

SISTEM KONTROL Pengereman pada Thruster Brake pada Gerak Hoist Rubber Tyred Gantry Crane dengan menggunakan PLC ABB AC 80 di PT. SAMUDERA INDONESIA

BRAKING SYSTEM CONTROL IN HOIST MOTION THRUSTER BRAKE ON RUBBER TYRED GANTRY CRANE USING PLC ABB AC 80 AT PT. SAMUDERA INDONESIA

Muhammad Arsil Ghafur

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
ghafurmuhammadarsil@gmail.com

ABSTRAK

Thruster brake merupakan alat untuk menahan kecepatan dan melepaskannya kembali sesuai posisi yang diinginkan. Gaya yang bekerja pada alat ini merupakan gaya spring yang terdapat pada penekanan pegas. Dalam menahan kecepatan terdapat beban yang berbeda-beda. Dan ini juga mempengaruhi waktu, kecepatan dan gaya tekan pada pegas tersebut. Untuk menjaga agar stabil dibutuhkanlah controller yang dapat mengontrol *thruster brake* tersebut.

Penelitian tugas akhir ini dititik beratkan pada perancangan sistem kontrol pengereman pada *Thruster Brake* pada saat gerak *hoist Rubber Tyred Gantry Crane* PLC ABB AC80 yang terdapat di PT. SAMUDERA INDONESIA. Dengan berdasarkan spesifikasi serta sensor yang digunakan. Sistem ini dapat menganalisis sistem kontrol pengereman dengan menggunakan *function block diagram* PLC ABB AC80 dan penerapannya pada grafik berdasarkan beban, waktu dan kecepatan. Dari data yang didapat akan dilihat oleh pihak perusahaan dan dapat diperbaiki agar dapat menerima keuntungan yang lebih baik lagi.

Tingkat pengujian sistem didasarkan pada ketepatan tindakan yang dilakukan sistem terhadap intruksi yang diberikan oleh user, ataupun secara otomatis oleh sensor. Pengujian juga dilakukan dengan pengambilan data langsung dilapangan dan melalui *function block diagram*. Diharapkan dengan penelitian ini *thruster brake* dapat berjalan dengan baik dan meminimalisir kerusakan pada sistem.

Kata Kunci: *Thruster Brake, PLC ABB AC80, hoist, function block diagram*

ABSTRACT

Thruster brake is a tool to hold the speed and release it back to the desired position. The forces acting on the tool is contained in the spring force presses the spring. In withstand load speeds are different. And this also affects the time, speed and compression force on the spring. To keep stable dibutuhkanlah controller that can control the brake thruster.

This thesis put emphasis on the design of the braking control system *Thruster Brake* when the hoist motion *Rubber Tyred Gantry Crane* PLC ABB AC80 contained in PT. OCEAN INDONESIA. On the basis of the specification and the sensors used. This system can analyze the braking control system by using *function block diagram* ABB AC80 PLC and its application on the graph is based on load, time and speed. From the data obtained will be seen by the company and could be improved in order to receive better profits again.

The level of accuracy of the testing system is based on the action taken against the system of instruction given by the user, or automatically by a sensor. Testing is also done by taking the data directly in the field and through the *function block diagram*. This research is expected to brake thruster can run well and minimize damage to the system.

Keywords: *Thruster Brake, PLC ABB AC80, hoist, function block diagram*

1. Pendahuluan

Menarik dan mengangkat beban/muatan telah dikerjakan manusia sejak zaman dahulu hingga ditemukannya roda. Orang – orang dahulu bekerjasama untuk memindahkan beban/muatan yang berat. Kuda, gajah, dan binatang besar lainnya juga digunakan untuk membantu manusia untuk memindahkan muatan yang berat.

Transportasi jarak jauh merupakan faktor yang sangat penting pada saat ini sebagai sarana untuk untuk pengangkutan barang-barang yang dibutuhkan manusia. Pada saat sekarang ini manusia melakukan pengangkutan barang dalam jumlah yang besar dan jarak yang cukup jauh.

