

# STUDI PENGENDALIAN LEVEL LIC-3501 PADA CARBONATE ABSORBER MENGGUNAKAN DCS CENTUM 3000CS DI PT PERTA ARUN GAS

<sup>1,2,3</sup>Isawatun Nisa<sup>1</sup>, Muhammad Kamal<sup>2</sup>, Supri Hardi<sup>3</sup>  
Prodi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol,  
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

**Abstrak**— Dalam pembuatan gas tentu mengalami berbagai macam proses, salah satunya adalah proses *carbonate absorber*. Pada proses ini terjadinya penyerapan CO<sub>2</sub> oleh *carbonate*. *Carbonate* berfungsi untuk menyerap atau membersihkan CO<sub>2</sub> yang terdapat di dalam gas. Setpoint pada level LIC-3501 harus dijaga agar tetap stabil, apabila mengalami kondisi *high* level maka controller akan memerintahkan valve untuk membuka, sedangkan pada saat mengalami kondisi *low* level controller akan memerintahkan valve untuk menutup. Jika sudah mencapai batas bawah hingga 15% maka level tidak akan bekerja secara optimal dan akan mengalami trip yaitu kondisi dimana sistem berhenti beroperasi. Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan permodelan matematis pada *plant* untuk mendapatkan fungsi alih, setelah itu menggunakan sistem pengendalian PI (Proporsional plus Integral) dengan metode *Shinsky*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjaga setpoint agar tetap stabil. Hasil pengujian dan analisa sistem pengendalian level diperoleh nilai K<sub>p</sub> = 102,524 dan K<sub>i</sub> = 29,1501 dengan SV (*setpoint value*) sebesar 55,4% dan PV (*process variable*) 55,4% maka diperoleh MV (*manipulated value*) sebesar 42,4%, dan dengan steady state errornya yang didapat adalah 0,000124, dengan demikian hasil penformasi yang didapat adalah stabil dan tidak terjadi lewatan maksimum.

**Kata kunci:** Carbonate absorber, Level, Shinsky

## I. PENDAHULUAN

PT Perta Arun Gas merupakan salah satu industri yang memproduksi gas. Dalam pembuatan gas tentu mengalami berbagai macam proses, salah satu nya adalah proses *carbonate absorber*. Dimana pada proses ini merupakan tempat terjadinya penyerapan CO<sub>2</sub> oleh *carbonate*. *Carbonate* itu sendiri berfungsi untuk menyerap atau membersihkan CO<sub>2</sub> yang ada didalam gas, setelah itu gas yang sudah bersih dari CO<sub>2</sub> akan keluar dari bagian atas tangki. Sedangkan CO<sub>2</sub> yang sudah diserap oleh *carbonate* menuju bagian bawah tangki untuk melakukan proses selanjutnya yaitu proses *carbonate regenerator*.

Pada pengendalian level LIC-3501 tentu mempunyai nilai setpoint. Control valve yang terdapat pada LIC-3501 berfungsi untuk menjaga nilai setpoint agar sesuai dengan keinginan. Nilai setpoint tersebut harus dijaga agar tetap stabil, tidak boleh kurang dan tidak boleh lebih, yang menjadi titik permasalahan di LIC-3501 ini adalah bagaimana cara menjaga atau mengatur nilai setpoint agar tetap stabil dan sesuai dengan yang diharapkan. Saat ini nilai setpoint di LIC-3501 adalah 55,4%, jika mengalami kondisi high level sampai 70% maka CO<sub>2</sub> yang telah diserap oleh *carbonate* akan terbawa kebagian atas tangki bersama gas yang sudah bersih dari CO<sub>2</sub>, sedangkan pada kondisi low level sampai 30% gas akan mengalir kebagian bawah tangki dan akan tercampur kembali dengan CO<sub>2</sub> yang telah diserap oleh *carbonate*. Valve akan menutup apabila setting LIC-3501 berada pada kondisi low level, sedangkan pada saat high level valve akan membuka. Setpoint pada level LIC-3501 ini harus dijaga agar tetap stabil, jika sudah mencapai batas bawah hingga 15% maka level tidak akan bekerja secara optimal dan akan mengalami trip yaitu kondisi dimana sistem berhenti beroperasi.

