



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TE145561

**PERANCANGAN *SAFETY DOOR* PADA AREA *POUCH DROPPER*
ROBOTIC POUCH CASE PACKER MENGGUNAKAN *SENSA*
*GUARD RECTANGULAR FLAT PACK***

Ulyatur Rosyidah
NRP. 1031150000063

Pembimbing
Ir. Joko Susila, M.T.
Mohamad Abdul Hady, S.T, M.T.
Mohammad Hafid, S.Pd

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - TE 145561

**PERANCANGAN SAFETY DOOR PADA AREA POUCH
DROPPER ROBOTIC POUCH CASE PACKER
MENGUNAKAN SENA GUARD RECTANGULAR FLAT
PACK**

Ulyatur Rosyidah
1031150000063

Pembimbing
Ir. Joko Susila, M.T.
Mohamad Abdul Hady, ST., MT.
Mohammad Hafid, S. Pd.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - TE 145561

***SAFETY DOOR DESIGN AT POUCH DROPPER AREA
ROBOTIC POUCH CASE PACKER USING SENSE GUARD
RECTANGULAR FLAT PACK***

Ulyatur Rosyidah
NRP. 1031150000063

Supervisor
Ir. Joko Susila, M.T.
Mohamad Abdul Hady, ST., MT.
Mohammad Hafid, S. Pd.

*DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING AUTOMATION
Faculty of Vocations
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018*

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul :

***“PERANCANGAN SAFETY DOOR PADA AREA POUCH DROPPER
ROBOTIC POUCH CASE PACKER MENGGUNAKAN SENSU GUARD
RECTANGULAR FLAT PACK”***

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 02 Agustus 2018



Ulyatur Rosyidah
NRP. 10311500000063

Halaman ini sengaja dikosongkan

**PERANCANGAN SAFETY DOOR PADA AREA POUCH
DROPPER ROBOTIC POUCH CASE PACKER MENGGUNAKAN
SENSA GUARD RECTANGULAR FLAT PACK**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Program Studi Komputer Kontrol
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Dosen Pembimbing 1,

Menyetujui :
Dosen Pembimbing 2,

Pembimbing Lapangan,

Ir. Jeko Susila, M.Eng.
NIP. 196606061991028001

M. Abdul Hady, S.T., M.T.
NIP. 198504132015041002

Mobarrad Hafid, S. Pd.

**SURABAYA
JULI, 2018**

Halaman ini sengaja dikosongkan

**PERANCANGAN SAFETY DOOR PADA AREA POUCH DROPPER
ROBOTIC POUCH CASE PACKER MENGGUNAKAN SENA GUARD
RECTANGULAR FLAT PACK**

DI

PT INDUSTRIAL ROBOTIC AUTOMATION

TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Ulyatur Rosyidah

NRP. 1031150000063

Menyetujui,

Kepala Human Resources Department,

Pembimbing Perusahaan,

Puspita Kinasih Santya Putri S. Psi

Mohamad Hafid S. Pd

Chief Executive Officer,

Herman Tjokrowibo B.Sc

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERANCANGAN *SAFETY DOOR* PADA AREA *POUCH DROPPER ROBOTIC POUCH CASE PACKER* MENGUNAKAN *SENSA GUARD RECTANGULAR FLAT PACK*

Nama : Ulyatur Rosyidah
Dosen Pembimbing I : Ir. Joko Susila, M.T.
Dosen Pembimbing II : Mohamad Abdul Hady, ST., MT.
Pembimbing Lapangan : Mohammad Hafid, S. Pd.

ABSTRAK

Robotic Pouch Case Packer merupakan mesin yang digunakan untuk melakukan pengepakan *pouch*. Mesin ini terdiri dari beberapa area, salah satunya adalah *Pouch Dropper* yang digunakan untuk mentransfer *pouch* dari mesin sebelumnya menuju *smart conveyor*. Pada area tersebut terdapat peralatan mekanik seperti roda gigi untuk menjalankan *conveyor*. Pada umumnya, roda gigi sudah dipasang pelindung berupa tutup pengaman, namun tidak sedikit para pekerja atau operator yang sengaja membukanya tanpa mempertimbangkan faktor risiko. Risiko yang dapat terjadi apabila tidak terdapat pelindung pada roda gigi saat mesin beroperasi adalah tangan, kaki, rambut atau bagian tubuh lainnya terlilit, tertarik, atau terjepit secara tidak sengaja. Selain roda gigi, potensi bahaya yang terdapat pada area tersebut juga disebabkan oleh peralatan elektrik seperti kabel yang terkelupas. Bahaya yang ditimbulkan dari kabel yang terkelupas adalah dapat menyebabkan pekerja tersetrum. Oleh karena itu, digunakan *safety door* sebagai pelindung tambahan pada area tersebut. Komponen yang digunakan untuk *safety door* adalah Sensa Guard Rectangular Flat Pack. Ketika *safety door* dibuka saat mesin sedang beroperasi, maka mesin otomatis berhenti. Apabila dibuka sebelum mesin beroperasi, maka mesin tersebut tidak dapat dioperasikan. Dengan menggunakan komponen tersebut waktu yang dibutuhkan *safety door* untuk mematikan seluruh proses pada mesin ketika beroperasi adalah 0,18s, waktu tersebut memenuhi standar maksimum untuk menghentikan mesin, yaitu kurang dari 1 s.

Kata Kunci : *Robotic Pouch Case Packer, safety door, Pouch Dropper, Sensa Guard Rectangular Flat Pack.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

SAFETY DOOR DESIGN AT POUCH DROPPER AREA ROBOTIC POUCH CASE PACKER USING SENSEA GUARD RECTANGULAR FLAT PACK

Name : Ulyatur Rosyidah
Supervisor I : Ir. Joko Susila, M.T.
Supervisor II : Mohamad Abdul Hady, ST., MT.
Field Supervisor : Mohammad Hafid, S. Pd.

ABSTRACT

Robotic Pouch Case Packer is a machine that used for packing pouch. This machine consists of several areas, one of which is Pouch Dropper which is used to transfer pouch from previous machine to smart conveyor. In the area there are mechanical equipment like gears that used to run conveyor. In general, the protector have been installed in gears in the form of a safety cap, but there are some workers or operators who deliberately open the safety cover on the grounds without considering risk factor. Risks that can occur when there is no protective gear when the machine is in operation are the hands, feet, hair or other body parts twisted, pulled, or pinched accidentally, so that it can cause scratches to amputation.

In addition to gears, the potential hazards in the area are also caused by electrical equipment such as wires that peel off. The hazards arising from flaky cables can cause workers shocked. Therefore, additional safety devices such as safety doors are required to protect the operator or worker from the range of potential hazards on the machine,. The components used for the safety door are the Sensea Guard Rectangular Flat Pack. When the safety door is opened while the machine is operating, the machine automatically stops. When opened before the engine operates, the machine can not operate. By using these components the time required for the safety door to turn off the entire process on the machine when operating is 0.18s, that time meets the maximum standard to stop the machine, ie less than 1 s.

Keywords: *Robotic Pouch Case Packer, safety door, Pouch Dropper, Sensea Guard Rectangular Flat Pack.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami ucapkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “**Perancangan *Safety Door* pada Area *Pouch Dropper Robotic Pouch Case Packer* Menggunakan *Sensa Guard Rectangular Flat Pack*” untuk memenuhi syarat kelulusan pada Bidang Studi komputer kontrol Departemen Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.**

Laporan penelitian ini dapat diselesaikan oleh penulis berkat bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua yang selalu memberi dukungan, semangat, dan doa untuk keberhasilan penulis. Bapak Ir. Joko Susila, M. T. dan Bapak Mohamad Abdul Hady, ST., MT. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya. Bapak Imam Arifin, ST., MT., selaku pembimbing laboratorium, serta dosen wali yang telah mendidik penulis menjadi lebih baik. Dosen Bidang Studi Komputer Kontrol Departemen Teknik Elektro Otomasi atas pendidikan dan ilmunya. Bapak Mohammad Hafid sebagai pembimbing lapangan. Bapak dan Ibu karyawan PT. Industrial Robotic Automation bagian elektrik atas ilmu dan pengalamannya, serta teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya. Laporan ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun.

Surabaya, 02 Agustus 2018

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN.....	xi
ABSTRAK.....	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xv
KATA PENGANTAR.....	xvii
DAFTAR ISI.....	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR TABEL.....	xxii
1 BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metodologi.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
2 BAB II <i>SAFETY DOOR AREA POUCH DROPPER</i>	5
2.1 <i>Robotic Pouch Case Packer</i> [2].....	5
2.1.1 <i>Area Pouch Dropper</i> [3].....	6
2.2 <i>Safety System</i>	6
2.2.1 <i>Risk Assesment and Risk Reduction</i>	7
2.2.2 <i>Kategori Safety</i>	8
2.3 <i>PLC</i>	9
2.3.1 <i>Safety PLC</i>	10
2.4 <i>Safety Reaction Time</i>	11
2.5 <i>Sensa Guard Rectangular Flat Pack</i>	12
2.6 <i>Sysmac Studio</i> [15].....	12
3 BAB III PERANCANGAN <i>SAFETY DOOR</i>	15
3.1 <i>Kebutuhan Safety Door Non-Contact</i>	15
3.2 <i>Blok Fungsional Safety Door Non-Contact</i>	15
3.3 <i>Perancangan Safety Door Non-Contact</i>	17
3.3.1 <i>Konfigurasi Sistem Kontrol Safety Menggunakan Ethercat</i>	17
3.3.2 <i>Konfigurasi Pin Sensa Guard Rectangular Flat Pack</i> ..	18
3.4 <i>Perancangan Program Safety pada PLC</i>	19
3.4.1 <i>Flowchart Program Safety Door</i>	19

3.4.2	Alamat pada <i>Standard</i> dan <i>Safety Input Unit</i>	22
3.4.3	Alamat pada <i>Standard</i> dan <i>Safety Output Unit</i>	22
3.4.4	Perancangan Program.....	23
3.5	<i>Safety Reaction Time</i>	29
4	BAB IV IMPLEMENTASI DAN ANALISIS.....	33
4.1	Pemasangan <i>Safety Door Area Pouch Dropper</i>	33
4.2	Analisis Program.....	33
4.2.1	Program <i>Safety Control</i>	34
4.2.2	Program pada <i>Standard Control</i>	35
4.3	Pengujian <i>Safety Door</i>	40
4.3.1	Ketika Mesin Beroperasi.....	41
4.3.2	Sebelum Mesin Beroperasi.....	44
5	BAB V PENUTUP.....	45
	DAFTAR PUSTAKA.....	47
	LAMPIRAN.....	49
	Lampiran 1. Spesifikasi <i>Sensa Guard Rectangular Flat Pack</i>	49
	Lampiran 2. Karakteristik <i>safety</i> relay G7SA.....	51
	Lampiran 3. Spesifikasi <i>safety</i> CPU unit (NX-SL3300).....	52
	Lampiran 4. Spesifikasi <i>safety input</i> unit (NX-SID800).....	53
	Lampiran 5. Program <i>safety control safety door non-contact</i>	55
	Lampiran 6. Wiring diagram <i>sensa guard rectangular flat pack</i>	56
	Lampiran 7. Wiring diagram <i>safety input</i> unit (NX_SID800).....	57
	Lampiran 8. Wiring diagram <i>safety output</i> unit (NX-SOD400).....	58
	Lampiran 9. Wiring diagram <i>safety</i> relay panel 2.....	59
	Lampiran 10. Wiring diagram <i>safety</i> CPU unit (NX-SL3300).....	60
	Lampiran 11. Wiring diagram <i>safety</i> relay panel 4.....	61
	RIWAYAT PENULIS.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tampilan mesin <i>Robotic Pouch Case Packer</i> [2].....	5
Gambar 2.2	Tampilan area <i>Pouch Dropper</i>	6
Gambar 2.3	Proses penilaian risiko dan pengurangan risiko[7].....	7
Gambar 2.4	Bagian PLC[12].....	9
Gambar 2.5	Hubungan antara <i>safety</i> dan <i>standard control</i> [14].....	10
Gambar 2.6	Tampilan <i>sensa guard</i>	12
Gambar 3.1	Blok fungsional <i>safety door non-contact</i>	16
Gambar 3.2	Blok fungsional <i>safety relay</i>	17
Gambar 3.3	Konfigurasi <i>safety control</i> menggunakan EtherCAT[14].	18
Gambar 3.4	Konfigurasi pin <i>Sensa Guard Rectangular Flat Pack</i>	18
Gambar 3.5	Tahapan pembuatan program.....	19
Gambar 3.6	<i>flowchart safety door non-contact</i>	20
Gambar 3.7	<i>flowchart reset error</i>	21
Gambar 3.8	<i>Safety Function block SF_GuardMonitoring</i>	24
Gambar 3.9	Tampilan konfigurasi EtherCAT.....	25
Gambar 3.10	Konfigurasi EtherCAT <i>slave terminal node 4</i>	27
Gambar 3.11	Konfigurasi EtherCAT <i>slave terminal node 5</i>	27
Gambar 3.12	Susunan konfigurasi CPU/ <i>Expansion rack</i>	28
Gambar 3.13	Tampilan konfigurasi <i>safety I/O unit</i>	29
Gambar 3.18	<i>Detail setting list safety door non-contact</i>	30
Gambar 3.19	Nilai FSoE <i>wathcdog timer</i> untuk <i>safety input unit</i>	31
Gambar 4.1	Pemasangan <i>safety door</i> area <i>Pouch Dropper</i>	33
Gambar 4.2	Tampilan program <i>safety control</i>	34
Gambar 4.3	<i>Time chart SF_GuardMonitoring_Safetydoor</i>	35
Gambar 4.4	Program reset <i>_safety</i>	36
Gambar 4.5	Program untuk mengaktifkan <i>status_safetyDoor</i>	36
Gambar 4.6	Program <i>Error_SafetyDoor</i>	37
Gambar 4.7	Program <i>bFl_MachineStatus_Error</i>	38
Gambar 4.8	Program <i>Error_SafetyDoorPouchDropper</i>	38
Gambar 4.9	Program <i>bFl_PouchDropperStatus_Error</i>	38
Gambar 4.10	Program <i>bFl_TestModePouchDropper_Active</i>	39
Gambar 4.11	Program <i>FB motor management</i>	39

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Address pada standard dan safety input</i>	22
Tabel 3.2 <i>Address pada standard dan safety output</i>	23
Tabel 4.1 <i>Daftar exposed variables</i>	35

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT IRA (*industrial robotic automation*) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang produksi mesin *packaging* (mesin pengemas) untuk industri. Salah satu *project* yang saat ini sedang dikerjakan oleh PT IRA untuk memenuhi pesanan pelanggan adalah mesin *Robotic Pouch Case Packer*. Mesin tersebut digunakan untuk melakukan pengepakan *pouch* ke dalam kotak secara otomatis. Dalam pengoperasiannya, mesin ini terdiri dari beberapa area, salah satunya adalah *Pouch Dropper*.

Area *Pouch Dropper* merupakan area yang digunakan untuk menyalurkan *pouch* menuju *Smart Conveyor*. Area ini, terdiri dari beberapa peralatan mekanik, salah satunya adalah roda gigi sebagai penggerak *conveyor belt*. Pada umumnya, peralatan tersebut sudah dipasang pelindung berupa tutup pengaman, namun tidak sedikit para pekerja atau operator yang sengaja membuka tutup pengaman. Hal tersebut dilakukan tanpa mempertimbangkan faktor risiko. Risiko yang dapat terjadi apabila tidak terdapat pelindung pada roda gigi saat mesin beroperasi adalah tangan, kaki, rambut atau bagian tubuh lainnya terlilit, tertarik, atau terjepit secara tidak sengaja, sehingga dapat menyebabkan luka gores, amputasi hingga kematian.

Selain itu, pada area tersebut juga terdapat kabel yang digunakan untuk menghubungkan tiap komponen menuju panel. Kabel merupakan salah satu potensi bahaya yang terdapat pada mesin apabila kondisi kabel terkelupas. Bahaya yang ditimbulkan dari kabel yang terkelupas adalah dapat menyebabkan pekerja tersengat arus listrik.

Berdasarkan data *Internasional Labour Organization* (ILO) tahun 2013, setiap 15 detik terdapat 1 pekerja di dunia yang meninggal akibat kecelakaan kerja, dan 160 pekerja mengalami sakit akibat kerja[1]. Berkaitan dengan hal tersebut, maka perlu dirancang suatu alat pelindung tambahan yang dapat melindungi operator atau pekerja dari jangkauan potensi bahaya pada mesin, serta dapat mematikan mesin secara otomatis apabila pelindung tersebut dibuka. Alat pelindung tambahan yang bisa digunakan untuk menangani kedua hal tersebut adalah *safety door*.

Pada penelitian ini akan dirancang suatu *safety door* pada area *Pouch Dropper* menggunakan *Sensa Guard Rectangular Flat Pack*. Dengan adanya *safety door* tersebut diharapkan dapat melindungi pekerja dari potensi bahaya yang terdapat pada mesin area *Pouch Dropper*.

1.2 Perumusan Masalah

Terdapat beberapa potensi bahaya pada area *Pouch Dropper*, diantaranya adalah roda gigi yang digunakan untuk menggerakkan conveyor serta kabel yang terkelupas. Apabila tidak terdapat pelindung pada area tersebut, maka operator dapat mengalami kecelakaan kerja. Akibat dari kecelakaan kerja bermacam-macam mulai dari luka gores hingga amputasi.

