Miniatur *Loading Arm Dock-3* PT Badak NGL Bontang dengan Sistem *Emergency Shut Down* (ESD)

Hany Ferdinando, Handy Wicaksono, Estevanus Kurniawan Pangkong
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131 Surabaya – 60236
hanyf@petra.ac.id

ABSTRAK

Loading Arm di PT Badak NGL dipergunakan untuk menyalurkan gas alam ke kapal tanker. Posisi kapal tanker bisa jadi akan bergeser karena ombak, angin, arus laut, dll. Jika pergeseran posisi tersebut melewati batas toleransi yang diijinkan, maka sistem *Emergency Shut Down* (ESD) akan aktif. ESD akan melepaskan bagian *valve* yang melekat pada kapal sehingga pipa penyalur secara keseluruhan tidak tertarik oleh pergerakan kapal. *Loading arm* dikendalikan dengan PLC secara manual. Keberadaan miniatur ini akan menolong pekerja yang baru untuk mempelajari hal-hal yang mungkin pada pengoperasian *Loading Arm* tersebut. Miniatur dibuat dengan skala 1:10 dan dikendalikan oleh PLC OMRON C200HG. Sebagai penggerak dipergunakan motor DC. Potensiometer akan difungsikan sebagai sensor posisi sudut. PLC akan memonitor apakah sudut yang terbaca masih dalam batas toleransi atau tidak. Dari hasil pengujian, terlihat bahwa simulasi proses ESD dapat dijalankan dengan baik dengan waktu 16,48 detik untuk gerakan *slewing* dan 16,5 detik untuk gerakan ekstension.

Kata kunci : *Emergency shut down*, PLC, *loading arm*

ABSTRACT

Loading Arms in PT Badak NGL are used to distribute natural gas for shipping. The position of the ship cannot be fixed due to the wind, sea wave, stream flow, etc. If the distance is out of tolerance limit, then the Emergency Shut Down (ESD) system will be activated. ESD will release the part that is connected to the ship so that the whole distribution pipe is safe. The loading arms are controlled via Programmable Logic Controller (PLC) manually. The miniature of the loading arms is useful to train the new employees to operate them well. It is build with 1:10 ratio and controlled by PLC OMRON C200 HG. Several DC motors are used to move the arms while potentiometers are used as position sensors. The PLC will monitor whether the position is within tolerance limit or not. From the experiments, the ESD can be implemented with 16.48s for slewing motion and 16.5s for extension motion.

Keywords: *emergency shut down*, PLC, *loading arm*

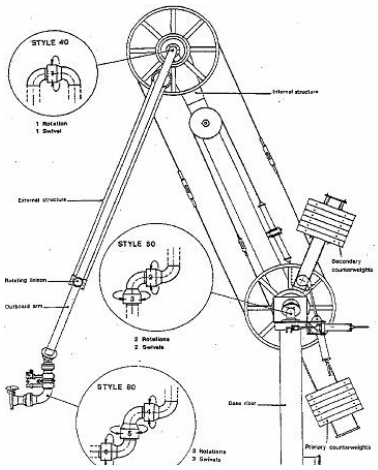
PENDAHULUAN

Dalam industri gas alam, diperlukan pipa-pipa untuk menyalurkan gas ke kapal tanker untuk didistribusikan ke tempat lain. Penyaluran ini menggunakan sistem yang disebut sebagai *Loading Arm*. Gambar 1 menunjukkan bentuk *loading arm* di PT Badak NGL, Bontang.