Untuk memindahkan barang dalam jumlah yang banyak dengan rentang jarak yang cukup jauh, dibutuhkan sebuah wadah/tempat untuk menjaga agar kualitas, kuantitas, dan keamanan barang tetap terjaga. Wadah/tempat tersebut diberi nama peti kemas (*container*). Peti kemas (*container*) adalah peti atau kotak yang memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan *international for standardization (ISO)* sebagai wadah pengangkutan barang yang bisa digunakan pada berbagai moda transportasi. Peti kemas pada awalnya sudah digunakan dalam perdagangan sejak akhir tahun 1780. Tetapi standarisasi global pada peti kemas dan alatnya pemindahannya seperti crane, dimulai pada abad 20.

Untuk memindahkan peti kemas dari satu tempat ke tempat yang lain, atau dari kapal (*sea side*) ke darat (*land side*) dibutuhkan sebuah mesin pengangkat yang memiliki mobilitas yang baik dan aman. Salah satu mesin pengangkat yang memiliki mobilitas yang baik dan banyak digunakan pada pelabuhan adalah *Rubber Tyred Gantry Crane (RTGC)*.

Sebuah gantry crane memiliki tiga gerakan utama dalam mengangkat dan memindahkan barang, yaitu *hoist*, *trolley*, dan *gantry*. *Hoist* merupakan gerakan menaikkan/menurunkan suatu barang. *Trolley* merupakan gerakan memindahkan barang dari kiri ke kanan atau sebaliknya dan *Gantry* merupakan roda karet agar RTGC dapat bergerak leluasa maju, mundur, kiri ataupun kanan.

Pada TA telah dibahas tentang sistem kontrol pengereman pada trushter brake pada saat gerak hoist *Rubber Tyred Gantry Crane* dengan menggunakan *PLC ABB AC 80* di PT. Samudera Indonesia, bagaimana cara kerjanya,. Apa saja komponen yang menunjang kerjanya gerak *hoist* ini, *controller* apa yang digunakan dan penerapannya sistem kontrolnya pada gerak hoist berdasarkan beban, waktu dan kecepatan.

2. Dasar Teori

2.1 Persamaan matematis motor

..... persamaan 3.1

Dimana :

r = angular position

c = output angular position

e = error signal

Beda potensial adalah tegangan error, dimana proporsional terhadap r dan proporsional terhadap c, yaitu dan dimana adalah konstanta.

Tegangan error terlihat pada terminal potensiometer dikuatkan oleh ampliflier yang mana konstanta gain adalah .

Torsi motor, yaitu

..... persamaan 3.2

Dimana :

T = Torsi motor

= Konstanta torsi motor

= Arus

— persamaan 3.3

Dimana :

= tegangan

= konstanta motor

— = kecepatan/turunan jarak

— persamaan 3.4

Dimana :

La = inductor

— = arus

= hambatan

= arus

= tegangan

= arus armature

atau

— persamaan 3.5

Persamaan momen inersia

— persamaan 3.6

Dimana :

- = momen inersia
- = percepatan sudut
- = gesekan pada motor
- = kecepatan/turunan jarak

Transfer fungsi antara perpindahan panjang motor dan tegangan error

$$\frac{X(s)}{E(s)} = \frac{K}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \dots\dots\dots \text{persamaan 3.7}$$

Dimana $\omega_n = \sqrt{\frac{K}{J}}$ dan $\zeta = \frac{B}{2\sqrt{KJ}}$ persamaan 3.8

Dimana $\theta = \int c(t) dt$ dan $c(t)$ adalah perpindahan sudut dari keluaran motor.

Hubungan antara θ , $\dot{\theta}$ dan $\ddot{\theta}$ adalah persamaan 3.9

$$\begin{bmatrix} \ddot{\theta} \\ \dot{\theta} \\ \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\omega_n^2 & 0 & 0 \\ 0 & -2\zeta\omega_n & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ \ddot{\theta} \end{bmatrix}$$

Dimana $r(t) = \int \ddot{\theta} dt$.