1.3 Batasan Masalah

Pada *Robotic Pouch Case Packer* terdapat dua area yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja yaitu *Pouch Dropper* dan Robot Codian. Penelitian ini berfokus pada perancangan *safety door* untuk area *Pouch Dropper*.

1.4 Tujuan Penelitian

Pengerjaan penelitian ini diharapkan akan diperoleh suatu pelindung yang dapat melindungi operator dari potensi bahaya mesin pada area *Pouch Dropper*.

1.5 Metodologi

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap diantaranya studi literatur, perancangan sistem, pengujian dan analisis, serta penyusunan buku laporan penelitian. Studi literatur digunakan untuk mendalami materi atau teori yang berkaitan dengan topik penelitian. Selain itu, penulis juga melakukan konsultasi atau diskusi dengan dosen pembimbing serta pembimbing lapangan untuk mendapatkan saran mengenai permasalahan yang muncul selama pengerjaan penelitian ini.

Perancangan sistem terdiri dari perancangan *hardware* serta perancangan program pada PLC. Fungsi masing-masing pin pada *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* menjadi dasar perancangan sistem *hardware*. Perancangan program pada PLC dibutuhkan untuk menghubungkan kinerja tiap komponen dalam sistem. Setelah sistem telah selesai dirancang dilakukan pengujian dan analisis. Pengujian dilakukan untuk melihat apakah terdapat *error* pada sistem, jika masih

terdapat *error* pada sistem dilakukan *troubleshooting* atau perancangan ulang.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan buku laporan penelitian ini dapat dijelaskan dengan sistematika sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang dilakukannya penelitian, permasalahan, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi, sistematika penulisan dan relevansi dari penelitian yang dilakukan.

BAB 2 SAFETY SYSTEM AREA POUCH DROPPER

Konsep dan teori yang mendasari penelitian ini meliputi mesin *Robotic Pouch Case Packer*, *safety system*, PLC (*Programmable Logic Controller*), *Sensa Guard Rectangular Flat Pack*, serta Sysmac Studio.

BAB 3 PERANCANGAN SISTEM

Perancangan *hardware* serta program PLC untuk sistem *safety* yang terdapat pada area *Pouch Dropper* dijelaskan pada Bab 3.

BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini dijelaskan hasil pengujian sistem dan analisis pengaruh sistem terhadap kinerja mesin.

BAB 5 KESIMPULAN

Bab 5 berisi tentang kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan pengujian dan analisis.

Halaman ini sengaja dikosongkan

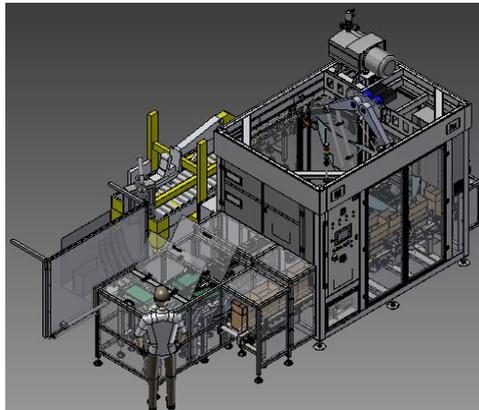
BAB II

SAFETY DOOR AREA POUCH DROPPER

Robotic Pouch Case Packer mempunyai fungsi utama yaitu melakukan pengepakan dan penataan *pouch* ke dalam kotak. *Safety door* merupakan salah satu bentuk sistem *safety* yang digunakan untuk mencegah atau mengurangi terjadinya kecelakaan kerja saat mesin beroperasi. Bab ini membahas beberapa materi yang digunakan untuk menunjang perancangan *safety door*. Adapun materi yang dibahas adalah *Robotic Pouch Case Packer*, *safety system*, PLC (*Programmable Logic Controller*), *Sensa Guard Rectangular Flat Pack*, serta Sysmac Studio.

2.1 *Robotic Pouch Case Packer* [2]

Mesin ini diproduksi oleh PT IRA untuk memenuhi pesanan yang diinginkan oleh *customer*. Fungsi utama dari mesin ini adalah untuk melakukan pengepakan dan penataan *pouch* ke dalam 4 kotak. Mesin *Robotic Pouch Case Packer* terdiri dari beberapa bagian, diantaranya *Reject Conveyor*, *Pouch Dropper*, *Vane/Smart Conveyor*, *Gripper*, *Box Infeed Conveyor*, *Box Placing Conveyor*, *Outfeed Box Conveyor*, *Carton Sealer*, serta *industrial robot*. Dengan beberapa bagian tersebut, mesin ini dapat menangani proses pengepakan *pouch* hingga 240 *pouch* per menit. Tampilan dari mesin *Robotic Pouch Case Packer* dapat dilihat pada Gambar 2.1.

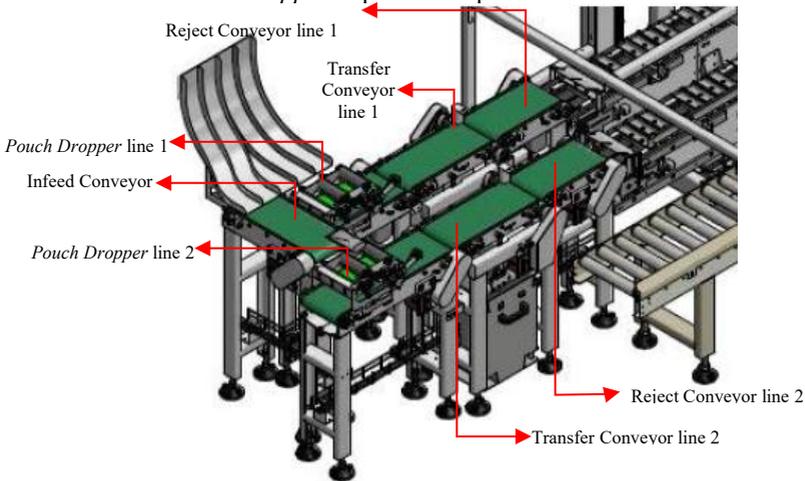


Gambar 2.1 Tampilan mesin *Robotic Pouch Case Packer*[2].

Selain bagian-bagian yang disebutkan, mesin juga dilengkapi dengan tower *lamp* serta *buzzer* yang digunakan sebagai indikator mesin. Ketika terdapat masalah pada mesin, maka *buzzer* dan salah satu lampu yang terdapat pada tower *lamp* akan menyala.

2.1.1 Area *Pouch Dropper*[3]

Bagian yang terdapat pada *Robotic Pouch Case Packer*, dibagi menjadi beberapa area, salah satunya yaitu *Pouch Dropper*. Tampilan dari area *Pouch Dropper* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Tampilan area *Pouch Dropper*

Pada Gambar 2.2, area *Pouch Dropper* terdiri dari beberapa bagian, yaitu *Infeed Conveyor*, *Transfer Conveyor*, *Reject Conveyor*, dan *Pouch Dropper*. *Infeed*, *Transfer* dan *Reject Conveyor* digunakan untuk menyalurkan *pouch* menuju *smart conveyor*. Sedangkan *Pouch Dropper* digunakan untuk menjatuhkan *pouch* menuju *conveyor*. *Pouch Dropper* dilengkapi dengan fotosensor dan aktuatur pneumatik. Fotosensor berfungsi sebagai pendeteksi ada atau tidaknya *pouch* pada bagian *dropper*, sedangkan aktuatur pneumatik digunakan untuk membuka bagian *dropper* apabila sensor mendeteksi adanya *pouch*.

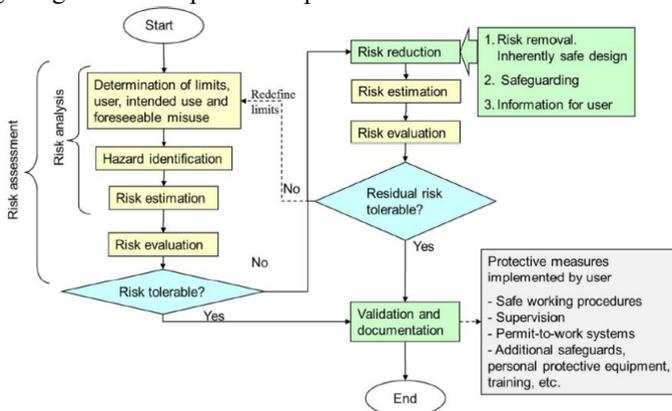
2.2 *Safety System*

Sistem keselamatan (*safety system*) dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang bebas dari risiko kerusakan diri sendiri atau peralatan

lain serta tidak menyebabkan cedera untuk manusia. Tujuan utama dari *safety system* adalah untuk mengoptimalkan dan mengidentifikasi risiko yang terkait keselamatan, dengan cara mengendalikan keamanan sistem berdasarkan pada desain dan prosedur yang dapat diterima[4]. Agar tujuan tersebut dapat terlaksana dengan baik, maka diperlukan *risk assesment* serta *risk reduction*.

2.2.1 Risk Assesment and Risk Reduction

Penilaian risiko(*risk assesment*) dan pengurangan risiko(*risk reduction*) dibutuhkan agar mesin atau peralatan yang akan dibuat dapat digunakan dengan aman. Penilaian risiko serta pengurangan risiko untuk mesin dijelaskan pada ISO(*International Standard Operasional*) 12100[5]. Berdasarkan ISO 12100 proses penilaian risiko dan pengurangan risiko dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Proses penilaian risiko dan pengurangan risiko[7].

Dari Gambar 2.3 dapat diketahui bahwa penilaian risiko terdiri dari analisis risiko serta penilaian risiko. Langkah pertama dalam melakukan analisis risiko adalah menentukan batas dari suatu mesin. Terdapat beberapa poin yang harus dipertimbangkan dalam menentukan batas dari suatu mesin. Salah satunya adalah persyaratan untuk menghidupkan mesin. Poin lain yang juga perlu dipertimbangkan adalah penggunaan dan pengoperasian yang diharapkan, serta penyalahgunaan atau malfungsi yang diduga dapat terjadi. Selain itu, kita juga harus mempertimbangkan tentang kemungkinan dampak yang terjadi pada pekerja, apabila mesin mengalami kesalahan seperti yang diperkirakan.

Setelah menentukan batas-batas mesin, langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi bahaya. Identifikasi bahaya dapat dilakukan dengan cara memeriksa semua kondisi mesin yang berbahaya. Prediksi bahaya dapat disebabkan oleh mesin itu sendiri seperti bahaya mekanis seperti terlilit. Selain itu, bahaya juga dapat disebabkan oleh listrik, berupa kontak langsung dengan komponen aktif.

Penilaian risiko dilakukan setelah analisis risiko telah dilakukan. Penilaian tersebut berdasarkan hasil dari identifikasi bahaya, yaitu tingkat keparahan atau kemungkinan terjadinya bahaya pada mesin, termasuk sumber bahaya yang dapat muncul secara tidak terduga. Setelah memperkirakan risiko yang dapat terjadi, risiko tersebut dievaluasi untuk menentukan apakah risiko tersebut perlu untuk dikurangi atau tidak.

Apabila hasil dari evaluasi risiko menyatakan bahwa risiko perlu dikurangi, maka dilakukan *risk reduction* (pengurangan risiko) dengan cara menambah komponen *safety* seperti *safety door* pada mesin, menggunakan material atau komponen dengan potensi bahaya yang lebih kecil, atau menggunakan sistem *redundant* untuk beberapa komponen[6].

2.2.2 Kategori Safety

Berdasarkan ISO 13849, *safety* dibagi menjadi 5 kategori, yaitu kategori B,1,2,3 dan 4. Setiap kategori menjelaskan tentang ketahanan dan perilaku komponen *safety* ketika terjadi kesalahan pada bagian yang terkait dengan *safety*[8]. Komponen yang digunakan pada mesin dengan kategori B harus dirancang, dipilih, dirangkai dan digabungkan sesuai dengan standar yang relevan. Apabila terjadi kesalahan, hal tersebut dapat menghilangkan fungsi *safety* pada komponen.

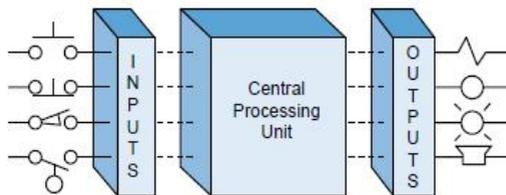
Pada kategori 1, apabila terjadi kesalahan maka dapat menghilangkan fungsi *safety* dengan kemungkinan yang lebih kecil dibandingkan dengan kategori B. Sedangkan kategori 2, dapat mendeteksi apabila terjadi kesalahan dengan melakukan pengujian yang berkala pada suatu interval. Namun, fungsi *safety* masih dapat hilang antara waktu pengujian. Kategori B,1, dan 2 dapat diaplikasikan pada mesin yang mempunyai tingkat bahaya rendah, serta kemungkinan bahaya dapat dicegah tinggi.

Syarat komponen untuk *safety* kategori 3 adalah persyaratan *safety* kategori B ditambah dengan menggunakan komponen yang menggunakan sistem *redundant* sehingga, tidak menghilangkan fungsi

safety apabila terjadi kesalahan. Hal tersebut berbeda dengan syarat komponen untuk kategori 4, yaitu menggunakan komponen secara *redundant* serta menggunakan *feedback loop* yang digunakan untuk memantau *output* secara berkelanjutan, sehingga dapat memastikan fungsi *safety* selalu ada. Kategori 3 dapat diaplikasikan pada mesin dengan tingkat bahaya menengah hingga tinggi. Sedangkan kategori 4 diaplikasikan pada mesin yang mempunyai tingkat bahaya tinggi dengan kemungkinan bahaya dapat dicegah oleh komponen lain adalah rendah[9].

2.3 PLC

Definisi PLC dapat dilihat dari namanya yaitu *programmable* yang artinya dapat diprogram, *logic* berarti bekerja berdasarkan logika yang dibuat, dan *controller* yang mempunyai arti menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur sehingga menghasilkan *output* sesuai dengan yang diinginkan[10]. PLC pertama kali dikembangkan pada tahun 1969, dari sebuah alat kontrol yang mampu menangani *input/output* dalam jumlah kecil, menjadi alat kontrol modular yang dapat menangani *input/output* dalam jumlah besar, baik berupa analog maupun digital[11]. PLC terdiri dari dua bagian yaitu CPU(*Central Processing Unit*) serta modul I/O (*Input/Output*) seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bagian PLC[12].

Modul I/O secara fisik terhubung dengan perangkat lapangan (*field device*) yang ditemui dalam mesin atau yang digunakan pada proses *control*. Perangkat lapangan tersebut, dapat berupa diskrit atau analog I/O, seperti *limit switch*, *push buttons*, solenoid, dan lain-lain.

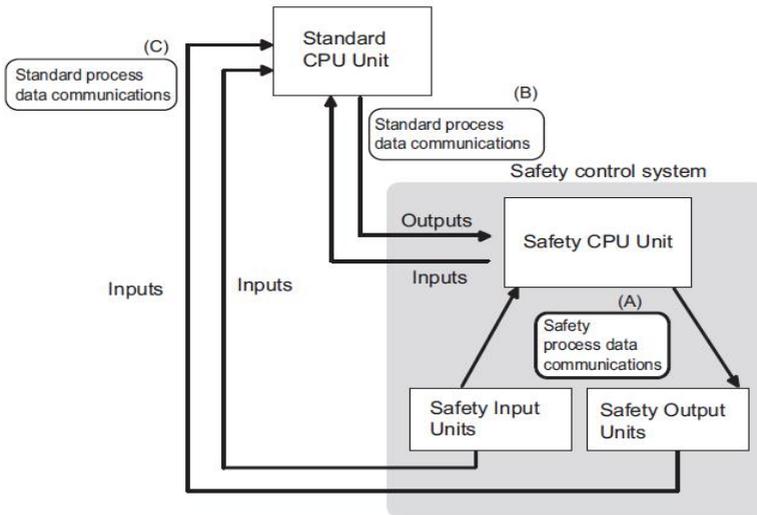
Selain modul I/O, PLC juga dilengkapi dengan CPU yang digunakan untuk mengatur dan memproses semua aktivitas dengan menggunakan tiga komponen penyusun, yaitu *processor*, *memory*, dan *power supply*. Selama operasi, CPU menyelesaikan tiga proses, yaitu membaca atau menerima sinyal dari perangkat lapangan melalui modul

input. Selanjutnya CPU akan mengeksekusi, atau mengerjakan program yang tersimpan dalam *memory*. Setelah program dieksekusi, proses berikutnya adalah menulis atau memperbarui *output device* yang terhubung dengan modul *output*. Ketiga proses tersebut, berlangsung secara berurutan mulai dari pembacaan *input*, pemrosesan program hingga memperbarui *output*[12].

2.3.1 Safety PLC

Suatu kontroler khusus yang dirancang untuk penggunaan fungsi *safety* atau yang biasa disebut dengan *safety PLC*, mempunyai arsitektur *redundant*, serta keandalan tinggi yang diperlukan oleh standar *safety*. Dalam beberapa kasus, *safety PLC* tidak digunakan sendiri namun diintegrasikan dengan standar PLC. Komunikasi antara *safety PLC* dengan standar PLC dapat dilakukan melalui jaringan. Ketika suatu kondisi yang diperlukan untuk menjalankan mesin telah terpenuhi, maka *safety PLC* akan memberikan sinyal terhadap standar PLC untuk dapat memulai proses pada mesin tersebut[13].

Safety PLC digunakan sebagai *safety control system* sedangkan *standard PLC* digunakan sebagai *standard control system*. Hubungan antara *safety control system* dengan *standard control system* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Hubungan antara *safety* dan *standard control* [14].

