

Perancangan Automasi Hotwell Pump dan Gas Extraction System di PLTP Unit IV PT Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang

Sinta Novtafiani¹, Siddhi Adhikihal, ST², Eki Ahmad Zaki Hamidi³

^{1,3} Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Jl. A.H. Nasution No. 105, Kota Bandung, Jawa Barat 40614

² PT Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang

Jl. Raya Kamojang, Desa Laksana, Kec. Ibum, Kab. Bandung, Jawa Barat

¹snvta26@gmail.com, ²siddhi.adhikihal@pertamina.com, ³ekiahmadzaki@uinsgd.ac.id

Abstrak – Indonesia memiliki cadangan 40% panas bumi yang ada dunia. Pemanfaatan panas bumi secara tidak langsung yaitu dengan memanfaatkan panas bumi menjadi sumber energi untuk diubah menjadi energi listrik. Dalam proses pengolahan energi panas bumi menjadi energi listrik di pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP), terdapat komponen atau equipment-equipment penting yang menunjang proses tersebut. Maka diperlukan perawatan agar komponen tersebut tetap bisa bekerja maksimal. Sistem instrumentasi dan control berperan penting dalam pemeliharaan peralatan. Automasi merupakan implementasi dari sistem instrumentasi dan control. Start up unit merupakan suatu kegiatan untuk menghidupkan kembali unit yang shut down karena ada perbaikan atau telah mengalami unit trip. Hotwell Pump (HWP) dan Gas Extraction System (GES) merupakan bagian yang penting pada proses start up unit. Waktu pelaksanaan start up unit relatif panjang sehingga dilakukan automasi pada kedua objek ini untuk memaksimalkan waktu start up unit. Automasi dilakukan dengan cara perancangan interlock dan control diagram, timing diagram, sequence list dan execution step, logic progress serta perancangan control valve pada proses Gas Extraction System untuk menunjang automasi.

Kata kunci : Automasi, Interlock, Start Up Unit, Hotwell Pump, Gas Extraction System.

1. Pendahuluan

Energi panas bumi merupakan energi yang ramah lingkungan karena fluida panas bumi setelah energi panas diubah menjadi energi listrik, fluida dikembalikan ke bawah permukaan (reservoir) melalui sumur injeksi. Salah satu pemanfaatan panas bumi secara tidak langsung yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) [1]. PT Pertamina Geothermal Energy merupakan anak perusahaan PT Pertamina (Persero) yang bergerak di bidang panas bumi dan menjadi salah satu perusahaan BUMN yang mengelola panas bumi di Indonesia. Di area Kamojang, PT Pertamina Geothermal Energy mengelola Unit IV 60 MW dan Unit V 35 MW [3].

Start Up Unit merupakan suatu kegiatan untuk menghidupkan kembali unit yang *shutdown* karena ada perbaikan atau telah mengalami unit trip. Hotwell Pump dan Gas Extraction System merupakan bagian yang penting dalam proses start up unit. Hotwell Pump merupakan pompa yang berfungsi untuk memompakan kondensat yang dihasilkan di kondenser ke *cooling tower* untuk didinginkan. Gas Extraction System merupakan sistem untuk mengeluarkan gas yang tidak terkondensasi (NCG) dari uap yang dikondensasikan di kondenser.

Start up unit memiliki runtutan proses yang panjang dari mulai pengoperasian sumur produksi hingga power plant menghasilkan daya maksimalnya. Hal ini mengakibatkan proses *Start Up Unit* membutuhkan waktu yang relatif panjang. Dalam pengoperasiannya, pada beberapa bagian dari proses *Start Up Unit* IV PLTP Kamojang dilakukan secara manual tepatnya pada proses start up Hotwell Pump dan Gas Extraction System.

Pelaksanaan *Start Up Unit* secara manual dilakukan oleh operator yang berada di control room PLTP. Ketidakterampilan kemampuan operator dalam menjalankan *Start Up Unit* dapat menghambat proses start up terutama dalam segi efisiensi waktu. Untuk menghindari keterlambatan waktu *Start Up Unit* serta untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan, maka dilakukan automasi pada proses start up Hotwell Pump dan Gas Extraction System.

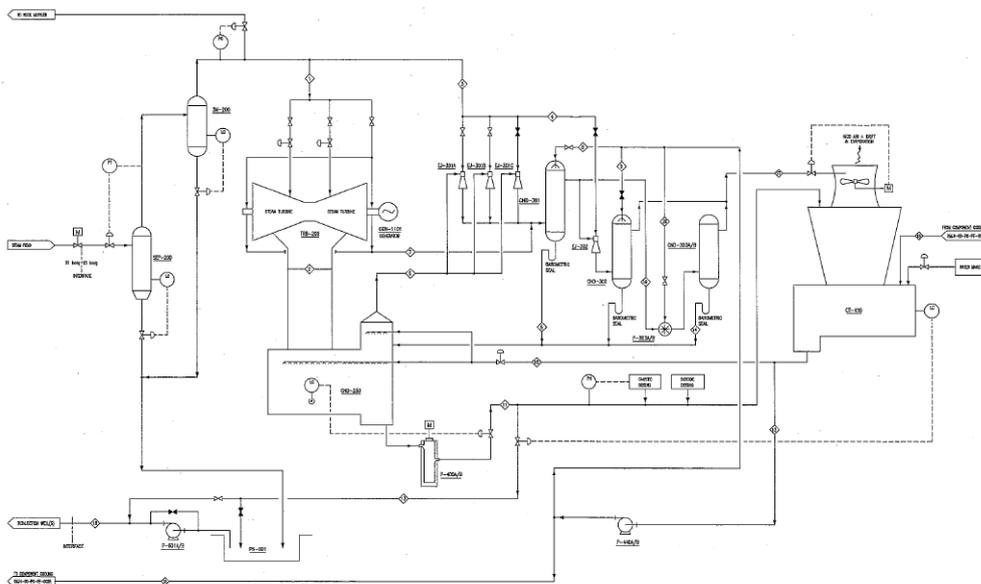
Automasi pada proses start up Hotwell Pump (HWP) dan Gas Extraction System (GES) yang dilakukan oleh penulis hanya sampai tahap perancangan. Perancangan automasi HWP dan GES dilakukan berdasarkan Tata Kerja Individu (TKI) atau Standar Operasional (SOP) yang telah ditentukan oleh perusahaan.

