



**SISTEM OTOMASI PENGGILINGAN TEBU DI PT.  
PG. CANDI BARU**

**KERJA PRAKTIK**

**Program Studi  
S1 Sistem Komputer**

**Oleh:  
ADRIAN FEBIYANTO  
15410200022**

**INSTITUT BISNIS  
DAN INFORMATIKA**

**stikom  
SURABAYA**

---

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA  
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA  
2018**

## **LAPORAN KERJA PRAKTIK**

### **SISTEM OTOMASI PENGGILINGAN TEBU DI PT. PG. CANDI BARU**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian Tahap Akhir

Program Strata Satu (S1)

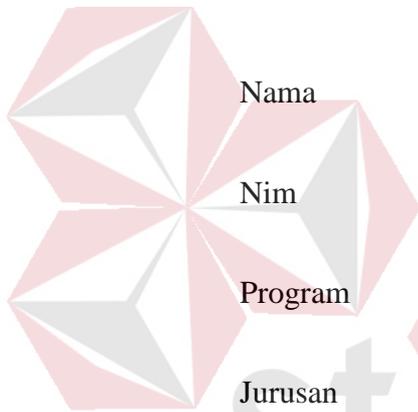
Disusun Oleh :

Nama : Adrian Febiyanto

Nim : 15.41020.0022

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : Sistem Komputer



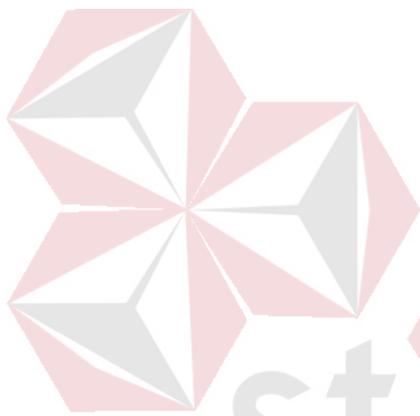
INSTITUT BISNIS  
DAN INFORMATIKA

stikom  
SURABAYA

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA**

**INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA**

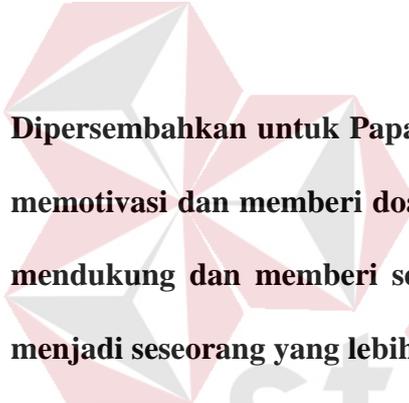
**2018**



INSTITUT BISNIS  
DAN INFORMATIKA

stikom

*“Bermimpilah setinggi langit, jika engkau jatuh, kau akan  
jatuh di antara bintang - bintang”*



**Dipersembahkan untuk Papa, Mama dan Keluarga yang selalu mendukung, memotivasi dan memberi doa kepada saya, Beserta semua orang yang selalu mendukung dan memberi semangat agar tetap berusaha dan berdoa agar menjadi seseorang yang lebih baik lagi.**

**stikom**  
SURABAYA

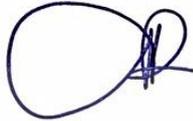
**LAPORAN KERJA PRAKTIK**  
**SISTEM OTOMASI PENGGILINGAN TEBU DI PT. PG. CANDI BARU**

Laporan Kerja Praktik oleh  
**ADRIAN FEBIYANTO**  
**NIM : 15.41020.0022**  
Telah diperiksa, diuji dan disetujui

Surabaya, 8 November 2018

Disetujui :

Pembimbing



**Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.**  
NIDN. 0729047501

Penyelia



**Ali Muchtar, S.T**  
Kasie Listrik/Instrument

Mengetahui :

Ketua Prodi S1 Sistem Komputer

FAKULTAS TEKNOLOGI  
DAN INFORMATIKA



**Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.**  
NIDN 0729047501

## SURAT PERNYATAAN

### PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, saya :

Nama : Adrian Febianto  
NIM : 15.41020.0022  
Program Studi : S1 Sistem Komputer  
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika  
Jenis Karya : Laporan Kerja Praktik  
Judul Karya : **SISTEM OTOMASI PENGGILINGAN TEBU DI PT. PG. CANDI BARU**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar keserjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 8 November 2018

Yang menyatakan



Adrian Febianto

NIM : 15.41020.0022

## ABSTRAK

PT. PG. Candi Baru merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan tanaman tebu menjadi gula yang berdiri sejak 1832. Pada masa itu seluruh sistem yang digunakan untuk memproses tanaman tebu hingga menjadi gula menggunakan mesin tenaga uap. Seiring berjalannya waktu, banyak perbaharuan yang terjadi dari seluruh mesin – mesin uap tersebut ke mesin semi otomatis.

Mesin tenaga uap di anggap kurang efisien dikarenakan bahan bakar yang boros dan tidak ramah lingkungan. Serta sulit untuk di kendalikan kecepatan putarannya yang akan sangat mempengaruhi proses pengolahan tanaman tebu ini, pada era sekarang mesin – mesin tenaga uap di PT. PG. Candi Baru telah ditinggalkan dan digantikan oleh mesin – mesin otomatis yang mempermudah kerja manusia serta meningkatkan proses produksi.

PLC (*Programmable Logic Controller*) merupakan otak dari seluruh mesin – mesin yang ada di PT. PG. Candi Baru, mulai dari sistem gilingan tebu hingga puteran sudah menggunakan teknologi PLC ini. Dengan ditinggalkannya mesin tenaga uap dan digantikan dengan motor tenaga listrik yang di kendalikan oleh PLC. Diharapkan kedepannya akan lebih menambah produktifitas dan efisiensi dari pengolahan tanaman tebu menjadi gula siap konsumsi oleh masyarakat

**Kata Kunci:** *Programmable Logic Controller*, Pabrik Gula Candi Baru, Otomasi Industri, Omron CP1H.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Kerja Praktik. Penulisan Laporan ini adalah sebagai salah satu syarat menempuh Tugas Akhir pada Program Studi S1 Sistem Komputer Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya. Laporan Kerja Praktik ini merupakan hasil akhir dari mata kuliah kerja praktik yang terlaksana pada 23 Juli – 23 Agustus 2018 di PT. PG. Candi Baru. Diharapkan kerja praktik ini dapat menambah wawasan mahasiswa mengenai dunia kerja dan mengaplikasikan apa yang telah didapat selama kuliah kedalam dunia kerja.

Dalam usaha menyelesaikan penulisan Laporan Kerja Praktik ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak baik moral maupun materi. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, karena dengan rahmatnya dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Kerja Praktik ini.
2. Orang Tua dan Seluruh Keluarga tercinta yang telah memberikan dorongan dan bantuan baik moral maupun materi sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan Kerja Praktik serta laporan ini.
3. Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Sistem Komputer atas ijin yang diberikan untuk melaksanakan Kerja Praktik di PT. PG. Candi Baru.

4. Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing yang memberikan masukan serta koreksi selama Kerja Praktik dan penyusunan laporan.
5. PT. PG. Candi Baru atas segala kesempatan dan pengalaman kerja yang telah diberikan kepada penulis selama melaksanakan Kerja Praktik.
6. Bapak Ali Muchtar, S.T selaku penyelia atas bimbingan yang diberikan sehingga penulis dapat melaksanakan Kerja Praktik di PT. PG. Candi Baru.
7. Mas Panca Setyadi beserta seluruh crew listrik dan instrument PT. PG. Candi Baru yang menemani dan memberikan pengalaman serta informasi kondisi lapangan selama Kerja Praktik.
8. Teman-teman seperjuangan Sistem Komputer angkatan 2015 serta rekan-rekan kontrakan SK'15 dan pasukan warbi yang banyak membantu memberi kritik dan saran dari awal kuliah sampai sekarang.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat untuk menambah wawasan bagi pembacanya. Penulis juga menyadari dalam penulisan laporan ini banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik untuk memperbaiki kekurangan dan berusaha untuk lebih baik lagi.

Surabaya, 24 Agustus 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
LAPORAN KERJA PRAKTIK .....	i
SURAT PERNYATAAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
ABSTRAK .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Kontribusi.....	3
BAB II.....	4

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN.....	4
2.1 Sejarah Singkat PT. PG. CANDI BARU .....	4
BAB III .....	7
LANDASAN TEORI.....	7
3.1 <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i> .....	7
3.2 Modul I/O OMRON CP1W-AD041 .....	10
3.3 Modul I/O OMRON CP1W-DA041 .....	11
3.4 Modul OMRON CP1W-40EDR.....	12
3.5 Motor inverter 3 fasa Schneider Alvitar 71 .....	13
3.6 WEG W21 Motor 3 fasa.....	15
3.7 CX-Designer .....	16
3.8 Modul <i>Modbus Splitter</i> LU9GC3 .....	17
3.9 Relay Schneider 230 VAC RPM32P7.....	18
3.10 Modul OMRON CP1W-20EDR1.....	20
BAB IV .....	22
DESKRIPSI KERJA PRAKTIK.....	22
4.1 Proses Produksi gula.....	22
4.2 Proses Pada Stasiun Gilingan .....	24
4.3 Proses Pada Stasiun Pemurnian.....	26
4.4 Proses Pada Stasiun Penguapan.....	30
4.5 Proses Pada Stasiun Masakan.....	33

4.6	Proses Pada Stasiun Putaran.....	36
4.7	Proses Stasiun Gilingan.....	39
4.8	Penjelasan Otomasi Penggilingan .....	40
4.8.1	Komunikasi <i>Master</i> dan <i>Slave</i> PLC .....	40
4.8.2	Modul I/O .....	43
4.8.3	Motor dan Inverter .....	44
4.8.4	Relay.....	46
4.9	Proses Monitoring Sistem.....	47
BAB V	.....	50
PENUTUP	.....	50
5.1	Kesimpulan.....	50
5.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	.....	59
LAMPIRAN	.....	52

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT. PG. Candi Baru.....	6
Gambar 3.1 PLC OMRON CP1H.....	9
Gambar 3.2 Spesifikasi Modul CP1W-AD041 .....	11
Gambar 3.3 Modul I/O OMRON CP1W-DA041 .....	12
Gambar 3.4 Modul I/O OMRON CP1W-40EDR.....	13
Gambar 3.5 Motor Inverter Schneider Alvitar 71.....	15
Gambar 3.6 WEG W21 Motor.....	16
Gambar 3.7 Tampilan CX-Designer.....	15
Gambar 3.8 Schneider LU9GC3.....	15
Gambar 3.9 Schneider RPM32P7.....	20
Gambar 3.10 OMRON CP1W-20EDR1.....	21
Gambar 4.1 FlowChart Proses Produksi.....	22
Gambar 4.2 Stasiun Gilingan .....	26
Gambar 4.3 Proses Sampling pH nira.....	28
Gambar 4.4 <i>Clarifier</i> .....	29
Gambar 4.5 <i>Rotary Vacuum Filter</i> .....	30

Gambar 4.6 <i>Evaporator</i> .....	33
Gambar 4.7 Pan Masakan D.....	36
Gambar 4.8 Mesin Putaran gula A .....	42
Gambar 4.9 Mesin Putaran gula C dan D .....	38
Gambar 4.10 Blok Diagram Stasiun Penggilingan .....	39
Gambar 4.11 PLC Master .....	41
Gambar 4.12 PLC Slave.....	41
Gambar 4.13 Blok Diagram metode Modbus .....	41
Gambar 4.14 Konfigurasi I/O .....	41
Gambar 4.15 Motor Inverter .....	41
Gambar 4.16 Motor 3 fasa dan gearbox.....	41
Gambar 4.17 Rak Relay .....	41
Gambar 4.18 Human Machine Interface.....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<u>Lampiran 1 Form KP-3 (Surat Balasan Perusahaan)</u> .....	52
<u>Lampiran 2 Form KP-5 (Acuan Kerja)</u> .....	53
<u>Lampiran 3 Form KP-6 (Log Harian dan Catatan Perubahan Acuan Kerja)</u> .....	53
<u>Lampiran 4 Form KP-7 (Kehadiran Kerja Praktik)</u> .....	53
<u>Lampiran 5 Kartu Bimbingan Kerja Praktik</u> .....	53
<u>BIODATA PENULIS</u> .....	53



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi terus berkembang dari waktu ke waktu sesuai dengan kebutuhan yang mendesak pemikiran manusia untuk mengembangkan peralatan guna mempermudah pekerjaan. Salah satu perkembangan teknologi tersebut yaitu *Programmable Logic Controller* yang merupakan teknologi yang sangat membantu pekerjaan manusia dalam mengatur proses produksi. Dengan adanya teknologi tersebut, tidak hanya mempermudah kinerja namun juga dapat lebih meningkatkan hasil dari produksi suatu barang.

