45	16	4,18	4,59
2	2	1	2,73	3	4	2,5 - 4	6,82	13	6,82	10	2,73	3
3	3	1	0,73	0,87	4	0,63 - 1	1,82	13	1,82	6	0,73	0,87
4	4	1	2,09	2,3	4	1,6 - 2,5	5,22	13	5,22	6	2,09	2,3
5	5	1	10,45	11,49	4	10,13	26,12	35	26,12	32	10,45	11,49
6	6	1	5,63	6,19	4	4-6	14,07	20	14,07	16	5,63	6,19
7	7	1	1,42	1,56	4	1,25 - 2	3,55	13	3,55	6	1,42	1,50
Jumlah											27,29	30

Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Panel Daya 2

No	Kode Motor	jumlah	In (A)	KHA (A)	Luas penampang (mm ²)	Kapasitas TOR (A)	Kapasitas Kontaktor		Kapasitas MCB		Total	
							Perencanaan (A)	Digunakan (A)	Perencanaan (A)	Digunakan (A)	in (A)	KHA (A)
1	8	2	10,45	11,5	4	8-16	26,12	35	26,13	32	10,45	11,49
2	9	2	13,57	14,93	4	12-18	33,92	35	33,93	40	13,57	14,85
3	10	5	1,42	1,56	4	1,4 - 2,2	3,55	13	3,55	6	1,42	1,56
4	11	3	5,63	6,2	4	5-8	14,07	20	14,08	16	5,63	6,19
5	12	1	7,50	8,25	4	1 - 11	18,75	20	26,13	20	7,50	8,25
Jumlah											38,57	42,34

Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Panel Daya 3

No	Kode Motor	jumlah	In (A)	KHA (A)	Luas penampang (mm ²)	Kapasitas TOR (A)	Kapasitas Kontaktor		Kapasitas MCB		Total	
							Perencanaan (A)	Digunakan (A)	Perencanaan (A)	Digunakan (A)	in (A)	KHA (A)
1	13	1	7,6	8,36	4	7-11	19	24	19	20	7,6	8,36
2	14	1	7,6	8,36	4	7-11	19	24	19	20	7,6	8,36
3	15	1	1,42	1,56	4	1,4 - 2,2	3,55	13	3,55	20	1,42	1,56
4	16	6	3,26	3,59	4	2,8 - 4,2	8,15	13	8,15	20	3,26	3,58
Jumlah											19,88	21,86

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Panel daya 4

No	Kode Motor	jumlah	In (A)	KHA (A)	Luas penampang (mm ²)	Kapasitas TOR (A)	Kapasitas Kontaktor		Kapasitas MCB		Total	
							Perencanaan (A)	Digunakan (A)	Perencanaan (A)	Digunakan (A)	in (A)	KHA (A)
1	17	1	2,83	31,13	4	24 - 36	7,07	13	7,07	20	2,83	3,113
Jumlah											2,83	3,113

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Panel Daya 5

No	Kode Motor	jumlah	In (A)	KHA (A)	Luas penampang (mm ²)	Kapasitas TOR (A)	Kapasitas Kontaktor		Kapasitas MCB		Total	
							Perencanaan (A)	Digunakan (A)	Perencanaan (A)	Digunakan (A)	in (A)	KHA (A)
1	18	2	10,45	11,49	4	8 - 16	26,12	35	26,12	32	10,45	11,49

2	19	6	12.5	0,125	4	0,48 - 0,72	31.25	13	31.25	6	12.5	13.75
3	20	4	0,85	0,94	4	0,64 - 0,96	2,12	13	2.12	6	0.85	0.93
4	21	1	0,114	0,125	4	0,48 - 0,72	0,28	13	0.28	6	0,114	0,125
Jumlah											23.91	26.29

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Panel daya 6

No	Kode Motor	jumlah	In (A)	KHA (A)	Luas penampang (mm ²)	Kapasitas TOR (A)	Kapasitas Kontaktor		Kapasitas MCB		Total	
							Perencanaan (A)	Digunakan (A)	Perencanaan (A)	Digunakan (A)	In (A)	KHA (A)
1	22	2	10.12	11.13	4	8 - 16	25,3	35	25,3	32	10.12	11.13
2	23	2	6,08	6.68	4	5 - 8	15,2	20	15,2	16	6.08	6.68
Jumlah											16.20	17.81

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Panel daya 7

No	Kode Motor	jumlah	In (A)	KHA (A)	Luas penampang (mm ²)	Kapasitas TOR (A)	Kapasitas Kontaktor		Kapasitas MCB		Total	
							Perencanaan (A)	Digunakan (A)	Perencanaan (A)	Digunakan (A)	In (A)	KHA (A)
1	24	1	2,8	3,08	4	2,8 - 4,2	7	13	7	10	2,8	3,08
Jumlah											2,8	3,08