Dari semua persamaan diatas didapatkan fungsi transfer keseluruhan, yaitu :

$$\frac{X(s)}{R(s)} = \frac{K}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \dots\dots\dots \text{persamaan 3.10}$$

2.2 Thruster Brake



Gambar 1. Thruster Brake

Secara umum, prinsip kerja dari sistem yang akan dirancang seperti yang diperlihatkan pada gambar dapat dijelaskan sebagai berikut,

- **Realese brake hoist**
 Fluida yang berupa oli yang berada pada tanki akan naik disebabkan oleh motor kecil yang menjalankan fungsi pompa. Kemudian fluida melewati check valve. Kemudian solenoid yang menerima perintah dari PLC membuka jalan untuk lewatnya fluida. Solenoid yang dipakai pada thrusterbrake ini bertype double section dan silinder menggunakan single acting dengan spring. Kemudian setelah melewati solenoid, fluida mulai mengisi tabung silinder dan memberi tekanan pada piston yang menekan pegas. Akibatnya piston yang tadinya menekan untuk menahan motor pada gearbox agar terjadi pengereman sekarang membuka dan motor dapat berputar. Pada trushter brake ini terdapat safety valve. Ini berfungsi pada saat tekanan fluida mencapai titik maksimum yaitu 120 bar, pegas pada safety valve akan akan menutup dan mengakibatkan fluida yang tadinya terhambat melewati itu akan dilewatkan dn kembali ke tanki. Tujuannya menjaga agar tekanan stabil dan tidak terjadi kebocoran yang dapat mengakibatkan kerusakan pada sistem lain.
- **Brake hoist**
 Pada saat motor berhenti PLC yang menerima informasi akan memberikan perintah kepada solenoid untuk menutup kembali jalannya fluida. Dan mengalirkan fluida kembali ketanki. Karena adanya pegas yang tertahan oleh fiuida di tabung piston. Fluida sangat cepat turun ketanki karena ditekan kembali oleh pegas tersebut. Jalur masuk dan keluar fluida itu sama. Chek valve tadi itu berfungsi mencegah fluida yang balik memasuki pompa. Karena ditakutkan akan terjadi mampat dan merusak sistem. Check valve itu berisi bola kecil.

Sistem dikontrol *user* yang berada pada kabin operator atau juga bisa dikontrol melalui *control room*

Electrical Design

Motor

3 ph AC squirrel cage motor, construction according to VDE 0530. For performance details refer to technical data. Insulation class F.

Modes of Operation

Continuous operation S1 and intermittent service S3 – 60 % duty cycle. > 50 °C ambient temperature technical data change – please enquire.

Voltages and Frequencies

230/400 V, 50 Hz, 3 ph AC
 290/500 V, 50 Hz, 3 ph AC
 400/690 V, 50 Hz, 3 ph AC
 All units are on principle star (Y) connected at delivery.
 Special windings 110 V – 690 V, 3 ph AC at extra charge.
 60 Hz design at extra charge.
 DC and AC versions, flameproof and explosion-proof design on request.

Terminal Box

6-pole terminal board, with heater 9-pole terminal board. Connection screws M 4. Protective conductor terminal M4. Earthing screw M5 (outside on terminal box).

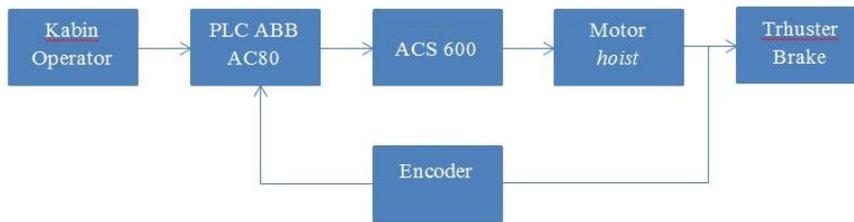
Cable Gland

Cable gland Pg 21 for conductor sizes up to 4 x 2,5 mm² (Ø 17-19 mm)

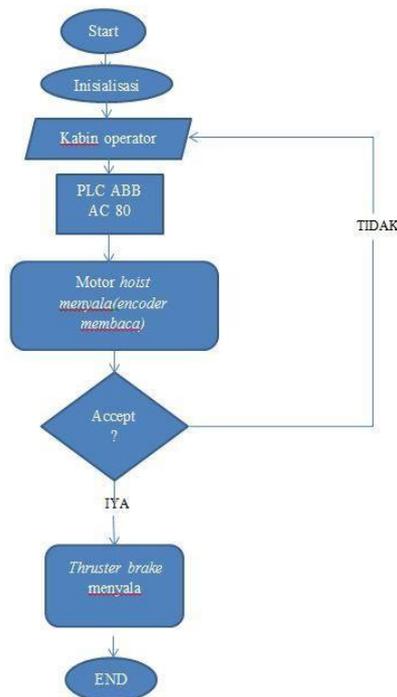
Motor Circuit Breakers

When protecting the units by motor circuit breakers the thermal trigger should be set at least on 1.5 times the rated current for all types.

