

Modifikasi Logic PLC HPU (Hidrolic Power Unit) Sebagai Pengontrolan Butterfly Valve CWP PLTU Banten 3 Lontar Pomu

Gian Wiratmojo¹, Sari Amalia²

^{1,2}Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

^{1,2}Jl. Raya Puspatek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹ Igianwirat@yahoo.co.id

² dosen02657@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 9 Okt 2025
revisi : 10 Okt 2025
diterima : 21 Nov 2025
dipublish : 30 Nov 2025

ABSTRAK

Sistem pendingin terbuka dalam pembangkitan dimulai dari dipompanya air laut menggunakan Circulating Water Pump melewati gerbang utama menggunakan butterfly valve yang digerakan menggunakan sistem hidrolic yang disebut dengan HPU (Hidrolic Power Unit) dengan Programable Logic Control sebagai pengontrol utamanya, karena aliran flow air yang berada pada line header, sehingga setiap line terhubung satu sama lain memiliki flow yang besar. Latar belakang penelitian ini karena tidak optimalnya pola kerja HPU butterfly valve pada kondisi close, waktu untuk menutup butterfly valve harus memenuhi standard (2 sampai 20 detik), sehingga merusak peralatan lain dan telah dilaporkan pada laporan maximo dan jurnal kit pronia. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengoptimalkan pola kerja HPU butterfly cwp sehingga dapat tetap beroperasi saat terjadi kendala. Untuk menyelesaikan masalah tersebut peneliti melakukan metode waterfall mulai dari pengecekan dokumen (workorder dan jurnal kit pronia) untuk melihat banyaknya kasus pada peralatan tersebut, melakukan pengecekan peralatan secara langsung mulai dari validasi hingga kalibrasi, melakukan implementasi perubahan logic serta melakukan percobaan untuk memastikan logic dapat mengoptimalkan peralatan, hingga memantau efek dari perubahan. Sehingga dihasilkan waktu close butterfly valve hpu CWP mencapai 10 detik dengan simulasi pressure drop pada accumulator, lalu tidak ada workorder mengenai permasalahan tersebut serta stabilnya pressure accumulator dari 12,4 mpa hingga 12,8 mpa di pantau oleh operator menggunakan logsheet. Maka perubahan logic ini berpengaruh pada peralatan HPU dan dapat bekerja secara optimal.

Kata Kunci: pengontrolan, programable logic control, accumulator, pompa

ABSTRACT

In an open cooling system within a power generation facility, seawater is pumped through the main gate using a Circulating Water Pump (CWP), which is controlled by a butterfly valve operated via a hydraulic system known as the Hydraulic Power Unit (HPU). The primary controller for this system is a Programmable Logic Controller (PLC). Since the flow of water is

interconnected across the header lines, the time required to close the butterfly valve must meet specific standards (typically 2 to 20 seconds) to prevent potential damage to equipment. Without meeting this standard, the equipment may not function optimally. The motivation behind this research lies in the suboptimal performance of the HPU butterfly valve during the closing phase. To address this issue, the researcher followed the waterfall method, starting with document checks (work orders and the Pronia kit journal) to assess the frequency of incidents related to the equipment. They also conducted direct equipment inspections, including validation and calibration. Next, they implemented logic changes, performed experiments to ensure that the new logic could optimize the equipment, and monitored the effects of these modifications. As a result, the closing time for the HPU CWP butterfly valve was reduced to 10 seconds, achieved through pressure drop simulations in the accumulator. Notably, there were no work orders related to this problem, and the pressure accumulator remained stable, as monitored by operators using log sheets. This logic significantly improved the performance of the HPU equipment.

Keywords: control, programmable logic control, accumulator, pump

PENDAHULUAN

Pembangkit listrik Tenaga Uap (PLTU) Banten 3 Lontar merupakan pembangkit listrik yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar dalam utama untuk menghasilkan uap, untuk memutar turbin lalu dikembalikan ke condenser untuk dijadikan air kembali dan mengalami sirkulasi. Pada kondensor terjadi proses pertukaran panas antara uap dari turbin dengan air laut yang mengalir pada pipa-pipa kondisi ini disebut dengan sistem pendingin terbuka pada pembangkitan.