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Panel daya 8

No	Kode Motor	jumlah	In (A)	KHA (A)	Luas penampang (mm ²)	Kapasitas TOR (A)	Kapasitas Kontaktor		Kapasitas MCB		Total	
							Perencanaan (A)	Digunakan (A)	Perencanaan (A)	Digunakan (A)	In (A)	KHA (A)
1	25	1	9,5	10,45	4	7 - 11	23,75	35	23,75	25	9,5	10,45
Jumlah											9,5	10,45

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Panel daya 9

No	Kode Motor	jumlah	In (A)	KHA (A)	Luas penampang (mm ²)	Kapasitas TOR (A)	Kapasitas Kontaktor		Kapasitas MCB		Total	
							Perencanaan (A)	Digunakan (A)	Perencanaan (A)	Digunakan (A)	In (A)	KHA (A)
1	26	1	11,3	12,43	4	8 - 16	28,25	35	28,25	32	11,3	12,43
Jumlah											11,3	12,43

2. Perhitungan teknis untuk rangkaian cabang (Menyuplai beberapa motor)

Rangkaian cabang pada panel daya 1

a. Menentukan KHA dan Luas Hantaran

Berdasarkan rumus 2.6 dan tabel 4.1, maka KHA hantaran adalah:

$$KHA = 110 \% \text{ In terbesar} + Z \text{ In motor lain}$$

$$= (110/100 \times 10,45) + 4,18 + 2,73 + 0,73 + 2,09 + 5,63 + 1,42$$

$$= 28,27$$

Untuk menentukan luas penampang hantaran dapat dilihat pada tabel 2.5. Berdasarkan perhitungan diatas, maka luas penampang yang digunakan adalah 4 mm^2 .

b. Menentukan kapasitas pengaman (MCCB)

Berdasarkan (PUIL 87 ayat 520.R2.3) dan tabel 4.8 maka:

$$\begin{aligned} I \text{ MCCB} &= I \text{ pengaman terbesar} + Z \text{ In motor lain} \\ &= 26,12 + 4,18 + 2,73 + 0,73 + 2,09 + 5,63 + 1,42 \\ &= 53.35 \text{ A perencanaan} \\ &= 35 - 50 \text{ A digunakan} \end{aligned}$$

c. Menentukan luas penampang busbar

Kemampuan hantar arus busbar adalah sama dengan besar arus yang akan mengalir pada busbar tersebut. Sesuai dengan tabel 2.8 maka busbar yang digunakan adalah:

$$\text{Ukuran} = 12 \times 2$$

$$\text{Penampang} = 24$$

Adapun hasil perhitungan untuk semua panel daya dapat dilihat pada tabel 4.18

Tabel 4.18. Perhitungan Rangkaian Cabang

No	Panel Daya	KHA Hantaran (A)	Luas Penampang Hantaran (mm^2)	Kapasitas Penampang Perencanaan (A)	Pengaman (MCB) Digunakan (A)	Busbar	
						Ukuran (mm)	Penampang (mm^2)
I	1	28.27	3	53.35	35 - 50	12x2	24
2	II	39.27	25	58.93	35 - 50	12x2	24

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari pembahasan dan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan, sebagai berikut:

1. *Convayer* merupakan alat yang dipakai dalam pertambangan industry, yang memuat material secara otomatis. Melalui *convayer* tersebut dihubungkan melalui motor listrik AC, dengan system pengontrolan PLC maka material yang dimuat akan berjalan dan berhenti secara otomatis sesuai dengan muatan material.
2. Pada Penelitian ini menggunakan 3 komponen utama yaitu motor AC, MCB 1 Phasa dan PLC. Selain itu menggunakan juga beberapa peralatan bantu yaitu Karpet sebagai penyalur barangnya atau Konveyernya.
3. Timer On Delay PLC dari Gelas 1 Ke Gelas 2 dan 3 yaitu 34,06 Detik.

B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan adalah :

1. Perlunya pengembangan lebih lanjut pada rancangan belt konveyer baik dalam bentuk miniatur maupun dalam bentuk industrinya.
2. Pada perancangan belt konveyer ada baiknya jika terlebih dahulu meneliti tentang motor yang akan digunakan, agar bisa mengetahui motor yang efektif untuk digunakan.



DAFTAR PUSTAKA

ZUHAL. 1991. *Dasar Tenaga Listrik*. Penerbit ITB. Bandung.

Iwan setiawan, (2006) : *programmable logic kontroller (PLC) dan teknik*

Zuhal, Prof. Dr. M. Sc. EE, Zhanggischan, Ir. 2004, *Prinsip Dasar Elektroteknik*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Ahmad Hanif, 2006. Skripsi : *Penerapan Plc (Programmable Logic Controller) Sebagai Sistem Kendali Pada Mesin Konveyor*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNNES. Semarang.

<http://blog-fahmiaziz.blogspot.com/2013/05/motor-ac.html>.