*Programmable Logic Controller* merupakan teknologi yang dapat memberikan kemudahan dalam melakukan berbagai macam instruksi, mulai dari proses monitoring yang memanfaatkan SCADA sebagai salah satu metode yang mampu mempermudah pengguna untuk memantau kinerja sistem yang sedang berjalan secara cepat, tepat dan akurat. Serta sebagai pengendali dari peralatan yang berjalan sesuai dengan keinginan manusia selaku *programmer* dari PLC tersebut yang akan bekerja terus menerus dalam jangka waktu lama tanpa harus melakukan instruksi berkali-kali pada mesin.

Mesin penggilingan tebu di PT. PG. Candi Baru, awalnya menggunakan *steam turbine* yang kecepatan putarannya di kendalikan oleh *governors*. Jika tekanan uap yang masuk kurang dari ketentuan maka akan mengubah nilai dari *governors* begitu juga, jika tekanan uap masuk berlebihan. Tidak semua pekerja

dapat melakukan *tuning governors* ini karena jika tidak sesuai dengan kebutuhan akan berpengaruh ke kinerja penggilingan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, khususnya bagian penggilingan perlu ada perhatian khusus dikarenakan proses utama dari produksi gula ada pada penggilingan tebunya agar maksimal dalam memeras nira tebu. Maka dari itu peran PLC sebagai pengendalian mesin penggiling ini sangat dibutuhkan agar kinerja dari mesin menjadi maksimal.

## 1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana cara kerja PLC dalam mengendalikan dan monitoring proses dalam stasiun penggilingan tebu ?

## 1.3 Batasan Masalah

Melihat permasalahan yang ada dilapangan, maka penulis membatasi masalah dari Kerja Praktik, yaitu:

1. Menggunakan PLC tipe OMRON SYSMAC CP1H.
2. Menggunakan motor WEG tipe W21 IE2 380 V 168A.
3. Menggunakan aplikasi SCADA sebagai monitoring sistem.
4. Menggunakan motor inverter Schneider seri Altivar 71.

## 1.4 Tujuan

Tujuan umum dari Kerja Praktik yang dilaksanakan adalah agar penulis dapat melihat serta berlatih pada kondisi dan keadaan nyata yang ada pada dunia kerja sehingga mendapatkan pengalaman yang lebih banyak. Serta Tujuan khusus

yaitu sebagai penerapan materi perkuliahan mengenai PLC dan seluruh komponennya yang digunakan dalam proses penggilingan tebu, dan monitoring kerja sistem dari PLC yang mengendalikan keseluruhan sistem penggilingan.

### **1.5 Kontribusi**

Memberikan kontribusi ke PT. PG. Candi Baru dengan membuat analisis otomasi penggilingan tebu yang sekiranya dapat berguna untuk mempermudah memahami kerja sistem.



## **BAB II**

### **GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN**

#### **2.1 Sejarah Singkat PT. PG. CANDI BARU**

P.T. PG. Candi Baru, berdiri pada tahun 1832 oleh keluarga The Goen Tjing dengan nama awalnya N. V. Suiker Fabriek "Tjandi". Pada 31 Oktober 1911 N. V. Suiker Fabriek "Tjandi" berpindah tangan kepemilikannya pada keluarga Kapten Tjoa dan berubah nama menjadi N. V. Suiker Pabrik "Tjandi" yang disahkan oleh Badan Hukum Panitia Pengadilan Negeri Surabaya No. 12. Seusai Perang Dunia II, perusahaan ini sempat dikuasai oleh Perusahaan Negara Perkebunan XXII, dengan jenis gula produksi SHS (*Superior Hooft Suiker*) dan kapasitas produksi sebesar 7500 kubik tebu/hari pada waktu itu.

Setelah dinasionalisasi dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) tanggal 8 Februari 1962 yang disahkan oleh Keputusan Menteri Kehakiman RI No. Y. A. 5/122/1. Pada 14 Oktober 1962 namanya berubah menjadi PT. Pabrik Gula Tjandi dan seluruh sahamnya dibeli oleh H. Wirontono bakrie pada tahun 1972. Sejak tahun 1991 manajemen PT. PG. Candi diambil alih oleh PT. Rajawali Nusantara Indonesia (PT. RNI) dan membeli 55% saham PT. PG. Candi.

Anggaran Dasar Perusahaan telah mengalami perubahan beberapa kali, dan pada 28 juli 1993 berdasarkan akte pernyataan keputusan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang disahkan dengan perubahan Anggaran Dasar No. 73, nama perusahaan diubah menjadi "PT. PG. Candi Baru". Pada tahun 2005 terjadi penggantian mesin gilingan dari penggerak uap menjadi turbin untuk

meningkatkan kapasitas gilingan menjadi 20.000 kwintal tebu per hari guna mengimbangi melimpahnya ketersediaan tebu.

## 2.2 Visi dan Misi PT. PG. CANDI BARU

### Visi

Menjadi Pabrik Gula Terefisien di Jawa Timur dengan kinerja terus meningkat.

### Misi

1. Pertumbuhan

Laba setiap tahun harus meningkat.

2. Tekad berbuat yang terbaik

Setiap individu harus berbuat maksimal dibidang masing – masing.

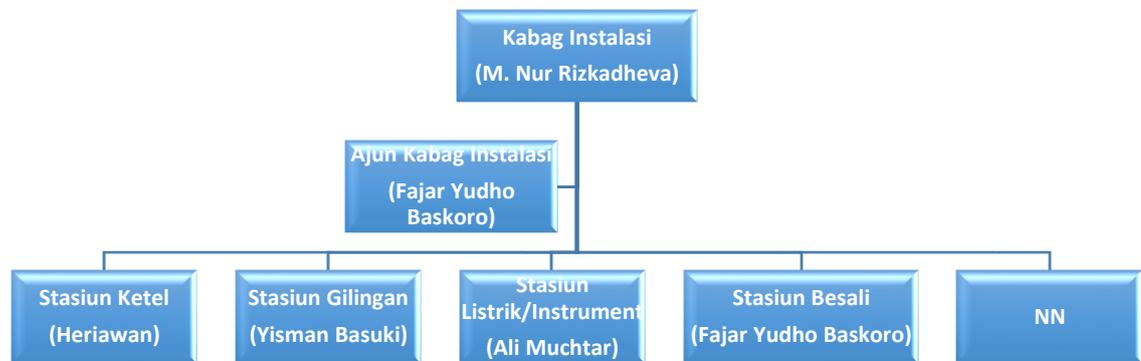
3. Lebih mensejahterakan karyawan

Kesejahteraan karyawan harus meningkat setiap tahun.

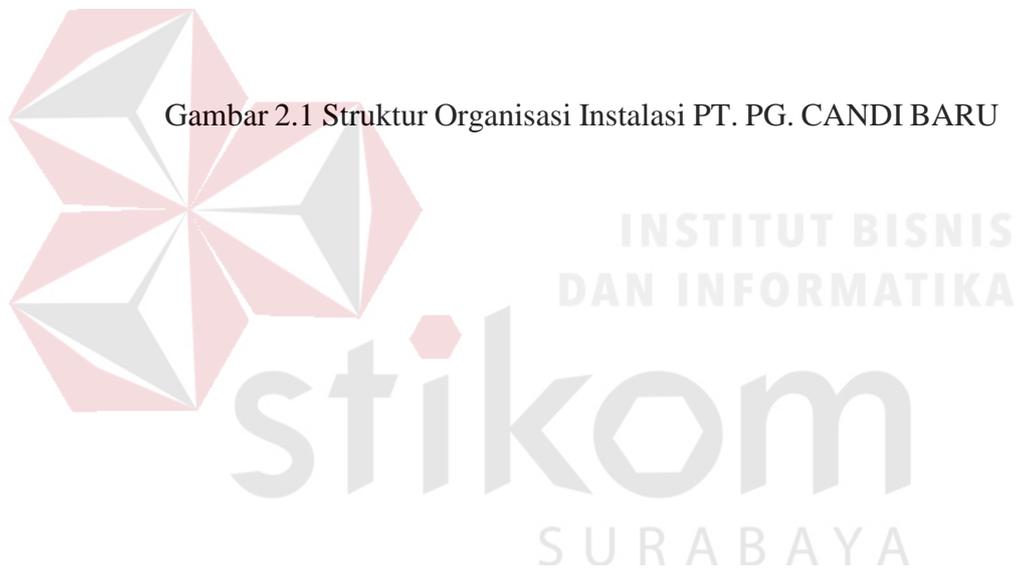
4. Bermanfaat bagi masyarakat

Keberadaan PG. Candi Baru harus memberikan arti bagi masyarakat.

### 2.3 Struktur Organisasi Instalasi PT. PG. CANDI BARU



Gambar 2.1 Struktur Organisasi Instalasi PT. PG. CANDI BARU



## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 *Programmable Logic Controller (PLC)*

*Programmable Logic Controller (PLC)* adalah komputer dalam skala lebih kecil yang mudah digunakan dan memiliki fungsi kendali untuk berbagai permasalahan yang akan dikerjakan dalam suatu sistem. Bahasa yang digunakan mesin ini untuk berkomunikasi dengan manusia yaitu menggunakan bahasa *ladder*, dan alat ini kebanyakan digunakan di lingkungan kerja yang membutuhkan kinerja sistem secara *continuously* tanpa henti sesuai target sistem. Kinerja PLC dibantu oleh adanya perangkat modul I/O yang bekerja untuk memasukkan maupun mengeluarkan data, hasil proses ke perangkat yang akan di kendalikan, data tersebut dapat berupa nilai digital, analog, PWM, dan lain sebagainya.. Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut:

- a. *Programmable*, menunjukkan kemampuan dalam hal penyimpanan untuk menyimpan program yang telah dibuat dan dengan mudah dapat diubah.
- b. *Logic*, menunjukkan kemampuan dalam memproses *input* secara aritmatik dan *logic (ALU)*, yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, dan lain sebagainya.
- c. *Controller*, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan.

