

# SIMULASI SISTEM PENGENDALI BOILER PLTSAMPAH KAMPUS-II ITN MALANG MENGGUNAKAN PLC

<sup>1</sup>Irrine Budi Sulistiawati <sup>2</sup>Ni Putu Agustini <sup>3</sup>Muhammad Nizar Affandi

Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia

[1irrine@lecturer.itn.ac.id](mailto:irrine@lecturer.itn.ac.id), [2ni\\_putu\\_agustini@lecturer.itn.ac.id](mailto:ni_putu_agustini@lecturer.itn.ac.id), [3nizarafandi8@gmail.com](mailto:nizarafandi8@gmail.com)

**Abstrak—** *PLTSa (Pembangkit Listrik Tenaga Sampah) adalah pembangkit listrik yang menggunakan sampah sebagai bahan bakar utama dan menggunakan sampah organik maupun anorganik. Bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam merupakan bahan bakar utama untuk pembangkit listrik saat ini. Kita tentu harus mencari sumber energi alternatif lainnya dengan memanfaatkan bahan-bahan yang ada seperti sampah. Sistem pengendali atau system control adalah suatu alat untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Sistem pengendali pada boiler dibutuhkan untuk mengontrol suhu dan level air dalam tabung boiler guna mempertahankan kestabilan tekanan uap yang dihasilkan. Sistem pengendali harus dirancang sedemikian rupa, baik terhadap perubahan gangguan yang timbul, maupun ketidakpastian dari sistem yang dikendalikan. Dalam skripsi ini akan dilakukan suatu simulasi sistem pengendali pada boiler PLTSa Kampus II ITN Malang dengan menggunakan software Haiwell Happy dan PLC Haiwell AC10S0R sebagai kontrolnya PLC haiwel memiliki kelebihan Pengamatan dan pemantauan real-time jarak jauh oleh Haiwell Cloud melalui Ethernet/WIFI/4G, 2 antarmuka Ethernet, mendukung jaringan Ethernet bintang, pohon, dan bus. Mendukung protokol MQTT, mendukung akses ke server database.*

**Kata Kunci—***PLTSa, sistem pengendali, PLC haiwell, Boiler.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Bahan bakar fosil yang menjadi bahan bakar utama saat ini ketersediaannya semakin hari semakin menipis jumlahnya di bumi. Oleh Karena itu di beberapa Negara sudah menerapkan sistem Energy Baru Terbarukan(EBT). Salah satu jenis sistem Energi Baru Terbarukan (EBT) yang bisa dikembangkan yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa). Karena melihat dari limbah sampah yang dihasilkan selama ini jumlahnya semakin meningkat setiap tahunnya.

Data informasi yang terdapat pada Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN) timbulan sampah yang dihasilkan Indonesia selama 2021 mencapai 41,503,178.66 ton/tahun sedangkan di Malang sendiri mencapai 247,388.97 ton/tahun.[1] Sampah yang tidak diolah sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi baru terbarukan. Oleh karena itu, pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di kawasan Kampus II ITN Malang diharapkan dapat mengurangi dan memanfaatkan sampah yang ada. PLTSa merupakan pembangkit listrik berbasis sampah yang

menggunakan sampah organik dan anorganik sebagai bahan bakar utamanya.. Dalam PLTSa terdapat beberapa komponen yaitu tungku pembakaran, boiler, turbin dan generator. Dalam skripsi ini membahas terkait dengan boiler dimana boiler berperan penting untuk menghasilkan uap untuk memutar turbin generator agar menghasilkan listrik.

Boiler adalah suatu alat konversi energi yang digunakan untuk mengubah air menjadi uap dengan proses pemanasan/pembakaran. Industri proses biasanya memiliki boiler yang dapat menghasilkan uap yang digunakan untuk mentransfer panas ke proses. Steam yang dihasilkan pada boiler ini diperoleh dari air yang diumpankan ke boiler kemudian direbus. Air merupakan media yang cocok untuk mentransfer panas dalam proses perebusan air hingga menjadi uap. Boiler adalah bagian dari peralatan yang harus dikelola dan dipelihara dengan baik agar dapat berfungsi secara efisien dan aman. Salah satu cara agar boiler bekerja secara optimal adalah dengan memberikan tindakan kontrol pada proses yang sedang berjalan. Secara umum tujuan dari sistem kontrol boiler adalah untuk menjaga produk steam yang dihasilkan boiler sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan [3]. Sistem kendali atau sistem kendali adalah alat untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan suatu sistem. Konsep kontrol ini dapat digunakan secara manual untuk mengontrol sistem kontrol. Sistem kontrol boiler diperlukan untuk mengontrol suhu dan ketinggian air di dalam tabung boiler dan untuk menstabilkan tekanan uap yang dihasilkan. Sistem kontrol harus dirancang untuk menangani perubahan gangguan yang dihadapinya dan ketidakpastian sistem yang dikendalikan. Pada penelitian ini digunakan software Haiwell Happy dan PLC Haiwell AC10S0R untuk melakukan simulasi sistem kendali boiler [4].

### Rumusan Masalah

Bagaimana mensimulasikan sistem kontrol level air, temperature suhu, dan pressure pada boiler untuk PLTSampah kampus II ITN Malang menggunakan PLC ?

### Tujuan dan Manfaat

Tujuan :

Untuk simulasi dan menganalisa sistem pengendali boiler pada perancangan PLTSampah di kampus II ITN Malang.