Sistem pendingin terbuka dalam pembangkitan khususnya PLTU Banten 3 Lontar menggunakan air laut sebagai pendingin, sistem pendingin ini menggunakan sistem CWP (*Circulating water pump*) yang berfungsi sebagai sumbu air yang akan masuk ke dalam kondensor agar dapat melakukan kondensasi secara optimal sehingga dapat mendapatkan beban MW (megawatt) sesuai dengan permintaan PLN Distribusi.

Pada sisi tekan pompa circulating water pump dipasang penghubung fleksibel (expansion joint) untuk meredam getaran maupun tumbukan air (water hammer) mengingat pompa ini mengalirkan air dalam jumlah yang sangat besar. Pada saluran tekan pompa umumnya dipasang katup butterfly pada sisi outlet dengan tujuan agar dapat menutup dengan cepat mengingat diameter pipa saluran yang sangat besar. Katup ini umumnya digerakkan oleh motor listrik. Pembukaan dan penutupan katup ini berlangsung secara otomatis, katup akan membuka otomatis beberapa saat setelah pompa start dan akan menutup secara otomatis pula bila pompa di stop (Manual of Installation, Operating and Maintenance for Circulating Water Pump, 2008).

Katup ini digerakan menggunakan sistem hidrolik yang merupakan suatu bentuk perubahan atau pemindahan daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan. Dimana fluida penghantar ini dinaikkan tekanannya oleh pompa pembangkit tekanan yang kemudian diteruskan ke silinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup. Gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder dimanfaatkan untuk gerak maju dan mundur maupun naik dan turun sesuai dengan pemasangan silinder yaitu arah horizontal maupun vertical (Komarudin, Yanuarta Ilham Partama, Intan Soleh, 2022).

Peran penting hidrolik ini mempengaruhi dengan kondisi butterfly valve dalam pengoperasinya karena, butterfly valve bisa di pasang pada instalasi berbagai media yang melaluinya misalnya oleh cairan, gas, lumpur dengan berbagai tingkat tekanan dan suhu. Dengan sudut putaran kerja hanya 90° memungkinkan valve jenis ini dapat dioperasikan dengan cepat namun tidak mampu di setting untuk ukuran aliran tertentu. Katup ini biasa disebut sebagai quarter turn valve. Dengan bahan penutup saluran sebuah disc valve ini digerakkan dengan poros aktuator yang terhubung dengan handel di sisi luar valve (Rizky Arman, Yovial Mahyoedin, Kaidir, Nando Desilpa. (2019).

Dalam pengoperasiannya CWP memiliki interkoneksi yang dapat menghubungkan line satu dengan line yang lainnya, sehingga saling berkesinambungan satu sama lain. jika salah satu CWP harus mengalami maintenance maka jalur interkoneksi keduanya dihubungkan sehingga kedua line beroperasi secara bersama walau hanya satu CWP yang operasi. CWP yang mengalami maintenance harus stop dan harus menutup outlet pipa pada CWP tersebut karena dapat menyebabkan aliran balik dari sisi output. Saat perintah CWP stop maka butterfly valve akan mengarah ke close dengan bantuan pressure accumulator di HPU ketika indikasi 15% pompa CWP akan stop dan *butterfly valve* menutup rapat sehingga line utama aman tidak ada aliran balik ke pompa CWP. Namun ditemukan banyak kasus bahwa butterfly valve mengalami kesulitan saat kondisi close, sehingga menimbulkan banyak kerugian materil yang cukup banyak sehingga peralatan CWP dianggap tidak optimal dalam pengoperasian.

Dalam pengoperasian HPU ini sering mengalami kegagalan operasi, masalah ini terungkap pada maximo dalam bentuk work order yang diberikan dari operasi ke pemeliharaan untuk penyelesaian masalah. Jika kendala ini di rekap kembali oleh engineering dalam laporan Jurnal Pronia KIT yaitu laporan kendala yang menyebabkan kerugian pada sistem pembangkitan.