PLC ini digunakan untuk menggantikan rangkaian *relay sequential* dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat di program, PLC juga dapat dikendalikan, dan dimonitoring siklus proses pengolahan programnya dengan *software* tertentu

sesuai dengan pabrikasi PLC tersebut. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan dengan *manual book* berdasarkan *input-input* yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-*ON* atau meng-*OFF* kan *output-output* tersebut. *Logic 1* menunjukkan bahwa keadaan yang terpenuhi (*on*) sedangkan *logic 0* berarti keadaan yang tidak terpenuhi (*off*). PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki *output* banyak. Secara umum fungsi PLC adalah sebagai berikut:

- a. *Sequential Control*. PLC memproses *input* sinyal biner menjadi *output* yang digunakan untuk keperluan pemrosesan secara berurutan (*sequential*), disini PLC menjaga agar semua langkah dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat.
- b. *Monitoring Plant*. PLC secara terus menerus memonitor status suatu sistem (misalnya: temperatur, tekanan, waktu) dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol (misalnya nilai sudah mencapai batas) atau menampilkan pesan tersebut pada operator.

Prinsip kerja sebuah PLC adalah menerima sinyal masukan proses yang dikendalikan lalu melakukan serangkaian instruksi logika terhadap sinyal masukan tersebut sesuai dengan program yang tersimpan dalam memori lalu menghasilkan sinyal keluaran untuk mengendalikan aktuator atau peralatan



Gambar 3.1 PLC OMRON CP1H

### Spesifikasi

Type	AC power supply models	DC power supply models
Model	CP1H-□□□-A	CP1H-□□□-D
Power supply	100 to 240 VAC 50/60 Hz	24 VDC
Operating range	85 to 264 VAC	20.4 to 26.4 VDC (with 4 or more Expansion Units and Expansion I/O Units: 21.6 to 26.4 VDC)
Power consumption	100 VA max. (CP1H-□□□-A)	50 W max. (CP1H-□□□-D)
Inrush current *	100 to 120 VAC inputs: 20 A max. (for cold start at room temperature) 8 ms max. 200 to 240 VAC inputs: 40 A max. (for cold start at room temperature), 8 ms max.	30 A max. (for cold start at room temperature) 20 ms max.
External power supply	300 mA at 24 VDC	None
Insulation resistance	20 MΩ min. (at 500 VDC) between the external AC terminals and GR terminals	No insulation between primary and secondary for DC power supply
Dielectric strength	2,300 VAC at 50/60 Hz for 1 min between the external AC and GR terminals, leakage current: 5 mA max.	No insulation between primary and secondary for DC power supply
Noise immunity	Conforms to IEC 61000-4-4. 2 kV (power supply line)	
Vibration resistance	Conforms to JIS C60068-2-6. 10 to 57 Hz, 0.075-mm amplitude, 57 to 150 Hz, acceleration: 9.8 m/s <sup>2</sup> in X, Y, and Z directions for 80 minutes each. Sweep time: 8 minutes × 10 sweeps = total time of 80 minutes)	
Shock resistance	Conforms to JIS C60068-2-27. 147 m/s <sup>2</sup> three times each in X, Y, and Z directions	
Ambient operating temperature	0 to 55°C	
Ambient humidity	10% to 90% (with no condensation)	
Ambient operating environment	No corrosive gas	

<b>Ambient temperature</b>	<b>storage</b>	-20 to 75°C (Excluding battery.)	
<b>Power holding time</b>		10 ms min.	2 ms min.

(sumber, [www.ia.omron.com](http://www.ia.omron.com))

### Fitur

PLC dengan merek OMRON CP1H memiliki beberapa fitur dalam penggunaannya, berikut ini adalah beberapa fitur yang dimiliki oleh PLC ini diantaranya yaitu;

- Keluaran *pulse* 4 sumbu, untuk kontrol kepresisian yang tinggi.
- Perhitungan kecepatan tinggi, untuk menangani kontrol *multi-axis* dengan satu unit.
- 8 interupsi *input*, untuk mempercepat proses sekitar 500 instruksi secara keseluruhan.
- Komunikasi serial 2 Port RS-232C dan RS-485.
- Komunikasi Ethernet, untuk komunikasi antara PLC dengan *computer host*.
- *I/O analog built-in*, dengan 4 masukan dan 2 keluaran.
- *Port peripheral USB*.
- Dapat digabung dengan PLC sejenis (*CPIW Series* dan *CJ Series*).
- Layar LCD.

### 3.2 Modul I/O OMRON CP1W-AD041

Modul I/O pada PLC diperlukan untuk menambah masukan agar dapat di proses oleh PLC dikarenakan I/O pada PLC sangat terbatas. Pada seri OMRON AD041 digunakan sebagai masukan proses data analog dengan 4 *Port input*, dengan *input voltage range* diantara 1 sampai 5 V, 0 sampai 5 V, 0 sampai 10 V, -10 sampai 10 V, dan *input current range* diantara 0 sampai 20 mA, 4 sampai 20 mA.

Attribute	Value
For Use With	PLC Module
Module Type	Input/Output
Input Type	Analogue
Number of Inputs	4
Voltage Category	24 V dc V dc
Length	90mm
Width	86mm
Depth	50mm
Dimensions	90 x 86 x 50 mm

Gambar 3.2 Spesifikasi Modul CP1W-AD041

### 3.3 Modul I/O OMRON CP1W-DA041

Modul ini merupakan bagian dari seri OMRON CP1W-AD041, perbedaannya jika seri AD041 digunakan untuk input analog. Pada seri DA041 digunakan sebagai output analog yang akan digunakan sebagai *driver* motor dengan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) agar dapat diatur putaran motornya. Dengan spesifikasi yang sama dengan modul AD041, modul ini merupakan paket terpisah yang dimana merupakan bagian dari I/O CP1W *analog series*.



Gambar 3.3 Modul I/O OMRON CP1W-DA041

### 3.4 Modul OMRON CP1W-40EDR

Modul OMRON seri CP1W-40EDR merupakan modul I/O pada PLC OMRON sebagai ekstensi I/O PLC standart, digunakan untuk menambah input dan output dari PLC sebagai port tambahan agar masukkan proses PLC menjadi lebih banyak dari bawaan pabrik. Dengan 24 input dan 16 output serta dilengkapi dengan *relay output* dan masa pakai yang lama, modul ini termasuk kategori I/O yang banyak diminati karena faktor harga yang terjangkau disbanding modul sejenis.

Berikut ini spesifikasi modul OMRON CP1W-40EDR yaitu;

- Maksimal kapasitas *switching relay* 2A@250Vac.
- Minimal kapasitas *switching relay* 10mA@5Vdc.
- *Electrical life (resistive load)*: 150 x 10<sup>3</sup> operations, 24Vdc.
- *Electrical life (inductive load)*: 100 x 10<sup>3</sup> operations, 24Vac (cos = 0.4).
- *Mechanical life* sekitar 2120 kali penggunaan.

- DC input ON/OFF delay : 8 ms dengan range 0 – 32ms.



Gambar 3.4 Modul I/O OMRON CP1W-40EDR.

### 3.5 Motor inverter 3 fasa Schneider Alvitar 71

Inverter merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengkonversi tegangan searah (DC), menjadi tegangan bolak balik (AC). Ada beberapa jenis inverter yang ada, mulai dari yang menghasilkan tegangan keluaran bolak balik (push – pull inverter) sampai yang menghasilkan tegangan sinus murni. Terdapat beberapa jenis inverter yaitu, inverter satu fasa, tiga fasa, hingga multifasa dan terdapat juga inverter multilevel.

Cara kerja inverter adalah dengan modulasi PWM, dengan membandingkan sinyal referensi dengan sinyal pembawa. Dengan cara tersebut tegangan bawaan mempunyai frekuensi yang sama dengan sinyal referensi sinusoidal. inverter menggunakan frekuensi tegangan keluaran untuk mengatur kecepatan motor pada kondisi ideal.

Semakin besar daya motor maka semakin besar juga torsi yang dihasilkan untuk menggerakkan beban, torsi dapat ditambah dengan menggunakan *gearbox*

secara mekanik dan inverter secara elektronik. Pada proses di industri biasa menggunakan inverter tiga fasa dikarenakan beban kerja motor yang besar dan memerlukan daya yang besar pula untuk menggerakkan beban berat.

Motor inverter dari pabrikan schneider dengan seri Alvitar 71, merupakan inverter tiga fasa dengan frekuensi sinkronus dan asinkronus antara range 0.37 sampai 630 kW. Bekerja pada range voltase 200 – 240 V single-phase dan 380 – 690 V 3-Phase, dengan frekuensi 50/60 Hz.

Berikut spesifikasi motor inverter Schneider Alvitar 71 yaitu;

- Pengatur kecepatan oleh kontrol *vector fluks* dengan atau tanpa sensor.
- Kisaran kecepatan antara range 1 – 1000 dengan metode *close loop* dan range 1 – 100 dengan metode *open loop*.
- Terminal grafis, dengan tampilan teks, tombol fungsi, dan tombol navigasi.
- Perlindungan motor dengan metode “*Power Removal*”, ATEX.
- PID kontrol dan berbagai fungsi lainnya.
- Filter EMC terintegrasi kelas A.
- Komunikasi dengan Ethernet, Fipio, Modbus Plus, Device Bus, dan Interbus.
- Kontroller menyatu dengan sistem dan dapat diprogram.



Gambar 3.5 Motor Inverter Schneider Alvitar 71.

### 3.6 WEG W21 Motor 3 fasa

Motor listrik 3 fasa adalah motor yang bekerja dengan memanfaatkan perbedaan fasa pada sumber tegangan untuk menimbulkan efek putaran pada rotornya. Motor 3 fasa memiliki 2 bagian pokok yaitu rotor dan stator, kedua bagian ini dipisahkan oleh gap udara sebesar 0,4 sampai 4 milimeter. Terdapat 2 tipe motor 3 fasa dilihat dari lilitan rotornya, yaitu *wound rotor* dan *squirrel-cage rotor*.

Pada jenis *wound rotor* lilitan pada rotor dan statornya menggunakan bahan yang sama. Sedangkan pada *squirrel-cage rotor* komposisi rotornya terdiri atas beberapa batang logam yang dimasukkan melalui celah yang ada pada rotor motor yang dihubungkan dengan cincin rotor yang menghasilkan hubungan singkat antar batangnya.

Prinsip kerja pada motor tiga fasa ini yaitu pada saat tegangan diberikan ke stator maka akan timbul medan magnet yang akan menghasilkan efek putar dengan kecepatan tertentu. Medan putar pada stator akan menghasilkan GGL (gaya gerak listrik) induksi, yang akan menghasilkan arus serta gaya pada rotor dimana harus ada perbedaan kecepatan medan putar antara rotor dengan stator.

Pada motor dengan merek WEG seri W21 merupakan motor 3 fasa dengan spesifikasi sebagai berikut;

- Tegangan input 380 Volt.
- 3 fasa, 90 kW.
- Arus maksimal 168 A.
- Beban maksimal 0,12 sampai 220 kW.
- Frekuensi 50 Hz.
- Berat motor 792 Kg.
- Pendingin udara.