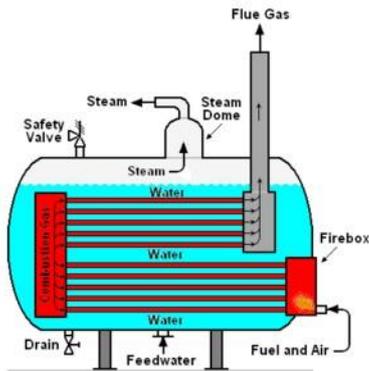
Manfaat :

Untuk dapat dijadikan referensi dan bahan kajian untuk pembuatan (*desk evaluation*) PLTSampah terutama dibagian sistem pengendali boiler.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Boiler

Boiler merupakan alat yang digunakan untuk membuat uap pada suhu dan tekanan tertentu dengan cara memanaskan air yang ada di dalamnya dan akan menghasilkan uap panas bertekanan tinggi.



Gambar 2.1 Boiler pipa api

#### B. Sensor Suhu

Termokopel tipe K adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk merasakan atau mengukur suhu melalui dua konduktor logam dari bahan yang berbeda, yang kemudian digabungkan untuk menciptakan efek termoelektrik. Termokopel tipe K terbuat dari Chromel (paduan Ni-Cr) dan Alumel (paduan Ni-Al) dan memiliki rentang pengukuran suhu -270 oC sampai 1350 oC dengan sensitivitas 40,6 V/oC. [8]



Gambar 2.2 Sensor suhu termokopel

#### C. Sensor ketinggian air

Boiler Water Level Control adalah sistem yang dirancang untuk mengatur/mempertahankan ketinggian air di dalam steam drum agar tetap dalam kisaran yang ditentukan.

Pompa umpan boiler merupakan salah satu aplikasi untuk penggunaan pompa sentrifugal besar pada industri tenaga uap. Peran pompa ini adalah untuk mengontrol sejumlah air dari tangki penyedia air (water supply tank) pada spesifikasi tekanan tertentu dan memasoknya ke boiler.[9]



Gambar 2.3 sensor water level

#### D. Sensor tekanan uap

Pressure transmitter adalah alat yang membantu perubahan pada elemen sensor menjadi sinyal yang dapat diinterpretasikan oleh pengontrol. Pemancar itu sendiri harus berhubungan dengan komponen sensor. Sebuah sensor yang membantu mengukur besarnya tekanan memberikan sinyal keluaran berupa sinyal listrik, yang dikirim dari pemancar ke pengontrol. Keluaran sinyal standar pemancar adalah 3 hingga 15 psig (0,2 hingga 1 kg/cm<sup>2</sup>), 4 hingga 20 mA, atau 1 hingga 5 volt.



Gambar 2.4 sensor tekanan uap

#### E. PLC

PLC adalah singkatan dari "Programmable Logic Controller", yang dalam bahasa Indonesia diterjemahkan menjadi pengendali logika yang bisa diprogram. pada PLC haiwell tipe AC10S0R, terdapat 6 pin digital input, 4 digital output, 1 port Rs485, dan 1 port ethernet. Kelebihan dari PLC ini mendukung mekanisme keamanan Kunci A / B, jaringan multi-unit, basis data, interaksi multi-layar, pemantauan jarak jauh kamera *Cloud* dan fungsi lainnya langsung bisa menggunakan perangkat lunak Haiwell Cloud SCADA untuk pemrograman dan manajemen. Pengamatan dan pemantauan real-time jarak jauh oleh Haiwell Cloud melalui Ethernet/WIFI/4G, 2 antarmuka Ethernet, mendukung jaringan Ethernet bintang, pohon, dan bus. Mendukung protokol MQTT, mendukung akses ke server database, dengan mudah

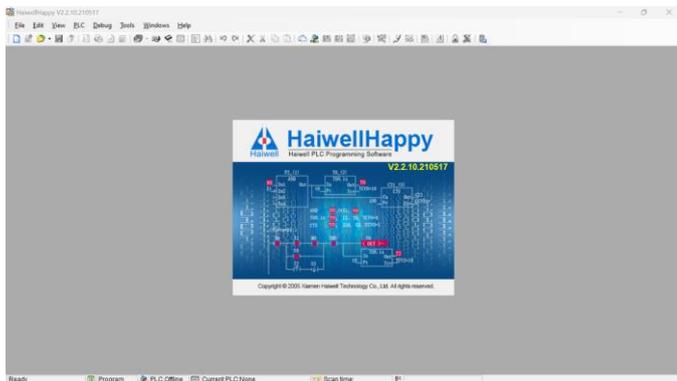
mengimplementasikan pengumpulan dan pelaporan data, dan terhubung ke sistem ERP/MES.[10]



Gambar 2.5 PLC haiwell

F. Software PLC haiwell

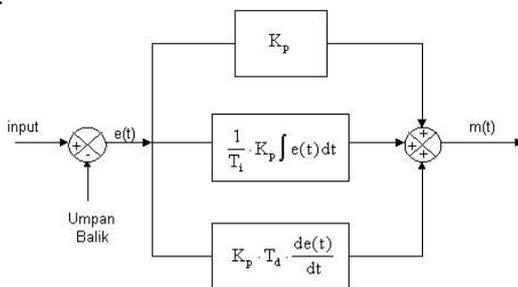
HaiwellHappy adalah perangkat lunak pemrograman yang sesuai dengan standar IEC 61131-3. Dapat digunakan untuk pemrograman (Diagram LD-Ladder, Diagram Blok Fungsi-FBD dan Daftar Instruksi IL). Itu dapat berjalan di sistem Windows98, Windows200X, Windows XP dan versi Windows yang lebih baru.



Gambar 2.6 software haiwell happy

G. Kontrol PID

PID (Proportional-Integral-Derivative Controller) adalah pengontrol untuk menentukan keakuratan sistem berinstrumen dengan properti bahwa ada umpan balik dalam sistem.