Berdasarkan Gambar 2.5, dapat diketahui bahwa *safety control system* terdiri dari unit *safety CPU* serta unit *safety I/O*. Unit *safety CPU* digunakan untuk mengatur sistem *safety* dengan *safety I/O* melalui proses komunikasi data *safety*. Selain itu, unit *safety CPU* juga dapat mengolah data yang berasal dari *standard control system* melalui proses komunikasi data *standard*. Unit *safety I/O* dapat digunakan sebagai *input* pada *standard CPU*, namun *standard CPU* tidak dapat melakukan pengaturan terhadap unit *safety I/O*[14].

2.4 Safety Reaction Time

Lama waktu yang dibutuhkan untuk suatu mesin berhenti beroperasi ketika terdapat permasalahan pada mesin disebut dengan *safety reaction time*. cara menghitung *safety reaction time* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Safety reaction time} = \text{respon waktu safety sensor/switch} + \text{safety I/O refresh time} + \text{respon waktu dari aktuator} \quad (2.1)$$

Respon waktu dari *safety sensor/switch* merupakan respon waktu yang dibutuhkan untuk mematikan *safety sensor/switch* seperti *light curtain*, nilai tersebut ditentukan untuk masing masing sensor/switch. Respon waktu aktuator merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mematikan aktuator seperti *safety relay*. Nilai tersebut ditetapkan untuk setiap aktuator.

Sedangkan *safety I/O refresh time* yaitu jumlah hitungan dari konfigurasi elemen yang terkait, terhitung dari berubahnya terminal pada *safety input* sampai perubahan disalurkan melalui *safety CPU* unit dan mematikan terminal *safety output*. Sebelum menghitung *safety I/O refresh time*, hal pertama yang harus diketahui adalah jumlah dari elemen penyusun yang terkait. Berikut merupakan cara menghitung *safety I/O refresh time*.

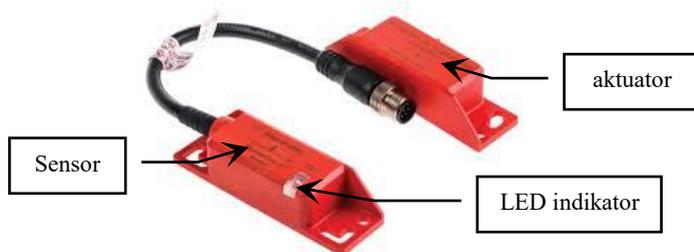
$$\text{Safety I/O refresh time} = \text{input delay time} + \text{safety input refresh time} + \text{safety output refresh time.} \quad (2.2)$$

Input delay time merupakan waktu tunda yang ditetapkan untuk terminal *safety input* pada unit *safety input*. Selain *input delay time*, untuk mengetahui nilai dari *safety I/O refresh time* juga harus diketahui *safety input refresh time*. Cara mencari nilai *safety input refresh time* adalah nilai dari FSoE *watchdog timer* antara *safety CPU* unit dan *safety input* unit ditambah dengan *safety input* unit processing time. *Safety output refresh time* merupakan nilai dari FSoE *wathdog timer* antara

safety CPU unit dengan *safety output* unit ditambah dengan waktu pemrosesan pada *safety output* unit.

2.5 *Sensa Guard Rectangular Flat Pack*

Pemasangan *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* sebagai *safety door* dapat dilakukan pada pintu geser, pintu angkat, atau pintu engsel yang tidak membutuhkan kunci. *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* terdiri dari dua bagian yaitu bagian sensor dan aktuator. Untuk mencegah dari kerusakan direkomendasikan celah sebesar 2mm antara aktuator dan sensor saat pemasangan. Tampilan *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Tampilan *sensa guard*

Pasangan dari sensor dan aktuator pada suatu *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* tidak dapat ditukar dengan bagian sensor dan aktuator lainnya. Selain itu pemasangan antara *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* satu dengan yang lainnya minimal berjarak 200 mm. Apabila jarak antara *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* yang satu dengan yang lain kurang dari 200 mm maka bagian sensor akan mengalami *error*. Bagian sensor dilengkapi dengan LED sebagai indikator sehingga dapat memudahkan proses *maintenance*. Spesifikasi dari *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* dapat dilihat pada Lampiran 1.

2.6 Sysmac Studio[15]

Software ini dapat mengintegrasikan konfigurasi, pembuatan program, simulasi, dan *monitoring* dalam satu tampilan *interface* yang sederhana. Sysmac Studio dapat mengontrol dan mengkonfigurasi seluruh mesin dengan satu jaringan, hal tersebut dapat menambah efisiensi dalam melakukan pemrograman. Selain itu, pemrograman pada Sysmac Studio menggunakan variabel, sehingga tidak memerlukan waktu untuk mempelajari *internal memory* pada kontroler. Sysmac

Studio dirancang untuk memudahkan pengoperasian atau pengoptimalan gabungan kontroler, seperti yang terdapat pada NJ/NX/NY *series* dengan menggunakan EtherCAT *slave*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

PERANCANGAN SAFETY DOOR

Pada BAB ini akan dibahas mengenai kebutuhan sistem yang digunakan untuk merancang suatu *safety door*. Perancangan *safety door* terdiri dari perancangan perangkat keras dan program. Perancangan perangkat keras dilakukan dengan cara membuat konfigurasi antara komponen satu dengan lainnya. Dimana komponen tersebut berhubungan dengan *safety door non-contact*. Selain itu, juga akan dibahas mengenai perancangan program untuk *safety door*.

3.1 Kebutuhan Safety Door Non-Contact

Perancangan *safety door* pada area *Pouch Dropper* memerlukan beberapa perangkat keras serta perangkat lunak. Perangkat lunak yang dibutuhkan adalah Sysmac Studio. *Software* tersebut digunakan untuk membuat program yang berhubungan dengan *safety door*.

Selain membutuhkan perangkat lunak, perancangan *safety door* juga membutuhkan perangkat keras berupa *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* dengan tipe 440N-Z21SS2H-AS. Perangkat tersebut digunakan sebagai sensor untuk mengetahui keadaan *safety door*. Pin dari *Sensa Guard* terhubung dengan standar PLC serta *safety PLC*. Standar PLC terdiri dari modul I/O yang menggunakan NX-ID5442/NX-ID5256 dan standar CPU NJ501. Sedangkan *safety PLC* menggunakan NX-SID800 sebagai modul *safety input*, NX-SOD400 sebagai modul *safety output*, serta NX-SL3300 sebagai *safety CPU*.

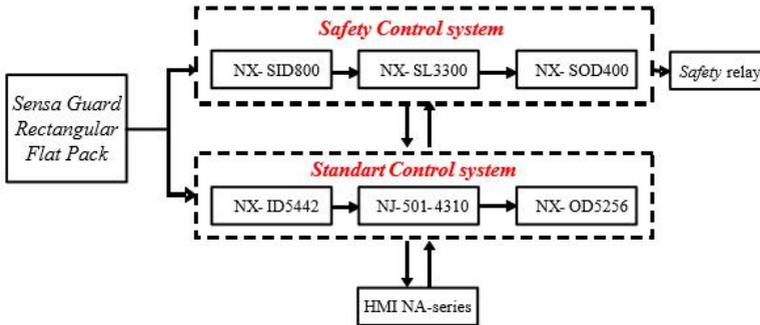
3.2 Blok Fungsional Safety Door Non-Contact

Safety door non-contact area *Pouch Dropper* menggunakan *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* sebagai sensor. sensor tersebut digunakan untuk mendeteksi keadaan pintu. Adapun blok fungsional dari *safety door non-contact* dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Berdasarkan Gambar 3.1, dapat diketahui bahwa *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* terhubung dengan unit kontrol *safety* sebagai masukan pada modul *safety input* (NX-SID800). Modul *safety input* digunakan untuk mengirimkan logika 1 atau 0 kepada *safety CPU unit* (NX-SL3300) mengenai keadaan dari *safety door*.

Terdapat dua keadaan pada *safety door*, yaitu keadaan terbuka (*Sensa Guard* tidak aktif) dan keadaan tertutup (*Sensa Guard* aktif). Sinyal dari modul *safety input* akan diolah sesuai dengan program *safety*

yang ada. Setelah itu, *safety* CPU akan memberikan perintah kepada modul *safety output*(NX-SOD400) untuk aktif atau tidak, bergantung pada keadaan *safety door*.



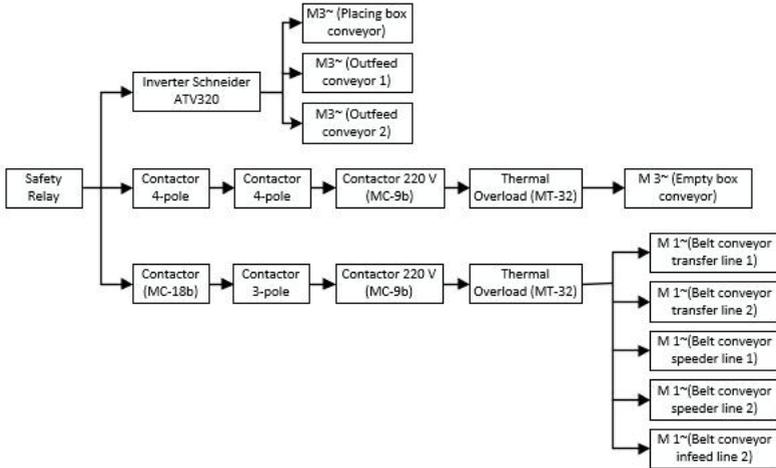
Gambar 3.1 Blok fungsional *safety door non-contact*

Port pada modul *safety input*, terhubung dengan *safety relay* yang berfungsi sebagai *power* dari beberapa komponen, sehingga ketika *safety relay* tidak aktif, maka otomatis komponen yang terhubung juga tidak aktif. Salah satu komponen yang tersambung dengan *safety relay* adalah *inverter* schneider ATV320. *Inverter* digunakan untuk mengatur *Conveyor Placing Product* serta dua buah *Conveyor Outfeed Product*. *Safety relay* juga terhubung dengan *contactor* yang digunakan untuk mengatur *on/off* dari *Conveyor Empty Box* serta semua *conveyor belt* yang terdapat di area *Pouch Dropper*.

Selain menjadi masukan pada modul *safety input*, *Sensa Guard* juga menjadi masukan dari modul standar *input* (NX-ID5442). Modul standar *input* digunakan untuk mengirimkan logika dari perangkat lapangan menuju standar CPU. Setelah itu, standar CPU (NJ501-4310) akan memerintahkan modul standar *output* (NX-SOD400), untuk mengaktifkan beberapa komponen yang digunakan sebagai indikator *error* pada mesin. Standar CPU terhubung dengan HMI NA-series untuk menampilkan *alarm notice*.

Dari blok fungsional diagram yang terdapat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2, dapat diketahui cara kerja dari *safety door non-contact* pada area *Pouch Dropper*. Ketika *safety door* dibuka pada saat mesin beroperasi, maka *safety CPU* akan memerintahkan *safety output* menjadi tidak aktif, sehingga motor AC 3 fasa serta motor AC 1 fasa akan berhenti beroperasi. Setelah itu, *safety CPU* akan mengirimkan logika

berupa digital 1 atau 0 menuju standar CPU. Setelah itu, standar CPU mengolah data digital tersebut agar dapat menampilkan *notice* pada HMI serta mengaktifkan indikator pada mesin.



Gambar 3.2 Blok fungsional *safety* relay

3.3 Perancangan *Safety Door Non-Contact*

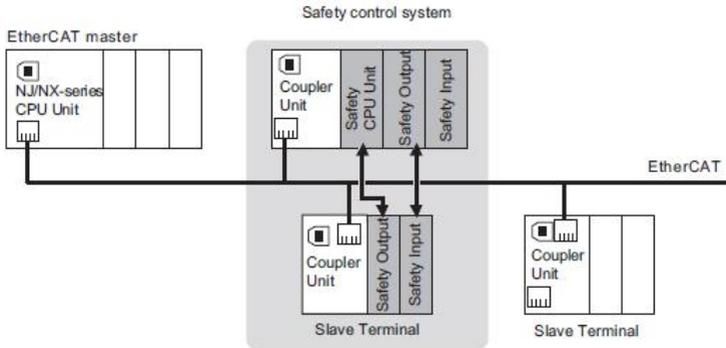
Pada sub-bab ini akan dibahas mengenai konfigurasi dari beberapa komponen penyusun, seperti konfigurasi *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* dengan sistem kontrol dan masih banyak lagi.

3.3.1 Konfigurasi Sistem Kontrol *Safety* Menggunakan Ethercat

Sistem kontrol *safety* pada mesin *Robotic Pouch Case Packer* digunakan untuk mengatur keseluruhan sistem *safety*, terdiri dari *safety I/O unit* dan *safety CPU unit*. Sistem kontrol tersebut menggunakan jaringan EtherCAT dengan NJ/NX-series CPU *unit* sebagai EtherCAT *master*, dan EtherCAT *coupler unit* sebagai EtherCAT *slave*. Konfigurasi antara sistem kontrol *safety* pada mesin *Robotic Pouch Case Packer* dapat dilihat pada Gambar 3.4.

Dari Gambar 3.4, diketahui bahwa *safety CPU unit* tidak hanya digunakan untuk *safety I/O* yang terpasang pada satu terminal EtherCAT *slaves*, namun juga dapat digunakan untuk mengontrol *safety I/O* pada terminal lain melalui jaringan EtherCAT yang sama. EtherCAT *master* pada mesin *Robotic Pouch Case Packer* berada pada panel 1. Sedangkan EtherCAT *slave* berada pada panel 2 dan panel 3. Pin dari

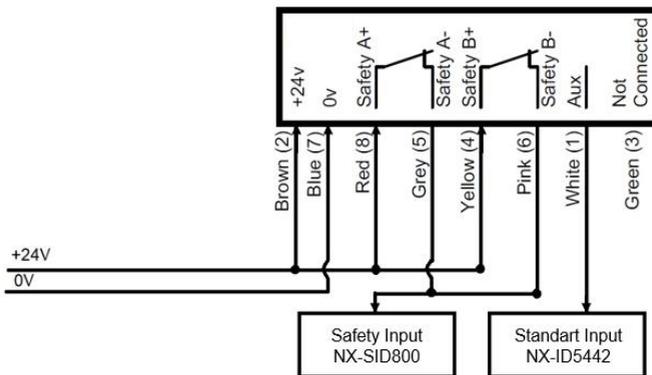
Sensa Guard Rectangular Flat Pack terhubung dengan port dari salah satu modul *safety input* pada panel 2.



Gambar 3.3 Konfigurasi *safety control* menggunakan EtherCAT[14].

3.3.2 Konfigurasi Pin *Sensa Guard Rectangular Flat Pack*

Safety door area Pouch Dropper menggunakan *Sensa Guard Rectangular Flat Pack*, yang terdiri dari beberapa pin dengan fungsi yang berbeda-beda. Konfigurasi dari beberapa pin tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.5. Pada Gambar 3.5, pin 5 (*grey*) serta pin 6 (*pink*) yang berfungsi sebagai pin *safety A-* dan *safety B-* terhubung dengan *safety input* PLC. Sedangkan pin 8 (*red*) dan pin 4 (*yellow*) terhubung dengan +24V.



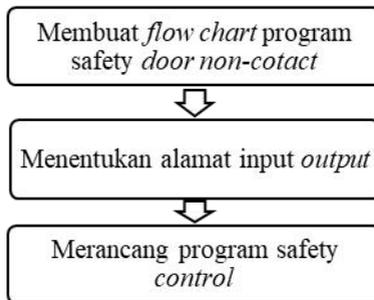
Gambar 3.4 Konfigurasi pin *Sensa Guard Rectangular Flat Pack*

Pin *safety A+*, *safety A-*, *safety B+*, *safety B-* digunakan untuk mengetahui keadaan dari *safety door*, apakah dalam keadaan terbuka atau tertutup. Pin 1 (*white*) terhubung dengan *standard input* PLC, sebagai *trigger* proses pada mesin serta menampilkan *alarm notice* pada layar HMI.

3.4 Perancangan Program *Safety* pada PLC

Selain melakukan perancangan *hardware*, pada penelitian ini juga diperlukan perancangan program pada PLC. *Software* yang digunakan untuk merancang program *safety* pada PLC adalah Sysmac Studio. Dalam melakukan perancangan program terdapat beberapa tahapan seperti yang terdapat pada Gambar 3.5.

Langkah pertama dalam melakukan perancangan program adalah membuat *flowchart*, yang digunakan untuk mempermudah pembuatan program. Kemudian menentukan *address* dari *input* serta *output*. Setelah itu, langkah selanjutnya adalah membuat program *safety* berdasarkan *flowchart* yang telah dibuat dan *address I/O* yang telah ditentukan.