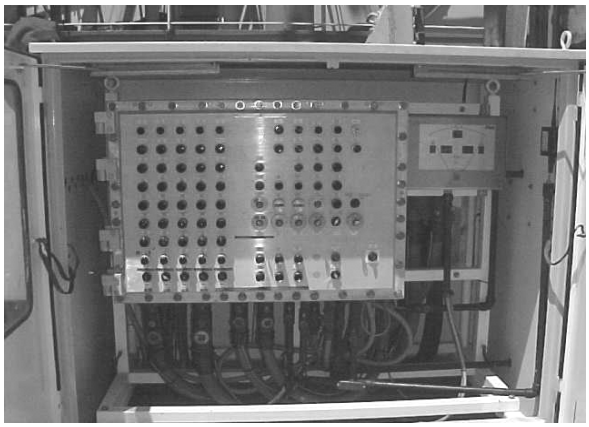
Posisi kapal tanker memang diusahakan tidak bergeser sehingga pengisian dapat dilakukan dengan baik. Tetapi perlu dipikirkan kondisi saat kapal tersebut bergeser karena pengaruh angin, ombak dan arus laut. Apabila hal ini terjadi maka sistem harus melepaskan bagian *valve* yang melekat di kapal agar keseluruhan sistem tidak tertarik dan merusak *loading arm*. Sistem yang melakukan pelepasan ini disebut sebagai *Emergency Shut Down* (ESD).

Catatan: Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Juni 2008. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Elektro volume 8, nomor 2, September 2008.

Loading arm dikendalikan secara manual melalui *Programmable Logic Controller* (PLC) oleh seorang operator. Operator akan menggunakan semacam panel untuk melakukan hal ini. Gambar 2 menunjukkan panel tersebut.



Gambar 1. Sketsa *loading arm* tipe DCMA [1]



Gambar 2. Panel *loading arm* di PT Badak NGL

Bagi operator baru, pengoperasian *loading arm* ini merupakan bagian yang rumit karena operator harus mengarahkan *valve* pada posisi yang tepat. Pergerakan ini sepenuhnya dilakukan secara manual melalui panel Gambar 2.

Operator tidak perlu memonitor batas toleransi yang diijinkan karena PLC akan melakukan hal ini. Apabila batas ini terlewati, maka PLC akan melakukan prosedur ESD.

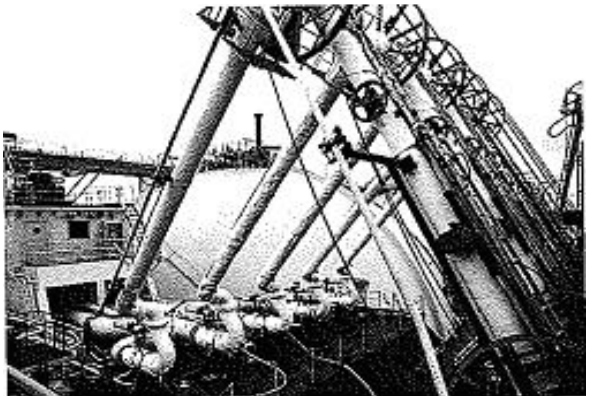
Untuk keperluan pelatihan, keberadaan miniatur ini akan sangat membantu. Para peserta tidak hanya melihat bentuk dari *loading arm* tetapi juga memiliki pengalaman untuk mengoperasikannya sebelum menggunakan *loading arm* yang sesungguhnya. Hal inilah yang melatarbelakangi pembuatan miniatur *loading arm* tersebut.

LOADING ARM

Loading arm yang dijadikan model adalah sistem yang berada di dock-3. Gambar 3 menunjukkan posisi *loading arm* di dock-3. Ada 2 jensi *loading arm* di PT Badak NGL, yaitu *Double Counterweight Marine Arm* (DCMA) dan *Rotating Counterweight Marine Arm* (RCMA) [1]. Paper ini membahas miniatur *loading arm* DCMA.

Loading arm terdiri dari *base riser*, *inboard arm*, *outboard arm*, *slewing* dan *elbow*. *Base riser* merupakan penopang *loading arm* sekaligus penghubung ke tanki penyimpanan gas. *Base riser* terhubung langsung dengan *inboard arm* yang akan bergeral maju-mundur. *Base riser* juga memungkinkan untuk digerakkan secara berputar *(slewing). Outboard arm* menghubungkan *inboard arm* dengan *elbow* untuk menyalurkan gas ke kapal. Pada ujung *elbow* terdapat *valve* yang dapat terlepas saat dilakukan ESD. Gambar 4 menunjukkan proses penyaluran ke kapal tanker.

