

# Sistem Kendali Mesin *Boiler* dengan Metode *Networked Control Systems* Menggunakan Aplikasi *Haiwell Cloud*

Ramadhan Yusuf Affandi, Berlian Al Kindhi, dan Joko Priambodo  
Departemen Teknik Elektro Otomasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: berlian@its.ac.id2

**Abstrak**—Mesin *Boiler* merupakan mesin untuk memproduksi uap. Uap tersebut dibutuhkan untuk menunjang produktifitas di PT. Indolakto Purwosari. Namun adanya *over capacity* atau *low capacity* pada mesin *Boiler* dapat membuat kurang atau lebihnya *supply steam* yang dibutuhkan untuk produktivitas pabrik. *Networked Control Systems* dirancang guna membantu mesin dapat dikendalikan dan dipantau dari ruang yang berbeda. Sensor suhu, tekanan, dan aliran akan ditampilkan pada *Haiwell Cloud*. Dalam penggunaannya faktor jaringan internet yang sangat mempengaruhi keberlangsungan *Networked Control Systems* dalam keadaan bagus atau tidak. Dari hasil kerja mesin *Boiler* didapati besaran tekanan hingga 15psi, sedangkan besaran tercatat suhu hingga mencapai 119° C. Untuk meningkatkan produktivitas uap dibutuhkan elemen pemanas dari bawah dan atas, tujuannya mempercepat titik didih air. Pembentukan uap mulai terbentuk pada suhu 90° C. Pengiriman data melalui *Networked Control Systems* mengalami penundaan waktu kirim (*delay time*) selama 1-3 detik. Selama proses pengujian didapatkan persen *error* dalam pengukuran sensor yang sangat minim yakni dibawah 1% dan selama proses pengujian tidak ditemukannya *Packet Dropout* atau paket data hilang ditengah jalan.

**Kata Kunci**—Mesin *Boiler*, Sensor Pressure Transmitter, Sensor Temperature PT-100, *Haiwell Cloud*, *Networked Control Systems*.

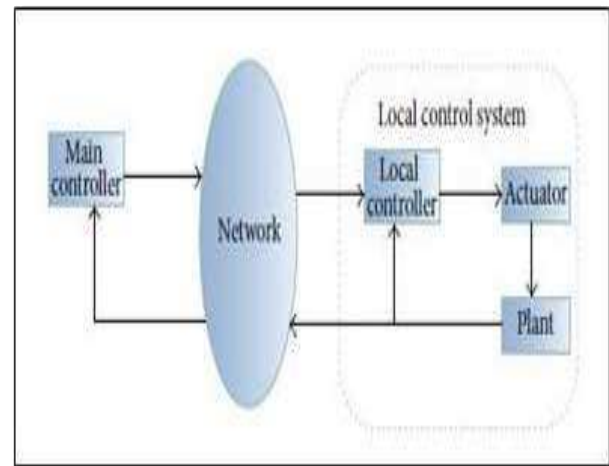
## I. PENDAHULUAN

PERUSAHAAN PT. Indolakto Purwosari merupakan pabrik pengolahan susu (*Dairy Manufacture*). Dengan kapasitas produksi yang besar PT. Indolakto Purwosari membutuhkan tenaga uap untuk menompang kebutuhan listrik maupun kegiatan produksi di dalam pabrik [1]. Tenaga uap tersebut diproduksi oleh mesin *Boiler*. Uap yang dihasilkan oleh mesin *Boiler* pada area produksi akan di distribusikan ke *plant SKM* dan *plant UHT* [2].

Pada beberapa kasus di lapangan, uap yang dihasilkan oleh mesin *Boiler* sering kali tidak dapat memenuhi kebutuhan di area produksi khususnya untuk *plant SKM* dan UHT. Pipa percabangan *supply steam* dengan pipa yang menuju ke *plant SKM* dan *plant UHT* terdapat sensor suhu dan tekanan untuk mengukur besarnya suhu dan tekanan uap yang melaluinya.

Dari hasil *monitoring* yang dilakukan di lapangan sering kali *supply steam* yang dihasilkan oleh mesin *Boiler* menunjukkan *over capacity* atau *low capacity*. Hasil *monitoring* tersebut dilaporkan kepada kepala produksi pada area mesin *Boiler* yang masih menggunakan cara komunikasi *indirect* atau tidak langsung yakni melakukan komunikasi melalui *Handy Talky* (HT) sebab yang memiliki wewenang dalam mengendalikan produksi uap pada mesin *Boiler* yakni kepala produksi pada area mesin *Boiler* tersebut [3].

