TUGAS AKHIR – ME184834

PERANCANGAN MODEL SISTEM KONTROL OTOMATIS PADA SISTEM BONGKAR MUAT KAPAL TANKER BERBASIS PLC

Reyhan Ibrahim

04211640000115

Dosen Pembimbing :

Ir. Agoes Ahmad Masroeri, M. Eng, D. Eng

Juniarko Prananda, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN MODEL SISTEM KONTROL OTOMATIS PADA SISTEM BONGKAR MUAT KAPAL TANKER BERBASIS PLC

REYHAN IBRAHIM
04211640000115

DOSEN PEMBIMBING
Ir. Agoes Ahmad Masroeri, M. Eng, D. Eng
Juniarko Prananda, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

FINAL PROJECT

DESIGN OF AUTOMATIC MODEL ON LOADING-UNLOADING SYSTEM IN TANKERS IN PLC BASED

REYHAN IBRAHIM
04211640000115

SUPERVISOR
Ir. Agoes Ahmad Masroeri, M. Eng, D. Eng
Juniarko Prananda, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN I

PERANCANGAN MODEL SISTEM KONTROL OTOMATIS PADA SISTEM BONGKAR MUAT KAPAL TANKER BERBASIS PLC

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Electrical and Automation Sistem* (MEAS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
Reyhan Ibrahim
NRP. 04211640000115

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir.Agoes Ahmad Masroeri, M. Eng, D. Eng
NIP. 1958 0807 1984 03 1004 (

2. Juniarko Prananda, S.T., M.T.
NIP. 1990 0605 2015 04 1001 (

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN II

PERANCANGAN MODEL SISTEM KONTROL OTOMATIS PADA SISTEM BONGKAR MUAT KAPAL TANKER BERBASIS PLC

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Electrical and Automation Sistem* (MEAS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
Reyhan Ibrahim
NRP. 04211640000115

Disetujui oleh Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D
NIP. 197903192008011008

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERANCANGAN MODEL SISTEM KONTROL OTOMATIS PADA SISTEM BONGKAR MUAT KAPAL TANKER BERBASIS PLC

Nama mahasiswa : Reyhan Ibrahim
NRP : 04211640000115
Pembimbing : 1. Ir. Agoes Achmad Masroeri, M.Eng., D.Eng
2. Juniarko Prananda, S.T, M.T.

ABSTRAK

Pada kapal tanker terdapat ruangan kontrol atau yang biasa disebut dengan cargo control room. Di dalam ruangan tersebut, terdapat aktivitas untuk mempermudah dalam mengatur perpindahan dan aliran minyak yang akan dimuat dalam tangki yang diinginkan serta katup yang mengatur di setiap tangki. Selain itu, aktivitas tersebut dapat berguna untuk mengatur tangki agar tidak terjadi overfill serta kestabilan kapal pada saat proses loading unloading berlangsung. Jika masalah tersebut terjadi, kemiringan kapal sangatlah berpengaruh dan membahayakan kapal. Dalam hal ini, proses distribusi minyak akan dirancang dan didistribusikan dengan menggunakan CX-Omrone model yang akan dioperasikan melalui perangkat lunak komputer dengan program yang dirancang oleh PLC supaya proses distribusi berjalan lancar dan sesuai. CX-Omrone yang menjalankan model tersebut. Dalam proses distribusi, sering terjadi berbagai kejanggalan yang terjadi mulai dari aliran arus yang secara tiba-tiba tidak stabil serta tekanan yang berubah-ubah. Dengan mengandalkan respon yang cepat oleh PLC, jika terjadi sesuatu yang tidak diinginkan pada saat proses distribusi dapat ditangani dengan sangat baik dan memudahkan manusia.

Kata Kunci: Kapal Tanker, *Loading Unloading*, PLC, CX-Omrone, sistem kontrol, otomatisasi, PLC.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DESIGN OF AUTOMATIC MODEL ON TANKERS CARGO SYSTEM IN PLC BASED

Student Name	: Reyhan Ibrahim
NRP	: 04211640000115
Supervisor	: 1. Ir. Agoes Achmad Masroeri, M.Eng., D.Eng
	2. Juniarko Prananda, S.T, M.T.

ABSTRACT

On the tanker there is a control room or what is commonly called a cargo control room. In the room, activities are available to facilitate the allocation and flow of oil to be sent in the necessary tanks and valves provided in each tank. In addition, this activity can be useful for the tank to prevent overfilling and stability of the ship while the loading process is in progress. If the problem occurs, then the tilt of the ship is lost and endangering the ship. In this case, the oil distribution process will be designed and used using the CX-Omrone model which will be operated via a computer with a program designed by the PLC. The distribution process runs smoothly and accordingly. CX-Omrone is running the model. In the distribution process, various irregularities often occur starting from the flow of a sudden unstable current and changing pressure. By relying on the PLC's fast response, if something unexpected happens during the distribution process it can be done very well and makes it easy for humans.

Keywords: Tanker, Loading Unloading, PLC, CX-Omrone, control system, automation, PLC

"*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
ABSTRAK x
ABSTRACT xii
DAFTAR ISI xiv
DAFTAR GAMBAR xviii
DAFTAR TABEL 20
BAB 1 21
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan 3
1.5 Manfaat 3
BAB 2 5
2.1 Cargo System Pada Kapal Tanker 5
2.1.1 Pengertian Umum 5
2.1.2 Jenis sistem bongkar muat pada Cargo Tanker 5
2.2 Tipe dari Oil Tanker Cargo System 7
2.2.1 *Center* Line Bulkhead Tanker 7
2.2.2 *Twin Bulkhead* Tanker Circular Line 8
2.3 Dasar Sistem Kontrol 8
2.3.1 Open Loop 9
2.3.2 Closed Loop 9
2.4 Programmable Logic Controller 10
2.4.1 Jenis Programmable Logic Controller (PLC) 10
2.5 *Ladder Diagram* (Diagram Tangga) 11
2.5.1 Pengetahuan Dasar Tentang Diagram Tangga 12
2.6 Omron – CX- One 13

BAB 3 16
3.1 Identifikasi Dan Perumusan Masalah 17
3.2 Studi Literatur 18
3.3 Pengumpulan Data 18
3.4 Desain dari sistem kontrol berbasis PLC - SCADA 18
3.5 Pemilihan komponen yang digunakan 18
3.6 Menyusun sistem kontrol sesuai skenario 18
3.7 Simulasi sistem kontrol sesuai dengan skenario 18
3.8 Analisa dan Diskusi 18
3.9 Result 19
3.10 Kesimpulan 19
BAB 4 21
4.1. Penjelasan Umum 21
4.2. Rancangan Sistem Otomasi pada *Loading Unloading* 21
4.2.1. Cargo Pump Switch Control 21
4.2.2. Cargo Valve Control 21
4.2.3. Cargo Tank Level Indicator 22
4.2.4. Loading Unloading Timer 22
4.2.5. Cargo Tank Level Alarm 22
4.2.6. Loading Unloading Switch Control 22
4.2.7. Loading Unloading Rate Control 22
4.3. MT.Zenith Cargo Oil System Specification 22
4.3.1. Pump Specification 22
4.3.2. Cargo Piping 22
4.4. Desain Sistem Kontrol 23
4.5. Pengalamatan pada PLC 23
4.5.1. Simulasi 1 Tangki (Loading - Unloading) 23
4.5.2. Simulasi 10 Tangki Kapal (*Loading – Unloading)* 28
4.6. Analisa dan Diskusi 37
4.6.1. Analisa dan Diskusi pada *Loading System* 38

4.6.2. Analisa dan Diskusi pada *Unloading System*.....41
4.7.3 Analisa Keuntungan Sistem.....44
BAB 5.....47
5.1. Kesimpulan.....47
5.2. Saran 47
DAFTAR PUSTAKA.....48
LAMPIRAN.....50
BIODATA PENULIS.....72

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ring Main System 6
Gambar 2.2 Direct Line System 6
Gambar 2.3 Free Flow System 7
Gambar 2.4 Center Line Bulkhead Tanker 7
Gambar 2.5 Twin Bulkhead Tanker Circular Type 8
Gambar 2.6 Sistem Kontrol Dengan Siklus Open Loop 9
Gambar 2.7 Sistem kontrol dengan siklus closed loop 9
Gambar 2.8 Cara kerja Programmable Logic Controller 10
Gambar 2.9 Compact Programmable Logic Controller 11
Gambar 2.10 Modular Programmable Logic Controller 11
Gambar 2.11 Sistem Kontrol Dengan Menggunakan Diagram Tangga 12
Gambar 2.12 CX-One dalam alat terpadu perangkat lunak 14
Fig. 3.1 Research Flowchart 17
Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem Kontrol pada Loading Unloading kapal Tanker 23
Gambar 4.2 Diagram Tangga Sistem Kontrol pada 1 Tangki 24
Gambar 4.3 Diagram Tangga Sistem Kontrol pada 1 Tangki pada Proses Unloading 25
Gambar 4.4 Diagram Tangga Sistem Kontrol pada 1 Tangki sebagai Indikator 26
Gambar 4.5 Perancangan Desain untuk Simulasi pada CX - Designer 27
Gambar 4.6 Penyesuaian alamat pada komponen sesuai alamat 27
Gambar 4-7 Diagram Tangga Sistem Kontrol pada keseluruhan tangki 30
Gambar 4.8 Diagram Tangga Sistem Kontrol pada 1 Tangki pada Proses Unloading 32
Gambar 4.9 Diagram Tangga Sistem Kontrol pada Keseluruhan Tangki sebagai Indikator 34
Gambar 4.10 Perancangan Desain Simulasi Pada CX – Designer Proses Loading pada posisi kosong 35
Gambar 4.11 Perancangan Desain Simulasi Pada CX – Designer Proses Loading pada Kondisi Penuh 36
Gambar 4.12 Pengaruh Trim pada Tangki Cargo Kapal Loading pada Kondisi Penuh 37
Gambar 4.13 Standar PT.Pertamina MOR VI Balikpapan 39
Gambar 4.14 Standar PT.Pertamina MOR VI Balikpapan 42

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Table 2-1 Simbol Dasar Dari Diagram Tangga 12
Table 4-1 Input dan Output PLC 24
Table 4-2 Input dan Output PLC 28
Table 4-3 Output PLC..... 28
Table 4-4 Data Kapal Pembanding PT. Pertamina MOR VI Untuk Proses Loading 40
Table 4-5 Data kapal pembanding PT. Pertamina MOR VI untuk proses Unloading..... 43
Table 4-6 Skenario Perbandingan Waktu pada saat Loading……43
Table 4-7 Skenario Perbandingan Jumlah dan Upah Crew per Tahun……..44

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

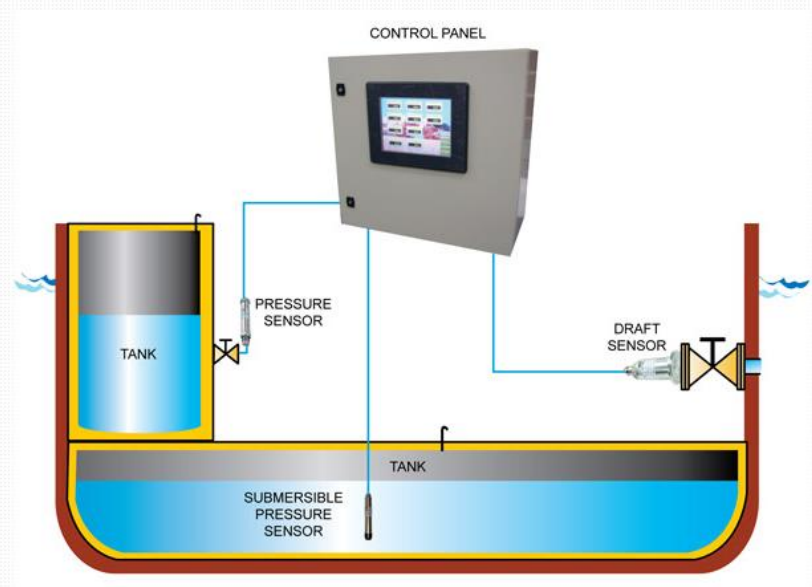
Pada era ini dan masa yang akan datang, industri berkembang pesat seiring dengan perkembangan teknologi. Karena perkembangan tersebut, manusia sebagai pihak yang terlibat secara langsung termotivasi dalam upaya meningkatkan produktivitasnya. Industri minyak dan gas melibatkan penggunaan berbagai mesin dan platform untuk memperoleh banyak fungsi yang diperlukan untuk menjalankan industri dari bawah ke atas (LUKOIL, 2013).

Penelitian untuk menemukan dan mengidentifikasi minyak di ladang minyak, pabrik percontohan awal untuk mengidentifikasi potensi lapangan dan pengeboran minyak dan mengekstraksi minyak dan gas dari ladang, serta memproses minyak dan gas menjadi berbagai produk mentah dan penyulingan produk menjadi produk akhir yang dapat digunakan dan penyimpanan dan pengangkutan produk ini membutuhkan berbagai kapal dan mesin teknik. (Devold Harvard, 2013). Kandungan minyak dan gas bumi yang bersifat terbatas di perairan lepas pantai, maka untuk menyederhanakan minyak sebelum dapat digunakan dan didistribusikan melibatkan beberapa jenis platform pemrosesan minyak.

Proses loading unloading yang terdapat pada kapal tanker harus diperhatikan dan diawasi dengan baik agar tidak terjadi kesalahan pada saat berlangsung. Pada saat kapal tanker melakukan proses bongkar muat, kapal tersebut secara bersamaan mengisi ballast yang menjadi pengganti cargo. Dengan hal ini, penghematan waktu pada proses tersebut sangatlah ekonomis dan dalam waktu yang sama dapat mengatur kestabilan kapal yang mana untuk mencegah kemiringan yang membahayakan kapal.

Karena aktivitas tersebut, maka perlu dilakukan perancangan sistem otomasi yang dapat dibuat dalam rangka untuk memonitor proses tersebut. Dengan simulasi yang dilakukan sesuai dengan sistem loading unloading kapal tanker yang terpasang, hal ini dapat memudahkan dalam pengaturan tangki, serta kapasitas minyak yang disalurkan. Dalam hal ini, PLC berperan dalam memonitor segala kegiatan bongkar muat yang ada pada kapal tanker.

Programmable logic controller atau yang biasa dikenal dengan nama PLC adalah suatu komponen yang terkenal di dunia industri akan ketetapan yang sangat presisi, respon yang sangat cepat, serta efisiensi kerja yang maksimal. Manusia sangatlah tertarik dengan komponen ini karena meminimalisir seluruh perkejaan dengan hanya sekali input data.



Gambar 1.1 Salah satu pengontrolan tangki pada kapal (FLOTECH)
Sumber : (FLOWTECH, 2005)

Untuk itu, dalam penelitian ini akan dilakukan proses pemrograman pada PLC untuk melakukan logic tertentu sesuai dengan yang diprogram, serta pemograman oleh software CX sebagai jembatan pada logic yang terbentuk untuk dapat dilakukan proses monitoring yang berawal dari *storage* sampai *reservoir* pada proses distribusi minyak.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas didapatkan rumusan masalah supaya bahasan lebih terarah:

1. Bagaimana membuat pemodelan sistem kontrol loading unloading pada kapal tanker berbasis PLC dengan skala laboratorium?
2. Bagaimana performa sistem kontrol loading unloading pada kapal tanker berbasis PLC?

1.3 Batasan Masalah

Dari masalah yang ada dapat diketahui batasan masalah supaya pembahasan lebih terarah:

1. Sistem PLC yang diimplementasikan menggunakan model tidak berskala atau skala laboratorium.
2. Sistem control otomasi yang dirancang hanya berfokus pada sistem *loading unloading* dan tidak memperhitungkan sistem ballast.

1.4 Tujuan

Dari rumusan masalah diatas dapat diketahui tujuan sebagai berikut:

1. Membuat pemodelan dari sistem kontrol *loading unloading* pada kapal tanker berbasis PLC dengan skala laboratorium.
2. Untuk mengetahui performa sistem kontrol sistem kontrol *loading unloading* pada kapal tanker berbasis PLC.

1.5 Manfaat

Manfaat penulisan tugas akhir ini secara umum adalah untuk memahami efektivitas pengoperasian sistem kontrol serta pengembangan real-time monitoring dengan melakukan simulasi pada proses otomasi *loading unloading* pada kapal tanker berbasis PLC dibandingkan dengan sistem kontrol *loading unloading* pada kapal tanker secara manual.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.

2.1 Cargo System Pada Kapal Tanker

2.1.1 Pengertian Umum

Pada sistem ini, jalur pipa bongkar muat telah diperhitungkan sebelumnya pada perancangan sistem kapal. Terdapat jenis serta jalur yang digunakan dalam penyaluran fluida yang berbeda-beda di setiap kapal. Salah satu sistem yaitu salah satu pompa melayani satu jalur pipa penyaluran minyak atau satu pompa yang mengontrol semua jalannya pipa penyaluran. Selain itu, tanker dilengkapi dengan pump room yang mana tidak hanya memuat pompa bongkar muat, tetapi pompa sistem yang lainnya juga terdapat di dalam ruang tersebut.

2.1.2 Jenis sistem bongkar muat pada Cargo Tanker

Pada proses bongkar muat kapal tanker, terdapat tiga sistem dan metode berbeda yang digunakan oleh tiap kapal.

2.1.2.1 Ring Main System

Perencanaan sistem kapal tanker ini digunakan sistem sistem utama cincin di mana sistem cincin utama adalah sistem perpipaan yang dirancang di mana setiap pompa dapat melayani setiap tangki memuat ruang (untuk lebih dari satu jenis muatan) Di mana masing-masing memiliki pipa utama sendiri. Dasar dari sistem ini adalah lingkaran ruang pompa di sekitar kapal, dengan garis silang pada setiap susunan tangki. Sistem ini banyak digunakan di kapal "tanker produk" di mana sistem mengikuti banyak jumlah muatan yang harus dibawa tanpa terkontaminasi. Sistem ini adalah sistem yang sangat berguna untuk memungkinkan berbagai kombinasi pompa dan saluran berbeda untuk tangki apa pun.

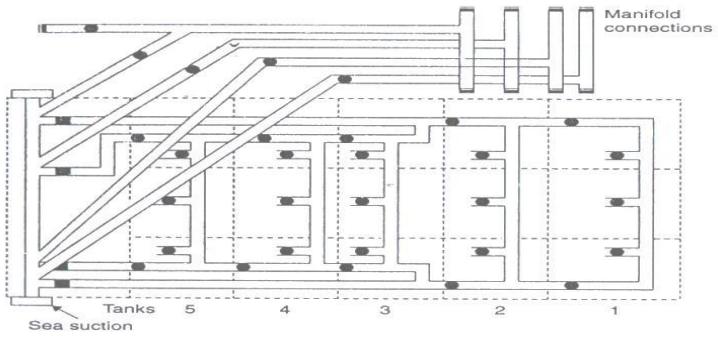


Fig. 5.7 Ring main system. Pump room aft.

Gambar 2.1 Ring Main System
Sumber : (Cult of Sea – Maritime Knowledge, 2015)

2.1.2.2 Direct Line System

Direct line system adalah Sistem perpipaan dan pemompaan yang melayani dan dikelompokkan berdasarkan jenis muatan, sehingga satu pompa hanya melayani satu jenis pengisian saja. Keuntungan dari sistem ini adalah mudah dioperasikan, karena menggunakan sedikit katup, mudah mengatur sistem katup, mudah mengisolasi setiap bagian untuk mencegah kontaminasi. Sedangkan kerugiannya sulit jika digunakan untuk pelepasan multiport. Sulit dibersihkan.

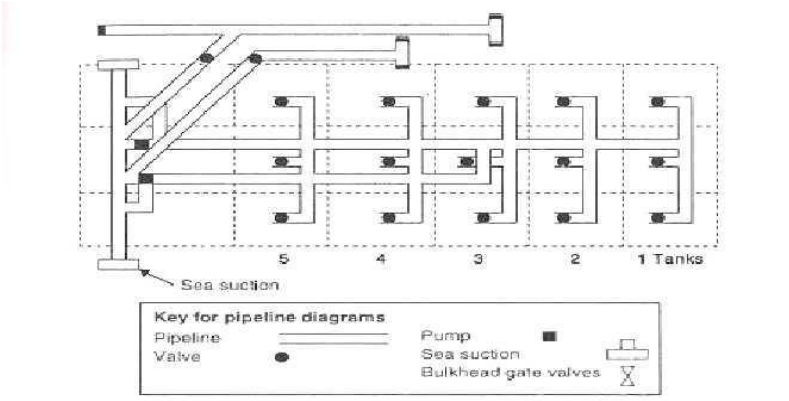
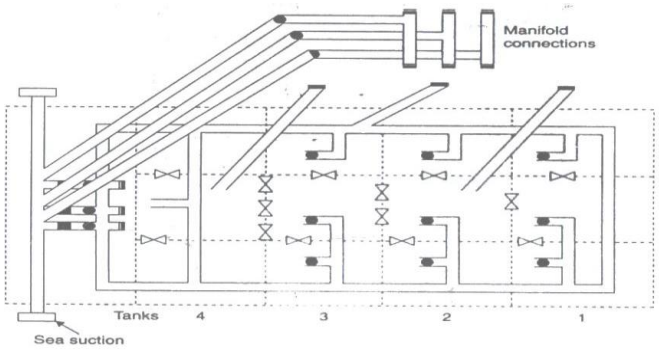


Fig. 5.6 Direct line system. Used mainly on crude and black oil tankers where separation of oil grades is not so important.

Gambar 2.2 Direct Line System
Sumber : (Cult of Sea – Maritime Knowledge, 2015)

2.1.2.3 Free Flow System

Sistem perpipaan dirancang sedemikian rupa sehingga setiap pompa dapat melayani setiap tangki melalui setiap pipa utama. Hasil dari sistem ini adalah memberikan kecepatan yang sangat tinggi pada saat pembuangan, kelemahan dari sistem ini adalah untuk memungkinkan terjadinya overflow.

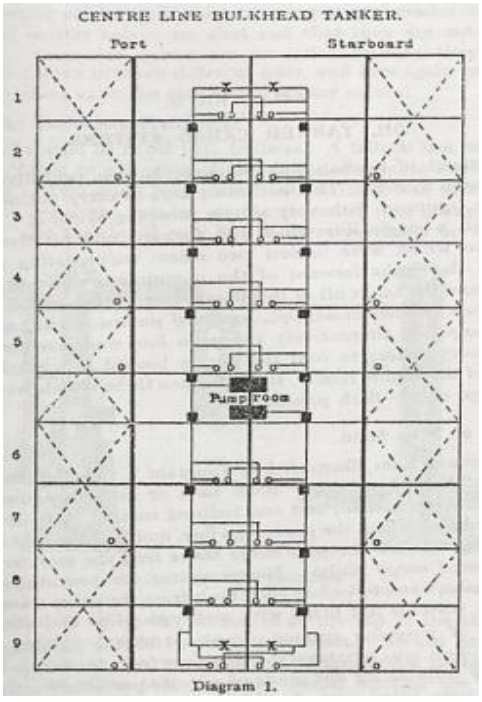


Gambar 2.3 Free Flow System
Sumber : (Cult of Sea – Maritime Knowledge, 2015)

2.2 Tipe dari Oil Tanker Cargo System

2.2.1 *Center* Line Bulkhead Tanker

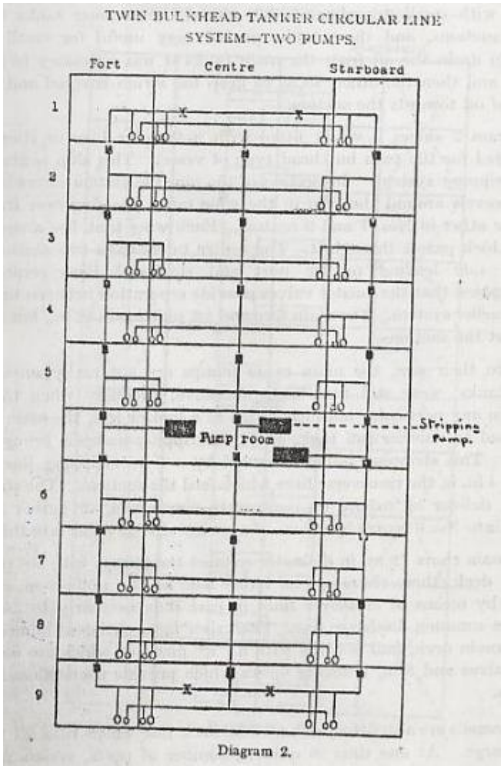
Sistem perpipaan *center line bulkhead* yang terdapat pada kapal tanker biasanya digunakan untuk tanker yang memilki centerline bulkhead. Terdapat dua sisi suction yaitu direct suction yang digunakan untuk tangki di sisi port dan indirect suction untuk tangki di sisi starboard dengan masing-masing pompa cargo. sistem perpipaan dengan tipe ini biasanya digunakan pada kapal tanker yang memuat satu jenis muatan dan sangatlah berguna untuk kapal tanker yang memiliki tangki kargo yang sedikit.



Gambar 2.4 Center Line Bulkhead Tanker
Sumber : (Cult of Sea – Maritime Knowledge, 2015)

2.2.2 *Twin Bulkhead* Tanker Circular Line

Berbeda dengan sebelumnya, sistem perpipaan twin bulkhead tanker circular line biasanya digunakan pada kapal tanker yang mengaplikasikan dua sekat memanjang di ruangan kargonya. Sistem perpipaan dengan tipe ini dilengkapi dengan jalur pembersihan atau stripping system untuk membuang kotoran yang ada pada saat pembersihan tangki kargo. Center tank pada sistem ini mempunya dua suction yang dihubungkan dengan pelabuhan pada saat bersandar di setiap sisi kapal secara berurutan. Pompa kargo yang digunakan pada transfer minyak tidak dapat digunakan untuk stripping system, dan terdapat dua main risers yang dihubungkan dengan crossover line.

