

STUDI PENGENDALIAN FLOW PADA HIGH PRESSURE DEA SYSTEM WASH TOWER C-3505 DI PT PERTA ARUN GAS

Salamah¹, Aidi Finawan², Rusli³

^{1,2,3}Prodi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: s4l4m4h341@gmail.com

Abstrak—Pengendalian flow pada High Pressure Dea System Wash Tower C -3505 di PT Perta Arun Gas sangat dibutuhkan dengan tujuan menjaga flow agar tetap pada suatu nilai yang ditentukan, seperti pada *Dea System Wash Tower C -3505*. Metode pengendalian yang digunakan adalah metode pengendalian PI (Proporsional Plus Integral). Salah satu cara untuk melakukan pengendalian adalah dengan melakukan simulasi. Sistem dibuat secara pemodelan matematis untuk mendapatkan fungsi alih. Parameter pengendali PI dihitung dengan menggunakan metode *Ziegler-Nichols* dan metode *Shinkey*. Dari pengujian simulasi dan analisis, diketahui pada metode *Ziegler Nichols* dengan parameter $K_p = 0,921$, $K_i = 0,177$ menghasilkan performansi sistem berupa $\%Mp = 2,7\%$, $t_r = 0,641$ detik, $t_p = 0,925$ rad/s, dan $t_s = 1,965$ detik. Pada metode *Shinskey* dengan parameter $K_p = 1,024$, $K_i = 0,334$ menghasilkan performansi sistem berupa $\%Mp = 8,65\%$, $t_r = 0,751$ detik, $t_p = 0,773$ rad/s, dan $t_s = 0,788$ detik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *Ziegler Nichols* dan metode *Shinskey* memiliki respon yang berbeda, namun sama – sama memiliki respon yang baik.

Kata Kunci : *Dea System Wash Tower C -3505, Kendali PI, Ziegler Nichols, Shinkey.*

I. PENDAHULUAN

Sistem kendali merupakan suatu alat atau kumpulan alat yang digunakan untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Tujuan utama dari sistem kendali adalah mendapatkan optimasi yang diperoleh dari fungsi sistem kendali itu sendiri, yaitu mengukur, membandingkan, menghitung dan memperbaiki. Setiap pengendalian aliran pada tekanan membutuhkan sensing element dan juga transmitter. Flow dan pada pressure transmitter dapat siap membantu dan dapat dipakai langsung untuk pengendalian aliran pada tekanan tinggi secara otomatis dan sangat mudah sekali untuk menggunakannya.

Pada lingkungan industri, sistem kendali merupakan suatu hal yang tidak dapat dipisahkan dan memberikan begitu banyak manfaat. Sebagai contoh adalah sistem kendali pada proses pemisahan hidrokarbon-hidrokarbon berat dari feed gas, dimana gas merupakan bahan utama yang dihasilkan PT Perta Arun Gas.

Sistem kendali banyak digunakan pada proses – proses pengolahan dan produksi gas tersebut. Sistem kendali tersebut digunakan untuk mengendalikan suatu variabel atau parameter agar tetap pada nilai yang ditentukan. Pada pengendalian flow high pressure yang terdapat pada salah satu tank, yaitu *Wash Tower Tank C-3503*. Pada keadaan tertentu, flow liquid tersebut akan membahayakan tanki itu sendiri, maka untuk mengurangi atau menghilangkan gangguan tersebut dapat dijaga pada nilai yang telah ditentukan agar sesuai seperti yang diharapkan.

Wash tower merupakan proses pembersih yang memisahkan hidrokarbon yang terkondensasi setelah pendinginan. Sistem pengendalian flow ini juga berhubungan dengan sistem pengendalian level air pada wash tower, ini dimaksudkan untuk menjaga agar air

yang berada didalam wash tower tetap banyaknya, sesuai dengan set poin yang telah diatur pada sistem pengendalian level tersebut. Salah satu metode yang digunakan pada pengendalian di industri adalah menggunakan metode PI (Proporsional Plus Integral). Metode ini digunakan untuk mendapatkan respon sistem agar sesuai dengan *set point* yang diberikan.