Dari masalah yang berkelanjutan ini dilakukan penelitian dengan metode waterfall yang bertujuan untuk mengoptimalkan pengoperasian pada HPU sehingga dapat memberi interlock saat ada kerusakan pada accumulator dan memberi kestabilan pada *pressure accumulator* karena HPU memerlukan waktu yang cukup lama untuk dilakukan pengecekan ,maka dilakukan perubahan logic pada PLC serta dilakukan pengetesan setting pengoperasian agar HPU dapat beroperasi secara maksimal hingga jadwal perbaikan (*Overhaul*).

TEORI

Indonesia Power merupakan salah satu anak Perusahaan PT PLN (Persero) yang didirikan pada tanggal 3 Oktober 1995 dengan nama PT PLN Pembangkitan Jawa Bali I (PT PJB I). Pada tanggal 8 Oktober 2000, PT PJB I berganti nama menjadi Indonesia Power sebagai penegasan atas tujuan perusahaan untuk menjadi Perusahaan pembangkit tenaga listrik independen yang berorientasi bisnis murni. Kegiatan utama bisnis Perusahaan saat ini yakni fokus sebagai penyedia tenaga listrik melalui pembangkitan tenaga listrik dan sebagai penyedia jasa operasi dan pemeliharaan pembangkit listrik yang mengoperasikan pembangkit yang tersebar di Indonesia. PT Indonesia Power mengelola 5 Unit Pembangkitan (UP), 12 Unit Jasa Pembangkitan (UJP) serta 3 Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan (UPJP) dan 1 Unit Jasa Pemeliharaan (UJH).

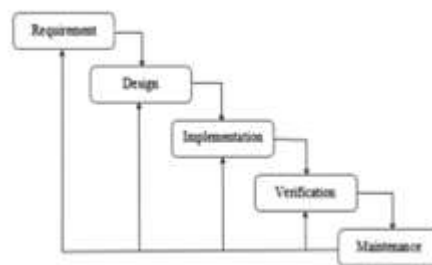
Metode air terjun atau yang sering disebut metode waterfall sering dinamakan siklus hidup klasik (*classic life cycle*), nama model ini sebenarnya adalah “Linear Sequential Model” dimana hal ini menggambarkan pendekatan yang sistematis dan juga berurutan pada pengembangan perangkat lunak, dimulai dengan spesifikasi kebutuhan pengguna lalu berlanjut melalui tahapan-tahapan perencanaan (*planning*), permodelan (*modelling*), konstruksi (*contruction*), serta penyerahan sistem ke para pengguna (*deployment*), yang diakhiri dengan dukungan pada perangkat lunak lengkap yang dihasilkan, metode ini untuk melakukan eliminasi dari setiap komponen dengan berpatokan pada ladder diagram PLC yang telah ditrace sebelumnya (R. S. Pressman, 2012).

METODOLOGI

Metode penelitian adalah cara yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data penelitiannya. metode pengumpulan data: Observasi, melalui pengamatan dan pengalaman yang didapat, penulis menyimpulkan bahwa para user menginginkan sistem kontrol kelistrikan yang mudah dan efisien. Studi literatur, melakukan pengumpulan data dengan mencatat dan membaca buku-buku yang berkaitan dengan pokok permasalahan. sebagian besar metode ini diambil dari situs-situs internet, dan sisanya dari buku cetak dan ebook. penulis melakukan pengumpulan data dengan cara browsing, mengunduh ebook dan membaca beberapa buku-buku referensi internet yang berhubungan dengan laporan skripsi ini. sehingga diperoleh gambaran dari prinsip kerja suatu sistem kontrol kelistrikan yang akan dibuat. Metode Pengembangan Sistem, metode yang digunakan untuk membuat atau mengembangkan perangkat lunak ini adalah model waterfall.