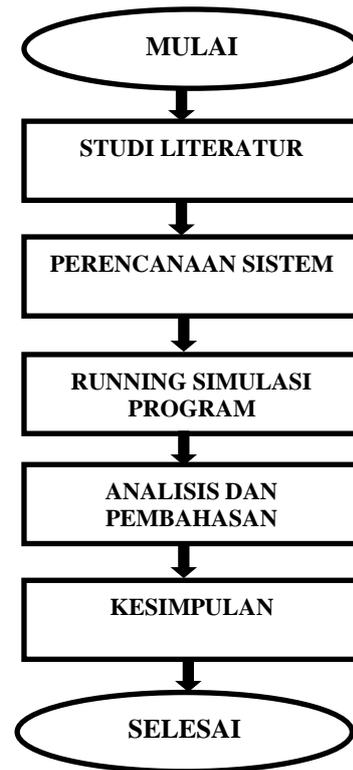
Gambar 2.7 kontrol PID

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Dalam penyusunan skripsi ini diperlukan adanya penulisan yang sistematis dengan tujuan memudahkan

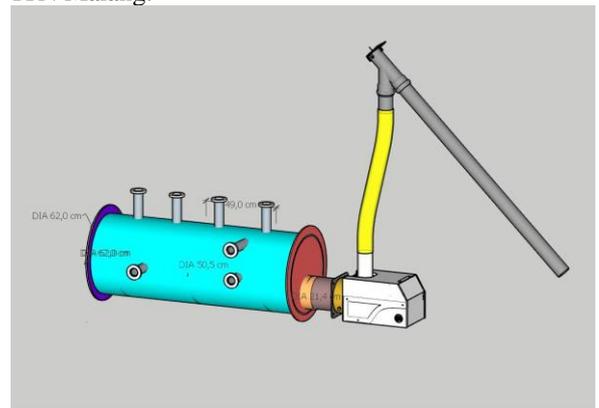
bagaimana langkah pengerjaan laporan dan proses pengerjaan. Tahap tahap penelitian yang akan dilakukan untuk menyelesaikan skripsi dengan secara runtut dalam bentuk konsep penelitian berupa diagram alur penelitian.



Gambar 3.1 alur pengerjaan

B. Desain Boiler

Gambaran desain boiler PLTSa kampus II ITN Malang.



Gambar 3.2 desain boiler PLTSa mini

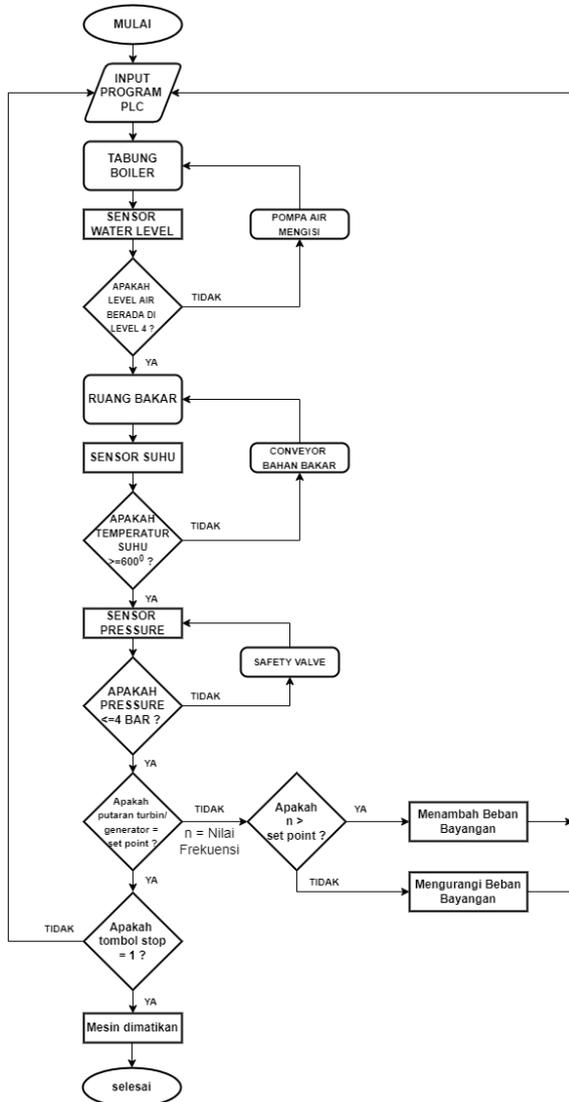
C. Deskripsi Program

1. Mengisi air dalam drum boiler sampai dengan level yang ditentukan.
2. Memasukan bahan bakar sampah pada ruang bakar.
3. Menghidupkan burner/blower (FD-Fun) sampai temperatur didalam furnace tercapai.

4. Menjaga temperatur furnace pada suhu yang ditentukan.
5. Menjaga tekanan uap pada level tekanan yang ditentukan.
6. Menjaga level air pada level yang ditentukan.
7. Menghidupkan alarm apabila terjadi *over pressure* dan *water level low-low*.

**D. Flowchart keseluruhan sistem**

Untuk menjelaskan perancangan sistem simulasi pengendali boiler pada PLTSampah-mini dapat dilihat dalam flowchart dibawah ini.

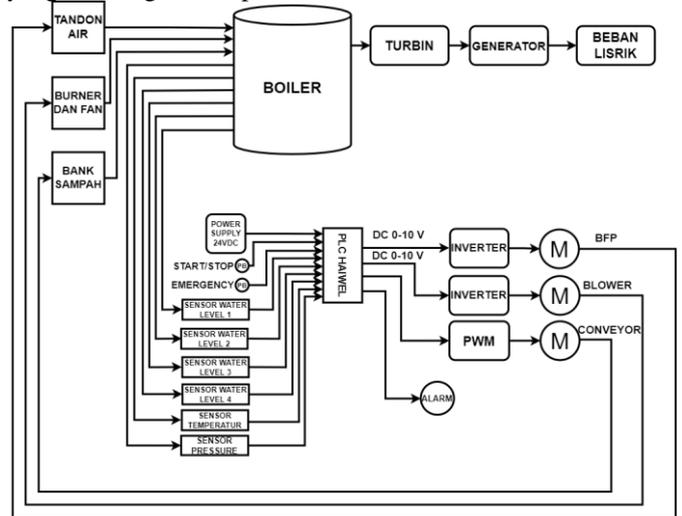


Gambar 3.3 flowchart keseluruhan sistem

**E. Blok Diagram**

Bagian input terdiri dari tandon air, burner/fan, dan bank sampah yang bertujuan untuk menyuplay kebutuhan boiler, selanjutnya tahap proses dimana dalam bagian ini terdapat beberapa komponen seperti PLC, sensor, boiler,

