

## ANALISIS PROSES PENGENDALIAN LEVEL TRANSMITTER SEBAGAI CONTROL CAIRAN GLYCOL PADA SYSTEM SIRKULASI DEHYDRATION UNIT (DHU)

Trio Handaka

[triohandaka20@gmail.com](mailto:triohandaka20@gmail.com)

Universitas Bina Darma Palembang

### ABSTRAK

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses pengendalian level transmitter sebagai kontrol cairan glycol pada sistem sirkulasi dehydration unit. Sistem dehidrasi digunakan untuk menghilangkan kandungan air dari gas alam, dan kontrol yang efektif terhadap level cairan glycol sangat penting untuk menjaga kinerja sistem secara optimal. Penelitian ini memfokuskan pada analisis teknis dan operasional dari level transmitter sebagai perangkat kritis dalam sistem kontrol. Metode pengukuran dan pengaturan level cairan glycol dievaluasi untuk memahami sejauh mana kemampuan sistem dalam merespon variasi beban kerja. Pengamatan dilakukan terhadap parameter-proses seperti tekanan, suhu, dan viskositas cairan glycol dalam konteks pengendalian level transmitter. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan wawasan mendalam terkait efisiensi dan ketangguhan sistem pengendalian level transmitter dalam mengatasi tantangan operasional. Implikasi praktis dari temuan ini dapat digunakan untuk meningkatkan performa sistem sirkulasi dehidrasi unit, dengan fokus pada peningkatan ketepatan pengukuran dan responsibilitas terhadap perubahan kondisi operasional.

**Kata Kunci:** Level Transmitter, Cairan Glycol, Sistem Sirkulasi Dehydration Unit.

### PENDAHULUAN

Instrumen kontrol telah mengalami evolusi sepanjang sejarah, mulai dari sederhana hingga kompleks. Pada awalnya, manusia menggunakan instrumen sederhana seperti pengatur api untuk mengendalikan suhu. Seiring waktu, perkembangan teknologi membawa inovasi dalam desain dan fungsi instrumen kontrol. Instrumen kontrol memiliki peran krusial dalam industri, terutama di sektor manufaktur dan proses. Mereka digunakan untuk mengawasi dan mengontrol berbagai parameter seperti suhu, tekanan, kelembaban, dan kecepatan. Instrumen ini meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi risiko kegagalan sistem. Dengan perkembangan teknologi otomatisasi, instrumen kontrol menjadi pusat dalam sistem otomatis yang mengelola dan mengontrol proses tanpa perlu campur tangan manusia secara langsung. Ini meningkatkan kecepatan, ketepatan, dan efisiensi dalam berbagai industri.

Instrumen kontrol modern sering menggunakan berbagai jenis sensor untuk mendeteksi perubahan dalam lingkungan atau proses yang diawasi. Sensor-sensor ini memberikan data kepada sistem kontrol untuk membuat keputusan yang cepat dan akurat. Dengan perkembangan komputasi dan konektivitas, instrumen kontrol semakin cerdas dan terhubung ke sistem jaringan. Ini memungkinkan pengumpulan data real-time, analisis yang lebih baik, dan respons cepat terhadap perubahan kondisi. Meskipun instrumen kontrol telah mencapai tingkat kompleksitas yang tinggi, masih ada tantangan yang perlu diatasi, seperti keamanan siber, integrasi dengan teknologi baru, dan peningkatan efisiensi energi. Inovasi terkini mencakup pengembangan sensor cerdas, kontrol adaptif, dan implementasi

kecerdasan buatan. Instrumen kontrol mencerminkan peran mereka yang krusial dalam meningkatkan keamanan, efisiensi, dan kinerja dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Perkembangan terus-menerus dalam teknologi

menjadikan instrumen kontrol sebagai elemen pokok dalam berbagai sistem yang mengandalkan pengukuran, pemantauan, dan kontrol.

Instrumentasi adalah peralatan kendali dan sistem keselamatan, sistem ini diharuskan memiliki keandalan yang tinggi dalam hal kontrol dan keselamatan suatu alat. Pada pengujian rise topower dipastikan bahwa instrumentasi mempunyai keandalan yang tinggi serta karakteristik redaman yang wajar untuk berbagai gangguan. (Kenji saito, Hiroaki sawahata, DKK, 2004).

