

STUDI PENGENDALIAN PADA DEAERATOR 101-U MENGGUNAKAN SOFTWARE DCS CENTUM CS3000 DI PT PUPUK ISKANDAR MUDA

Puji Ladaia¹, Muhammad Kamal², Rusli³

^{1,2,3} Prodi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: pujiladaia@gmail.com¹, MuhammadKamal@pnl.ac.id², Rusli@pnl.ac.id³

ABSTRAK

Pada *deaerator* 101-U diterapkan sistem pengendali level untuk proses *deaerasi* yaitu menghilangkan sebagian kecil gas terlarut dari *feedwater* sebelum digunakan umpan *boiler*, gas yang diserap ini umumnya O₂ dan CO₂. Apabila tidak dihilangkan dapat membentuk senyawa kimia yang dapat menyebabkan korosi, sehingga harus dijaga *level* *deaerator* 101-U sesuai dengan nilai set point yaitu 70% atau setara 190 m³/H. Apabila mengalami high level pada saat itu tidak akan maksimal penghilangan gas-gas yang terlarut. Hasil perancangan menggunakan *software* DCS (*Distributed Control System*) metode *Ziegler-Nichols* dibandingkan metode *Shinsky*, pada penelitian ini *level* akan dicascadekan dengan *flow*. Pada LIC1030 diperoleh nilai K_p = 158,6, K_i = 25,921 dengan SV = 70% maka hasil respon yang keluar dalam rentang 70% serta pada FIC1056 diperoleh K_p = 123,069 dan K_i = 23,897, dengan SV = 183,9 m³/H maka PV (Proses Variable) bernilai 183,9 m³/H dengan bukaan valve 73%. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan simulasi menggunakan *software* MatLab dengan cara membuat pemodelan matematis pada plant untuk mendapatkan fungsi alih menggunakan pengendali PI dengan menggunakan metode *Ziegler-Nichlos* dan metode *Shinsky*. Hasil pengujian menggunakan pengendali PI dengan metode *Ziegler Nichlos* adalah yang paling ideal untuk mengendalikan *level* pada *deaerator* 101-U dengan nilai K_p = 158,6 dan K_i = 25,921 menghasilkan respon stabil berupa lewatan *maximum overshoot* 15% pada waktu puncak (*Peak Time*) 0,132 detik dan waktu naik (*Rise Time*) 15,5 detik serta waktu penetapan (*Settling Time*) 58,832 detik, dimana lewatan maksimum tidak melebihi batas ketentuan (25%).

Kata-kata kunci: *Deaerator 101-U, Kendali PI, Ziegler-Nichols, Shinsky, DCS*

I. PENDAHULUAN

PT Pupuk Iskandar adalah anak perusahaan PT Pupuk Indonesia (Persero) yang bergerak dibidang industri pupuk urea dan industri kimia. PT Pupuk Iskandar Muda memiliki beberapa unit yang masing-masing unit memiliki peranan tersendiri dalam rantai proses. Salah satu dari unit tersebut adalah unit Amonia, yang merupakan unit produksi bahan baku pupuk urea. Pembuatan pupuk ini membutuhkan *steam*, bahan baku utama yang dibutuhkan sebagai pembangkit *steam* adalah air. Air umpan sebelum masuk ke *steam drum* perlu dihilangkan terlebih dahulu kandungan oksigen dan karbon dioksida yang keduanya merupakan bahan yang bersifat *korosif*. Proses penghilangan gas-gas tersebut terdapat pada sistem *Deaerator* 101-U.

Deaerator 101-U berfungsi untuk membuang sebagian kecil gas terlarut dari *feedwater* sebelum digunakan umpan *boiler*. Gas yang diserap ini umumnya O₂ dan CO₂, apabila tidak dihilangkan dapat membentuk senyawa kimia yang dapat menyebabkan perkaratan pada pipa dan peralatan yang terbuat dari logam sehingga *deaerator* 101-U ini merupakan alat yang penting dan cukup sensitif. Proses penghilangan

gas-gas tersebut dengan menambahkan *steam* sebagai pemanas yang mampu menguapkan gas-gas tersebut didalam air. Jika *deaerator* tidak dapat bekerja dengan baik, hal itu dapat mempengaruhi penggunaan bahan kimia (*hydrazine*) untuk mengantisipasi oksigen terlarut. Pada *deaerator level* air harus dikontrol agar tidak melebihi muatan yang diizinkan supaya *supply* air ke dalam *boiler* dapat terus terpenuhi. *Level* air di dalam *deaerator* 101-U dapat diseimbangkan dengan cara mengendalikan laju aliran yang masuk ke dalam *deaerator*. *Control valve* digunakan untuk mengontrol laju aliran yang memasuki *deaerator* 101-U.