Salah satu metode yang digunakan pada pengendalian di industri adalah menggunakan metode PID (Proporsional, Integral dan Derivatif). Metode ini digunakan untuk

mengurangi osilasi atau ketidakstabilan dari sistem dan meredam gangguan. Metode ini dapat digunakan dengan men-tuning parameter-parameter PID pada controller.

Dari latar belakang tersebut, penulis berupaya untuk membuat simulasi suatu sistem pengendali level pada *carbonate absorber* untuk mempermudah proses *carbonate absorber* dan untuk menjaga nilai setpoint pada LIC-3501 agar tetap stabil. Pengendalian level LIC-3501 pada *carbonate absorber* menggunakan metode PI (Proporsional plus Integral) dan menggunakan metode *shinsky* setelah itu akan disimulasi menggunakan *software* DCS (*Distributed Control Sistem*).

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah : Objek penelitian adalah LIC-3501 pada *carbonate absorber* di PT Perta Arun Gas. Variabel yang dikendalikan adalah level pada *carbonate absorber*. Menggunakan metode tuning kendali PI *Shinsky*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pengendali PI

Aksi pengendali proporsional plus integral didefinisikan dengan persamaan berikut :

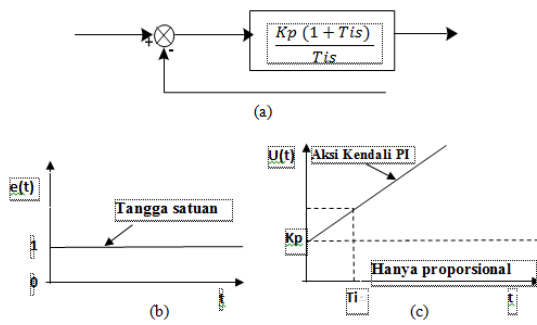
$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt \quad (1)$$

Dengan mensubstitusikan nilai  $K_i = \frac{K_p}{T_i}$  maka,

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt \quad (2)$$

Atau fungsi liih pengendali ini adalah :

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} \right) \quad (3)$$



Gambar 1 (a) Diagram Blok Pengendali Proporsional Plus Integral, (b) Diagram Masukan Langkah-Unit, dan (c) Keluaran Pengendali

**B. Metode Shinskey**

Pada metode *shinskey* nilai parameter dari pengendali proporsional (P), proporsional plus integral (PI) dan proporsional plus integral plus derivative (PID) dapat ditentukan berdasarkan tabel dibawah ini.

Tabel 1. Parameter Pengendali Metode Shinskey

Tipe Pengendali	Kp	Ti	Td
P	$\frac{Kcr}{2}$	-	-
PI	$\frac{Kcr}{2}$	$\frac{Kcr}{2,2}$	-
PID	$\frac{Kcr}{4}$	$\frac{Pcr}{2}$	$\frac{Pcr}{8,3}$

**C. DCS (Distributed System Control)**

*Distributed Control System (DCS)* merupakan perangkat sistem yang berfungsi mendistribusikan berbagai fungsi yang digunakan untuk mengendalikan berbagai variabel proses dan unit operasi proses menjadi suatu pengendalian yang terpusat pada suatu *control room* dengan berbagai fungsi pengendalian, monitoring dan optimasi.

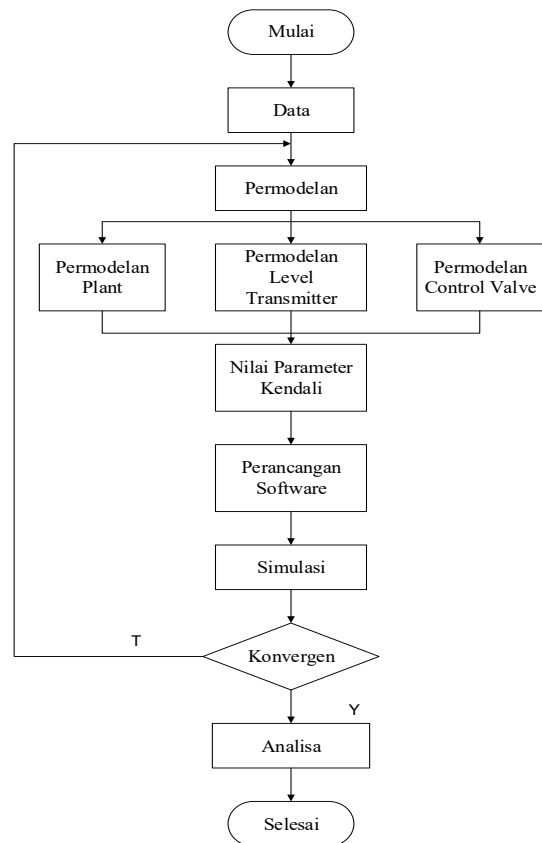
DCS adalah sebuah sistem kontrol yang biasanya digunakan pada sistem manufacture atau proses, dimana elemen kontroller tidak terpusat pada *central system* (system pusat), tetapi tersebar disistem dengan komponen sub sistem di bawah kendali satu atau lebih perangkat kontrol. Keseluruhan sistem tersebut bisa dikelompokkan menjadi sebuah jaringan untuk monitoring dan komunikasi.