Gambar 3. *Loading arm* DCMA di dock-3



Gambar 4. Proses penyaluran gas melalui *loading arm*

Setiap arm memiliki 3 potentiometer yang berfungsi sebagai sensor posisi (*inboard*, *outboard* dan *slewing*). Potentiometer ini diletakkan dalam sebuah kotak berisi pelumas agar terhindar dari kelembaban, korosi dan getaran.

EMERGENCY SHUT DOWN (ESD)

Emergency Shut Down (ESD) adalah tindakan penghentian pada keadaan darurat. Berdasarkan Badan Standar Nasional (BSN) SNI 13-6984-2004 tentang industri minyak dan gas bumi, *Emergency Shutdown* merupakan suatu persyaratan minimum atau prosedur yang harus diterima dalam melaksanakan desain, manufaktur, dan pengujian peralatan wireline unit serta persyaratan yang terkait dengan aspek keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan industri minyak, gas bumi, dan panas bumi [2].

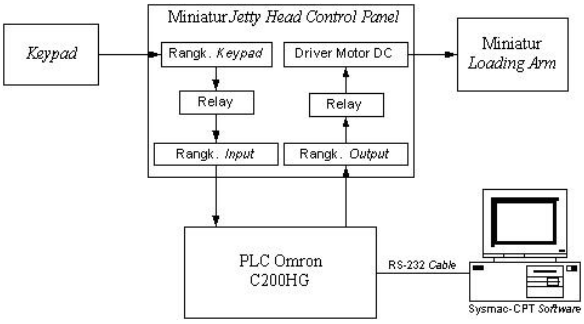
Dalam sistem ESD terdapat beberapa sinyal yang harus diperhatikan, yaitu pre-alarm, alarm pertama, alarm kedua. Sinyal ini diaktifkan berdasarkan area kerja yang disebut dengan flange area. Daerah ini beradius 1 m. Apabila *loading arm* berada di luar flange area, sinyal pre-alarm akan aktif dan ini

menjadi peringatan awal bagi operator. Apabila arm ini terus bergerak sampai di luar daerah kerja dengan luas 4m^2 maka sinyal alarm 1. Pada kondisi ini ESD 1 akan bekerja dengan menghentikan proses penyaluran gas. Saat ini operator harus mengembalikan arm ke posisi semula. Apabila arm terus bergerak dan operator belum sempat memperbaiki posisi, maka ESD 2 akan aktif dengan melepaskan hubungan dengan *valve* yang terpasang pada kapal tanker *(Emergency Disconnection)*

ESD dapat terjadi dengan beberapa cara, yaitu dengan menekan tombol *emergency* pada kapal tanker jika terjadi kebakaran di kapal tersebut, limit *switch* pada *loading arm* tertekan, sensor posisi mendeteksi pergerakan di luar batas toleransi, penekanan tombol *emergency* pada panel operator.