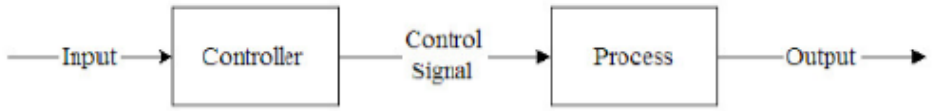


Gambar 2.5 Twin Bulkhead Tanker Circular Type
Sumber : (Cult of Sea – Maritime Knowledge, 2015)

2.3 Dasar Sistem Kontrol

Di semua sistem yang ada, pasti selalu menggunakan sebuah siklus atau urutan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Dalam sistem kontrol, terdapat dua jenis siklus. Siklus yang pertama adalah siklus *open loop*, lalu yang kedua adalah siklus *closed loop.* Setiap siklus memiliki kelebihan dan kekurangan, maka pemilihan siklus dari sistem kontrol tersebut harus tepat dan sesuai dengan sistem supaya efektif.

2.3.1 Open Loop

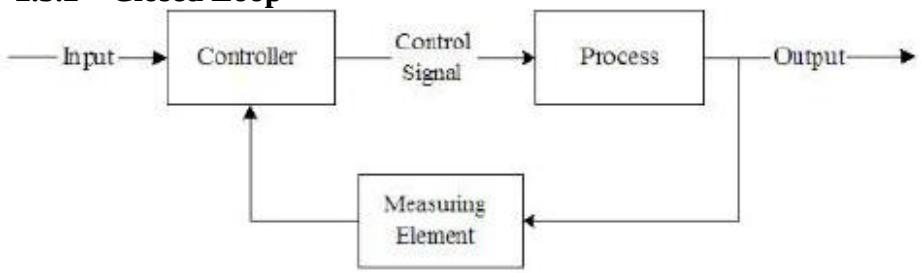


Gambar 2.6 Sistem Kontrol Dengan Siklus Open Loop
Sumber : (Materi Dasar Sistem Pengendalian, 2020)

Sistem kontrol dengan siklus *open loop* adalah sistem kontrol dengan output yang tidak berpengaruh atau tidak memberikan *feedback* ke input. Pada siklus ini, sistem tidak memiliki koreksi otomatis yang mana untuk mengontrol output yang diinginkan atau yang ingin dicapai. Maka dalam hal ini, cara satu-satunya untuk mendapatkan output yang diinginkan adalah dengan cara mengatur sistem tersebut secara manual..

Bisa dilihat dari Gambar 2.6 bahwa sistem ini sangat sederhana, stabil dan terbilang murah. Akan tetapi, karena tidak ada *feedback,* maka tidak tercipta sistem yang dapat mengatur output secara akurat. Terlebih lagi, sistem ini tidak memperhitungkan gangguan eksternal yang memengaruhi output dan tidak melakukan tindakan korektif secara otomatis.

2.3.2 Closed Loop



Gambar 2.7 Sistem kontrol dengan siklus closed loop
Sumber : (Materi Dasar Sistem Pengendalian, 2020)

Sistem kontrol dengan siklus *closed loop* adalah sistem kontrol dimana output yang diinginkan dapat tercapai karena output berpengaruh atau memberikan *feedback* kepada input. Pada Gambar 2.7 *Feedback* atau *measuring element* yang ada pada *closed loop* secara otomatis memperbaiki perubahan pada output yang mana dapat mempertahankan output dari gangguan. Maka dari itu, sistem kontrol *closed loop* bisa dibilang sebagai sistem kontrol otomatis.

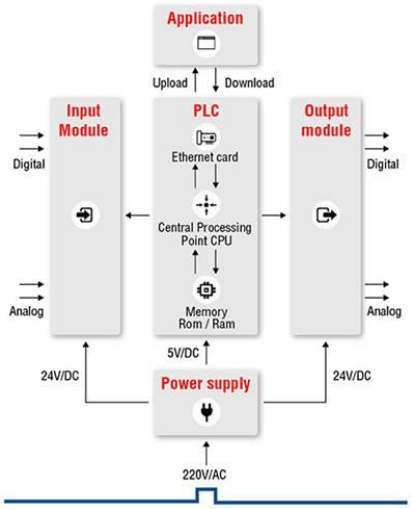
Dalam sistem kontrol dengan siklus *closed loop*, variable output dapat dikontrol setiap saat dan menghasilkan sinyal yang mana akan

mengarah ke elemen kontrol guna untuk melakukan tindakan korektif sehingga output diperoleh sesuai dengan harapan.

2.4 Programmable Logic Controller

Programmable Logic Controller atau yang biasa disingkat dengan PLC adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan dirancang untuk kegiatan industri, dimana ia menggunakan memori yang menjadi komponen utamanya untuk diprogram untuk menyimpan instruksi yang sudah diatur sedemikian rupa dengan mengimplementasikan fungsi spesifik untuk mengendalikan proses digital.

Pada tahun 1968, General Motor (GM) merancang PLC pertama kali untuk menggantikan posisi kontrol relai yang dianggap tidak fleksibel dalam hal urutan yang diatur serta biaya yang mahal. Pada 1980-an, sebuah upaya dilakukan untuk membuat standar komunikasi dengan protokol otomatisasi Automation Protocol (MAP) General Motor, serta meminimilkan ukuran PLC dan pemrograman dengan sehingga mudah ditangani.



Gambar 2.8 Cara kerja Programmable Logic Controller
Sumber : (*Unitronics*, 2020)

2.4.1 Jenis Programmable Logic Controller (PLC)

PLC memiliki dibagi menjadi 2 kategori, yaitu *modular* dan *compact*. Kedua kategori tersebut memiliki fungsi dasar yang sama.

- *Compact* PLC, yaitu salah satu jenis PLC yang mana dirancang untuk melakukan fungsi dasar. Memiliki bentuk yang kecil dan semuanya bertempat di satu entitas. dalam Compact PLC, berfungsinya semua proses sangat tergantung terhadap proses sempurna yang ditimbulkan oleh setiap komponen

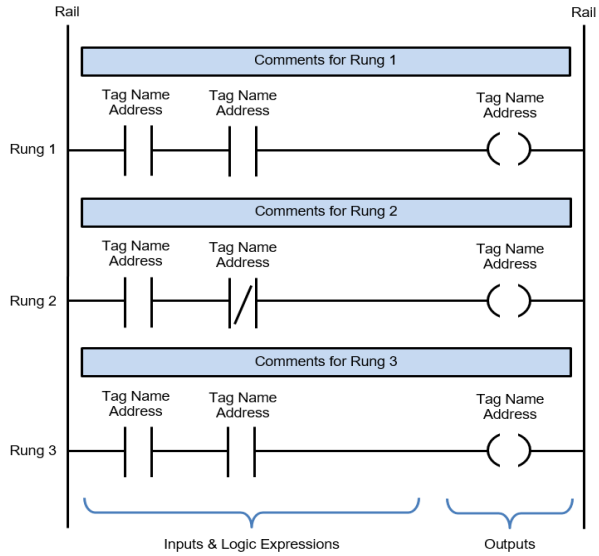
Gambar 2.9 Compact Programmable Logic Controller
Sumber : (e-motionsupply.com)

- Untuk *Modular* PLC, salah satu jenis PLC ini dikenal sebagai unit yang terdiri dari banyak slot yang memungkinkan banyak komponen yang terpasang mudah diperbaiki

Gambar 2.10 Modular Programmable Logic Controller
Sumber : (indiaMART.com)

2.5 *Ladder Diagram* (Diagram Tangga)

Ladder diagram adalah diagram yang digunakan pada saat pemrograman PLC. Pada diagram tangga, terdapat dua bagian berbeda. Pertama adalah bagian daya, lalu yang kedua ada bagian kontrol. Sesuai dengan namanya, bagian daya berguna untuk menampilkan aliran daya ke motor atau perangkat lain, selain itu bagian kontrol untuk menampilkan kontrol motor dari motor atau perangkat lainnya. Dalam diagram tangga, pemakaian simbol sangatlah penting dalam pengaturan kontrol.

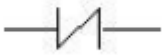


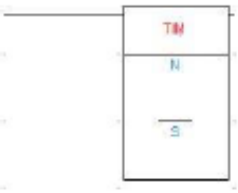
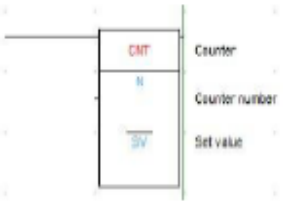
Gambar 2.11 Sistem Kontrol Dengan Menggunakan Diagram Tangga
Sumber : (Ladder Logic World, 2020)

2.5.1 Pengetahuan Dasar Tentang Diagram Tangga

Pada perancangan diagram tangga, terdapat beberapa instruksi dasar yang sering digunakan untuk membuat logika sederhana. Instruksi tersebut dimasukkan ke dalam setiap anak tangga agar dapat bekerja dengan logika untum membuat suatu sistem. Beberapa instruksi dasar dapat dilihat pada Table 2-1

Table 2-1 Simbol Dasar Dari Diagram Tangga

No	Nama	Simbol	Keterangan
1	Normally Open (NO) Contact		Simbol Intruksi yang menyatakan bahwa nilai akan bernilai 1 jika aktif, 0 jika tidak.
2	Normally Closed (NC) Contact		Simbol Intruksi yang menyatakan bahwa nilai akan bernilai 0 jika aktif, 1 jika tidak.
3	Normally Open (NO) Coil		Simbol Intruksi pada output yang menyatakan bahwa nilai akan bernilai 1 jika aktif, 0 jika tidak.

4	Normally Closed (NC) Coil		Simbol Intruksi pada output yang menyatakan bahwa nilai akan bernilai 0 jika aktif, 1 jika tidak.
5	TIM (Timer)		Simbol Instruksi yang akan aktif jika perintah sebelumnya adalah 1. Output dari instruksi ini akan aktif jika *set value* disetel 0
6	CNT (Counter)		Simbol Instruksi yang akan aktif jika perintah sebelumnya adalah 1. Output dari instruksi ini akan aktif jika *present value* bernilai 0

Sumber : (Ladder Logic World, 2020)

Perlu diketahui bahwa penjelasan simbol diatas hanyalah bagian dasar dari diagram tangga, sebenarnya masih banyak lagi simbol-simbol sesuai dengan modelnya.

2.6 Omron – CX- One

Kata Omron sangatlah sering didengar di dunia pemograman otomatis seperti PLC. Omron adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang otomasi, elektronika serta sistem lainnya di bidang industri maupun maritim. Dengan tingkat pengetahuan dan eksekusinya dibidang tersebut terbentuk bermacam-macam produk yang membantu manusia, seperti PLC. Salah satu software pemrograman yang disajikan oleh perusahaan tersebut ada CX-One.

CX-One adalah sebuah software yang mengintegrasikan PLC dan berbagai perangkat lunak dan jaringan sesuai dengan ekspansi dari program tersebut. Tidak hanya itu, banyak fitur-fitur yang terdapat didalamnya dan saling menunjang kebutuhan tiap software tersebut.

CX-Programmer menawarkan upaya merangcang skenario ladder diagram suatu sistem otomasi yang ingin dibuat, dengan bantuan software lain seperti CX-Designer dan CX-Simulator yang menunjang kegiatan tersebut.

Gambar 2.12 CX-One dalam alat terpadu perangkat lunak
Sumber : (Omron Industrial Automation, 2017)

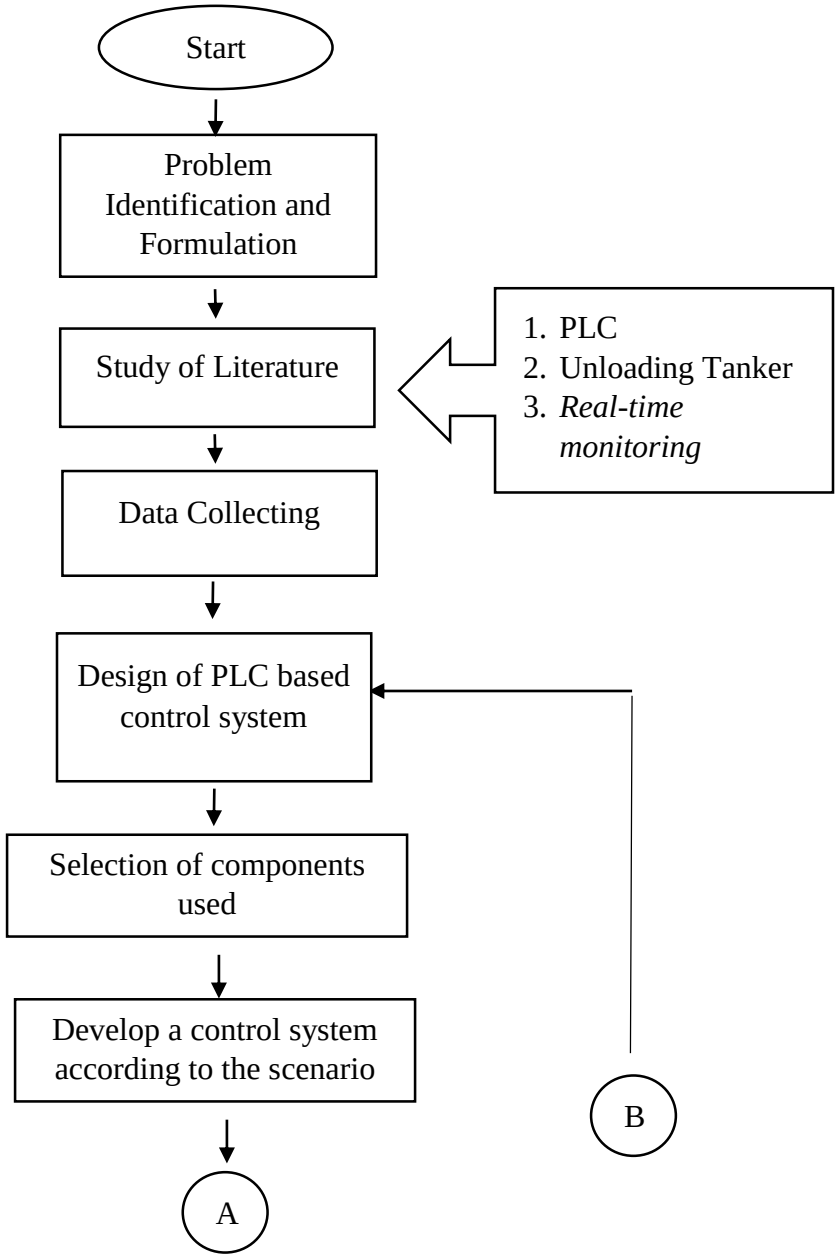
Keseluruhan fitur yang ditawarkan sangatlah berguna dan berdampak baik di dunia industri karena dirasa sangat membantu kemajuan perusahaan di bidang yang dijalankan serta dengan mudahnya mengeksekusi kemungkinan dari sistem otomasi yang ingin dipasangkan, timbal balik yang sangat cepat dan akurat, serta cepat terkendali.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 3

METODE PENELITIAN

Supaya memudahkan pengerjaan proposal dan kajian yang dilakukan terarah, maka dalam pembuatan proposal dilakukan proses yang terstruktur sebagai berikut :



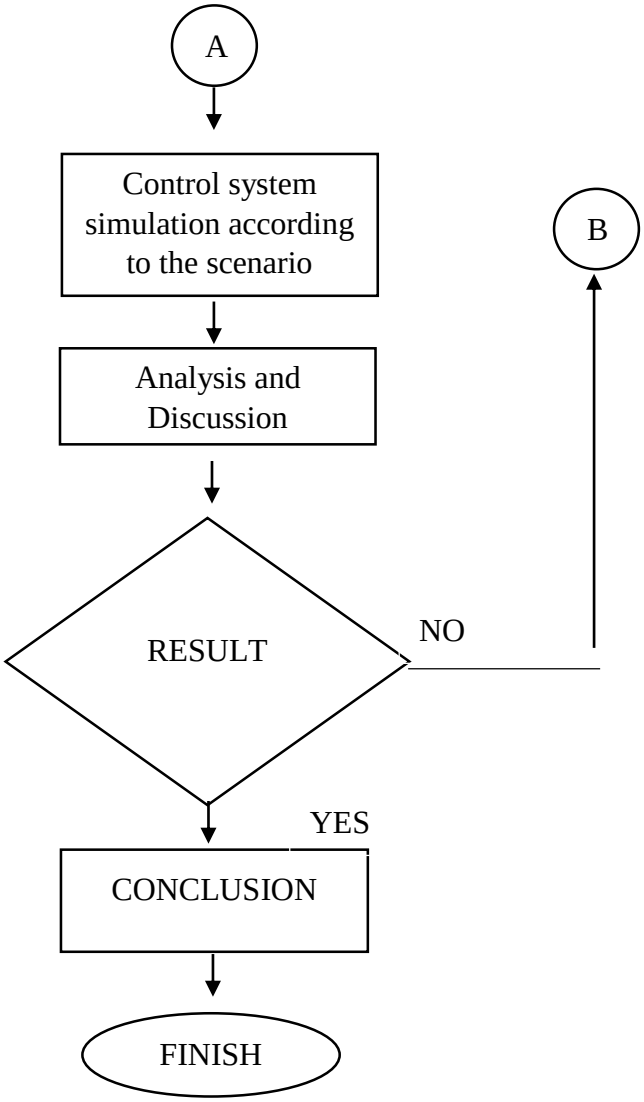


Fig. 3.1 Research Flowchart
Sumber : (Personal, 2020)

3.1 Identifikasi Dan Perumusan Masalah

Tahap pertama yang dilakukan dalam pengerjaan proposal ini adalah identifikasi dan perumusan masalah. Proses penelitian ini berdasarkan latar belakang masalah, juga berdasarkan masalah dan tujuan penelitian. Dalam proposal ini masalah utama adalah bagaimana mengetahui apakah dengan merancang sistem kontrol dan *monitoring* berbasis PLC sangatlah efektif dan memiliki performa yang baik dibandingan dengan operasi manual pada saat *Loading Unloading*.

3.2 Studi Literatur

Studi pustaka adalah proses yang dilakukan untuk mencari informasi tentang masalah yang akan dibahas. Informasi bisa berasal dari penelitian yang sudah pernah ada, berita – berita yang telah tervalidasi dan hasil tugas akhir yang telah selesai. Tentunya yang sesuai dengan topik masalah yang akan dibahas dalam proposal ini yaitu tentang sistem kontrol berbasis PLC pada proses *Loading Unloading* pada kapal tanker.

3.3 Pengumpulan Data

Pada tugas akhir ini dibutuhkan beberapa data pendukung yang dapat menunjang proses untuk menyelesaikan tugas akhir. Data yang diperoleh nantinnya akan diolah untuk bisa menjadi acuan perancangan sistem kontrol PLC. Beberapa data yang dibutuhkan seperti P&ID dari sistem *Loading Unloading* pada kapal tanker.

3.4 Desain dari sistem kontrol berbasis PLC

Desain model dirancang untuk membuat bentuk model sesuai dengan desain dan kebutuhan. Tahap ini adalah tahap untuk memprogram PLC sesuai dengan kebutuhan semua sensor dan komponen lainnya untuk bekerja dengan baik. Pada tahap ini juga membuat struktur atau diagram pada sistem tersebut untuk mencocokkan *hardware* dan pengarahan ke pusat kontrol dan monitoring. PLC sebagai logic kit, pemrograman tersebut menggunakan CX-programmer

3.5 Pemilihan komponen yang digunakan

Membuat dan merancang suatu sistem pasti membutuhkan perangkat lunak atau komponen yang sesuai untuk menunjang sistem tersebut. Sebelum memulai simulasi sistem kontrol PLC, komponen yang akan digunakan harus dipilih dengan baik.

3.6 Menyusun sistem kontrol sesuai skenario

Proses ini adalah proses perancangan atau pengaturan semua komponen yang telah dipilih pada tahap sebelumnya. Perakitan ini mencakup pemasangan semua komponen yang berperan dalam sistem kontrol ini. Instalasi ini disusun secara hati-hati agar sistem dapat berjalan dengan baik dan tidak ada kesalahan atau hubungan pendek ke masing-masing peralatan.

3.7 Simulasi sistem kontrol sesuai dengan skenario

Setelah model selesai, perlu dilakukan pengujian apakah simulasi yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan desain yang telah dibuat dan bekerja dengan baik atau tidak

3.8 Analisa dan Diskusi

Langkah ini adalah untuk menganalisis data dari hasil simulasi yang telah dijalankan. Data-data yang didapat seperti waktu yang dibutuhkan untuk sensor membuat respons, dan waktu yang dibutuhkan untuk PLC dapat memproses respons dari sensor aliran.

3.9 Result

Langkah ini merupakan hasil yang diperoleh setelah proses analisa dan diskusi dari uji coba model sebelumnya. Apakah simulasi yang telah berlangsung ini berfungsi dengan baik atau tidak. Jika hasilnya tidak boleh, harus diulangi untuk merancang langkah sistem otomasi sebelum disimulasikan kembali.

3.10 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis data serta hasil yang diinginkan, pengambilan kesimpulan sangatlah penting untuk mengetahui apakah sistem ini tepat untuk diterapkan dalam proses *Loading Unloading* pada kapal tanker atau tidak.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4

DATA PENELITIAN

1.
2.
3.
4.

4.1. Penjelasan Umum

Tugas akhir ini mengembangkan model sistem *unloading* pada Kapal Tanker dengan menggunakan PLC yang nanti akan diteruskan ke software CX-One untuk dieksekusi. Sebelum penulis membuat skenario dari tugas akhir ini, desain model ini harus dilakukan. Tujuan dari langkah ini adalah untuk memudahkan ketika penulis membuat model.

Software sistem monitoring yang disimulasikan untuk kapal tanker yang dibuat memiliki indikator di sistem yang terinstall di kapal tersebut serta komponen lainnya.

4.2. Rancangan Sistem Otomasi pada *Loading Unloading*

Proses loading unloading yang sudah dibicarakan sebelumnya adalah salah satu fungsi utama pada kapal tanker untuk dapat mendistribusikan minyak dari satu tangki te tempat lainnya. Untuk dapat melakukan proses tersebut secara efesien, sistem kontrol yang dibuat dengan simulasi sebagai parameter keberhasilan sistem tersebut harus berjalan secara lancar agar sistem loading unloading bekerja secara maksimal dengan waktu yang sudah disetujui. Komponen dalam proses ini yaitu cargo pump, valve dan lain-lain yang berkaitan dengan sistem kargo serta keselamatan kapal yang di monitor oleh ABK yang bertanggung jawab atas proses tersebut.

Sistem otomasi yang dirancang juga digunakan sebagai pengatur pada proses bongkar muat kapal. Peralatan serta parameter yang dirancang dalam upaya untuk melancarkan proses bongkar muat adalah sebagai berikut :

4.2.1. Cargo Pump Switch Control

Komponen ini digunakan untuk menyalakan dan mematikan pompa kargo yang digunakan pada saat loading unloading kapal. Dalam hal ini, terdapat dua pompa yang dapat digunakan secara individual, tergantung dengan kebutuhan dari loading unloading kapal tersebut. Maka, switch ini dapat diatur dan disesuaikan dengan kapasitas yang dibutuhkan.

4.2.2. Cargo Valve Control

Komponen ini digunakan untuk memudahkan dalam mengatur aliran fluida yang akan didistribusikan pada tangki muatan. Pada rancangan ini,

valve dibuat atau disetel secara otomatis sesuai dengan data yang diperoleh dan digunakan dalam distribusi minyak yang telah ditentukan

4.2.3. Cargo Tank Level Indicator

Komponen ini adalah alat pengukur muatan yang disetel per tangki. Level indikator dapat digunakan sebagai pemberi info dari volume minyak yang dialirkan pada saat proses loading unloading.

4.2.4. Loading Unloading Timer

Komponen ini dibutuhkan untuk menjadi pencatat waktu yang bekerja selama proses loading unloading berlangsung.

4.2.5. Cargo Tank Level Alarm

Komponen ini berfungsi untuk memberi peringatan pada saat pengisian muatan jika sudah menyentuh level yang telah ditentukan.

4.2.6. Loading Unloading Switch Control

Komponen ini berkaitan dengan cargo control yang berguna untuk memulai proses loading atau proses unloading kapal.

4.2.7. Loading Unloading Rate Control

Loading Unloading Rate Control digunakan untuk mengatur kapasitas aliran muatan yang akan didistribusikan pada tiap tangki dan diatur sesuai yang dibutuhkan. Pengaturan Loading Unloading pada kapal tanker didasarkan oleh kebutuhan waktu bongkar muat yang dibutuhkan atau sudah direncanakan oleh kapal tersebut

4.3. MT.Zenith Cargo Oil System Specification

4.3.1. Pump Specification

Cargo Oil Pump
Jumlah : 2 Set
Type : Electric Driven Motor, Single Stage Vertical Pump, Horizontal Suction
Kapasitas : 570 m3 / hr

4.3.2. Cargo Piping

Sistem kargo pada kapal MT.Zenith dirancang untuk memuat jenis muatan yang sama, maka hanya ada satu jenis muatan yang ada pada kapal dengan jenis minyak white oil.

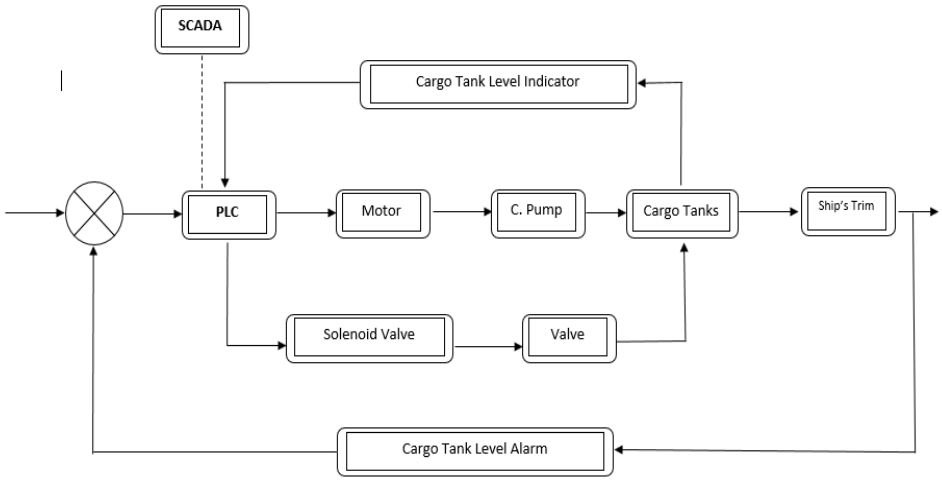
Pengelompokan tangki dan pompa adalah sebagai berikut :

1. No.1 COT Pump : For Portside Activity
2. No.2 COT Pump : For Starboard Activity

Akan tetapi, pompa tetap dapat mencover satu sama lain jika terjadi kendala yang tidak diinginkan

4.4. Desain Sistem Kontrol

Langkah yang harus dilakukan sebelum melanjutkan ke PLC adalah dengan melakukan analisis dengan cara menurunkan model yang dirancang kedalam blok diagram. Dengan begitu, komponen dapat bekerja sesuai dengan alur sistem yang diinginkan dan mempermudah pembuatan dari sistem.



Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem Kontrol pada Loading Unloading kapal Tanker
Sumber : (Pribadi, 2020)

Pada Gambar 4.1, feedback yang diterima dari sistem yang dirancang adalah feedback berupa alarm yang menandakan bahwa pengisian telah selesai. Dengan alarm yang menyala, komponen tersebut akan sekaligus menjadi parameter untuk PLC untuk mematikan semua sistem control yang mengatur jalannya proses bongkar muat kapal tersebut.

4.5. Pengalamatan pada PLC

4.5.1. Simulasi 1 Tangki (Loading - Unloading)

Setiap komponen atau peralatan yang terdapat pada PLC mempunyai alamat tersendiri dan spesifik. Program yang dijalankan oleh PLC berisi perintah membaca “data” pada alamat input dari ladder diagram yang dibuat, memproses “data” tesebut, dan memberikan “data” yang tadi diolah ke output. Jika perintah tersebut salah setelah di proses, maka terjadi ketidaksesuaian yang dihubungkan.

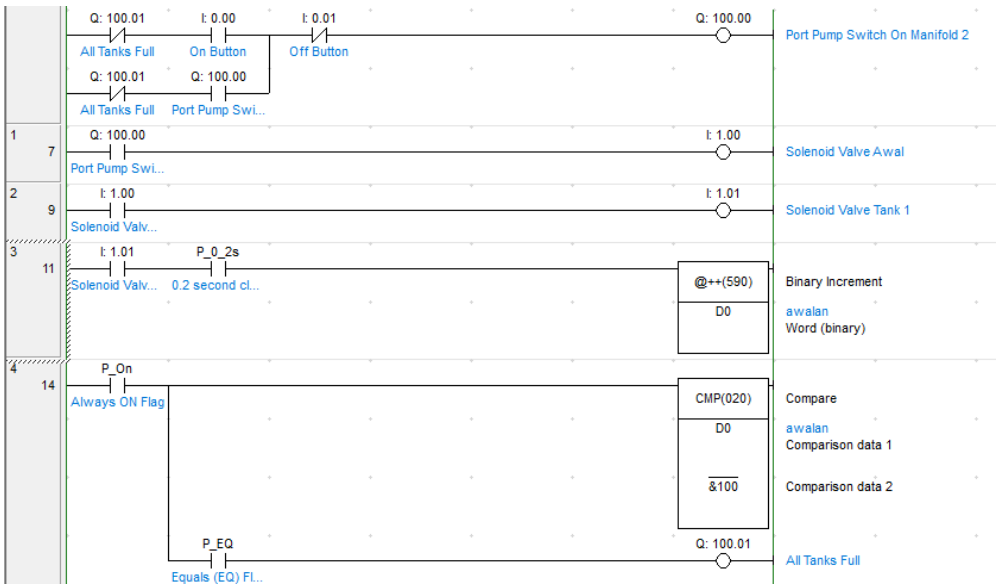
Daftar peralatan Imput dan Output PLC yang telah dirancang adalah dapat dilihat pada table 4.1

Table 4-1 Input dan Output PLC

NO	Nama	Address
1	Switch On Pompa 1	0.00
2	Switch Off Pompa 1	0.01
3	Solenoid Valve In	1.00
4	Solenoid Valve Tank 1	1.01
5	Solenoid Valve Out (Before Pump)	1.02
6	Non Return Solenoid Valve	1.03
7	Level Indicator High	100.04
8	Level Indicator Low	100.05
9	Pompa 1	100.00
10	Pompa 2	100.03

Selanjutnya, tahap ini dilakukan untuk membuat desain *ladder diagram* yang dimana sesuai dengan diagram blok yang telah menjadi analisis model untuk menurunkan modelnya agar memudahkan pengerjaan.

Dalam perancangan ini, akan dilakukan pengujian dengan 1 tangki dimana tangki tersebut dapat melakukan distribusi fluida yang diatur oleh pompa dan proses *loadingnya*. Berikut hasil dari *ladder diagram* yang telah dirancang dengan kondisi tersebut.

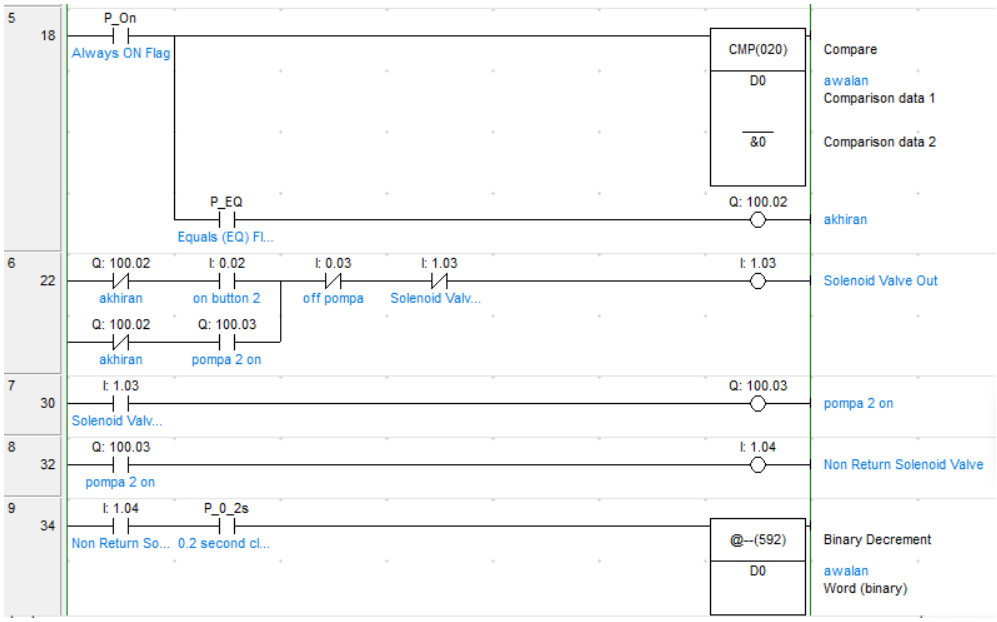


Gambar 4.2 Diagram Tangga Sistem Kontrol pada 1 Tangki
Sumber : (Pribadi, 2020)

Pada Gambar 4.2, *ladder diagram* yang dibuat adalah saat kondisi PLC menerima respon tetapi pompa dalam keadaan mati serta kondisi tangki kosong. Pada saat switch start dinyalakan, pompa akan menyala dan fluida akan masuk mengisi tangki sesuai dengan volume.

Pada saat On button pada *address 0.00* dinyalakan, input akan mengalir melewati system tersebut dan memberikan output kepada pompa dengan *address 100*.00, setelah itu input akan terus berlanjut ke solenoid valve awal yang mana merupakan katup pertama kali sebelum memasuki tangki. Lalu berlanjut ke solenoid valve tangki 1.

Tiap-tiap tangki akan memiliki solenoid valve tersendiri. *Binary Increment function* yang terdapat pada system berfungsi untuk menghitung angka biner yang sudah di setel pada saat perhitungan pompa. Lalu fungsi *Compare* digunakan untuk menyetel agar inputan yang diingkan dapat sesuai dengan output yang dibutuhkan, dalam hal ini adalah kapasitas tangki cargo pada kapal tersebut. Jika sudah memenuhi outputan atau tangki cargo sudah penuh, pompa akan mati secara otomatis



Gambar 4.3 Diagram Tangga Sistem Kontrol pada 1 Tangki pada Proses Unloading

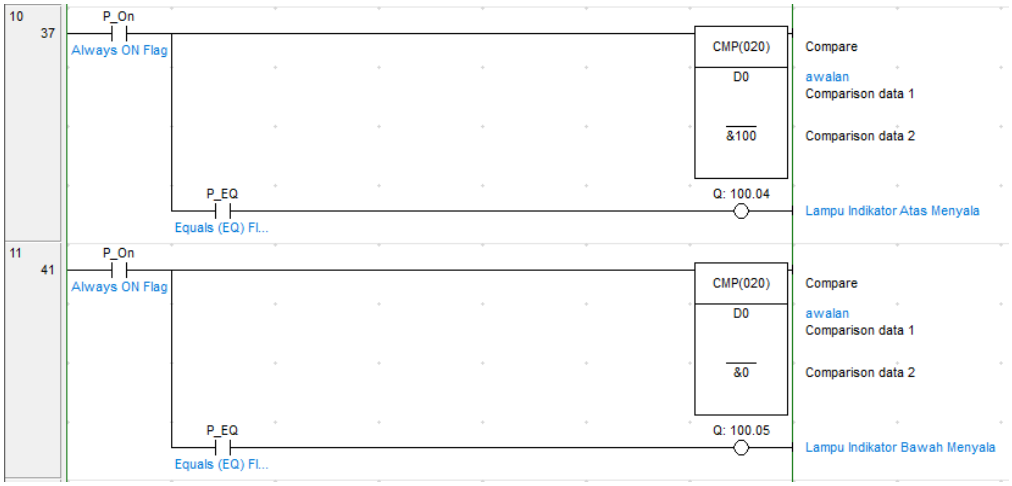
Sumber : (Pribadi, 2020)

Setelah melakukan simulasi sesuai dengan ladder diagram yang ditunjukkan pada Gambar 4.3, proses kedua yang dilakukan ada proses *unloading* kapal. Proses ini adalah proses pengeluaran muatan pada tangki cargo untuk disalurkan ke dermaga atau tangki reservoir.

Tangki cargo akan memulai proses *unloading* dengan cara menekan tombol *"Drain"* yang ada pada simulasi, yang mana akan menyalakan

tombol ON pada pompa 2 yang nantinya akan memulai proses discharge tangki cargo kapal menuju reservoir. Muatan akan melewati solenoid valve tangki, melewati solenoid valve sebelum pompa, dan menuju ke pompa. Dari pompa kapal dengan kapasitas yang sudah diperhitungkan, muatan akan ter*discharge* oleh pompa, melewati *non return solenoid valve*, lalu menuju reservoir.

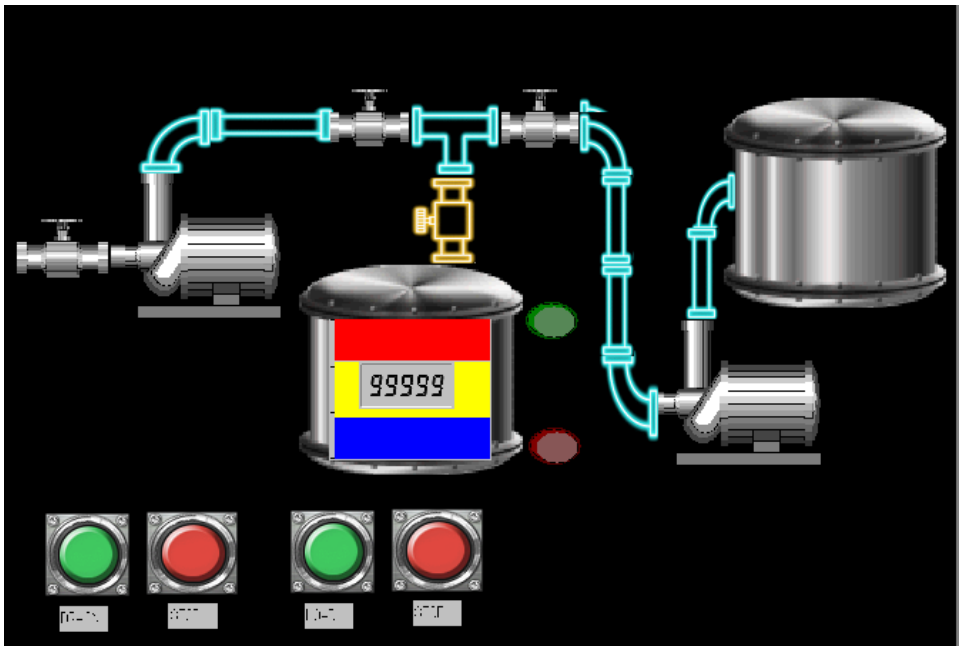
Selama proses *unloading berlangsung*, muatan dalam tangki cargo akan berkurang sampai habis. Di dalam tangki terdapat indicator bawah yang mana akan memberikan informasi bahwa tangki tersebut sudah tidak lagi memiliki muatan didalamnya.



Gambar 4.4 Diagram Tangga Sistem Kontrol pada 1 Tangki sebagai Indikator
Sumber : (Pribadi, 2020)

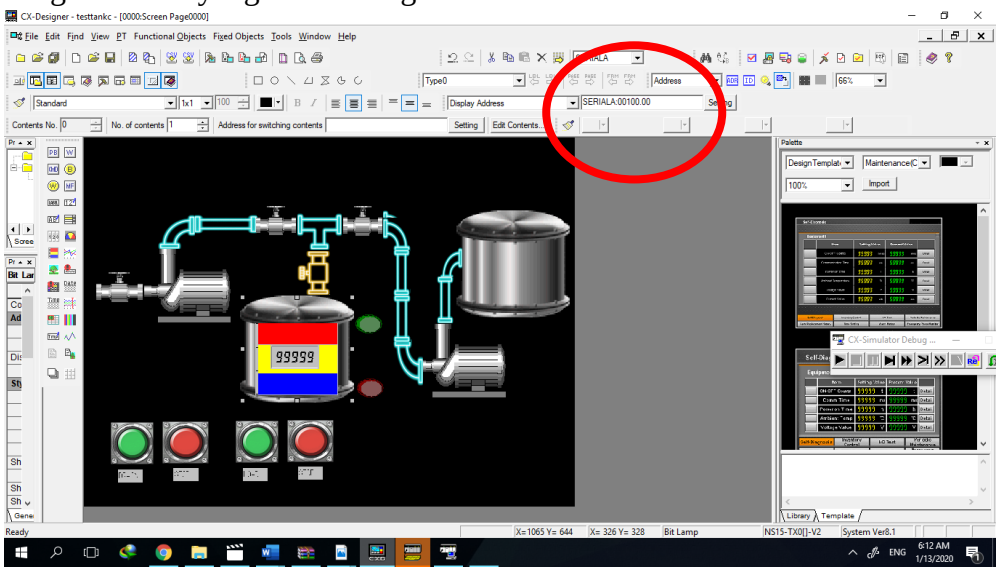
. Level indicator atas dan bawah akan memantau volume yang terisi ke dalam tangki tersebut. Jika sudah mencapai volume yang diinginkan, alarm akan menyala dan pompa akan mati secara otomatis.

Dari hasil *Ladder Diagram* yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3, dapat disimulasikan dengan CX- Simulator. Sebelum dimulainya simulasi, perlu melakukan perancangan desain pada soft CX-Designer untuk melakukan pembuatan model dan penyesuaian dari komponen sesuai dengan alamatnya.



Gambar 4.5 Perancangan Desain untuk Simulasi pada CX - Designer
Sumber : (Pribadi, 2020)

Setelah membuat desain yang mana menggambarkan sistem yang telah dibuat sebelumnya, selanjutnya adalah dengan menamai tiap komponen dengan alamat yang sesuai dengan table 4.1.



Gambar 4.6 Penyesuaian alamat pada komponen sesuai alamat
Sumber : (Pribadi, 2020)

Jika komponen yang ada telah sesuai dengan alamat yang tertera dengan *ladder diagram* yang dibuat, maka simulasi bisa dijalankan. Pada kasus ini, Simulasi menggunakan CX – Simulator sebagai percobaan.

4.5.2. Simulasi 10 Tangki Kapal (*Loading – Unloading)*

Penerapan yang dilakukan kurang lebih sama, dan setiap komponen atau peralatan yang terdapat pada PLC mempunyai alamat tersendiri dan spesifik. Program yang dijalankan oleh PLC berisi perintah membaca "data" pada alamat input dari ladder diagram yang dibuat, memproses "data" tesebut, dan memberikan "data" yang tadi diolah ke output. Jika perintah tersebut salah setelah di proses, maka terjadi ketidaksesuaian yang dihubungkan.

Daftar peralatan Input dan Output PLC yang telah dirancang adalah dapat dilihat pada table 4.2 dan 4.3.

Table 4-2 Input PLC

NO	Nama	Address
1	Switch On Pompa 1 (Port)	0.00
2	Switch Off Pompa 1 (Port)	0.01
3	Switch On Pompa 2 (Port)	0.02
4	Switch Off Pompa 2 (Port)	0.03
5	Switch On Pompa Kargo 1	0.04
6	Switch Off Pompa Kargo 1	0.05
7	Switch On Pompa Kargo 2	0.06
8	Switch Off Pompa Kargo 2	0.07

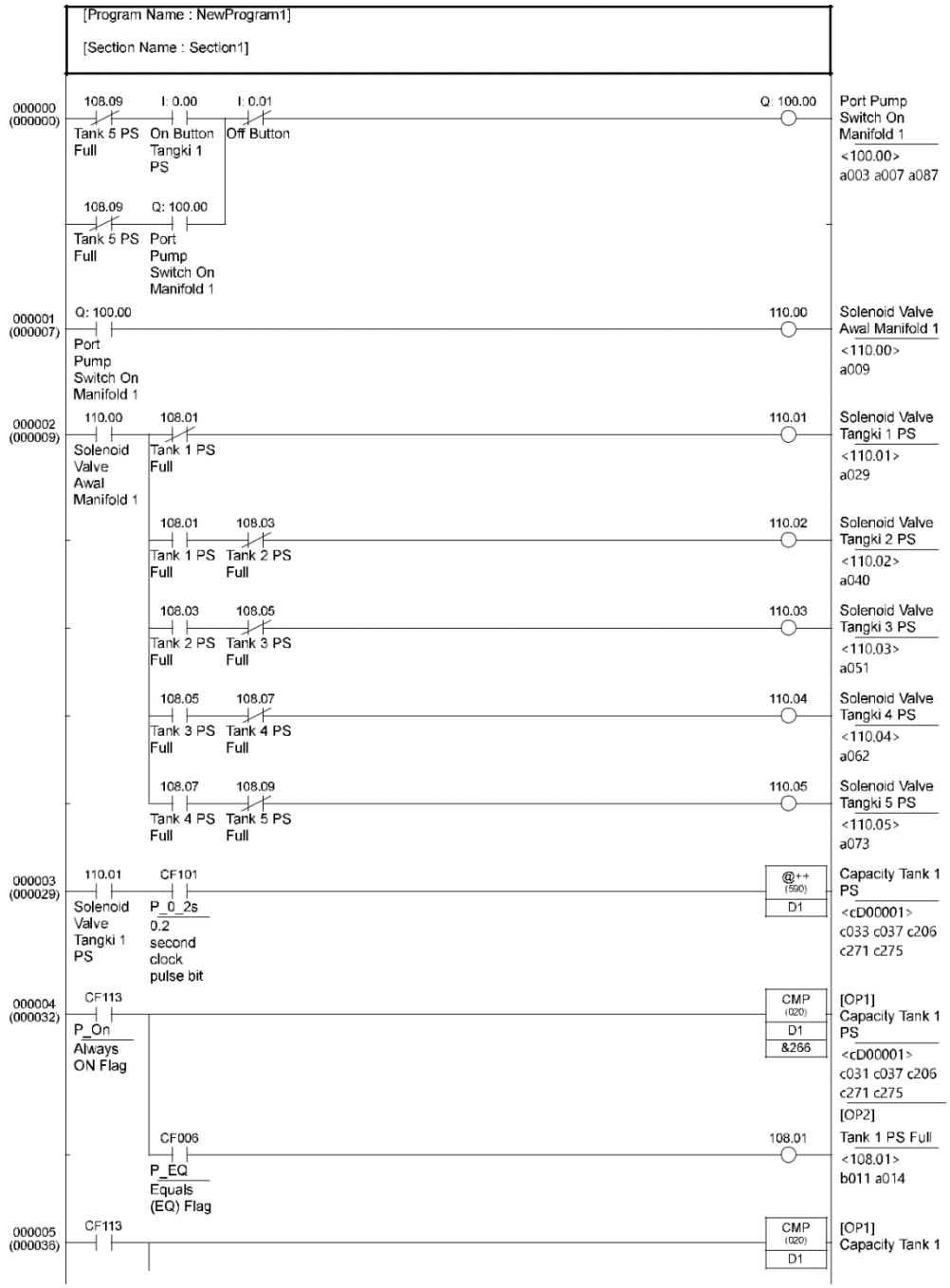
Table 4-3 Output PLC

NO	Nama	Address
1	Solenoid Valve Awal Manifold 1	1.00
2	Solenoid Valve Awal Manifold 2	2.00
3	Solenoid Valve Tangki 1 PS	110.0
4	Solenoid Valve Tangki 1 SB	111.0
5	Solenoid Valve Tangki 2 PS	110.2
6	Solenoid Valve Tangki 2 SB	111.2
7	Solenoid Valve Tangki 3 PS	110.3
8	Solenoid Valve Tangki 3 SB	111.3
9	Solenoid Valve Tangki 4 PS	110.4
10	Solenoid Valve Tangki 4 SB	111.4
11	Solenoid Valve Tangki 5 PS	110.5
12	Solenoid Valve Tangki 5 SB	111.5
13	Solenoid Valve Before Pump 1	1.06
14	Solenoid Valve Before Pump 2	2.06

15	Non Return Solenoid Valve Pump 1	1.07
16	Non Return Solenoid Valve Pump 2	2.07
17	Level Indicator High Tangki 1 PS	105.0
18	Level Indicator Low Tangki 1 PS	106.0
19	Level Indicator High Tangki 1 SB	105.1
20	Level Indicator Low Tangki 1 SB	106.1
21	Level Indicator High Tangki 2 PS	105.2
22	Level Indicator Low Tangki 2 PS	106.2
23	Level Indicator High Tangki 2 SB	105.3
24	Level Indicator Low Tangki 2 SB	106.3
25	Level Indicator High Tangki 3 PS	105.4
26	Level Indicator Low Tangki 3 PS	106.4
27	Level Indicator High Tangki 3 SB	105.5
28	Level Indicator Low Tangki 3 SB	106.5
29	Level Indicator High Tangki 4 PS	105.6
30	Level Indicator Low Tangki 4 PS	106.6
31	Level Indicator High Tangki 4 SB	105.7
32	Level Indicator Low Tangki 4 SB	106.7
33	Level Indicator High Tangki 5 PS	105.8
34	Level Indicator Low Tangki 5 PS	106.8
35	Level Indicator High Tangki 5 SB	105.9
36	Level Indicator Low Tangki 5 SB	106.9

Selanjutnya, tahap ini dilakukan untuk membuat desain *ladder diagram* yang dimana sesuai dengan diagram blok yang telah menjadi analisis model untuk menurunkan modelnya agar memudahkan pengerjaan.

Dalam perancangan ini, akan dilakukan pengujian secara keseluruhan tangki dimana tangki keseluruhan tersebut dapat melakukan distribusi fluida yang diatur oleh pompa dan proses *loadingnya*. Berikut hasil dari *ladder diagram* yang telah dirancang dengan kondisi tersebut.

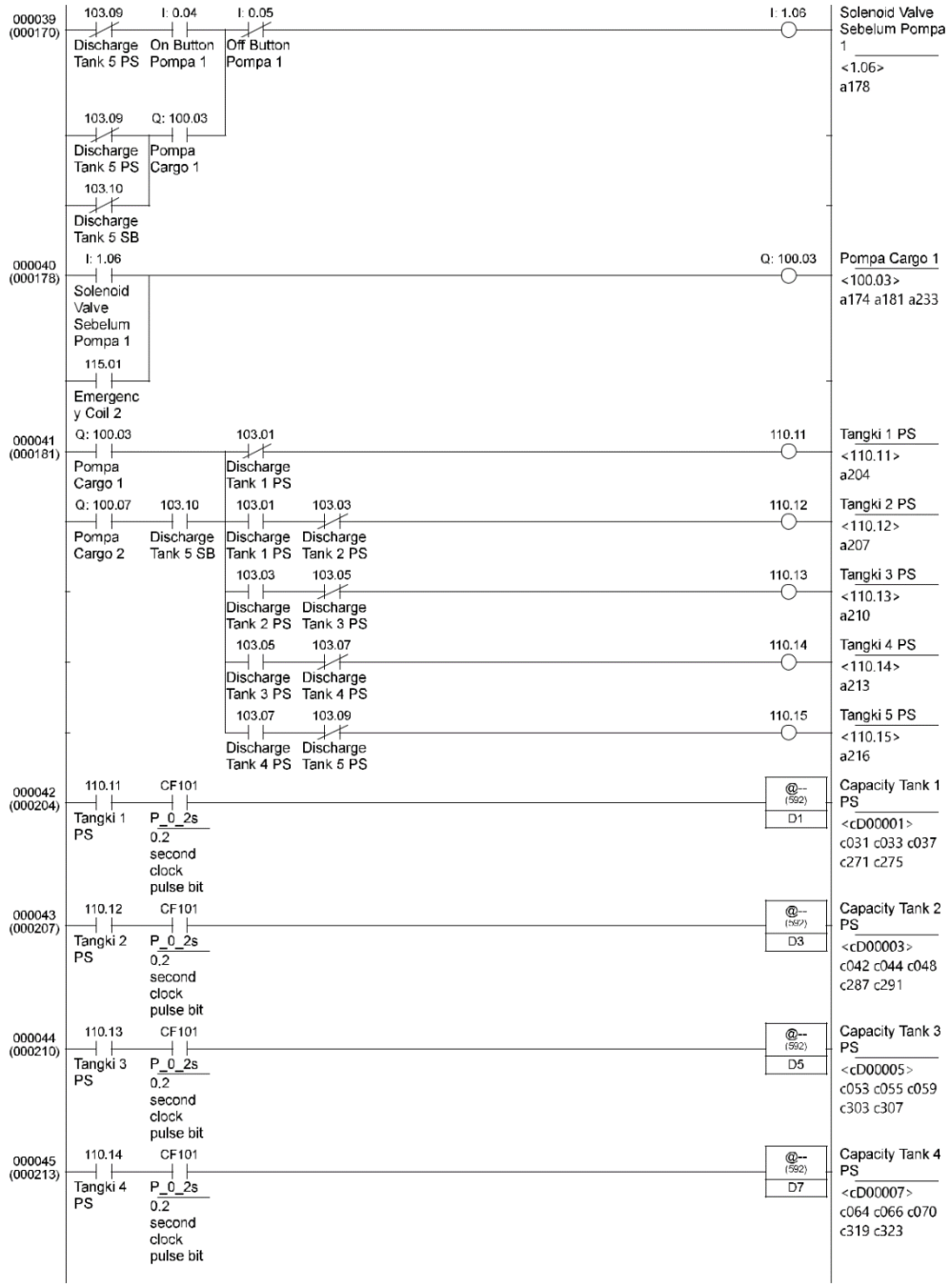


Gambar 4-7 Diagram Tangga Sistem Kontrol pada keseluruhan tangki
Sumber : (Pribadi, 2020)

Pada gambar 4-7 yang dibuat adalah saat kondisi PLC menerima respon tetapi pompa dalam keadaan mati serta kondisi tangki kosong. Pada saat switch start dinyalakan, pompa akan menyala dan fluida akan masuk mengisi tangki sesuai dengan volume.