Transmitter pada dasarnya merupakan alat yang digunakan untuk mengubah sensing element sebuah sensor menjadi sinyal yang bisa dibaca atau diterjemahkan oleh controller. Terdapat dua macam sinyal untuk mentransmisikan yaitu pneumatik dan elektrik. Sistem transmisi pneumatik adalah transmisi menggunakan udara bertekanan untuk mengirimkan sinyal. Besar tekanan udara yang digunakan adalah sekitar 0 - 30 psi. Sistem ini merupakan sebuah sistem lama sebelum munculnya era elektrik. Sedangkan Sistem transmisi elektronik adalah transmisi memanfaatkan sinyal elektrik untuk mengirimkan sinyal, range yang digunakan untuk transmisi ini adalah 4 - 20 mA dan 1 - 5 VDC. Transmitter ini sendiri ada yang berfungsi sebagai pengirim sinyal saja atau ada yang mengkonversi besaran yang diinginkan. Selain ditransmisikan ke kontroler (control room), transmitter juga memiliki tampilan (display) di lapangan yang digunakan untuk pengecekan secara manual. Biasanya besaran yang ditunjukkan di lapangan adalah berapa persentase dari tekanan. Dari persentase tekanan dikonversikan menjadi berupa flowrate (aliran fluida) atau berapa level (jika mengukur kedalaman) dan sebagainya. Terdapat juga transmitter yang nilai besarannya berupa besaran yang diinginkan yaitu mengukur flow dengan differential pressure (Pamor Gunoto, Insannul Kamil, 2021)

Di industri sistem instrumentasi memiliki kompleksitas yang rumit terutama pada industri proses. Pada industri proses tersebut terdapat beberapa plant yang saling berhubungan. Di dalam plant – plant itu sendiri memiliki beberapa variabel pengukuran yang harus dapat di kontrol dengan baik diantaranya yaitu :

Pressure sensor adalah perangkat yang mendeteksi tekanan dan mengubahnya menjadi sinyal listrik, yang kekuatannya bergantung pada tekanan yang diterapkan, alat ini digunakan untuk mengontrol tekanan fluida atau gas dalam suatu sistem. Alat ini terdiri dari katup yang dirancang untuk membuka atau menutup sebagai respons terhadap perubahan tekanan fluida atau gas, sehingga laju aliran dapat dipertahankan dalam tekanan yang konstan. Adapun komponen pada pressure sensor ialah Pressure switch adalah jenis sakelar yang mematikan listrik ketika tekanan fluida yang telah ditentukan tercapai pada inputnya. Tergantung pada desain sakelar, kontak dapat dilakukan ketika tekanan naik atau turun. Sakelar tekanan sering digunakan dalam industri untuk memantau dan mengelola sistem penggunaan fluida bertekanan secara otomatis.

Temperature sensor adalah komponen yang dapat mengubah besaran panas menjadi besaran listrik sampai dapat mendeteksi fenomena perubahan suhu pada objek tertentu. Adapun komponen pada sensor temperature yang difungsikan sebagai elemen instalasi yang dapat menginterpretasikan dan menampilkan sinyal dari sensor suhu. Indikasi suhu membuatnya sederhana dan terjangkau untuk menilai sensor resistensi yaitu temperature indicators.

Flow Meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran atau kuantitas gas atau cairan yang bergerak melalui pipa. Aplikasi pengukuran aliran sangat beragam dan

setiap situasi memiliki kendala dan persyaratan teknik tersendiri.

Level sensor adalah salah satu elemen penginderaan yang banyak digunakan untuk mengetahui berapa banyak cairan, cairan, atau zat lain yang disimpan dalam sistem terbuka atau tertutup. Salah satu alat tersebut adalah level Transmitter, level Transmitter sendiri adalah sejenis peralatan yang cukup sering dipergunakan dalam dunia Industri, khususnya dalam Industri yang menekankan banyak proses. (Tangkai, 2018). Yang dimaksud dengan pengukuran level disini adalah untuk mengetahui volume atau berat dari cairan yang ada didalam suatu tangki. Untuk mendapatkan hasil pengukuran level yang baik, peralatan instrumentasi harus memiliki ketelitian yang tinggi sehingga hasil pengukuran yang didapatkan betul – betul presisi. Untuk mendapatkan suatu pengukuran level yang maksimal maka harus dilakukan suatu pengaturan akurasi yang sesuai dengan standar pada level Transmitter dengan melakukan kalibrasi.