Perancangan automasi HWP dan GES dilakukan dengan merancang gerbang logika berupa interlock dan control diagram dan logic progress, membuat timing diagram untuk mengendalikan tahapan-tahapan automasi pada HWP dan GES, serta membuat tampilan sequence list dan execution step yang akan ditampilkan pada monitor di dalam control room PLTP. Adapun perancangan control valve pada proses GES yang dilakukan untuk menunjang automasi pada GES. Perancangan control valve dilakukan untuk aliran Gas Extraction saja.

Software yang digunakan pada perancangan ini yaitu *Microsoft Visio 2013*. *Microsoft Visio* digunakan karena sederhana dan mudah digunakan untuk membuat diagram, baik untuk membuat diagram logika atau membuat *Pipeline and Instrument* diagram (P&ID).

2. Dasar Teori

2.1. Proses Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Unit IV Area Kamojang



Gambar 1. Proses Flow Diagram PLTP Unit IV Area Kamojang [4]

Dari sumur-sumur produksi uap dialirkan menuju *scrubber* (pada skema diatas masih menggunakan *separator* dan *demister* karena belum adanya perubahan bentuk skema) terlebih dahulu sebelum masuk ke turbin. Uap harus melewati *scrubber* dahulu untuk memastikan bahwa uap yang masuk ke turbin yaitu uap kering. Di *scrubber* terjadi proses pemisahan antara uap, air dan material lain.

Setelah melewati *scrubber* uap dialirkan menuju turbin. Turbin yang digunakan di PLTP PT PGE Area Kamojang menggunakan system *double flow*. Sehingga, pada operasinya, uap masuk dari dua sisi turbin yaitu sisi kanan dan kiri. Turbin secara langsung dikopel dengan generator dan menghasilkan listrik. Listrik yang dihasilkan PLTP unit IV sebesar 60 Mwe dan PLTP unit V sebesar 35 Mwe.

Uap yang telah melewati turbin kemudian menuju ke kondenser dan terjadi proses kondensasi dari uap menjadi air. Tekanan keluaran turbin dioperasikan dalam keadaan vakum. Hal ini dilakukan agar energi yang dihasilkan pada turbin bisa lebih besar karena perubahan entalphy yang besar pula. Uap yang terkondensasi disebut kondensat. Kondensat yang dihasilkan di kondenser kemudian dibawa ke *cooling tower* (menara pendingin) menggunakan *hotwell pump* untuk didinginkan. Fluida yang telah didinginkan sebagian dibawa kembali ke kondenser untuk membantu proses pendinginan, sebagian lainnya di treatment untuk kemudian diinjeksikan kembali ke sumur injeksi.

Adapun gas yang tidak terkondensasi di dalam kondenser yaitu *Non-Condensable Gas* (NCG). Gas-gas ini dihasilkan bersamaan dengan aliran fluida panas bumi yang mengalir dari sumur. Gas-gas NCG yang dominan biasanya berupa CO_2 dan H_2S . Gas NCG harus dikeluarkan secara terus menerus karena akan mengganggu kevakuman kondenser.

NCG dikeluarkan dari kondenser oleh *Gas Extraction System* (GES) yang terdiri dari 3 buah *1st stage ejector* (65%, 35%, 25%), *1st stage inter-condenser*, *2nd stage ejector* (100%), *2nd stage after-condenser* dan dua buah *Liquid Ring Vacuum Pump* (LRVP). Inter kondenser merupakan kondenser tambahan berfungsi untuk mengkondensasi kembali uap tidak terkondensasi di dalam kondenser. Uap yang tidak terkondensasi akan melalui ejector untuk kemudian dikondensasi di interkondenser dan dibawa oleh LRVP menuju separator untuk memisahkan gas yang tidak terkondensasi dan dibuang ke atmosfer melalui *fan cooling tower*. After kondenser berperan sebagai *back up* (cadangan) ketika LRVP tidak dapat beroperasi.

2.2. Interlock dan Control Diagram

Pada dasarnya, interlock diagram digunakan untuk mengamankan unit proses, peralatan dari kerusakan fatal, dan keselamatan operator. Apabila salah satu variabel tidak normal, maka sistem akan memberikan indikasi alarm (untuk kondisi yang bisa ditolerir) dan sistem akan men-shutdown peralatan (untuk kondisi yang tidak bisa ditolerir). Sedangkan interlock logic berfungsi sebagai permissive untuk menjalankan sebuah peralatan. Interlock logic akan mengunci sistem power apabila salah satu dari kondisi minimum untuk menjalankan suatu peralatan tidak terpenuhi (tidak normal) [2].