Pada saat On button pada *address 0.00* dinyalakan, input akan mengalir melewati system tersebut dan memberikan output kepada pompa dengan *address* 100.00, setelah itu input akan terus berlanjut ke solenoid valve awal yang mana merupakan katup pertama kali sebelum memasuki tangki. Lalu berlanjut ke solenoid valve tangki 1.

Masing-masing tangki sudah memiliki solenoid valve tersendiri dengan berbagai variasi dari system otomasi yang dibuat. Sama seperti sebelumnya, *Binary Increment function* yang terdapat pada system berfungsi untuk menghitung angka biner yang sudah di setel pada saat perhitungan pompa. Lalu fungsi *Compare* digunakan untuk menyetel agar inputan yang diingkan dapat sesuai dengan output yang dibutuhkan, dalam hal ini adalah kapasitas tangki cargo pada kapal tersebut. Jika sudah memenuhi output-an dalam satu tangki, solenoid valve akan tertutup sesuai dengan telah dilogikakan pada *ladder diagram* lalu valve selanjutnya akan membuka untuk mengisi tangki selanjutnya.



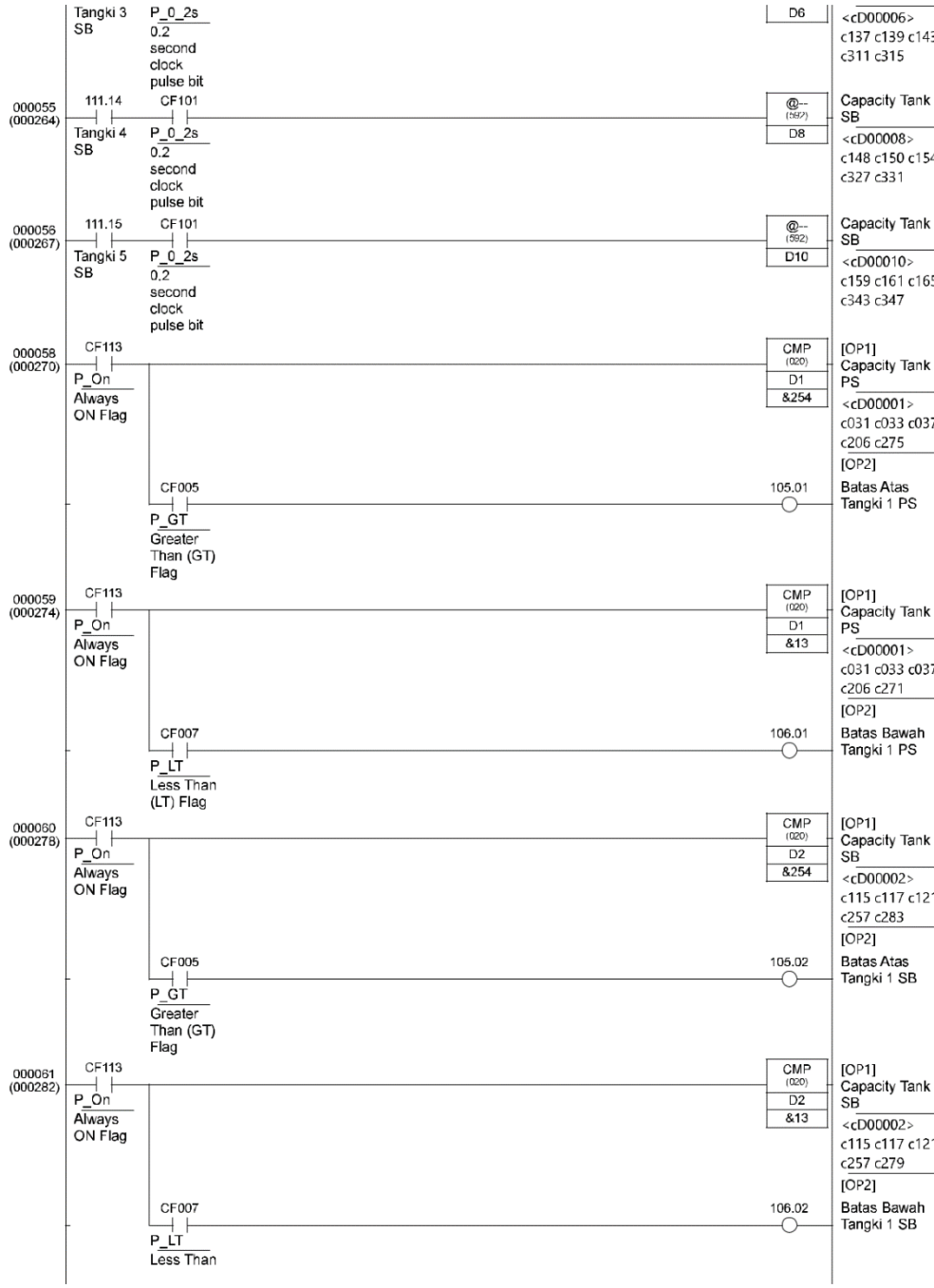
Gambar 4.8 Diagram Tangga Sistem Kontrol pada 1 Tangki pada Proses Unloading
Sumber : (Pribadi, 2020)

Setelah melakukan simulasi sesuai dengan ladder diagram yang ditunjukkan pada Gambar 4-7, proses kedua yang dilakukan adalah proses

unloading kapal. Proses ini adalah proses pengeluaran muatan pada tangki cargo untuk disalurkan ke dermaga atau tangki reservoir.

Simulasi yang sama seperti yang dilakukan sebelumnya, tangki cargo akan memulai proses *unloading* dengan cara menekan tombol *"Drain"* yang ada pada simulasi, yang mana akan menyalakan tombol ON pada kedua pompa yang beroperasi di dalam kapal secara bersamaan, yang nantinya akan memulai proses discharge tangki cargo kapal menuju reservoir. Muatan akan melewati solenoid valve tangki, melewati solenoid valve sebelum pompa, dan menuju ke pompa yang sesuai dengan scenario *ladder diagram* pada Gambar 4.8. Dari pompa kapal dengan kapasitas yang sudah diperhitungkan, muatan akan ter*discharge* oleh pompa, melewati *non return solenoid valve*, lalu menuju reservoir. Jika dala satu tangki sudah menunjukkan angka NOL (0), maka solenoid valve akan menutup lalu terbukalah solenoid valve selanjutnya yang akan memulai proses *unloading*.

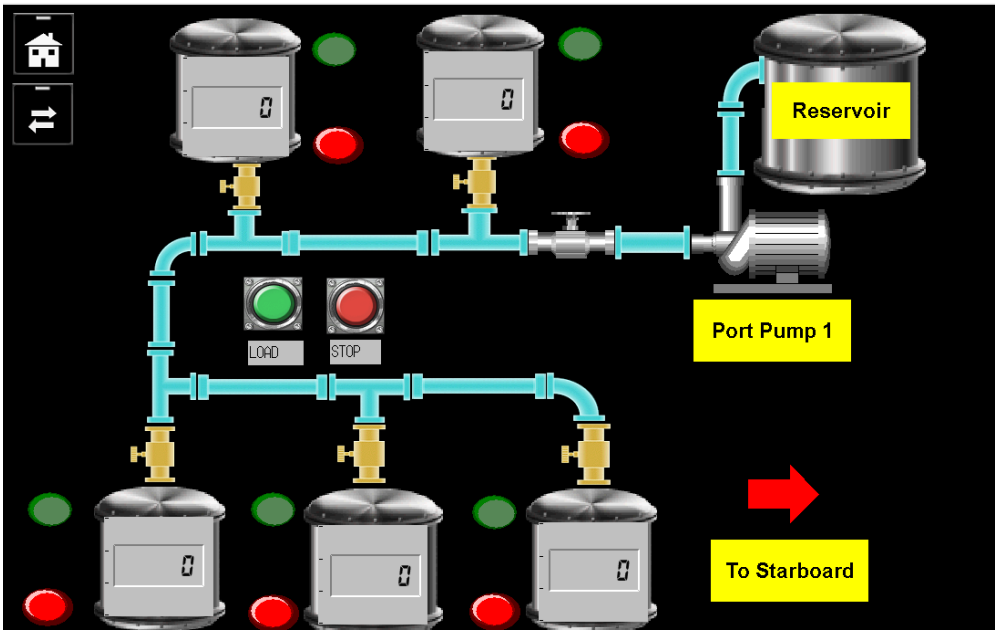
Selama proses *unloading* berlangsung, muatan dalam tangki cargo akan berkurang sampai habis. Di dalam tangki terdapat indicator bawah yang mana akan memberikan informasi bahwa tangki tersebut sudah tidak lagi memiliki muatan didalamnya.



Gambar 4.9 Diagram Tangga Sistem Kontrol pada Keseluruhan Tangki sebagai Indikator
Sumber : (Pribadi, 2020)

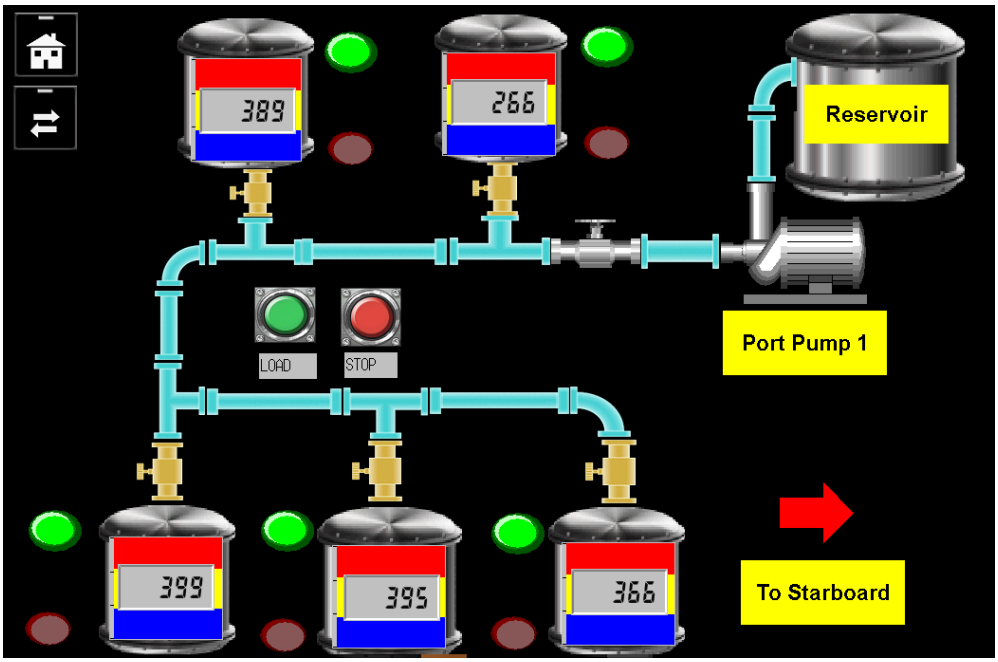
. Level indicator atas dan bawah akan memantau volume yang terisi ke dalam tangki tersebut. Jika sudah mencapai volume yang diinginkan, alarm atau indicator atas atau bawah akan menyala dan pompa akan mati secara otomatis.

Dari hasil *Ladder Diagram* yang ditunjukkan pada Gambar 4-7 dan Gambar 4.8, dapat disimulasikan dengan CX- Simulator. Sebelum disimulasikan, perlu dilakukan pembuatan desain pada CX-Designer untuk melakukan pembuatan model dan penyesuaian dari komponen sesuai dengan alamatnya.



Gambar 4.10 Perancangan Desain Simulasi Pada CX – Designer Proses Loading pada posisi kosong
Sumber : (Pribadi, 2020)

Setelah membuat desain yang mana menggambarkan sistem yang telah dibuat sebelumnya, selanjutnya adalah dengan menamai tiap komponen dengan alamat yang sesuai dengan table 4.3 dan 4.4.

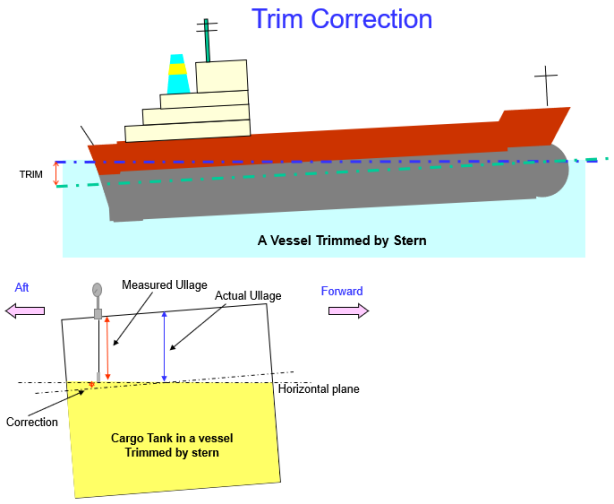


Gambar 4.11 Perancangan Desain Simulasi Pada CX – Designer Proses Loading pada Kondisi Penuh
Sumber : (Pribadi, 2020)

Jika komponen yang ada telah sesuai dengan alamat yang tertera dengan *ladder diagram* yang dibuat, maka simulasi bisa dijalankan. Pada kasus ini, Simulasi menggunakan CX – Simulator sebagai percobaan. Sesuai dengan gambar 4.11, seluruh tangki pada sisi portside terlihat penuh, menandakan sistem otomasi berjalan dengan lancar.

Pengisian fluida kedalam cargo juga memiliki aturan sesuai dengan yang telah disepakati dan sesuai dengan kondisi kapal yang digunakan. Prioritas yang diajukan pada PT.Pertamina Marine MOR VI dan PT. Industri Kapal Industri kepada pihak kapal biasanya dilakukan dengan mengisi bagian depan kapal untuk membuat kapal berada pada posisi *evenkeel* atau tidak ada kemiringan di bagian haluan dan buritan kapal.

Pertimbangan prioritas tersebut menyesuaikan dengan stabilitas kapal yang digunakan, dengan adanya diskusi tersebut *piping system* yang terpasang sedemikian rupa pada kapal dapat berjalan sesuai yang diinginkan dan menghindari trim yang sangat berbahaya dan dapat membuat kapal patah karena sekat antara tangki yang terpaksa menahan beratnya cargo.



Gambar 4.12 Pengaruh Trim pada Tangki Cargo Kapal Loading pada Kondisi Penuh
(Sumber : Knowledge of Sea, 2018)

4.6. Analisa dan Diskusi

Analisa dan Diskusi digunakan untuk membandingkan kapal MT.Zenith sebagai objek percobaan system otomasi dengan kapal lainnya. Perhitungan dari bongkar muat beserta pompa adalah sebagai berikut :

Perhitungan instalasi bongkar muat dilakukan dengan terlebih dahulu mengetahui beberapa parameter sebagai berikut:

- Volume ruang pemuatan kapal (m3)
- Kecepatan fluida terencana (m / s)
- Pipa jenis baja karbon terpilih, Standar JIS:
  - Diameter dalam (mm)
  - Ketebalan (mm)
  - Diameter luar (mm)
  - Ukuran pipa nominal
  - Ketebalan minimum (mm)

Dari parameter di atas dapat dilihat:

Volume Kargo = 3572,24 m3

Kepadatan Kargo

Kepadatan Minyak Pelumas = 0,89 ton / m3

Waktu Bongkar = 8 Jam

Cargo Flow Velocity (VC) = 2 m / s

Jadi, sistem menggunakan sistem pipa cincin:

1. Tangki Portside disediakan oleh satu pompa

2. Tangki Starboard adalah persediaan oleh satu pompa

Jumlah Pompa Utama Cargo = 2 Unit

Kapasitas Pompa

COT Discharge (Qe) = Volume Tangki Kargo (m3 / jam)

Memuat waktu bongkar = 446,53 m3 / jam

Kecepatan (v) = 2 m / s

Kapasitas per pompa = 0,5 x Qe (m3 / jam)

= 223.265 m3 / jam

Data yang diberikan oleh PT. Pertamina MOR VI Balikpapan bahwa pompa yang disediakan adalah sekitar 400 m3/jam. Hasil dari perhitungan pompa yang digunakan oleh kapal MT.Zenith memasuki angka yang disediakan oleh PT.Pertamina MOR VI Balikpapan, maka parameter instalasi yang dilakukan sangatlah cocok dengan yang tersedia.

4.6.1. Analisa dan Diskusi pada *Loading System*

Dilihat dari simulasi yang dijalankan sesuai dengan skenario loading system pada Gambar 4-7 dan Gambar 4.8, model dari skenario tersebut mampu digunakan dalam kedua kondisi. Akan tetapi, pada saat proses loading berlangsung, pompa yang tersedia dalam kapal tidak dirancang untuk melakukan hal tersebut. Proses loading dilakukan dengan pompa yang disediakan oleh pelabuhan.

Data kapal yang dipakai untuk menganalisa keuntungan dari sistem yang dipakai adalah data kapal yang terdapat pada *Jetty* PT.Pertamina MOR VI Balikpapan dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Ketentuan yang digunakan oleh PT.Pertamina MOR VI Balikpapan dapat dilihat pada Gambar 4.13

PIC	AKTIFITAS	DISCHARGE (Jam)	LOADING (Jam)	IMPORT VESSEL (Jam)
MARINE	Vessel Arrival	1	1	1
KAPAL	Steaming in	4	4	4
ALL	Anchorage	0	0	0
MARINE	Berthing	1	1	1
MARINE	Quarantine Permit Clearance	1	1	1
LM - Marine	Sounding & Tank Calculation Before			
LM	Discharge Rate Negotiation - NOR accepted	1	1	2
LAB	Lab Test (Sampling)	3	3	
MARINE	Booking Pilot	6	6	
MARINE	Port Clearance	3	3	3
LM	Connecting loading hose/arm	0,5	0,5	0,5
KAPAL - TERMINAL	Discharging/Loading	JML MUATAN + STRIPPING TIME	JML MUATAN + STRIPPING TIME	JML MUATAN + STRIPPING TIME
LM	Disconnecting Loading Hose / Arm	0,5	0,5	0,5
LM - PQC	Sounding & Tank Calculation After	3,5	2,5	
LAB	Lab Test (Sampling)	2,5	2,5	
LM	Cargo Document	0,75	0,75	
MARINE	Ship Document & Pilot Notification	0,5	0,5	
MARINE	Unberthing	1	1	1
KAPAL	Steaming out	4	4	4

Gambar 4.13 Standar PT.Pertamina MOR VI Balikpapan
Sumber : (PT.Pertamina Marine Division MOR VI, 2020)

Sesuai dengan ketentuan yang tertera pada Gambar 4.13 dapat dilihat ketentuan yang dilaksanakan oleh perusahaan PT.Pertamina MOR VI terkait proses *loading* pada kapal. Diperlukan negosiasi antara pihak kapal dan perusahaan terkait seberapa besar *Discharge Rate* yang dapat ditanggung oleh kapal dalam proses tersebut. Setelah itu, dapat dilihat di bagian "kapal-terminal" yang memberikan informasi terkait waktu *loading* yang dibutuhkan kapal. Dapat dilihat pada Table 4-3 mengenai informasi kapal yang kurang lebih memilki *payload* yang sama dengan kapal yang digunakan untuk penelitian.

Table 4-4 Data Kapal Pembanding PT. Pertamina MOR VI Untuk Proses Loading

NO. URUT	NAMA KAPAL	GROSS TON (GT)	TIBA DARI	BONGKAR JENIS	
				Waktu Loading (Jam)	**CAIR(kL)**
1	**MT.ZENITH**	**2,357**	**SBY**	**8**	**3,570,000**
2	MT.KASIM	5,570	TAR	**11**	**4,296,078**
3	MT.ANDHIKA VIDYANATA	5,452	AMP	**13**	**5,178,019**
4	MT.ALICE XXV	3,060	DGA	**9**	**3,258,764**
5	MT.PLAJU	5,619	WAY	**12**	**4,726,569**
6	SPOB.ANINDHITA 81	2,999	SMD	**10**	**3,952,563**
7	MT.BUMI INDONESIA	5,183	DGA	**14**	**5,500,379**
8	SPOB.SEA ROYAL 27	4,198	SMD	**10**	**3,981,512**
9	BB.SAS 09	1,961	SRD	**8**	**3,205,288**
10	MT.KASIM	5,570	TAR	**12**	**4,555,187**
11	MT.GRACE POSEIDON	7,662	TTM	**16**	**6,337,938**
12	MT.ALICE XXV	3,060	DGA	**9**	**3,519,576**
13	MT.BALONGAN	5,573	TTM	**14.5**	**5,747,706**
14	MT.AE PIONEER	9,457	MKS	**16**	**6,277,793**
15	MT.ANDHIKA VIDYANATA	5,452	BNO	**15**	**5,883,328**
16	MT.BUMI INDONESIA	5,183	DGA	**13.5**	**5,333,896**
17	MT.PLAJU	5,619	WAY	**15**	**5,883,437**
18	SPOB.ANINDHITA 81	2,999	SRD	**9**	**3,459,116**
19	MT.MPMT XI	3,078	GOR	**8**	**2,998,585**
20	MT.ALICE XXV	3,060	DGA	**9**	**3,485,731**
21	MT.BUMI INDONESIA	5,183	DGA	**14**	**5,437,641**
22	SPOB.ANINDHITA 81	2,999	SRD	**10**	**3,902,031**
23	MT.PLAJU	5,619	WAY	**15**	**5,868,684**

Sesuai dengan Table 4-4 Table 4-4 Data Kapal Pembanding PT. Pertamina MOR VI Untuk Proses Loading waktu proses *loading* kapal yang terdapat pada *jetty* kapal tidak terlalu mempengaruhi proses *loading* kapal

dikarenakan pompa yang digunakan adalah pompa perusahaan yang memiliki tinggal *discharge rate* sekitar 400kL/jam. Maka, dalam segi ini keuntungan sistem hanya terpaut sekitar beberapa detik.

4.6.2. Analisa dan Diskusi pada *Unloading System*

Berbeda dengan sebelumnya, dapat dilihat dari simulasi yang dijalankan sesuai dengan skenario loading system pada Gambar 4-7 dan Gambar 4.8 model dari skenario tersebut mampu digunakan dalam kedua kondisi. Pada saat proses *unloading* berlangsung, pompa yang digunakan untuk melakukan proses tersebut adalah *cargo pump* yang telah tersedia dalam kapal, maka dengan acuan tersebut segala komponen sistem sudah di desain sesuai dengan kemampuan. Sistem yang di simulasikan dapat mengatur banyaknya kapasitas pompa yang diinginkan, dengan begitu biaya yang dibutuhkan dalam bongkar muat dapat diminimalkan.

Data kapal yang dipakai untuk menganalisa keuntungan dari sistem yang dipakai adalah data kapal yang terdapat pada *Jetty* PT.Pertamina MOR VI Balikpapan dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Ketentuan yang digunakan oleh PT.Pertamina MOR VI Balikpapan dapat dilihat pada Gambar 4.14

PIC	AKTIFITAS	DISCHARGE (Jam)	LOADING (Jam)	IMPORT VESSEL (Jam)
MARINE	Vessel Arrival	1	1	1
KAPAL	Steaming in	4	4	4
ALL	Anchorage	0	0	0
MARINE	Berthing	1	1	1
MARINE	Quarantine Permit Clearance	1	1	1
LM - Marine	Sounding & Tank Calculation Before			
LM	Discharge Rate Negotiation - NOR accepted	1	1	2
LAB	Lab Test (Sampling)	3	3	
MARINE	Booking Pilot	6	6	
MARINE	Port Clearance	3	3	3
LM	Connecting loading hose/arm	0,5	0,5	0,5
KAPAL - TERMINAL	Discharging/Loading	JML MUATAN + STRIPPING TIME	JML MUATAN + STRIPPING TIME	JML MUATAN + STRIPPING TIME
LM	Disconnecting Loading Hose / Arm	0,5	0,5	0,5
LM - PQC	Sounding & Tank Calculation After	3,5	2,5	
LAB	Lab Test (Sampling)	2,5	2,5	
LM	Cargo Document	0,75	0,75	
MARINE	Ship Document & Pilot Notification	0,5	0,5	
MARINE	Unberthing	1	1	1
KAPAL	Steaming out	4	4	4

Gambar 4.14 Standar PT.Pertamina MOR VI Balikpapan
Sumber : (PT.Pertamina Marine Division MOR VI, 2020)

Sesuai dengan ketentuan yang tertera pada Gambar 4.14 dapat dilihat ketentuan yang dilaksanakan oleh perusahaan PT.Pertamina MOR VI terkait proses *loading* pada kapal. Diperlukan negosiasi antara pihak kapal dan perusahaan terkait seberapa besar *Discharge Rate* yang dapat ditanggung oleh kapal dalam proses tersebut. Setelah itu, dapat dilihat di bagian "kapal-terminal" yang memberikan informasi terkait waktu *loading* yang dibutuhkan kapal. Dapat dilihat pada Table 4-5 mengenai informasi kapal yang kurang lebih memilki *payload* yang sama dengan kapal yang digunakan untuk penelitian.