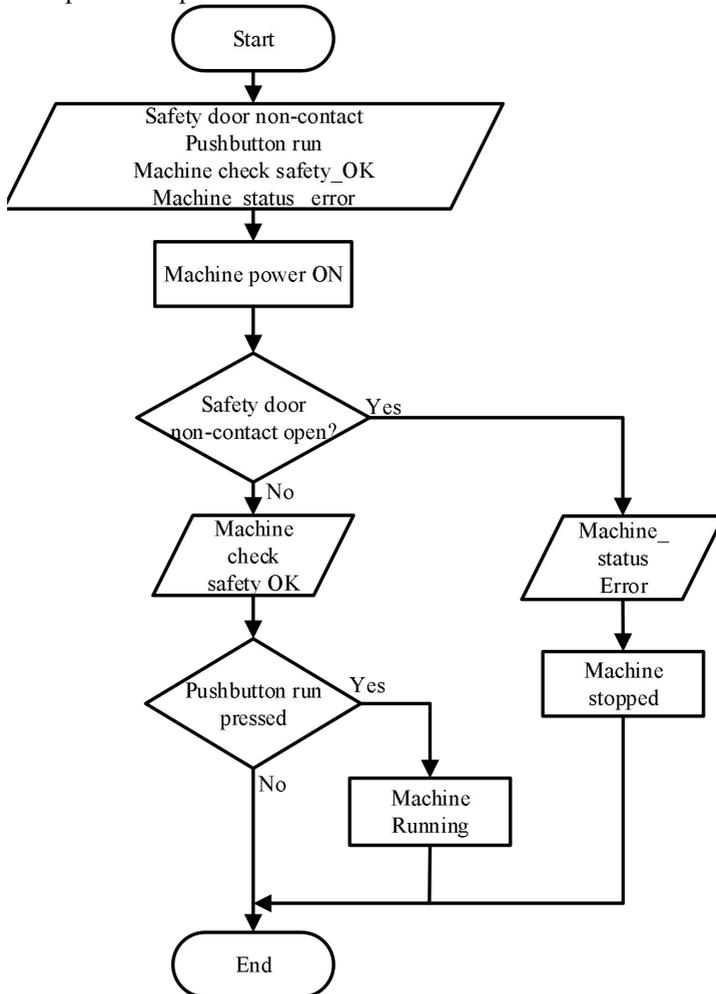
Gambar 3.5 Tahapan pembuatan program

3.4.1 *Flowchart* Program *Safety Door*

Flowchart digunakan untuk menjelaskan proses-proses yang akan terjadi pada mesin. Salah satunya adalah proses yang terjadi ketika *safety door non-contact* yang terdapat pada area *Pouch Dropper* dibuka. *flowchart* dari *safety door* dapat dilihat pada Gambar 3.6.

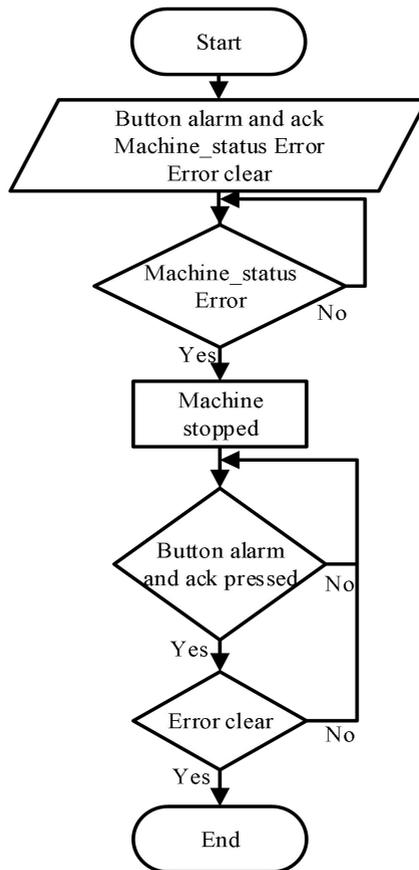
Berdasarkan Gambar 3.6, dapat diketahui bahwa ketika mesin pertama kali dihidupkan, *safety control* terlebih dahulu melakukan pengecekan terhadap komponen *safety*. Salah satunya adalah *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* yang digunakan sebagai sensor *safety door non-contact*. Ketika *safety door* dalam keadaan tertutup, maka

MachineCheckStatus akan aktif dan mesin dapat dijalankan dengan menekan tombol *run*. Namun apabila *safety door* dalam keadaan terbuka, maka *Machine_StatusError* akan aktif dan mesin tidak dapat dioperasikan sebelum *error* tersebut di *reset*. *flowchart* dari proses *reset error* dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.6 *flowchart safety door non-contact*

Selain mesin tidak dapat dioperasikan, mesin juga akan berhenti beroperasi ketika *Machine_StatusError* aktif seperti pada *flowchart* 3.7. untuk menon-aktifkan *Machine_StatusError* yang disebabkan oleh *safety door non-contact* adalah dengan cara menutup *safety door* yang terbuka. Setelah itu menekan tombol *ack* dan *alarm reset* pada mesin, dengan begitu *error* dapat dihilangkan dan mesin dapat dijalankan kembali dengan cara menekan tombol *run*. *Machine_StatusError* aktif tidak hanya ketika *safety door* dibuka, namun juga dapat disebabkan oleh kesalahan lain pada mesin.



Gambar 3.7 *flowchart* reset error

3.4.2 Alamat pada *Standard* dan *Safety Input Unit*

Terdapat 3 buah *safety door* yang menggunakan *non-contact safety switch*, yaitu *safety door* pada *Pouch Dropper front, middle* dan *back*. Pin yang terdapat pada *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* terhubung dengan *safety input* serta *standard input*. *Address* dari masing-masing pin tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Address* pada *standard* dan *safety input*.

Standar Input (NX-ID5442)			
No	Adress	Pin	Comment
1	xIn_R1_1_0_DSW	1 (Aux)	<i>Safety door</i> at <i>Pouch Dropper Back</i>
2	xIn_R1_1_1_DSW	1 (Aux)	<i>Safety door</i> at <i>Pouch Dropper Middle</i>
3	xIn_R1_1_10_DSW	1 (Aux)	<i>Safety door</i> at <i>Pouch Dropper Front</i>
Safety Input (NX-SID800)			
No	Adress	Pin	Comment
1	xIn_R1_0_2_DSW	6 (Safety B-)	<i>Safety door</i> at <i>Pouch Dropper Back Ch1</i>
		5 (Safety A-)	<i>Safety door</i> at <i>Pouch Dropper Back Ch2</i>
2	xIn_R1_0_4_DSW	6 (Safety B-)	<i>Safety door</i> at <i>Pouch Dropper Middle Ch1</i>
		5 (Safety A-)	<i>Safety door</i> at <i>Pouch Dropper Middle Ch2</i>
3	xIn_R1_0_6_DSW	6 (Safety B-)	<i>Safety door</i> at <i>Pouch Dropper Front Ch1</i>
		5 (Safety A-)	<i>Safety door</i> at <i>Pouch Dropper Front Ch2</i>

Tabel 3.1 merupakan tabel alamat dari pin *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* yang terhubung dengan *standard* serta *safety input* unit. Dari tabel tersebut, dapat diketahui bahwa pin dari *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* pada masing-masing *safety door* yang terhubung dengan *safety input unit* berjumlah 2 pin yaitu pin 5 dan pin 6. Hal tersebut sesuai dengan ketentuan untuk *safety* kategori 3 yaitu menggunakan komponen dengan sistem yang *redundant*. Kedua pin tersebut digunakan pada program *safety control*. Sedangkan pin yang tersambung dengan *standard input unit* hanya 1, yaitu pin 1. *Address* dari pin tersebut digunakan untuk membuat program pada *standard control*. Program tersebut digunakan untuk mengaktifkan *alarm notice*, indikator tombol *alarm reset*, tombol *ack*, dan lampu merah pada tower *lamp*. Selain itu, *address* dari pin tersebut juga digunakan untuk mengaktifkan *buzzer*.

3.4.3 Alamat pada *Standard* dan *Safety Output Unit*

Tabel 3.2 merupakan tabel yang berisi *address* dari komponen yang terhubung dengan *standard* serta *safety output unit*. Pada Tabel 3.2 bagian *standard output* (NX-OD5256) terdapat 3 *address* indikator *acknowledge*, 4 indikator *alarm reset*, 1 lampu merah tower *lamp* serta 1

buzzer. Address tersebut digunakan untuk mengaktifkan atau menon-aktifkan lampu indikator tombol ack yang terdapat pada 3 tempat di mesin *Robotic Pouch Case Packer* yaitu *push button* pada area *Pouch Dropper*, *main panel* (panel 1) serta *machine section* (panel 3). Selain itu, juga terdapat *address* yang digunakan untuk mengaktifkan atau menon-aktifkan lampu indikator pada tombol *alarm reset*, yang diletakkan pada *Pouch Dropper* (PB2), *left machine* (PB1), *main panel* (panel 1) serta *machine section* (panel 3).

Tabel 3.2 Address pada *standard* dan *safety output*.

Standard Output(NX-OD5256)		
No	Adress	Comment
1	xOut_R0_0_11_TLM	Red Light
2	xOut_R0_0_15_BZR	<i>Buzzer</i>
3	xOut_R0_0_4_LED	Indikator Acknowledge
4	xOut_R0_0_1_LED	Indikator Push Button <i>Alarm reset</i>
5	xOut_R1_1_15_LED	Indikator Acknowledge
6	xOut_R1_1_14_LED	Indikator Push Button <i>Alarm reset</i>
7	xOut_R1_0_13_LED	Indikator <i>Push button alarm reset</i> at <i>Pouch Dropper</i>
8	xOut_R2_0_14_LED	Indikator Button <i>Alarm reset</i> at Machine Panel
9	xOut_R2_0_15_LED	Indikator Button Acknowledge at Machine Panel
Safety Output(NX-SOD400)		
No	Adress	Comment
1	xsOut_R1_0_0_CTC	Enable for Motor AC Total Exclude Infeed <i>Pouch</i> Before Reject Bin Contact 1
2	xsOut_R1_0_1_CTC	Enable for Motor AC Total Exclude Infeed <i>Pouch</i> Before Reject Bin Contact 2
3	xsOut_R1_0_2	Enable for Motor AC Infeed <i>Pouch</i> Before Reject Bin Contact 1
4	xsOut_R1_0_3	Enable for Motor AC Infeed <i>Pouch</i> Before Reject Bin Contact 2

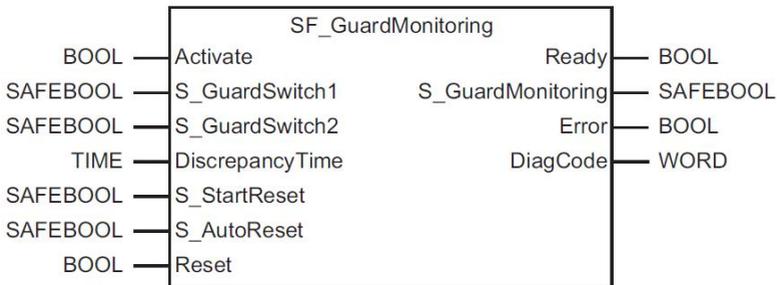
Address dari *safety output unit* juga digunakan untuk mengaktifkan atau menon-aktifkan komponen yang terhubung dengan *safety output unit*. Pada *safety output unit* panel 2 komponen yang terhubung adalah *safety* relay untuk motor AC 3 fasa pada *box conveyor* dan 1 fasa pada area *Pouch Dropper*.

3.4.4 Perancangan Program

Bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk membuat program *safety* adalah *function block diagram*. Salah satu *function block* pada Sysmac Studio yang digunakan pada program *safety door non-contact* adalah SF_GuardMonitoring. *Function block* tersebut digunakan

untuk melakukan pengawasan terhadap *safety guard* (komponen *safety*). Tampilan dari *SF_GuardMonitoring* dapat dilihat pada Gambar 3.8.

Pada Gambar 3.8, *SF_GuardMonitoring* terdiri dari beberapa pin dengan fungsi dan tipe variabel *input/output* yang berbeda. Pada umumnya, apabila ingin mengaktifkan *function block* maka masukan pada pin *activate* diberi kondisi *TRUE*. Ketika hanya terdapat 1 tombol *safety guard*, masukan pada *S_Guard Switch1* dengan *S_GuardSwitch2* dapat saling dihubungkan. *Discrepancy time* adalah waktu maksimum yang dibutuhkan kedua tombol untuk menanggapi ketika *safety guard* telah tertutup. Masukan pada *Reset*, *S-StartReset*, dan *S_AutoReset* menentukan bagaimana FB akan *reset* ketika *safety guard* telah tertutup.



Gambar 3.8 Safety Function block *SF_GuardMonitoring*

Kedua masukan *S_Guardswitch1* dan *S_Guardswitch2* harus berubah menjadi *FALSE* untuk membuka *safety guard*. Keluaran dari *S_Guardmonitoring* seketika akan berubah menjadi *FALSE* ketika salah satu dari tombol diatur menjadi *FALSE*. Untuk menutup *safety guard* maka kedua masukan pada *S_Guardswitch1* dan *S_Guardswitch2* berubah menjadi *TRUE*.

Keluaran dari operasi *S_Guardmonitoring* tergantung pada perbedaan waktu antara masukan kedua tombol. Jika nilai masukan pada kedua tombol berbeda, pengawasan pada *discrepancy time* seketika dimulai. Ketika kedua masukan tetap berbeda setelah *discrepancy time* berakhir, keluaran dari *S_GuardMonitoring* tetap *FALSE*. Jika kedua masukan pada *S_Guardswitching1* dan *S_Guardswitching 2* sesuai dan berubah menjadi *TRUE* dalam waktu yang ditentukan pada masukan *discrepancy input*, maka keluaran dari *S_Guardmonitoring* akan di setel menjadi *TRUE* setelah respon menanggapi. FB akan mengalami *error*

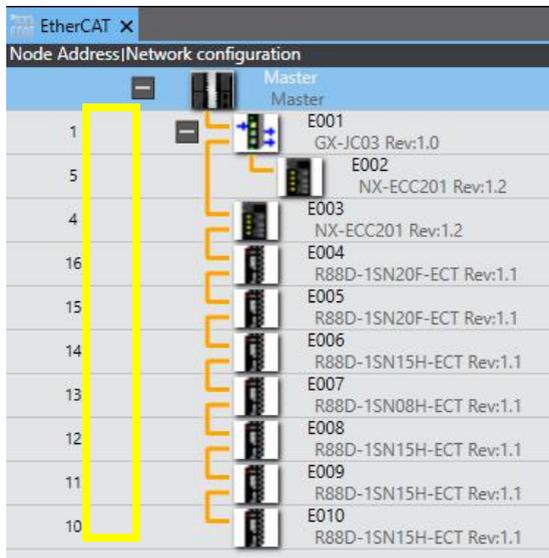
apabila terdapat variabel yang sama yang ditempatkan pada 2 *input* serta *discrepancy time* di atur pada nilai 0.

Selain menggunakan *SF_GuardMonitoring*, program *safety door non-contact* juga menggunakan *function AND*. *Function* tersebut terdiri dari dua *input* atau lebih dan satu *output*. Keluaran dari *function* tersebut dapat bernilai 1 (*TRUE*) apabila semua masukan *function* bernilai 1. Apabila salah satu masukan dari *function* yang bernilai 0 (*FALSE*), maka keluaran dari *function* akan bernilai 0.

Untuk dapat membuat program *safety* pada Sysmac Studio, terdapat beberapa pengaturan yang harus dilakukan diantaranya :

a. Konfigurasi EtherCAT

EtherCAT digunakan sebagai komunikasi antara EtherCAT *slave* dengan EtherCAT *master*. Cara mengatur konfigurasi EtherCAT pada Sysmac Studio adalah dengan memilih “*configurations and setup-EtherCAT*” pada *multiview explorer*, kemudian klik kanan pada EtherCAT dan pilih *edit*. Pengaturan konfigurasi ini digunakan untuk menentukan EtherCAT *slave* serta EtherCAT *master*. Tampilan dari konfigurasi EtherCAT pada Sysmac Studio dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Tampilan konfigurasi EtherCAT

Pada Gambar 3.9, CPU NJ501 menjadi EtherCAT *master* dan terhubung dengan GX-JC03 (EtherCAT *junction*). Fungsi dari EtherCAT *junction* ini digunakan untuk menghubungkan EtherCAT *master* dengan EtherCAT *slave*. EtherCAT coupler unit (NX-ECC201) serta driver motor servo R88D berfungsi sebagai EtherCAT *slave*.

Selain itu, pada Gambar 3.9 juga terdapat bagian yang ditandai dengan kotak kuning. Bagian tersebut merupakan alamat *node* dari EtherCAT *master* maupun *slave*. Alamat tersebut harus sesuai dengan yang terdapat pada komponen perangkat fisik. Apabila alamat *node* yang terdapat pada pengaturan Sysmac Studio tidak sama dengan alamat *node* yang terdapat pada perangkat fisik maka akan terjadi *error* ketika proses *download* program (*transfer* dari program menuju PLC). Susunan EtherCAT *slave* juga harus sesuai dengan yang terdapat pada pengaturan di Sysmac Studio. Apabila tidak sesuai maka juga dapat menyebabkan terjadinya *error* pada saat proses *download* program.

b. Konfigurasi Terminal EtherCAT *slave*

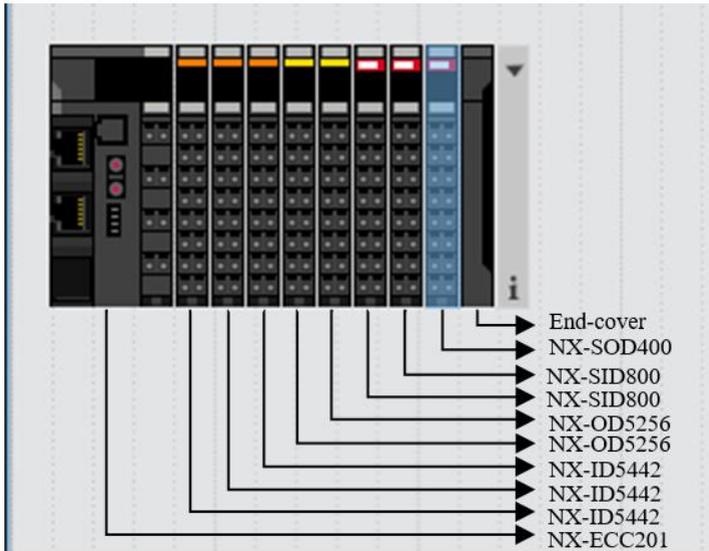
Konfigurasi ini digunakan untuk menentukan *safety* I/O atau standar I/O unit yang terhubung dengan EtherCAT coupler unit atau EtherCAT *slave*. Cara untuk melakukan pengaturan terminal EtherCAT adalah dengan cara klik dua kali EtherCAT coupler unit pada “*configurations and setup – EtherCAT*”. Setelah itu Pilih dan seret NX *unit* dari *toolbox* menuju *slave terminal* tab Page.