Dengan menggunakan cara komunikasi tersebut timbul permasalahan ketika kepala produksi tidak berada dilapangan



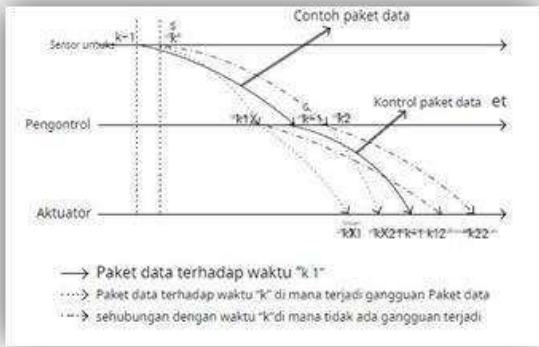
Gambar 1. Sistem jaringan kontrol dalam struktur terpisah.

maka pengambilan keputusan untuk mengendalikan *supply steam* juga akan terhambat. Oleh karena itu dibutuhkan alat sistem *monitoring* yang dapat diakses dengan mudah dengan kondisi data yang secara responsif guna meningkatkan kinerja dalam melakukan langkah tindakan/keputusan yang akan diambil.

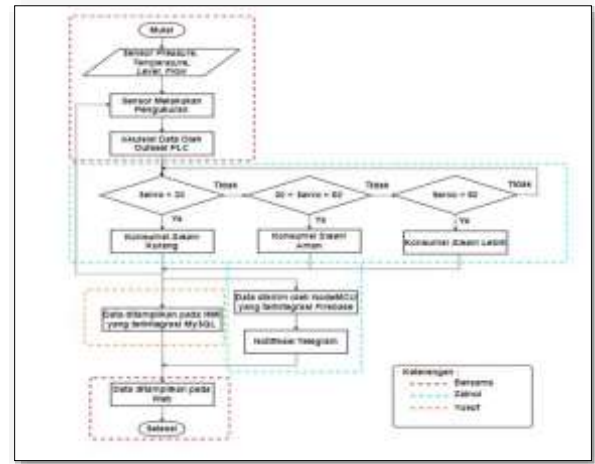
## II. URAIAN PENELITIAN

Dalam satu dekade terakhir, internet telah menjadi jaringan komunikasi yang paling berhasil dalam menghubungkan dan mempertukarkan informasi antar pengguna dalam jumlah dan variasi yang tidak terbatas [4]. Akses perpustakaan online Anda dalam hitungan detik dan langsung bagikan file audio dan video Anda dengan jutaan orang. Popularitas Internet sebagai media penyebaran informasi dan komunikasi telah membuat Internet populer di planet ini. Dengan titik akses dan antarmuka yang tepat, Anda dapat menggunakan Internet untuk mengontrol peralatan industri atau menggunakannya sebagai kendaraan laboratorium virtual. Penggunaan jaringan komunikasi, termasuk internet, dalam sistem kendali dikenal dengan istilah Network Control System (NCS) [5]. Secara skematik, NCS diperlihatkan pada Gambar 1. Dalam arsitektur tersebut, *plant* (objek yang akan dikendalikan) beserta aktuator dan sensornya diletakkan terpisah secara spasial dengan pengendalinya. Transmisi data antar bagian dalam sistem tersebut menggunakan jaringan komunikasi yang digunakan secara bersama-sama dengan sistem lainnya.

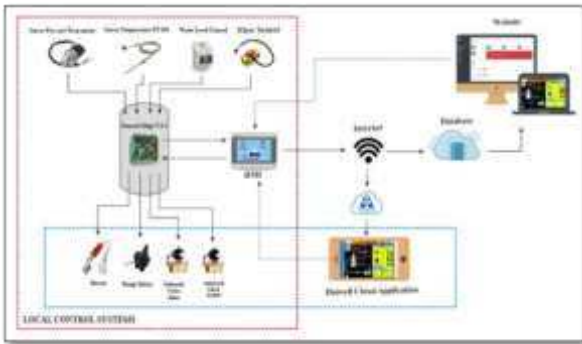
Keterlambatan yang Diinduksi Jaringan. Waktu transmisi untuk paket data memperkenalkan penundaan yang diinduksi jaringan ke NCS, yang diketahui menurunkan kinerja sistem kontrol. Ada dua jenis penundaan yang diinduksi jaringan



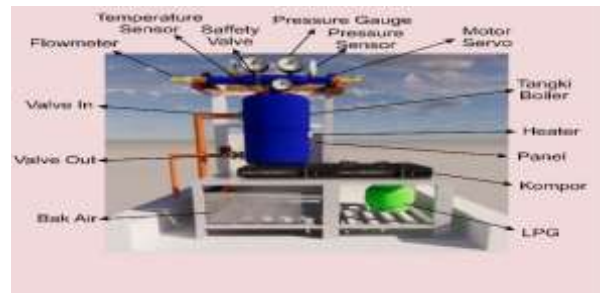
Gambar 2. Gangguan paket data pada NCS.