Table 4-5 Data kapal pembanding PT. Pertamina MOR VI untuk proses Unloading

NO. URUT	NAMA KAPAL	GROSS TON (GT)	TIBA DARI	BONGKAR JENIS	
				Waktu Loading (Jam)	**CAIR(kL)**
1	**MT.ZENITH**	**2,357**	**SBY**	**8**	**3,570,000**
2	MT.KASIM	5,570	TAR	**11**	**4,296,078**
3	MT.ANDHIKA VIDYANATA	5,452	AMP	**12**	**5,178,019**
4	MT.ALICE XXV	3,060	DGA	**10**	**3,258,764**
5	MT.PLAJU	5,619	WAY	**12**	**4,726,569**
6	SPOB.ANINDHITA 81	2,999	SMD	**10**	**3,952,563**
7	MT.BUMI INDONESIA	5,183	DGA	**14**	**5,500,379**
8	SPOB.SEA ROYAL 27	4,198	SMD	**10**	**3,981,512**
9	BB.SAS 09	1,961	SRD	**7**	**3,205,288**
10	MT.KASIM	5,570	TAR	**11**	**4,555,187**
11	MT.GRACE POSEIDON	7,662	TTM	**15**	**6,337,938**
12	MT.ALICE XXV	3,060	DGA	**10**	**3,519,576**
13	MT.BALONGAN	5,573	TTM	**13**	**5,747,706**
14	MT.AE PIONEER	9,457	MKS	**16**	**6,277,793**
15	MT.ANDHIKA VIDYANATA	5,452	BNO	**15**	**5,883,328**
16	MT.BUMI INDONESIA	5,183	DGA	**13**	**5,333,896**
17	MT.PLAJU	5,619	WAY	**15**	**5,883,437**
18	SPOB.ANINDHITA 81	2,999	SRD	**9**	**3,459,116**
19	MT.MPMT XI	3,078	GOR	**8**	**2,998,585**
20	MT.ALICE XXV	3,060	DGA	**9**	**3,485,731**
21	MT.BUMI INDONESIA	5,183	DGA	**13**	**5,437,641**
22	SPOB.ANINDHITA 81	2,999	SRD	**10**	**3,902,031**
23	MT.PLAJU	5,619	WAY	**14**	**5,868,684**

Sesuai dengan Table 4-5 waktu proses *unloading* kapal yang terdapat pada *jetty* kapal dapat mempengaruhi proses *unloading* kapal dikarenakan kapasitas pompa yang digunakan dapat diatur dengan mudahnya sesuai

dengan kemampuan yang dimiliki oleh *cargo pump* kapal. Maka, dalam segi ini keuntungan sistem otomasi sangat mempengaruhi waktu yang menjadi parameter bongkar muat kapal di suatu pelabuhan.

4.7.3 Analisa Keuntungan Sistem

Keunggulan dari system otomasi yang dirancang adalah sesuatu yang dapat menjadi nilai lebih dari system lainnya. Dengan memperhatikan beberapa aspek dapat menjadi nilai ketertarikan yang lebih besar. Table 4-6 dan 4-7 adalah scenario bongkar muat kapal dengan membandingkan system berbasiss PLC dengan system lainnya,

Table 4-6 Skenario Perbandingan Waktu pada saat Loading

Skenario Perbandingan Waktu pada saat Loading dengan Memperhatikan Instalasi di Kapal				
Kapal	**Jenis Pengaturan Valve**	**Waktu Switch Valve(detik)**	**Asumsi Kebutuhan Valve pada Sistem**	**Waktu Switch Valve Secara Menyeluruh (detik)**
MT.ZENITH	**PLC Based**	**0**	**11**	**0**
MT.KASIM	Remote Valve	2	11	22
MT.ANDHIKA VIDYANATA			11	
MT.ALICE XXV			11	
MT.PLAJU			11	
MT.BUMI INDONESIA			11	
MT.GRACE POSEIDON			11	
MT.BALONGAN			11	
MT.AE PIONEER			11	
MT.MPMT XI			11	
SPOB.SEA ROYAL 27			11	
BB.SAS 09			11	
SPOB.ANINDHITA 81			11	

Table 4-7 Skenario Perbandingan Jumlah dan Upah Crew per Tahun

Skenario Perbandingan Crew dan biaya pada saat Loading			
Kapal	**Crew-Operator**	**Upah (per bulan)**	**Upah (per tahun)**
MT.ZENITH	**2**	**IDR 6,000,000.00**	**IDR 144,000,000.00**
MT.KASIM	3	IDR 6,000,000.00	**IDR 216,000,000.00**
MT.ANDHIKA VIDYANATA	3	IDR 6,000,000.00	**IDR 216,000,000.00**
MT.ALICE XXV	3	IDR 6,000,000.00	**IDR 216,000,000.00**
MT.PLAJU	3	IDR 6,000,000.00	**IDR 216,000,000.00**
MT.BUMI INDONESIA	3	IDR 6,000,000.00	**IDR 216,000,000.00**
MT.GRACE POSEIDON	3	IDR 6,000,000.00	**IDR 216,000,000.00**
MT.BALONGAN	3	IDR 6,000,000.00	**IDR 216,000,000.00**
MT.AE PIONEER	3	IDR 6,000,000.00	**IDR 216,000,000.00**
MT.MPMT XI	3	IDR 6,000,000.00	**IDR 216,000,000.00**
SPOB.SEA ROYAL 27	3	IDR 6,000,000.00	**IDR 216,000,000.00**
BB.SAS 09	3	IDR 6,000,000.00	**IDR 216,000,000.00**
SPOB.ANINDHITA 81	3	IDR 6,000,000.00	**IDR 216,000,000.00**

Dapat diperhatikan pada table 4-5, Sistem otomasi yang dibuat dan dipasang pada kapal MT.Zenith sangatlah efektif jika dibandingkan dengan remote valve yang terpaut perbedaan 22 detik secara keseluruhan. Terlebih lagi jika membandingkan jumlah dan upah crew pada kapal yang bertanggung jawab atas dalam bongkar muat sesuai dengan table 4-6.

"*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"*

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian permodelan simulasi sistem bongkat muat yang telah dibuat adalah sebagai berikut :

- Hasil dari pengujian atau Analisa simulasi menggunakan software yang tertera diatas menghasilkan bahwa respon yang dihasilkan oleh system yang di skenariokan dengan PLC secara keseluruhan lebih fleksibel dikarenakan minimnya pekerjaan manusia serta sangat efektif terhadap waktu jika dilihat dalam jangka waktu pnjang.
- Jika dianalisa dengan nalar, seharusnya akan lebih akurat jika variable yang menjadi sasaran *input* adalah kapasitas per satuan jam dari Q pompa yang tersedia dalam kapal.

5.2. Saran

Untuk menyempurnakan penelitian ini maka terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya, antara lain :

1. Dikarenakan pada pengujian ini masih berskala laboratorium, maka perlu dilakukan kajian teknis lebih jauh mengenai sistem otomasi bongkat muat berbasis PLC, sehingga dapat digunakan untuk skala industri.
2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai penempatan sistem bongkar muat pada kapal yang akan digunakan. Selain itu juga diperlukan pengamatan atau penyesuaian lebih jauh mengenai sensor-sensor yang sesuai untuk skala industri
3. Dikarenakan pada pengujian atau simulasi ini tidak sama sekali mempertimbangkan *ballast water* yang ada pada kapal, maka perlu ditinjau lebih jauh lagi terkait *offloading* kapal akan kestabilan.

DAFTAR PUSTAKA

Novian I, Tandra. 2007 “Perancangan One Desk Monitoring System pada Loading Unloading Kapal Tanker” [skripsi]. Surabaya (ID): Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Setiawan, Iwan. 2006. Programmable Logic Controller dan Tenik Perancangan Sistem Kontrol. Semarang: Penerbit Andi Yogyakarta.

Eko, Agfianto 2007 “PLC.kosep pemrograman dan aplikasi”.

Muttaqin, Ilham. 2012. “Perancangan Aplikasi PLC Omron Sysmac CP1L pada Sistem Otomasi Ice Compactor untuk Pemadatan Ice Flag”, Semarang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro.

OMRON CP1L/CP1H Operation Manual

PP No. 51 th 2002 tentang Perkapalan

E.B. Priyanka, C. Maheswari, B. Meenakshipriya. 2015. Parameter Monitoring and Control during petrol transportation using PLC based PID Controller. Perundurai. Tamil Nadu, India. Kangu Engineering College.

E.B. Priyanka, C. Maheswari, B. S. Thangavel. 2018. Online Monitoring and Control of Flow Rate in Oil Pipelines Transportation System by using PLC based Fuzzy-PID Controller

Saputra, Ahmad Rizal. 2014. “*Design of ship’s automatic fire fighting system using programmable logic controller (PLC)”*. [skripsi]. Surabaya (ID): Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Prabowo, Nano. 2014. “Perancangan model otomatisasi sistem ballast berbasis plc dengan skala laboratorium*”*. [skripsi]. Surabaya (ID): Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

"*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"*

LAMPIRAN

Spesifikasi Alat yang Digunakan dalam Simulasi dan Desain Diagram Ladder

- **Lampiran 1**
  Spesifikasi unit CPU Omron CP Series – CP1L

Item \ Type / Model	AC power supply models CP1L-□□□□A	DC power supply models CP1L-□□□□D
Power supply	100 to 240 VAC 50/60 Hz	24 VDC
Operating voltage range	85 to 264 VAC	20.4 to 26.4 VDC
Power consumption	50 VA max. (CP1L-M60/-M40/-M30□□-A) 30 VA max. (CP1L-L20/-L14/-L10□□-A)	20 W max. (CP1L-EM40/-EM30/-M60/-M40/-M30□□-D) 13 W max. (CP1L-EL20/-L20/-L14/-L10□□-D)
Inrush current *	100 to 120 VAC inputs: 20 A max. (for cold start at room temperature) 8 ms max. 200 to 240 VAC inputs: 40 A max. (for cold start at room temperature), 8 ms max.	30 A max. (for cold start at room temperature) 20 ms max.
External power supply	300 mA at 24 VDC (CP1L-M60/-M40/-M30□□-A) 200 mA at 24 VDC (CP1L-L20/-L14/-L10□□-A)	None
Insulation resistance	20 MΩ min. (at 500 VDC) between the external AC terminals and GR terminals	No insulation between primary and secondary for DC power supply
Dielectric strength	2,300 VAC at 50/60 Hz for 1 min between the external AC and GR terminals, leakage current: 5 mA max.	No insulation between primary and secondary for DC power supply
Noise immunity	Conforms to IEC 61000-4-4. 2 kV (power supply line)	
Vibration resistance	CP1L-L/M: Conforms to JIS C60068-2-6. 10 to 57 Hz, 0.075-mm amplitude, 57 to 150 Hz, acceleration: 9.8 m/s² in X, Y, and Z directions for 80 minutes each. Sweep time: 8 minutes × 10 sweeps = total time of 80 minutes) CP1L-EL/EM: 5 to 8.4 Hz, 3.5 mm amplitude, 8.4 to 150 Hz, acceleration: 9.8 m/s² in X, Y, and Z directions for 100 minutes each (time coefficient of 10 minutes × coefficient factor of 10 = total time of 100 minutes)	
Shock resistance	Conforms to JIS C60068-2-27. 147 m/s² three times each in X, Y, and Z directions	
Ambient operating temperature	0 to 55°C	
Ambient humidity	10% to 90% (with no condensation)	
Ambient operating environment	No corrosive gas	
Ambient storage temperature	–20 to 75°C (Excluding battery.)	
Power holding time	10 ms min.	2 ms min.

● **CP1L CPU Unit (EM/EL Type)**

Item \ Type / Models			CP1L-EM40 (40 points) CP1L-EM40D□□	CP1L-EM30 (30 points) CP1L-EM30D□□	CP1L-EL20 (20 points) CP1L-EL20D□□
Control method			Stored program method		
I/O control method			Cyclic scan with immediate refreshing		
Program language			Ladder diagram		
Function blocks			Maximum number of function block definitions: 128 Maximum number of instances: 256 Languages usable in function block definitions: Ladder diagrams, structured text (ST)		
Instruction length			1 to 7 steps per instruction		
Instructions			Approx. 500 (function codes: 3 digits)		
Instruction execution time			Basic instructions: 0.55 µs min. Special instructions: 4.1 µs min.		
Common processing time			0.4ms		
Program capacity			10K steps		5K steps
	FB program memory		10K steps		
Number of tasks			288 (32 cyclic tasks and 256 interrupt tasks)		
	Scheduled interrupt tasks		1 (interrupt task No. 2, fixed)		
	Input interrupt tasks		6 (interrupt task No. 140 to 145, fixed)		
			(High-speed counter interrupts and interrupt tasks specified by external interrupts can also be executed.)		
Maximum subroutine number			256		
Maximum jump number			256		
I/O areas	Input Area		1,600 bits (100 words) CIO 0 to CIO 99		
		Built-in Input Area	24 bits: CIO 0.00 to CIO 0.11 and CIO 1.00 to CIO 1.11	18 bits: CIO 0.00 to CIO 0.11 and CIO 1.00 to CIO 1.05	12 bits: CIO 0.00 to CIO 0.11
	Output Area		1,600 bits (100 words) CIO 100 to CIO 199		
		Built-in Output Area	16 bits: CIO 100.00 to CIO 100.07 and CIO 101.00 to CIO 101.07	12 bits: CIO 100.00 to CIO 100.07 and CIO 101.00 to CIO 101.03	8 bits: CIO 100.00 to CIO 100.07
	1:1 Link Area		256 bits (16 words): CIO 3000.00 to CIO 3015.15 (CIO 3000 to CIO 3015)		
	Serial PLC Link Area		1,440 bits (90 words): CIO 3100.00 to CIO 3189.15 (CIO 3100 to CIO 3189)		
Work bits			4,800 bits (300 words): CIO 1200.00 to CIO 1499.15 (words CIO 1200 to CIO 1499) 6,400 bits (400 words): CIO 1500.00 to CIO 1899.15 (words CIO 1500 to CIO 1899) 15,360 bits (960 words): CIO 2000.00 to CIO 2959.15 (words CIO 2000 to CIO 2959) 9,600 bits (600 words): CIO 3200.00 to CIO 3799.15 (words CIO 3200 to CIO 3799) 37,504 bits (2,344 words): CIO 3800.00 to CIO 6143.15 (words CIO 3800 to CIO 6143)		
TR Area			16 bits: TR0 to TR15		
Holding Area			8,192 bits (512 words): H0.00 to H511.15 (H0 to H511)		
AR Area			Read-only (Write-prohibited): 7168 bits (448 words): A0.00 to A447.15 (A0 to A447) Read/Write: 8192 bits (512 words): A448.00 to A959.15 (A448 to A959)		

- **Lampiran 2**
  Spesifikasi unit CPU Omron CP Series – CP1L

Timers	4,096 timer numbers: T0 to T4095		
Counters	4,096 counter numbers: C0 to C4095		
DM Area	32 Kwords: D0 to D32767		10 Kwords: D0 to D9999, D32000 to D32767
Data Register Area	16 registers (16 bits): DR0 to DR15		
Index Register Area	16 registers (32 bits): IR0 to IR15		
Task Flag Area	32 flags (32 bits): TK0000 to TK0031		
Trace Memory	4,000 words (500 samples for the trace data maximum of 31 bits and 6 words.)		
Memory Cassette	A special Memory Cassette (CP1W-ME05M) can be mounted. **Note:** Can be used for program backups and auto-booting.		
Clock function	Supported. Accuracy (monthly deviation): -4.5 min to -0.5 min (ambient temperature: 55°C), -2.0 min to +2.0 min (ambient temperature: 25°C), -2.5 min to +1.5 min (ambient temperature: 0°C)		
Communications functions	Built-in Ethernet Port (Connecting Support Software, Message Communications, Socket Service)		
	A maximum of two Serial Communications Option Boards can be mounted.		A maximum of one Serial Communications Option Board can be mounted.
Memory backup	Flash memory: User programs, parameters (such as the PLC Setup), comment data, and the entire DM Area can be saved to flash memory as initial values. Battery backup: The Holding Area, DM Area, and counter values (flags, PV) are backed up by a battery.		
Battery service life	Service life expectancy is 5 years at 25°C, less at higher temperatures. (From 0.75 to 5 years depending on model, power supply rate, and ambient temperature.)		
Built-in input terminals	40 (24 inputs, 16 outputs)	30 (18 inputs, 12 outputs)	20 (12 inputs, 8 outputs)
Number of connectable Expansion Units and Expansion I/O Units	CP-series Expansion Unit and Expansion I/O Units: 3 max.		CP-series Expansion Units and Expansion I/O Units: 1 max.
Max. number of I/O points	160 (40 built in + 40 per Expansion (I/O) Unit x 3 Units)	150 (30 built in + 40 per Expansion (I/O) Unit x 3 Units)	60 (20 built in + 40 per Expansion (I/O) Unit x 1 Unit)
Interrupt inputs	6 inputs (Response time: 0.3 ms)		
Interrupt inputs counter mode	6 inputs (Response frequency: 5 kHz max. for all interrupt inputs), 16 bits Up or down counters		
Quick-response inputs	6 points (Min. input pulse width: 50 µs max.)		
Scheduled interrupts	1		
High-speed counters	4 inputs/2 axes (24 VDC) Differential phases (4x), 50 kHz Single-phase (pulse plus direction, up/down, increment), 100 kHz Value range: 32 bits, Linear mode or ring mode Interrupts: Target value comparison or range comparison		

	Type	CP1L-EM40 (40 points)	CP1L-EM30 (30 points)	CP1L-EL20 (20 points)
Item	**Models**	**CP1L-EM40D□□**	**CP1L-EM30D□□**	**CP1L-EL20D□□**
Pulse outputs (models with transistor outputs only)	**Pulse outputs**	Trapezoidal or S-curve acceleration and deceleration (Duty ratio: 50% fixed) 2 outputs, 1 Hz to 100 kHz (CCW/CW or pulse plus direction)		
	PWM outputs	Duty ratio: 0.0% to 100.0% (specified in increments of 0.1% or 1%) 2 outputs, 0.1 to 6553.5 Hz or 1 to 32,800 Hz (Accuracy: +1%/0% at 0.1 Hz to 10,000 Hz and +5%/0% at 10,000 Hz to 32,800 Hz)		
Analog input		2 input (Resolution: 1/1000, Input range: 0 to 10 V). Not isolated.		

4. Lampiran 3

Lampiran dari CP1L

■ **CPU Units**

Built-in Ethernet port

CPU Unit	Specifications					Model	Standards
	CPU type	Power supply	Output method	Inputs	Outputs		
CP1L-EM CPU Units with 40 Points	Memory capacity: 10K steps High-speed counters: 100 kHz, 4 axes Pulse outputs: 100 kHz, 2 axes (Models with transistor outputs only)	DC power supply	Relay output	24	16	CP1L-EM40DR-D	CE
			Transistor output (sinking)			CP1L-EM40DT-D	
			Transistor output (sourcing)			CP1L-EM40DT1-D	
CP1L-EM CPU Units with 30 Points	Memory capacity: 10K steps High-speed counters: 100 kHz, 4 axes Pulse outputs: 100 kHz, 2 axes (Models with transistor outputs only)	DC power supply	Relay output	18	12	CP1L-EM30DR-D	CE
			Transistor output (sinking)			CP1L-EM30DT-D	
			Transistor output (sourcing)			CP1L-EM30DT1-D	
CP1L-EL CPU Units with 20 Points	Memory capacity: 5K steps High-speed counters: 100 kHz, 4 axes Pulse outputs: 100 kHz, 2 axes (Models with transistor outputs only)	DC power supply	Relay output	12	8	CP1L-EL20DR-D	CE
			Transistor output (sinking)			CP1L-EL20DT-D	
			Transistor output (sourcing)			CP1L-EL20DT1-D	

Built-in USB port

CPU Unit	Specifications					Model	Standards
	CPU type	Power supply	Output method	Inputs	Outputs		
CP1L-M CPU Units with 60 Points	Memory capacity: 10K steps High-speed counters: 100 kHz, 4 axes Pulse outputs: 100 kHz, 2 axes (Models with transistor outputs only)	AC power supply	Relay output	36	24	CP1L-M60DR-A	UC1, N, L, CE
			Transistor output (sinking)			CP1L-M60DT-A	
		DC power supply	Relay output			CP1L-M60DR-D	
			Transistor output (sinking)			CP1L-M60DT-D	
			Transistor output (sourcing)			CP1L-M60DT1-D	
CP1L-M CPU Units with 40 Points	Memory capacity: 10K steps High-speed counters: 100 kHz, 4 axes Pulse outputs: 100 kHz, 2 axes (Models with transistor outputs only)	AC power supply	Relay output	24	16	CP1L-M40DR-A	UC1, N, L, CE
			Transistor output (sinking)			CP1L-M40DT-A	
		DC power supply	Relay output			CP1L-M40DR-D	
			Transistor output (sinking)			CP1L-M40DT-D	
			Transistor output (sourcing)			CP1L-M40DT1-D	
CP1L-M CPU Units with 30 Points	Memory capacity: 10K steps High-speed counters: 100 kHz, 4 axes Pulse outputs: 100 kHz, 2 axes (Models with transistor outputs only)	AC power supply	Relay output	18	12	CP1L-M30DR-A	UC1, N, L, CE
			Transistor output (sinking)			CP1L-M30DT-A	
		DC power supply	Relay output			CP1L-M30DR-D	
			Transistor output (sinking)			CP1L-M30DT-D	
			Transistor output (sourcing)			CP1L-M30DT1-D	

CPU Unit	Specifications					Model	Standards
	CPU type	Power supply	Output method	Inputs	Outputs		
CP1L-L CPU Units with 20 Points	Memory capacity: 5K steps High-speed counters: 100 kHz, 4 axes Pulse outputs: 100 kHz, 2 axes (Models with transistor outputs only)	AC power supply	Relay output	12	8	CP1L-L20DR-A	UC1, N, L, CE
			Transistor output (sinking)			CP1L-L20DT-A	
		DC power supply	Relay output			CP1L-L20DR-D	
			Transistor output (sinking)			CP1L-L20DT-D	
			Transistor output (sourcing)			CP1L-L20DT1-D	
CP1L-L CPU Units with 14 Points	Memory capacity: 5K steps High-speed counters: 100 kHz, 4 axes Pulse outputs: 100 kHz, 2 axes (Models with transistor outputs only)	AC power supply	Relay output	8	6	CP1L-L14DR-A	UC1, N, L, CE
			Transistor output (sinking)			CP1L-L14DT-A	
		DC power supply	Relay output			CP1L-L14DR-D	
			Transistor output (sinking)			CP1L-L14DT-D	
			Transistor output (sourcing)			CP1L-L14DT1-D	
CP1L-L CPU Units with 10 Point	Memory capacity: 5K steps High-speed counters: 100 kHz, 4 axes Pulse outputs: 100 kHz, 2 axes (Models with transistor outputs only)	AC power supply	Relay output	6	4	CP1L-L10DR-A	UC1, N, L, CE
			Transistor output (sinking)			CP1L-L10DT-A	
		DC power supply	Relay output			CP1L-L10DR-D	
			Transistor output (sinking)			CP1L-L10DT-D	
			Transistor output (sourcing)			CP1L-L10DT1-D	

■ Expansion Units

Product name	Inputs	Outputs	Output type		Model	Standards
Input Unit	8	---	24 VDC Input		CP1W-8ED	U, C, N, L, CE
Output Units	---	8	Relay		CP1W-8ER	
			Transistor (sinking)		CP1W-8ET	
			Transistor (sourcing)		CP1W-8ET1	
	---	16	Relay		CP1W-16ER	N, L, CE
			Transistor (sinking)		CP1W-16ET	
			Transistor (sourcing)		CP1W-16ET1	
	---	32	Relay		CP1W-32ER	N, L, CE
			Transistor (sinking)		CP1W-32ET	
			Transistor (sourcing)		CP1W-32ET1	
I/O Units	12	8	Relay		CP1W-20EDR1	U, C, N, L, CE
			Transistor (sinking)		CP1W-20EDT	
			Transistor (sourcing)		CP1W-20EDT1	
	24	16	Relay		CP1W-40EDR	N, L, CE
			Transistor (sinking)		CP1W-40EDT	
			Transistor (sourcing)		CP1W-40EDT1	
Analog Input Unit	4CH	---	Input range: 0 to 5 V, 1 to 5 V, 0 to 10 V, ±10 V, 0 to 20 mA, or 4 to 20 mA.	Resolution: 1/6000	CP1W-AD041	UC1, N, L, CE
				Resolution: 1/12000	CP1W-AD042	UC1, CE
Analog Output Unit	---	2CH	Output range: 1 to 5 V, 0 to 10 V, ±10 V, 0 to 20 mA, or 4 to 20 mA.	Resolution: 1/6000	CP1W-DA021	UC1, N, L, CE
	---	4CH		Resolution: 1/6000	CP1W-DA041	
				Resolution: 1/12000	CP1W-DA042	UC1, CE
Analog I/O Unit	4CH	4CH	Input range: 0 to 5 V, 1 to 5 V, 0 to 10 V, ±10 V, 0 to 20 mA, or 4 to 20 mA. Output range: 1 to 5 V, 0 to 10 V, ±10 V, 0 to 20 mA, or 4 to 20 mA.	Resolution: 1/12000	CP1W-MAD44	UC1, CE
	4CH	2CH		Resolution: 1/12000	CP1W-MAD42	
	2CH	1CH		Resolution: 1/6000	CP1W-MAD11	UC1, N, L, CE
Temperature Sensor Unit	2CH	---	Sensor type: Thermocouple (J or K)		CP1W-TS001	UC1, N, L, CE
	4CH	---	Sensor type: Thermocouple (J or K)		CP1W-TS002	
	2CH	---	Sensor type: Platinum resistance thermometer (Pt100 or JPt100)		CP1W-TS101	
	4CH	---	Sensor type: Platinum resistance thermometer (Pt100 or JPt100)		CP1W-TS102	
	4CH	---	Sensor type: Thermocouple (J or K) 2 channels can be used as analog input. Input range: 1 to 5 V, 0 to 10 V, 4-20 mA	Resolution: 1/12000	CP1W-TS003	UC1, CE
	12CH	---	Sensor type: Thermocouple (J or K)		CP1W-TS004	
CompoBus/S I/O Link Unit	8	8	CompoBus/S slave		CP1W-SRT21	UC1, N, L, CE

■ I/O Connecting Cable

Name	Specifications	Model	Standards
I/O Connecting Cable	80 cm (for CP1W Expansion Units)	CP1W-CN811	UC1, N, L, CE

Note: An I/O Connecting Cable (approx. 6 cm) for horizontal connection is provided with CP1W Expansion Units.