Untuk melakukan kalibrasi arus 4-20mA digunakan untuk arus listrik yang dipakai dalam proses kalibrasi. Untuk titik nol adalah 4.0mA bukan 0.0mA. 0.0mA menunjukkan bahwa sirkuit terbuka, rangkaian salah, kegalan system atau mode kesalahan seperti kabel terputus. Pemakaian arus listrik 0.0mA bukan pembacaan yang valid dari titik nol dan 0.0mA ini menunjukkan bahwa ada sesuatu yang salah dalam sistem. Penggunaan arus 4-20mA juga karena standar dari ISA, melalui ISA-50.00.01- 1975 (R2012) mengenai “Compatibility of Analog Signals for Electronic Industrial Process Instruments“, yang menstandarkan sinyal untuk arus listrik sebesar 4- 20mA.

Selain itu hasil pengukuran level tersebut akan berguna untuk proses pengaturan level tersebut dan masukan bagi peralatan control seperti Distributed Control System (DCS), Programmable Logic Control (PLC), Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) yang akan kita bahas pada penelitian ini .

Distributed Control System (DCS) merupakan suatu sistem yang 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 (H.S.N. Muzwar, Pamososuryo, DKK 2014). Distributed control system (DCS) digunakan dalam industri untuk memonitor dan mengontrol peralatan yang tersebar dengan atau tanpa campur tangan manusia. Sebuah DCS biasanya menggunakan komputer sebagai controller dan menggunakan proprietary interconnections dan protokol untuk komunikasi. Modul input dan output membentuk part komponen untuk DCS, Prosesor menerima informasi dari modul input dan mengirim informasi ke modul output. Modul input menerima informasi dari instrumentasi input dalam sistem dan modul output mengirim ke instrumen output pada sistem. DCS adalah sebuah istilah yang sangat luas yang menggambarkan sebuah solusi untuk industri yang sangat variatif, termasuk di dalamnya adalah :

- Electrical power grids dan electrical generation plants
- Environmental control systems
- Traffic signal
- Water management system
- Refining dan chemical plants
- PharamaceuticalManufacturing

Progammable Logic Control (PLC) Biasanya digunakan untuk menangani industri dengan pengaturan input/output digital (on-off), dan yang membutuhkan adanya logic operation. Terutama digunakan untuk mengatur suatu relay, karena bekerja secara digital (on-off). Dituntut memiliki scanning time yang cepat dengan orde 1 milisecond.

Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), SCADA digunakan untuk dapat

mengintegrasika dan mengkomunikasikan antar sistem kendali. Bukan sebagai kendali proses secara langsung. SCADA lebih berfungsi sebagai sistem monitor dan akuisisi data secara terpusat, biasanya berada di level manajemen untuk mengamati hasil proses industri (Muhamad Syahrudin, Rummi Santi Rama Sirait, 2017).

**METODOLOGI**

Untuk memperoleh hasil yang bersifat obyektif, maka digunakan beberapa metode. Adapun metode yang digunakan tersebut adalah :

1. Data Primer

Merupakan suatu data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya yaitu PT Pertamina Hulu Rokan Region 1 Zona 4 Pendopo Field. Untuk mendapatkan data primer ini, penulis menggunakan metode :

a. Metode Interview

Dalam metode ini kegiatan yang dilakukan yaitu dengan cara mengumpulkan data-data yang diperlukan dengan cara melalui konsultasi maupun tanya jawab dengan pihak-pihak yang terkait.

b. Metode Observasi

Dalam metode ini yaitu dengan cara terjun langsung mengamati dilapanganbaik teknis ataupun cara nonteknis tentang peralatan-peralatan yang dipakai.

c. Metode Partisipasi

Metode pengumpulan data dan informasi yang melibatkan praktekan secara langsung dalam aktivitas tertentu.

2. Data Sekunder

Merupakan suatu data yang diperoleh tidak secara langsung, melainkan dengan cara :

d. Studi / Riset Perpustakaan

Metode ini yaitu dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan melalui referensi dari berbagai macam buku yang berkaitan dengan permasalahan yang ada, apabila mungkin dapat dilakukan di perpustakaan PT. Pertamina Hulu Rokan Region 1 Zona 4 Pendopo Field.