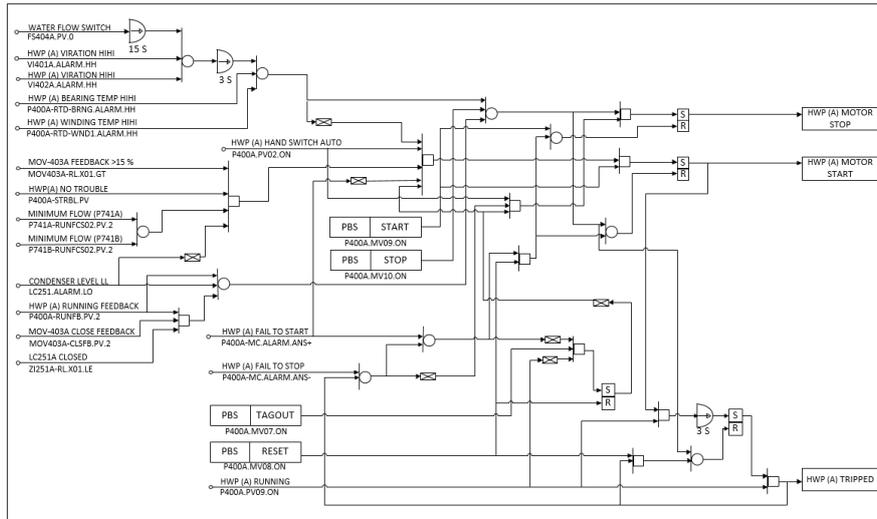
3. Hasil dan Analisis

3.1. Perancangan Automasi Hotwell Pump di PLTP Unit IV Kamojang

Hotwell Pump atau pompa kondensat merupakan pompa yang berfungsi untuk memompa kondensat dari kondenser menuju cooling tower untuk didinginkan. Automasi ini dilakukan pada HWP A dan HWP B pada PLTP Unit IV.

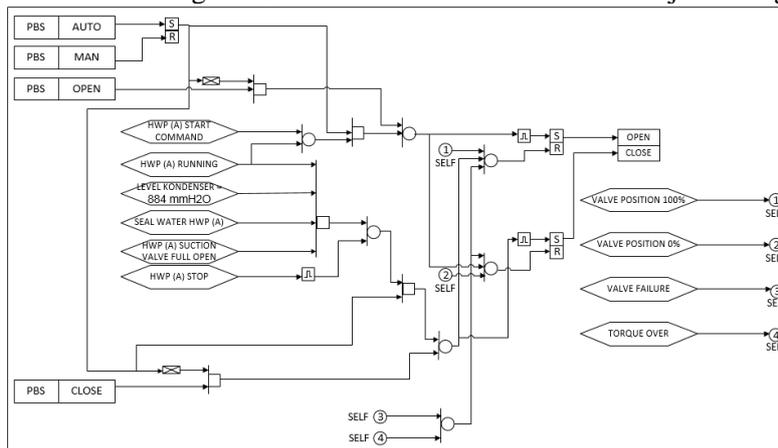
3.1.1. Interlock dan Control Diagram

Interlock dan control diagram untuk Hotwell Pump terdiri dari dua bagian yaitu untuk menyalakan, mematikan Hotwell Pump dan untuk proses *minimum flow* pada Hotwell Pump. Gambar 2. merupakan interlock dan control diagram untuk kondisi HWP motor Start, Stop dan HWP Tripped. Untuk mendapatkan kondisi tersebut terdapat permissive-permissive yang harus dipenuhi terlebih dahulu. Pada Gambar 2. permissive dapat dilihat dari garis yang menghubungkannya dengan kondisi tersebut. Permissive yang harus dipenuhi dalam hal ini tidak selalu bernilai 1 tetapi disesuaikan dengan kebutuhan sistem.



Gambar 2. Interlock dan Control Diagram HWP Motor Start dan Stop

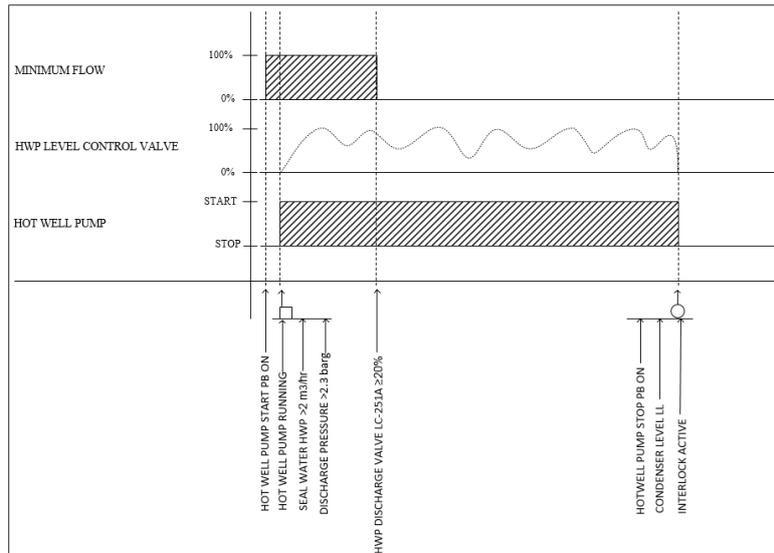
Gambar 3. merupakan interlock dan control diagram untuk proses *minimum flow* pada Hotwell Pump. Minimum flow merupakan proses close loop dari kondenser-HWP A/B-kondenser Sebelum HWP mengalirkan kondensat dari kondenser menuju cooling.



Gambar 3. Interlock dan Control Diagram Minimum Flow HWP

3.1.2. Timing Diagram

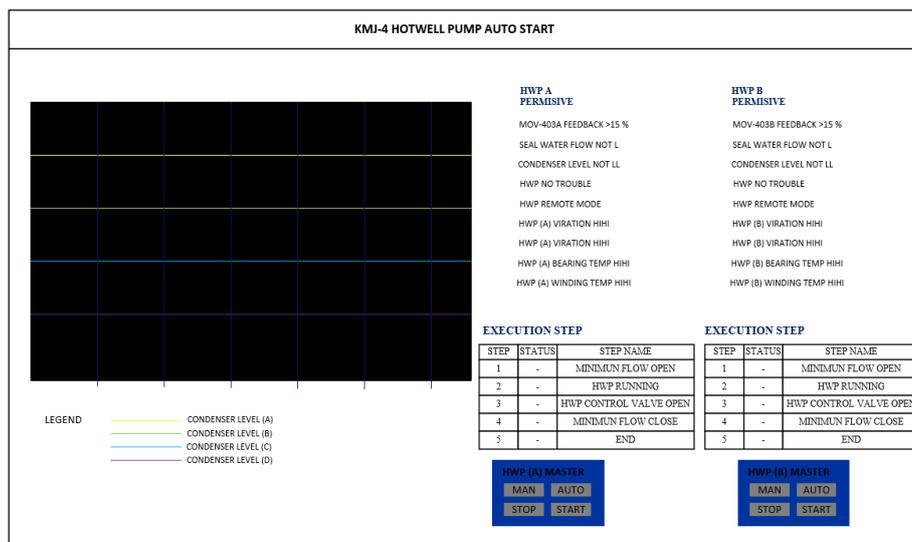
Timing diagram digunakan untuk mengatur kapan objek yang ditentukan menyala atau mati. Objek yang diatur disini adalah *Hotwell Pump*, *HWP level control valve* dan *minimum flow*. HWP level control valve yaitu valve yang mengalirkan aliran menuju level kondenser sedangkan minimum flow yaitu MOV-403A dan MOV-403B.



