

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL TANGKI
OVERFLOW HOTWELL BERBASIS PLC**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S-1) Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

Topan Hirawan

2310017111027



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN
PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL TANGKI
OVERFLOW HOTWELL BERBASIS PLC

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

Topan Hirawan

2310017111027

Disetujui Oleh :

Pembimbing

Dr. Hidayat, S.T., M.T., IPM

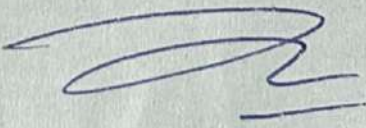
NIK/NIDN: 960 700 420

Diketahui Oleh

Fakultas Teknologi Industri
Dekan,


Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.
NIK : 990 500 496

Jurusan Teknik Elektro
Ketua,


Ir. Arzul, M.T.
NIK : 941 100 396

LEMBAR PENGUJI

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL TANGKI
OVERFLOW HOTWELL BERBASIS PLC**

SKRIPSI

Topan Hirawan

2310017111027

*Dipertahankan Di Depan Penguji Skripsi
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Hari : Rabu , 26 Februari 2025*

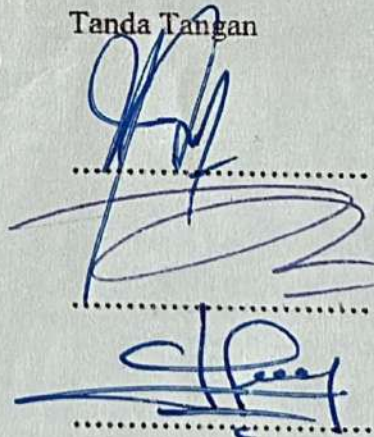
No. Nama

Tanda Tangan

1. **Dr. Hidayat, S.T., M.T., IPM**
(Ketua dan Penguji)

2. **Ir. Arzul, M.T**
(Penguji)

3. **Ir. Cahayati, M.T**
(Penguji)



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul **“Perancangan Dan Implementasi Sistem Kontrol Tangki Overflow Hotwell Berbasis PLC”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Padang, 26 Februari 2025



Yopati Hirawan

NPM : 2310017111027

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT karena atas segala rahmat dan karunia-Nya, penulis telah dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“Perancangan Dan Implementasi Sistem Kontrol Tangki Overflow Hotwell Berbasis PLC”** tujuan dari penyusunan skripsi ini yaitu sebagai persyaratan untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaan (Strata-1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang. Terlaksananya penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan, do’a dan berbagai motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Prof. Dr. Reni Desmiarti, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir. Arzul, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas BungHatta
4. Bapak Dr. Hidayat, S.T., M.T., IPM selaku Pembimbing yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini
5. Bapak Mirza Zoni S.T, MT selaku Penasehat Akademis.
6. Bapak/ibu dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
7. Istriku tercinta Annisa Anggreani dan Anak Tersayang Elbarra Arsyah Hirawan yang telah menyemangati, mendukung, mendoakan dan mensupport penulis sehingga menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
8. Teman-teman Angkatan 2023 yang telah memberikan dukungan dan suportnya dalam menyelesaikan skripsi ini

Penulis berharap semoga skripsi akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya. Sekiranya ada kesalahan dalam penulisan

skripsi ini, penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun demi kesempurnaan.

Balikpapan , 26 Februari 2025

A handwritten signature in black ink, featuring a stylized 'H' and 'W' with a large loop at the end.

Topan Hirawan

ABSTRAK

Penelitian ini membahas sistem pengendalian level air kondensat pada tangki hotwell di PLTU PT. AMMAN Mineral, khususnya dalam menghadapi kondisi overflow yang terjadi akibat peningkatan produksi kondensat secara tiba-tiba. Situasi ini sering terjadi selama start-up atau perubahan beban proses, terutama dengan adanya variasi dinamika beban pada siang hari yang disebabkan oleh pengoperasian PV surya. Tangki *overflow hotwell* dirancang untuk menampung air kondensat yang di buang ke *Drain Valve*, yang dalam kondisi normal dibuang ke saluran pembuangan meskipun air ini memiliki kandungan mineralisasi rendah.

Penelitian ini mengusulkan penerapan sistem kontrol berbasis PLC untuk meningkatkan kualitas, stabilitas dan efisiensi dalam mengatur level air kondensat. Selain itu, Human Machine Interface (HMI) dikembangkan untuk memudahkan operator dalam memonitor dan mengontrol level air secara *real-time*.