Dalam penelitian ini dilakukan permodelan matematis pada pengendalian Flow High Pressure Dea System Wash Tower C-3505 menggunakan metode Pengontrolan PI (Proporsional Plus Integral) dengan menggunakan metode tuning *Ziegler-Nichols* dan metode *Shinskey*. Selanjut itu akan disimulasi menggunakan *software MATLAB*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengendalian Flow Pada High Pressure Dea System Wash Tower C- 3505

Dea System Wash Tower C-3505 ini merupakan objek penelitian pengendalian *flow high pressure*. Ada 3 bagian utama pada pengendalian pressure high wash tower dari *treated wash tower C-3505*, yaitu :

- Dea System wash tower C-3505*
- Control Valve.*
- Flow Transmitter*

Gas yang telah dibersihkan oleh DEA Absorber memasuki ke Wash Tower di bagian atas. Tower tersebut berfungsi sebagai pembersih untuk memisahkan hidrokarbon yang terkondensasi setelah pendinginan. Gas alam harus bebas impuritie seperti:

- Hidrokarbon berat karena akan mengurangi efisiensi larutan untuk menyerap CO_2 dan H_2S , dapat mengganggu proses pencarian (penyumbatan

tube), serta memperkecil kemungkinan terjadinya foaming di system pemurnian gas alam.

- Merkuri (Hg) harus dihilangkan dari gas alam karena karena untuk mencegah terbentuknya amalgam Al dan Mg, karena larut dalam Hg akibat tubing aluminium di MHE (Main Heat Exchanger) akan rusak. Amalga dengan H₂O juga membentuk oksida yang menyumbat tubing.
- Karbon Dioksida CO₂ harus dihilangkan dari dalam gas alam karena Karbon Dioksida akan membeku pada temperature yang sangat rendah sehingga dapat menyumbatkan peralatan dan pemipaan unit pencairan. Carbon Dioksida tidak mempunyai nilai bakar, jadi keberadaannya dalam gas akan menurunkan nilai bakar atau Heating value gas alam.

Gas umpan kemudian disiram dengan High Pressure Water untuk mencegah berikutnya larutan DEA ke dalam gas umpan sebelum dikirim ke unit 40. Cairan dalam Wash Tower mengalami pemisahan pada lapisan air dan lapisan Hidrokarbon bagian atas setelah itu gas tersebut melewati dua Buble Cup Trays dan sebuah Demister sebelum meninggal Wash Tower dan mengalir ke unit 40.

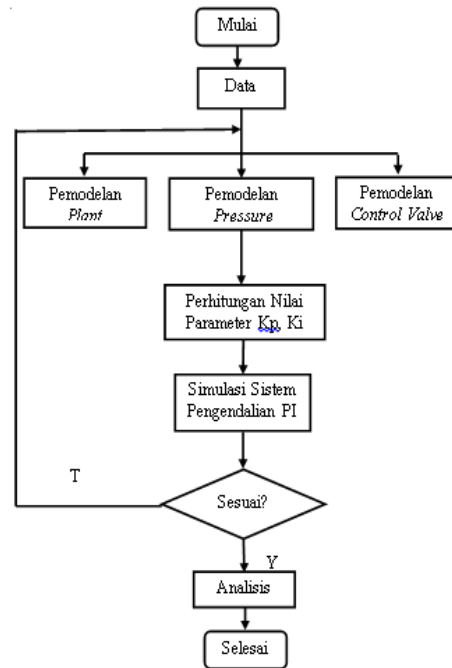
FT – 3538 sebagai FlowTransmitter membaca beberapa banyak air yang dikirim ke Wash Tower, sinyal dari transmitter dikirim ke FIC – 3538 yang termasuk ke sistem DCS. Dan kemudian dikirimkan ke I / P Transduser FY – 3538 untuk diubah dari sinyal elektris 1 – 5 Volt / 4 – 20 Ma ke sinyal pneumatic 3 – 15 Psi. Kemudian dikirimkan ke Actuator untuk menggerakkan Valve.