■ Optional Products, Maintenance Products and DIN Track Accessories

Name	Specifications	Model	Standards
Battery Set	For CPU Units (Use batteries within two years of manufacture.)	CJ1W-BAT01	CE
DIN Track	Length: 0.5 m; Height: 7.3 mm	PFP-50N	---
	Length: 1 m; Height: 7.3 mm	PFP-100N	
	Length: 1 m; Height: 16 mm	PFP-100N2	
End Plate	A stopper to secure the Units on the DIN Track.	PFP-M	

■ Industrial Switching Hubs

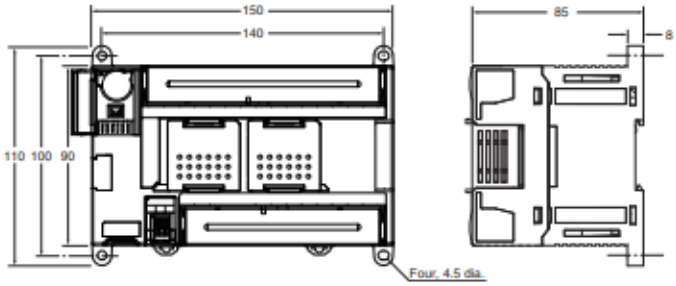
Product name	Appearance	Specifications: Functions	Specifications: No. of ports	Specifications: Failure detection	Accessories	Current consumption (A)	Model	Standards
Industrial Switching Hubs		Quality of Service (QoS): EtherNet/IP control data priority Failure detection: Broadcast storm and LSI error detection 10/100BASE-TX, Auto-Negotiation	3	No	• Power supply connector	0.22	W4S1-03B	UC, CE
			5	No		0.22	W4S1-05B	
			5	Yes	• Power supply connector • Connector for informing error	0.22	W4S1-05C	CE

Dimensions

(Unit: mm)

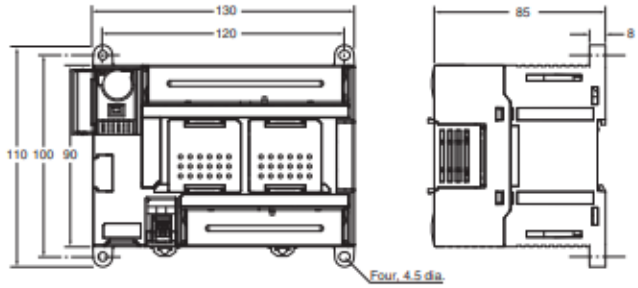
■ CPU Units

CP1L-EM CPU Units with 40 Points



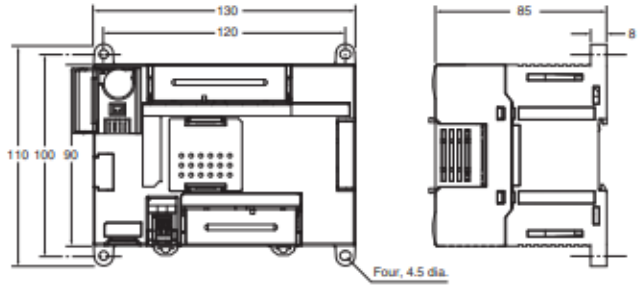
Weight:
675 g max.

CP1L-EM CPU Units with 30 Points



Weight:
610 g max.

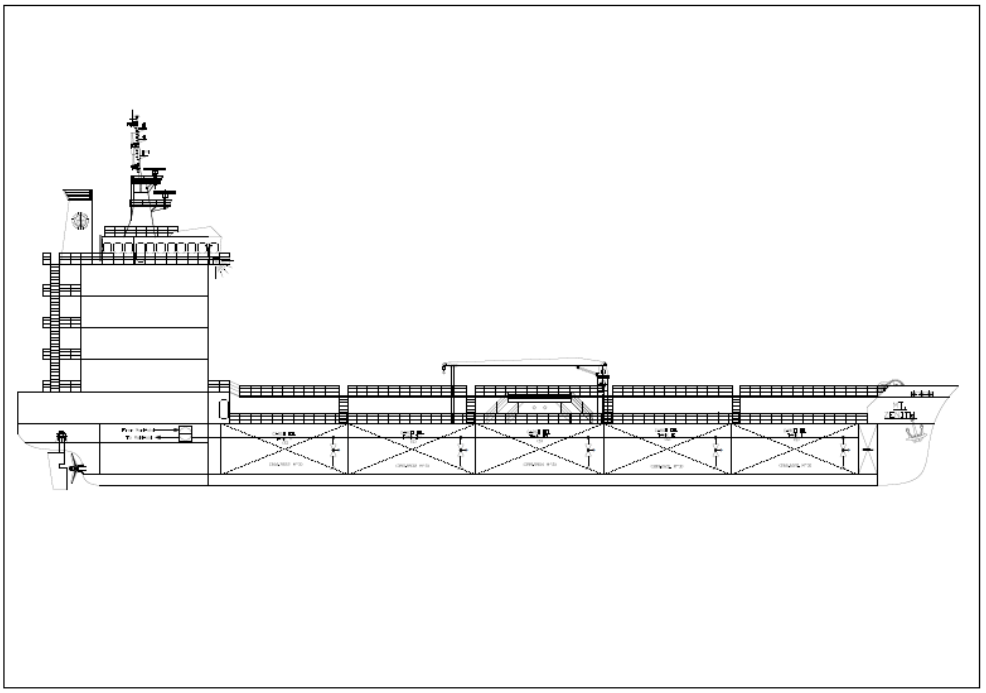
CP1L-EL CPU Units with 20 Points

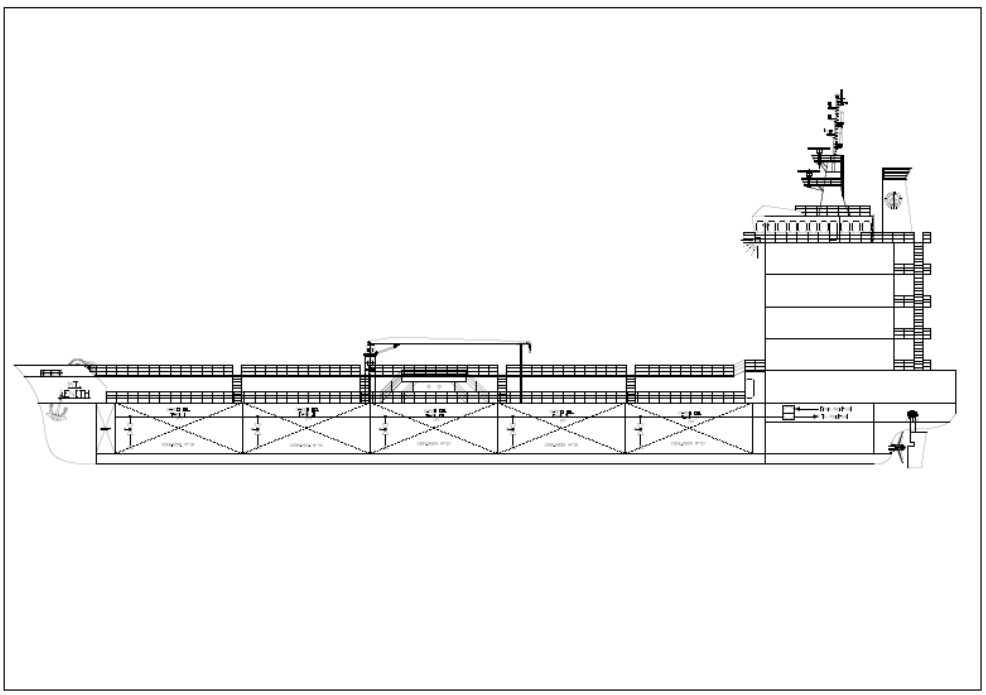


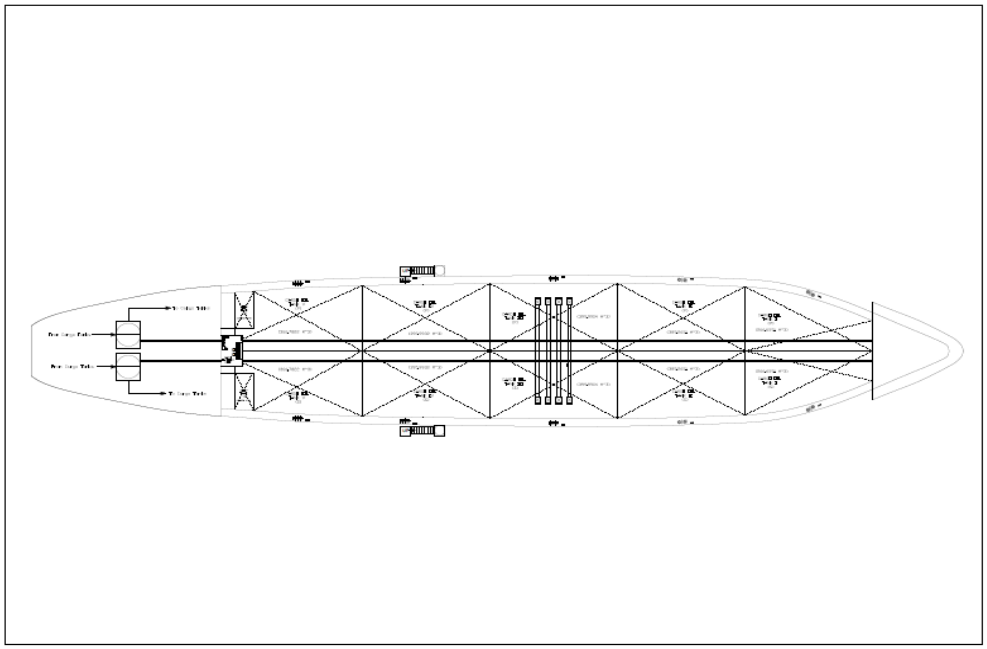
Weight:
610 g max.

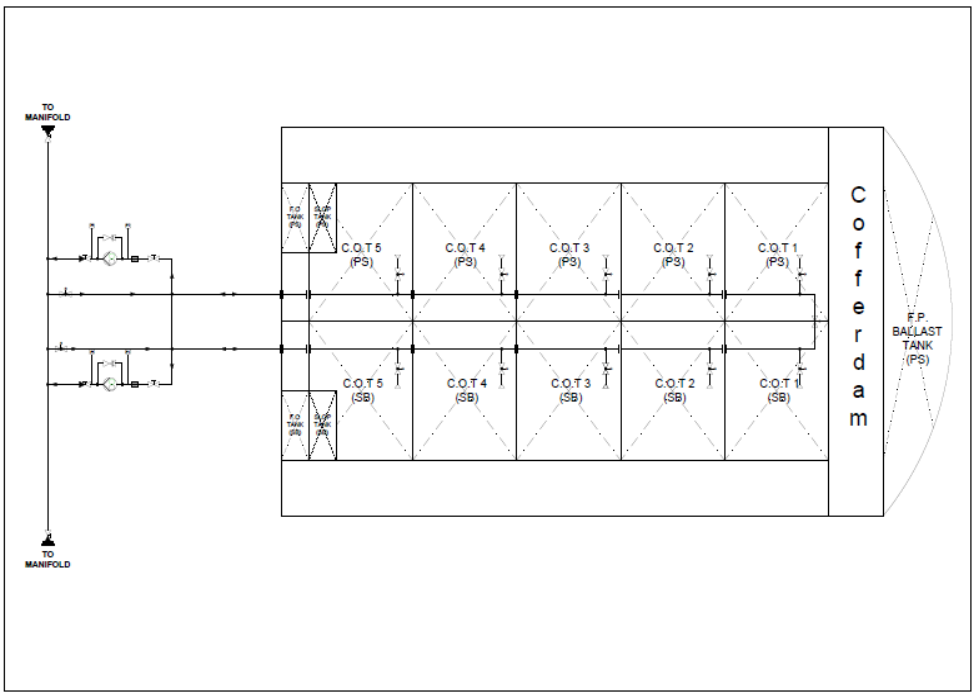
Lampiran 4

Skenario Sistem Bongkar Muat Kapal

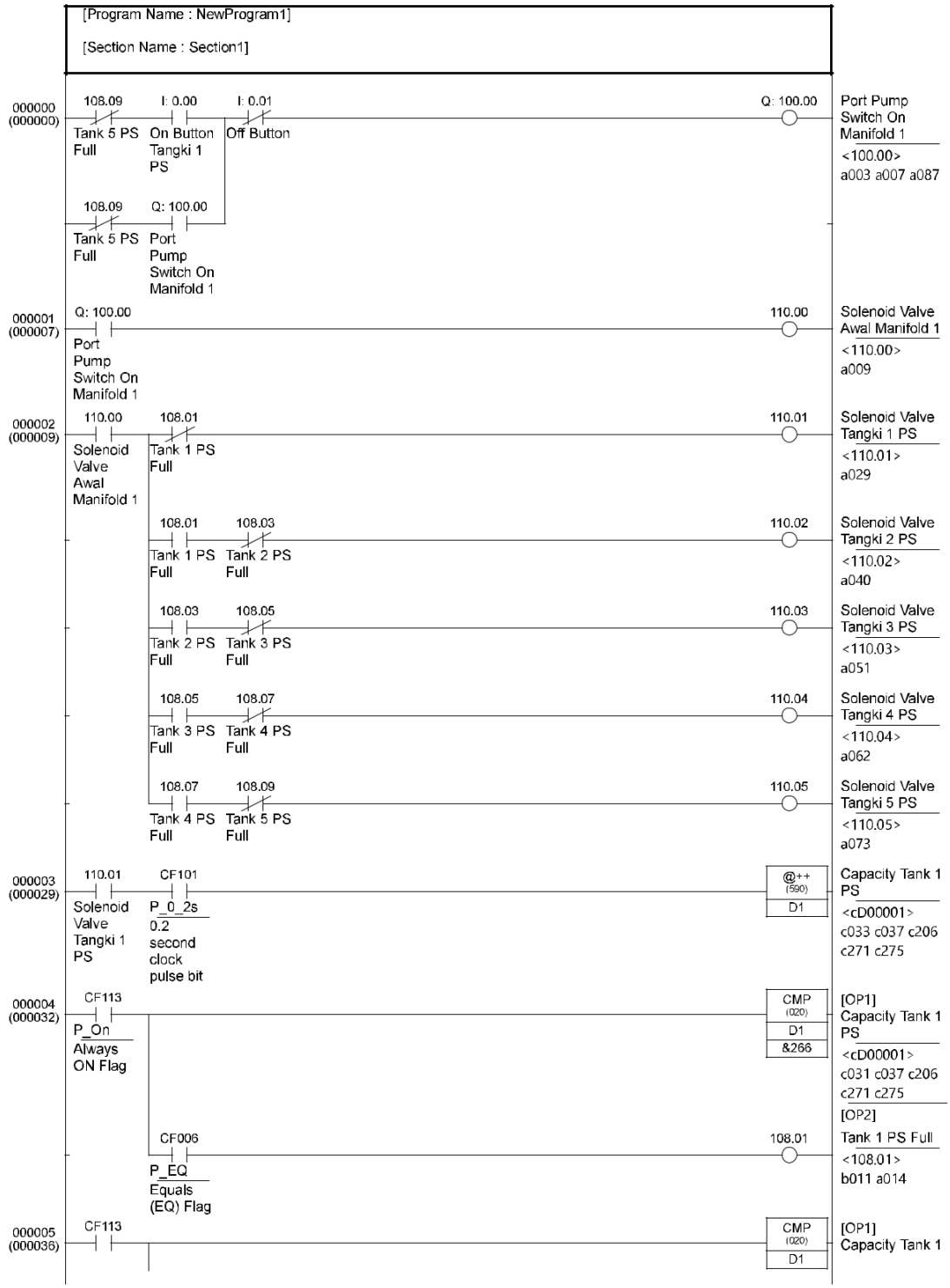


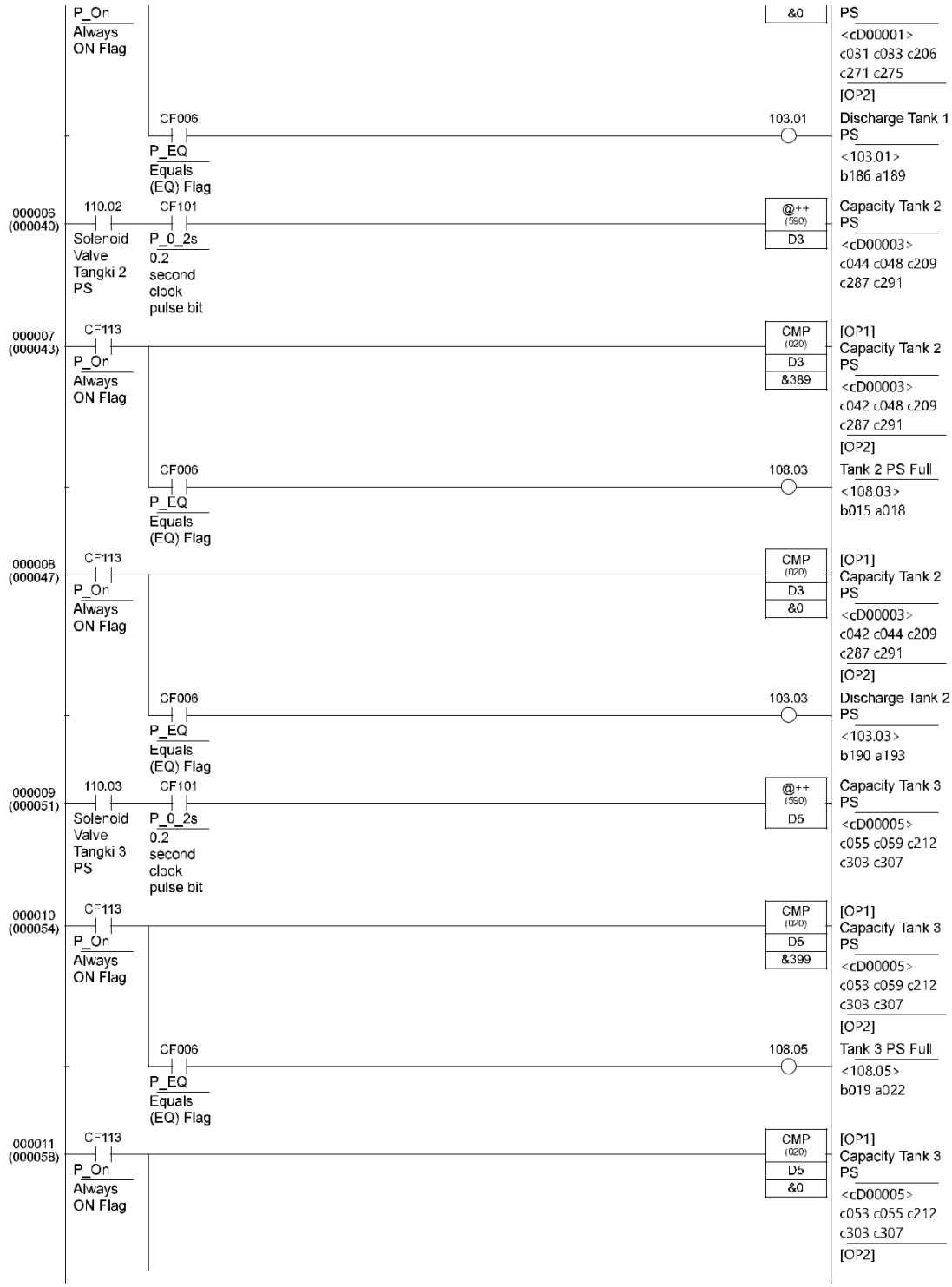


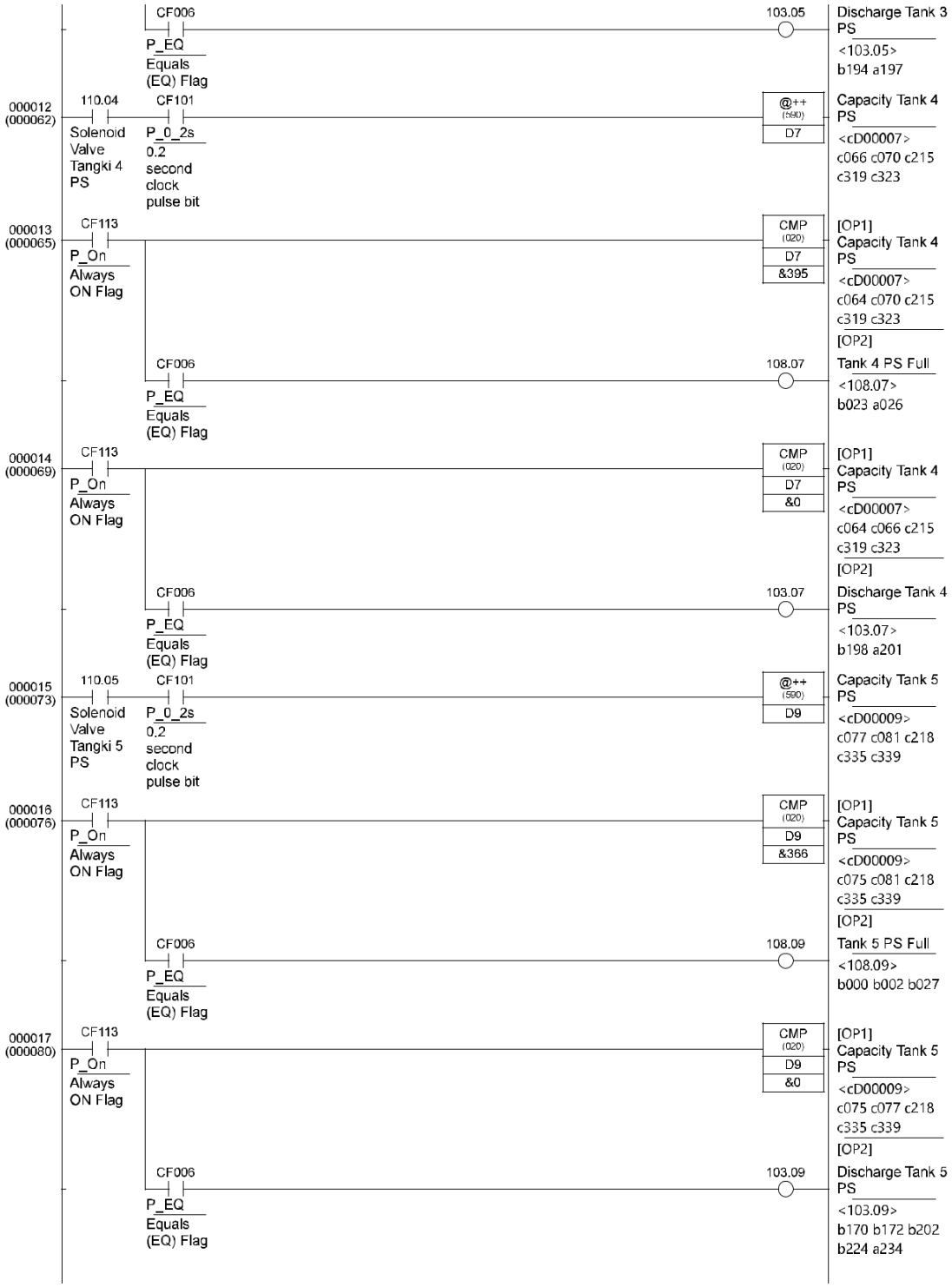


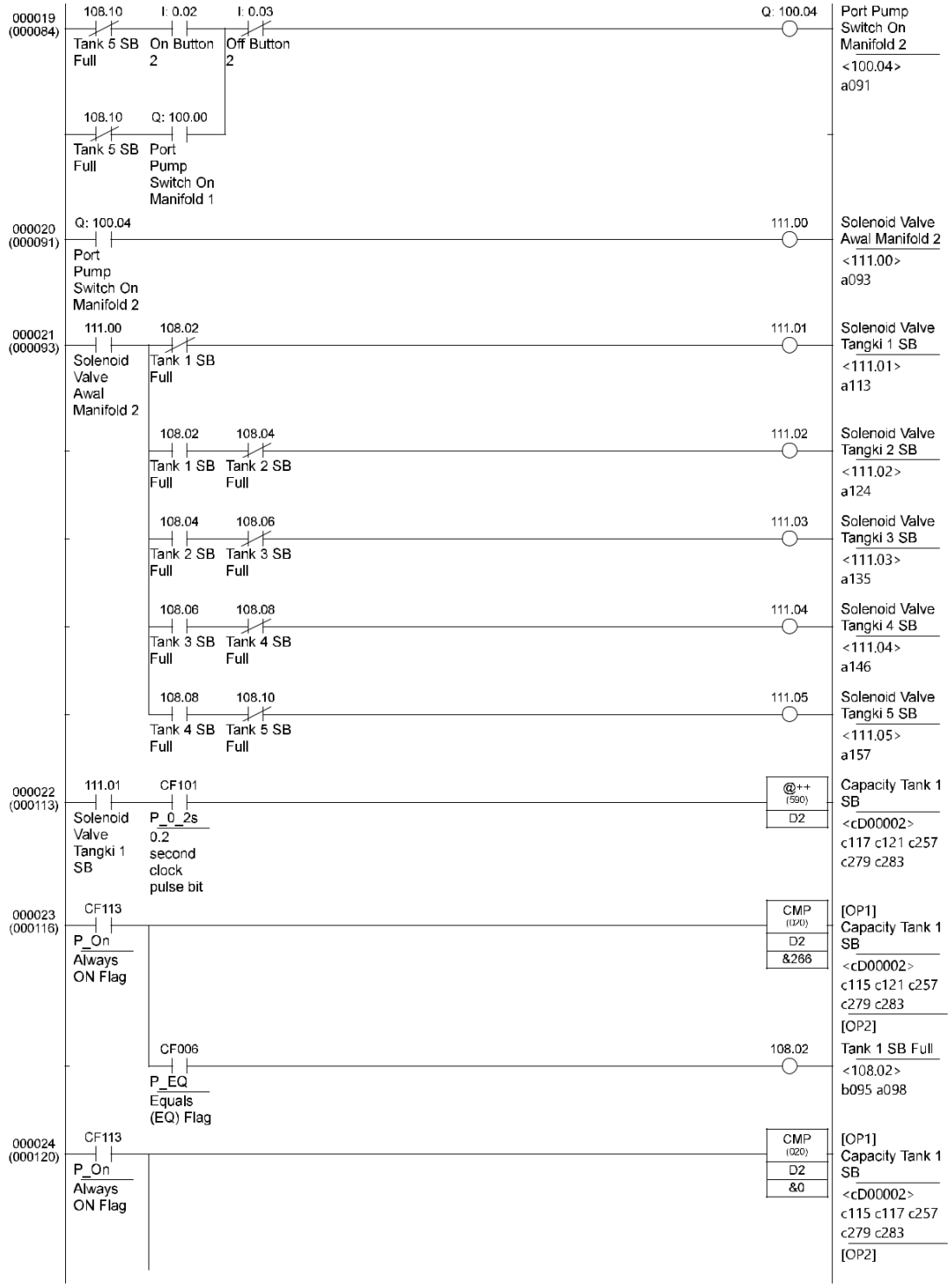

TO MANIFOLD
C.O.T 5 (PS)
C.O.T 4 (PS)
C.O.T 3 (PS)
C.O.T 2 (PS)
C.O.T 1 (PS)
C.O.T 5 (SB)
C.O.T 4 (SB)
C.O.T 3 (SB)
C.O.T 2 (SB)
C.O.T 1 (SB)
C o f f e r d a m
F.P. BALLAST TANK (PS)
TO MANIFOLD