Pengendalian *level* air *deaerator* 101-U di PT Pupuk Iskandar Muda menggunakan sistem kendali PI (*Proporsional plus Integral*). Adapun penulis berupaya untuk membuat pemodelan pada peralatan sistem kendali berupa tangki *deaerator* 101-U, *control valve*, *level transmitter* dan *flow transmitter* serta pengendalian *level* pada *deaerator* 101-U menggunakan pengendalian PI (*Proporsional plus Integral*) dengan menggunakan metode *tuning Ziegler-Nichols* dan metode *Shinsky*,

yang kemudian disimulasikan menggunakan *software* DCS Centum CS3000.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Deaerator pada PLTU memiliki fungsi untuk mengurangi kadar O₂ dan CO₂ yang terkandung didalam air. Agar fungsi deaerator dapat maksimal, maka *level* air didalam tangki deaerator perlu dijaga agar sesuai setpoint yang diberikan. Sistem kendali *level* air sering mengalami kegagalan saat dilakukan proses auto, yaitu ketika *level* air akan mengikuti perubahan pembebanan, serta sistem kendali plant yang tidak mampu mengikuti perubahan setpoint. Agar sistem dapat berjalan secara auto dan dapat mengikuti perubahan setpoint, diperlukan metode *tuning Ziegler-Nichols* metode osilasi dan metode *Auto tuned*. Hasil dari *tuning* metode *Auto Tuned* didapatkan *rise time* 4,58s; *overshoot* 36%; *settling time* 37,1s; dan *error steady state* 0,28%. [2]

Hasil pengujian pengendalian level *Steam Drum* HRSG 9203A dengan dua buah pengendalian yaitu mengendalikan level sebagai *loop primer* dan *flow* sebagai *loop sekunder* dapat dilihat bahwa metode *Ziegler Nichols* merupakan metode yang ideal bagi sistem pengendalian *Level* pada *Steam Drum* HRSG 9203A. [3]

A. Pengertian Deaerator 101-U

Deaerator merupakan plant yang digunakan untuk memanaskan air umpan boiler. Selain itu *deaerator* memiliki fungsi yang sangat penting yaitu untuk menghilangkan gas-gas yang terkandung dalam air seperti karbondioksida dan oksigen yang akan diumpankan ke *boiler*. Gas-gas tersebut dapat membentuk senyawa kimia yang dapat menyebabkan korosi pada dinding boiler dan pipa-pipa yang dilalui. Oleh karena itu gas-gas tersebut perlu dihilangkan dalam kandungan air umpan boiler melalui proses deaerasi yang dilakukan didalam deaerator. [1]

Adapun bentuk fisik dari *deaerator* 101-U di PT Pupuk Iskandar ditunjukkan pada Gambar 1.



Gbr 1. Deaerator 101-U

B. Level Transmitter (61-LT-1030)

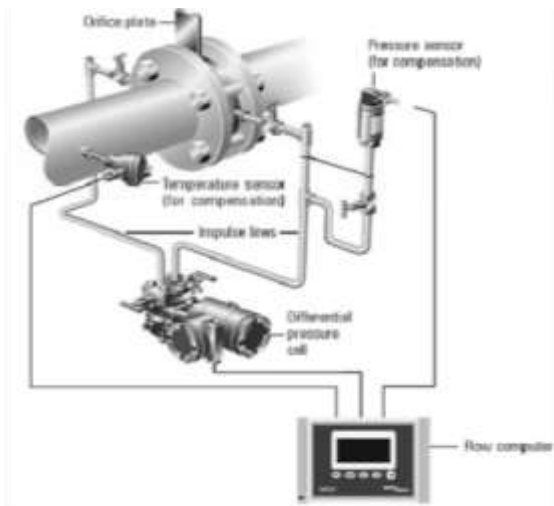
Level Transmitter adalah alat yang mengubah besaran yang dideteksi oleh sensor menjadi sinyal instrumen dan mengirimnya ke kontroler. Pada *deaerator* 101-U, *level transmitter* yang digunakan adalah *DP transmitter* elektrik dengan kode tag number 61-LT-1030. Jenis *transmitter* model ini disebut *compact transmitter*, karena sensor dengan *transmitter* nya berada pada tempat yang sama. Sensor *DP transmitter* mendeteksi perbedaan tekanan yang terjadi pada *deaerator* 101-U. Perbedaan tekanan terjadi saat *deaerator* ini terisi oleh *level* tertentu yang akan memicu naiknya tekanan hidrostatik. Tekanan hidrostatik ini memicu naiknya tekanan sisi bawah pada tangki selanjutnya sisi bawah pada *transmitter* ini menjadi *input high* pada *DP transmitter*. Tekanan hidrostatik yang terbentuk pada *vessel* biasanya cukup kecil dan satuan yang digunakan mmH₂O. Gambar 2 di bawah ini merupakan gambar *differential pressure transmitter* di PT Pupuk Iskandar Muda dengan kode tag number (61-LT-1030).