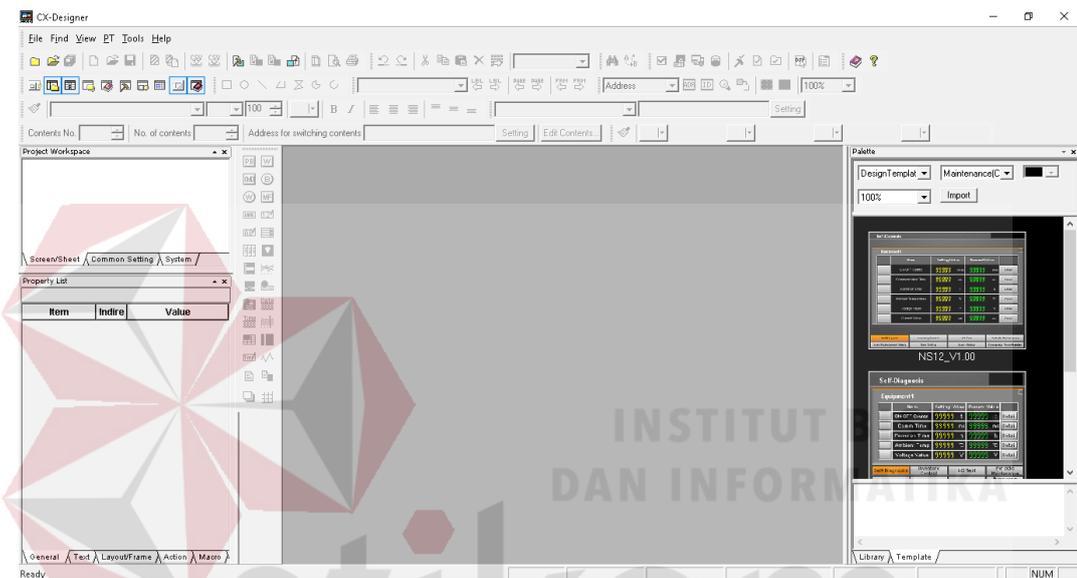
Gambar 3.6 WEG W21 Motor

### 3.7 CX-Designer

Aplikasi CX-Designer merupakan aplikasi buatan OMRON untuk memprogram PLC dan mendesain HMI (*Human Machine Interface*) sesuai dengan keseluruhan sistem pada PLC dan sensor yang ada. CX-Designer merupakan sub program CX-One besutan OMRON untuk mengatur segala program dan tampilan antara PLC dengan manusia.

Berbagai macam animasi disediakan oleh aplikasi ini guna menggambarkan simulasi proses sistem yang bekerja. Pengguna tinggal memilih animasi yang sesuai

dengan simulasi sistem yang terjadi untuk proses monitoring sistem yang sedang bekerja. Hasil desain HMI akan ditampilkan di komputer operator sebagai *monitoring plan* agar operator dapat memantau sistem yang berjalan dan mengambil keputusan dari *trouble* sistem.



Gambar 3.7 Tampilan CX-Designer

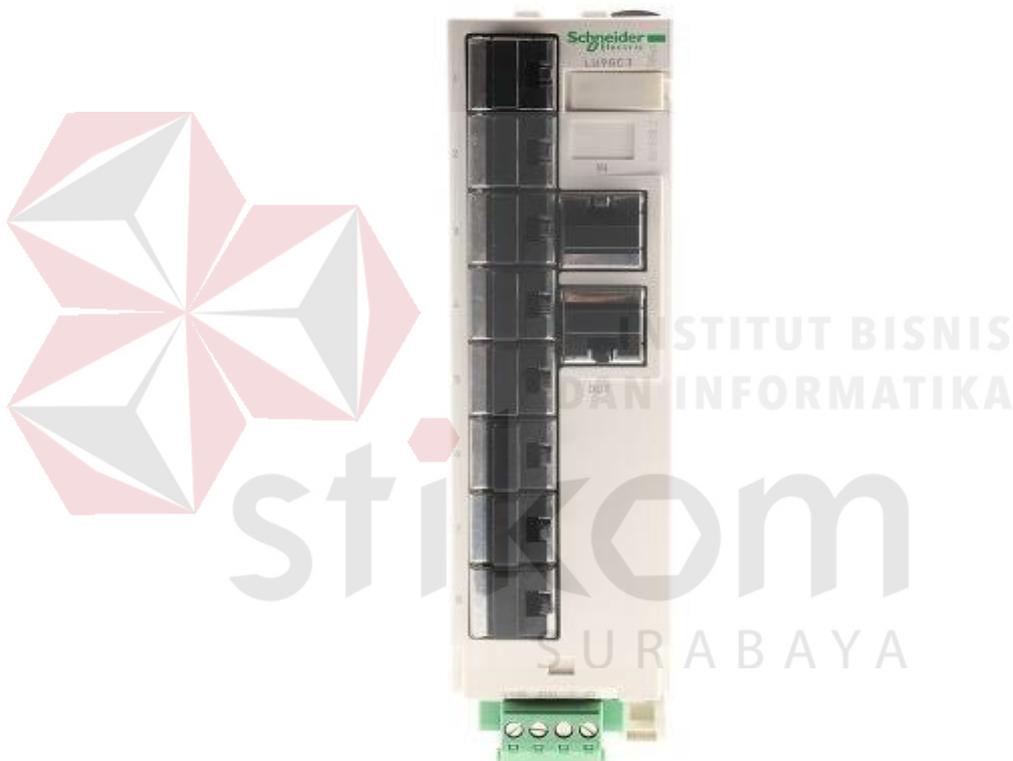
### 3.8 Modul Modbus Splitter LU9GC3

Modul *Modbus Splitter* merupakan *splitter* dengan fungsi sebagai penghindar gangguan saat sumber data digunakan. Pada saat lebih dari satu port mengakses data dari sumber, maka port yang sedang mengakses data dijaga dari gangguan port lain yang ikut serta mengakses data sehingga tidak terjadi gangguan data antar port.

Modul ini memiliki 8 port Ethernet dengan pin konektor RJ45 dengan sumber daya yang digunakan sebesar 24 Vdc. Fungsi daripada *splitter* ini yaitu

sebagai media komunikasi antara PLC dengan motor inverter, dimana 1 sumber data dari PLC akan digunakan sebagai kontrol 1 motor inverter atau lebih tanpa ada tabrakan data antar inverter sehingga tidak mengganggu kinerja antar inverter.

Koneksi dari port Ethernet PLC dihubungkan dengan alat ini sehingga data koneksi antara PLC dengan motor inverter dapat terhubung meskipun 1 PLC mengatur lebih dari 1 inverter.

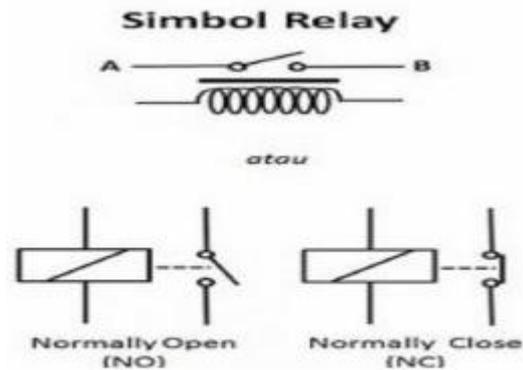


Gambar 3.8 Schneider LU9GC3

### 3.9 Relay Schneider 230 VAC RPM32P7

Relay merupakan komponen elektronik dengan cara kerja seperti saklar atau switch namun dioperasikan secara elektrik dengan medan electromagnet dan mekanikal. Komponen utama yang digunakan menganut prinsip kerja

electromagnet untuk menggerakkan saklar dengan *trigger* arus listrik yang kecil namun dapat menghantarkan listrik dengan tegangan yang lebih tinggi.



Kegunaan relay sendiri yaitu sebagai saklar elektrik, namun memiliki beberapa fungsi yang unik saat di aplikasikan ke dalam suatu rangkaian elektronika. Relay dapat mengatur arus tegangan tinggi dengan input sinyal tegangan rendah, dapat menjalankan fungsi logika, melindungi motor dan komponen lain dari *overvoltage*.

Kondisi kontak relay terdapat 2 jenis yaitu *Normally Close (NC)*, dan *Normally Open (NO)*. Dikatakan sebagai kondisi *Normally Close* jika posisi kontak selalu bersentuhan dengan inti besi, dan kondisi *Normally Open* jika posisi kotak selalu terpisah dengan inti besi. Saat ada medan listrik akan mengaktifkan kumparan yang bertindak sebagai medan elektrik sehingga muncul gaya magnet yang menggerakkan kontak ke inti besi maupun sebaliknya.



Gambar 3.9 Schneider RPM32P7

Relay yang digunakan pada rangkaian sistem ini merupakan relay dengan maksimum beban yang cukup besar yaitu 3750 watt. Dengan kapasitas yang besar relay ini bekerja untuk mengatur kerja aneka motor dan perangkat listrik, umur pemakaian yang panjang juga menjadi keunggulan relay ini serta input sinyal *trigger* dapat langsung diatur dari I/O modul PLC.

### 3.10 Modul OMRON CP1W-20EDR1

Modul OMRON seri CP1W-20EDR1 merupakan modul I/O pada PLC OMRON sebagai ekstensi I/O PLC standart, digunakan untuk menambah input dan output dari PLC sebagai port tambahan agar masukkan proses PLC menjadi lebih banyak dari bawaan pabrik. Dengan 12 input dan 8 output dengan masa pakai yang lama, modul ini termasuk kategori I/O yang banyak diminati karena faktor harga yang terjangkau disbanding modul sejenis. Berikut ini spesifikasi modul OMRON CP1W-20EDR1 yaitu;

- Maksimal kapasitas *switching relay* 2A@250Vac.
- Minimal kapasitas *switching relay* 10mA@5Vdc.
- *Electrical life (resistive load):* 150 x 10<sup>3</sup> operations, 24Vdc.

- *Electrical life (inductive load):* 100 x 1 03 operations, 24Vac (cos = 0.4).
- *Mechanical life* sekitar 2120 kali penggunaan.
- *DC input ON/OFF delay* : 8 ms dengan range 0 – 32ms.



Gambar 3.10 OMRON CP1W-20EDR1

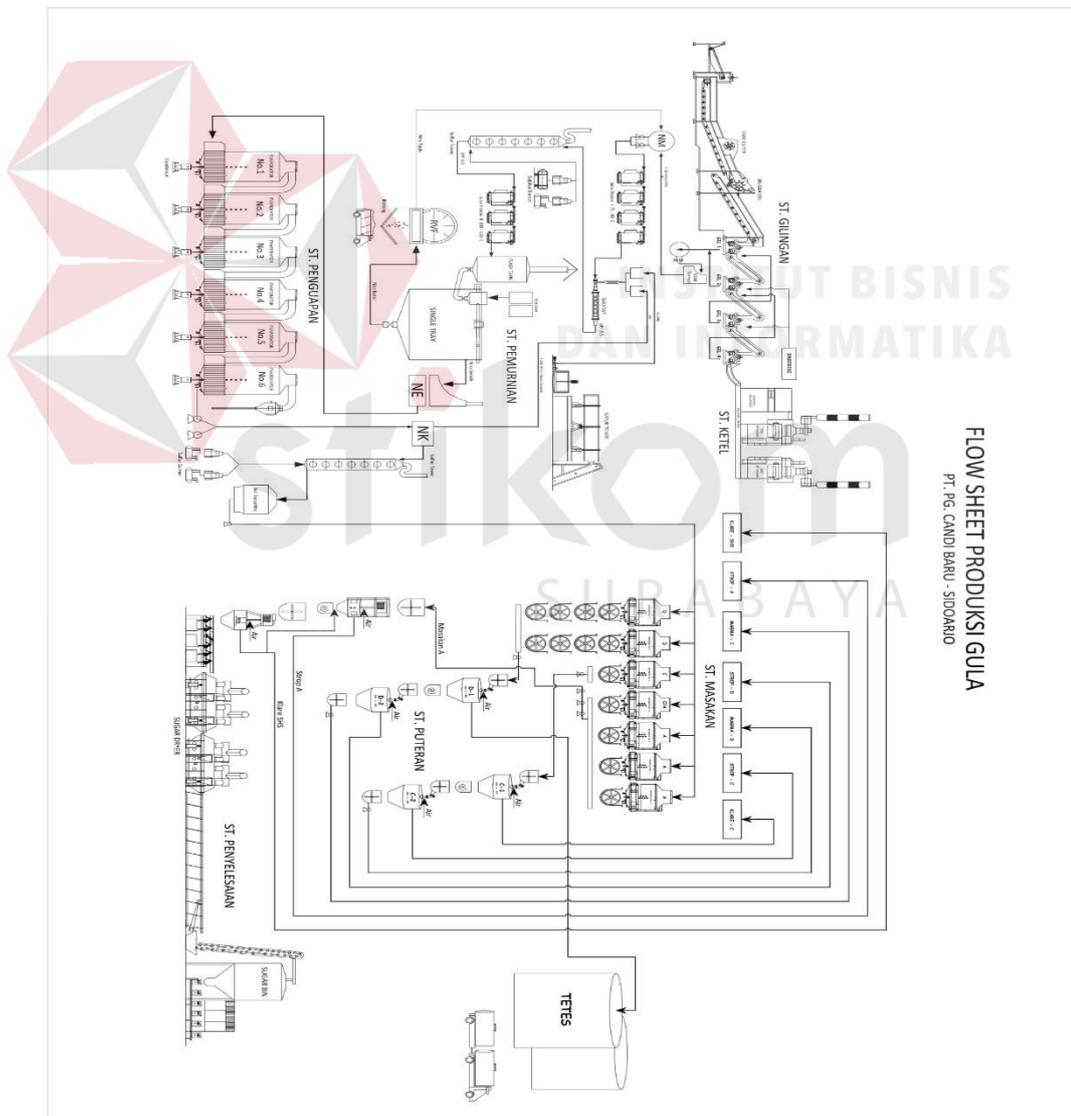
## BAB IV

### DESKRIPSI KERJA PRAKTIK

Bab ini membahas mengenai alur proses produksi gula di PT. P.G Candi Baru, beserta detail otomasi stasiun gilingan dan monitoringnya.