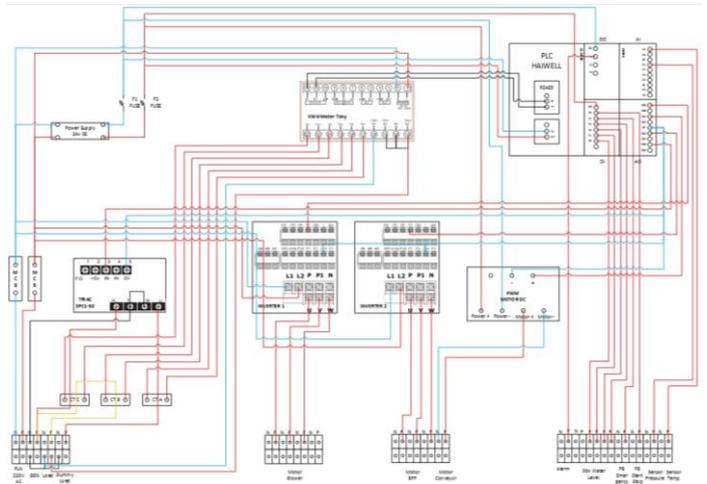
pressure, turbin, generator Bagian output merupakan beban yang akan digunakan pada PLTSa tersebut.



Gambar 3.4 blok diagram

**F. Wiring Diagram**

Wiring diagram adalah jalur perkabelan untuk setiap komponen pada sistem pengendali boiler PLTSa kampus-II ITN Malang.



Gambar 3.5 wiring diagram

**G. Tabel Input dan Output PLC Haiwell**

Table digital input dan output

DIGITAL INPUT (DI)	KETERANGAN	DIGITAL OUTPUT (DO)	KETERANGAN
S/S	+24 VDC	Y0	ALARM
X0	TOMBOL ON/OFF		
X1	EMERGENCY		
X2	SENSOR WATER LEVEL 1		
X3	SENSOR		

	WATER LEVEL 2		
X4	SENSOR WATER LEVEL 3		
X5	SENSOR WATER LEVEL 4		
CO	-24VDC		

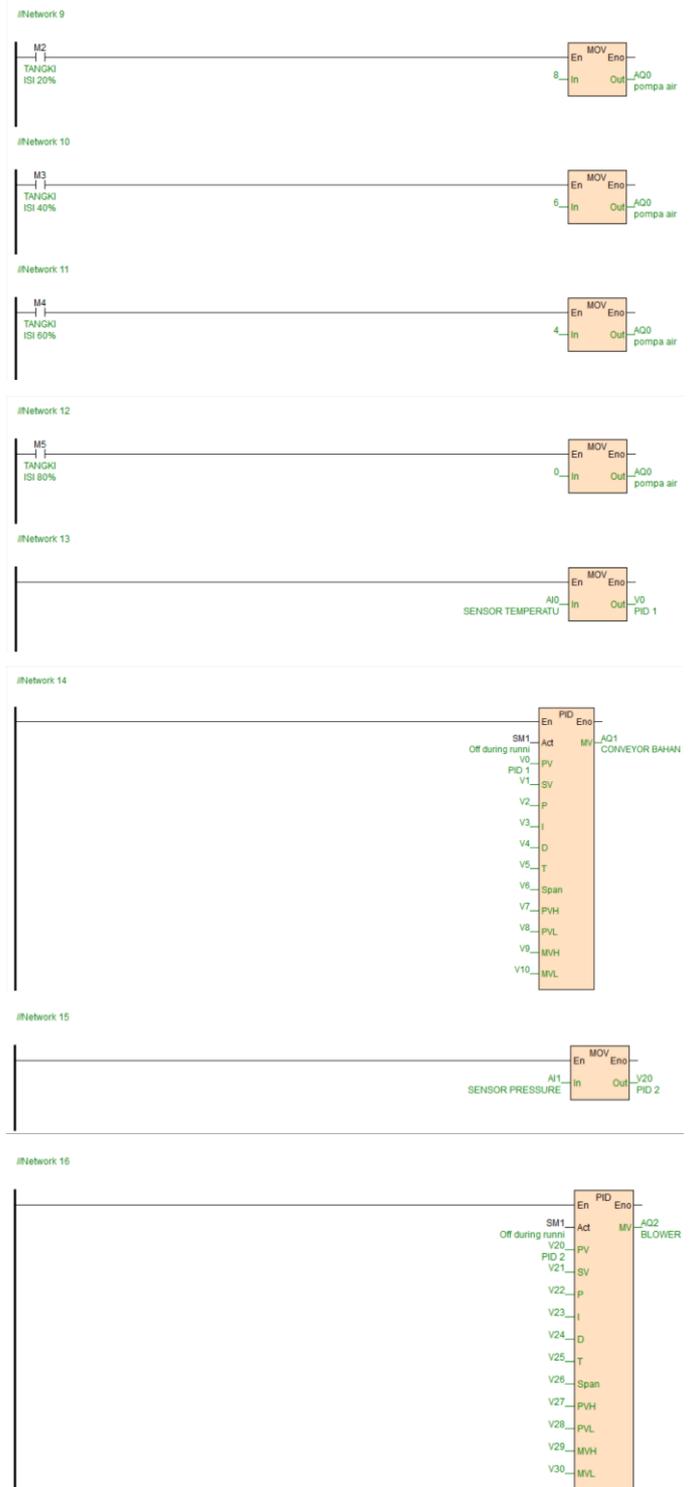
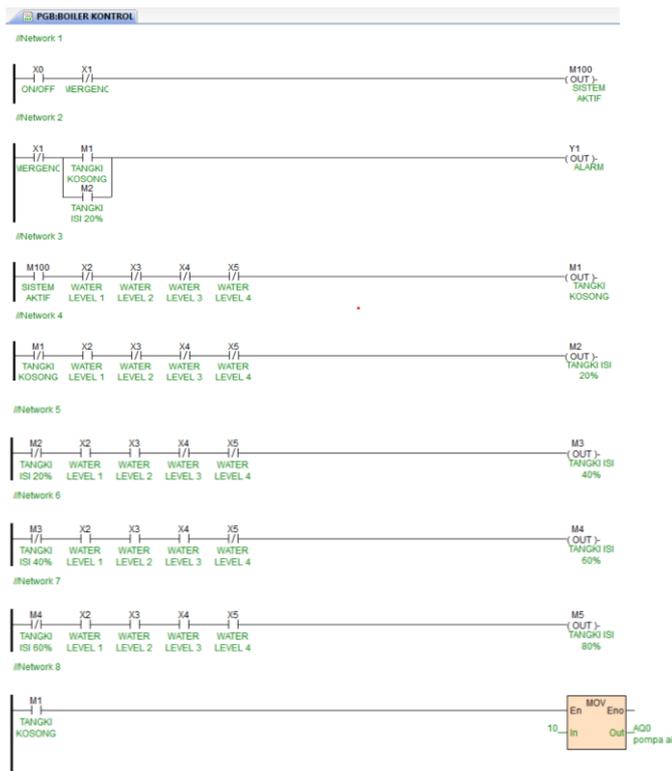
Table analog input output