Gbr 2. DP Transmitter (61-LT-1030)

C. Orifice Plate

Orifice plate adalah salah satu sensor untuk memantau *flow* fluida baik cairan maupun gas. Dalam metode pemantauan *flow* dengan *orifice plate* menggunakan *differential pressure transmitter*. Alat *transmitter differential pressure* dibutuhkan karena pada *orifice plate* terdapat sisi *high pressure* dan sisi *low pressure*. *Orifice Plate* dapat didefinisikan sebagai logam berbentuk lempengan tipis dengan lubang sirkular yang konsentrik dengan eksternal diameter disesuaikan dengan *flange*. *Orifice plate* adalah alat ukur yang menggunakan *orifice plate* sebagai komponen utama dalam pengukuran gas alam. Dalam penggunaan *orifice plate* yang difungsikan sebagai pengukuran *flow*. Sebuah *orifice* dalam pipa ditunjukkan dengan manometer untuk mengukur penurunan dari perbedaan tekanan dari *fluida* yang dihasilkan oleh *orifice*. Gambar 3 merupakan sensor *orifice*.



Gbr 3. Orifice Plate Meter

D. Control Valve

Control valve adalah jenis valve yang digunakan untuk mengendalikan tekanan, temperature, dan level cairan (fluida) secara otomatis, dengan cara mengendalikan pembukaan atau penutupan dari valve sesuai dengan set point yang dikontrol. Control valve juga disebut final element karena berada di akhir siklus pengendalian. Pada proses pengendalian level pada deaerator 101-U, control valve yang digunakan adalah air to open jenis butterfly valve. Bentuk fisik dari control valve dengan kode tag number 61-FV-1056 ditunjukkan pada gambar 4.



Gbr 4. Control Valve

E. Aksi Kontrol Proporsional plus Integral (PI)

Aksi pengendali proporsional plus integral didefinisikan dengan persamaan berikut:

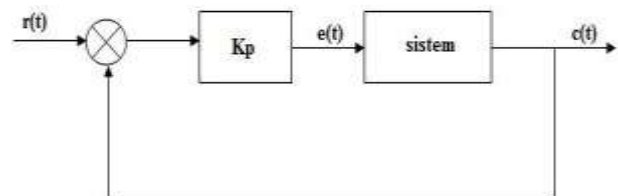
$$u(t) = Kp e(t) + Ki \int_0^t e(t)dt \quad (1)$$

Atau fungsi alih pengendali ini adalah:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = Kp \left(1 + \frac{1}{Tis} \right) \quad (2)$$

F. Metode Tuning Ziegler-Nichols

Metode penalaan Ziegler-Nichols yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Ziegler-Nichols osilasi. Metode ini dilakukan dengan cara eksperimen dengan memberikan pengendali proporsional yang disusun secara seri terhadap plant pada suatu sistem loop tertutup seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gbr 5. Sistem Loop Tertutup Dengan Pengendali Proporsional

Metode ini berguna untuk sistem yang mempunyai step respon berosilasi terus menerus dengan teratur. Dengan kata lain, sistem berintegrator ($\frac{1}{s}$). Nilai penguatan Proporsional pada saat sistem mencapai kondisi beramplitudo tetap (sustain oscillation) disebut penguatan kritis (Kcr) yang bernilai sama dengan Kp.[4]

TABEL I
Penentuan Parameter Pengendali Menggunakan Metode Osilasi

Tipe Pengendali	Kp	Ti	Td
P	0,5 Kcr	∞	0
PI	0,45 Kcr	$\frac{1}{1,3} Pcr$	0
PID	0,6 Kcr	0,5 Pcr	0,125 Pcr

G. Metode Tuning Shinsky

Pada metode Shinsky nilai parameter dari pengendalian (P), Proporsional plus Integral (PI), dan Proporsional plus integral plus derviatif (PID) dapat di tentukan berdasarkan Tabel 2.