Pada sistem DCS, FT – 338 dan FIC – 3538 di Set Manual, artinya Valve akan dibuka apabila dibutuhkan tambahan air. FIC – 3538 juga berhubungan dengan LT – 3503 sebagai Level Transmitter, yang mana LT – 3503 membaca seberapa banyak Level air yang ada pada Wash Tower, apabila berkurang maka operator akan membuka Valve FV – 3538 agar air dapat ditambah. Dan apabila air yang dibutuhkan sudah mencukupi, maka operator akan menutup kembli Valve FV – 3538.

Air yang berada pada sisi bawah tower kemudian dihisap oleh pompa G – 3504 A sebagai Wash Tower Recirculation Pump dan dialirkan kembali ke sisi atas tower. Sirkulasi ini terus berlanjut hingga level air berkurang atau air sudah menjadi jenuh untuk membersihkan gas dari DEA yang terlarut dalam gas. Wash Tower ini adalah proses pemurnian gas yang terakhir sebelum proses pencairan di Unit 40.

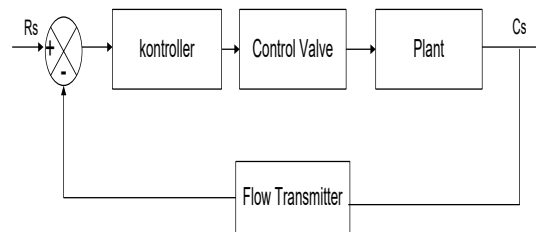
III. METODOLOGI PENELITIAN

Flow chart yang dibuat adalah gambaran tentang pembuatan penelitian, dan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

Diagram blok sistem untuk pengendalian otomatis ditunjukkan pada Gambar 2



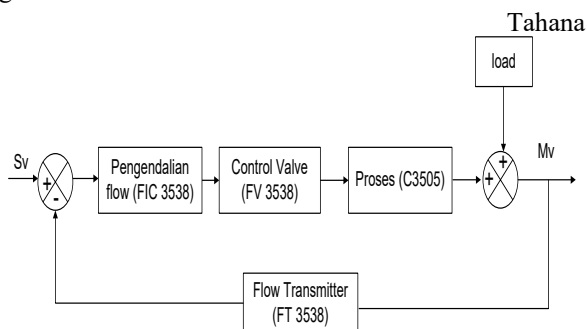
Gambar 2 Diagram Blok Pengendalian Otomatis

Gambar blok diagram diatas merupakan sebuah sistem control loop tertutup dalam sebuah pengendalian menggunakan kendali PI (Propostional Plus Integral), dimana control valve sebagai controller, wash tower sebagai plant dan Flow Transmitter merupakan sebuah sensor pembaca laju aliran (pembanding antara input dan output). Dengan kendali control PI penentuan besaran penguatan P dan I diperoleh karakteristik respon sistem yang baik.

A. Pengendalian Feedback (Single Loop)

Single loop adalah sistem sistem control yang melakukan pengaturan dimana hasil pengukuran langsung dikontrol dan hasil perhitungan dari koreksi error akan ditransfer ke actuator sebagai umpan balik. Secara umum, diagram blok perancangan sistem pengendalian flow high pressure pada system unit 35

JURNAL TEKTRO, Vol.4, No.1 Maret 2020 dengan pengendalian feedback ditunjukkan seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Digram Blok Pengendalian Flow Dengan Pengendalian Single Loop

Pada pengontrolan flow pressure high ini menggunakan controller tipe P+I control. Disini derivative tidak digunakan karena pressure yang dikontrol pada wash tower kecil tetapi areanya besar sehingga membutuhkan waktu yang tepat.