#### 4.1 Proses Produksi gula

Berikut merupakan FlowChart proses produksi gula di PT. PG. Candi Baru beserta penjelasannya.



Gambar 4.1 *FlowChart* Proses Produksi

Pabrik gula Candi Baru menghasilkan produk gula kristal putih dengan kualitas 1 A dan ampasnya berupa tetes, dan blotong. Tetes digunakan untuk bahan baku vetsin dan blotong digunakan sebagai pupuk, secara keseluruhan proses produksi gula dibagi menjadi 5 tahapan, yaitu :

- Proses pemerasan nira di stasiun gilingan.
- Proses pemurnian nira di stasiun pemurnian.
- Proses pengentalan nira di stasiun penguapan.
- Proses pengkristalan gula di stasiun masakan.
- Proses pemisahan dan pengeringan di stasiun putaran.

Jenis dari gula produksi ini terdiri atas gula A / SHS (*Superieure Hoofd Suiker*) sebagai produk utama, sedangkan gula C dan D sebagai bibit dan untuk dimasak kembali pada proses masakan. Masakan gula merupakan campuran dari kristal gula dan larutan (*Stroop*) yang dimana nantinya akan dipisahkan di stasiun putaran.

Proses dimulai dari stasiun gilingan, namun sebelum masuk ke stasiun ini tebu yang diangkut oleh truk dari perkebunan untuk ditimbang terlebih dahulu di timbangan untuk menghitung *netto* tebu. Dari penimbang, truk menuju *crane* untuk diangkut muatannya lalu dimasukkan ke *crane table* yang digerakkan oleh konveyor untuk diteruskan ke *auxillary carrier* dimana tebu akan dibawa ke *leveler* untuk meratakan permukaan tebu sehingga tidak terlalu tebal sehingga kerja dari *cane cutter* tidak terlalu berat.

Setelah tebu keluar dari *leveler*, tebu memiliki panjang dan tebal yang rata lalu diteruskan ke *cane cutter* dimana tebu akan di potong – potong menjadi ukuran yang lebih kecil untuk diteruskan ke *Hummer Unigrator* (HDS) dimana tebu akan

digiling hingga potongan – potongan tebu menjadi serat – serat tebu yang siap untuk diperas. Pada saat serat tebu ini sudah terbentuk maka akan diteruskan ke *Roll* penggilingan tebu.

#### 4.2 Proses Pada Stasiun Gilingan

Terdapat beberapa tahapan pemerasan tebu yang telah di hancurkan oleh HDS. yaitu:

- Gilingan 1

Tebu hasil proses dari HDS diteruskan ke *Feed Roll* kemudian cacahan tebu tadi diperah oleh *Top Roll* hingga menghasilkan nira hasil perasan cacahan tebu tadi. Nira ini disebut perahan pertama dan dialirkan ke talang wadah penampung nira, dan ampasnya dikeluarkan dan diteruskan ke gilingan 2.

- Gilingan 2

Ampas tebu dari gilingan 1 dibawa oleh *conveyor* dari gilingan 1 ke 2, lalu masuk ke gilingan 2 dimana proses yang sama seperti di gilingan 1 terulang kembali. Nira yang terperas ditampung di talang nira dan digabungkan bersama dengan nira hasil proses gilingan 1.

- Gilingan 3

Hasil ampas dari gilingan 2 menghasilkan maserasi nira yang diangkat oleh *conveyor* menuju gilingan 3 kemudian digiling ulang

sehingga menghasilkan nira sebagai maserasi untuk gilingan 2. Dan ampas hasil gilingan diteruskan ke gilingan 4.

- Gilingan 4

Ampas dari gilingan 3 dibawa ke gilingan 4 dimana ampas tersebut ditambahkan dengan air imbibisi. Ampas yang sudah selesai digiling dibawa oleh *Bagasse Elevator* yang disaring terlebih dahulu untuk mengambil ampas halus guna sebagai campuran nira kotor. Sedangkan ampas yang kasar digunakan sebagai bahan bakar ketel untuk proses pembakaran uap sebagai bahan bakar masakan nira, sisa dari ampas ini disimpan untuk persediaan bahan bakar ketel dan beberapa dijual ke pabrik kertas dan budidaya jamur.

Nira yang akan diproses adalah nira yang berasal dari gilingan 1 dan 2. Nira yang ditampung di wadah *stainless steel* akan di pompa ke dalam DSM untuk disaring dari ampas halus sisa gilingan. Penambahan air imbibisi pada gilingan 3 dan 4 adalah sebagai pelarut kandungan gula yang terbawa oleh ampas sisa gilingan. Pemberian imbibisi digunakan untuk mendapatkan nira semaksimal mungkin dan memeras habis ampas yang masih mengandung gula.



Gambar 4.2 Stasiun Gilingan

#### 4.3 Proses Pada Stasiun Pemurnian

Proses pemurnian merupakan proses yang penting dimana nira hasil perasan tebu akan diolah. Tujuannya yaitu untuk menghilangkan kotoran berupa lumpur maupun ampas yang terdapat pada nira tanpa harus menghilangkan kandungan gula ataupun merusaknya. Pada stasiun pemurnian ini memiliki beberapa proses pemurnian nira yang umum digunakan pabrik gula di Indonesia, adapun beberapa prosesnya sebagai berikut:

- Proses kimia

Dengan memberikan zat kimia pada nira yaitu berupa susu kapur dan asam fosfat yang digunakan untuk mengikat kotoran menjadi endapan halus.

- Proses fisika

Proses ini dilakukan dengan cara menyaring dan mengendapkan kotoran – kotoran yang terdapat pada nira namun hanya bisa menyaring kotoran kasar saja.

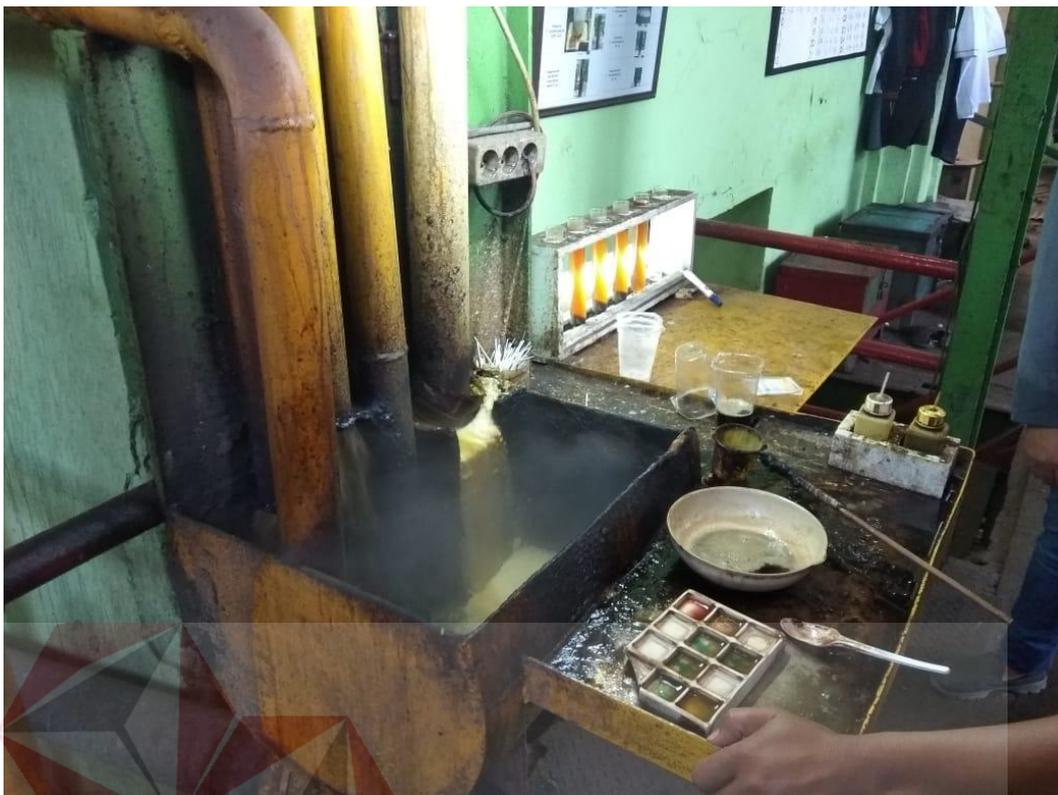
- Proses fisika kimia

Gabungan dari proses ini akan mempercepat proses pengendapan kotoran pada nira.

### **Proses Pemurnian Nira**

Nira mentah hasil dari stasiun gilingan yang sudah disaring dibawa ke wadah nira mentah, lalu nira ini dipompa menuju *heater* untuk dipanaskan dengan suhu 75°C dimana sumber panas ini berasal dari uap ketel yang disalurkan ke seluruh lini proses.

Setelah melalui proses pemanasan, nira dialirkan ke wadah sulfikasi dimana pH nira akan diturunkan menjadi 6,8 dengan menambahkan nira mentah dengan gas sulfur (belerang). Setelah pH nira mencapai 6,8 maka akan dialirkan ke tabung *neutralizer* untuk ditambahkan dengan susu kapur hingga pH nira berubah menjadi kisaran 7 hingga 7,2.



Gambar 4.3 Proses Sampling pH nira

Proses berlanjut menuju ke *heater* 2 untuk dipanaskan dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  dengan tujuan untuk mempermudah proses pengendapan dan penguapan nira. Selanjutnya nira turun menuju *clarifier* dimana terdapat 2 lapisan yaitu nira bersih yang berada di lapisan atas dan lapisan bawah berupa nira kotor, nira kotor ini masih mengandung partikel – partikel kotoran.

Nira bersih ini mengalir melalui *door clarifier* yang akan dialirkan menuju saringan nira bersih, lalu diteruskan menuju *heater* 3 untuk dipanaskan dengan suhu kisaran  $110$  hingga  $115^{\circ}\text{C}$  guna mempercepat proses penguapan. Untuk nira kotor dari *single tray clarifier* akan mengalir ke tabung nira kotor untuk dicampur dengan ampas halus dari saringan *bagasse elevator*.