e. Riset Internet

Metode ini digunakan juga oleh penulis dalam pengumpulan data dan penyusunan laporan. Karena internet merupakan sumber informasi lengkap dari berbagai penelitian banyak orang, selain itu internet dapat diakses dimanapun dan kapanpun.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Adapun hasil dan pembahasan yang didapat setelah selesai proses analisis pengendalian level transmitter sebagai control cairan glycol pada sistem sirkulasi dehydration unit (DHU) di wilayah kerja SPG Musi Barat PT. Pertamina Hulu Rokan Region 1 Zona 4 Pendopo Field sebagai berikut :

**Identifikasi Data**

Untuk mengetahui sistem dan cara kerja dari proses dehydration pada penelitian ini, diperlukan proses identifikasi dari alat-alat yang digunakan antara lain sebagai berikut :

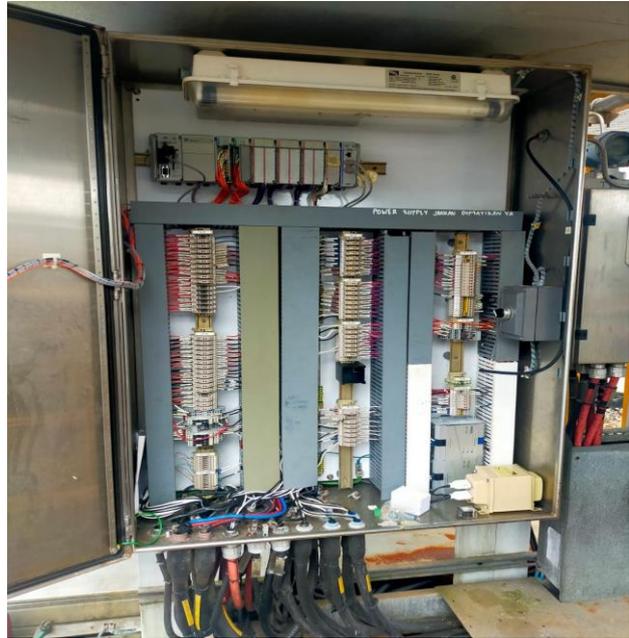
**Sistem Programmable Logic Control (PLC)**

Tabel 1. Spesifikasi Progammmble Logic Control (PLC)

Brand	Allen bradley
Model	Compact logic L31
Analog Input	8 CH
Part Number	1769 / IF8
Analog Output	8 CH

Part Number	1769 / OF8C
-------------	-------------

Dari data diatas dapat digunakan sebagai range untuk melakukan koneksi dari sistem PLC tersebut dan di implementasikan serta di koneksi kan ke alat-alat lainnya seperti level transmitter dan *level control valve*.



Gambar 1. Sistem Progammmble Logic Control (PLC)

PLC Digunakan untuk mengotomatiskan dan mengontrol proses dehidrasi gas. Pada sistem inilah yang berperan memberikan power suplay berupa 24v DC kepada input Level Transmitter dan *Level Control Valve (LCV)*. Dan kemudian sistem PLC DHU ini juga memberikan sinyal elektrik berupa 4-20mA pada analog input level control valve (LCV) sebagai perintah untuk mengatur dan memberikan sinyal pneumatik ke control valve untuk menjaga dan mengontrol level cairan sesuai dengan set point yang diinginkan.

**Level Transmitter**

Tabel 2. Spesifikasi Level Transmitter

Tag Number	LT215-1
Brand	MAGNETROL
Model	X706-512A-B10/X7C1-6500-A00-31-001
Serial Number	139058-01-002
Range	UP TO 69 FEET (21 M)
Input	24V DC
Output	4-20mA

Jenis level transmitter yang digunakan adalah level transmitter radar wave yang difungsikan untuk mengukur dan mentransmisikan informasi tentang tingkatan atau level cairan glycol pada *vessel kontaktor*.