Sejak tahun 1970-an, industry manufaktur masuk ke dalam periode penggunaan CIMS (*Computer Integration Manufacture System*). Aplikasi CIMS bertujuan untuk mendistribusikan banyak operasi control dan pengintegrasian informasi dari banyak fasilitas lapangan. Selama pengembangan 20 tahun terakhir, terdapat beberapa periode

aplikasi penggunaan tipe-tipe DCS (*Distributed Control System*) atau sistem kendali terdistribusi. Dari DCS dan FCS (*Field Control System*) ke ICMMS (*Intelligent Control; Maintenance and Technical Management System*), unit kontrol ini terus meningkat kecerdasannya dan kemudahan desain metode kontrol juga terus meningkat.

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

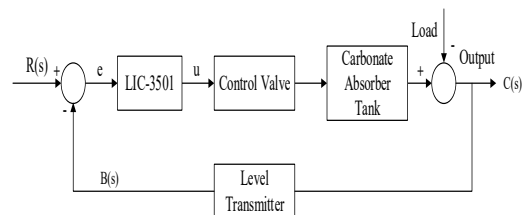
Tahapan dalam penyelesaian penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

**A. Blok Diagram Pengendalian Level LIC-3501 Pada Carbonate Absorber**

Diagram blok sistem untuk pengendalian otomatis ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Blok Pengendalian Otomatis

Keterangan :

R(s) = *Setpoint* (Level larutan *carbonate*)

B(s) = Level rich *carbonate* yang terukur

e = *error* (R(s) – C(s))

u = Sinyal kendali (*controller output*)

C(s) = Level yang diukur

Load = Gangguan (perubahan kondisi lingkungan, dsb)

Pada Gambar 3. diagram blok pengendalian yang menjadi inputnya adalah level larutan *carbonate*, sedangkan proses yang terjadi didalam tangki *carbonate absorber* adalah penyerapan kandungan CO<sub>2</sub> oleh *carbonate* dan outputnya adalah level yang terukur. Pada diagram blok ini yang merupakan kontrollernya adalah LIC3501 dengan menggunakan pengendalian proporsional plus integral dan keluaran dari controller akan diteruskan ke control valve kemudian akan dilanjutkan kebagian proses yang terjadi pada tangki *carbonate absorber*, setelah proses dilakukan maka akan mengakibatkan gangguan yang disebabkan oleh perubahan kondisi lingkungan dan lain sebagainya, kemudian outputnya akan diukur oleh level transmitter dan hasil pengukuran tersebut akan dibandingkan dengan nilai *setpoint*. Apabila nilai yang dihasilkan tidak sesuai dengan yang diinginkan, maka controller akan mengeluarkan nilai manipulated variabel yang baru. *Error* merupakan selisih antara input dan sinyal umpan balik, kemudian akan diumpan balikkan ke controller untuk memperkecil *error* agar keluaran sistem mendekati nilai yang diinginkan.