Gambar 4. Timing Diagram Hotwell Pump

3.1.3. Desain Tampilan Sequence List dan Execution Step

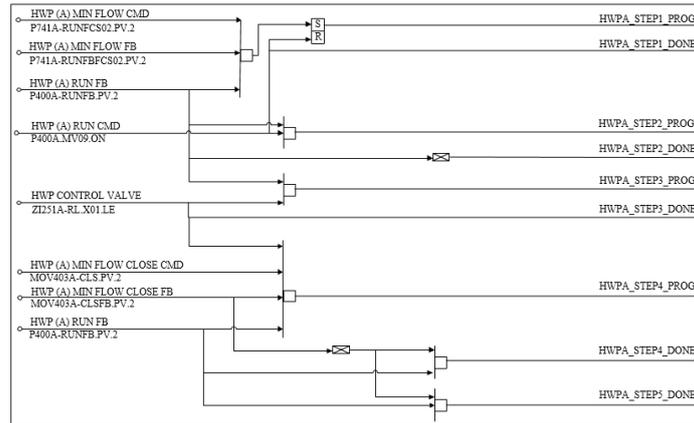
Gambar 5. merupakan tampilan pada monitor di control room untuk memantau automasi dari suatu peralatan atau sistem. Tampilan tersebut dibuat untuk memudahkan operator dalam memantau progress atau status-status parameter dari suatu alat atau sistem.



Gambar 5. Sequence List Hotwell Pump

3.1.4. Logic Progress

Logic progress diperuntukkan untuk mengatur status step-step pada execution step. Logic progress mengatur kapan seharusnya menampilkan status simbol “-“, progress atau done.

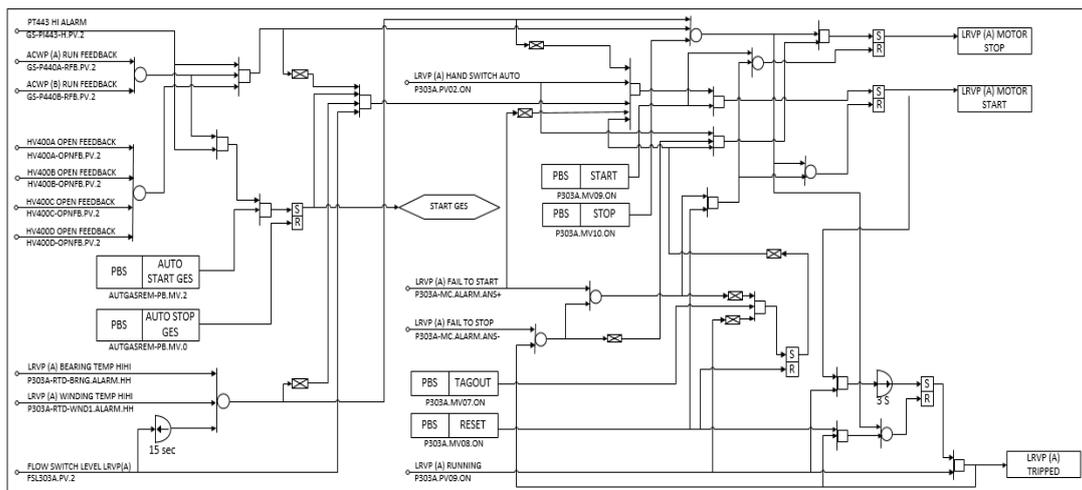


Gambar 6. Logic Progress Execution Step HWP

3.2. Perancangan Automasi Gas Extraction System di PLTP Unit IV Kamojang

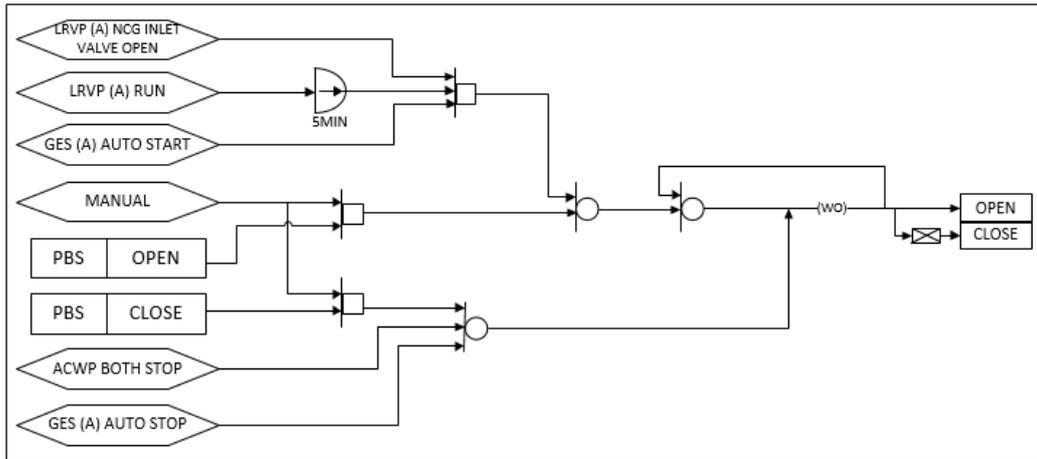
3.2.1. Interlock dan Control Diagram

Interlock dan control diagram yang dibuat pada perancangan automasi Gas Extraction System yaitu untuk LRVP Motor Start dan Stop, Ejector Steam Inlet Valve, Ejector NCG Inlet vlv-3014, Ejector NCG Inlet vlv-3016, LRVP NCG Inlet Valve. Gambar 7. merupakan ini interlock dan control diagram Start GES, Start LRVP, Stop LRVP dan LRVP tripped. Interlock dan control diagram GES dan LRVP dibuat menjadi satu karena permissive pada GES menjadi permissive juga untuk LRVP sehingga menjadi satu kesatuan.