Adapun tahap-tahap dalam metode ini adalah: Analisa/requirement dilakukan adalah menganalisa suatu masalah yang ada yang bertujuan untuk mendefinisikan obyektif keseluruhan dari *hardware*, *software* dan mengidentifikasi segala kebutuhan yang dibutuhkan. Desain, dilakukan sebelum melakukan pembangunan sistem bertujuan untuk memberikan gambaran apa yang seharusnya dikerjakan dan bagaimana struktur suatu sistem kontrol kelistrikannya. Membantu dalam menspesifikasikan kebutuhan *hardware* dan sistem serta mendefinisikan arsitektur suatu sistem kontrol kelistrikan secara keseluruhan. Implementasi, dalam tahap ini dilakukan pembangunan suatu sistem kontrol piranti kelistrikan. Pembuatan suatu sistem kontrol piranti kelistrikan ini dipecah menjadi

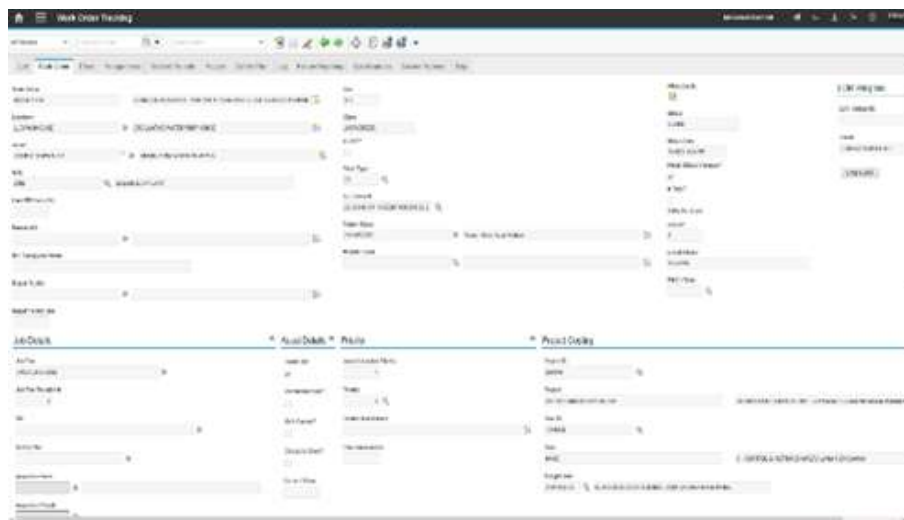
modul-modul kecil yang nantinya akan digabungkan dalam tahap berikutnya. Selain itu dalam tahap ini juga dilakukan pemeriksaan terhadap modul yang dibuat, apakah sudah memenuhi fungsi yang diinginkan atau belum. *Verification* dan *testing*, dilakukan penggabungan modul-modul yang sudah dibuat dan dilakukan pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah suatu sistem kontrol kelistrikan yang dibuat sesuai dengan desainnya dan masih terdapat kesalahan atau tidak. *Operation* dan *maintenance*, suatu sistem kontrol kelistrikan yang sudah jadi dioperasikan serta dilakukan pemeliharaan. Pemeliharaan termasuk dalam memperbaiki kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah sebelumnya.



Gambar 1. Bagan pengembangan ide metode waterfall.

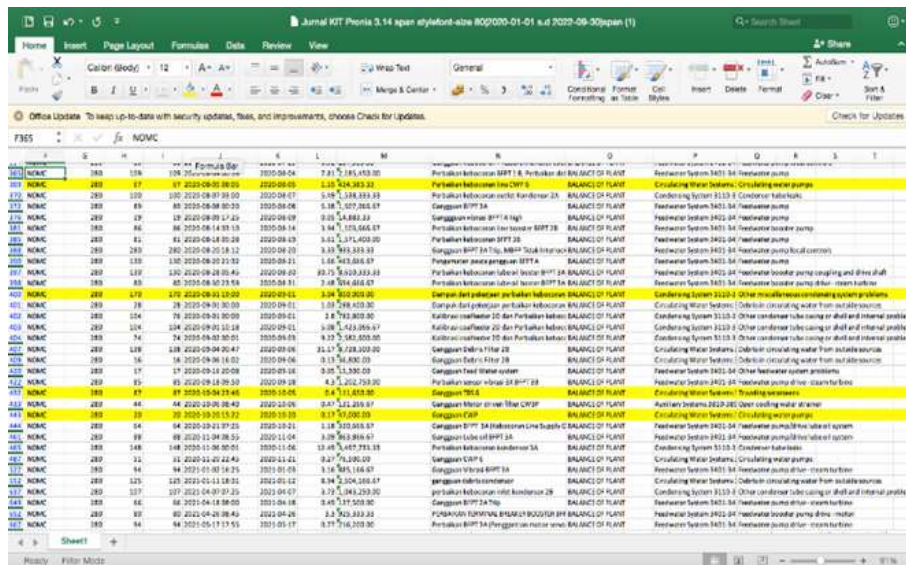
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 merupakan bentuk *request* pekerjaan dari team operator ke team pemeliharaan karena adanya kendala pengoperasian disebabkan peralatan yang tidak dapat bekerja secara optimal, Work order ini sebagai acuan pekerjaan yang ada pada pemeliharaan untuk mengeksekusi peralatan.