TABEL II
Penentuan Parameter Pengendali Menggunakan Metode Shinsky

Tipe Pengendali	Kp	Ti	Td
P	$\frac{Kcr}{2}$	∞	0
PI	$\frac{Kcr}{2}$	$\frac{Pcr}{2,2}$	0
PID	$\frac{Kcr}{4}$	$\frac{Pcr}{2,2}$	$\frac{Pcr}{8,3}$

H. Distributed Control System (DCS)

DCS (*Distributed Control System*) merupakan suatu pengembangan *system control* dengan menggunakan komputer dan alat elektronik lainnya agar didapat pengontrol suatu *loop* sistem yang lebih terpadu dan dapat dikendalikan oleh semua orang dengan cepat dan mudah. Alat ini dapat digunakan untuk mengontrol proses dalam skala menengah sampai besar.

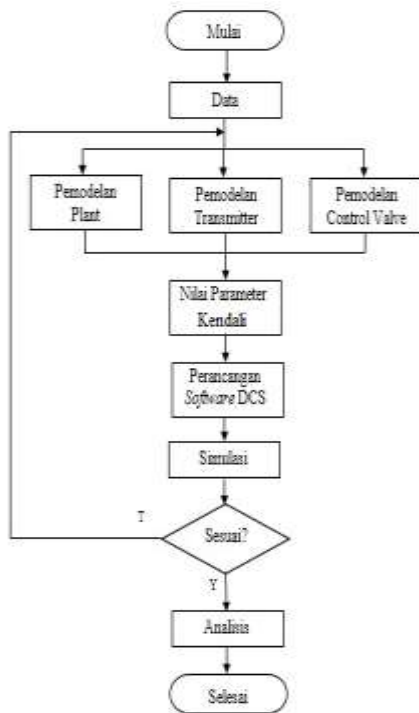
Adapun jenis sistem kontrol yang bisa di diaplikasikan pada DCS (*Distributed Control System*) ini bisa menggunakan kontrol PID, dimana pada sistem kontrol PID bisa melakukan pengaturan secara logic maupun sekuensial.

Distributed Control Sistem (DCS) digunakan sebagai kontrol terdistribusi yang mampu mendapatkan informasi dari lapangan kemudian menerapkannya pada aktivitas untuk pergerakan aktuator. Variabel- variabel proses yang diukur dilapangan secara analog akan dikirim ke suatu stasiun kontrol lapangan, adapun variabel yang terukur sinyalnya masih analog (4-20 mA/1-5 Vdc) kemudian diubah menjadi sinyal digital. Hasil pengukuran oleh sistem instrumentasi di *plant* dalam pabrik dapat ditampilkan dan dikendalikan pada PC yang terkait atau terhubung dengan DCS.

III. METODOLOGI

Adapun tahapan dalam penyelesaian penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.

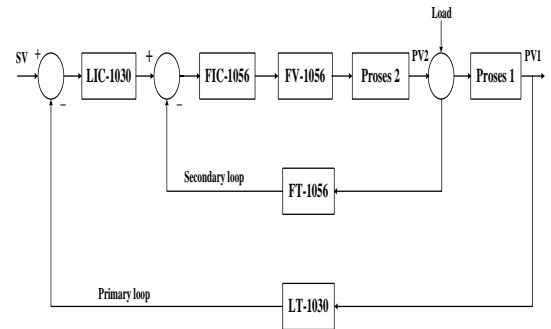
A. Alur Penelitian



Gbr 6. Flow Chart

B. Diagram Blok Pengendalian Otomatis

Diagram blok sistem untuk pengendalian PI otomatis ditunjukkan pada Gambar 7.