IMPLEMENTASI

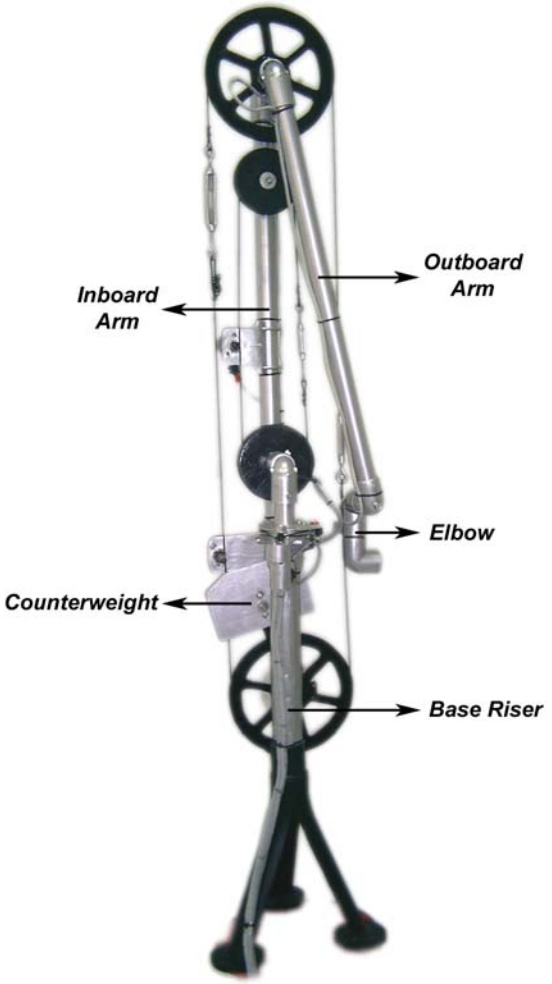
Gambar 4 menunjukkan blok diagram sistem dan Gambar 5 menunjukkan miniatur *loading arm* yang telah dibuat dengan perbandingan 1:10 berdasarkan [3]. Skala ini hanya diberlakukan untuk ukuran sistem tanpa memperhatikan beban sistem yang sesungguhunya.



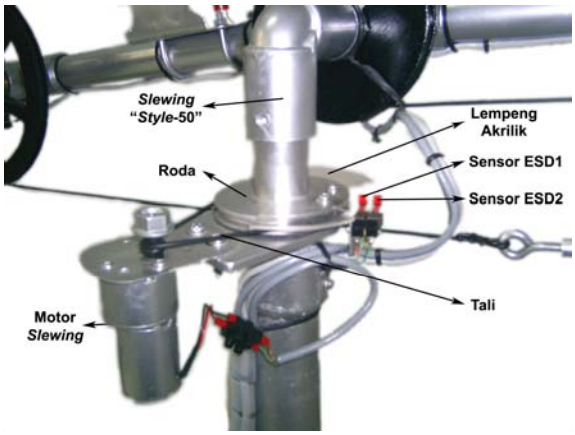
Gambar 4. Blok diagram *system*

Base riser dibuat dari pipa besi 70 cm berdiameter 2". Pada bagian atas *base riser* ini ditempatkan *slewing* dengan *style* 50 yang memungkinkan *loading arm* ini bergerak CW dan CCW. Bagian ini digerakkan oleh tali yang dililitkan pada motor DC. Pada bagian bawah dipasang limit *switch* untuk membatasi ESD1 (29^o) dan ESD2 (35^o), sebagaimana terlihat pada Gambar 6.

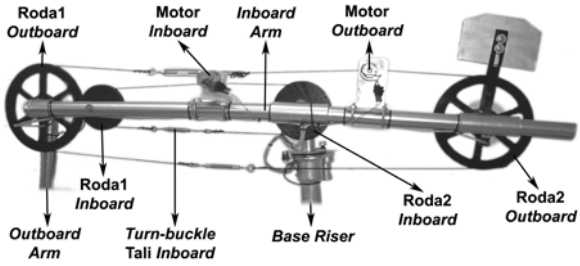
Inboard arm dibuat dengan pipa paralon AW-1" sepanjang 99 cm. Bagian ini dapat bergerak maju mundur karena adanya tali yang menghubungkan kedua roda, lihat gambar 7. Pada bagian bawah dipasang roda berdiameter 20 cm dan plat besi yang diberi ulir agar *counterweight* seberat 3kg. 2 limit *switch* dipasang untuk ESD1 (117^o) dan ESD2 (132^o), lihat Gambar 8.