Gambar 2. Work order pada aplikasi maximo.

Work order yang menyebabkan kerugian yang signifikan hingga mengalami kerugian pada perusahaan tercatat pada laporan jurnal kit pronia yang terlampir pada Gambar 3, lamporan pronia kerugian akibat kurang optimalnya HPU sebagai acuan kelanjutan analisa.



Gambar 3. Jurnal KIT pronia.

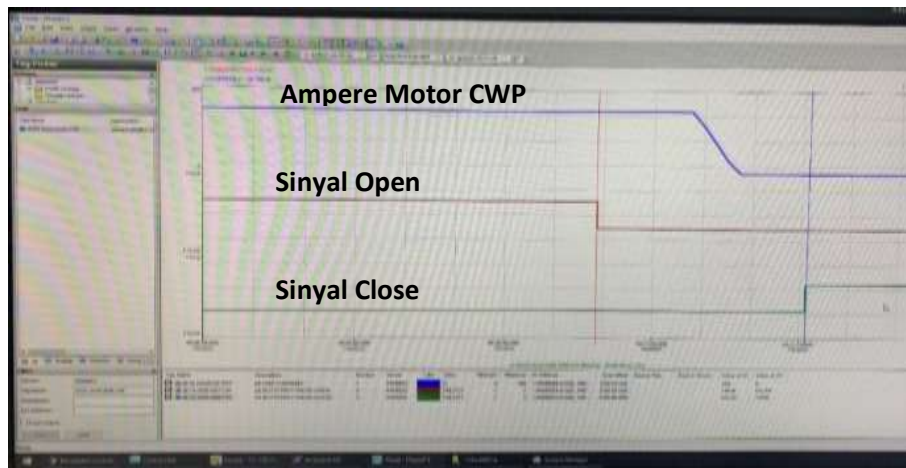
Salah satunya yang tercatat pada Jurnal KIT Pronia, HPU CWP mengalami kegagalan close butterfly valve sehingga TBS (*Travelling Bar Screen*) mengalami kerusakan yang cukup serius dan berdampak derating dengan jangka waktu yang cukup lama. Kondisi ini sangat merugikan bagi perusahaan.



Gambar 4. Kegagalan operasi saat menutup butterfly valve HPU CWP.

Gambar 4 merupakan bentuk kegagalan yang terjadi ketika mengoperasikan HPU CWP, kondisi tersebut operator memberi sinyal close pada cwp, namun cwp mengalami kerusakan pada accumulator sehingga proses close mengalami keterlambatan sehingga indikasi open hilang namun indikasi 15% dan close tidak muncul (abu-abu).