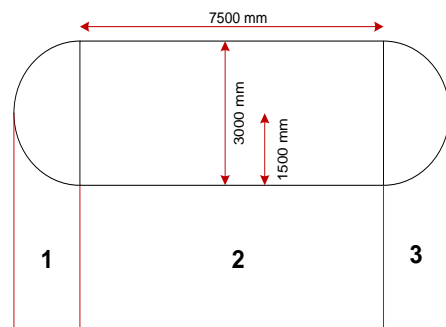
Gbr. 7 Diagram Blok Pengendalian Otomatis

Adapun tujuan utama pengendalian bertingkat (*cascade control*) untuk mengukur Level Transmitter (LT), supaya mencapai LT

dalam keadaan stabil FT harus dikendalikan menggunakan valve yang sama. *Deaerator* 101-U di PT Pupuk Iskandar Muda ini menerapkan PI (Proposional plus Integral) sebagai sistem kendali pada plant. Pada plant ini, kontrol *flow feedwater* bertindak sebagai pengontrol *loop sekunder*, sedangkan kontrol *level* bertindak sebagai pengontrol *loop primer* (kontrol utama).

C. Pemodelan Matematis Deaerator 101-U

Pengendalian Level pada deaerator 101-U harus dijaga pada nilai 70% agar tetap stabil. Bila level tersebut tidak sesuai dengan setpoint maka akan menimbulkan dampak negatif pada tangki *deaerator* 101-U.



Gbr 8. Tangki Deaerator 101-U

Aliran gas melalui penghalang merupakan fungsi dari beda tekanan gas $P_i - P_o$. Sistem tekanan seperti itu dapat dicirikan dalam bentuk tekanan dan kapasitansi.[4]

TABEL III
Data Hasil Observasi

Level Fluida Aliran Masuk	Level Fluida Dalam Tangki	Laju Aliran Fluida
190 m ³ /H	112 m ³ /H	53,2 kg/s

Fungsi alih pada tangki deaerator 61-101-U adalah:

$$\frac{Po(S)}{Pi(S)} = \frac{1}{RCs}$$

$$\frac{Po(S)}{Pi(S)} = \frac{1}{1,466 \times 148,3 s + 1}$$

$$\frac{Po(S)}{Pi(S)} = \frac{1}{217,4 s + 1}$$

D. Pemodelan Control Valve

Control valve adalah jenis valve yang digunakan untuk mengendalikan tekanan, temperature, dan level cairan (fluida) secara otomatis, dengan cara mengendalikan pembukaan atau penutupan dari valve sesuai dengan set point yang dikontrol. Control valve juga disebut final element karena berada di akhir siklus pengendalian. Pada proses pengendalian level pada tangki deaerator 101-U, control valve yang digunakan adalah air to open jenis butterfly valve. Control valve memiliki masukan sinyal berupa arus listrik kemudian diubah menjadi tekanan melalui I/P Converter yang mengubah sinyal input 4-20 mA menjadi sinyal pneumatic 0-33 Psi.

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

$$Mv(s) = \frac{6,856}{1,785s + 1}$$

E. Pemodelan Level Transmitter

Level Transmitter adalah alat yang mengubah besaran yang dideteksi oleh sensor menjadi sinyal instrumen dan mengirimnya ke kontroler. Pada deaerator 101-U, level transmitter yang digunakan adalah DP transmitter elektrik dengan kode tag number 61-LT-1030. Jenis transmitter model ini disebut compact transmitter, karena sensor dengan transmitter nya berada pada tempat yang sama.

Fungsi transfer untuk level transmitter 61-LT-1030 adalah sebagai berikut:

$$GT = \frac{20 - 4 \text{ mA}}{2,534 - 0 \text{ m}}$$

$$GT = \frac{16 \text{ mA}}{2,534 \text{ m}}$$

$$GT = 6,31 \text{ mA/m}$$

F. Pemodelan Flow Transmitter

Orifice plate adalah salah satu sensor untuk memantau flow fluida baik cairan maupun gas. Dalam metode pemantauan flow dengan orifice plate menggunakan differential pressure transmitter. Alat transmitter differential pressure dibutuhkan karena pada orifice plate terdapat sisi high pressure dan sisi low pressure.