Gambar 4.4 Clarifier

Hasil pencampuran ini diteruskan ke *rotary vacuum filter*, yang akan menghasilkan nira tapis dan blotong. Nira tapis ini akan dialirkan ke tabung penampung nira mentah untuk di proses ulang hingga bersih pada stasiun pemurnian dan blotong akan dijual sebagai pupuk ataupun dibuang dikarenakan blotong ini merupakan ampas sisan pencampuran nira dengan ampas halus.



Gambar 4.5 *Rotary Vacuum Filter*

#### 4.4 Proses Pada Stasiun Penguapan

Pada saat nira menuju stasiun penguapan, nira memiliki kandungan air yang tinggi sehingga perlu dipisahkan antara kandungan gula dengan air. Proses pada stasiun penguapan bertujuan untuk memperoleh nira dengan tingkat kekentalan 64%, selain itu hasil penguapan nira ini yaitu berupa air kondensat yang berfungsi sebagai air pengisi ketel yang akan dipanaskan.

##### **Proses Penguapan Nira :**

- Nira encer dialirkan menuju *evaporator* 1 untuk dipanaskan oleh uap dari ketel dengan suhu 108°C dan tekanan 0,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

- Nira dari *evaporator* 1 diteruskan ke *evaporator* 2 untuk diuapkan kandungan airnya dengan suhu antara 80 hingga 95°C dan tekanan antara 8 hingga 10 cmHg.
- Nira encer dari *evaporator* 2 diteruskan ke *evaporator* 3 untuk diuapkan airnya dengan suhu antara 80 hingga 85°C dan tekanan antara 30 hingga 35 cmHg.
- Nira dari *evaporator* 3 diteruskan menuju *evaporator* 4 diuapkan dengan suhu 60°C dan tekanan 60cmHg.
- Nira dari *evaporator* 4 diteruskan ke *evaporator* 5 dan diuapkan hingga menjadi kental sesuai dengan kriteria kekentalan nira.

#### **Proses Penguapan Pada Tiap *Evaporator* :**

- *Pre-Evaporator*

Nira encer hasil dari stasiun pemurnian dikirim ke *evaporator* dimana didalam *evaporator* nira akan dipanaskan dengan kisaran suhu antara 115 hingga 120°C dengan tekanan 0,8 bar. Pemanasan ini menggunakan uap hasil pemanasan air dari stasiun ketel yang dimana selain menggerakkan turbin, digunakan untuk proses masakan.

- *Evaporator* 1

Digunakan untuk menguapkan nira encer dengan uap sisa dari *Pre-Evaporator*. Hasil sisa pemanasan uap ini akan diteruskan sebagai pemanas untuk *evaporator* 2 dan nira akan diteruskan kesana.

- *Evaporator* 2

Berfungsi sebagai media penguapan nira encer agar lebih kental dengan menggunakan sisa uap dari *evaporator* 1 dengan suhu antara 90 hingga 95°C dan tekanan 18 cmHg. Hasil sisa pemanasan uap dari *evaporator* 2 akan diteruskan ke *evaporator* 3.

○ *Evaporator 3*

Berfungsi sebagai media penguapan nira encer agar lebih kental dengan menggunakan sisa uap dari *evaporator* 2 dengan suhu antara 80 hingga 85°C dan tekanan 30 - 35 cmHg. Hasil sisa pemanasan uap dari *evaporator* 3 akan diteruskan ke *evaporator* 4.

○ *Evaporator 4*

Berfungsi sebagai media penguapan nira encer agar lebih kental dengan menggunakan sisa uap dari *evaporator* 3 dengan suhu antara 60 hingga 65°C dan tekanan 60 cmHg. Hasil sisa pemanasan uap dari *evaporator* 4 akan diteruskan ke *evaporator* 5.

○ *Evaporator 5*

Berfungsi sebagai media penguapan nira encer agar lebih kental dengan menggunakan sisa uap dari *evaporator* 4 dengan suhu antara 50 hingga 55°C. Uap dari *evaporator* 5 akan diteruskan ke kondensor untuk didinginkan di kolam pendingin yang akan digunakan kembali untuk mengisi air ketel.



Gambar 4.6 *Evaporator*

#### **4.5 Proses Pada Stasiun Masakan**

Pada proses ini gula sukrosa cair akan diubah menjadi gula Kristal dengan rata – rata ukuran antara 0,8 sampai 1,0 mm. nira dimasak hingga mencapai titik jenuhnya lalu didinginkan diwadah pendinginan.

##### **Proses Masakan Nira :**

- **Pembibitan**

Sebelum proses pemasakan nira, terjadi proses pembibitan gula terlebih dahulu. Proses ini berlangsung dengan bantuan *Stroop D* dan *C* declare dengan komposisi 200 HL dan dicampur hingga larutan tersebut nyaris jenuh kemudian ditambahkan nira mentah dengan volume 200cc. Bahan – bahan tadi dicampur menjadi satu hingga volumenya menjadi 400 HL. Hasil pencampuran ini merupakan bakal bibitan D2 dengan kemurnian 60 – 64 HK.

Proses pembibitan yang terjadi pada wadah masakan A2 dibagi menjadi A1 sebanyak 200 HL dengan penambahan dari masing – masing bahan *Stroop C* hingga volumenya mencapai 350 – 400 HL dengan ukuran Kristal gula 0,3 mm. Kemudian gula bibitan ini dipompa menuju putaran gula C. hasilnya berupa gula C dan tetes C, tetes C akan diproses kembali pada masakan gula D sedangkan gula C masuk kembali ke nira kental yang akan digunakan kembali untuk proses pembibitan.

- **Masakan A**

Masakan A memproses nira yang berasal dari wadah sulfitasi dan klare SHS. Dalam wadah masakan A terjadi pemasakan antara nira mentah dengan klare SHS, kemudian dimasukkan kedalam wadah pencampur dan diteruskan ke putaran A yang menghasilkan tetes A dan gula A. Tetes A akan masuk ke Tangki A untuk dijadikan bahan pada masakan C, sedangkan hasil putaran berupa gula A akan didinginkan lalu dikirim menuju *mixer* gula A hingga menghasilkan gula A2. Putaran gula A2 akan memisah gula SHS dan klare SHS. Klare SHS akan masuk ke pembibitan dan sebagai bahan masakan A dan gula SHS akan langsung dikeringkan.

- **Masakan C**

Pada wadah masakan C terdapat beberapa bahan yaitu, nira, klare SHS dan *stroop* A dengan volume 400 HL yang dicampur dengan gula A sebanyak 40 HL dan ketebalan Kristal 0,5 - 0,6 mm.

Hasil masakan C akan diteruskan ke pendingin dan dikirim menuju putaran C. nira akan didinginkan dan *dimixer*, lalu diputar hingga memisahkan tetes C dan gula C. tetes C akan dikirim menuju tangki sebagai bahan masakan D. Sedangkan hasil putaran yang berupa gula C akan didinginkan dan dijadikan bahan masakan bibitan.

- **Masakan D**

Wadah masakan D berisikan campuran antara klare D dan tetes C dengan volume 400 HL, klare didapat dari proses masakan bibitan. Hasil dari masakan D akan masuk ke pendinginan cepat untuk mendapatkan gula D atau rapit, dari wadah pendinginan cepat gula D akan *dimixer* sebelum masuk ke putaran D1. Setelah nira didinginkan, nira akan mengalir ke putaran gula D1. Hasil dari putaran gula D1 menghasilkan gula D1 dan tetes D1. Hasil putaran berupa tetes D1 akan masuk ke tangka tetes dengan tingkat kepekatan yang tinggi, sedangkan gula D1 akan mengalir untuk diteruskan ke putaran gula D2 untuk mendapatkan hasil putaran berupa klare



Gambar 4.7 Pan Masakan D

#### 4.6 Proses Pada Stasiun Putaran

Pada stasiun putaran berguna untuk memisahkan Kristal – Kristal gula yang berupa *Stroop*. Terdapat 3 jenis mesin putaran yaitu putaran *Discontinue* untuk gula A, putaran *continue* untuk gula D dan gula C.

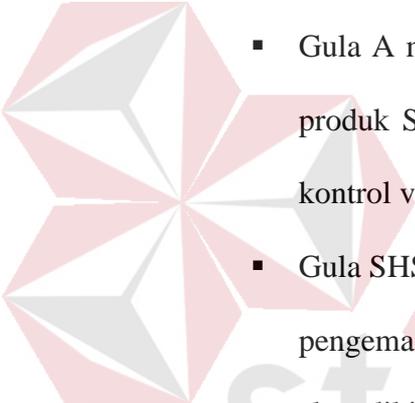
##### Proses Putaran Gula :

- Proses putaran gula A

Awal mula proses dimulai dengan bahan berupa gula A masuk hingga batas kapasitas mesin terpenuhi, kemudian mesin ini mulai bekerja dengan memutar gula A dengan lebih cepat dan ditambah dengan penyemprotan air panas dengan suhu 80°C melalui *nozzle*. Tujuan dari

pemberian air panas ini yaitu membersihkan cairan induk (*Stroop*) yang masih tertinggal dan untuk mengeringkan kristal gula. Kemudian putaran diperlambat sehingga *stroop* gula akan turun dan penutup mesin akan terbuka lalu gula akan turun ke talang goyang.

Penggunaan mesin putaran *Discontinue* tipe *single carry* memiliki keunggulan yaitu kontrol peralatan yang mudah dikendalikan menggunakan PLC sehingga proses *monitoring* dan perawatannya menjadi mudah. Proses pada putaran gula A adalah sebagai berikut :

- 
- Gula A masuk *discontinue*, diputar dan menghasilkan gula produk SHS *stroop* A klare SHS yang dipisahkan dengan kontrol valve separator yang otomatis diatur oleh PLC.
  - Gula SHS dibawa ke talang goyang untuk dikirim ke bagian pengemasan, jika ukuran gula tidak memenuhi ukuran maka akan dikirim kembali untuk dimasak.



Gambar 4.8 Mesin Putaran gula A

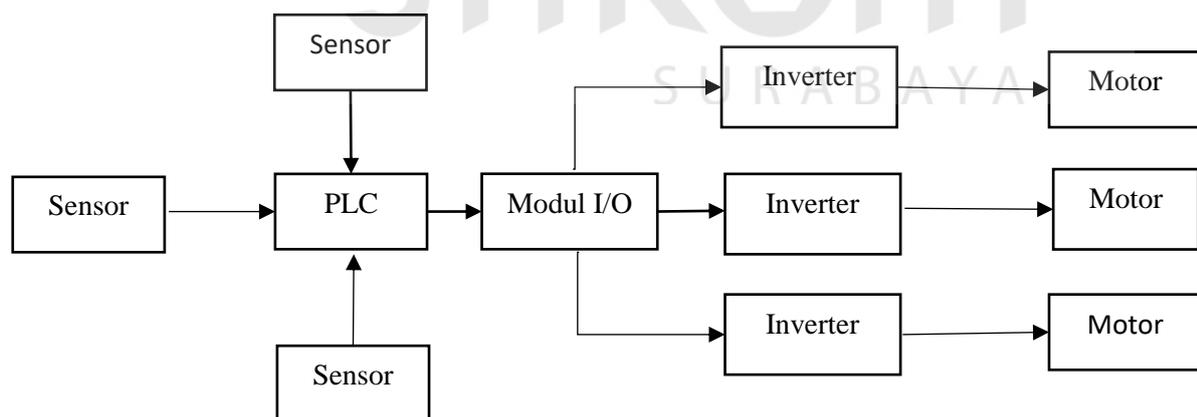
- Proses Putaran Gula C dan D

Alat ini bekerja secara *continuesly* dan otomatis tanpa terputus, gula masuk dan menguap. Larutan yang berupa cairan akan menembus saringan dan masuk ke ruang larutan kemudian secara *overflow* keluar melalui saluran. Sedangkan Kristal gula yang mengendap akan tertahan akibat gaya sentrifugal akan keluar melalui corong Kristal.