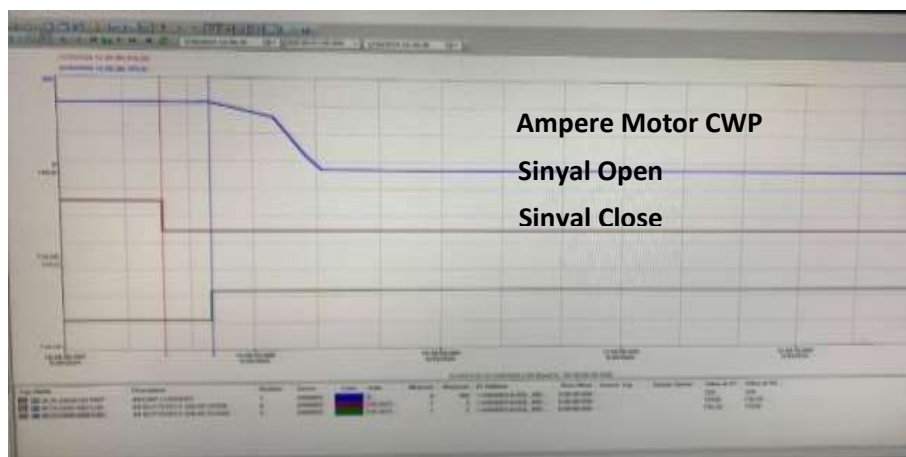
Setelah dilakukan implementasi perubahan logic pada HPU kerja HPU lebih optimal dan dapat dignakan meski ada kerusakan pada accumulator saat mempertahankan pressure.



Gambar 5. Grafik waktu sebelum dilakukan implementasi perubahan *logic*.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa ketika operator memberi perintah close *butterfly valve* HPU maka accumulator memberi pressure untuk menekan piston sehingga terjadi pergerakan dari open to close namun waktu yang digunakan melebihi waktu standard sehingga pompa circulating water pump stop dan terjadi flow back pada aliran sistem pendingin terbuka.

Setelah dilakukan perubahan pada logic PLC didapat bahwa waktu close dari *butterfly valve* mencapai 10 detik dengan pressure 12,5 Mpa dengan berpatokan dengan ampere motor sehingga jika terjadi kerusakan pada acuumulator maka perlatan dapat diopersikan sampai jadwal over haul yang telah ditetaokan oleh P2B (Pusat Pengatur Beban).



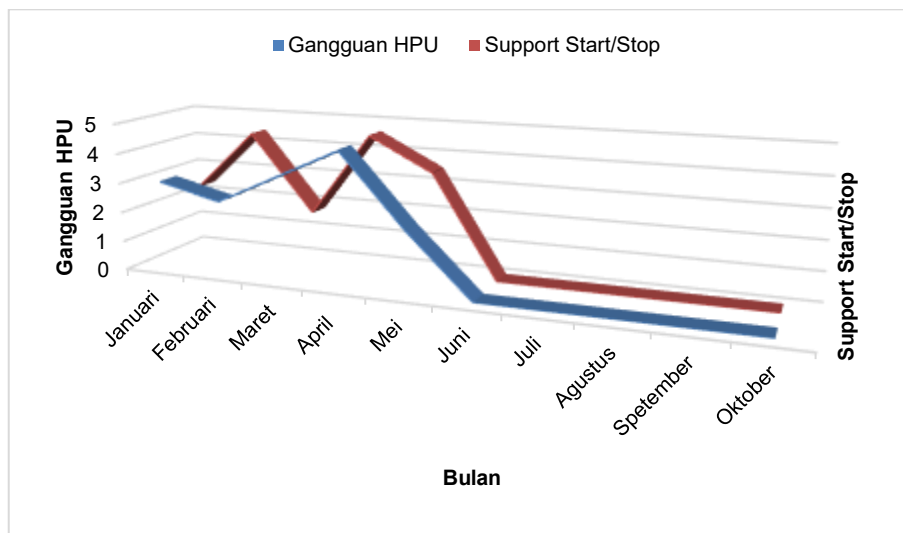
Gambar 6. Grafik waktu sebelum dilakukan implementasi perubahan *logic*.

Dari keberhasilan tersebut didapat bahwa jumlah work order yang terrekam pada aplikasi maximo PT Indonesia Power tidak ditemukan kegagalan karena masalah yang terjadi sebelumnya sehingga HPU diniai dapat berkerja secara optimal.

Tabel 1. Pemilihan *settingan* sesuai *standard team engineering*.