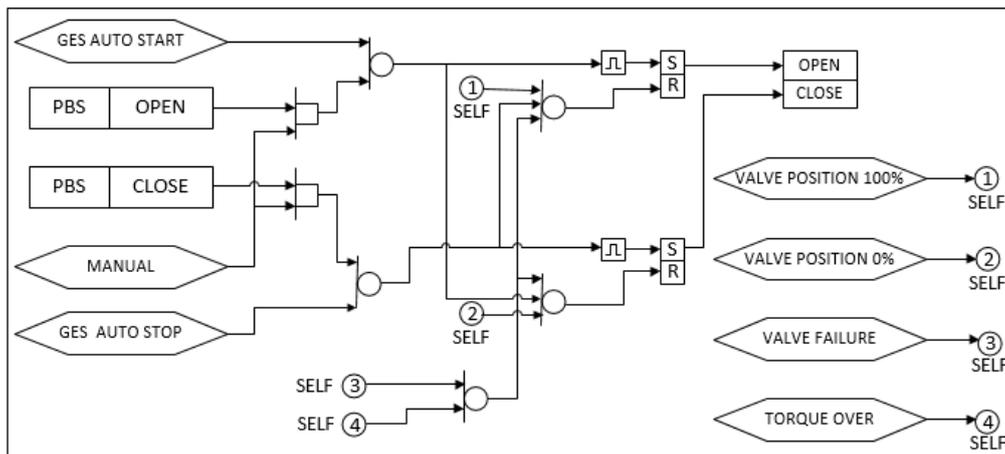
Gambar 7. Interlock dan Control Diagram untuk LRVP Stat dan Stop

Gambar 8. merupakan interlock dan control diagram untuk Steam Inlet Ejector Valve. Kondisi yang akan dicapai yaitu Open dan Close. Valve ini berfungsi untuk mengatur steam supply yang masuk ke Ejector.



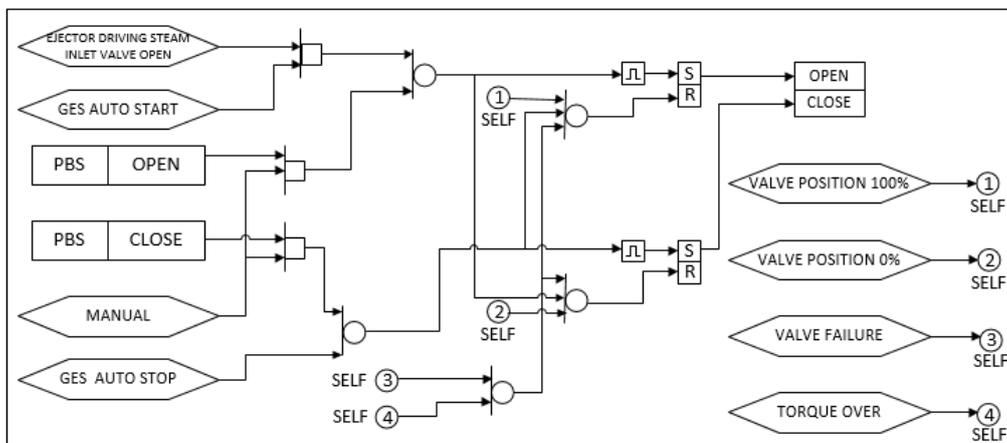
Gambar 8. Interlock dan Control Diagram Ejector Steam Inlet Valve

Gambar 9. merupakan interlock dan control diagram untuk *ejector NCG inlet vlv-3015* yang menyuplai NCG dari kondenser menuju ejector berkapasitas 65% (EJ-301A).



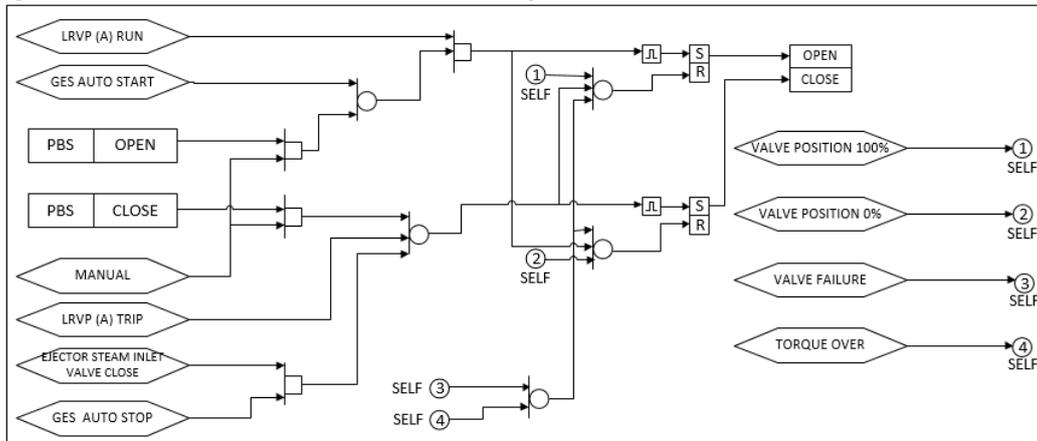
Gambar 10. Interlock dan Control Diagram Ejector NCG Inlet vlv-3015

Gambar 10 merupakan interlock dan control diagram untuk *ejector NCG inlet vlv-3016* yang menyuplai NCG dari kondenser menuju ejector berkapasitas 35% (EJ-301B).