ANALOG INPUT (DI)	KETERANGAN	ANALOG OUTPUT (DO)	KETERANGAN
VI0	SENSOR TEMPERATUR	VQ0	INVERTER
AG	GND	AG	GND
VI1	SENSOR PRESSURE	VQ1	PWM
		VQ2	INVERTER
		VQ3	TRIAC

### HASIL SIMULASI

#### Program PLC

Dalam program PLC dibawah ini digunakan untuk menjalankan sistem secara otomatis seperti pengisian air pada tabung boiler dan menjaga pada level air di 80% dengan cara mengontrol air yang masuk dengan kendali PLC, mengontrol suplay bahan bakar sampah sesuai dengan kebutuhan temperature dan uap yang akan dihasilkan, mengontrol uap yang keluar agar tidak lebih dari 6 bar.



Gambar 4.1 program PLC haiwell

#### Verifikasi Program

Table verifikasi digunakan untuk memverifikasi apakah program sudah sesuai dengan perintah yang diinginkan.

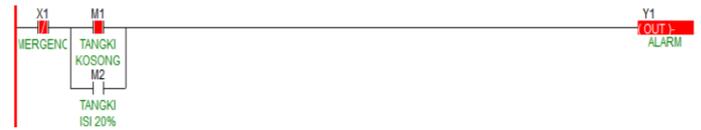
NO.	ADDRESS		INPUT		STATUS
	PLC	FUNGSI	DI	AI	

1	X0	PB ON/OFF	0	jika kondisi "0" sistem tidak akan aktif (off)
			1	jika kondisi "1" sistem akan aktif untuk menjalankan program (on)
2	X1	PB EMERGENCY	0	jika kondisi "0" maka akan memutus aliran sistem apabila terjadi suatu gangguan hal yang <i>emergency</i>
			1	jika kondisi "1" alarm akan berbunyi apabila terjadi suatu <i>waterlevel low-low/over pressure</i>
3	X2	SENSOR WATER LEVEL 1	0	kondisi sensor tidak terendam air
			1	kondisi saat air berada pada level 1 pompa akan berputar pada putaran high
4	X3	SENSOR WATER LEVEL 2	0	kondisi sensor tidak terendam air
			1	kondisi saat air berada pada level 2 pompa akan berputar pada putaran medium
5	X4	SENSOR WATER LEVEL 3	0	kondisi sensor tidak terendam air
			1	kondisi saat air berada pada level 3 pompa akan berputar pada putaran low
6	X5	SENSOR WATER LEVEL 4	0	kondisi sensor tidak terendam air

			1	kondisi saat air berada pada level 4 pompa akan berhenti	
7	AI0	SENSOR TEMPERATUR	0-10 Volt	sensor akan mengirimkan sinyal ke PLC untuk menjalankan perangkat elektronik untuk mengontrol suhu	
8	AI1	SENSOR PRESSURE	0-10 Volt	sensor akan mengirimkan sinyal ke PLC untuk menjalankan perangkat elektronik untuk mengontrol <i>pressure</i>	
NO.	ADDRESS		OUTPUT		STATUS
	PLC	FUNGSI	DO	AO	
1	Y0	ALARM	0	saat kondisi "0" maka seluruh sistem akan off	
			1	jika kondisi "1" alarm akan berbunyi apabila terjadi suatu <i>waterlevel low-low/over pressure</i>	
2	AQ0	INVERTER	0-10V	output program akan memberikan sinyal 0-10V pada inverter untuk mengatur putaran pada motor untuk BFP	

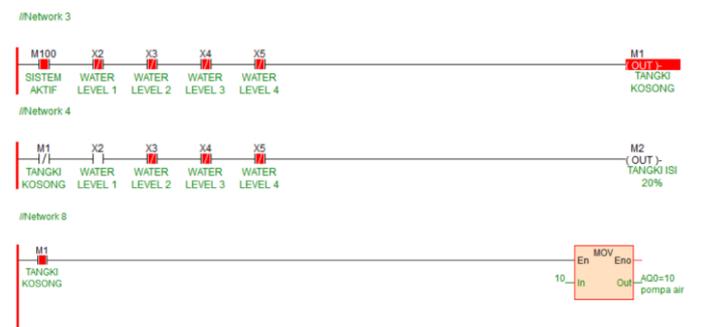
	AQ1	PWM	0-10V	output program akan memberikan sinyal 0-10V pada PWM untuk mengatur putaran pada motor dc untuk conveyor bahan bakar
3	AQ2	INVERTER	0-10V	output program akan memberikan sinyal 0-10V pada inverter untuk mengatur putaran pada motor untuk burner fan.