Terdapat dua EtherCAT *slave* yang perlu dikonfigurasi, yaitu EtherCAT coupler unit pada *node* 4 dan *node* 5. Adapun tampilan konfigurasi dari EtherCAT coupler unit *node* 4 dapat dilihat pada Gambar 3.10.

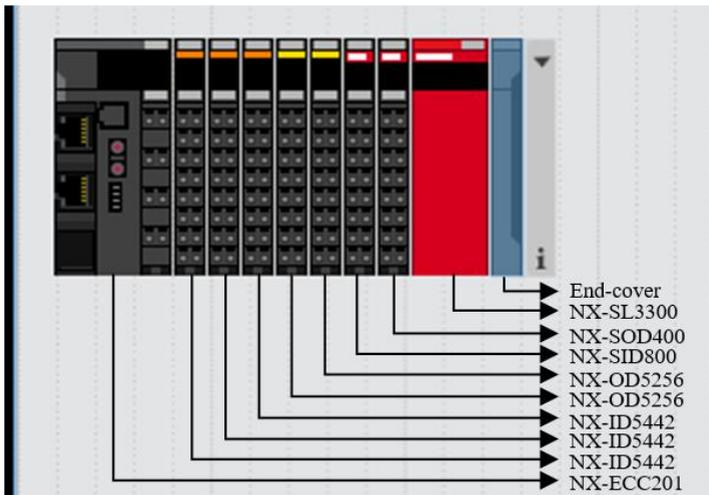
Pada Gambar 3.10, EtherCAT coupler unit dihubungkan dengan tiga standar *input*, dua standar *output*. Selain itu, unit tersebut juga terhubung dengan *safety* I/O yang terdiri dari 2 unit *safety input* dan 1 unit *safety output*. *Safety input* tersebut terhubung dengan Sensa Guard Rectangular Flat Pack sedangkan *safety output* terhubung dengan enam buah *safety* relay, dengan rincian dua *safety* relay pada panel 4 dan empat *safety* relay pada panel 2.

Selain EtherCAT *slave node* 4, EtherCAT *slave* lain yang perlu dikonfigurasi adalah EtherCAT *slave node* 5. EtherCAT *slave node* 5 terdiri dari 3 buah standar *input*, 2 buah standar *output*, 1 buah standar *input* dan 1 buah standar *output*. Selain itu, pada *node* 5 ini juga terdapat *safety* CPU (NX-SL3300) yang berfungsi sebagai pemroses data *safety*

pada mesin. Tampilan konfigurasi dari EtherCAT slave *node 5* dapat dilihat pada Gambar 3.11.



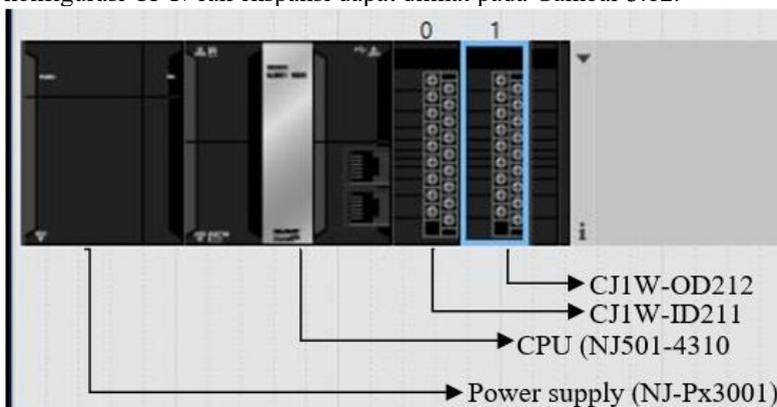
Gambar 3.10 Konfigurasi EtherCAT *slave terminal node 4*



Gambar 3.11 Konfigurasi EtherCAT *slave terminal node 5*

c. Konfigurasi CPU/ Rak Ekspansi

Selain EtherCAT slave, EtherCAT master juga perlu untuk dikonfigurasi. Pada mesin ini EtherCAT masternya adalah PLC NJ501. Cara untuk melakukan konfigurasinya adalah klik dua kali CPU/*expansion racks* pada *configurations and setup*. Setelah itu pilih dan seret NX unit dari *toolbox* menuju lokasi dimana unit tersebut ingin diletakkan pada *CPU and expansion rack tab page*. Tampilan dari konfigurasi CPU/ rak ekspansi dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Susunan konfigurasi CPU/*Expansion rack*

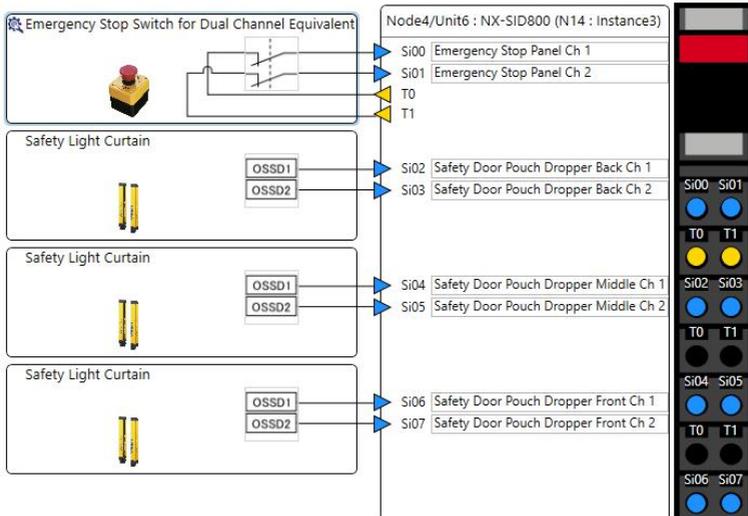
Pada Gambar 3.12, konfigurasi dari CPU/rak ekspansi terdiri dari CJ1W-OD212 yang merupakan *output* unit. Selain itu juga terhubung dengan CJ1W-ID211 (*input* unit). *Output* unit tersebut terhubung dengan *buzzer*, *tower lamp*, dan masih banyak lagi.

d. Konfigurasi komponen *safety*

Pada pengaturan program *safety*, terdapat konfigurasi dari komponen *safety*. Konfigurasi tersebut dilakukan untuk setiap *safety* I/O unit yang terdapat pada EtherCAT slave baik *node 4* maupun *node 5*. Fungsi dari konfigurasi ini adalah untuk mengetahui komponen apa saja yang terhubung dengan *safety* I/O unit. *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* terhubung dengan *safety input* unit yang terdapat pada *node 4*. Adapun konfigurasi dari *safety input* unit yang ada pada *node 4* dapat dilihat pada Gambar 3.13.

Pada Gambar 3.13, komponen yang digunakan pada konfigurasi adalah *Safety Light Curtain* dikarenakan cara kerja dari komponen

tersebut sama dengan cara kerja dari *Sensa Guard Rectangular Flat Pack*, yaitu tidak menggunakan mekanik sama sekali.



Gambar 3.13 Tampilan konfigurasi *safety I/O unit*

3.5 Safety Reaction Time

Ketika salah satu atau seluruh *safety door non-contact* dibuka ada saat mesin *Robotic Pouch Case Packer* beroperasi, maka secara otomatis mesin akan berhenti beroperasi. Waktu yang dibutuhkan oleh *safety door non-contact* untuk menon-aktifkan motor 1 fasa pada area *Pouch Dropper* dan 3 fasa pada *Conveyor Box* adalah :

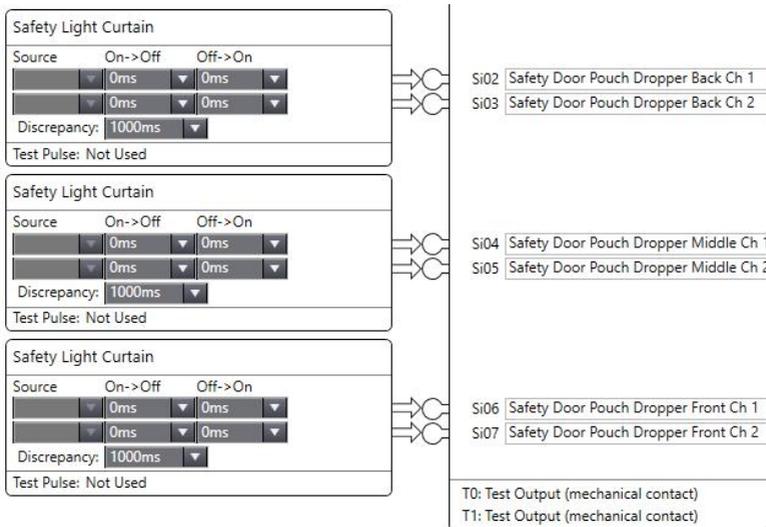
$$\text{Safety reaction time} = \text{Respon waktu Sensa Guard Rectangular Flat Pack} + \text{Safety I/O refresh time} + \text{Respon waktu dari safety relay} \dots\dots\dots(3.1)$$

Safety door non-contact yang terdapat pada mesin ini menggunakan *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* sebagai *safety sensor/switch*. Menurut *datasheet sensa guard* tersebut, respon waktu dari *safety sensor* ini adalah 0 ms. Setelah mengetahui respon waktu dari *sensa guard*, langkah selanjutnya adalah mencari nilai *safety I/O refresh time*. Sebelum menghitung *safety I/O refresh time*, hal pertama yang harus diketahui adalah jumlah dari elemen penyusun yang terkait. Berikut merupakan cara menghitung *safety I/O refresh time*.

$$\text{Safety I/O refresh time} = \text{input delay time} + \text{safety input refresh time} + \text{safety output refresh time} \dots\dots\dots(3.2)$$

Input delay time dapat dilihat pada *detail setting list* dari tiap komponen yang terhubung dengan NX-SID800. Pengaturan tersebut terdapat pada *software* Sysmac Studio. Adapun *detail list setting* untuk *safety door non-contact* dapat dilihat pada Gambar 3.20.

Pada *detail setting list* Gambar 3.20, komponen yang digunakan sebagai sensor pada *safety door* menggunakan *Safety Light Curtain*. Pengaturan tersebut dikarenakan *Safety Light Curtain* mempunyai prinsip kerja yang sama dengan *Sensa Guard Rectangular Flat Pack*, yaitu tidak menggunakan *mechanical contact*. Pada gambar tersebut juga dapat diketahui bahwa *input delay* dari *safety sensor* untuk *safety door non-contact* diatur sebagai 0 ms baik *delay time* untuk proses *on* → *off* maupun proses *off* → *on*.



Gambar 3.14 *Detail setting list safety door non-contact*

Waktu pemrosesan pada *safety input unit* NX-SIH400 adalah 9 ms, sedangkan NX-SID800 adalah 5 ms. Mesin *Robotic Pouch Case Packer* menggunakan NX-SID800 sebagai *safety input unit*, sehingga waktu pemrosesan pada *safety input unit* adalah 5 ms. Sedangkan nilai dari *FSoE watchdog timer* antara *safety CPU* dengan *safety input unit*

dapat dilihat pada pengaturan *slave I/O safety control* Sysmac studio. Nilai FSoE *watchdog timer* tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.21.

Pada Gambar 3.21, terdapat kotak kuning yang menandai *safety input unit* pada *node 4/unit 6*, dan kotak merah untuk *safety output unit* pada *node 4/unit 8*. Pada kolom FSoE *watchdog timer* bagian *safety input unit* tertera angka 47 ms, yang menandakan bahwa FSoE *watchdog timer* antara NX-SID800 *node 4/unit 6* dengan *safety CPU* adalah 47 ms. Dari nilai waktu pemrosesan pada *safety input unit* serta FSoe *watchdog timer*, dapat diketahui nilai dari *safety input refresh time* adalah 52 ms.

Position	Active	Device name	Product Information	FSoE-!FSoE watchdog timer (WDT) [ms]	WDT auto setting
Node4/Unit6	<input checked="" type="checkbox"/>	N14	NX-SID800; 1.0	4	47
Node4/Unit7	<input checked="" type="checkbox"/>	N15	NX-SID800; 1.0	5	47
Node4/Unit8	<input checked="" type="checkbox"/>	N16	NX-SOD400; 1.0	6	47
Node5/Unit6	<input checked="" type="checkbox"/>	N7	NX-SID800; 1.0	1	47
Node5/Unit7	<input checked="" type="checkbox"/>	N17	NX-SOD400; 1.0	7	47
Node10	<input checked="" type="checkbox"/>	Vane1Ax1	R88D-1SN15H-ECT; 1.1	12	47
Node11	<input checked="" type="checkbox"/>	Vane2Ax0	R88D-1SN15H-ECT; 1.1	11	47
Node12	<input checked="" type="checkbox"/>	Vane2Ax1	R88D-1SN15H-ECT; 1.1	10	47
Node13	<input checked="" type="checkbox"/>	RbtAx2	R88D-1SN08H-ECT; 1.0	9	47
Node14	<input checked="" type="checkbox"/>	Vane1Ax0	R88D-1SN15H-ECT; 1.1	8	47
Node15	<input checked="" type="checkbox"/>	RbtAx1	R88D-1SN20F-ECT; 1.1	3	47
Node16	<input checked="" type="checkbox"/>	RbtAx0	R88D-1SN20F-ECT; 1.1	2	47

Gambar 3.15 Nilai FSoE *watchdog timer* untuk *safety input unit*

Pada Gambar 3.21, terdapat kotak kuning yang menandai *safety input unit* pada *node 4/unit 6*, dan kotak merah untuk *safety output unit* pada *node 4/unit 8*. Pada kolom FSoE *watchdog timer* bagian *safety input unit* tertera angka 47 ms, yang menandakan bahwa FSoE *watchdog timer* antara NX-SID800 *node 4/unit 6* dengan *safety CPU* adalah 47 ms. Dari nilai waktu pemrosesan pada *safety input unit* serta FSoe *watchdog timer*, dapat diketahui nilai dari *safety input refresh time* adalah 52 ms.

Selain nilai FSoE *watchdog timer* untuk *safety input unit*, pada Gambar 3.21 juga tertera nilai untuk *safety output unit* yaitu 47 ms, Waktu pemrosesan pada *safety output unit* baik NX-SOH200 maupun NX-SOD400 adalah 1 ms. sehingga nilai dari *safety output refresh time* adalah 48 ms.

Setelah mengetahui nilai dari *input delay time*, *safety input* serta *safety output refresh time*, nilai dari *safety I/O refresh time* adalah :

$$\begin{aligned} \text{Safety I/O refresh time} &= 0\text{ms} + 52\text{ms} + 48\text{ms} \quad \dots\dots\dots(3.3) \\ &= 100\text{ms} \end{aligned}$$

Selain nilai dari respon waktu *safety sensor/switch* dan *safety I/O refresh time*, untuk mengetahui *safety reaction time* juga dibutuhkan nilai dari respon waktu *safety* aktuator. Pada mesin ini digunakan *safety*

relay sebagai *safety* aktuator. Menurut *datasheet* dari *safety* relay tersebut, respon waktu maksimal yang dibutuhkan adalah 10 ms, sehingga nilai dari *safety reaction time* yang dibutuhkan *safety door non-contact* untuk mematikan motor 1 fasa pada area *Pouch Dropper* dan 3 fasa pada *conveyor box* adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Safety reaction time} &= (3 \times 0\text{ms}) + 100\text{ms} + (6 \times 10 \text{ms}) \quad \dots\dots\dots(3.4) \\
 &= 0\text{ms} + 100\text{ms} + 60\text{ms} \\
 &= 160\text{ms} \\
 &= 0,16\text{s}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan pada Persamaan 3.4, dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mematikan *conveyor* pada area *Pouch Dropper* dan *conveyor box* ketika *safety door non-contact* dibuka adalah 0,16 s. Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk mematikan seluruh mesin ketika *safety door* dibuka dapat dilihat pada Persamaan 3.5.