B. Permodelan Matematis Wash Tower C-3505

Pengendalian ketinggian liquid pada wash tower C-3505 harus dijaga pada suatu nilai tertentu. Bila ketinggian liquid tersebut tidak sesuai dengan *set point*, maka akan berdampak negative pada tangka itu sendiri. Berdasarkan lampiran 1, pengendalian ketinggian liquid pada wash tower tank C-3505 . Ogata (1993 :106) menjelaskan bahwa aliran melalui suatu pipa pendek yang menghubungkan dua buah tangka. Tahanan aliran melalui suatu penghalang didefinisikan sebagai perubahan beda tinggi muka (beda tinggi muka cairan di dua tangki) yang diperlukan untuk menimbulkan suhu satuan perubahan laju aliran.

Tahanan laju aliran (R) didefinisikan sebagai berikut :

$$R = \frac{L}{q} \tag{1}$$

Dari hasil observasi didapatkan data – data sebagai berikut:

Tabel 1 Laju Aliran Masuk Dari Level dalam Tangki

Laju Aliran Masuk	Level dalam tangka
79 M ³ / H = 284,4 Kg / s	57,5 %

sehingga dapat menggunakan rumus: Daya yang dibangkitkan sebanyak 57,5 %, sehingga kapasitansi adalah :

$$C = 57,5 \% \times V_t \tag{2}$$

Dengan menstubsitusikan nilai V₁ ke persamaan 2, maka:

Sehingga dari persamaan (1) didapatkan Reaktor (R)

$$R = \frac{C}{q}$$

Karena aliran keluaran selama selang waktu kecil Δt adalah sama dengan jumlah penambahan cairan yang tersimpan dalam tangka, maka dapat dilihat bahwa:

$$Cdh = (q_1 - q_0) dt \tag{3}$$

$$RC \frac{dq}{dt} + h = Rq_i \tag{4}$$

Jika q_0 diambil sebagai keluaran dan masukannya masih sama maka fungsi alih sistem ini adalah:

$$\frac{q_0(s)}{q_i(s)} = \frac{1}{RCs+1} \tag{5}$$

C. Permodelan Control Valve

Control valve yang digunakan berupa diagram control valve dengan jenis control valve air to open. Control valve memiliki masukan sinyal berupa arus listrik kemudian diubah menjadi tekanan melalui I/P Converter yang mengubah sinyal input 4-20 mA menjadi menjadi sinyal Pheunmatic 3 - 15 Psi.

Untuk menggerakkan control valve fluida yang mengalir pada tangka wash tower dimana pada sinyal 4 ma control valve menutup secara sempurna, sedangkan pada sinyal 20 ma control valve membuka secara sempurna. Secara matematis control valve dapat didekati dengan persamaan orde 1 sebagai berikut:

$$Mv(s) = \frac{G_{cv} \times U(s)}{\tau_{cv}s+1} \tag{6}$$

Dimana :

- Mv (s) = Manipulasi variable (kg/s)
- U(S) = sinyal masukan ke control valve (Psi/ mA)
- τ_{cv} = Time constan control valve (s)

Untuk menghitung gain control valve (Gcv) dengan menggunakan persamaan :

$$Gcv = \frac{\text{Span Output}}{\text{Span Input}} \tag{7}$$

Span input adalah arus yang masuk dari controller yaitu 4 – 20 sedangkan span output adalah Laju Flow dengan laju aliran maksimum = 79 M³/H Sinyal masukan $U(s)$ didapatkan dari persamaan :

$$U(s) = \frac{\text{span output}}{\text{span input}} \tag{8}$$

Untuk besarnya time onstan valve (τ_{cv}) didapat dari persamaan

$$\tau_{cv} = \tau_v(\Delta CV + r_v) \tag{9}$$

Dimana:

- ΔCV = Fraksi massa Perubahan Control valve (kg/s)
 - R_v = Perbandingan Time Konstan Inherent dengan Time Stroke (0,03 s)
 - τ_v = waktu stroke penuh (s)
- Untuk mencari waktu stroke penuh (τ_v)