Kondisi pada saat tangki kosong atau air berada pada level 1 maka alarm akan bunyi untuk memberikan sinyal bahwa air dalam tabung boiler berada pada level low. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5



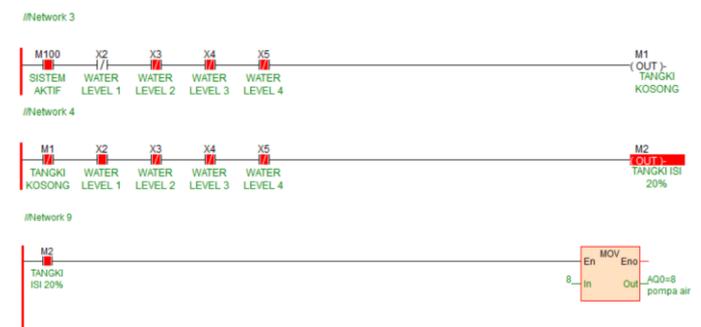
Gambar 4.5 Alarm on

Kodisi level air pada posisi low-low atau tabung boiler kosong sehingga PLC akan mengirimkan sinyal tegangan 10 volt ke inverter untuk mengaktifkan pompa dengan putaran maksimal (*very high*) sampai pada level air berikutnya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.6



Gambar 4.6 water level tangki kosong

Setelah air mencapai sensor water level 1 selanjutnya PLC akan mengirimkan sinyal tegangan 8 volt ke inverter untuk menurunkan kecepatan pompa pada level *high*. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.7



Gambar 4.7 water level 1

Pada kondisi ini pompa air akan terus mengisi hingga mencapai sensor water level 2 selanjutnya PLC akan mengirimkan sinyal tegangan 6 volt ke inverter untuk menurunkan kecepatan pompa pada level *medium*. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.8

**Analisis Program**

Dalam network 1 program untuk saklar on/off menjalankan/menghentikan system. Jika X0 pada kondisi "0" maka system tidak akan aktif atau dalam kondisi OFF. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2

Jika X0 pada kondisi "1" maka system akan aktif atau dalam kondisi ON. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3

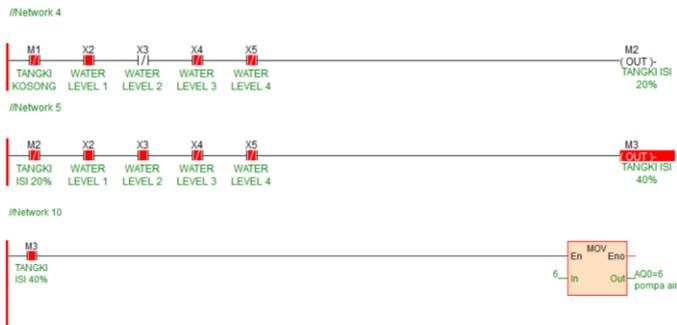


Gambar 4.3 PB on/off

Dalam network 2 program untuk tombol emergency apabila terjadi suatu gangguan atau error pada system kendali dan akan mengaktifkan alarm saat kondisi tangki boiler kosong atau hanya terisi pada level 20%. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.4

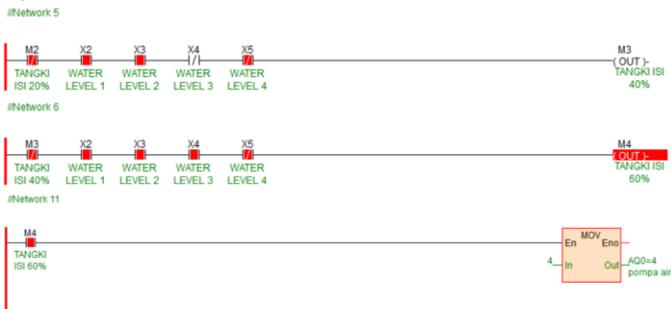


Gambar 4.4 PB emergency



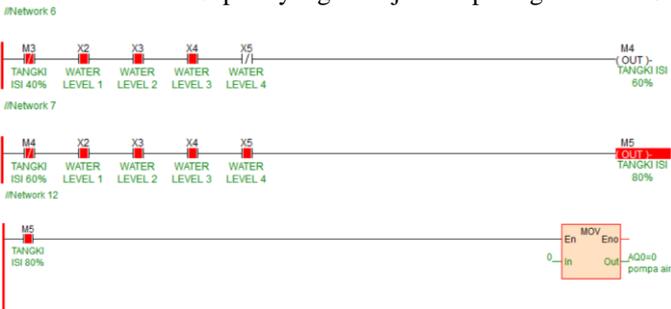
Gambar 4.8 water level 2

Selanjutnya pompa akan mengisi hingga mencapai sensor water level 3 selanjutnya PLC akan mengirimkan sinyal tegangan 4 volt ke inverter untuk menurunkan kecepatan pompa pada level *low*. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.9