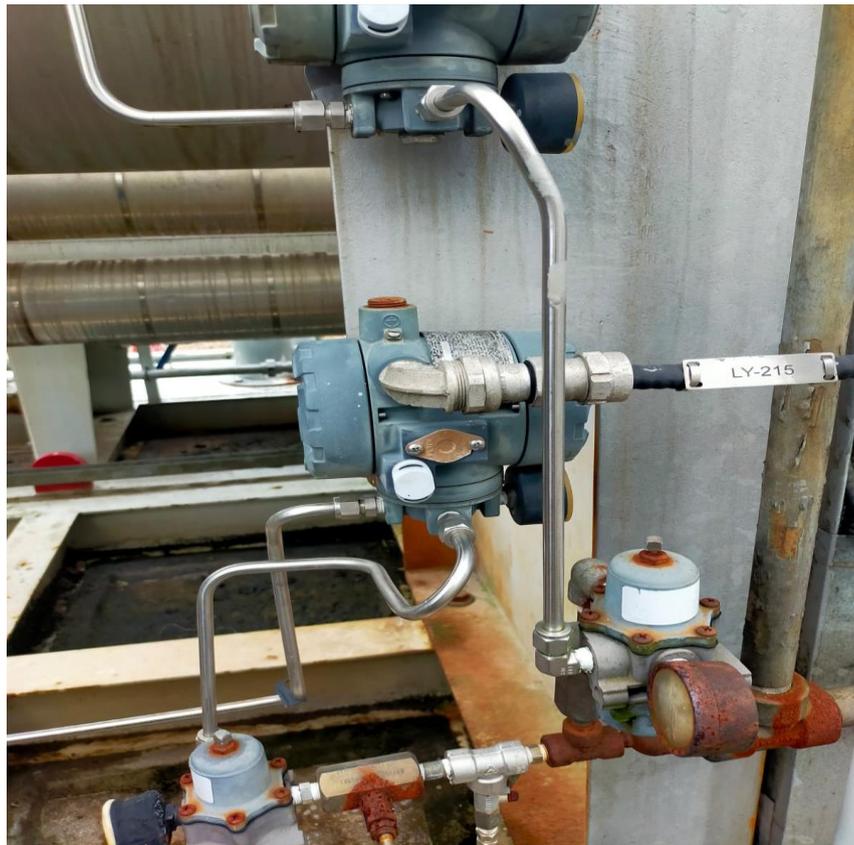
Gambar 2. level transmitter setelah diaplikasikan ke vessel kontaktor

Dimana level transmitter bekerja dengan menerima sinyal 24vdc dari analog output sistem plc ke analog input level transmitter dan kemudian analog outout level transmitter memberikan feedback signal elektrik berupa 4-20mA pada module analog input yang akan diolah oleh sistem PLC dehydration unit.

### Level Control Valve (LCV)

Tabel 3. Spesifikasi Level Control Valve (LCV)

Brand	Fisher
Serial Number	17190686
Body Size	1
Rating	CI 600/1500 Psi Cwp
Stem	Sst
Press Unit	PSI
Type	D4 (Spring To Close)
Port Size	1/4
Actuator Size	40
Initial Spring Setting	15.3
Body	Stainlles / Stl
Plug / Seat	SST
Travel	3/4
Oper Range	0-30
Tag Number	LY-215



Gambar 1. Level Control Valve (LCV) setelah terpasang

Dengan adanya sinyal elektrik dari sistem PLC, level control valve kemudian mengubah bukaan katupnya, selanjutnya LCV mengubah dari signal elektrik ke sinyal pneumatic yang berupa 0-30 Psi yang kemudian dikirim ke control valve untuk mengatur aliran cairan.

**Control Valve (CV)**

Tabel 4. Spesifikasi Control Valve

Brand	Fisher
Type	I2p-100
Serial Number	19538870
Output	0-30psi
Tag Number	TY-215



Gambar 2. Control Valve (CV) setelah di aplikasikan

Pada perangkat ini digunakan sebagai output pada sistem sirkulasi dehydration unit pada gas, yang bekerja dengan adanya sinyal pneumatic dari LCV yang kemudian merespon pengukuran level cairan, dimana jika level cairan melebihi atau kurang dari nilai set point yang diinginkan atau diatur maka control valve mengubah bukaan katupnya untuk menyesuaikan aliran cairan agar tetap stabil dan memastikan bahwa dehidrasi gas berlangsung secara efisien sesuai dengan kebutuhan .

**Diagram Alur Proses Control Cairan Glycol Pada Sistem Sirkulasi DHU**

Berikut adalah blok diagram dari hasil penelitian alur proses control cairan glycol pada sistem sirkulasi Dehydration Unit (DHU) PT Pertamina Hulu Rokan Regional 1 Zona 4 Pendopo Field Di Wilayah Kerja Spg Musi Barat :