Gambar 4.9 Mesin Putaran gula C dan D

#### 4.7 Proses Stasiun Gilingan



Gambar 4.10 Blok Diagram Stasiun Penggilingan

Dari blok diagram diatas, 3 motor yang terdapat pada sistem penggilingan yaitu, *Roll* muka (*Feed Roll*), *Roll* atas (*Top Roll*), dan *Roll* Belakang (*Discharge Roll*). Dikendalikan oleh 3 jenis inverter berbeda berdasarkan sensor yang mendeteksi jumlah tebu yang ditampung, jika tebu sudah melebihi batas maka akan memulai proses penggilingan yang akan memulai proses penggilingan tebu. Output data analog dari PLC digunakan untuk mengatur PWM inverter yang mengatur 3 motor penggilingan tersebut.

## 4.8 Penjelasan Otomasi Penggilingan

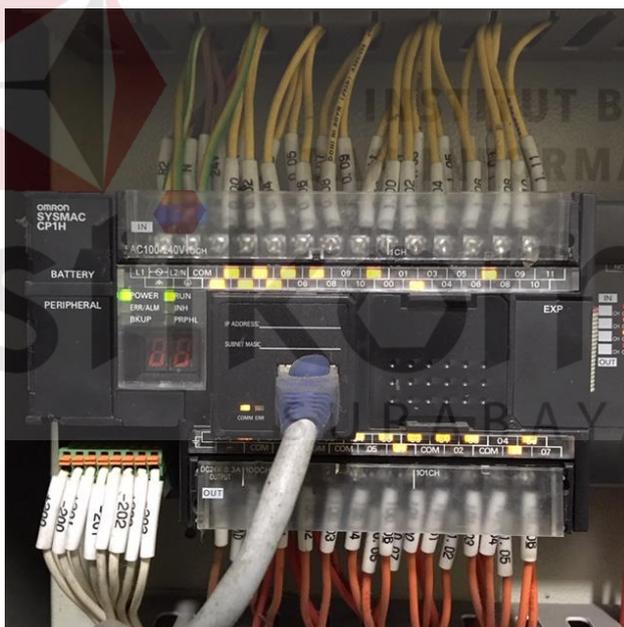
### 4.8.1 Komunikasi *Master* dan *Slave* PLC

Sistem penggilingan tebu di PT. PG. Candi Baru telah menggunakan sistem otomasi secara otomatis dengan PLC (*Programmable Logic Controller*) sebagai otak pengendalinya. Seluruh motor dan relay dikendalikan secara sekuensial oleh PLC sehingga alur proses tertata dari awal hingga akhir siklus. Jenis PLC yang digunakan yaitu OMRON tipe SYSMAC CP1H 2 buah dengan konfigurasi 1 PLC sebagai *master* dan 1 lainnya sebagai *slave*.

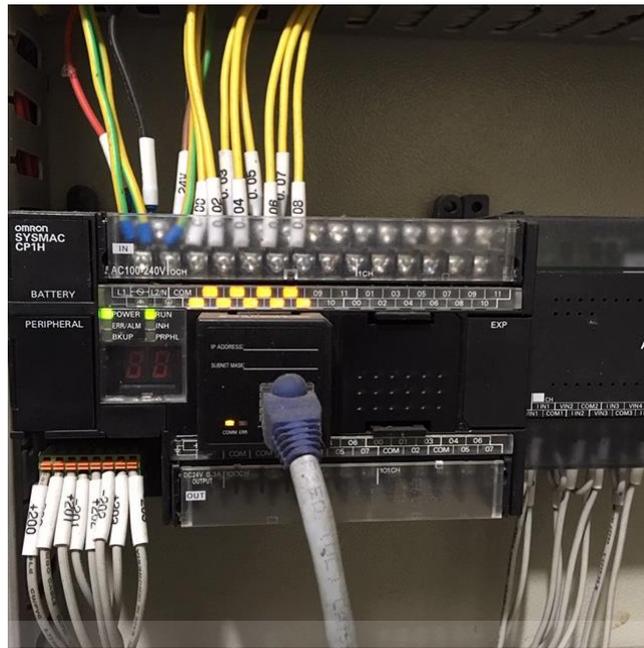
Pada PLC *master* seluruh I/O digunakan untuk mengatur proses kerja sistem. Sedangkan untuk PLC yang digunakan sebagai *slave* hanya beberapa *Input* proses saja, yang digunakan sebagai pembacaan data sensor yang akan digunakan untuk menampilkan status proses dan parameter – parameter lainnya pada HMI (*Human Machine Interface*). Untuk beban kerja PLC *master* meliputi keseluruhan sistem kendali dan untuk PLC *slave* sebagai monitoring data sensor yang akan ditampilkan dikarenakan PLC *master* yang sudah sangat banyak mengatur proses sehingga tidak dimungkinkan untuk menampilkan data sekaligus.

Komunikasi 2 PLC ini menggunakan metode Modbus dengan protokol LAN (*Ethernet*). Modbus sendiri merupakan protokol komunikasi serial yang sudah cukup lama keberadaannya, protokol ini dikhususkan untuk diaplikasikan pada PLC. Seiring perkembangan jaman protokol Modbus telah menjadi standar protokol komunikasi di industry.

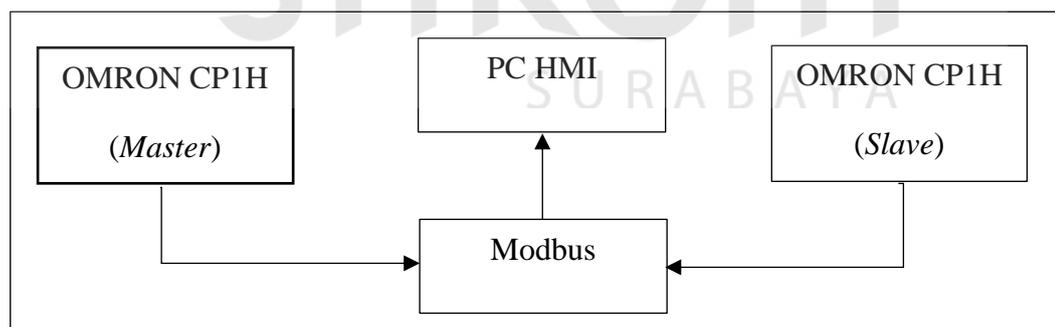
Komunikasi melalui Ethernet menggunakan protokol FINS/TCP pada PLC OMRON hanya bisa digunakan untuk sesama PLC OMRON dengan menambahkan modul *Option Board* komunikasi.



Gambar 4.11 PLC *Master*

Gambar 4.12 PLC *Slave*

Kedua PLC ini terhubung dengan bantuan modul CP1W-MODTCP61 dimana modul ini mengijinkan antar sesama PLC OMRON untuk berkomunikasi dengan metode *Master* dan *Slave*.

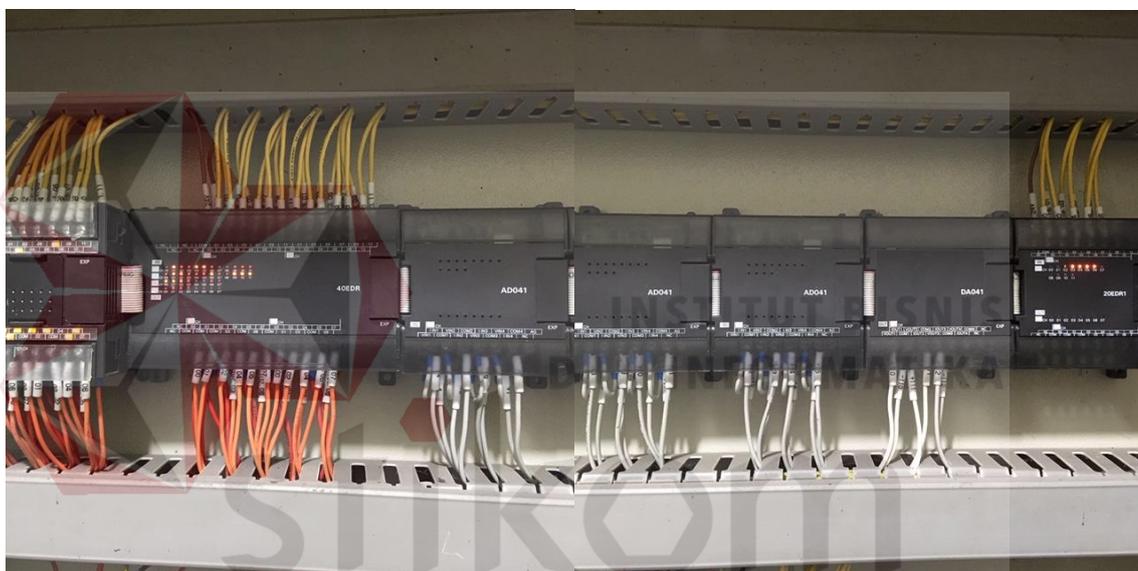


Gambar 4.13 Blok Diagram metode Modbus

Dengan konfigurasi ini menghasilkan 2 PLC yang saling berhubungan alur programnya, dimana seluruh proses ditangani PLC *master* dan monitoring sensor ditangani PLC *slave*.

#### 4.8.2 Modul I/O

Hasil proses PLC ini tidak akan dapat menggerakkan aktuator dan menerima data analog dari sensor jika tidak menggunakan modul I/O tambahan. Modul ini berfungsi sebagai *eksternal* modul untuk menambah kapasitas dan kemampuan PLC dalam memproses data. Keseluruhan I/O yang digunakan berupa 3 buah modul AD041, 1 buah modul DA041, 1 buah modul 20EDR1, dan 1 buah modul 40EDR.