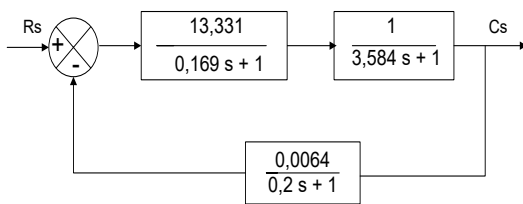
$$\tau_c = \frac{V_c}{C_v} \tag{10}$$

D. Permodelan Flow Transmitter

Fungsi transfer untuk Flow transmitter digunakan

$$\frac{I(s)}{L(s)} = \frac{K_f}{\tau_c s + 1} \tag{11}$$

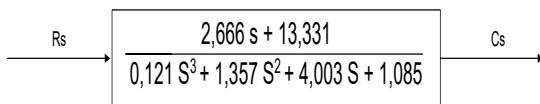
Pada sistem pengendalian flow high pressure transmitter yang digunakan mempunyai nilai span masukan bekerja pada range 0 – 79 m³/ H (kg/s) dan sinyal keluaran 20- 4mA. Flow transmitter memiliki time constant sebesar 0,2 detik. Setelah permodelan dilakukan, didapatkan fungsi transfer atau fungsi alih dari masing-masing model. Jika fungsi transfer dari model-model tersebut dihubungkan, maka akan membentuk sebuah diagram blok pengendalian sistem laju aliran seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Diagram Blok Pengendalian Sistem

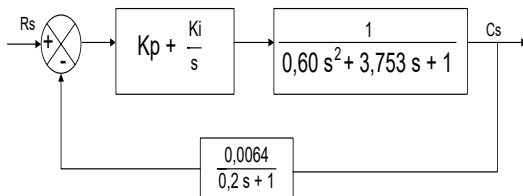
Pada gambar 3.5 dapat dilihat bahwa fungsi alih dari control valve dan fungsi alih dari plant dapat kembali diselenggarakan seperti berikut:

Setelah diagram blok pengendalian tanpa pengendali PI (Proporsional Plus Integral) disederhanakan, maka didapatkan diagram blok tanpa pengendalian PI yang ditunjukkan pada gambar 5



Gambar 5. Diagram Blok penyederhanaan tanpa pengendali PI

Setelah diagram blok pengendalian tanpa pengendali PI (Proporsional Plus Integral) disederhna, maka didapatkan diagram blok dengan pngendalian yang dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6.. Diagram Blok dengan Pengendali PI

Kemudian mencari fungsi alih loop tertutup dengan pengendali PI (Proporsional Plus Integral).

E. Metode Perhitungan Setting Ziegler-Nichols

$$K_p = 0,45 \times K_{cr}$$

$$K_p = 0,45 \times 2,047$$

$$K_p = 0,921$$

$$T_i = \frac{1}{1,3} \times P_{cr}$$

$$T_i = \frac{1}{1,3} \times 6,752$$

$$T_i = 5,194$$

Shingga nilai konstanta integral (Ki) sebagai berikut :

$$K_i = \frac{K_p}{T_i}$$

$$K_i = \frac{0,921}{5,194}$$

$$k_i = 0,177$$

E. Metode Shinsky

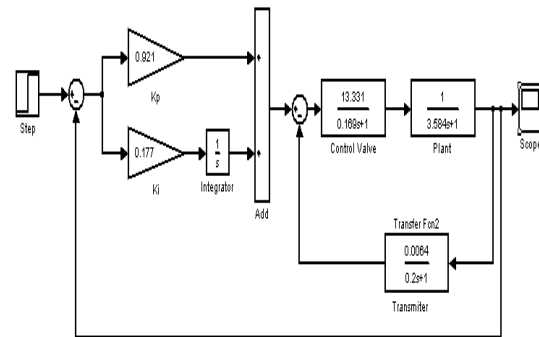
$$K_p = \frac{K_{cr}}{2} = \frac{2,047}{2} = 1,02$$

$$T_i = \frac{P_{cr}}{2,2} = \frac{6,752}{2,2} = 3,069$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} = \frac{1,023}{3,069} = 0,3335$$

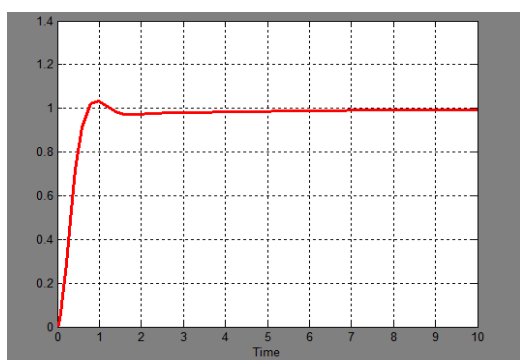
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Blok diagram simulasi yang digunakan untuk studi pengendalian flow pada high pressure DEA system wash tower C-3505 di PT Perta Arun Gas ditunjukkan pada gambar 7 berikut ini.

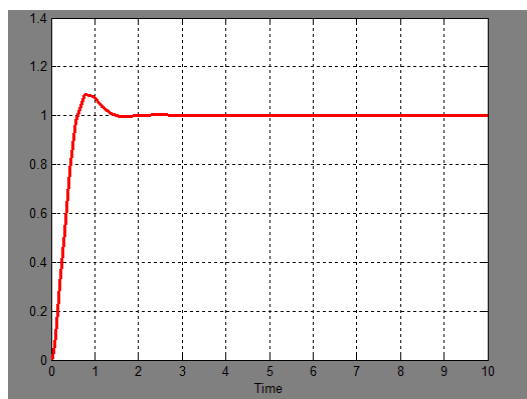


Gambar 7 Diagram Blok Simulasi Matlab Simulink

Setelah melakukan pengujian simulasi pengendalian flow pressure high pada wash tower di PT Perta Arun Gas menggunakan metode perhitungan setting Ziegler Nichols dan Shinsky, dimana setelah melakukan perhitungan dapat dianalisis bahwa hasil performansi respon sistem yang dihasilkan berbeda terhadap sistem pengendalian pressure. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil tanggapan sistem kendali yang ditunjukkan pada gambar 8 dan gambar 9. Tabel 2 menunjukkan data hasil performansi sistem.



Gambar 8. Respon Sistem Dengan Metode Ziegler-Nichols



Gambar 9 Respon Sistem Dengan Metode Shinskey

Pada Pengujian kendali PI menggunakan metode perhitungan setting *Ziegler-Nichols* menghasilkan sistem yang stabil. Performansi yang dihasilkan juga baik, hal ini dapat dilihat pada lewatan maksimum (*Maximum Overshoot*) yang terjadi sebesar %Mp = 2,7 %, waktu puncak (*Peak Time*) = 0,925 , rad/s dan waktu naik (*rise time*) = 0,641 detik serta waktu penetapan (*Setling Time*) = 1,965 detik

Pada pegujian pengendalian PI menggunakan metode perhitungan setting *Shinskey*, menghasilkan respon sistem yang stabil dengan performasi berupa lewatan maksimum (*Maximum Overshoot*) yang terjadi sebesar = 8,65%, pada waktu puncak (*Peak Time*) = 0,773 rad/s dan waktu naik (*rise time*) = 0,751 detik serta waktu penetapan (*Setling Time*) = 0,788 detik.