No	Settingan Pressure Switch (Mpa)	Adjust Piston (Derjat)	Waktu Close (detik)	Ampere Motor (A)
1	8,5	90	31	0,83
2	9	180	28	1,7
3	9,5	270	25	2,53
4	10	360	22	3,36
5	10,5	1 putaran + 90	20	4,19
6	11	1 putaran + 180	18	5,02
7	11,5	1 putaran + 270	15	5,85
8	12	2 putaran + 90	12	6,68
9	12,5	2 putaran + 180	10	7,51
10	13	2 putaran + 270	8	8,34
11	13,5	3 putaran	5	9,17
12	14	3 putaran + 90	3	10

Pada Tabel 1 dengan garis biru merupakan setting yang telah disetujui oleh team engineering untuk dilakukan penggantian logic melalui diskusi engineer dan laporan ECP (engineering change proposal).



Gambar 7. Grafik permintaan *workorder* Setelah *dideploy*.

Pada Gambar 7 menunjukkan penurunan yang sangat signifikan setelah dilakukan implementasi pada PLC HPU CWP, adapun list keberhasilan saat ada request untuk melakukan pergantian CWP karena ada pembangunan pembangkitan baru dari pengoperasian HPU CWP sebagai berikut: MD kebocoran inlet kondensor 2B (*stop* CWP 4), pengecekan CWP 2, perbaikan inlet kondensor 2B (*stop* CWP 4), kondensor 2A laminasi bocor (*stop* CWP 4), *stop all* CWP unit 3, *supporting* U4 (*stop* CWP 2), kebocoran kondensor 2A (*stop* CWP 3), *supporting* U4 (*stop* CWP 6), *commisioning* U4 (*stop* CWP 4).



Gambar 8. Pencarian *workorder* kegagalan pengoperasian HPU.

Pada Gambar 8 dilakukan pencarian *workorder* kegagalan pengoperasian HPU yang serupa sebelum dilakukan penggantian logic, hasilnya tidak ditemukan kembali *workorder* sehingga dapat dikatakan HPU dalam kondisi optimal dalam pengopersiannya. Ketidastabilan *pressure* pada *accumulator* dapat mempengaruhi kecepatan *close* dari *butterfly valve* serta dapat membuat *life time blade accumulator* mengalami kerusakan karena pengecekan sesuai maunal bok dalam 180 hari, hal ini dapat dipantau melalui *logsheet* operator yang bertugas untuk mencatat *pressure* indikator pada *accumulator*.

Setelah dilakukan implemmentasi pembacaan *pressure* indikator pada *accumulator* cenderung stabil diharapkan dapat menambah *lifetime* materil dari *blade accumulator* agar dapat beroperasi secara optimal.



Gambar 9. Kerugian kerusakan karena kegagalan *close* HPU.

Gambar 9 merupakan bentuk gangguan yang terjadi karena HPU CWP, dari kegagalan HPU tersebut kerugian finansial sangat besar mulai dari kerugian dari derating unit dengan waktu yang cukup lama, lalu disusul dengan kerugian akibat kerusakan dari

traveling bar screen serta biaya perbaikan blade pada hpu menjadi sebuah beban yang cukup serius.

Ditambah banyak personi yang harus bergantian standby untuk melakukan troubleshooting menjadi sorotan juga. Maka karya inovasi memiliki pengaruh yang sangat besar bahkan mengoptimalkan proses kerja HPU sehingga ini merupakan bentuk estimasi perbandingan biaya jasa pembuatan proteksi sebagai bentuk improvement agar tidak ada kejadian terulang kembali. Mitra: team eng dengan job des troubleshoot dan modifikasi sistem, dana pengeluaran : Rp. 50.000.000,00,-, mandiri: melibatkan @3 man power. dana pengeluaran: Rp. 3.000.000,00,-, dengan kata lain pembuatan logic memiliki manfaat finansial yang jelas.

Adapun perhitungan terukur terhadap dampak inovasi terhadap peningkatan kinerja unit pembangkit yang terukur pada kontrak manajemen unit PLTU Lontar.

Table 2. Manfaat kinerja.

No.	Aspek	Dampak Terhadap Kinerja
1	Untuk memberi <i>interlock</i> /pengaman sistem agar dapat membackup sistem dalam kondisi <i>online</i> .	Dapat melakukan <i>ope /close</i> HPU cwp serta <i>start/stop</i> cwp dalam kondisi online dan kapan saja.
2	Memastikan waktu <i>Close Valve</i> sesuai dengan <i>Standards</i> .	Meringankan kinerja pada <i>accumulator</i> yang berdampak penugasan sistem <i>maintenance</i> dan life time peralatan.
3	Mengetahui kondisi <i>accumulator</i> dan Memberi <i>lifetime</i> waktu blade <i>accumulator</i> .	Dapat mengoptimalkan <i>performa</i> CWP dengan sistem HPU yang dapat di opsikan dengan baik.