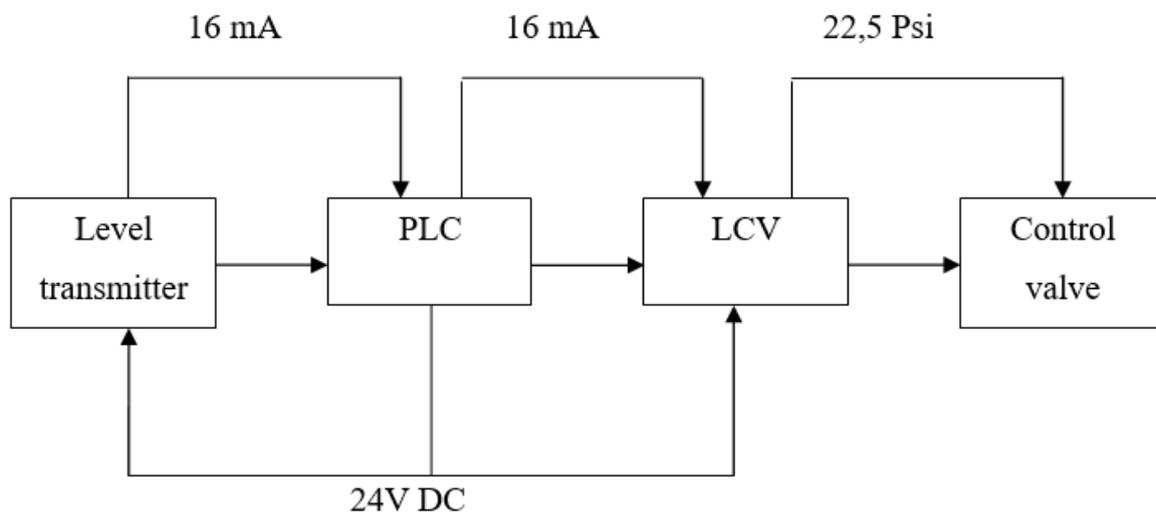


Diagram diatas adalah hasil dari analisis yang dilakukan pada sistem sirkulasi DHU pada proses control cairan glycol.

**Menentukan cara perhitungan dari hasil pembacaan sinyal elektrik dan pneumatic**

Adapun tabel konversi dari nilai sinyal elektrik dan pneumatic untuk menentukan hasil pembacaan alat/komponen sistem sirkulasi DHU sebagai berikut :

Tabel 5. Nilai Konversi Sinyal Elektrik

Persentase (%)	Arus listrik (mA)
----------------	-------------------

0 %	4 mA
25 %	8 mA
50 %	12 mA
75 %	16 mA
100 %	20 mA

Tabel 6. Nilai Konversi Sinyal Pneumatic

Persentase (%)	Pound per Square Inch (Psi)
0 %	0 psi
25 %	7,5 psi
50 %	15 psi
75 %	22,5 psi
100 %	30 psi

Dari data tabel diatas dapat kita tentukan bahwa nilai bukaan control cairan glycol dimana pada saat melakukan penelitian level transmitter memberi bacaan sinyal elektrik berupa 16 Ma dan LCV memberikan signal pneumatic ke control valve berupa 22,5 psi yang berarti sistem sikulasi dehydration unit ini berada di posisi 75% dan debit aliran cairan glycol yang mengalir ke vessel kontaktor sebesar 75% yang diatur oleh control valve yang dapat dilihat pada gambar 14.

### Format Jadwal Kegiatan

Tabel 7. Daftar Kegiatan

No.	Jenis Kegiatan	Bulan ke 1				Bulan ke 2				Bulan ke 3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	<b>Pengenalan Lingkungan dan Peralatan di kerja workshop instrument pendopo field</b>												
2.	<b>Pengambilan data laporan di wilayah kerja SPG Musi Barat</b>												
3.	<b>Follow crew trouble shot di wilayah pendopo field dan persiapan laporan</b>												

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan evaluasi terhadap proses pengendalian level transmitter sebagai control cairan glycol pada sistem sirkulasi dehydration unit (DHU) di wilayah kerja SPG Musi Barat PT Pertamina Hulu Rokan Region 1 Zona 4 Pendopo Field sebagai berikut :