**B. Permodelan Matematis Level Carbonate Absorber**

Tahanan laju aliran (R) didefinisikan sebagai berikut :

$$R = \frac{\text{perubahan beda tinggi muka}}{\text{perubahan laju aliran}} \dots\dots\dots(4)$$

$$R = \frac{c}{q_o} \dots\dots\dots(5)$$

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5$$

$$V_t = 11,2671 + 102,4262 + 20,3339 + 220,0507 + 9,5284$$

$$V_t = 363,6063 \text{ m}^3$$

Dengan mensubstitusikan nilai V<sub>t</sub> ke persamaan 6 maka :  
Level carbonate absorber sebanyak 55%, sehingga diperoleh kasitansinya adalah :

$$C = 55\% \times V_t \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

$$C = \text{Kapasitansi (m}^3\text{)}$$

$$V_t = \text{Volume total tangki (m}^3\text{)}$$

$$C = 55\% \times V_t$$

$$C = \frac{55}{100} \times 363,6063$$

$$C = 199,9834 \text{ m}^3$$

Sehingga dari persamaan didapat laju aliran (R)

$$R = \frac{c}{q_o}$$

$$R = \frac{199,9834}{92,08}$$

$$R = 2,1718$$

Karena aliran masuk dikurangi aliran keluar selama selang waktu kecil *d<sub>t</sub>* adalah sama dengan jumlah penambahan cairan yang tersimpan dalam tangki, maka dapat dilihat bahwa :

$$C dh = (q_i - q_o) d_t \dots\dots\dots(7)$$

Dari definisi tahanan, hubungan antara *q<sub>o</sub>* dan *h* diberikan oleh :

$$q_o = \frac{c}{R} (8)$$

Maka persamaan diferensial sistem ini untuk harga R yang konstan adalah :

$$RC \frac{dh}{dt} + h = Rq_i \dots\dots\dots(9)$$

Jika *q<sub>o</sub>* diambil sebagai keluaran dan masukannya masih sama, maka fungsi alih sistem ini adalah :

$$\frac{Q_o(s)}{Q_i(s)} = \frac{1}{RCs+1} \dots\dots\dots(10)$$

Dengan mensubstitusikan nilai tahanan (R) dan nilai kapasitansi (C) ke persamaan, maka fungsi alih sistem pada carbonate absorber adalah :

$$\frac{Q_o(s)}{Q_i(s)} = \frac{1}{2,1718 \times 199,9834s+1}$$

$$\frac{Q_o(s)}{Q_i(s)} = \frac{1}{434,3239s+1}$$

**C. Pemodelan Control Valve**

Control valve yang digunakan adalah tipe piston. Control valve memiliki masukan sinyal berupa arus listrik kemudian diubah menjadi tekanan menjadi I/P converter yang mengubah sinyal input 4 - 20 mA menjadi sinyal pneumatic 3 - 15 psi.

Model matematis control valve dapat didekati dengan persamaan orde 1 sebagai berikut :

$$Mv(s) = \frac{Gcv \times Us}{\tau cv s + 1} \dots\dots\dots(10)$$

Dimana :

- Mv(s) = Manipulated variable
- U(s) = Sinyal masukan ke control valve
- Gcv = Gain control valve
- Tcv = Time constan control valve

Sehingga dengan mensubstitusikan nilai *Gcv*, *Us* dan *Tcv* ke persamaan (10) maka fungsi transfer untuk *control valve* adalah :

$$Mv(s) = \frac{Gcv \times Us}{Tcv s + 1}$$

$$Mv(s) = \frac{5,755 \times 0,75}{0,001146 s + 1}$$

$$Mv(s) = \frac{4,3162}{0,001146 s + 1}$$

**D. Pemodelan Level Transmitter**

Fungsi transfer untuk level transmitter digunakan persamaan :

$$\frac{I(s)}{L(s)} = \frac{GT}{Tcs + 1} \tag{11}$$

Dimana :

$GT$  = Gain Level Transmitter

$TcS$  = Time Constant Transmitter

Pada sistem pengendalian level, level transmitter yang digunakan mempunyai nilai span masukan bekerja pada range 0 – 2500mmWG (0,25 kg/cm<sup>3</sup>) dan sinyal keluaran 20 – 4 mA.