Gambar 10. Interlock dan Control Diagram Ejector NCG Inlet vlv-3015

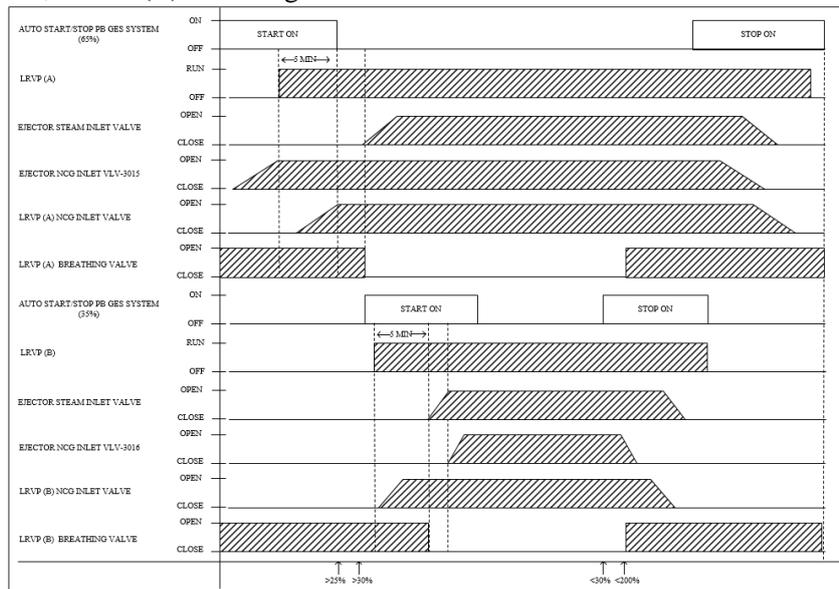
Gambar 11. merupakan interlock dan control diagram untuk *LRVP NCG inlet valve* yang mengalirkan NCG dari interkondenser menuju LRVP.



Gambar 11. LRVP NCG inlet valve

3.2.2. Timing Diagram

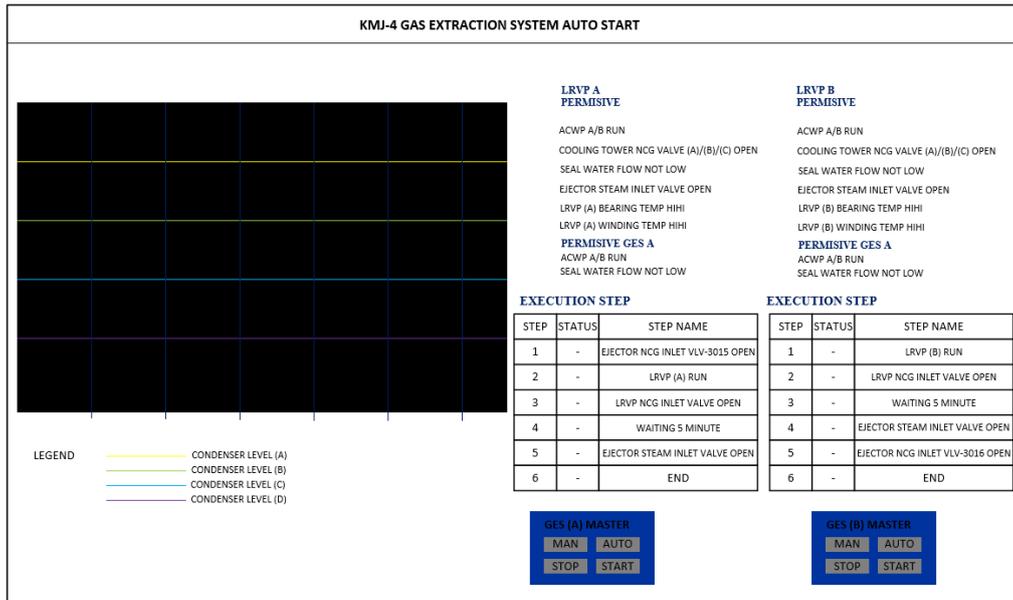
Timing diagram digunakan untuk mengatur suatu objek untuk menyala/mati, membuka/menutup. Dalam hal ini objek yang diatur adalah pushbutton *auto start GES system 65%* (GES A), *auto start GES system 35%* (GES B), ejector steam inlet valve, ejector NCG inlet vlv-3015 dan vlv-3016, LRVP (A) NCG inlet valve, LRVP (B) NCG inlet valve, LRVP (A) breathing valve, LRVP (B) breathing valve.