Gambar 2. Spesifikasi Thruster brake



Gambar 3. Diagram Blok Pengereman pada Thruster Brake Pada Saat Gerak Hoist

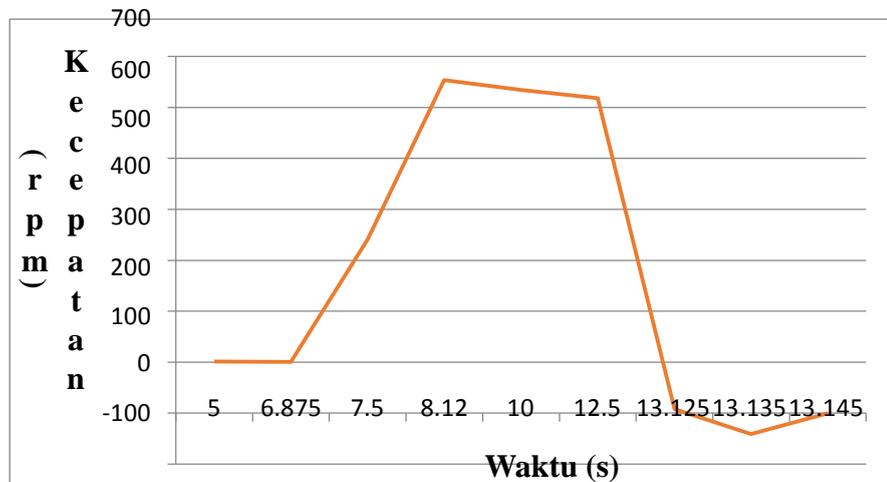


Gambar 4. Flowchart Pengereman Pada Thruster Brake

3. Pembahasan

3.1 Pengujian Operasi Sistem Kontrol Pengereman Pada Thruster Brake

- Pengujian *hoist up* pada gerak *hoist*
- Pengujian 1 *hoist up* dengan beban 9 ton ditunjukkan pada gambar 5



Gambar 5. Grafik Pengujian *Hoist Up* dengan Beban 9 ton

Engine prepare dimulai pada detik ke 5 selama 1,875 detik dengan kecepatan 101,095 rpm. Pada detik ke 6,875 *engine start* dimulai dengan kecepatan 100,195 rpm dimana pada kondisi ini *thruster brake* mulai dalam keadaan membuka. Selama 1,245 detik kecepatan motor *hoist* mencapai kondisi *steady state* pada detik ke 8,12 dengan kecepatan 653,712 rpm dimana pada kondisi ini *thruster brake* mencapai kondisi terbuka/*release brake* sempurna. Pada kondisi ini juga didapatkan *rise time* motor *hoist* selama 0,625 detik dimana kondisi *thruster brake* dalam keadaan setengah terbuka dan *settling time* selama 1,165 detik pada kondisi ini *thruster brake* dalam keadaan hamper terbuka sempurna. Pada detik ke 10 motor *hoist* dalam kecepatan *stable* selama 2,5 detik dengan kecepatan 634,606 rpm. Kondisi ini mempengaruhi ketinggian jarak pemindahan antara tempat peti kemas yang berada dengan tempat pemindahannya. Pada detik ke 12,5 motor *hoist* dalam keadaan *engine brake* dimulai dengan kecepatan 617,916 rpm dimana pada kondisi ini *thruster brake* mulai melakukan pengereman. *Engine brake* atau pengereman berlangsung selama 0,645 detik hingga mencapai *engine stop* atau dalam kondisi pengereman sempurna pada detik 13,145 dengan kecepatan -0,321108 rpm.