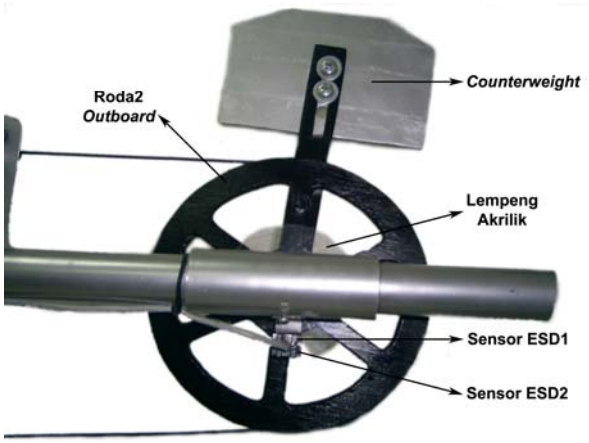
Gambar 5. Miniatur *loading arm* 1:10



Gambar 6. *Slewing* dengan sensornya

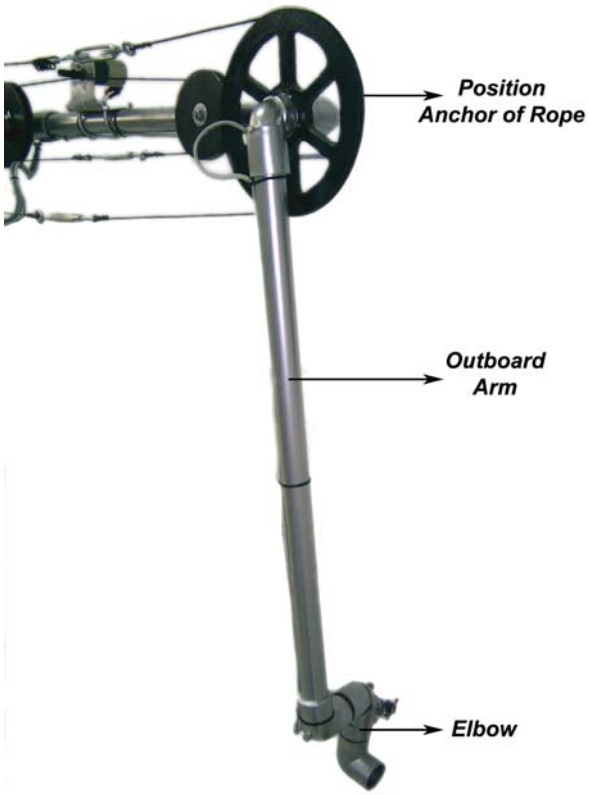


Gambar 7. *Inboard arm*



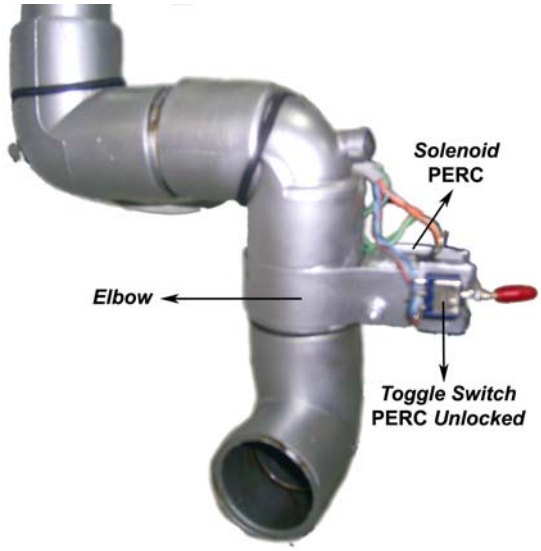
Gambar 8. *Counterweigth* dan limit *switch*

Outboard arm dibuat dari pipa paralon C-1¼" dengan panjang 83 cm. Pipa ini dipilih jenis yang tipis agar beban penyeimbang tidak terlalu berat. Pada bagian atas *outboard* arm dipasang roda berdiameter 20 cm agar bagian ini dapat bergerak ke atas dan ke bawah, lihat Gambar 9.