Adapun dampak inovasi tak terukur terhadap perusahaan dan unit pembangkit seperti meningkatkan reputasi terhadap *stakeholder* perusahaan, kepuasan pelanggan, peningkatan wawasan dan kompetensi pegawai.

KESIMPULAN

Interlock/pengaman sistem agar dapat membackup sistem dalam kondisi *online* dengan melakukan simulasi drain pada *accumulator* dan melakukan settingan pada *pressure switch* 12,5mpa diperoleh waktu 10 detik dengan kondisi arus motor 7,51A serta direkomendasikan oleh *team enginner* sehingga dapat diopersikan meski ada indikasi kerusakan pada *blade*. Telah dilakukan percobaan pengujian *interlock* pada perintah *close* HPU sehingga didapat waktu 10 detik dengan berpatokan pada standard waktu *close* HPU CWP maksimal 20 detik. Selisih waktu dapat dilihat dari waktu perubahan *indicator open* menuju *close* bersamaan pada *stop* motor CWP. Dari perubahan *logic* mempengaruhi stabilnya *pressure* pada *acuumulator* yang semula jarak perubahan 11mpa hingga 15mpa menjadi stabil di nilai 12,4mpa hingga 12,8mpa terlampir pada gambar sehingga potensi kerusakan dapat menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Aceng Abdul Wahid. (2020). Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem. Jurnal Ilmu-ilmu Informatika dan Manajemen, Volume XX, Nomor 2, halaman 45–56.
- Dedek Yuhendri. (2018). Penggunaan PLC Sebagai Pengontrol Peralatan Building Automatis. Journal of Electrical, Volume 3(3), Halaman 121-127.
- Fauzan Malvin Satrio Hermawan, Muhamad Wirdi, Adik Susilo Wardoyo. (Mei 2022). Modifikasi Controlling Oil Level Hydraulic Pump Unit (HPU) Curing Seyen Plant K Menggunakan RFID di PT. XYZ. Jurnal Instrumentasi dan Teknologi Informatika (JITI), Volume 3(2), ISSN: 2746-7635, e-ISSN: 2808-5027.
- I Wayan W., Sofyan Sori, Jakaria, Artadi Heru W., Mulyono. (2010). Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) pada Sistem Kontrol Proses Pengelasan Inner dan Outer Tabung Iradiasi. Jurnal Fisika Nuklir dan Energi (JFN), Volume 4(1), Halaman 33.
- InterNational Electrical Testing Association, 2009. ANSI/NETA ATS. STANDARD FOR ACCEPTANCE TESTING SPECIFICATIONS for Electrical Power Equipment Systems. United Stated.
- Komarudin, Yanuarta Ilham Partama, Intan Soleh. (2022). Perancangan Power Unit Sistem Hidrolik untuk Payung Hidrolik di Masjid Raya Aceh. Jurnal Tera, Volume 2(1), 34.
- PLN Persero, 2008. Manual of Installation, Operating and Maintenace for Circulating Water Pump (Type 1800HLBK-18 Vertical Mixed Flow Pump). Rembang.
- PT PLN (PERSERO). 2018. Wikipedia Bahasa Indonesia, Ensiklopedia Bebas, n.d
- PT PLN (PERSERO). 2010. Buku 1 Kriteria Desain Engineering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta.
- R. S. Pressman, Rekayasa Perangkat Lunak (Pendekatan Praktisi), Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2012.
- Rizky Arman, Yovial Mahyoedin, Kaidir, Nando Desilpa. (2019). Studi Aliran Air pada Ball Valve dan Butterfly Valve Menggunakan Metode Simulasi Computational Fluid Dynamics. Jurnal Kajian Teknik Mesin, Volume 4(1), Maret, Halaman 38-49.