Gambar 4. Flowchart secara keseluruhan.



Gambar 3. Blok diagram sistem keseluruhan.



Gambar 5. Desain mekanik keseluruhan.

menurut tempat terjadinya: (1)  $\tau_{sc}$  adalah penundaan yang diinduksi jaringan dari sensor ke pengontrol, yaitu penundaan saluran mundur. (2)  $\tau_{ca}$  adalah penundaan yang diinduksi jaringan dari pengontrol ke aktuator, yaitu penundaan saluran maju [6].

Transmisi Data Berbasis Paket Data dalam NCS adalah dikodekan dalam paket data dan kemudian ditransmisikan melalui jaringan komunikasi. Paket data tipikal ditunjukkan dalam Gambar 2. Transmisi berbasis paket adalah salah satu karakteristik paling penting dari NCS yang membedakannya dari sistem kontrol konvensional. Karakteristik ini dapat berarti bahwa transmisi data yang sempurna seperti yang diasumsikan dalam sistem kontrol konvensional tidak ada di NCS, yang merupakan aspek paling menantang dalam NCS. Kendala komunikasi yang disebabkan oleh transmisi berbasis paket di NCS termasuk penundaan yang disebabkan oleh jaringan, paket data putus, dan gangguan paket data.

Pada bagian ini dibahas mengenai perancangan sistem, perangkat keras dan perangkat lunak. Dengan perancangan perangkat keras berupa konstruksi mekanik dari mesin Boiler dan panel kontrol serta perancangan perangkat lunak berupa sistem pengendali mesin Boiler dengan *Networked Control Systems*.

**A. Perancangan Sistem**

Rancangan sistem dari mesin Boiler dapat dilihat pada blok diagram Gambar 3. Pada Gambar 3 menunjukkan blok diagram secara keseluruhan dimana terdapat *Main Controller* dan juga *Local Control*. *Main Controller* berperan sebagai kontroler utama dan *Local Control* berperan sebagai kontroler yang ada pada *fields instruments*, dimana kontroler tersebut dapat dikendalikan pada panel kontrol. *Haiwell Cloud* mengisi peranan pada *Main Controller* yang memiliki fungsi dalam pengendalian nirkabel atau pengendalian dalam

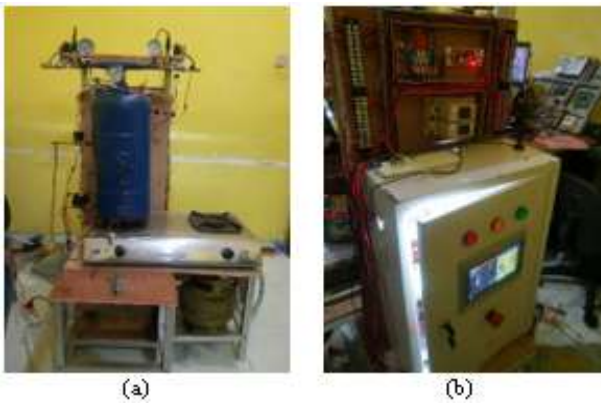
jaringan yang menggunakan *web* dan *application smartphone*. Pada *Main Controller* dan *Local Control Systems* dijumpai oleh *Network* dimana peran dan fungsi jaringan (*Network*) ini sebagai penghubung nirkabel antara panel kontrol dengan *Cloud* dan *database*.

**B. Flowchart Systems**

*Flowchart* merupakan alur bagan untuk menunjukkan sebuah sistem bekerja dari awal hingga akhir. Pembuatan *flowchart* terbagi menjadi dua alur dimana terdapat *flowchart* Keseluruhan Sistem atau *flowchart* kelompok dan *flowchart* pengerjaan individu. Perbedaan *flowchart* menentukan bagian-bagian yang dikerjakan pada setiap individunya sehingga menjadi jelas untuk *jobdesk* yang dikerjakan. Pada dasarnya pengerjaan *flowchart* ini memiliki hamper kesamaan, yang membedakan yakni penerapan metode yang dikerjakan oleh masing-masing individu. Gambar 4 merupakan alur dari sistem kerja alat secara keseluruhan.