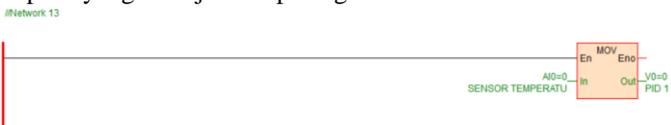
Gambar 4.9 water level 3

Selanjutnya pompa akan mengisi hingga mencapai sensor water level 4 selanjutnya PLC akan mengirimkan sinyal tegangan 0 volt ke inverter untuk menghentikan pompa air karena sudah mencapai batas maksimal dari level air yang sudah ditentukan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.10



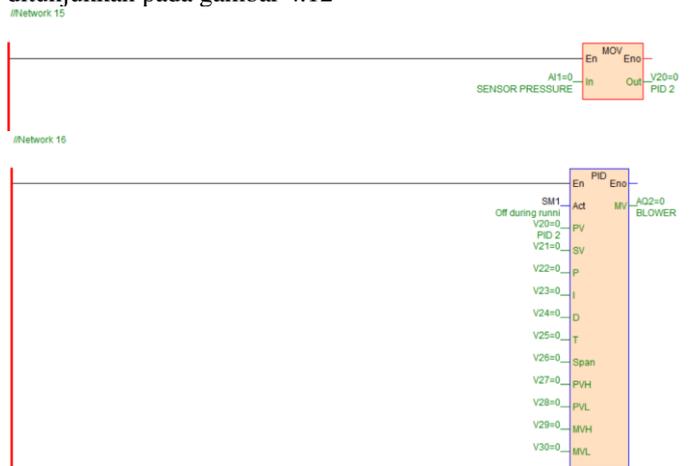
Gambar 4.10 water level 4

Selanjutnya sensor temperature akan mendeteksi suhu pada ruang bakar apabila suhu kurang dari set poin PID maka PLC akan mengirimkan sinyal untuk menggerakkan motor agar conveyor mengirimkan bahan bakar sampah pada ruang bakar. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.11



Gambar 4.11 kontrol PID sensor suhu

Selanjutnya apabila temperature suhu terpenuhi dan sudah bisa menghasilkan uap maka sensor pressure akan mendeteksi tekanan yang dihasilkan dan menjaga tekanan agar tetap stabil sesuai dengan set poin PID dan PLC akan mengirimkan sinyal untuk mengendalikan putaran pada blower. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.12



Gambar 4.12 Kontrol PID sensor *pressure*

### Tabel Running Program Simulasi

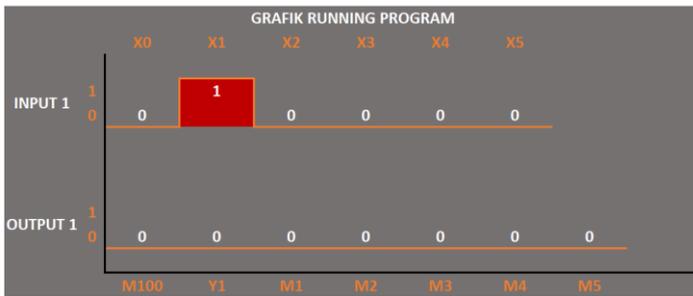
Pada tabel dibawah ini menjelaskan pada tabel input dengan kode X0,X1,X2,X3,X4,X5 dan pada tabel output dengan kode M100,Y1,M1,M2,M3,M4,M5. Dalam kondisi running program akan menunjukkan angka "1" apabila dalam kondisi aktif dan apabila berada pada posisi tidak aktif maka akan menunjukkan angka "0". Seperti yang ditunjukkan pada table 2.

### Tabel Running Program

NO.	INPUT						OUTPUT						
	X0	X1	X2	X3	X4	X5	M100	Y1	M1	M2	M3	M4	M5
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
4	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
5	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
6	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1

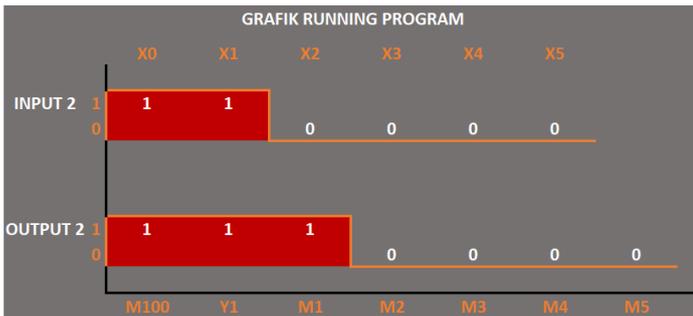
**Grafik Running Program Simulasi**

Pada grafik dibawah ini menjelaskan hasil input output digital dari program yang dijalankan dan kondisi input dalam keadaan 0,1,0,0,0,0 maka keadaan output menjadi 0,0,0,0,0,0. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.11.



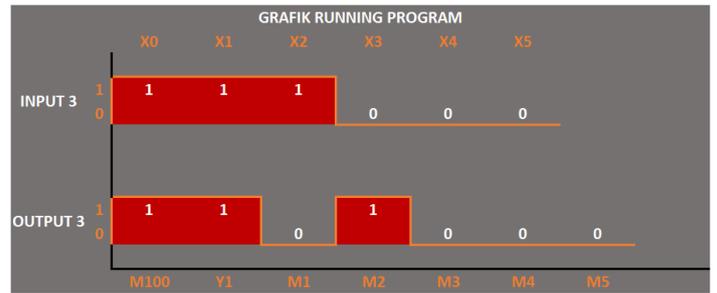
Gambar 4.1 Grafik Running Program 1

Pada grafik dibawah ini menjelaskan hasil input output digital dari program yang dijalankan dan kondisi input dalam keadaan 1,1,0,0,0,0 maka keadaan output menjadi 1,1,1,0,0,0. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.12



Gambar 4.2 Grafik Running Program 2

Pada grafik dibawah ini menjelaskan hasil input output digital dari program yang dijalankan dan kondisi input dalam keadaan 1,1,1,0,0,0 maka keadaan output menjadi 1,1,0,1,0,0. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.13