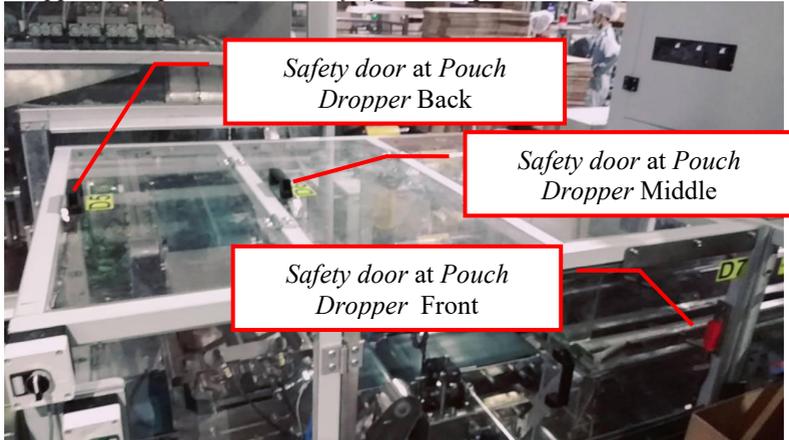
$$\begin{aligned}
 \text{Safety reaction time} &= (3 \times 0\text{ms}) + 100\text{ms} + (8 \times 10 \text{ms}) \quad \dots\dots\dots(3.5) \\
 &= 0\text{ms} + 100\text{ms} + 80\text{ms} \\
 &= 180\text{ms} \\
 &= 0,18\text{s}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan pada Persamaan 3.5, diketahui waktu yang dibutuhkan mesin untuk berhenti beroperasi ketika *safety door* dibuka adalah 0,18 s.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN ANALISIS

4.1 Pemasangan *Safety Door* Area *Pouch Dropper*

Terdapat 3 buah *safety door* yang digunakan pada area *Pouch Dropper* mesin *Robotic Pouch Case Packer*. Satu *safety door* diletakkan pada samping area *Pouch Dropper* dan dua pada bagian atas area *Pouch Dropper*. Tampilan tata letak *safety door* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pemasangan *safety door* area *Pouch Dropper*

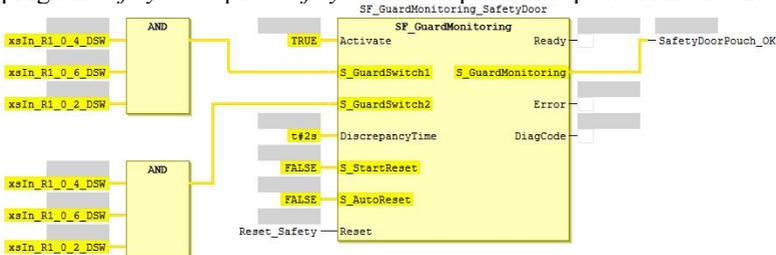
Tata letak tersebut dibuat untuk mempermudah pengaturan kecepatan motor AC 1 fasa pada samping bawah area *Pouch Dropper*. Selain itu, *safety door* pada samping area *Pouch Dropper* juga digunakan untuk memudahkan operator dalam mengatur posisi vane pada *Smart Conveyor*. Sedangkan dua *safety door* pada bagian atas area *Pouch Dropper* digunakan untuk mempermudah *setting* pneumatik pada bagian *dropper* serta *Reject Conveyor*.

4.2 Analisis Program

Program *safety door* pada mesin terdiri dari *safety control* serta *standard control*. Pada saat mesin dinyalakan, maka *safety control* terlebih dahulu melakukan pengecekan. Apabila tidak terdapat *error*, *safety control* akan mengirimkan sinyal menuju *standard control*, sehingga proses sekuensial pada mesin dapat dijalankan.

4.2.1 Program *Safety Control*

Program *safety door non-contact* pada *safety control* menggunakan *function block* (FB) *SF_GuardMonitoring*. Tampilan program *safety door* pada *safety control* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Tampilan program *safety control*

Pada Gambar 4.2, program *safety door non-contact* menggunakan *SF_GuardMonitoring_Safetydoor*. FB tersebut terdiri dari 7 pin masukan dan 4 pin keluaran. Pin *S_GuardSwitch1* dan *S_GuardSwitch2* diberi masukan yang sama yaitu keluaran dari *function AND*. Keluaran dari *function* tersebut akan bernilai *TRUE* apabila semua masukannya bernilai *TRUE*. Masukan dari *function AND* adalah *address* dari *safety door at Pouch Dropper back, middle dan front*.

Pin *Activate* diberi masukan berupa variabel *TRUE*, sehingga ketika mesin diaktifkan FB tersebut akan langsung aktif. Pin *S_StartReset* dan *S_AutoReset* diberi logika *FALSE*. Oleh karena itu, untuk me-*reset* FB tersebut hanya dapat menggunakan pin *Reset* yang diberi masukan berupa variabel *Reset_Safety*. Adapun cara kerja dari program *SF_GuardMonitoring_safetydoor* dapat dilihat berdasarkan *timing chart* pada Gambar 4.3.

Berdasarkan *timing chart* pada Gambar 4.3, Pin *Ready* akan aktif apabila pin *Active* berlogika *TRUE*. Pin *Ready* berfungsi sebagai indikator bahwa *function block* tersebut telah aktif. Ketika pin *S_GuardSwitch1* dan *S_GuardSwitch2* bernilai *FALSE*, maka masing-masing pin *Error* dan *S_GuardMonitoring* akan berlogika *TRUE* dan *FALSE*. Pin *S_GuardMonitoring* hanya akan aktif apabila *S_GuardSwitch 1* dan *S_GuardSwitch2* berlogika *TRUE*. Ketika Pin *S_GuardMonitoring* bernilai *TRUE*, maka variabel yang terhubung dengannya juga akan aktif. Variabel yang terhubung adalah *SafetydoorPouch_OK*.



Gambar 4.3 Time chart SF_GuardMonitoring_Safetydoor

4.2.2 Program pada *Standard Control*

Terdapat beberapa *exposed variabel* dari *safety control* yang digunakan atau berasal dari *standard control*. Adapun beberapa variabel program *safety door non-contact* yang digunakan pada *standard control* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Daftar *exposed variables*

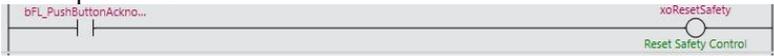
Input			Output		
No	Variabel	Tipe data	No	Variabel	Tipe data
1	Reset_Safety	BOOL	1	PouchDropperDoor1_Active	BOOL
2	Reset_Machine	BOOL	2	PouchDropperDoor2_Active	BOOL
3	-	-	3	PouchDropperDoor3_Active	BOOL
4	-	-	4	SafetyDoorPouch_OK	BOOL

Pada Tabel 4.1, variabel dibedakan menjadi 2 yaitu *input* serta *output*. Variabel yang terdapat pada kolom *input* merupakan variabel yang digunakan sebagai masukan pada program *safety control*. Sedangkan variabel yang masuk pada kolom *output* merupakan variabel yang terhubung dengan keluaran *safety function block* atau *function* pada *safety control*.

a. Variabel *Input*

Variabel **reset_safety** serta **reset_machine** berasal dari *standard control*. **Reset_safety** digunakan untuk mengaktifkan pin *reset* pada FB

SF_GuardMonitoring. Program untuk mengaktifkan *reset_safety* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Program reset_safety

Pada Gambar 4.4, *reset_safety* digunakan sebagai koil. Dimana koil tersebut aktif apabila kontak **bFl_PushButtonAcknowledge** aktif.

b. Variabel Output

Variabel dari *safety control* yang digunakan pada standard control, diantaranya **PouchDropperDoor1_Active**, **PouchDropperDoor2_Active**, dan **PouchDropperDoor3_Active**. Program dari ketiga variabel tersebut digunakan untuk mengaktifkan **status_safetyDoor**. Tampilan program tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.5.



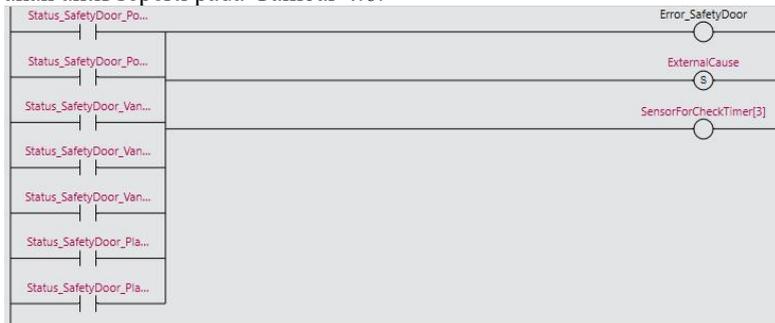
Gambar 4.5 Program untuk mengaktifkan *status_safetyDoor*

Berdasarkan Gambar 4.5, dapat diketahui bahwa ketiga variabel tersebut digunakan untuk mengaktifkan koil **status_safetyDoor** yang berbeda. Variabel **PouchDropperDoor1_Active** digunakan untuk mengaktifkan koil **status_safetydoor_pouchDropperBack**. Selain menggunakan variabel tersebut, koil **status_safetyDoor** juga dapat aktif apabila kontak **xIn_R1_1_0_DSW** (*safety door at pouch dropper back*) aktif.

Untuk mengaktifkan koil **status_safetydoor_pouchDropperMiddle**, dapat dilakukan dengan menggunakan kontak **PouchDropperDoor2_Active** serta kontak **xIn_R1_1_0_DSW (safety door at pouch dropper back)**. **status_safetydoor_pouchDropperMiddle** akan aktif apabila kontak **PouchDropperDoor2_Active** bernilai 0 atau kontak **xIn_R1_1_0_DSW (safety door at pouch dropper back)** bernilai 1.

Pada Gambar 4.5 juga terdapat koil **status_safetydoor_pouchDropperFront**, yang aktif apabila kontak kontak **PouchDropperDoor3_Active** bernilai 0 atau kontak **xIn_R1_1_10_DSW (safety door at pouch dropper back)** bernilai 1. Hal tersebut dikarenakan kontak **PouchDropperDoor3_Active** menggunakan NC. Sedangkan kontak **xIn_R1_1_10_DSW** menggunakan NO.

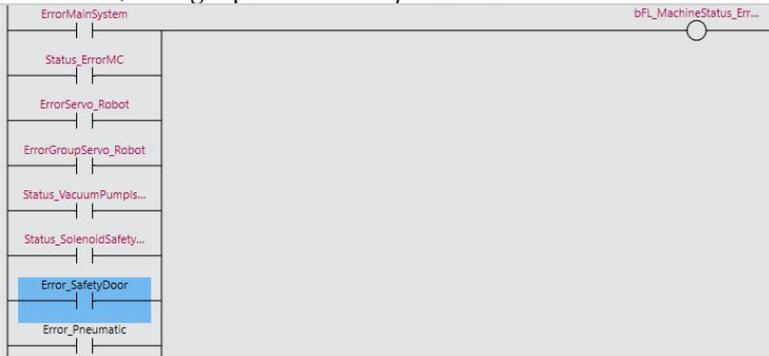
Apabila salah satu dari **Status_SafetyDoor_PouchDropper** baik bagian *back*, *middle*, maupun *front* aktif maka, koil **Error_safetyDoor** akan aktif seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Program *Error_SafetyDoor*

Pada Gambar 4.6, **status_safetydoor** menggunakan kontak *normally open* (NO) untuk mengaktifkan beberapa koil, salah satunya adalah koil **error_safetydoor**. Koil tersebut digunakan sebagai kontak untuk mengaktifkan **bFI_MachineStatus_Error** seperti pada Gambar 4.7. Pada Gambar 4.7, **Error_SafetyDoor** menggunakan kontak NO sehingga, apabila **Error_SafetyDoor** aktif maka **bFI_MachineStatus_Error** akan aktif. Selain menggunakan kontak **Error_safetyDoor**, untuk mengaktifkan **bFI_MachineStatus_Error** juga dapat menggunakan beberapa kontak status *error* lainnya. **bFI_MachineStatus_Error** juga digunakan sebagai kontak pada

beberapa proses yang berfungsi untuk mengaktifkan lampu *indicator alarm reset*, *red light* pada *tower lamp* dan *buzzer*.



Gambar 4.7 Program bFl_MachineStatus_Error

Selain untuk mengaktifkan *Error_SafetyDoor*, *Status_SafetyDoor_PouchDropper* juga digunakan sebagai kontak untuk mengaktifkan *Error_SafetyDoorPouchDropper* seperti pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Program Error_SafetyDoorPouchDropper

Variabel *Error_SafetyDoorPouchDropper* juga digunakan sebagai kontak untuk mengaktifkan *bFl_PouchDropperStatus_Error* seperti pada Gambar 4.9.



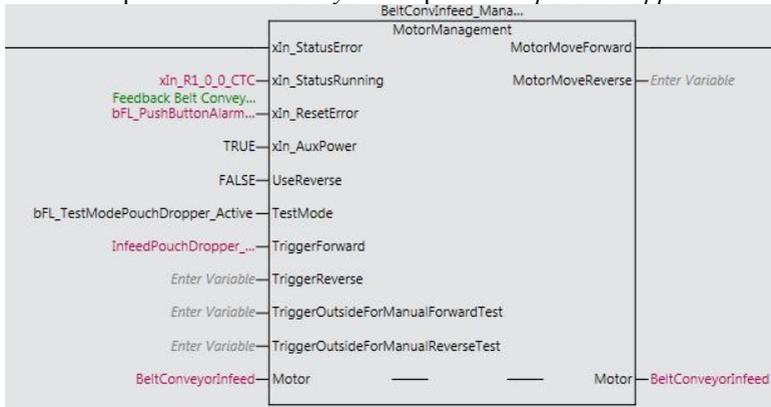
Gambar 4.9 Program bFl_PouchDropperStatus_Error

Pada Gambar 4.9, koil *bFl_PouchDropperStatus_Error* akan aktif apabila kontak *Error_SafetyDoorPouch* aktif. Koil tersebut digunakan sebagai kontak NC ntuk mematikan koil *bFl_TestModePouchDropper_active*. Adapun program untuk menon-aktifkan *bFl_TestModePouchDropper_active* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Program *bFl_TestModePouchDropper_Active*

Variabel **bFl_PouchDropperStatus_Error** digunakan sebagai masukan dari pin *test mode* pada *function block motor management* seperti pada Gambar 4.11. *Function block* tersebut digunakan untuk sekuensial proses semua *conveyor belt* pada *area pouch dropper*.



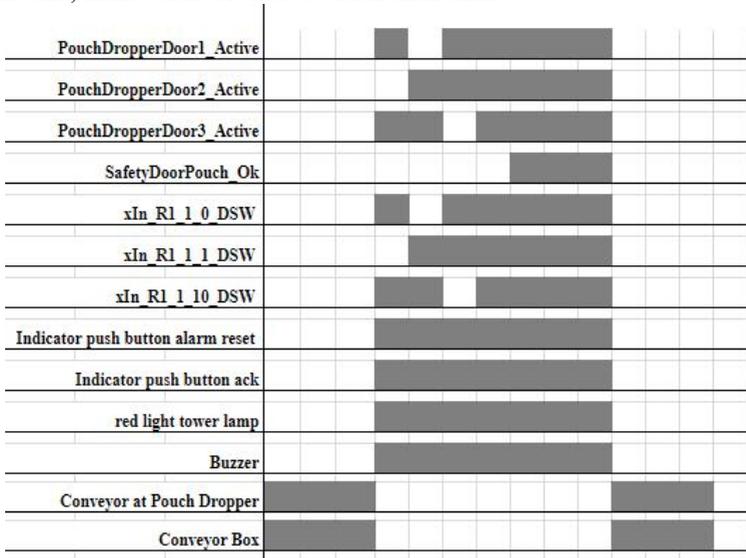
Gambar 4.11 Program FB *motor management*

Pada Gambar 4.11 dapat diketahui bahwa variabel **bFl_TestModePouchDropper_Active** digunakan sebagai *input* dari pin *test mode* yang terdapat pada *function block motor management*. Oleh karena itu, ketika variabel tersebut aktif maka pin *test mode* aktif. Cara kerja dari standar *control* dapat dilihat dari *timing chart* yang terdapat pada Gambar 4.12.

Berdasarkan *timing chart* pada Gambar 4.12, ketika terdapat salah satu dari variabel **PouchDropperDoor 1**, **PouchDropperDoor 2**, dan **PouchDropperDoor 3**, maka indikator *push button alarm reset* dan *ack* aktif. Selain itu, *red light tower lamp* serta *buzzer* juga aktif. Namun apabila ketiga variabel tersebut tidak aktif, maka *conveyor at pouch dropper* serta *conveyor belt* dapat dinyalakan baik saat mode manual maupun auto.

Selain variabel **PouchDropperDoor 1**, **PouchDropperDoor 2**, dan **PouchDropperDoor 3**, terdapat beberapa variabel serta *adres* yang dapat menon-aktifkan kerja *conveyor belt* dan *conveyor box*. Selain itu

address serta variabel tersebut juga dapat mengaktifkan indikator *push button alarm reset* serta *ack*. Variabel tersebut adalah **SafetyDoorPouch_Ok**. Variabel ini digunakan untuk mengindikasikan bahwa semua *safety door* telah dalam keadaan tertutup atau tidak aktif. Apabila salah satu *safety door* pada mesin sedang dalam keadaan terbuka, maka variabel tersebut tidak akan aktif.



Gambar 4.12 Timing chart standard control

Pada Gambar 4.12, juga terdapat beberapa *address*. Ketika *address* tersebut aktif, maka mesin akan berhenti beroperasi serta mesin akan mengaktifkan indikator *error* yang terdapat pada mesin. *Address* tersebut berasal dari pin *safety door* yang dihubungkan dengan *standard input* unit. *Address* yang dimaksud adalah *xIn_R1_1_0_DSW*, *xIn_R1_1_1_DSW*, serta *xIn_R1_1_10_DSW*. Dimana *address* tersebut merupakan *address* dari pin *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* pada standar *input*.

4.3 Pengujian Safety Door

Pengujian dilakukan dengan cara membuka masing masing *safety door non-contact* yang berada pada area *Pouch Dropper* ketika mesin sedang beroperasi dan sebelum mesin beroperasi.