1. Pentingnya Pengendalian Level Transmitter: Proses pengendalian level transmitter pada DHU sangat krusial untuk memastikan ketinggian cairan glycol tetap pada level yang diinginkan. Ketinggian yang tepat memastikan efisiensi proses dehidrasi gas dan mencegah kemungkinan kerusakan atau gangguan pada peralatan.
2. Optimalisasi Proses Dehidrasi: Dengan menggunakan level transmitter yang akurat, sistem dapat diatur untuk mempertahankan level glycol pada tingkat optimal. Ini berkontribusi pada peningkatan efisiensi proses dehidrasi, yang pada gilirannya meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil akhir.
3. Pencegahan Masalah Operasional: Analisis pengendalian level transmitter juga membantu dalam mengidentifikasi potensi masalah operasional, seperti kelebihan atau kekurangan cairan glycol. Dengan mendeteksi perubahan level secara cepat, langkah-langkah perbaikan dapat diambil sebelum masalah menjadi serius, mengurangi risiko downtime dan kerusakan peralatan.
4. Keandalan dan Akurasi Sensor: Pentingnya memastikan keandalan dan akurasi level transmitter sebagai bagian integral dari sistem pengendalian. Pemeliharaan rutin dan kalibrasi perangkat merupakan faktor kunci untuk menjaga kinerja sensor pada tingkat optimal.
5. Integrasi dengan Sistem Pengendalian Keseluruhan: Pengendalian level transmitter harus diintegrasikan secara efektif dengan sistem pengendalian keseluruhan DHU. Koordinasi yang baik antara berbagai elemen pengendalian membantu mencapai stabilitas operasional dan kinerja yang diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adrian Indartia, Nur Khozin Adi Nugroho, 2023. Glycol losses calculation in a gas dehydration unit, *Gema Wiralodra*, 14(2), 736-741. ( [Gema Wiralodra \(unwir.ac.id\)](http://www.wiralodra.unwir.ac.id) )
- Alagorni, A. H., Yaacob, Z. B., & Nour, A. H. (2015). An overview of oil production stages: enhanced oil recovery techniques and nitrogen injection. *International Journal of Environmental Science and Development*, 6(9), 693.
- Arief Syahputera , Muhaimin , Azhar, 2022. Analisa Kalibrasi Level Transmitter Dengan Metode Uji Linieritas Arus Pada Plant Kontrol Level. *Jurnal Tektro*, Vol.06, ISSN 2581-2890 (<https://e-jurnal.pnl.ac.id>)
- H. S. N. Muzwar, A. K.2014. Pamososuryo, and E. Ekawati, "Pemodelan Kolom Distilasi Pabrik Petrokimia dengan Menggunakan Distributed Control System," *J.Oto.Ktrl.Inst*, vol. 6, no. 2, pp. 85– 94
- Kenji Saito, Hiroaki Sawahata, 2004. *Nuclear Enggining And Design*, Volume 233, Issue 1-3, Page 125-Instrumentation And Control System Design (<https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2004.08.031>)
- Muhammad Alfrianda, 2021. Level transmitter, Jurusan teknik elektro, politeknik negeri bengkalis riau (<http://eprints.polbeng.ac.id>)
- Muhamad Syahrudin , Rummi Santi Rama Sirait, 2017. Perancangan Sistem Kontrol Glycol Regeneration Unit Dengan Dcs Deltav Di Onshore Gas Plant, *Jurnal Sutet* Vol. 7 No.2 Juni - Desember 2017, ISSN :2356-1505 (blob:<https://web.whatsapp.com/3bf3eeef-f398-4702-a2a1-7d24>)
- N. Jafar, M. T. A. Ichsan, and S. Widodo. 2016. "Analisis Glycol Pada Proses Dehydration Gas Stasiun G-8 Aset Tarakan Proppinsi Kalimantan Utara," *J. Geomini*, vol. 4, no. 2, pp. 76–9.

- Pamor Gunoto, Insannul Kamil, 2021. Analisa Proses Kalibrasi Transmitter Ketinggian Air Wtp Pada Pembangkit Listrik Di Pt. Mitra Energi Batam, Sigma Teknika, Vol. 4, No.2 : 187-198, P ISSN 2614-5979. (<https://www.journal.unrika.ac.id>)
- Sanusi, Bachrawi. 2004. Potensi Ekonomi Migas Indonesia. Jakarta: PT.Renika Cipta.
- Saragih, Juli Panglima, Anonim. Menata Ulang Kebijakan Pengelolaan Minyak dan Gas, Jakarta: Pusat Pengkajian Pengolahan Data dan Informasi.
- William Bolton, programmabel logic controller, 2009. ISBN 978-0-12-802929-9. ([www.elsevier.com/permissions](http://www.elsevier.com/permissions))
- Yang, D., Wang, L., Zhao, Y., & Kang, Z. (2021). Investigating pilot test of oil shale pyrolysis and oil and gas upgrading by water vapor injection. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 196, 108101