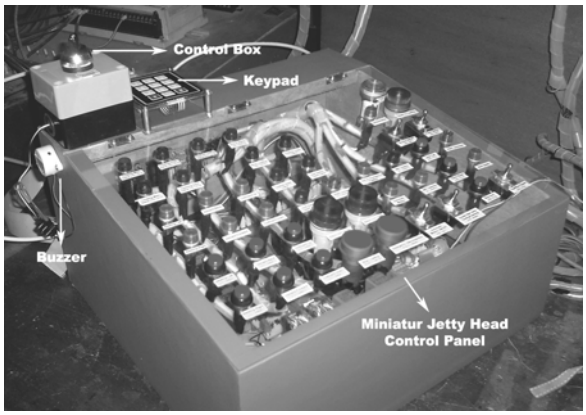
Gambar 9. *Outboard arm*

Elbow dibuat dari 2 knee pipa paralon yang bagian tengahnya dipasang solenoid (NO) 24V untuk mensimulasikan *Power Emergency Release Couple* (PERC), yaitu saat ESD2 terjadi dan elbow bagian bawah dilepaskan. Gambar 10 menunjukkan miniatur elbow.



Gambar 10. Miniatur elbow

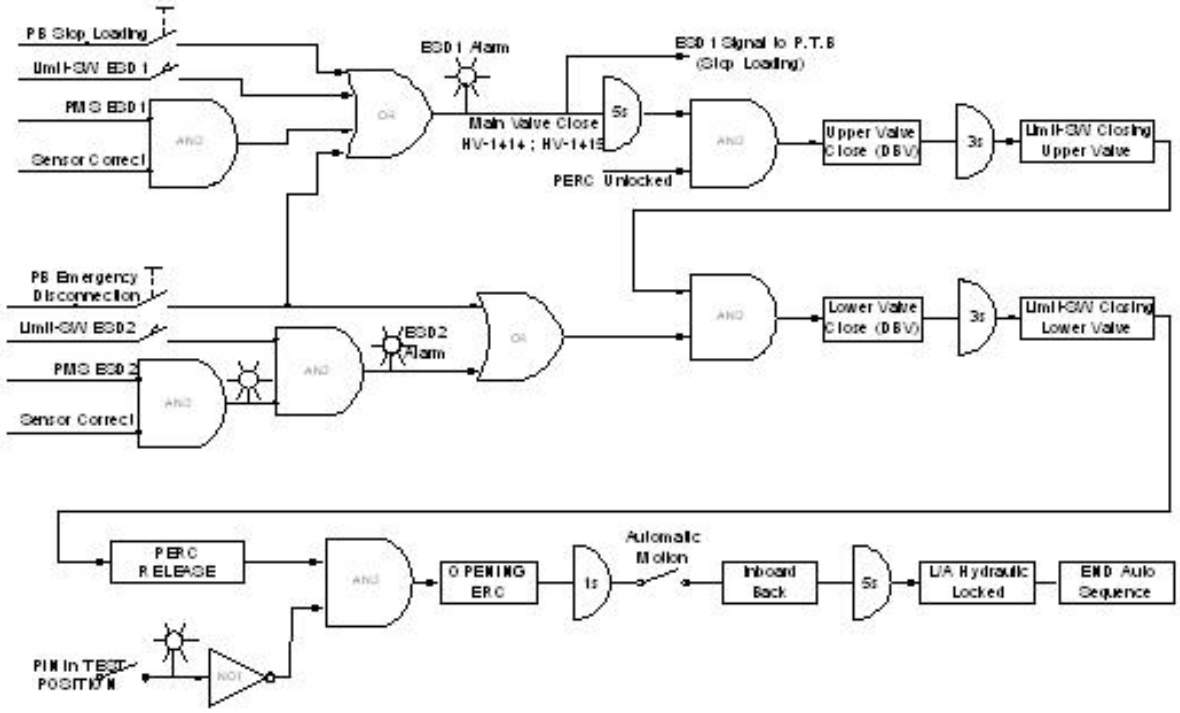
Sebagai pengendali, dibuat juga miniatur *Jetty Head Control Panel* (JHCP). Miniatur JHCP dilengkapi dengan lampu indicator untuk mensimulasikan proses yang terjadi pada sistem. Gambar 11 menunjukkan miniatur JHCP ini.