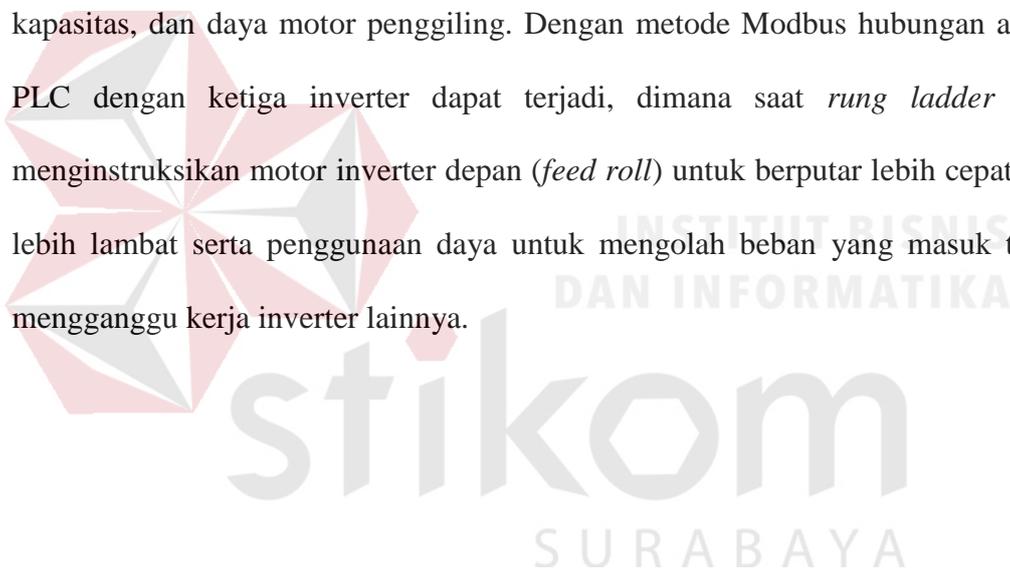
Gambar 4.14 Konfigurasi I/O

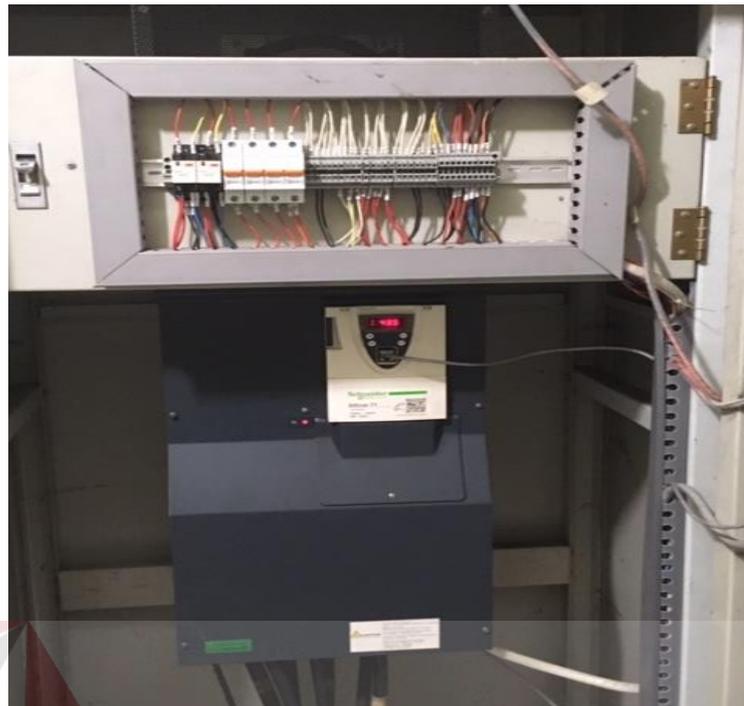
Modul I/O ini memiliki karakteristik dan fungsi yang berbeda sesuai dengan jenis serinya, dengan kegunaan sebagai antarmuka antara PLC dengan perangkat peripheral dengan link data tertentu. Pada proses keluaran relay maka akan menggunakan modul I/O dengan karakter digital dikarenakan hanya memerlukan 2 logika proses yaitu *On* dan *Off*. Sedangkan untuk data analog seperti parameter – parameter motor maupun segala hal yang menghasilkan data analog, akan diproses oleh I/O tipe analog.

### 4.8.3 Motor dan Inverter

Pada proses penggilingan, terdapat 3 buah motor 3 fasa dengan daya yang besar untuk menggiling tebu hasil proses dari HDS. 3 buah motor ini meliputi motor penggiling depan (*Feed Roll*), motor penggiling atas (*Top Roll*), dan motor penggilingan belakang (*Discharge Roll*). Ketiga motor ini digerakkan oleh masing – masing inverter sebagai pasokan daya dari sumber tegangan utama menuju motor.

Penggunaan inverter diperlukan sebagai pengatur kecepatan motor penggilingan dan juga sebagai perantara PLC dalam mengatur lama putaran, kapasitas, dan daya motor penggiling. Dengan metode Modbus hubungan antara PLC dengan ketiga inverter dapat terjadi, dimana saat *rung ladder* PLC menginstruksikan motor inverter depan (*feed roll*) untuk berputar lebih cepat atau lebih lambat serta penggunaan daya untuk mengolah beban yang masuk tanpa mengganggu kerja inverter lainnya.





Gambar 4.15 Motor Inverter

Saat tebu hasil proses dari HDS sudah banyak, maka *feed roll* akan berputar lebih cepat dengan konsumsi daya yang lebih besar untuk menangani ketersediaan hasil tebu dari HDS. Beban kerja *feed roll* dibantu dengan *top roll* dimana *top roll* akan bergerak untuk memeras tebu hingga menghasilkan nira, dan proses pembuangan ampas sisa perasan ditangani oleh *bagasse roll*.

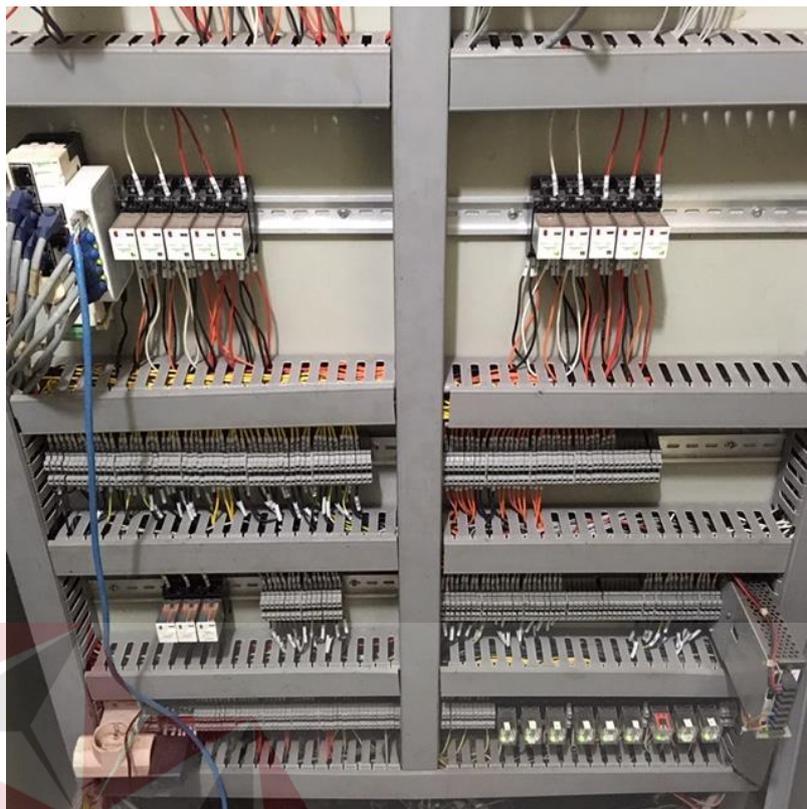


Gambar 4.16 Motor 3 fasa dan gearbox

Hasil keluaran daya dari motor ini akan diteruskan ke *gearbox* dimana tenaga putaran motor akan dilipat gandakan torsi dan dayanya agar beban kerja motor tidak terlalu besar. Dengan beban kerja motor yang besar maka akan menimbulkan panas berlebih yang kurang cocok untuk ketahanan motor, serta konsumsi daya listrik pada pembangkit turbin akan semakin besar sehingga mungkin akan mengganggu lini proses lain.

#### 4.8.4 Relay

Relay digunakan sebagai pengatur alur sekuensial proses dimana relay tersebut akan membentuk ritme dengan metode gerbang logika. Parameter – parameter seperti tutup wadah penampang, *conveyor*, dan komponen lainnya digerakkan secara sekuensial oleh bantuan relay ini.



Gambar 4.17 Rak Relay

Keseluruhan relay tersebut diatur oleh PLC dengan modul I/O sebagai media antarmuka antara PLC dengan aktuator. Relay akan aktif saat pembacaan sensor sudah mencapai ambang batas sehingga PLC akan mengirim instruksi untuk mengaktifkan relay ini melalui modul I/O. Relay sendiri akan berfungsi sebagai saklar yang akan mengaktifkan perangkat seperti *conveyor* maupun gerbang antara HDS dengan penggiling *feed roll*.

#### 4.9 Proses Monitoring Sistem

Keseluruhan proses penggilingan dapat dipantau dan diatur parameter – parameternya untuk menjaga kestabilan sistem dan kinerjanya agar terus optimal. Proses ini dilakukan oleh PLC *slave* dengan melihat input sensor yang telah terpasang pada sistem serta parameter – parameter dari inverter motor. Dengan

metode Modbus, perangkat inverter dapat diatur dan dimonitoring sesuai alur proses penggilingan.

Aplikasi yang digunakan yaitu SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) dimana sesuai namanya yaitu sebagai *supervisory* atau pengawas, *control* dimana operator dapat mengatur sistem dan akuisisi data sebagai *database* proses harian pada sistem penggilingan.



Gambar 4.18 Human Machine Interface

Pembuatan HMI tersebut dapat menggunakan aplikasi SCADA yaitu Cx-Designer dimana seluruh komponen maupun animasi dari HMI dibangun untuk menyajikan data secara *real time* sesuai kerja sistem. Tiap relay, kecepatan motor, dan *conveyor* diatur disini secara manual sesuai dengan keinginan operator berdasarkan sistem yang bekerja dilapangan.

Proses monitoring ini diterima oleh komputer operator dimana didalam ruang kendali operator gilingan, terdapat keseluruhan sistem elektrikal penggilingan. Hasil monitoring ini tidak hanya dapat dilihat operator, namun data dikirim dengan protokol LAN ke ruangan *supervisor* yang berada diluar ruangan operator. Log data dari sistem disimpan kedalam *database* untuk pelaporan kinerja sistem tiap harinya



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam proses otomasi penggilingan tebu di PT. PG. Candi Baru secara otomatis dengan PLC sebagai sistem kontrol, dan sebagai monitoring kerja sistem adalah sebagai berikut:

1. Sistem kendali yang digunakan pada stasiun gilingan menggunakan PLC Omron CP1H dengan konfigurasi *Master* dan *Slave*.
2. Pada proses monitoring, PLC *Slave* yang memegang kendali atas seluruh sensor pada sistem saat mesin bekerja. Sehingga dapat memunculkan parameter yang sedang dikerjakan oleh mesin.
3. Untuk *feed roll*, *top roll*, *Discharge roll* dikendalikan oleh PLC dengan motor inverter sebagai pengatur kecepatan dan penggunaan daya.
4. Mempermudah teknisi saat mesin mengalami kerusakan maupun pada saat mesin menjalani proses perbaikan (*Maintenance*).

#### 5.2 Saran

Adapun saran yang didapatkan dalam proses penggilingan tebu menggunakan PLC di PT. PG. Candi Baru adalah sebagai berikut:

1. Penambahan metode PID kontrol pada proses penggilingan dikarenakan seluruh perangkat yang digunakan sudah sangat mendukung metode PID.
2. Untuk proses pengendali dan monitoring, diharapkan kedepannya dapat dikontrol jarak jauh berbasis IoT (*Internet of Things*).

## DAFTAR PUSTAKA

Elga Aris P. (2016, mei 10). Pengertian dan Definisi PLC. didapat dari edukasi elektronika: <https://www.edukasielektronika.com/2016/05/pengertian-dan-definisi-plc.html>

wikipedia. (2018, september 22). *Modbus*. didapat dari wikipedia.org: <https://id.wikipedia.org/wiki/Modbus>

Immorsa Lab. (2018, maret 2). Pengertian relay, fungsi, dan cara kerja relay. didapat dari IMMERSA LAB: <http://www.immorsa-lab.com/pengertian-relay-fungsi-dan-cara-kerja-relay.htm>

Aslam. (2014, september 03). *Modul Input Output I/O*. didapat dari muhamad-aslam.blogspot.com :<http://muhamad-aslam.blogspot.com/2014/09/modul-io-modul-io-adalah-interface-atau.html>

Belajar Elektronika. (2016, Januari 11). Pengertian Motor Listrik 3 fasa. didapat dari Belajar Elektronika: <http://belajarelekttronika.net/pengertian-motor-listrik-3-fasa/>

Mujang Dwi. (2013, januari 27). Pengertian Dasar Inverter. Didapat dari mujang dwi Blog: <http://mujangdwi.blogspot.com/2013/01/pengertian-dasar-inverter.html>