4.3.1 Ketika Mesin Beroperasi

Pengujian ini dilakukan dengan cara membuka atau menutup *safety door non-contact* yang terdapat pada area *Pouch Dropper* saat mesin sedang dalam proses pengepakan atau beroperasi. ketika *safety door non-contact* dibuka, mesin seketika akan berhenti beroperasi. Hal tersebut dikarenakan ketika terdapat salah satu *error* yang terjadi pada mesin, maka *safety output* tidak akan aktif dan *safety relay* yang digunakan sebagai power dari beberapa komponen yang terhubung dengannya. Salah satu komponen yang terhubung dengan *safety relay* adalah inverter untuk *conveyor box* dan *contactor* untuk *conveyor belt*. Tampilan dari inverter ketika *safety relay* aktif dapat dilihat pada Gambar 4.13



Gambar 4.13 Ketika *safety relay* aktif

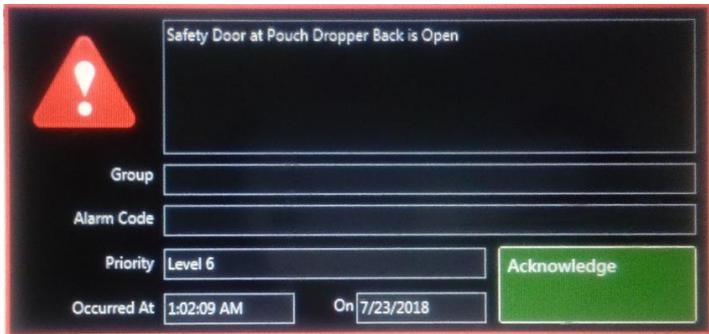
Pada Gambar 4.13, ketika *safety relay* aktif maka layar indikator pada inverter akan menunjukkan *rdy* yang berarti bahwa inverter tersebut dapat digunakan untuk mengaktifkan *conveyor box*. Namun, ketika *safety relay* tidak aktif, maka inverter akan menampilkan tulisan *sto*, yang berarti bahwa pin *sto* pada inverter tersebut tidak aktif, sehingga *conveyor* tidak dapat dijalankan. Tampilan ketika *safety relay* tidak aktif dapat dilihat pada Gambar 4.14.



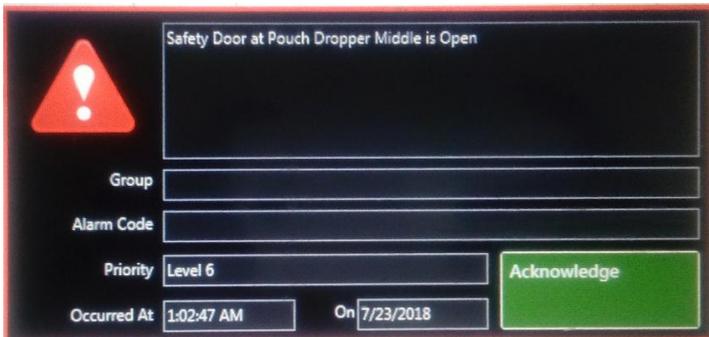
Gambar 4.14 Tampilan ketika *safety relay* tidak aktif

Selain itu, HMI menampilkan *alarm notice safety door* pada area *Pouch Dropper* terbuka. *Alarm notice* yang muncul sesuai dengan tempat terbukanya *safety door*. Apabila *safety door* area *Pouch Dropper* pada bagian belakang yang terbuka, maka HMI menampilkan *alarm notice safety door at Pouch Dropper back is open* seperti Gambar 4.15.

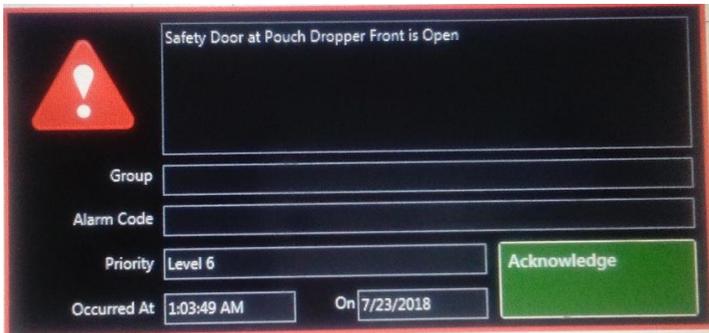
Apabila *safety door* pada bagian tengah yang terbuka, maka HMI menampilkan *alarm notice safety door at Pouch Dropper middle is open*. Tampilan *alarm notice* dapat dilihat pada Gambar 4.16. Apabila *safety door* yang terdapat pada area *Pouch Dropper* bagian depan yang terbuka, maka HMI menampilkan *alarm notice safety door at Pouch Dropper front is open*, seperti yang terdapat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.15 alarm notice safety door at pouch dropper back is open



Gambar 4.16 alarm notice safety door at pouch dropper middle is open



Gambar 4.17 alarm notice safety door at pouch dropper front is open

Alarm notice tersebut untuk memudahkan operator mengetahui posisi safety door yang terbuka. Selain menampilkan alarm notice,

lampu indikator yang terdapat pada tombol *ack* serta *alarm reset* akan menyala, dan indikator tombol *run* mati. Hal tersebut sebagai indikator bahwa mesin tidak dapat dioperasikan sebelum *error* yang disebabkan oleh *safety door* dihilangkan.

Cara menghilangkan *error* adalah dengan menutup *safety door* yang terbuka, dan menekan tombol *ack* serta *alarm reset* untuk menghilangkan *notice alarm*. Lampu merah pada *tower lamp* akan aktif dan *buzzer* akan berbunyi ketika *safety door* dalam keadaan terbuka. Lampu merah dan *buzzer* digunakan sebagai indikator bahwa terdapat masalah yang terjadi pada mesin

4.3.2 Sebelum Mesin Beroperasi

Ketika *safety door* dibuka pada saat mesin belum beroperasi, maka mesin tidak dapat dioperasikan. Hal tersebut dikarenakan terdapat *error* yang disebabkan oleh *safety door*. Agar mesin dapat dioperasikan, maka *error* tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu. *Error* yang disebabkan oleh *safety door* dapat dihilangkan dengan cara menutup *safety door* terlebih dahulu. Setelah itu, menekan tombol *ack* dan *alarm reset* untuk menghilangkan *alarm notice* pada HMI.

BAB V

PENUTUP

Setelah dilakukan pengujian terhadap *safety door* area *Pouch Dropper*, hasil yang didapatkan telah menunjukkan bahwa *safety door* tersebut dapat digunakan sebagai pelindung operator dari potensi bahaya pada area tersebut ketika mesin beroperasi, serta dapat meningkatkan tingkat *safety* pada area tersebut. Selain itu, penggunaan *Sensa Guard Rectangular Flat Pack* juga telah sesuai dengan kategori *safety* pada mesin *Robotic Pouch Case Packer*, yaitu kategori III berdasarkan hasil perhitungan dari *safety reaction time*, waktu yang dibutuhkan mesin untuk berhenti beroperasi ketika *safety door* dibuka adalah 0,18 s, dimana waktu tersebut telah memenuhi standar maksimum yang dibutuhkan untuk mematikan mesin, yaitu kurang dari 1 s. Namun, ada beberapa hal yang perlu diperbaiki dalam perancangan *safety door* area *Pouch Dropper*, yaitu desain dari peletakan *safety door* bagian *front* terlalu jauh dari area *setting* kecepatan motor 1 fasa. Selain itu, masih terdapat bagian bawah mesin yang terbuka, dengan menutup bagian tersebut, maka tingkat *safety* pada area tersebut akan lebih meningkat.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. W. Nazhrah, E. L. Mahyuni, and I. M. Syahri, "Analisis bahaya pada pekerja bagian workshop pt.x medan tahun 2015," 2015.
- [2] P. I. R. Automation, "General Information," in *Manual Book Robotic Pouch Case Packer*, 2018, p. 3.1-3.12.
- [3] P. I. R. Automation, "Machine Operational," in *Manual Book Robotic Pouch Case Packer*, 2018, p. 4.1-4.22.
- [4] B. N. O. T. Defined *et al.*, "Chapter 3 : Principles of System Safety," in *FAA System Safety Handbook*, 2000, pp. 1–19.
- [5] S. Electric, *Safe Machinery Handbook*. Schneider Electric, 2009.
- [6] OMRON, *Safety Solution*, First edit. Japan: OMRON, 2008.
- [7] T. Malam, T. Ahonen, and T. Valisalo, "Risk assessment of machinery system with respect to *safety* and cyber-security," *Res. Rep. - VTT-R-01428-18*, 2018.
- [8] J. Hedberg and J. Tegehall, *How to design safe machine control systems – a guideline to EN ISO 13849-1*. Research institutes of sweden Borås, 2011.
- [9] W. E. Anderson, "Risk category 3 or 4?," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 46, no. 1, pp. 326–330, 2010.
- [10] H. Wicaksono, "PLC-Teori, pemrograman dan aplikasinya dalam otomasi sistem," 2009. [Online]. Available: <https://bukubuka.wordpress.com/2011/02/04/buku-pertama-saya-programmable-logic-controller-teori-pemrograman-dan-aplikasinya-dalam-otomasi-sistem/>. [Accessed: 04-Jul-2018].
- [11] W. Bolton, "Programmable logic controller," 2004. [Online]. Available: [https://books.google.co.id/books?id=Z7WfJOM-mGIC&printsec=frontcover&dq=programmable+logic+controller+\(PLC\)&hl=id&sa=X&ved=0ahUKEwjukMnetf_bAhXPeisKHRtMA_cQ6AEIKjAA#v=onepage&q=programmable logic controller \(PLC\)&f=false](https://books.google.co.id/books?id=Z7WfJOM-mGIC&printsec=frontcover&dq=programmable+logic+controller+(PLC)&hl=id&sa=X&ved=0ahUKEwjukMnetf_bAhXPeisKHRtMA_cQ6AEIKjAA#v=onepage&q=programmable%20logic%20controller+(PLC)&f=false). [Accessed: 06-Jul-2018].
- [12] L. . Bryan and E. . Bryan, *programmable controllers theory and implementation*, 2nd ed. U.S.A: Industrial text company, 1997.
- [13] H. Kanamaru, T. Mogi, and N. Aoyama, "Functional safety application using *safety* PLC," *SICE Annu. Conf.*, pp. 2489–2492, 2007.
- [14] OMRON, "overview," in *NX-series safety control unit user's*

- manual (z930)*, U.S.A: OMRON, 2017, pp. 1–6.
- [15] OMRON, “*Sysmac Studio Ver 1.17 Operation Manual.*” OMRON, 2016.
- [16] PT, “setting, maintenance dan troubleshooting,” in *Manual Book Robotic Pouch Case Packer*, PT.IRA, 2018, p. 5.11.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi *Sensa Guard Rectangular Flat Pack*

SensaGuard™ Installation Instructions 3

Installation Instructions

Installation must be in accordance with the following steps and stated specifications and should be carried out by suitable competent personnel. The unit is not to be used as a mechanical stop. Guard stops and guides must be fitted. Adherence to the recommended maintenance instructions forms part of the warranty.

This device is intended to be part of the safety related control system of a machine. Before installation, a risk assessment should be performed to determine whether the specifications of this device are suitable for all foreseeable operational and environmental characteristics of the machine to which it is to be fitted. Refer to Technical Specifications for Certification information and ratings.

ATTENTION:



The presence of spare actuators compromises the integrity of the safety systems. Personal injury or death, property damage or economic loss can result. Appropriate management controls, working procedures and alternative protective measures should be introduced to control their use and availability.

Technical Specification

Safety Ratings

Standards	IEC 60947-5-3, IEC 61508, ISO 13849-1
Safety Classification	Cat. 4 Per ISO 13849-1, SIL CL3
Functional Safety Data	PFH _d : 1.12 x 10 ⁻⁹ Dual channel interlock may be suitable for use in application up to PLE (according to ISO 13849-1) and for use up to SIL3 systems (according to IEC 62061) depending application characteristics.
Certifications	CE marked for all applicable directives, cULus (UL 508), and TÜV.

Operating Characteristics

Sensing Distance, Assured Make (mm)	15
Sensing Distance, Assured OFF (mm)	27
Typical misalignment	See misalignment curve
Maximum output current (all outputs, mA)	200
Input Current	50 mA (no load supply current)
Operational Current, Min.	≥ 1 mA DC
Off-state Current	< 0.5 mA DC
Maximum # of switches connected in series	Unlimited. See unit response time section
Operating Voltage	24V DC +10% / -15%
Frequency of operating cycle	1 Hz
Response Time (Off)	54 ms first switch, 18 ms additional for each switch
Case Material	Valox® DR 48
Actuator Material	Valox® DR 48

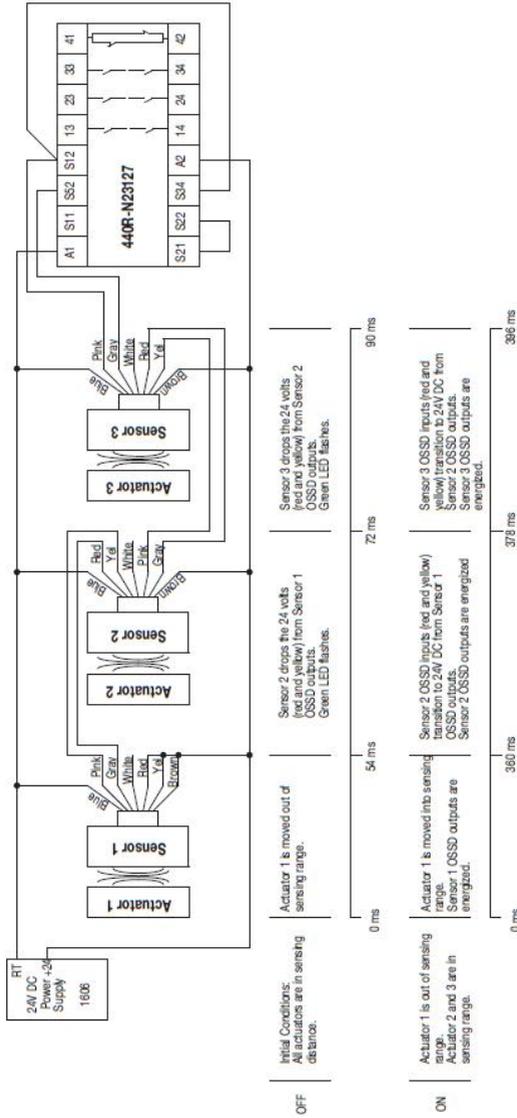
Outputs (Guard door closed, Actuator in place)

Outputs	Description	Status
Safety	2 x PNP, 0.2 A max.	ON (+24vdc)
Auxiliary	1 x PNP, 0.2 A max.	OFF (0vdc)

Environmental

Operating Temperature	-10...+55°C (+14...+131°F)
Operating Humidity	5% -95% relative
Washdown rating	NEMA 3, 4X, 12, 13, IP 68K
Shock & Vibration	IEC 68-2-27 30 g, 11 ms/IEC 68-26 10...85Hz
Radio Frequency	IEC 61000-4-3 IEC 61000-4-6

Unit Response Time (does not include safety relay response time)



Lampiran 2. Karakteristik *safety* relay G7SA

Characteristics

Contact resistance #1		100 mΩ max.
Operating time #2		20 ms max.
Response time #3		10 ms max.
Release time #2		20 ms max.
Must operate voltage		75% max.
Must release voltage		10% min.
Maximum operating frequency	Mechanical	36,000 operations/h
	Rated load	1,800 operations/h
Insulation resistance #4		1,000 MΩ min.
Dielectric Strength #5 #6	Between coil and contacts	4,000 VAC, 50/60 Hz for 1 min.
	Between contacts of different polarity	4,000 VAC, 50/60 Hz for 1 min. (except for followings) 4 poles (for poles 3-4 in 4-pole Relays), 6 poles (for poles 3-5, 4-6, and 5-6 in 6-pole Relays); 2,500 VAC, 50/60 Hz for 1 min.
	Between contacts of the same polarity	1,500 VAC, 50/60 Hz for 1 min.
Vibration resistance		10 to 55 to 10 Hz, 0.75-mm single amplitude (1.5-mm double amplitude)
Shock resistance	Destruction	1,000 ms ²
	Misfunction	100 ms ²
Durability #7	Mechanical	10,000,000 operations min. (at approx. 36,000 operations/h)
	Electrical	100,000 operations min. (at the rated load and approx. 1,800 operations/h)
Inductive load switching capability #8 (IEC60947-5-1)		AC15 AC340V 2A DC13 DC24V 1A
Failure rate (P level) (reference value #9)		5 VDC, 1 mA
Ambient operating temperature #10	12 to 48 VDC: -40 to 85°C (with no icing or condensation)	
	110 VDC: -40 to 60°C (with no icing or condensation)	
Ambient operating humidity		5% to 85%
Weight	4 poles: Approx. 22 g	
	6 poles: Approx. 25 g	

Note: 1. The above values are initial values.

2. Performance characteristics are based on coil temperature of 23°C.

*#1. The contact resistance was measured with 1 A at 5 VDC using the voltage-drop method.

*#2. These times were measured at the rated voltage and an ambient temperature of 23°C. Contact bounce time is not included.

*#3. The response time is the time it takes for the normally open contacts to open after the coil voltage is turned OFF. Contact bounce time is included. Measurement conditions: Rated voltage operation, Ambient temperature: 23°C

*#4. The insulation resistance was measured with a 500-VDC megohmmeter at the same locations as the dielectric strength was measured.

*#5. Pole 3 refers to terminals 31-32 or 33-34, pole 4 refers to terminals 43-44, pole 5 refers to terminals 53-54, and pole 6 refers to terminals 63-64.

*#6. When using a P7SA Socket, the dielectric strength between coil contacts/different poles is 2,500 VAC, 50/60 Hz for 1 min. When using Push-In Plus terminal sockets (P7SA-CF-ND-PU), the dielectric strength between coil contacts as well as between different poles is 4,000 VAC, 50/60 Hz for 1 min.