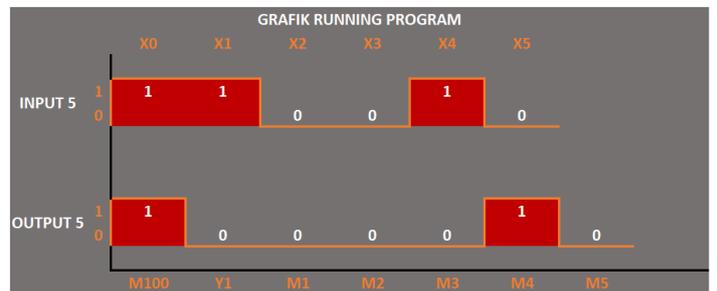
Gambar 4.3 Grafik Running Program 3

Pada grafik dibawah ini menjelaskan hasil input output digital dari program yang dijalankan dan kondisi input dalam keadaan 1,1,0,1,0,0 maka keadaan output menjadi 1,0,0,1,0,0. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.14



Gambar 4.4 Grafik Running Program 4

Pada grafik dibawah ini menjelaskan hasil input output digital dari program yang dijalankan dan kondisi input dalam keadaan 1,1,0,0,1,0 maka keadaan output menjadi 1,0,0,0,1,0. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.15



Gambar 4.5 Grafik Running Program 5

Pada grafik dibawah ini menjelaskan hasil input output digital dari program yang dijalankan dan kondisi input dalam keadaan 1,1,0,0,0,1 maka keadaan output menjadi 1,0,0,0,0,1. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.16



Gambar 4.6 Grafik Running Program 6

## PENUTUP

### Kesimpulan:

Hasil dari simulasi pada program PLC diatas dapat disimpulkan bahwa pada :

1. Pada network 1 menunjukkan program untuk mengaktifkan seluruh system.
2. Pada network 2 menunjukkan program untuk emergency apabila terjadi level air low.
3. Pada network 3 sampai network 12 menunjukkan program sensor water level untuk mengontrol level air pada boiler sesuai dengan level yang ditentukan.
4. Pada network 13 sampai network 14 menunjukkan program untuk mengontrol suhu.
5. Pada network 15 sampai network 16 menunjukkan program untuk mengontrol pressure.
6. Nilai set poin PID belum bisa ditentukan secara pasti karena alat yang digunakan masih dalam proses pengerjaan.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] “SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional.” <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan> (accessed Nov. 03, 2021).

[2] “PERANCANGAN SISTEM KONTROL KEBUTUHAN AIR BOILER PADA PEMBANGKIT TENAGA.pdf.”

[3] “Mengenal Apa itu Ketel Uap (Boiler) dan Cara Perawatannya,” *Synergy Solusi Indonesia*, Apr. 17, 2020. <https://synergysolusi.com/indonesia/berita-terbaru/mengenal-apa-itu-ketel-uap-boiler-dan-cara-perawatannya> (accessed Nov. 24, 2021).

[4] “BAB I.pdf.”

[5] “√ PLC Adalah : Pengertian, Fungsi, Komponen & Cara Kerja PLC,” *WikiElektronika.com*, Feb. 23, 2021. <https://wikielektronika.com/plc-adalah/> (accessed Dec. 05, 2021).

[6] “PLTSa Siap Hadir di 12 Kota Indonesia | Indonesia Baik.” <https://indonesiabaik.id/infografis/pltsa-siap-hadir-di-12-kota-indonesia> (accessed Nov. 28, 2021).

[7] , M. and . P., “ANALISIS POTENSI SAMPAH SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSA) DI PEKANBARU,” *SainETIn*, vol. 1, no. 1, pp. 9–16, Jan. 2017, doi: 10.31849/sainetin.v1i1.166.

[8] S. N. Widayan, “SENSOR SUHU: THERMOCOUPLE.” <https://www.catataninstrumatika.com/2018/01/sensor-suhu-thermocouple.html> (accessed Sep. 15, 2021).

[9] O. Apriyahanda, “Boiler Feed Water Pump | | Artikel Teknologi Indonesia.” <https://artikel-teknologi.com/pompa-4-boiler-feed-water-pump/> (accessed May 23, 2022).

[10] “A Series Card Type PLC | Canindo Daya Elektrika.” <https://www.canindo-cde.co.id/haiwell-plc-a-series.html> (accessed May 23, 2022).

[11] “PID (Proportional-Integral-Derivative) Controller,” *putraekapermana*, Nov. 21, 2013. <https://putraekapermana.wordpress.com/2013/11/21/pid/> (accessed May 23, 2022).

## BIODATA PENULIS

<p>FOTO MAHA SISWA</p>	<p>Penulis lahir di kabupaten Pasuruan tanggal 04 April 1999 dari pasangan Bapak Mualim dan Ibu Hariati. Penulis mulai bersekolah di SDN 1 Bulukandang pada tahun 2006 dan lulus pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan ke SMP Maarif Nu Pandaan pada tahun 2012 dan lulus pada tahun 2015. kemudian penulis melanjutkan lagi studinya ke SMKN 1 Sukorejo dengan memilih kompetensi Teknik Elektronika Industri pada tahun 2015 dan lulus pada tahun 2018. Penulis melanjutkan lagi di perguruan tinggi Institut Teknologi Nasional Malang dan memilih program studi Teknik Elektro S-1 konsentrasi Teknik Enegi listrik pada tahun 2018. Pada bulan Maret 2022 penulis lulus dari Institut Teknologi Nasional Malang dengan judul skripsi “SIMULASI SISTEM PENGENDALI BOILER PLTSampah KAMPUS II ITN MALANG MENGGUNAKAN PLC” judul ini diangkat dari sebuah project seorang dosen di kampus ITN Malang. Email penulis yaitu: nizarafandi8@gmail.com.</p>
------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------