Gambar 12. Timing Diagram Gas Extraction Step

3.2.3. Desain Tampilan Sequence List dan Execution Step

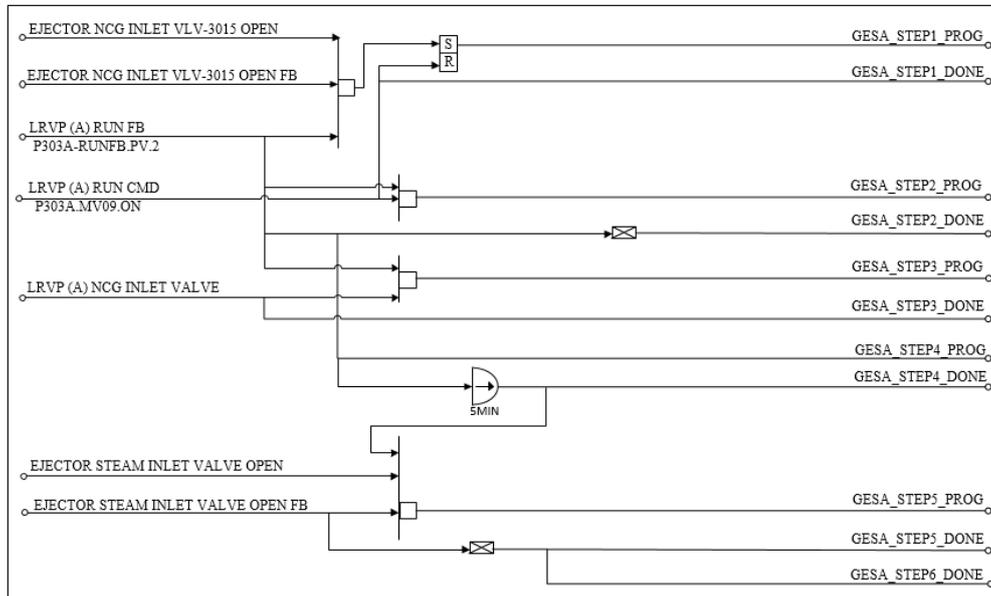
Gambar 13 merupakan tampilan pada monitor di control room untuk memantau kondisi dari suatu peralatan atau sistem. Tampilan tersebut dibuat untuk memudahkan operator dalam memantau progress atau status-status parameter dari suatu alat atau sistem. Desain tampilan sequence list pada proses Gas Extraction System sama dengan Hotwell Pump namun isinya yang berbeda seperti sequence list, execution step dan pushbutton.



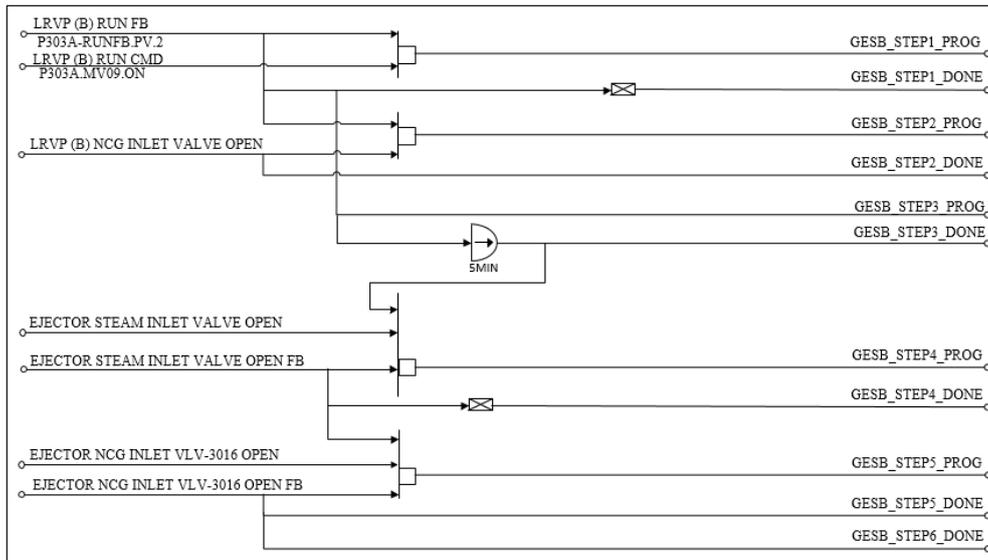
Gambar 13. Sequence List untuk Gas Extraction System

3.2.4. Logic Progress

Logic progress digunakan untuk mengatur kapan status pada execution step akan menampilkan “-“, “progress” atau “done”. Dikarenakan execution step pada proses GES A dan GES B berbeda, maka logic progress yang dibuat pun berbeda. Berikut gambar dari logic progress execution step GES A dan GES B.



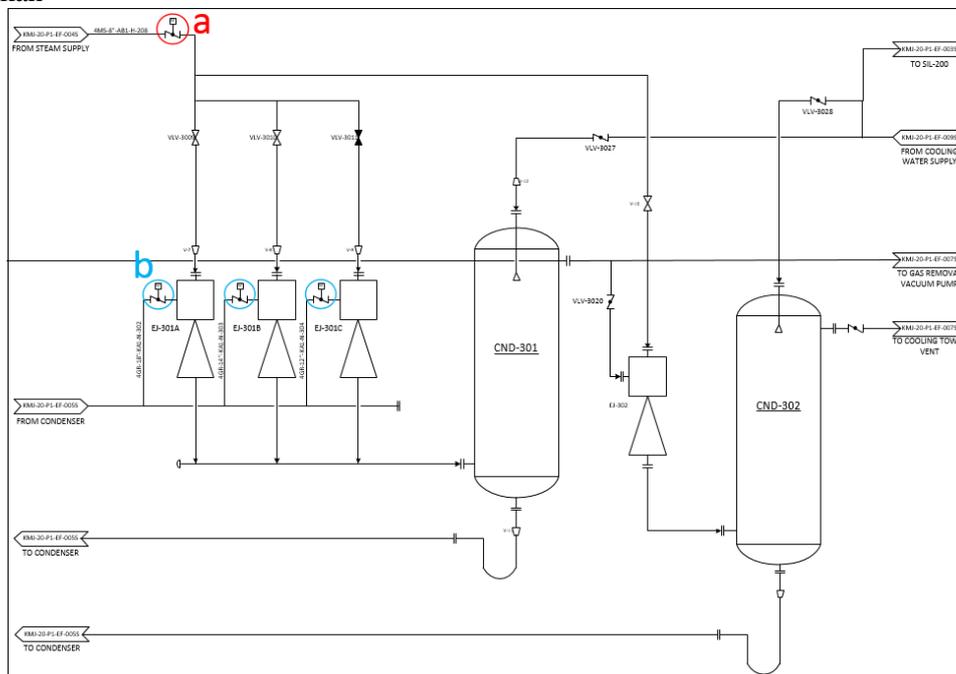
Gambar 14. Logic Progress Execution Step GES A