*#7. The durability is for an ambient temperature of 15 to 35°C and an ambient humidity of 25% to 75%. For the durability performance to the load, refer to the Durability Curve.

*#8. AC15: $\cos\phi = 0.3$, DC13: L/R = 48-ms.

*#9. The failure rate is based on an operating frequency of 300 operations/min.

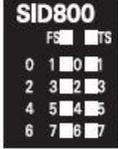
*#10. 12 to 48 VDC: When operating between 70 and 85°C, reduce the rated carry current of 6 A by 0.1 A for each degree above 70°C.

110 VDC: When operating between 40 and 60°C, reduce the rated carry current of 6 A by 0.27 A for each degree above 40°C.

Lampiran 3. Spesifikasi *safety* CPU unit (NX-SL3300)

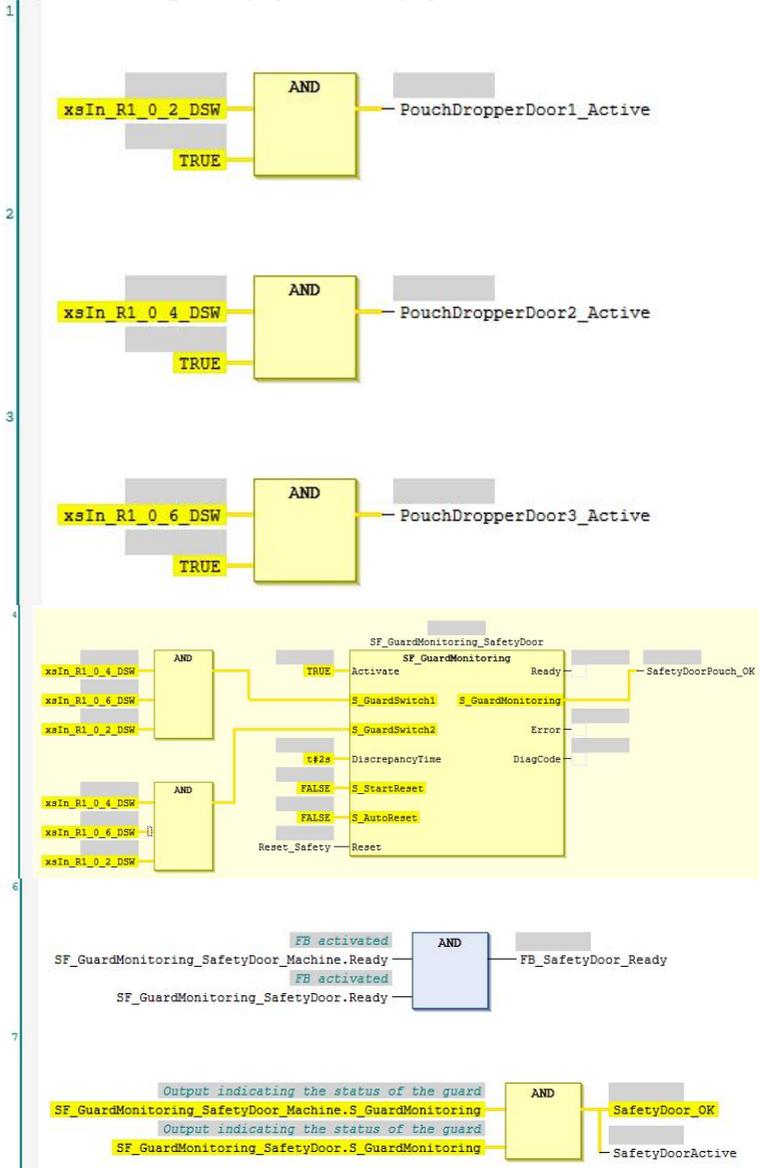
Unit name	<i>Safety</i> CPU unit
Model	NX-SL3300
Maximum number of <i>safety</i> I/O points	256 points
Program capacity	512 KB
Number of <i>safety</i> master connections	32
I/O refreshing method	Free-run refreshing
External connection terminal	None
Indicators	FS indicator, VLAD indicator, DEBUG indicator, TS indicator, and RUN indicator 
Dimensions	30 x 100 x 71 mm (W x H x D)
I/O power supply method	Not supplied
Current capacity of I/O power supply terminals	No I/O power supply terminals
NX unit power consumption	0.90 W max
Current consumption from I/O power supply	No consumption
Weight	75 g max
Installation orientation and restrictions	Installation orientation: 6 possible orientations Restrictions: none

Lampiran 4. Spesifikasi *safety input* unit (NX-SID800)

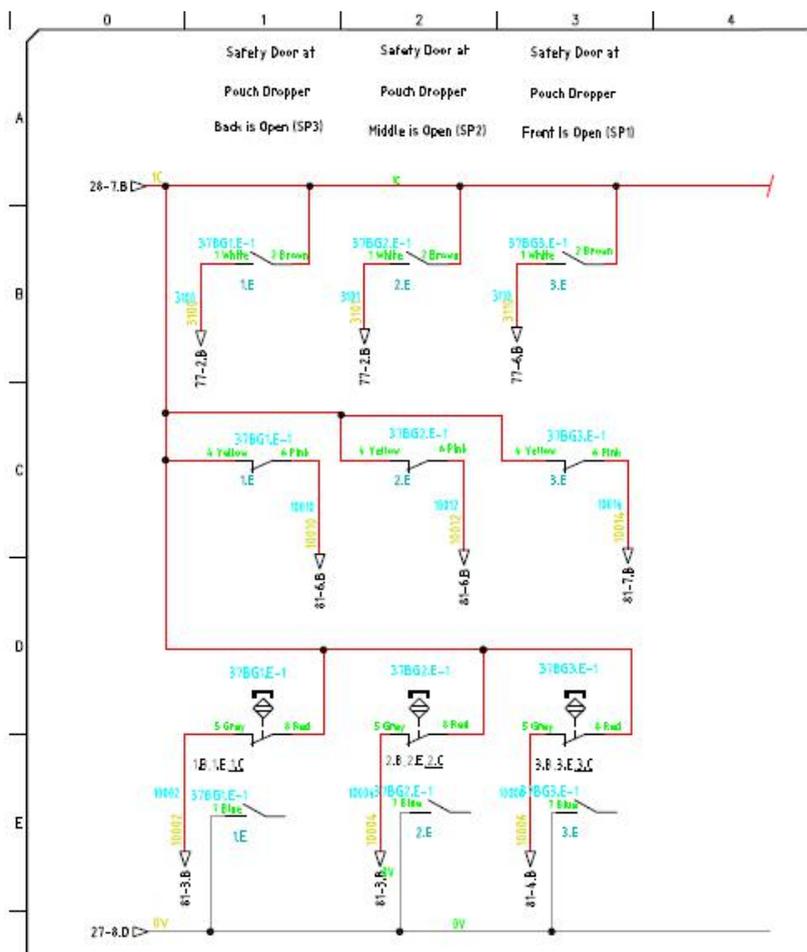
Unit name	<i>Safety input</i> unit
Model	NX-SID800
Number of <i>safety input</i> points	8 points
Number of test <i>output</i> points	2 points
Internal I/O common	PNP (sinking <i>inputs</i>)
Rated <i>input</i> voltage	24 VDC (20.4 to 28.8 VDC)
OMRON special <i>safety input</i> devices	Cannot be connected.
Number of <i>safety slave</i> connections	1
I/O refreshing method	Free-Run refreshing
External connection terminals	Screwless clamping terminal block (16 terminals)
Indicators	TS indicator, FS indicator, <i>input</i> indicators (yellow), and <i>input</i> error indicators (red) 
<i>Safety input</i> current	3.0 mA typical
<i>Safety input</i> ON voltage	15 VDC min
<i>Safety input</i> OFF voltage/OFF current	5 VDC max., 1 mA max
Test <i>output</i> type	Sourcing <i>outputs</i> (PNP)
Test <i>output</i> rated current	50 mA max.
Test <i>output</i> ON residual voltage	1.2 V max. (between IOV and all <i>output</i> terminals)
Test <i>output</i> leakage current	0.1 mA max
Dimensions	12 x 100 x 71 mm (W x H x D)
Isolation method	Photocoupler isolation
Insulation resistance	20 MΩ. Between isolated circuits (at 100 VDC)

Dielectric strength	510 VAC for 1 min between isolated circuits, leakage current: 5 mA max.
I/O power supply	Power supplied from the NX bus
Current capacity of I/O power supply terminals	No applicable terminals
NX unit power consumption	0.75 W max
Current consumption from I/O power supply	20 mA max
Weight	70 g max
Circuit layout	
Terminal connection diagram	<p>Si0 to Si7 : <i>safety input</i> terminals T0 and T1 : <i>test output</i> terminals</p>
Installation orientation and restrictions	<p>Installation orientation : 6 possible orientations</p> <p>Restrictions : maximum ambient temperature is 50⁰C for any orientation other than upright installation.</p>
Protective functions	Overvoltage protection circuit and short detection (<i>test outputs</i>)

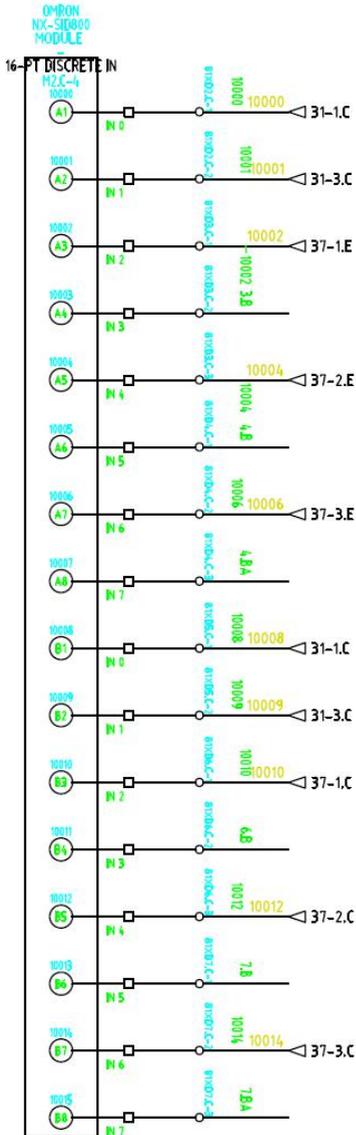
Lampiran 5. Program safety control safety door non-contact



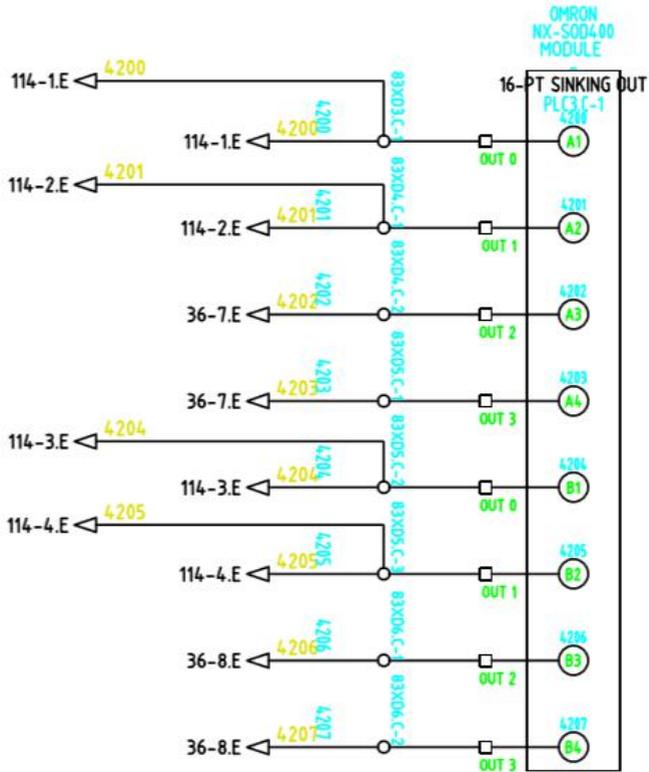
Lampiran 6. Wiring diagram sensa guard rectangular flat pack



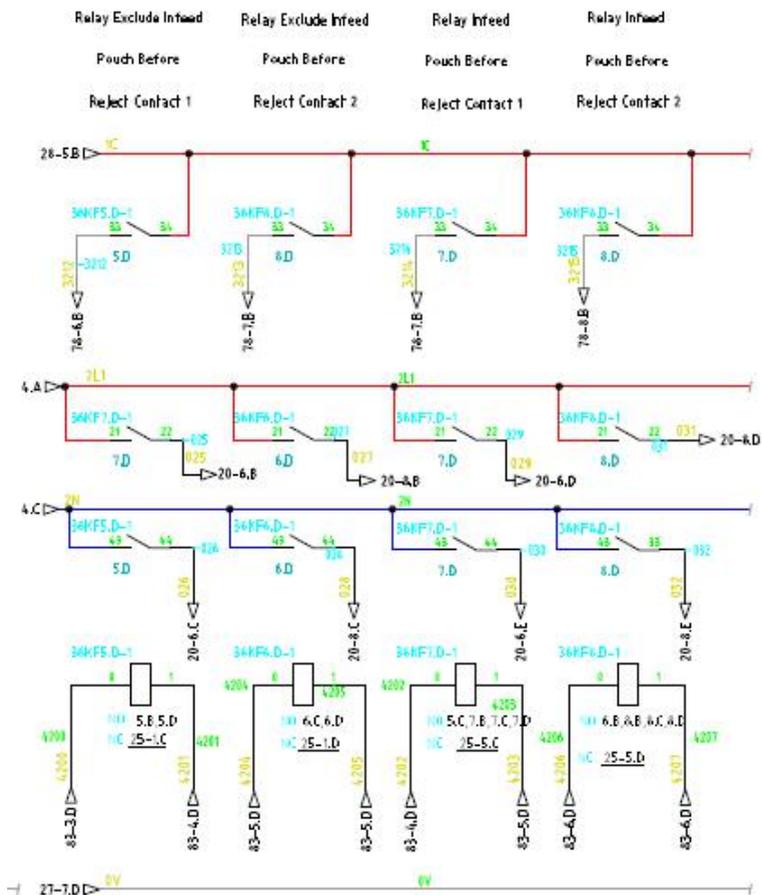
Lampiran 7. Wiring diagram *safety input unit* (NX_SID800)



Lampiran 8. Wiring diagram *safety output unit* (NX-SOD400)



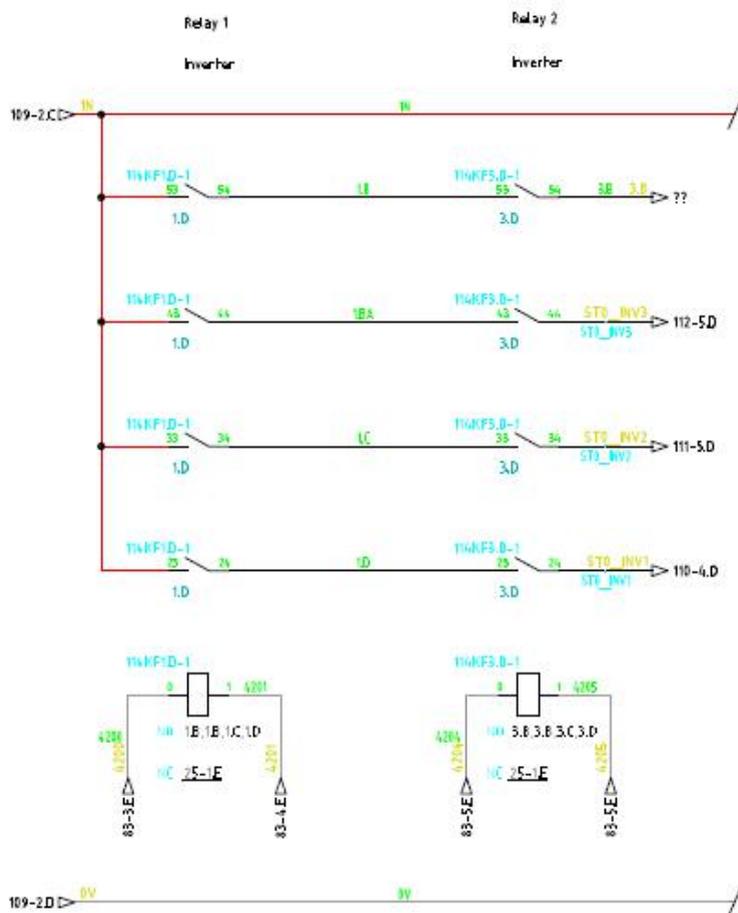
Lampiran 9. Wiring diagram *safety* relay panel 2



Lampiran 10. Wiring diagram *safety* CPU unit (NX-SL3300)



Lampiran 11. Wiring diagram *safety* relay panel 4



Halaman ini sengaja dikosongkan

RIWAYAT PENULIS



Ulyatur rosyidah lahir di kabupaten Lamongan, provinsi Jawa Timur pada tanggal 30 Maret 1998 dari pasangan Bapak Masyhudi dan Ibu Mufarokah. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Setelah menyelesaikan Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama dan Sekolah Menengah Atas di daerah Lamongan pada tahun 2015, dengan izin Allah SWT serta kedua orang tua, penulis melanjutkan pendidikan di bidang studi Komputer Kontrol, Departemen Teknik Elektro Otomasi, Institut Teknologi Sepuluh

Nopember, Surabaya.

E-mail: Ulyaturrosyidah38@gmail.com

Halaman ini sengaja dikosongkan