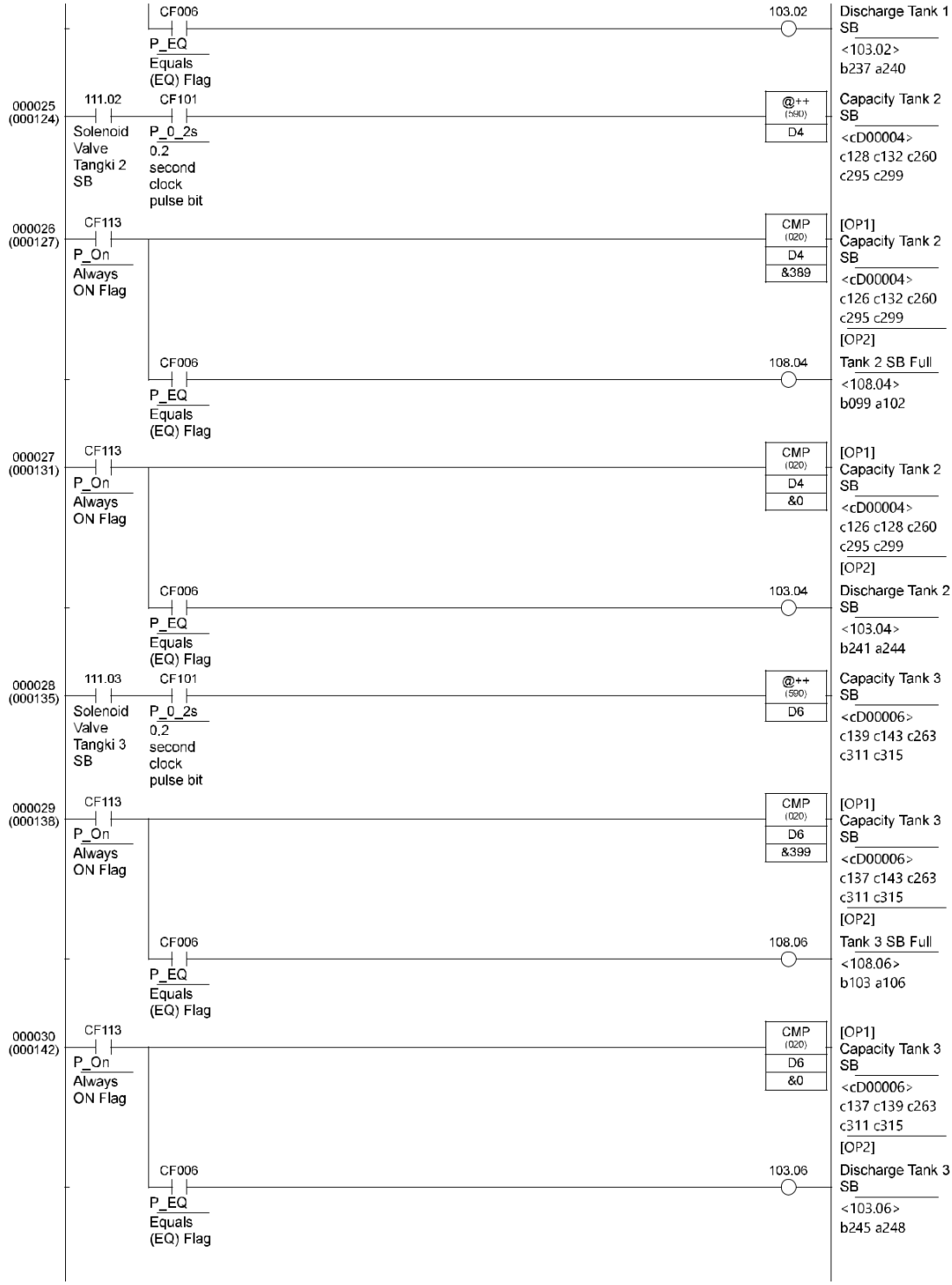
- **Ladder Diagram Secara Keseluruhan**

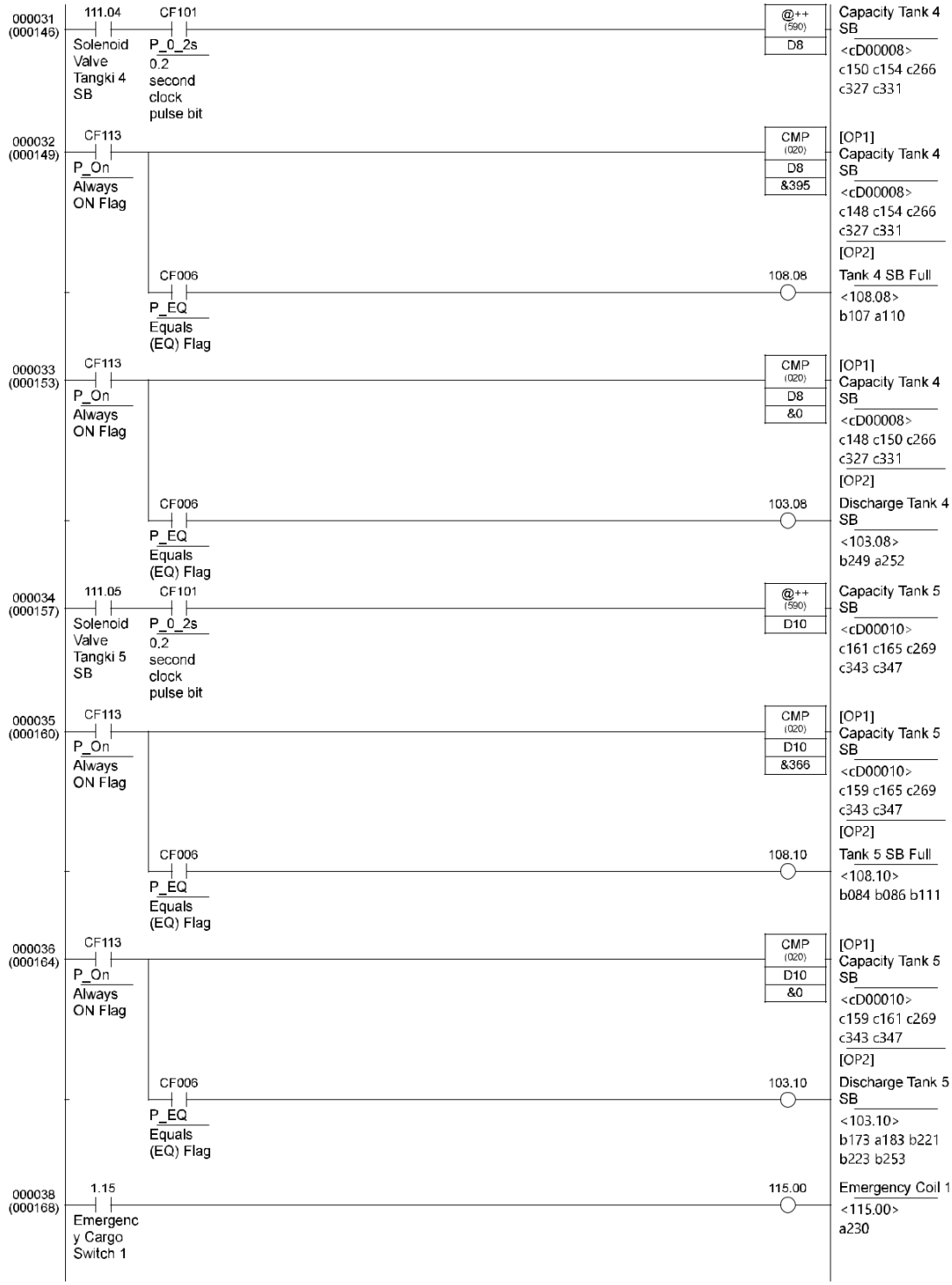


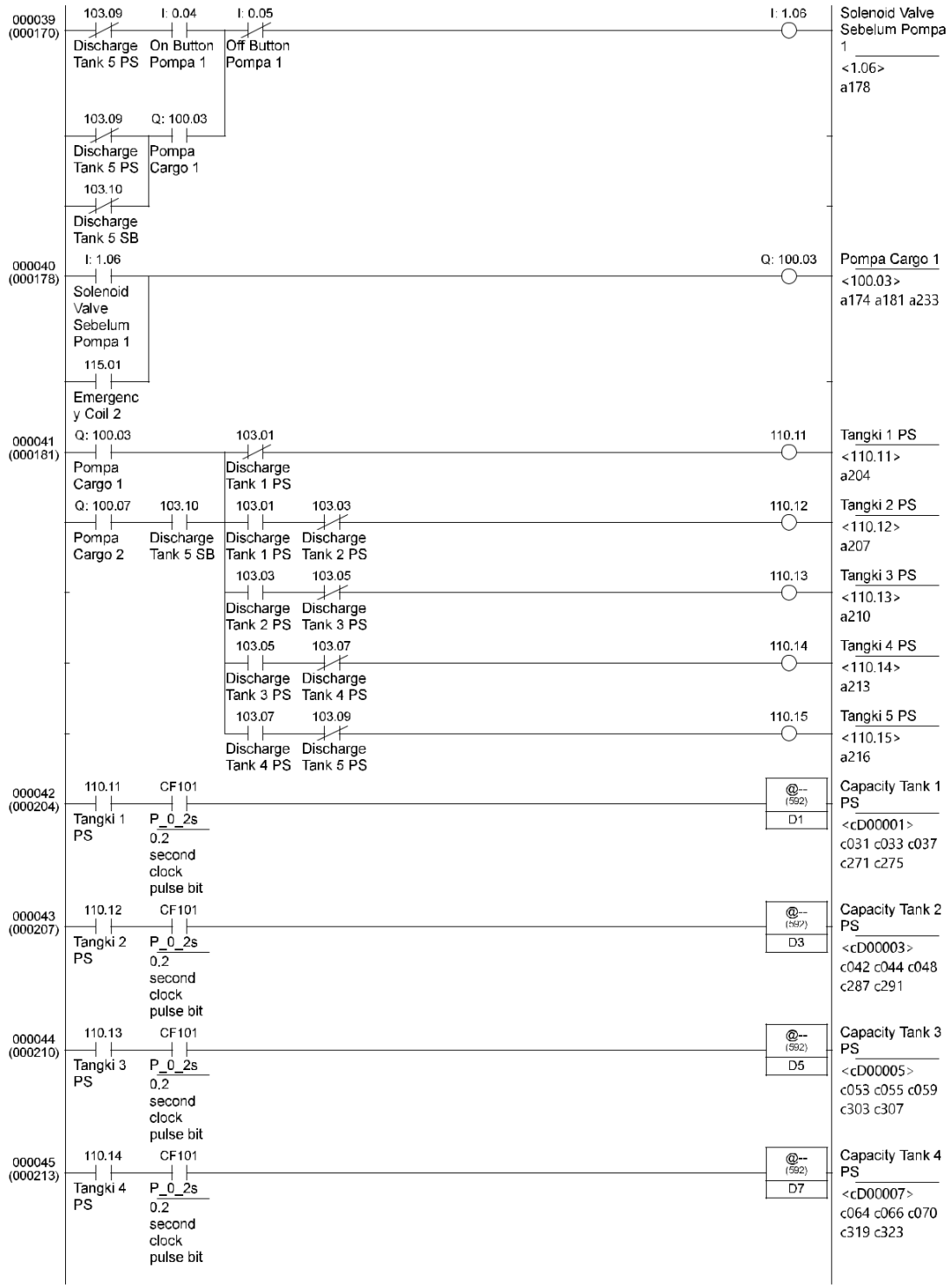

P_On
Always ON Flag
&0
PS
<cD00001>
c031 c033 c206 c271 c275
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals (EQ) Flag
103.01
Discharge Tank 1 PS
<103.01>
b186 a189
000006 (000040)
110.02
Solenoid Valve Tangki 2 PS
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@++ (590)
D3
Capacity Tank 2 PS
<cD00003>
c044 c048 c209 c287 c291
000007 (000043)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D3
&389
[OP1]
Capacity Tank 2 PS
<cD00003>
c042 c048 c209 c287 c291
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals (EQ) Flag
108.03
Tank 2 PS Full
<108.03>
b015 a018
000008 (000047)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D3
&0
[OP1]
Capacity Tank 2 PS
<cD00003>
c042 c044 c209 c287 c291
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals (EQ) Flag
103.03
Discharge Tank 2 PS
<103.03>
b190 a193
000009 (000051)
110.03
Solenoid Valve Tangki 3 PS
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@++ (590)
D5
Capacity Tank 3 PS
<cD00005>
c055 c059 c212 c303 c307
000010 (000054)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D5
&399
[OP1]
Capacity Tank 3 PS
<cD00005>
c053 c059 c212 c303 c307
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals (EQ) Flag
108.05
Tank 3 PS Full
<108.05>
b019 a022
000011 (000058)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D5
&0
[OP1]
Capacity Tank 3 PS
<cD00005>
c053 c055 c212 c303 c307
[OP2]

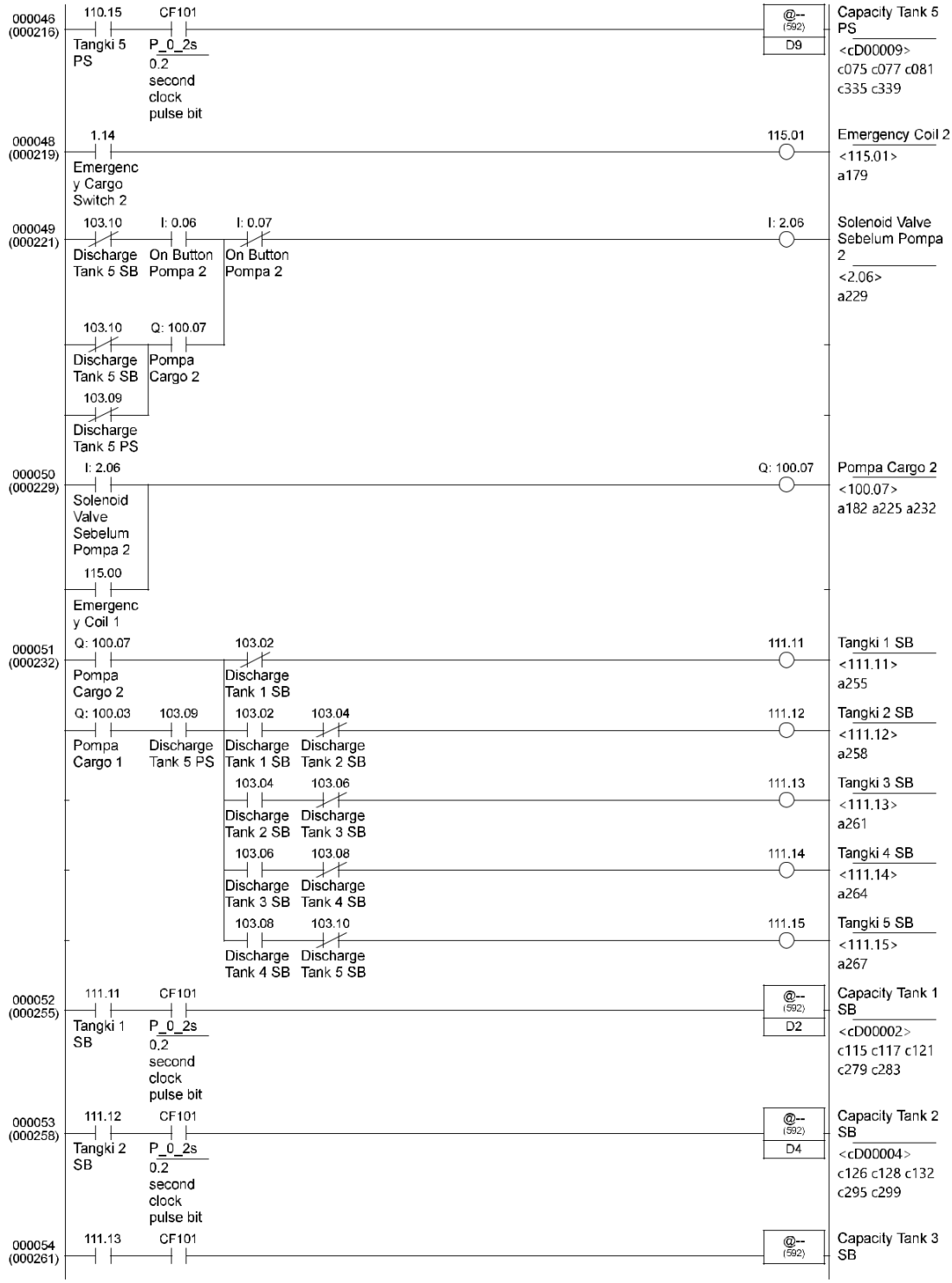

CF006
P_EQ
Equals
(EQ) Flag
103.05
Discharge Tank 3 PS
<103.05>
b194 a197
000012
(000062)
110.04
Solenoid Valve Tangki 4 PS
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@++
(590)
D7
Capacity Tank 4 PS
<cD00007>
c066 c070 c215 c319 c323
000013
(000065)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP
(020)
D7
&395
[OP1]
Capacity Tank 4 PS
<cD00007>
c064 c070 c215 c319 c323
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals
(EQ) Flag
108.07
Tank 4 PS Full
<108.07>
b023 a026
000014
(000069)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP
(020)
D7
&0
[OP1]
Capacity Tank 4 PS
<cD00007>
c064 c066 c215 c319 c323
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals
(EQ) Flag
103.07
Discharge Tank 4 PS
<103.07>
b198 a201
000015
(000073)
110.05
Solenoid Valve Tangki 5 PS
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@++
(590)
D9
Capacity Tank 5 PS
<cD00009>
c077 c081 c218 c335 c339
000016
(000076)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP
(020)
D9
&366
[OP1]
Capacity Tank 5 PS
<cD00009>
c075 c081 c218 c335 c339
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals
(EQ) Flag
108.09
Tank 5 PS Full
<108.09>
b000 b002 b027
000017
(000080)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP
(020)
D9
&0
[OP1]
Capacity Tank 5 PS
<cD00009>
c075 c077 c218 c335 c339
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals
(EQ) Flag
103.09
Discharge Tank 5 PS
<103.09>
b170 b172 b202 b224 a234

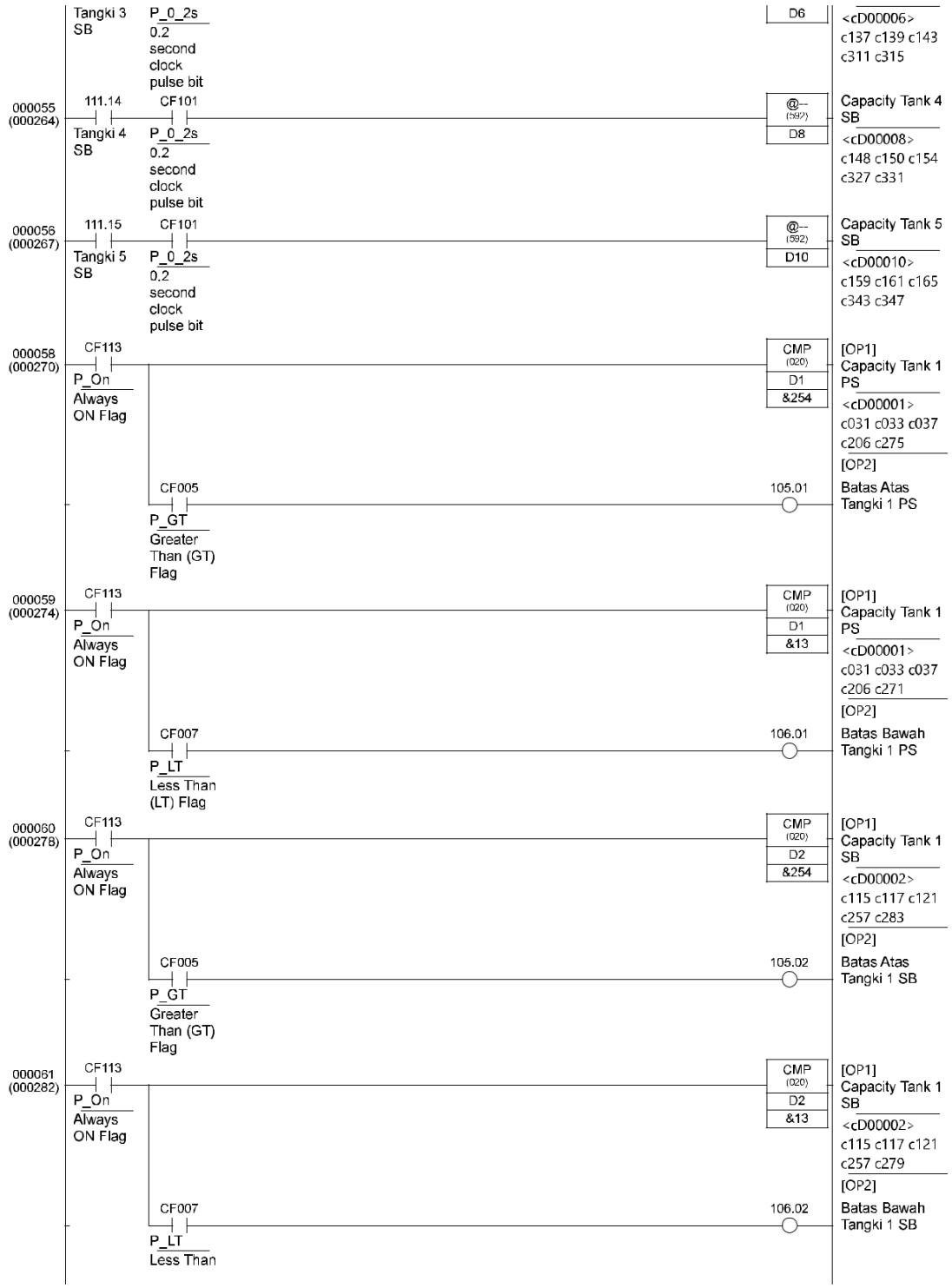

000019
(000084)
108.10
Tank 5 SB Full
I: 0.02
On Button 2
I: 0.03
Off Button 2
Q: 100.04
Port Pump Switch On Manifold 2
<100.04>
a091
108.10
Tank 5 SB Full
Q: 100.00
Port Pump Switch On Manifold 1
000020
(000091)
Q: 100.04
Port Pump Switch On Manifold 2
111.00
Solenoid Valve Awal Manifold 2
<111.00>
a093
000021
(000093)
111.00
Solenoid Valve Awal Manifold 2
108.02
Tank 1 SB Full
111.01
Solenoid Valve Tangki 1 SB
<111.01>
a113
108.02
Tank 1 SB Full
108.04
Tank 2 SB Full
111.02
Solenoid Valve Tangki 2 SB
<111.02>
a124
108.04
Tank 2 SB Full
108.06
Tank 3 SB Full
111.03
Solenoid Valve Tangki 3 SB
<111.03>
a135
108.06
Tank 3 SB Full
108.08
Tank 4 SB Full
111.04
Solenoid Valve Tangki 4 SB
<111.04>
a146
108.08
Tank 4 SB Full
108.10
Tank 5 SB Full
111.05
Solenoid Valve Tangki 5 SB
<111.05>
a157
000022
(000113)
111.01
Solenoid Valve Tangki 1 SB
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@++
(590)
D2
Capacity Tank 1 SB
<cD00002>
c117 c121 c257
c279 c283
000023
(000116)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP
(020)
D2
&266
[OP1]
Capacity Tank 1 SB
<cD00002>
c115 c121 c257
c279 c283
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals (EQ) Flag
108.02
Tank 1 SB Full
<108.02>
b095 a098
000024
(000120)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP
(020)
D2
&0
[OP1]
Capacity Tank 1 SB
<cD00002>
c115 c117 c257
c279 c283
[OP2]