Kesimpulan

- Sistem kontrol pengereman *thruster brake* pada motor *hoist* sepenuhnya dikontrol oleh *encoder* yang membaca pergerakan motor *hoist* yang menyampaikan informasi ke ACS 600 terlebih dahulu lalu ke PLC ABB AC 80.
- Untuk gerakan *hoist* tanpa beban dan menggunakan beban sebenarnya sama saja untuk sistem kontrol pengereman *thruster brake* pada motor *hoist*. Hanya terdapat perbedaan dimana kecepatan berkurang saat diberi beban. Sedangkan untuk kinerja *thruster brake* masih tetap sama. Tetapi karena mengikuti motor *hoist* maka akan menunggu perintah dari PLC terlebih dahulu yang diinformasikan *encoder*. Karena *thruster* aktif pada kecepatan tertentu pada motor *hoist*.
- Pada saat gerak *hoist up* dengan beban *release brake*/membuka rem paling cepat terdapat pada pengujian 1 beban 9 ton antara 6,875 – 8,12 detik yaitu 1,245 detik dengan kecepatan 653,712 rpm dan paling lama pada pengujian 2 beban 9 ton antara 8,125 – 14,38 detik yaitu 6,255 detik dengan kecepatan 604,097 rpm. Untuk tanpa beban paling cepat terdapat pada pengujian 1 tanpa beban antara 0,7 – 2,5 detik dengan kecepatan 704,197 rpm dan paling lama pada pengujian 4 tanpa beban antara 12,5 – 17,65 detik dengan kecepatan 1529,54 rpm.
- Pada saat gerak *hoist up* dengan beban saat pengereman paling cepat terdapat pada pengujian 1 beban 9 ton yaitu antara waktu 12,5 – 13,145 = 0,645 detik dengan kecepatan 617,916 rpm dan paling lama pada pengujian 2 beban 9 ton yaitu antara waktu 20,625 – 23,123 = 2,498 detik dengan kecepatan 643,607 rpm. Untuk tanpa beban paling cepat terdapat pada pengujian 1 tanpa beban antara waktu 10,625 – 12,5 detik yaitu 1,875 detik dengan kecepatan 665,653 rpm dan paling lama pada pengujian 3 tanpa beban antara 22,5 – 30 detik yaitu 7,5 detik dengan kecepatan 1010,71 rpm.

- Pada saat gerak *hoist down* dengan beban *realse brake*/membuka rem paling cepat terdapat pada beban 9 ton antara 2,65 – 3,75 detik yaitu 1,1 detik dengan kecepatan -362,427 rpm dan paling lama pada beban 17 ton antara 2,5 – 7,5 detik yaitu detik dengan kecepatan -579,158 rpm. Untuk tanpa beban paling cepat terdapat pada pengujian 2 tanpa beban antara waktu 1,25 – 2,5 detik dan 5 antara waktu 2,5 – 3,75 yaitu 1,25 detik dengan kecepatan -391,465 rpm dan -498,478 rpm dan paling lambat pada pengujian 4 tanpa beban antara waktu 5 – 16,6 detik yaitu 11,6 detik dengan kecepatan -1519,02 rpm
- Pada saat gerak *hoist down* dengan beban pada saat pengereman paling cepat pada beban 9 ton antara waktu 28,8 – 30 detik yaitu 1,2 detik dengan kecepatan -208,051 – 9,86917 rpm yaitu -198,181 rpm dan paling lama pada beban 10 ton antara waktu 30,9 – 42,5 detik yaitu 11,6 detik dengan kecepatan -578,292 – 6,33091 rpm yaitu -571,961. Untuk tanpa beban paling cepat terdapat pada pengujian 4 tanpa beban antara waktu 22,5 – 30 detik dengan kecepatan -1499,9 – 0 rpm yaitu -1499,9 rpm dan paling lambat pada pengujian 3 tanpa beban antara waktu 15 – 24,375 detik yaitu 9,375 detik dengan kecepatan -304,119 – 16,6319 rpm yaitu -287,4871 rpm.

Daftar Pustaka:

- [1] Anonim, *Buku Panduan Plant Site PT. ARUN NGL*.
- [2] R.H Warring, *Handbooks of Valves, Piping and Pipelines, First Edition ed. Houston, Texas, UAS : Gulf Publishing Company, 1982*.
- [3] Anonim, *Instrumentation & Control: Process Control Fundamental*.
- [4] Tony R. Kuphaldt, *Lessons in Industrial Instrumentation.*, 2008.
- [5] ABB Industry Oy., *User's Manual Advant Controller 80*, 1st ed. Helsinki, Finland, 2000.
- [6] CERT, *Technical Data for Electro-hydraulic Thruster ELDRO*.
- [7] Bo Hademalm, *ABB Automation and Drivers*, 1st ed. Singapore, 2002.