Gambar 11. Miniatur *Jetty Head Control Panel* (JHCP)

Sebagai pengendali dipergunakan PLC OMRON C200HG [4]. Bagian input PLC terhubung dengan sensor dan miniatur JHCP sedang bagian *output* dihubungkan ke motor dan beberapa lampu indicator serta solenoid. Motor DC didukung oleh IC L298 yang berisi H-bridge [5]. Motor DC ini menggantikan sistem hidrolik pada *loading arm* yang sesungguhnya karena sistem hidrolik yang mini harganya sangat mahal.

Ladder diagram PLC dibuat dengan Sysmac-CPT [6]. Pada Sysmac-CPT sudah tersedia berbagai macam bentuk *relay* dan *switch* yang dipergunakan dalam pemrograman. Gambar 12 menunjukkan *simplified logic* diagram untuk ESD1 dan ESD2.



Gambar 12. *Simplified logic* diagram untuk ESD1 dan ESD2.

PENGUJIAN

Pengujian diawali dengan motor DC untuk *fast* dan *low speed*. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian tersebut.

Tabel 1. Kecepatan putar motor DC penggerak *loading arm*

Gerakan	*Fast Speed*	*Low Speed*
Slewing CCW	20 RPM	6 RPM
Slewing CW	20 RPM	6 RPM
Inboard backward	22 RPM	10 RPM
Inboard forward	22 RPM	10 RPM
Outboard up	54 RPM	17 RPM
Outboard down	49 RPM	17 RPM

Kecepatan ini hampir sama dengan kecepatan gerakan *loading arm* yang sesungguhnya. Memang tidak dilakukan pengukuran kecepatan gerakan *loading arm* yang asli secara detil. Namun dari pengamatan visual terlihat bahwa kecepatan yang dihasilkan mendekati kenyataan.

Pengoperasian *loading arm* sebagaimana telah disebutkan di atas menggunakan sistem manual, yaitu ada operator yang mengoperasikan melalui JHCP. Miniatur *loading arm* ini juga dikendalikan oleh operator melalui miniatur JHCP. Dari hasil pengujian didapati bahwa miniatur *loading arm* dapat beroperasi dengan baik. Untuk beberapa posisi terkadang *loading* tidak stabil karena pengaruh posisi *counterweight*. Namun demikian secara umum dapat dikatakan miniatur ini berfungsi dengan baik.

Pengujian waktu operasi sistem tidak dapat dibandingkan dengan sistem sesungguhnya. Hal ini dikarenakan miniatur ini dibuat dari pipa PVC yang ringan sedangkan sistem sesungguhnya dibuat dari logam yang cukup berat. Seperti telah disampaikan pada bagian sebelumnya, miniatur ini dibuat dengan skala tertentu dari ukuran sesungguhnya tanpa memperhitungkan beban sistem yang sesungguhnya. Dengan demikian, perbandingan waktu operasi sistem tidak dapat dilakukan.

Pengujian sistem ESD dilakukan untuk operasi manual dan otomatis untuk ESD1 dan ESD2. Keduanya dilakukan dengan melakukan penekanan tombol ESD1 dan ESD2 pada JHCP. Tabel 2 menunjukkan hasil pengoperasian manual untuk ESD1 dan ESD2.