Implementasi sistem kendali PLC serta penggunaan HMI yang efisien diharapkan dapat menjaga level dan Kualitas Air kondensat lebih stabil, meningkatkan efisiensi operasional, dan mengurangi potensi kegagalan sistem. Berdasarkan hasil pengujian, sistem kontrol tangki overflow yang telah berjalan otomatis sejak Juli 2024 terbukti meningkatkan efisiensi dan ramah lingkungan. Pemakaian air segar untuk pembangkitan listrik menurun sebesar 24,3%, dari 0,286751494 m³/MWh menjadi 0,216803063 m³/MWh. Selain itu, jumlah air terbuang berkurang hingga 27,1%, dari rata-rata 6194,167 m³ menjadi 4514,5 m³ per bulan. Efisiensi ini memberikan dampak positif berupa penghematan biaya demineralisasi air segar sebesar 7772,135 USD untuk PT AMMAN.

Kata kunci: Tangki *Overflow Hotwell*, PLC, HMI

ABSTRACT

This study discusses the condensate water level control system in the hotwell tank at PT. AMMAN Mineral PLTU, especially in dealing with overflow conditions that occur due to a sudden increase in condensate production. This situation often occurs during start-up or changes in process load, especially with variations in load dynamics during the day caused by the operation of solar PV. The hotwell overflow tank is designed to accommodate the overflow of condensate water that cannot be accommodated by the main hotwell tank, which under normal conditions is discharged into the drain even though this water has a low mineralization content.

This study proposes the implementation of a PLC-based control system to improve stability and efficiency in regulating the condensate water level. In addition, a Human Machine Interface (HMI) was developed to facilitate operators in monitoring and controlling the water level in real-time and online.

The implementation of the PLC control system and the use of an efficient HMI are expected to maintain a more stable condensate water level, improve operational efficiency, and reduce the potential for system failure. Based on the test results, the overflow tank control system that has been running automatically since July 2024 has proven to increase efficiency and be environmentally friendly. Fresh water usage for power generation decreased by 24.3%, from 0.286751494 m³/MWh to 0.216803063 m³/MWh. In addition, the amount of wasted water decreased by 27.1%, from an average of 6194.167 m³ to 4514.5 m³ per month. This efficiency has a positive impact in the form of savings in fresh water demineralization costs of 7772.135 USD for PT AMMAN.

Keyword: *Overflow Hotwell Tank, PLC, HMI*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	.
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
INTISARI.....	v
ABSTRACT.....	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	3
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Penelitian.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	7
2.2.2 Siklus Air PLTU	12
2.2.3 Programmbale Logic Control dan HMI	14
2.2.3.1 Programmable Logic Control	14
2.2.3.2 Human Machine Interface.....	16
2.2.4 Programmbale Logic Control dan HMI	18
2.2.4.1 Gerbang Logika OR.....	18
2.2.4.2 Gerbang Logika AND.....	19
2.2.4.3 Gerbang Logika NOT	19
2.2.4.4 Gerbang Logika NOR	19
2.2.4.5 Gerbang Logika NAND	20
2.2.4.6 Gerbang Logika XOR	20
2.2.4.7 Gerbang Logika XNOR	21
2.3 Ladder Diagram	21