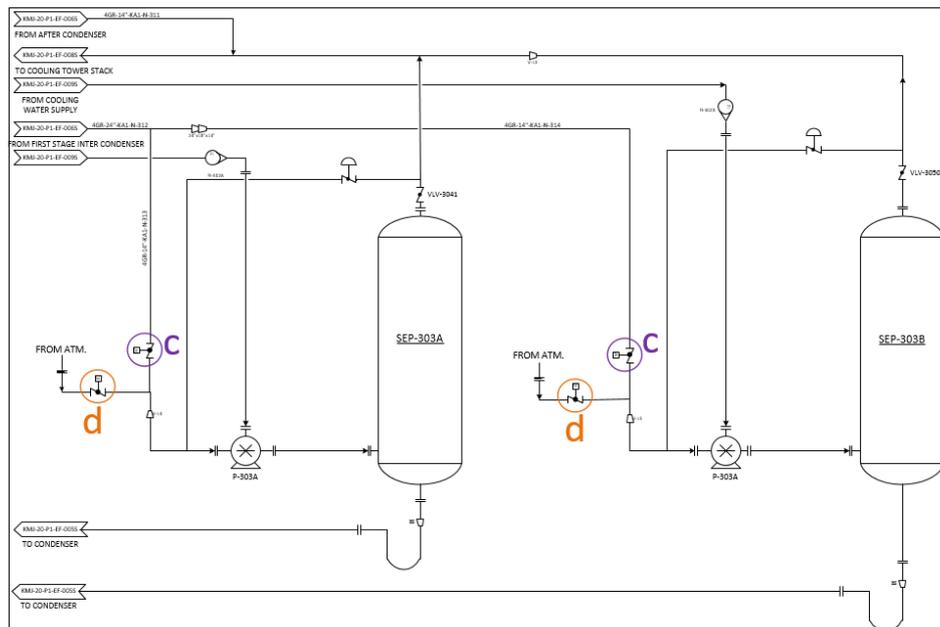
Gambar 15. Logic Progress Execution Step GES

3.2.5. Perancangan Control Valve di Aliran Proses Gas Extraction System Unit IV PLTP Kamojang

Pada beberapa titik di proses Gas Extraction System, valve yang digunakan masih berupa valve manual sehingga diperlukan pemasangan control valve untuk menunjang sistem automasi yang akan diaplikasikan pada proses GES. Berikut adalah titik-titik dimana control valve akan digunakan



Gambar 16. (a). Perancangan Control Valve Pada Proses Gas Extraction System



Gambar 16. (b). Perancangan Control Valve Pada Proses Gas Extraction System

Pada gambar 16 titik a merupakan *pipeline* steam supply menuju ejector. Steam supply berasal dari jalur main steam yang dialirkan juga ke turbin. Control valve dipasang di titik ini bertujuan untuk mengalirkan steam supply dari main steam menuju ejector steam. Adapun tujuan proteksi dari pasangannya control valve di titik ini yaitu, ketika terjadi unit trip, setelah *main stop valve* tertutup secara otomatis, maka control valve ini akan menutup. Hal ini bertujuan untuk mengisolasi ejector dari steam supply untuk menghindari terjadinya *over vacuum* pada kondenser.

Pada gambar 16 titik b merupakan *pipeline* NCG inlet ejector dimana NCG dari kondenser dialirkan melalui jalur pipa ini. Terdapat 3 *pipeline* yang mengalirkan NCG ke 3 ejector dan juga terdapat valve yang mengatur aliran tersebut di setiap jalurnya. Valve-valve tersebut masih berupa manual valve sehingga diperlukan penggantian menjadi control valve akan dapat menunjang automasi pada proses GES.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis perancangan automasi Hotwell Pump dan Gas Extraction System di PLTP Unit IV Area Kamojang, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

- Tahapan automasi pada Hotwell Pump di PLTP Unit IV Area kamojang yaitu membuat interlock dan control diagram untuk HWP Start dan stop serta Minimum Flow HWP, timing diagram, sequence list dan execution step serta logic progress
- Tahapan automasi pada Gas Extraction System di PLTP Unit IV Area kamojang yaitu membuat interlock dan control diagram untuk LRVP Start dan stop, Ejector Steam Inlet Valve, Ejector NCG Inlet vlv-3014, Ejector NCG Inlet vlv-3016, LRVP A dan B NCG Inlet Valve, LRVP A dan B breathing valve, membuat timing diagram, sequence list dan execution step serta logic progress
- PLTP Unit 4 Area kamojang membutuhkan tambahan control valve jika ingin dilakukan otomasi pada Hotwell Pump dan Gas Extraction System

4.2. Saran

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, tentunya masih ada beberapa hal yang perlu ditingkatkan dan dijadikan acuan pengembangan dan penyempurnaan dari perancangan automasi Hotwell Pump dan Gas Extraction System di PLTP Unit IV Area Kamojang

ini agar lebih baik lagi, seperti :

- Setelah melakukan perancangan ini diharapkan dilakukan juga implementasi automasi terhadap Hotwell Pump dan Gas Extraction System.
- Perlu dilakukan pengumpulan data yang lebih lengkap pada aliran proses Gas Extraction System dan mengolahnya agar mendapatkan desain control valve yang maksimal.
- Untuk menjalankan proses Gas Extraction System secara otomatis perlu dipasang control valve pada seluruh aliran proses agar proses otomatis berjalan secara maksimal

Daftar Pustaka

- [1] Saptadji Neni. 2008. *Sekilas Tentang Panas Bumi*. ITB : Bandung.
- [2] Smith, Carlos A & Carripio, Armando B. *Principles And Practice Of Automatic Process Control, 2nd Edition*, John Wiley & Sons, Inc.
- [3] PT PGE Area Kamojang. 2015. *Asset Health Report Semester 2 2015*. 2015.
- [4] PT PGE Area Kamojang. 2008. *Piping and Instrument Diagram AS-BUILT*.