Fungsi transfer untuk flow transmitter 61-FT-1056 adalah sebagai berikut:

$$Gp = \frac{20 - 4 \text{ mA}}{53,2 - 0 \text{ Kg/s}}$$

$$Gp = \frac{16 \text{ mA}}{53,2 \text{ Kg/s}}$$

$$Gp = 0,3008 \frac{\text{mA}}{\text{Kg/s}}$$

IV. HASIL DAN ANALISA

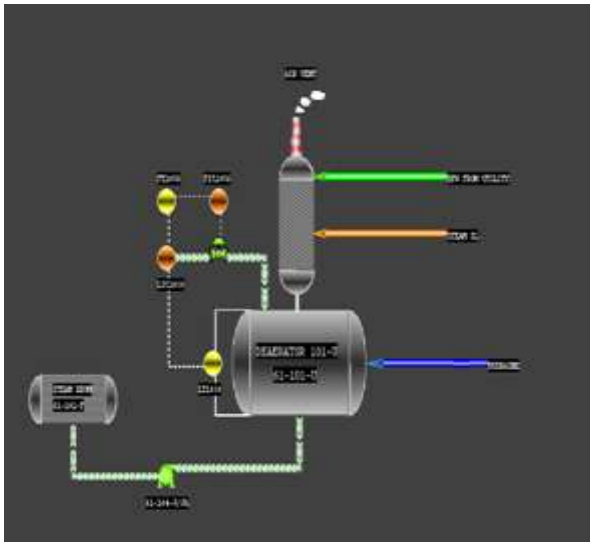
Adapun pengujian sistem pada software DCS merupakan proses penyajian data yang akan terjadi pada saat sistem merespon perubahan SV (Setpoint Value) dan MV (Manipulated Variable) pada saat diberikan manipulasi data yang berbeda. Serta dapat mengontrol perubahan pada sistem dengan mudah dan secara realtime, sehingga mempermudah operator lapangan dalam menganalisa dan mengontrol level pada deaerator 101-U yang akan ditampilkan.

Pengujian parameter pengendali bertujuan untuk melihat tanggapan respon sistem. Ketepatan parameter parameter kendali merupakan suatu hal yang sangat berguna pada sistem, baik dalam kecepatan dalam menangani error pada sistem. Pengujian ini dilakukan dengan mengatur parameter Kp dan Ki pada trend window untuk flow dan juga mengatur parameter Kp dan Ki pada trend window untuk level. Pengaturan parameter sesuai dengan perhitungan matematis yang telah dilakukan dengan metode Ziegler Nichols dan Shinsky.

Software Centum CS3000 merupakan software yang telah dilengkapi dengan segala pemodelan alat-alat industri dan berbagai alat instrument yang diperlukan pada saat disimulasikan. Sehingga dapat menampilkan simulasi yang lebih real seperti pada real plant yang ada pada dunia industri proses.

A. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak, simulasi ini menggunakan program DCS Centum CS3000 yang dikhususkan untuk mengendalikan sistem pengendalian level pada deaerator 101-U dapat dilihat pada Gambar 9.

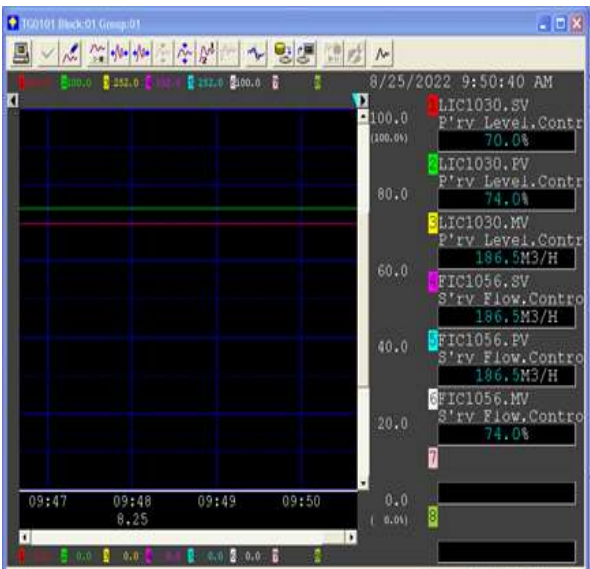


Gbr 9. Pengendalian Level Pada Deaerator 101-U

Pada perancangan simulasi program, program DCS Centum CS3000 adalah program utama dalam simulasi pada project tugas akhir. Proses pembuatan program harus direncanakan atau diatur supaya efektif dengan memperhatikan karakteristik dari peralatan pendukungnya, untuk merancang simulasi program sehingga dapat disimulasikan.