Tabel 2 Hasil Analisis Performansi Sistem

NO	Hasil Performansi Sistem	Metode	
		<i>Ziegler-Nichols</i>	<i>Shinskey</i>
1	Parameter PI	Kp = 0,921 Ki = 0,177	Kp = 1,024 Ki = 1,334
2	Maximum Overshoot (%)	2,7	8,65
3	Rise Time (detik)	0,641	0,751
4	Peak Time (detik)	0,925	0,773
5	Setting Time (Rad/s)	1,965	0,788

Sehingga pengujian dengan dua metode ini yaitu metode *Ziegler-Nichols* dan metode *Shinskey* menghasilkan sistem yang sama-sama stabil, maka dua metode ini merupakan pengendalian PI yang ideal bagi sistem yang cocok untuk pengendalian flow pada *High Pressure Dea System Wash Tower C – 3505*.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data yang diperoleh penulis melalui pengujian dan pengamatan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Pada metode *Ziegler-Nichols* respon sistem yang dihasilkan *maximum overshoot* sebesar 2,7%, *Rise Time* (t_r) = 0,641 detik, *Peak Time* (t_p) = 0,925 rad/s dan *Setting Time* (t_s) = 1,965 detik. Dengan metode *Ziegler-Nichols* ini menghasilkan sistem yang stabil, dimana menghasilkan nilai yang baik dan respon yang cepat stabil.
2. Pada metode *Shinskey* respon sistem yang dihasilkan *maximum overshoot* sebesar 8,65%, pada *Peak Time* (t_p) = 0,773 rad/s dan *rise time* (t_r) = 0,751 detik serta *Setting Time* (t_s) = 2,778 detik. Dengan metode *Shinskey* ini juga menghasilkan sistem yang stabil, dimana menghasilkan nilai yang baik dan respon yang cepat stabil.
3. Dari kedua metode memiliki respon yang berbeda, namun sama – sama memiliki respon yang baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, metode *Ziegler-Nichols* dan metode *Shinskey* merupakan metode yang tepat untuk mendapatkan parameter kendali PI (*proporsional plus integral*) terhadap sistem pengendalian *Flow* pada *High Pressure Dea System Wash Tower C – 3505*.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, penulis menyarankan agar sistem pengendalian *Flow* pada *High Pressure Dea System Wash Tower C – 3505* pada PT Perta Arun Gas ini dibuat miniatur *plant*, sehingga hasil penelitian selanjutnya lebih akan mempresentasikan penerapan dari pengendalian PI (*proporsional plus integral*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali, Muhamad. 2004. "Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol Pid Dengan Software Matlab." *Jurnal Edukasi@Elektro* 1(1): 1-8.
- [2] Syahputra, Ramadoni, Jurusan Teknik, Elektro Fakultas, and Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. 2015. "Simulasi Pengendalian Temperatur Pada Heat Exchanger Menggunakan Teknik Neuro-Fuzzy Adaptif." *Jurnal Teknologi, Teknik Elektro UMY* 8(2): 161-68.
- [3] Rudiyanto, Bayu, Agus Susanto, and Yuana Susmiati. 2016. "Aplikasi Kontrol PI (Proportional Integral) Pada Katup Ekspansi Mesin Pendingin." 9(2): 89-105.
- [4] Kamal, Muhammad. (2010). "Dasar Sistem Kendali" Modul Ajar Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [5] Dwiyaniti, Murie, and Kendi Moro N. 2013. "Tuning Parameter PID dengan Metode Ciancone pada Plant Heat Exchanger." 12: 12-17.
- [6] Ruswandi Djalal, Muhammad, Dwi Ajiatmo, Andi Imran, and Imam Robandi. 2014. "Desain Optimal Kontroler PID Motor Dc Menggunakan Cuckoo Search Agoritmht". *Nitish Katal. Bharat Bhushan. Ashu Ahuja. Anant Oonsivilai. Umesh Kumar Bansal* 7: 121-26
- [7] Syakur, Muhammad Abdan. 2016. "Studi Pengendalian Tekanan Uap Pada Tangki Unit Urea Menggunakan Kendali PI Aplikasi pada PT Pupuk Iskandar Muda". *Karya ilmiah Mahasiswa Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe*.
- [8] Ogata, Katsuhiko. "Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan)". Terjemahan: Edi Lekso, jilid 1 Jakarta : Erlangga, 1996.