Untuk mendapatkan nilai *Gain Level Transmitter (GT)* adalah :

$$GT = \frac{\text{span keluaran}}{\text{span masukan}}$$

$$GT = \frac{20 - 4 \text{ mA}}{0,25 - 0 \text{ kg/cm}^3}$$

$$GT = \frac{16 \text{ mA}}{0,25 \text{ kg/cm}^3}$$

$$GT = 64 \frac{\text{mA}}{\text{kg/cm}^3}$$

Level transmitter memiliki time constant sebesar 0,3 detik, sehingga dengan mensubstitusikan nilai  $GT$  dan  $Tc$  ke persamaan maka fungsi transfer untuk level transmitter adalah :

$$\frac{I(s)}{L(s)} = \frac{GT}{Tcs + 1}$$

$$\frac{I(s)}{L(s)} = \frac{64}{0,3 s + 1}$$

**IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN**

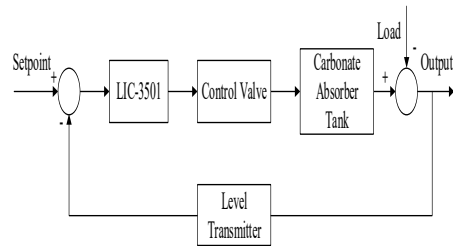
Dalam penelitian ini, penulis melakukan pengujian dan analisa sistem yang telah dirancang dengan menggunakan *software* CENTUM 3000CS. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem hasil perncangan dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi *plant* yang akan direncanakan. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan perubahan pada masukan SV (*setpoint*) dan mengamati respon sistem pada *trend* yang muncul. Dari data yang diperoleh nantinya akan dianalisis untuk dijadikan contoh dalam proses pengambilan kesimpulan.

Pengujian sistem pada *software* merupakan proses penyajian data yang akan terjadi pada saat sistem merespon perubahan SV (*SetPoint*) dan MV (*MeasureVariable*) pada saat diberikan manipulasi data yang berbeda, serta dapat mengontrol perubahan pada sistem dengan mudah dan secara real time, sehingga mempermudah operator lapangan dalam

menganalisa dan mengontrol level *carbonate absorber* yang akan dihasilkan.

**A. Pengujian PI Pada Pengendalian Level**

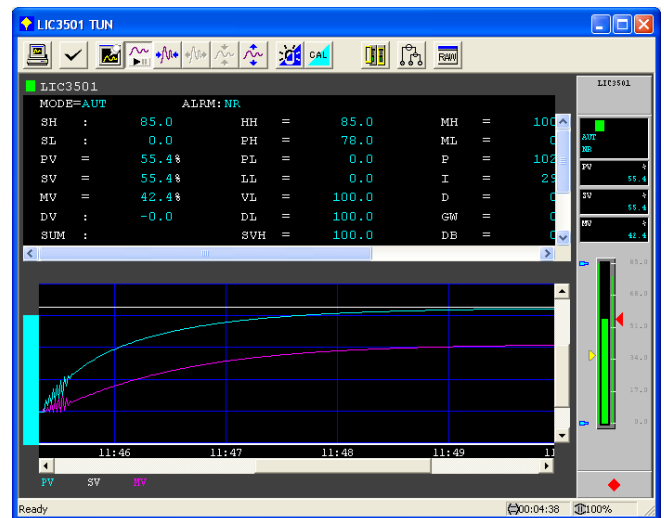
Diagram blok untuk pengendalian level *carbonate absorber* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem Pengendalian Level Carbonate Absorber

Pengujian parameter pengendali bertujuan untuk melihat tanggapan respon sistem. Ketetapan parameter kendali merupakan suatu hal yang sangat berguna pada sistem, baik dalam kecepatan respon sistem, mengurangi *error* sistem dan kecepatan dalam hal menangani *error*.

**B. Tuning PI Shinskey**

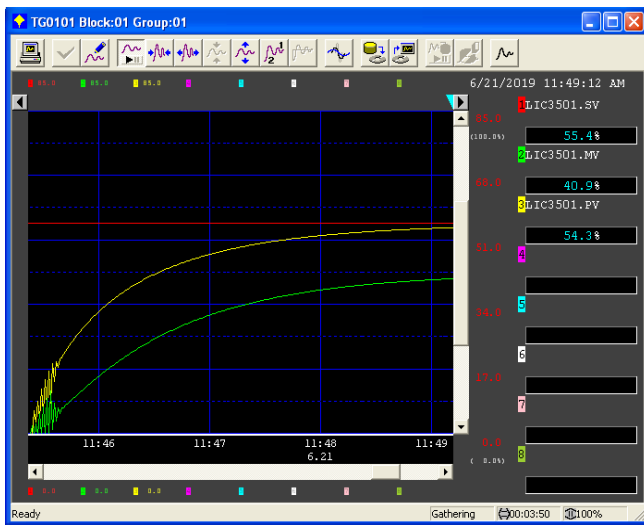


Gambar 5. Respon Sistem Pada LIC3501

Sebelum menjalankan tuning terlebih dahulu mengatur nilai parameter  $K_p$  dan  $K_i$  sesuai dengan perhitungan matematis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, yaitu  $K_p = 102,524$  dan  $K_i = 29,1501$ , dengan memberikan nilai SV (*setpoint value*) sebesar 55,4%, maka dapat dilihat tanggapan respon sistem LIC3501 dengan pengendali PI pada Gambar 5.