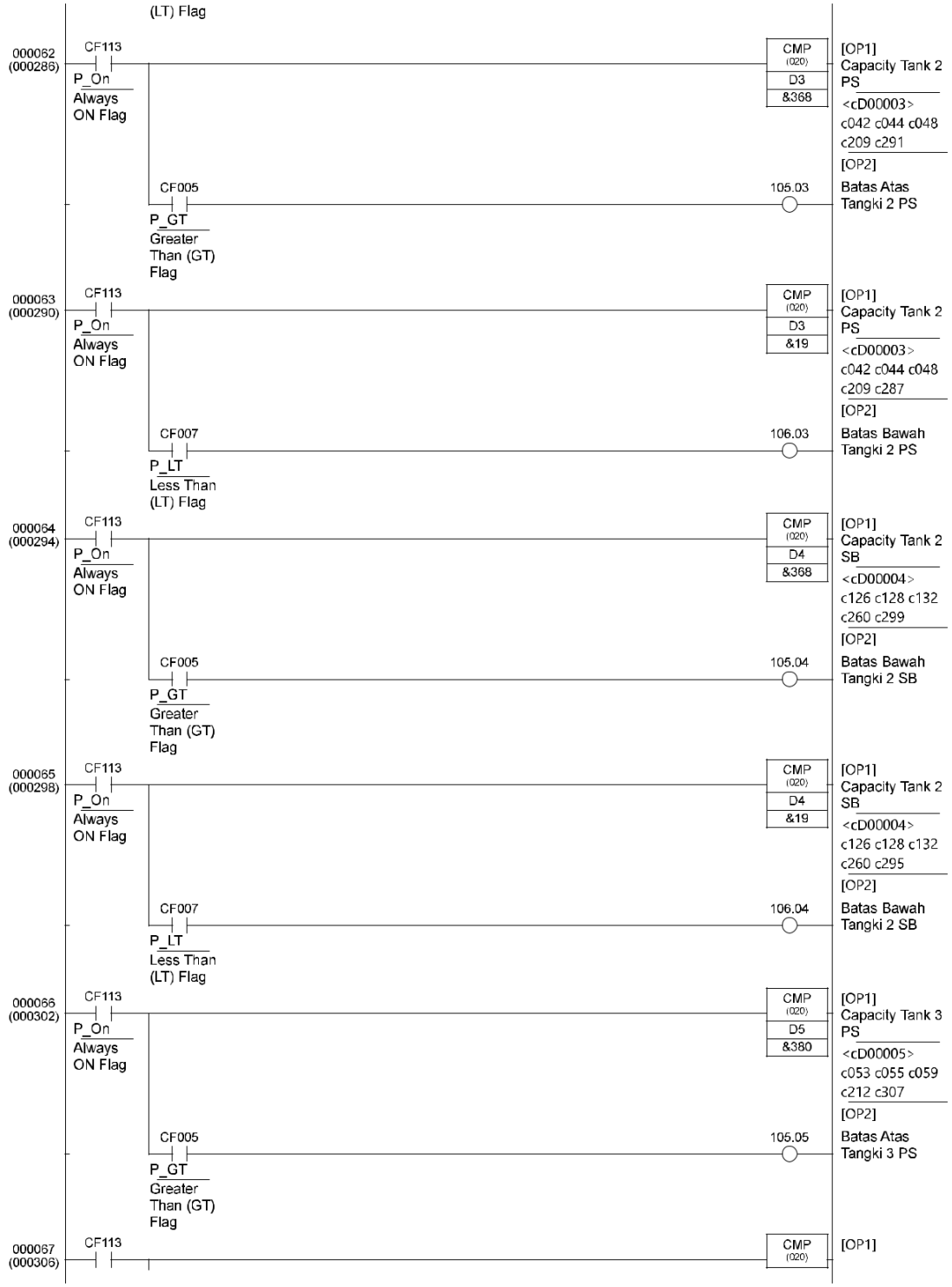

CF006
P_EQ
Equals
(EQ) Flag
103.02
Discharge Tank 1
SB
<103.02>
b237 a240
000025
(000124)
111.02
Solenoid
Valve
Tangki 2
SB
CF101
P_0_2s
0.2
second
clock
pulse bit
@++
(590)
D4
Capacity Tank 2
SB
<cD00004>
c128 c132 c260
c295 c299
000026
(000127)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D4
&389
[OP1]
Capacity Tank 2
SB
<cD00004>
c126 c132 c260
c295 c299
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals
(EQ) Flag
108.04
Tank 2 SB Full
<108.04>
b099 a102
000027
(000131)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D4
&0
[OP1]
Capacity Tank 2
SB
<cD00004>
c126 c128 c260
c295 c299
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals
(EQ) Flag
103.04
Discharge Tank 2
SB
<103.04>
b241 a244
000028
(000135)
111.03
Solenoid
Valve
Tangki 3
SB
CF101
P_0_2s
0.2
second
clock
pulse bit
@++
(590)
D6
Capacity Tank 3
SB
<cD00006>
c139 c143 c263
c311 c315
000029
(000138)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D6
&399
[OP1]
Capacity Tank 3
SB
<cD00006>
c137 c143 c263
c311 c315
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals
(EQ) Flag
108.06
Tank 3 SB Full
<108.06>
b103 a106
000030
(000142)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D6
&0
[OP1]
Capacity Tank 3
SB
<cD00006>
c137 c139 c263
c311 c315
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals
(EQ) Flag
103.06
Discharge Tank 3
SB
<103.06>
b245 a248

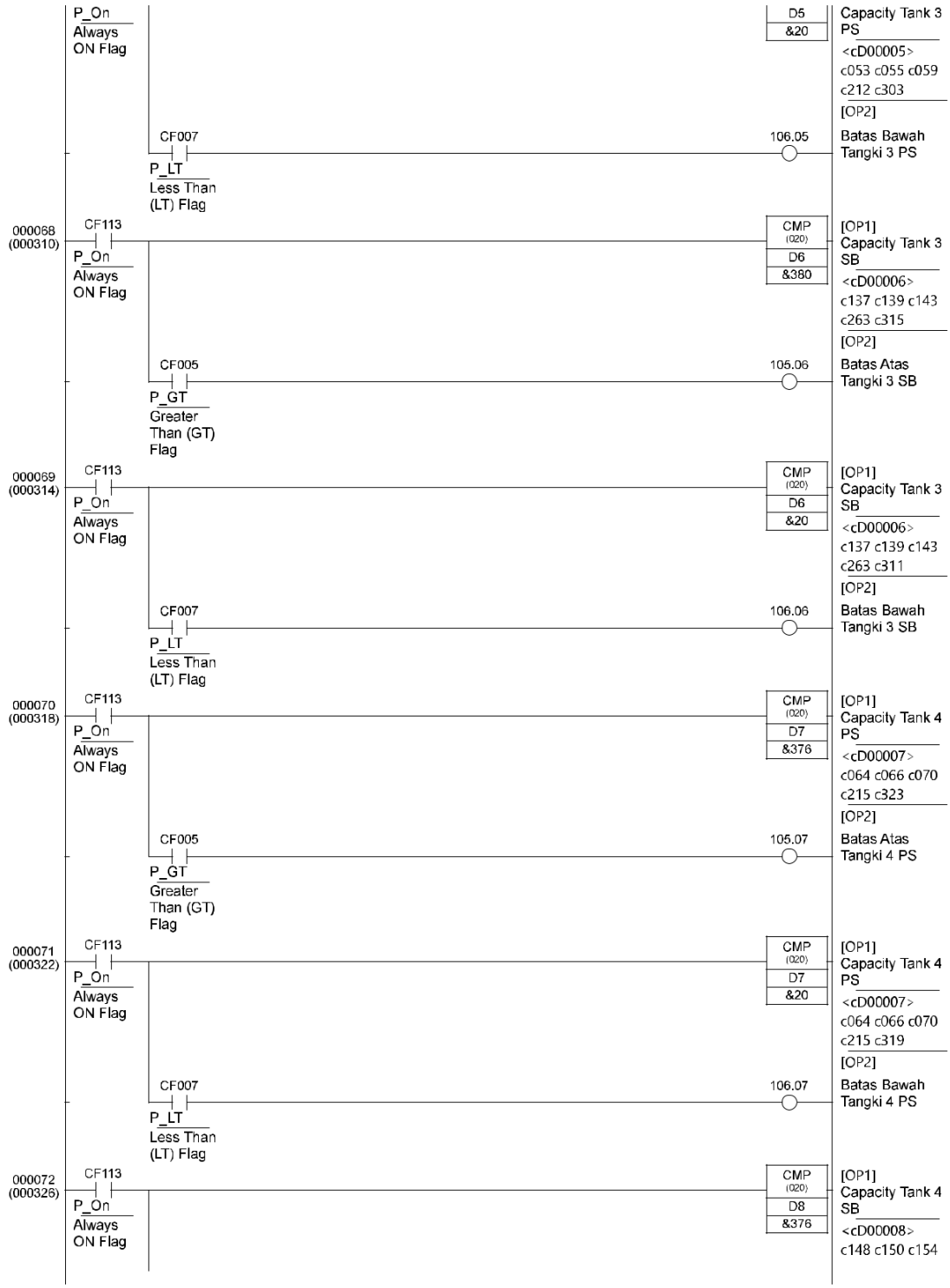

000031
(000146)
111.04
Solenoid Valve Tangki 4 SB
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@++ (590)
D8
Capacity Tank 4 SB
<cD00008>
c150 c154 c266 c327 c331
000032
(000149)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D8
&395
[OP1]
Capacity Tank 4 SB
<cD00008>
c148 c154 c266 c327 c331
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals (EQ) Flag
108.08
Tank 4 SB Full
<108.08>
b107 a110
000033
(000153)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D8
&0
[OP1]
Capacity Tank 4 SB
<cD00008>
c148 c150 c266 c327 c331
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals (EQ) Flag
103.08
Discharge Tank 4 SB
<103.08>
b249 a252
000034
(000157)
111.05
Solenoid Valve Tangki 5 SB
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@++ (590)
D10
Capacity Tank 5 SB
<cD00010>
c161 c165 c269 c343 c347
000035
(000160)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D10
&366
[OP1]
Capacity Tank 5 SB
<cD00010>
c159 c165 c269 c343 c347
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals (EQ) Flag
108.10
Tank 5 SB Full
<108.10>
b084 b086 b111
000036
(000164)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D10
&0
[OP1]
Capacity Tank 5 SB
<cD00010>
c159 c161 c269 c343 c347
[OP2]
CF006
P_EQ
Equals (EQ) Flag
103.10
Discharge Tank 5 SB
<103.10>
b173 a183 b221 b223 b253
000038
(000168)
1.15
Emergenc y Cargo Switch 1
115.00
Emergency Coil 1
<115.00>
a230

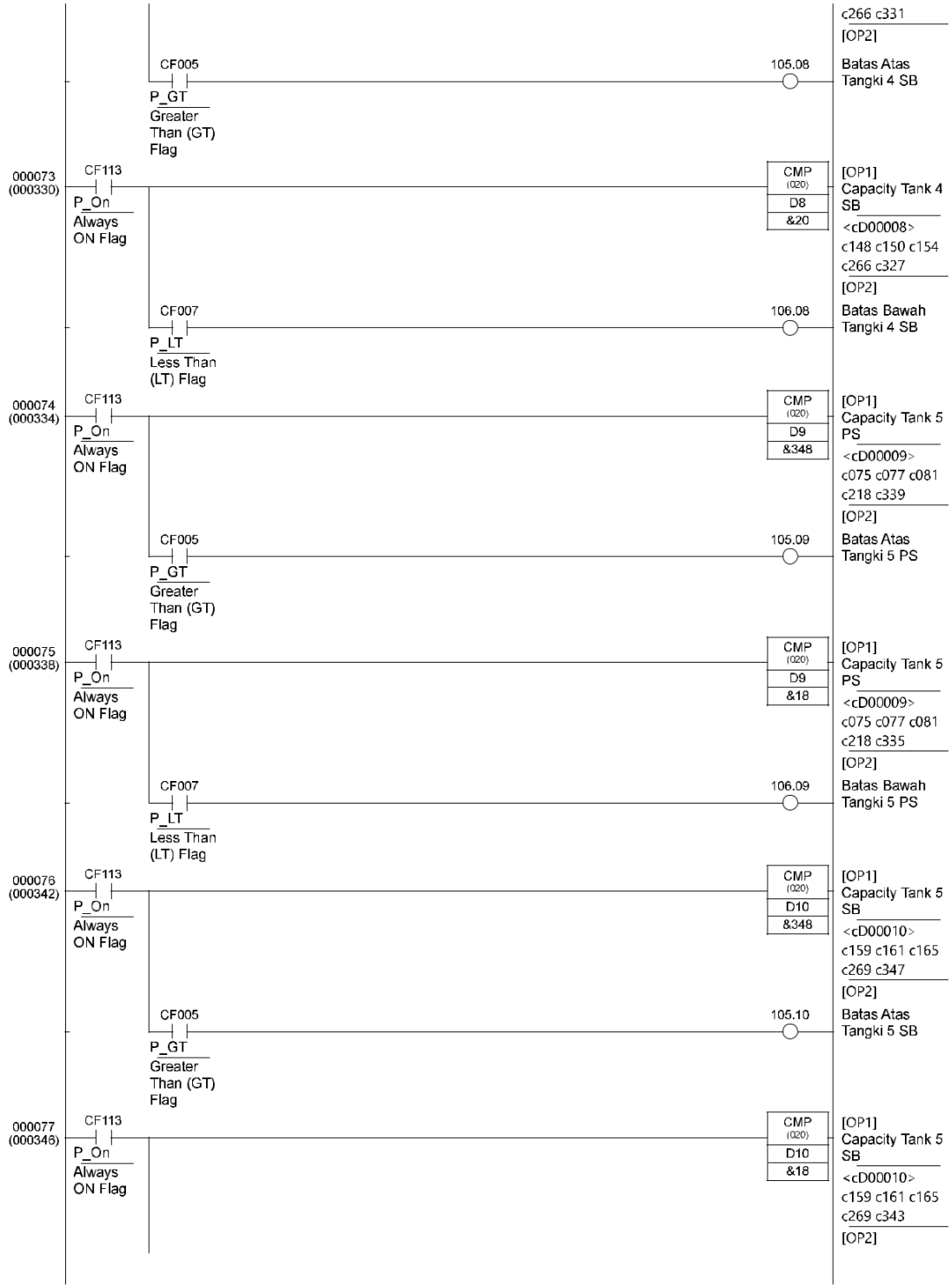

000039
(000170)
103.09
Discharge Tank 5 PS
I: 0.04
On Button Pompa 1
I: 0.05
Off Button Pompa 1
I: 1.06
Solenoid Valve Sebelum Pompa 1
<1.06>
a178
103.09
Discharge Tank 5 PS
Q: 100.03
Pompa Cargo 1
103.10
Discharge Tank 5 SB
000040
(000178)
I: 1.06
Solenoid Valve Sebelum Pompa 1
115.01
Emergency Coil 2
Q: 100.03
Pompa Cargo 1
<100.03>
a174 a181 a233
000041
(000181)
Q: 100.03
Pompa Cargo 1
103.01
Discharge Tank 1 PS
110.11
Tangki 1 PS
<110.11>
a204
Q: 100.07
Pompa Cargo 2
103.10
Discharge Tank 5 SB
103.01
Discharge Tank 1 PS
103.03
Discharge Tank 2 PS
110.12
Tangki 2 PS
<110.12>
a207
103.03
Discharge Tank 2 PS
103.05
Discharge Tank 3 PS
110.13
Tangki 3 PS
<110.13>
a210
103.05
Discharge Tank 3 PS
103.07
Discharge Tank 4 PS
110.14
Tangki 4 PS
<110.14>
a213
103.07
Discharge Tank 4 PS
103.09
Discharge Tank 5 PS
110.15
Tangki 5 PS
<110.15>
a216
000042
(000204)
110.11
Tangki 1 PS
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@MOV (592)
D1
Capacity Tank 1 PS
<cD00001>
c031 c033 c037 c271 c275
000043
(000207)
110.12
Tangki 2 PS
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@MOV (592)
D3
Capacity Tank 2 PS
<cD00003>
c042 c044 c048 c287 c291
000044
(000210)
110.13
Tangki 3 PS
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@MOV (592)
D5
Capacity Tank 3 PS
<cD00005>
c053 c055 c059 c303 c307
000045
(000213)
110.14
Tangki 4 PS
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@MOV (592)
D7
Capacity Tank 4 PS
<cD00007>
c064 c066 c070 c319 c323


000046
(000216)
110.15
Tangki 5 PS
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@--- (592)
D9
Capacity Tank 5 PS
<cD00009>
c075 c077 c081 c335 c339
000048
(000219)
1.14
Emergency Cargo Switch 2
115.01
Emergency Coil 2
<115.01>
a179
000049
(000221)
103.10
Discharge Tank 5 SB
I: 0.06
On Button Pompa 2
I: 0.07
On Button Pompa 2
I: 2.06
Solenoid Valve Sebelum Pompa 2
<2.06>
a229
103.10
Discharge Tank 5 SB
Q: 100.07
Pompa Cargo 2
103.09
Discharge Tank 5 PS
000050
(000229)
I: 2.06
Solenoid Valve Sebelum Pompa 2
Q: 100.07
Pompa Cargo 2
<100.07>
a182 a225 a232
115.00
Emergency Coil 1
000051
(000232)
Q: 100.07
Pompa Cargo 2
103.02
Discharge Tank 1 SB
111.11
Tangki 1 SB
<111.11>
a255
Q: 100.03
Pompa Cargo 1
103.09
Discharge Tank 5 PS
103.02
Discharge Tank 1 SB
103.04
Discharge Tank 2 SB
111.12
Tangki 2 SB
<111.12>
a258
103.04
Discharge Tank 2 SB
103.06
Discharge Tank 3 SB
111.13
Tangki 3 SB
<111.13>
a261
103.06
Discharge Tank 3 SB
103.08
Discharge Tank 4 SB
111.14
Tangki 4 SB
<111.14>
a264
103.08
Discharge Tank 4 SB
103.10
Discharge Tank 5 SB
111.15
Tangki 5 SB
<111.15>
a267
000052
(000255)
111.11
Tangki 1 SB
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@--- (592)
D2
Capacity Tank 1 SB
<cD00002>
c115 c117 c121 c279 c283
000053
(000258)
111.12
Tangki 2 SB
CF101
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@--- (592)
D4
Capacity Tank 2 SB
<cD00004>
c126 c128 c132 c295 c299
000054
(000261)
111.13
CF101
@--- (592)
Capacity Tank 3 SB


Tangki 3 SB
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
D6
<cD00006>
c137 c139 c143 c311 c315
000055 (000264)
111.14
CF101
Tangki 4 SB
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@--- (592)
D8
Capacity Tank 4 SB
<cD00008>
c148 c150 c154 c327 c331
000056 (000267)
111.15
CF101
Tangki 5 SB
P_0_2s
0.2 second clock pulse bit
@--- (592)
D10
Capacity Tank 5 SB
<cD00010>
c159 c161 c165 c343 c347
000058 (000270)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D1
&254
[OP1]
Capacity Tank 1 PS
<cD00001>
c031 c033 c037 c206 c275
[OP2]
CF005
P_GT
Greater Than (GT) Flag
105.01
Batas Atas Tangki 1 PS
000059 (000274)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D1
&13
[OP1]
Capacity Tank 1 PS
<cD00001>
c031 c033 c037 c206 c271
[OP2]
CF007
P_LT
Less Than (LT) Flag
106.01
Batas Bawah Tangki 1 PS
000060 (000278)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D2
&254
[OP1]
Capacity Tank 1 SB
<cD00002>
c115 c117 c121 c257 c283
[OP2]
CF005
P_GT
Greater Than (GT) Flag
105.02
Batas Atas Tangki 1 SB
000061 (000282)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D2
&13
[OP1]
Capacity Tank 1 SB
<cD00002>
c115 c117 c121 c257 c279
[OP2]
CF007
P_LT
Less Than
106.02
Batas Bawah Tangki 1 SB


(LT) Flag
000062
(000286)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D3
&368
[OP1]
Capacity Tank 2
PS
<cD00003>
c042 c044 c048
c209 c291
[OP2]
CF005
P_GT
Greater
Than (GT)
Flag
105.03
Batas Atas
Tangki 2 PS
000063
(000290)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D3
&19
[OP1]
Capacity Tank 2
PS
<cD00003>
c042 c044 c048
c209 c287
[OP2]
CF007
P_LT
Less Than
(LT) Flag
106.03
Batas Bawah
Tangki 2 PS
000064
(000294)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D4
&368
[OP1]
Capacity Tank 2
SB
<cD00004>
c126 c128 c132
c260 c299
[OP2]
CF005
P_GT
Greater
Than (GT)
Flag
105.04
Batas Bawah
Tangki 2 SB
000065
(000298)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D4
&19
[OP1]
Capacity Tank 2
SB
<cD00004>
c126 c128 c132
c260 c295
[OP2]
CF007
P_LT
Less Than
(LT) Flag
106.04
Batas Bawah
Tangki 2 SB
000066
(000302)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D5
&380
[OP1]
Capacity Tank 3
PS
<cD00005>
c053 c055 c059
c212 c307
[OP2]
CF005
P_GT
Greater
Than (GT)
Flag
105.05
Batas Atas
Tangki 3 PS
000067
(000306)
CF113
CMP
(020)
[OP1]


P_On
Always
ON Flag
D5
&20
Capacity Tank 3
PS
<cD00005>
c053 c055 c059
c212 c303
[OP2]
CF007
P_LT
Less Than
(LT) Flag
106.05
Batas Bawah
Tangki 3 PS
000068
(000310)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D6
&380
[OP1]
Capacity Tank 3
SB
<cD00006>
c137 c139 c143
c263 c315
[OP2]
CF005
P_GT
Greater
Than (GT)
Flag
105.06
Batas Atas
Tangki 3 SB
000069
(000314)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D6
&20
[OP1]
Capacity Tank 3
SB
<cD00006>
c137 c139 c143
c263 c311
[OP2]
CF007
P_LT
Less Than
(LT) Flag
106.06
Batas Bawah
Tangki 3 SB
000070
(000318)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D7
&376
[OP1]
Capacity Tank 4
PS
<cD00007>
c064 c066 c070
c215 c323
[OP2]
CF005
P_GT
Greater
Than (GT)
Flag
105.07
Batas Atas
Tangki 4 PS
000071
(000322)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D7
&20
[OP1]
Capacity Tank 4
PS
<cD00007>
c064 c066 c070
c215 c319
[OP2]
CF007
P_LT
Less Than
(LT) Flag
106.07
Batas Bawah
Tangki 4 PS
000072
(000326)
CF113
P_On
Always
ON Flag
CMP
(020)
D8
&376
[OP1]
Capacity Tank 4
SB
<cD00008>
c148 c150 c154


c266 c331
[OP2]
CF005
105.08
Batas Atas Tangki 4 SB
P_GT
Greater Than (GT) Flag
000073 (000330)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D8
&20
[OP1]
Capacity Tank 4 SB
<cD00008>
c148 c150 c154
c266 c327
[OP2]
CF007
106.08
Batas Bawah Tangki 4 SB
P_LT
Less Than (LT) Flag
000074 (000334)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D9
&348
[OP1]
Capacity Tank 5 PS
<cD00009>
c075 c077 c081
c218 c339
[OP2]
CF005
105.09
Batas Atas Tangki 5 PS
P_GT
Greater Than (GT) Flag
000075 (000338)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D9
&18
[OP1]
Capacity Tank 5 PS
<cD00009>
c075 c077 c081
c218 c335
[OP2]
CF007
106.09
Batas Bawah Tangki 5 PS
P_LT
Less Than (LT) Flag
000076 (000342)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D10
&348
[OP1]
Capacity Tank 5 SB
<cD00010>
c159 c161 c165
c269 c347
[OP2]
CF005
105.10
Batas Atas Tangki 5 SB
P_GT
Greater Than (GT) Flag
000077 (000346)
CF113
P_On
Always ON Flag
CMP (020)
D10
&18
[OP1]
Capacity Tank 5 SB
<cD00010>
c159 c161 c165
c269 c343
[OP2]

CF007
P_LT
Less Than
(LT) Flag
106.10
Batas Bawah
Tangki 5 SB

BIODATA PENULIS

Penulis lahir di Jakarta pada tanggal 27 Oktober 1998 dengan nama Reyhan Ibrahim dan merupakan anak kedua dari pasangan M. Fazri Sembiring dan Herny Retnowati. Penulis menempuh jenjang mulai dari SD Negeri 03 Pondok Labu, Jakarta Selatan (2004 – 2010), SMP Negeri 56 Jakarta, DKI Jakarta, (2010 – 2013) dan SMA Negeri 34 Jakarta, DKI Jakarta (2013 – 2016). Setelah lulus dari bangku Sekolah Menengah Atas (SMA), penulis diterima di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Selama menempuh masa studi, penulis aktif di berbagai kegiatan dan organisasi. Diantaranya masuk kedalam, panitia Marine Icon 2017, Anggota dan Staff UKM Paduan Suara Mahasiswa 2017 – 2019 dan anggota dari Marine Electrical and Automatical System Laboratory DTSP ITS. Selain itu, penulis juga pada masa perkuliahan melakukan kerja praktik di dua tempat yaitu di PT.BATAMEC Shipyard yang berlokasi di Batam, Indonesia dan PT. Pertamina (Persero) MOR VI Balikpapan yang berlokasi di Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia.