

Penerapan Pengendalian *Level Liquid* Pada *Knock Out Flare Stack* B-501 Di Pertamina Hulu Energi NSB

Rusli¹, Aidi Finawan², Riska Yunda³
^{1,2,3}*Prodi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol*

¹rusli@pnl.ac.id (coresspondace email)

²aidifinawan@gmail.com

³riskayunda098@gmail.com

Abstrak- PT Pertamina Hulu Energi NSB dalam kegiatan produksinya banyak menggunakan peralatan-peralatan instrument dan lain-lain. Peralatan tersebut memegang peranan yang sangat penting guna untuk mendukung proses pengendalian. Salah satu pengendalian yang dilakukan pada PT PHE NSB adalah pengendalian *level liquid* pada knock out drum flare stack area. *Knock out drum flare stack* merupakan tangki yang menggunakan prinsip kerja gaya gravitasi. Ketinggian *level* yang ada pada tangki tersebut harus dijaga kestabilannya sesuai dengan *setpoint* yaitu 25%. Apabila *liquid* yang ada pada tangki melebihi dari nilai *setpoint* yang telah ditentukan, maka akan terjadi penguapan *liquid* yang menyebabkan kerusakan pada peralatan instrument lainnya. Untuk mengatasi masalah tersebut, dilakukan pemodelan matematis pada plant untuk mendapatkan fungsi alih menggunakan pengendali P, PI, PID dan dengan metode *Ziegler-Nichols*, *Shinskey*, *Tyreus-Luyben*. Hasil pengujian dari beberapa pengendali dan metode yang cocok digunakan untuk mengendalikan *level* pada *knock out drum* yaitu pengendali PI menggunakan metode *Tyreus-Luyben* dengan nilai $K_p = 63,33$ dan $K_i = 11,52$. *Setting time* (t_s) yang dibutuhkan untuk mencapai nilai *setpoint* yaitu selama 2 menit dan tidak adanya *overshoot maksimum*.

Kata kunci : Pertamina Hulu Energi NSB, *Knock Out Drum*, *Level*, *Ziegler-Nichols*, *Shinskey*, *Tyreus-Luyben*.

Abstract- PT Pertamina Hulu Energi NSB in its production activities uses a lot of instruments and other equipment. The equipment plays a very important role to support the control process. One of the controls carried out at PT PHE NSB is controlling the liquid level on the knock-out drum flare stack area. A Knock-out drum flare stack is a tank that uses the working principle of gravity. The height of the level in the tank must be kept stable by the setpoint of 25%. If the liquid in the tank exceeds the specified setpoint value, there will be liquid evaporation which causes damage to other instrument equipment. To overcome this problem, mathematical modeling was carried out on the plant to obtain the transfer function using P, PI, PID controllers, and the Ziegler-Nichols, Shinskey, and Tyreus-Luyben methods. The test results from several controllers and methods that are suitable for controlling the level on the knock-out drum are the PI controller using the Tyreus-Luyben method with $K_p = 63.33$ and $K_i = 11.52$. The setting time (t_s) required to reach the setpoint value is 2 minutes and there is no maximum overshoot.

Keyword : Pertamina Hulu Energi NSB, *Knock Out Drum*, *Level*, *Ziegler-Nichols*, *Shinskey*, *Tyreus-Luyben*.

I. PENDAHULUAN

PT Pertamina Hulu Energi NSB dalam kegiatan produksinya banyak menggunakan banyak peralatan-peralatan instrument dan lain-lain. Peralatan tersebut memegang peranan yang sangat penting guna untuk mendukung pengoperasiannya. Peralatan instrumentasi antara lain berfungsi sebagai alat pengukur dan pengendali. Adapun variabel proses yang diukur dalam dunia minyak dan gas yaitu tekanan, *level*, aliran dan suhu. Salah satu pengendalian yang dilakukan pada PT PHE NSB adalah pengendalian *level liquid* pada flare stack area. Pengendalian *level liquid* pada flare stack sangat berpengaruh dalam keberlangsungan proses produksi pada PT Pertamina Hulu Energi NSB. Hal ini dikarenakan *liquid* yang berada pada *knock out drum* tidak sempat penuh sehingga tidak merusak alat-alat lainnya karena pengaruh *liquid*. Pada pengendalian level liquid ini knock out drum digunakan sebagai pemisah liquid dan gas. Dimana, cairan berat berjatuhan ke bawah sedangkan fasa uap melewati atasnya untuk proses selanjutnya yang akan dioperasikan dari flare stack. Flare stack adalah menara atau cerobong terakhir dari suatu proses pengolahan minyak dan gas pada sektor upstream, dimana semua gas yang telah dipisahkan dari

minyak akan dialirkan ke flare stack tersebut untuk dibakar. Level liquid didalam knock out drum B-501 harus dipertahankan ketinggian liquid level nya, karena akan berdampak buruk apabila level pada knock out drum tidak terjaga dengan baik. Salah satu dampak yang akan terjadi apabila liquid nya meluap yaitu terjadinya pencemaran lingkungan.

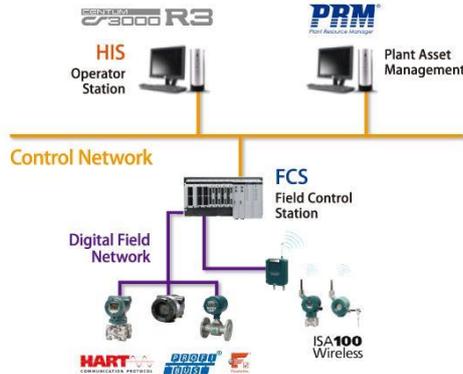
Pada penelitian ini, penulis berupaya untuk membuat simulasi suatu sistem pengendalian level liquid pada knock out drum B-501 untuk mempermudah proses produksi pada setiap industri minyak dan gas. Seiring berkembangnya teknologi di Indonesia, sangat memungkinkan jika sistem pengendalian level liquid pada knock out drum di setiap industri menganut sistem otomasi yang menggunakan software DCS (Distribution Control System).

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Distributed Control System (DCS)

DCS (Distributed Control System) merupakan suatu pengembangan sistem kontrol dengan menggunakan komputer dan alat elektronik lainnya agar didapat suatu pengontrol loop sistem lebih terpadu dan dapat dilakukan oleh semua orang dengan cepat dan mudah[1].

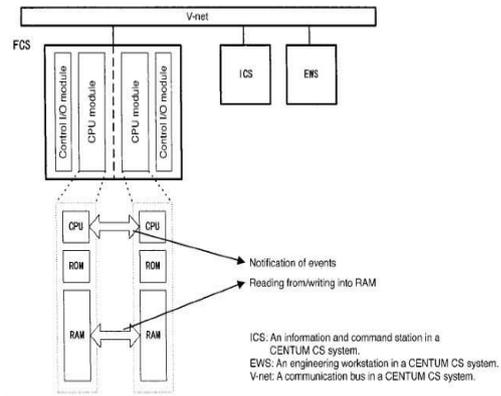
DCS adalah sebuah sistem kontrol yang biasanya digunakan pada sistem manufacture atau proses, dimana elemen controller tidak terpusat pada central system (sistem pusat), tetapi tersebar di sistem dengan komponen sub sistem di bawah kendali satu atau lebih perangkat kontrol[2]. DCS digunakan untuk mengendalikan berbagai variabel proses dan unit operasi proses menjadi suatu pengendalian yang terpusat pada suatu control room dengan berbagai fungsi pengendalian, monitoring dan optimasi[5].



Gambar 2.1 Dasar Perangkat Penyusun DCS[2]

B. FCS (Field Control Station)

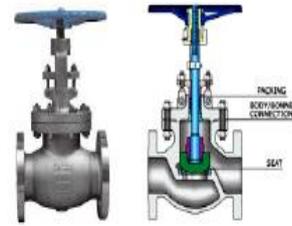
FCS merupakan otak utama dari sistem DCS, pada unit ini terjadi proses pengumpulan, penyimpanan, pengolahan dan pengiriman data pada V net/IP. Tiap vendor DCS memiliki modul yang berbeda-beda, pada vendor YOKOGAWA FCS secara dasar tersusun atas CPU (Central Processor Unit), power supply (power supply dan battery), perangkat komunikasi (bus coupler dan Vnet/IP) dan modul I/O[6]. Detail Single FCS (Field Control System) dapat dilihat pada Gambar 2.3..



Gambar 2.3 Detail Single FCS[3]

C. Control Valve

Control valve adalah suatu alat yang digunakan untuk mengendalikan aliran, tekanan, suhu dan level cairan dengan cara mengubah pembukaan atau penutupan dari katup sesuai dengan set point yang ditentukan. Pada suatu loop proses hanya ada resistansi variable yang dikontrol, sedangkan resistansi berubah-ubah karena perubahan aliran pada sistem atau karena lapisan pipa dan permukaan dinding peralatan. Variasi resistansi ini tidak diinginkan dan harus dikompensasi dengan menggunakan control valve[4].

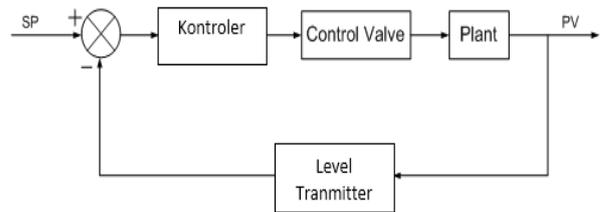


Gambar 2.2 Globe Valve[4]

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Diagram Blok Pengendalian Otomatis

Diagram blok untuk pengendalian otomatis ditunjukkan pada gambar 2. 4.



Gambar 2.4 Diagram Blok Pengendalian Otomatis

B. Pemodelan Matematis Sistem

Pengendalian level liquid pada knock out drum B-501 harus dijaga kestabilannya sesuai dengan nilai yang telah ditentukan. Untuk memodelkan knock out drum digunakan Hukum keseimbangan massa. Hukum ini menyatakan bahwa. “jumlah massa yang masuk kedalam sistem sebanding dengan jumlah massa yang keluar dari sistem serta massa yang terakumulasi dalam sistem itu sendiri”. Masukan untuk knock out drum adalah aliran liquid dan keluaran dari proses adalah aliran liquid bertekanan rendah.

Karena laju perubahan massa dalam tangki dibagi menjadi 2 fase yaitu liquid dan vapor, maka persamaannya menjadi:

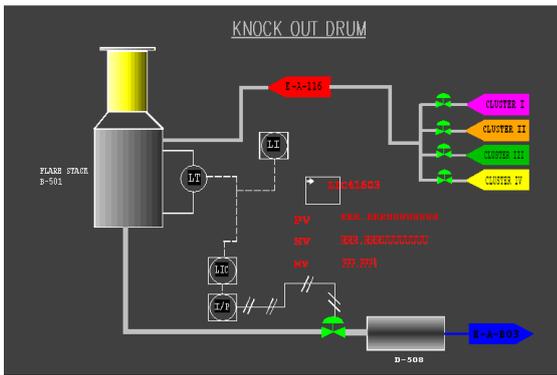
$$\rho_l \frac{dV_l}{dt} + \rho_v \frac{dV_v}{dt} = m_1 - m_v \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- $\rho_l \frac{dV_l}{dt}$ = Laju perubahan massa liquid
- $\rho_v \frac{dV_v}{dt}$ = Laju perubahan massa vapor
- m_1 = Laju massa liquid masuk
- m_v = Laju massa vapor keluar
- ρ_l = Massa jenis liquid
- ρ_v = Massa jenis vapor

Pada perancangan Software, simulasi ini menggunakan program DCS CENTUM CS 3000 yang memang dikhususkan untuk mengendalikan sistem pengendalian level pada knock out drum secara real time. Pada software DCS ini prinsip kerjanya adalah adanya pengaturan variable , tipe data, kontrol program, fungsi instrumen dan beberapa fungsi logika kontrol. Untuk mensimulasikan sistem pengendalian level pada knock out drum cukup menekan tombol running FCS pada taskbar software centum. Adapun tampilan pengendalian level pada

knock out drum yang telah dirancang dapat dilihat pada gambar 2. 5.



Gambar 2.5 Tampilan Pengendalian Level Pada Knock Out Drum yang telah dirancang

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

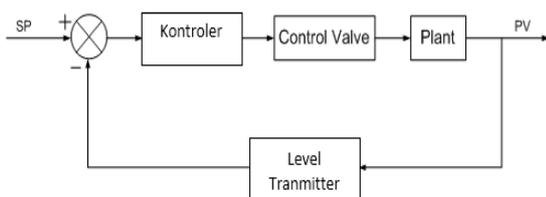
Dalam pembuatan proyek akhir ini, penulis melakukan pengujian dan analisa sistem yang telah dirancang dengan menggunakan *software* CENTUM CS 3000. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem hasil perancangan dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi plant yang akan direncanakan.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

A. Pengujian Sistem Pada Software

Pengujian sistem pada *software* merupakan proses penyajian data yang akan terjadi pada saat sistem merespon perubahan SV (*Setpoint value*) dan MV (*Manipulated Value*) pada saat diberikan manipulasi data yang berbeda. Serta dapat mengontrol perubahan pada sistem dengan mudah dan secara *realtime*, sehingga mempermudah operator lapangan dalam menganalisa dan mengontrol level pada knock out drum yang akan dihasilkan.

B. Pengujian PID Pada Pengendalian Level

Diagram blok untuk pengendalian otomatis ditunjukkan pada gambar 3.1.



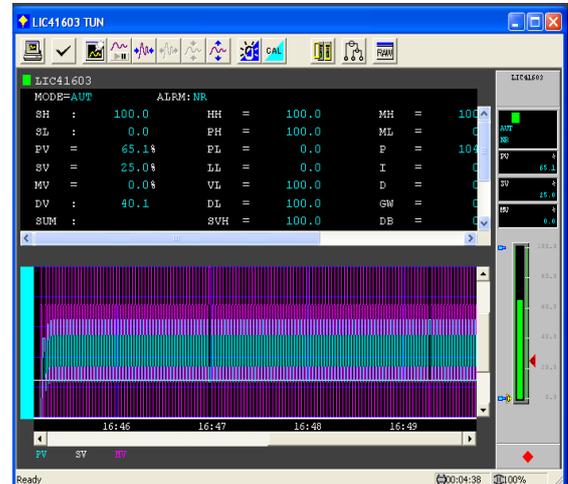
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Pengendalian Level

C. Pengujian Sistem Menggunakan Parameter Kendali P

1) Tuning Pengendali P Ziegler-Nichols

Pengujian parameter pengendali bertujuan untuk melihat tanggapan respon system. Ketepatan parameter kendali

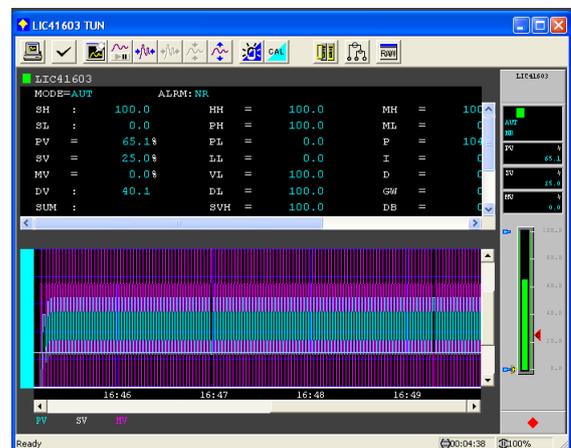
merupakan suatu hal yang sangat berguna pada sistem, baik dalam kecepatan respon sistem, mengurangi error sistem, maupun kecepatan dalam hal menangani error. Sebelum dilakukan simulasi terlebih dahulu dilakukan tuning PID dengan memberikan nilai $P = 104,5425$.



Gambar 3.2 Respon LIC 41603 menggunakan parameter pengendali P dengan metode Ziegler-Nichols

2) Tuning Pengendali P Shinsky

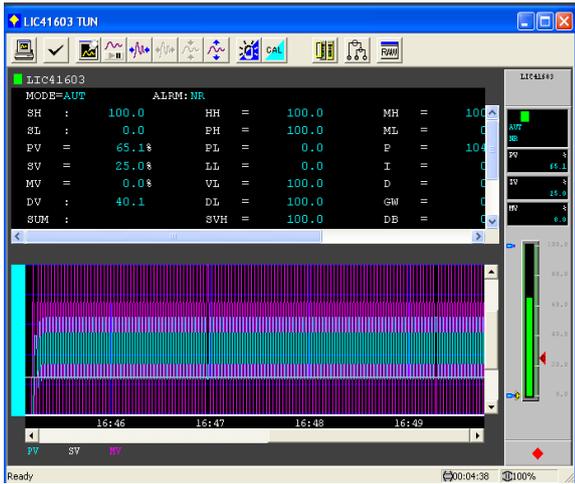
Sebelum dilakukannya simulasi terlebih dahulu dilakukan tuning PID dengan memberikan nilai $P = 104,5425$. Sehingga diperoleh respon sistem seperti pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Respon LIC 41603 menggunakan parameter pengendali P dengan metode Shinsky

3) Tuning Pengendali P Tyreus-Luyben

Untuk mensimulasikan sistem, maka terlebih dahulu dilakukan tuning PID dengan memberikan nilai $P = 104,5425$. Sehingga diperoleh respon sistem seperti pada Gambar 3.4.

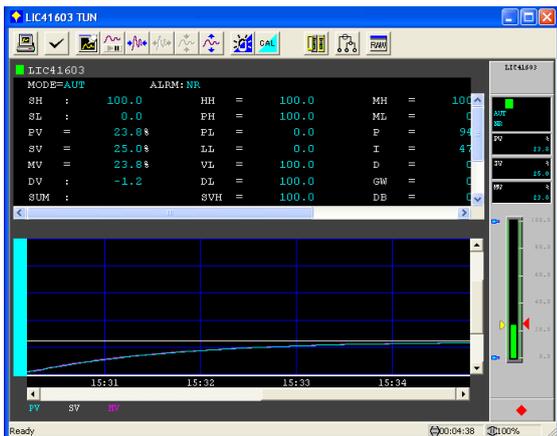


Gambar 3.4 Respon LIC 41603 menggunakan parameter pengendali P dengan metode *Tyreus-Luyben*

D. Pengujian Sistem Menggunakan Parameter Kendali PI

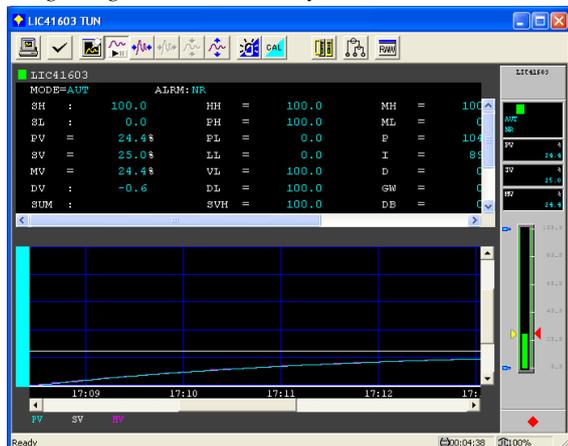
1) Tuning Pengendali PI Ziegler-Nichols

Pengujian menggunakan pengendali PI dengan metode Ziegler-Nichols dapat disimulasikan dengan menginput nilai parameter kendali $K_p = 94,08$ dan $K_i = 47,40$ sehingga respon sistem yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Respon LIC 41603 menggunakan parameter pengendali PI dengan metode *Ziegler-Nichols*

2) Tuning Pengendali PI Shinsky



Gambar 3.6 Respon LIC 41603 menggunakan parameter pengendali PI dengan metode *Shinsky*

Parameter kendali PI menggunakan metode Shinsky dengan nilai $K_p = 104,54$ dan $K_i = 89,14$. Sehingga hasil respon sistem yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 3.6.

3) Tuning Pengendali PI Tyreus-Luyben

Pada metode ini, nilai parameter yang diperoleh yaitu $K_p = 63,33$ dan $K_i = 11,51$ sehingga respon sistem yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Respon LIC 41603 menggunakan parameter pengendali PI dengan metode *Tyreus-Luyben*

E. Pengujian Sistem Menggunakan Parameter Kendali PID

1) Tuning Pengendali PID Ziegler-Nichols

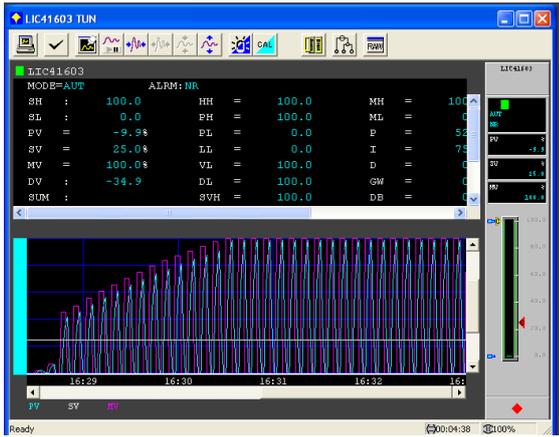
Pengujian parameter kendali ini diperoleh dengan dengan menginput nilai kendali yaitu $K_p = 125,45$, $K_i = 165,24$ dan $K_d = 0,18$ sehingga respon sistem yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Respon LIC 41603 menggunakan parameter pengendali PID dengan metode *Ziegler-Nichols*

2) Tuning Pengendali PID Shinsky

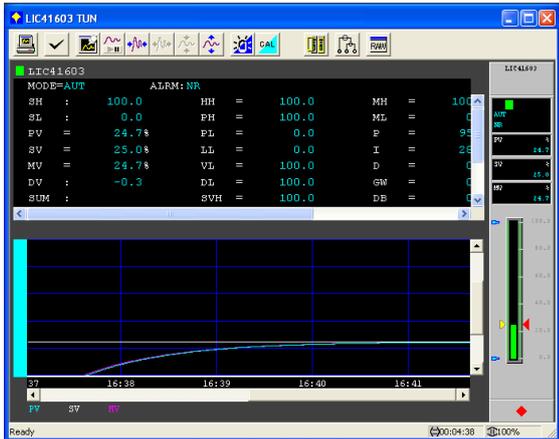
Untuk melakukan tuning pada pengendali ini, nilai parameter yang diinput yaitu $K_p = 52,27$, $K_i = 75,73$ dan $K_d = 0,18$ sehingga respon sistem yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Respon LIC 41603 menggunakan parameter pengendali PID dengan metode *Shinskey*

3) Tuning Pengendali PID Tyreus-Luyben

Dengan menginput nilai parameter kendali $K_p = 95.03$, $K_i = 28.44$ dan $K_d = 0.24$ respon sistem dapat dilihat seperti pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Respon LIC 41603 menggunakan parameter pengendali PID dengan metode *Tyreus-Luyben*

Berdasarkan hasil pengujian simulasi pengendalian level LIC41603 menggunakan pengendali P, PI dan PID dengan metode *Ziegler-Nichols*, *Shinskey* dan *Tyreus-Luyben*. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan pengendali P tidak cocok diterapkan untuk mengendalikan level LIC41603 karena hasil performansi yang diperoleh terjadinya osilasi seperti yang terlihat pada Gambar 8 diatas.

Hasil performansi yang diperoleh dengan menggunakan pengendali PI lebih baik dibandingkan dengan pengendali P karena tidak adanya lewatan maksimum atau maksimum overshoot. Pada pengendali PI dengan metode *Ziegler-Nichols* waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai setpoint atau setting time (t_s) selama 6 menit, metode *Shinskey* diperlukan setting time (t_s) selama 10 menit untuk mencapai nilai setpoint, sedangkan dengan metode *Tyreus-Luyben* hasil performansi yang diperoleh untuk mencapai nilai setpoint atau setting time (t_s) selama 2 menit. Pada pengendali PI ini, tidak ada nya osilasi dan *error steady state* yang diperoleh hanya saja waktu untuk mencapai nilai setpoint bervariasi setiap metodenya. Berikut adalah tabel hasil pengujian tipe pengendali PI :

TABEL 1
PENGUJIAN TIPE PENGENDALI PI

NO	Metode	Kriteria				Keterangan	
		Setpoint	MV	Setting Time	Max Overshoot		
1	Ziegler-Nichols	25%	23,8%	6 Menit	0	0	Stabil
2	Shinskey	25%	24,4%	10 Menit	0	0	Marginally Stable
3	Tyreus Luyben	25%	25%	2 Menit	0	0	Stabil

Hasil performansi yang diperoleh dengan pengendali PID menggunakan metode Ziegler-Nichols setting time (t_s) yang diperoleh yaitu selama 22 menit, metode Shinskey diperoleh hasil performansi osilasi karena nilai parameter K_i yang terlalu besar sehingga sistem tidak dapat stabil. Kemudian, pada metode Tyreus-Luyben setting time (t_s) selama 3 menit untuk mencapai nilai setpoint. Ketiga kategori diatas sesuai dengan aturan definisi kestabilan yang telah diuraikan pada bahasan teori analisa kestabilan. Berikut adalah tabel hasil pengujian tipe pengendali PID :

TABEL 2
PENGUJIAN TIPE PENGENDALI PID

NO	Metode	Kriteria				Keterangan	
		Setpoint	MV	Setting Time	Max Overshoot		
1	Ziegler-Nichols	25%	24,2%	22 Menit	0	0	Marginally Stable
2	Shinskey	25%	Osilasi	-	0	0	Tidak Stabil
3	Tyreus Luyben	25%	24,7%	4 Menit	0	0	Stabil

Respon sistem yang paling cocok setelah dilakukannya pengujian yaitu menggunakan pengendali PI dengan metode *Tyreus-Luyben*. Dimana, hasil performansi sistem diketahui tidak terjadi lewatan maksimum atau maksimal overshoot dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai setpoint atau setting time (t_s) selama 2 menit. Dari beberapa pengendali dan metode yang digunakan, hanya pengendali PI dengan metode *Tyreus-Luyben* yang memperoleh hasil performansi yang sangat cepat. Ketiga kategori diatas sesuai dengan aturan definisi kestabilan yang telah diuraikan pada bahasan teori analisa kestabilan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pada simulasi pengendalian level pada knock out drum di PT Pertamina Hulu Energi NSB menggunakan DCS CENTUM CS 3000, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tipe pengendali yang tepat untuk mengendalikan level *knock out drum* LIC41603 yaitu pengendali PI dengan metode Tyreus-Luyben dengan setting time (t_s) yang dibutuhkan selama 2 menit.
2. *Error steady state* yang terjadi pada saat sistem sudah stabil adalah nol atau sistem pengendalian level memiliki hasil yang sesuai dengan *set point* yang diberikan.

3. Hasil yang diperoleh tidak adanya lewatan maksimum atau *maksimal overshoot*.

REFERENSI

- [1] Rismawan, Agung (2015). "Konsep Sistem Loop Terbuka dan Tertutup".
- [2] Dharmawijaya, (2017). "Distributed Control System" (Online).
- [3] Ogata, K. 1995. Teknik Kontrol Automatik. Terjemahan : Edi Laksono Ir. Jakarta : Penerbit Erlangga
- [4] Arita, (2019). "Pengertian Valve Tipe Globe" (Online). Tersedia : <https://alvindocs.com> > news-events > read > cara-kerja-control-valve
- [5] Ali, Muhammad. (2013). "Fungsi dan Cara Kerja DCS" Modul Ajar Sistem Kendali Terdistribusi Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta.
- [6] Ogata, Katsuhiko. 1997. Teknik Kontrol automatic (sistem pengaturan). Jilid I, Terjemahan Edi Laksono. Bandung : Erlangga