Pada Gambar 5 terdapat tiga grafik yaitu, warna putih menunjukkan nilai SV (*setpoint value*), warna biru menunjukkan nilai PV (*process value*) dan warna ungu menunjukkan nilai MV (*manipulated value*). Untuk

keseluruhan respon sistem dapat dilihat pada trend seperti gambar di bawah ini.



Gambar 6. Respon Sistem Menggunakan Parameter Kendali PI *Shinskey*

Pada 6 terdapat tiga grafik sama seperti pada tampilan tuning, hanya warna saja yang berbeda. Untuk nilai SV (*setpoint value*) ditunjukkan oleh warna merah, nilai PV (*process value*) ditunjukkan oleh warna kuning dan untuk nilai MV (*manipulated value*) ditunjukkan oleh warna hijau.

Setelah melakukan pengujian simulasi pengendalian level LIC3501 menggunakan metode *Shinskey*, maka dapat diamati respon sistem pada tuning. Dimana hasil performansi sistem diketahui tidak terjadi lewatan maksimum atau maksimum overshoot dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai setpoint atau setting time ( $t_s$ ) selama 9 menit. Berdasarkan pengujian dan analisis error steady state atau ess nilai yang dihasilkan cukup bagus yaitu 0,000124. Apabila nilai SV (*setpoint value*) yang diberikan sebesar 55,4% maka nilai PV (*process variable*) yang diperoleh adalah 55,4%, sedangkan nilai MV (*manipulated output value*) sebesar 42,5%.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pada simulasi pengendalian level LIC3501 *carbonate absorber* menggunakan DCS CENTUM 3000CS di PT Perta Arun Gas, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Tanggapan pada pengendalian level menggunakan metode *Shinskey*. Dengan nilai  $K_p = 102,524$  dan  $K_i = 29,1501$  dengan SV (*Setpoint Value*) pada LIC3501 sebesar 55,4% dan MV (*Manipulated output Value*) 42,5%.
2. Pada pengujian LIC3501 *error steady-state* yang diperoleh yaitu 0,000124.
3. Hasil performansi yang diperoleh adalah stabil dan tidak terjadi lewatan maksimum

## Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, penulis menyarankan agar sistem pengendalian level LIC3501 pada PT Perta Arun Gas ini dibuat ke dalam sebuah miniatur *plant* atau *prototype*, supaya hasil penelitiannya menjadi lebih maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Erdian, Apriliana. (2017). "Simulasi Pengendalian Level Propane Chiller Menggunakan DCS CENTUM CS3000 Di Pertamina Hulu Energi". Karya Ilmiah Mahasiswa Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Iswanto. (2016). "Studi Pengendalian Level Uap Pada Tangki Unit Area Menggunakan Kendali PID Aplikasi PPada PT Pupuk Iskandar Muda". Karya Ilmiah Mahasiswa Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Kamal, Muhammad. (2010). "Dasar Sistem Kendali" Modul Ajar Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Katimin. (2018). "Studi Pengendalian Temperature Pada Reactor Formalin A 106 Tank Di PT Aica Mugi Indonesia Kota Langsa" Karya Ilmiah Mahasiswa Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Nataliana, Decy. (2012). "Pengendalian Level Air Pada Sistem Drum Boiler Berbasis DCS (Distributed Control Sistem)". Jurnal Ilmiah Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung (online)  
<http://lib.itenas.ac.id/kti/wp-content/uploads/2013/09/PENGENDALI-LEVEL-AIR-PADA-STEAM-DRUM-BOILER.pdf>.
- Ogata, Katsuhiko. (1997). *Teknik Kontrol automatic (sistem pengaturan)*. Jilid 1, Terjemahan Edi Laksono. Bandung : Erlangga.