B. Respon Sistem Menggunakan Parameter Pengendali PI Metode Ziegler-Nichols

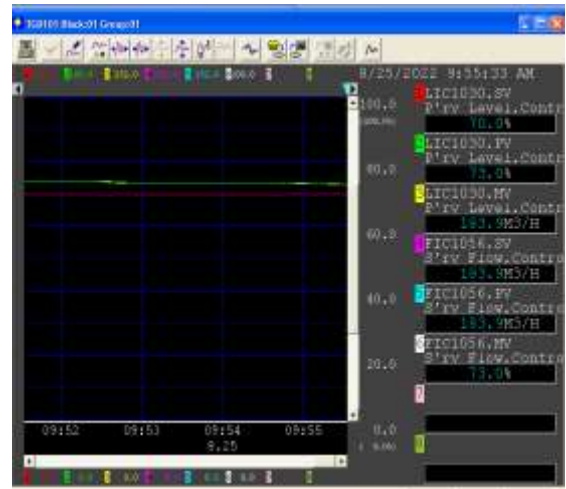
Gambar 10 berikut ini respon sistem menggunakan parameter pengendali PI metode Ziegler-Nichols.



Gbr 10. Respon Sistem Pengendali PI Metode Ziegler Nichols

C. Respon Sistem Menggunakan Parameter Pengendali PI Metode Shinskey

Respon sistem menggunakan parameter pengendali PI metode Shinskey, ditunjukkan pada gambar 11.



Gbr 11. Respon Sistem Pengendali PI Metode Shinskey

TABEL IV
Hasil Respon Pengendalian

	Metode	Nilai Parameter	Lewatan Maksimum (%)	Waktu Puncak (s)	Waktu Naik (s)	Waktu Penetapan (s)
1	Ziegler-Nichlos	Kp = 158,6 Ki = 25,921	15	0,132	58,832	15,2
2	Shinkey	Kp = 176,2 Ki = 48,647	15	0,113	68,96	18,08
3	PT PIM	Kp = 100 Ki = 350	12	0,097	74,07	45,80

Adapun metode *shinskey* dengan parameter pengendali PI yang disimulasikan menggunakan alat bantu *software* MATLAB juga menghasilkan sistem yang stabil dengan *overshoot* maksimum sebesar 15% pada waktu puncak (*Peak Time*) 0,113 detik dan waktu naik (*Rise Time*) 18,08 detik serta waktu penetapan (*Settling Time*) 68,96 detik.

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan alat bantu MATLAB, pengendalian level pada *deaerator* 101-U menggunakan pengendali PI waktu naik dan waktu penetapan menggunakan metode Ziegler Nichlos lebih cepat dari metode Shinskey, namun metode Ziegler dan metode Shinskey nilai parameter tersebut dapat di terapkan pada proses pengendalian level pada *deaerator* 101-U untuk proses *dearasi*, dikarenakan menghasilkan respon yang stabil dimana lewatan maksimum (maximum overshoot) tidak melebihi batas ketentuan 25%.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan Pengujian dan analisa, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Hasil pengujian pengendalian level deaerator menggunakan DCS (*Distributed Control System*) dengan dua buah pengendalian yaitu mengendalikan level sebagai loop primer dan flow sebagai loop sekunder memakai metode Ziegler-Nichols performansi nya stabil dibandingkan metode Shinskey, SV (*Setpoint Value*) bernilai 70% maka PV (*Proses Variable*) bernilai 183,9 m³/H dengan bukaan valve 73%.
2. Hasil pengujian menggunakan MatLab dengan kenadali PI metode *Ziegler Nichlos* adalah yang paling ideal untuk mengendalikan *level* pada *deaerator* 101-U dengan nilai $K_p = 268,11$ dan $K_i = 43,680$ menghasilkan respon stabil berupa lewatan *maximum overshoot* 15%.

REFERENSI

- [1] Nanda Pricilya. (2017). **Level Berbasis Mrac Pada Deaerator Unit 101-U Di PT. Petrokimia Gresik.**
- [2] Robby Armando Haryanto. (2020) “**Perancangan Sistem Kendali Level Air Pada Deaerator menggunakan Kendali PID Studi Kasus PLTU 2x110 MW Teluk Balikpapan**”.
- [3] Husnul Riza, Kamal, M., Hardi, S., Teknologi, P., & Instrumentasi, R. 2019. **Pengendalian level Steam Drum HRSG 9203A.**
- [4] Ogata, Katsuhiko. 1997. **Teknik Kontrol Automatic. Jilid I Edisi Kedua.** Terjemahan Edi Laksono. Jakarta: Erlangga.