2.4 Hipotesis.....	24
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Alat dan Bahan.....	25
3.2 Skematik Sistem Kontrol Tangki Overflow enelitian.....	34
3.3 Alur Penelitian	36
3.4 Design Overflow Hotwell Tank	37
3.5 Perancangan Software Logika PLC	38
3.6 Alamat I/O Implementasi PLC	43
BAB IV PEMBAHASAN.....	45
4.1 Impelementasi Software dan HMI	45
4.1.1 Implementasi Software Pengisian Tangki	45
4.1.2 Implementasi Software Ledder Penilaian Kualitas Air.....	47
4.1.3 Implementasi Software Pengisian CST Tank atau Pump to Drain	47
4.2 Pengujian Input dan Output PLC	51
4.2.1 Pengujina Input Level Sensor	51
4.2.2 Pengujian Actuator Valve	51
4.2.3 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	51
4.3 Analisis Sistem.....	53
4.3.1 Analisa konsumsi air bersih	54
4.3.2 Analisa Air Yang terbangun ke WTP	55
4.3.3 Analisa Biaya Demineralisasi air	56
BAB V KESIMPULAN & SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	xxii
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Implementasi alamat input & output	38
Tabel 4.1. Pengujian sensor level.....	42
Tabel 4.2. Pengujian valve tangki A	43
Tabel 4.3. Pengujian valve tangki B	43
Tabel 4.4. Pengujian sistem overflow	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Pembangkit PLTU	5
Gambar 2.2 Siklus Air PLTU.....	6
Gambar 2.3 Programmable Logic Control.....	7
Gambar 2.4 Human Machine Interface	8
Gambar 2.5. Gerbang Logika Dasar OR dan Tabel Kebenaran.....	15
Gambar 2.6. Gerbang Logika Dasar AND dan Tabel Kebenaran.....	16
Gambar 2.7. Gerbang Logika Dasar NOT dan Tabel Kebenaran	16
Gambar 2.8. Gerbang Logika Dasar NOR dan Tabel Kebenaran.....	17
Gambar 2.8. Gerbang Logika Dasar NOR dan Tabel Kebenaran.....	18
Gambar 2.9. Gerbang Logika Dasar NAND dan Tabel Kebenaran.....	19
Gambar 2.10. Gerbang Logika Dasar XOR dan Tabel Kebenaran.....	19
Gambar 2.11. Gerbang Logika Dasar XNOR dan Tabel Kebenaran	20
Gambar 2.12. Deskripsi Rung dan Power Rail pada PLC	20
Gambar 2.13 Timer Ladder Diagram.....	21
Gambar 2.14 Counter Ladder Diagram.....	21
Gambar 3.1 Laptop.....	23
Gambar 3.2. Sensor Level Rasmount.....	25
Gambar 3.3 Alur Penelitian.....	27
Gambar 3.4 Design Overflow Tank	30
Gambar 3.5 Flowchart of Automatic Program Mapping	33
Gambar 4.1 Pengisian Overflow Tangki A.....	34
Gambar 4.2 Tampilan HMI Pengisian Tangki A	34
Gambar 4.3 Pengisian Tangki Overflow B	35
Gambar 4.4 HMI Pengisian Tangki B.....	36
Gambar 4.5 Penilaian kualitas air tangki A	37
Gambar 4.6 HMI Penilaian nilai konduktivitas dan PH	37
Gambar 4.7 Ladder Diagram Kelayakan Air	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Power plant atau pembangkit listrik adalah fasilitas industri yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dari berbagai sumber energi, seperti batu bara, gas, air, atau panas bumi. Salah satu jenis pembangkit listrik yang umum digunakan adalah PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), di mana air dipanaskan untuk menghasilkan uap yang digunakan untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik.

Dalam proses ini, terdapat berbagai sistem pendukung, salah satunya adalah sistem kondensasi, yang berfungsi untuk mengubah kembali uap bekas menjadi air guna digunakan kembali dalam siklus pembangkitan uap. Salah satu bagian penting dari sistem ini adalah hotwell. Dalam operasi normal, tangki hotwell berfungsi untuk menampung kondensat yang dihasilkan selama proses pendinginan dan pemanasan kembali air dalam siklus pembangkit [1]. Namun, pada situasi tertentu seperti saat start-up atau ketika terjadi perubahan beban operasi secara mendadak, produksi kondensat dapat meningkat dengan cepat, melebihi kapasitas penampungan hotwell [2]. Peningkatan beban yang terjadi secara tiba-tiba sering kali disebabkan oleh fluktuasi dalam produksi energi, terutama pada siang hari saat pembangkit listrik tenaga surya (PV surya) beroperasi. Sumber energi ini dikenal dengan dinamika produksi yang tidak stabil, sehingga mempengaruhi keseluruhan sistem steam dan meningkatkan produksi kondensat secara tidak terduga [3]. Tanpa adanya mekanisme penampungan tambahan, air kondensat ini biasanya akan langsung dibuang ke saluran pembuangan, meskipun sebenarnya mengandung mineralisasi yang rendah dan dapat dimanfaatkan kembali.

Berdasarkan kondisi sistem kondensat dan penambahan pembangkit solar panel yang mengakibatkan air yang terbuang dari kondensator menjadi lebih banyak bila dibandingkan dengan sebelum adanya pembangkit solar panel, hal ini yang melatar belakangi dalam perancangan dan implementasi sistem overflow

storage tank berbasis PLC ini untuk dapat menampung air yang terbangun dan sebagai monitoring secara langsung terhadap kualitas air yang dihasilkan oleh kondensor. Selain itu power plant PT AMMAN membutuhkan sebuah sistem analisis terhadap kebocoran air laut pada tangki pendingin kondensor, hal ini berdasarkan kejadian di tahun 2013 di mana pemanfaatan air dari kondensor yang langsung digunakan menuju CST (*Condensor Storage Tank*) dalam kasus ini terjadi kebocoran pada pendingin air laut yang langsung tercampur pada air demineralisasi yang ada di CST mengakibatkan kerusakan pada Bilah-Bilah Turbine yang disebabkan oleh kandungan Konduktivitas yang tinggi pada air yang digunakan sebelum menjadi uap.