Tabel 2. Waktu untuk ESD1 dan ESD2 (manual *operation*)

Percobaan ke-	ESD1	ESD2
1	7,8s	10,5s
2	7,7s	10,7s
3	7,5s	10,6s
4	7,8s	10,4s
5	7,8s	10,5s
Rata-rata	7,72s	10,54s

Automatic operation merupakan pengaktifan sistem ESD yang berasal dari 2 limit *switch* pada bagian slewing dan 2 limit *switch* pada penggerak *outboard* apabila arm bekerja di luar daerah yang telah ditentukan. Miniatur ini tidak dapat bergerak bebas karena terhalang oleh *gearbox* motor DC yang dipergunakan. Pengujian ini dilakukan dengan menggerakkan arm secara manual hingga keluar dari daerah kerja yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan secara terpisah antara *slewing* dan *outboard arm*.

Hasil percobaan untuk *automatic operation* tercantum pada table 3. Tabel 3 menunjukkan total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan ESD1, ESD2 dan *automatic motion arm*, yaitu gerakan *sequence emergency*.

Tabel 3. Total waktu *sequence emergency* untuk gerak *slewing*

Percobaan ke-	Waktu
1	16,6s
2	16,6s
3	16,4s
4	16,3s
5	16,5s
Rata-rata	16,48s

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian *sequence emergency* gerakan *outboard* (gerak ekstension).

Tabel 4. Total waktu *sequence emergency* untuk gerak *ekstension*

Percobaan ke-	Waktu
1	16,6s
2	16,6s
3	16,4s
4	16,6s
5	16,3s
Rata-rata	16,5s

KESIMPULAN

Miniatur *loading arm* dapat bekerja dengan baik dan dapat dipergunakan untuk pelatihan operator yang menggunakannya. Dengan adanya miniatur ini, operator dapat berlatih dahulu sebelum mengoperasikan *loading arm* yang sesungguhnya. Selain itu, alat ini dapat juga dipergunakan untuk menjelaskan mekanisme ESD.

Gerakan yang dihasilkan oleh miniatur pada operasi ESD tidak sepenuhnya mirip dengan aslinya karena keterbatasan pembuatan model. Namun secara prinsip, operasi ESD telah dapat ditunjukkan oleh model ini.

Beban berupa *counterweight* harus dihitung kembali untuk mendapatkan kestabilan miniatur *loading arm* terumata saat gerakan *slewing* terjadi. Dengan melakukan perhitungan ulang, diharapkan akan didapatkan model yang lebih stabil.

Penggunaan motor DC sebagai penggerak dinilai masih kurang tepat karena miniatur tidak dapat bergerak bebas. Hal ini terjadi karena *gearbox* pada motor DC menghalangi gerakan *slewing*. Apabila solusi ini ditemukan, maka miniatur dapat bergerak dengan lebih bebas.

Proses operasi pada *valve* hanya berupa *indicator* dan tidak dilakukan secara nyata. Hal ini karena keterbatasan model untuk meniru mekanisme *valve* yang sebenarnya. Mekanisme ini cukup rumit sehingga diputuskan untuk menggunakan indicator saja. Artinya pada sistem siap dioperasikan pada *loading arm* yang sesungguhnya karena sinyal untuk operasi *valve* telah disediakan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] *Bontang LNG Expansion Project 3rd Book/LPG Storage Loading Arm Technical Data Book*. France: FMC Energy & Transportation Equipment Group France. 1998.
[2] *Standar Nasional Indonesia (SNI)*. 13 Juli 2005 <http://www.batan.go.id/Kamus/e.htm>
[3] *Mechanical Assembly LPG Arm 17T-4A*.
[4] *A Beginner's Guide to PLC*. OMRON Asia Pacific PTE, LTD. 1996
[5] *L298 Dual-Full Bridge Driver*. 6 Juli 2005 <http://workshop.ee.itb.ac.id/upload/datasheet/L298.pdf>
[6] *SYSMAC C200HX/C200HG/C200HE Programmable Controllers Operation Manual*. Tokyo: OMRON Co., Ltd., Juni 1996