Pemasangan tangki overflow hotwell bertujuan untuk menampung air kondensat yang meluap, mencegah pemborosan sumber daya, dan mengurangi dampak lingkungan dari pembuangan air tersebut. Air yang tertampung kemudian akan dianalisis oleh tim kimia untuk memastikan bahwa kandungan kimianya sesuai dengan standar kualitas air yang berlaku. Setelah validasi, air ini dapat dipindahkan ke tangki penyimpanan kondensat (CST), yang kemudian dapat digunakan kembali dalam proses pembangkitan. Penggunaan Programmable Logic Controller (PLC) pada sistem tangki overflow hotwell sangat penting untuk memastikan pengoperasian yang efisien dan aman. PLC berfungsi memonitor dan mengelola berbagai parameter, seperti tingkat *conductivity* air kondensat, tekanan, dan suhu, guna memastikan tangki hotwell dan *overflow* berfungsi optimal dalam berbagai kondisi. PLC memainkan peran penting dalam mengatur valve serta operasi pompa untuk menghindari luapan [4]. Dengan memantau level air secara real-time, dan juga berperan sebagai analisator terhadap kualitas air yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. PLC dapat melakukan penyesuaian otomatis terhadap perubahan beban, menjaga stabilitas sistem, dan memastikan bahwa kondensat dialirkan ke tangki penyimpanan secara efisien. Untuk memudahkan operator dan control engineer dalam memonitor dan mengontrol level cairan secara real-time dan online, digunakan Human Machine Interface (HMI).

HMI menyediakan antarmuka yang intuitif, memungkinkan pemantauan atau pengendalian yang lebih mudah, dan terintegrasi [5].

Oleh karena itu pada skripsi ini dilakukan implementasi sistem kontrol berbasis PLC pada sistem tangki overflow hotwell, dan HMI sebagai media antarmuka. Dengan sistem terintegrasi tersebut diharapkan sistem overflow hotwell yang efisien dan aman tercapai.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana implementasi PLC dan HMI dalam memastikan pengoperasian tangki overflow hotwell yang efisien dan aman?
2. Apakah implementasi sistem kontrol overflow hotwell dapat mengoptimalkan penggunaan air di PT Amman Mineral Nusa Tenggara?
3. Apakah implementasi sistem kontrol hotwell overflow mengurangi limbah air yang terbuang sebagai upaya mengurangi dampak lingkungan?
4. Apa dampak dari sisi ekonomi dengan adanya sistem kontrol tangki overflow bagi perusahaan PT Amman Mineral Nusa Tenggara?

1.3 Batasan Masalah

1. Dalam rancangan ini, sistem kontrol PLC yang digunakan berbasis PLC Allen Bradley dan tidak melibatkan sistem pengendalian lainnya di luar cakupan ini.
2. Dalam rancangan ini Tidak mempertimbangkan kapasitas, ketebalan dan bentuk desain tank dan Motor Pump.
3. Dalam Rancangan ini menggunakan sensor PH dan *Conductivity* dan tidak mencakup analisa tentang nilai standar dari PH dan *Conductivity* yang telah ditetapkan.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Memastikan sistem PLC dan HMI dalam pengoperasian tangki overflow hotwell yang lebih efisien dan aman di PT Amman Mineral Nusa Tenggara.
2. Menilai efektivitas sistem kontrol overflow hotwell dalam mengoptimalkan penggunaan air di PLTU PT Amman Mineral Nusa Tenggara.

3. Mengukur pengurangan limbah air akibat implementasi sistem kontrol hotwell overflow serta kontribusinya dalam mengurangi dampak lingkungan.
4. Mengevaluasi dampak ekonomi dari penerapan sistem kontrol tangki overflow terhadap efisiensi biaya operasional perusahaan PT Amman Mineral Nusa Tenggara.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari perencanaan ini adalah:

1. Bagi penulis, dapat menambah wawasan pengetahuan dan pengembangan ilmu. Khususnya dalam merancang sistem pengontrolan berbasis PLC.
2. Bagi perusahaan, Mengurangi risiko luapan air kondensat dan gangguan operasional dengan pengendalian yang lebih tepat dan responsif.
3. Bagi pembaca, dengan penulis membahas judul ini dapat mempermudah pembaca untuk mengimplementasikan sistem control.