Dari Gambar 4 dijelaskan sebuah alur proses dari sistem keseluruhan kerja Mesin Boiler. Dimulai dengan inisiasi sensor keseluruhan dari sensor suhu, tekanan, level, dan *flow* kemudian sensor melakukan pembacaan yang langsung di proses oleh *Outseal PLC* sebagai proses akuisisi data dimana proses ini mengubah data sensor menjadi data *integer*. Dalam prosesnya pada program *ladder* *Outseal PLC* terdapat sebuah *case* dimana nantinya untuk menentukan keluaran yang digerakkan. Data tersebut ditampilkan pada HMI yang kemudian diteruskan menuju *database MySQL*, sedangkan untuk diteruskan menuju *database Firebase* dibutuhkan perangkat tambahan yakni *NodeMCU* yang dapat terhubung dengan aplikasi chat *Telegram*. Semua data tersebut ditampilkan pada *web* sebagai data *monitoring*.

Tidak jauh berbeda dengan proses keseluruhan dimana diawali dengan proses inisiasi dari pembacaan sensor



Gambar 6. Implementasi mekanik. (a) Implementasi mesin boiler (b) Implementasi panel kontrol.



Gambar 7. Pengujian motor servo dengan penggaris busur.



Gambar 8. Indikator level menyala.

keseluruhan kemudian dilakukan proses akuisisi data oleh Outseal PLC. Kemudian data ditampilkan pada HMI yang terintegrasi dengan *database* MySQL. Data tersebut juga dapat dilakukan *monitoring* melalui *web* dan *application* *smartphone* Haiwell Cloud.

### C. Desain Mekanik

Pada penelitian ini dibuat untuk mekanik yang digunakan sebagai *prototype* dari mesin Boiler dengan menggunakan skala perbandingan untuk ukuran yang sesungguhnya. Pada Gambar 5 merupakan *prototype* mesin Boiler yang digunakan. Terdapat rangka yang menampung tanki penampungan air, LPG, kompor, tanki Boiler, panel control, *valve* serta komponen pendukung lainnya. Setelah membuat rancangan desain mekanik pada Gambar 6 merupakan hasil pengerjaan implementasi mekanik.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian *hardware* dan *software* secara keseluruhan.

### A. Pengujian Temperature PT-100 Sensor

Pengujian yang dilakukan pada *Temperature PT-100 Sensor* yakni dengan menyesuaikan hasil yang terbaca pada termometer. Nilai pembacaan *Temperature PT-100* berupa nilai tegangan yang dapat dibaca oleh ADC. Dari hasil ADC



Gambar 9. Pressure gauge terdeteksi 10psi.



Gambar 10. Termometer terdeteksi 108° C.



Gambar 11. Keluaran uap yang dihasilkan.



Gambar 12. Kendali melalui Haiwell Cloud.

diolah dengan akuisi data yang menghasilkan nilai berupa besaran derajat *celcius*. Pengujian ini dilakukan agar mengetahui *%error* yang dihasilkan.

$$Error (\%) = \frac{Suhu \text{ Sebenarnya} - Suhu \text{ Terukur}}{Suhu \text{ Sebenarnya}} \times 100$$

Dari pengujian yang dilakukan pada Tabel 1 didapatkan hasil data suhu mendekati atau sama dengan suhu sebenarnya yaitu *Sensor Temperature PT-100* masih dikatakan dapat berjalan dengan baik terbukti dengan selisih yang tidak jauh di antara pengukuran pada kontroler dan pengukuran melalui termometer serta *%error* dengan menggunakan persamaan di atas untuk mengukur suhu didalam tanki Boiler.

### B. Pengujian Pressure Transmitter Sensor

Pengujian yang dilakukan pada *Pressure Transmitter Sensor* yakni dengan menyesuaikan hasil yang terbaca pada termometer. Nilai pembacaan *Pressure Transmitter* berupa nilai tegangan yang dapat dibaca oleh ADC. Dari hasil ADC diolah dengan akuisi data yang menghasilkan nilai berupa besaran derajat *celcius*. Pengujian ini dilakukan agar



Gambar 13. Kendali melalui *haiwell cloud* pada *smartphone*.



Gambar 14. Grafik penguujian data sensor pada *Networked Control Systems*.



Gambar 15. Sistem kendali melalui *haiwell cloud web and application*.



Gambar 16. Pergerakan grafik sensor *haiwell cloud application smartphone*.



Gambar 17. *haiwell cloud application smartphone*. (a) *Bug* pada layar menu (b) *Bug* pada menu operation.

mengetahui %error yang dihasilkan. Penguujian Sensor *Pressure Transmitter*.

$$Error (\%) = \frac{Tekanan\ Sebenarnya - Tekanan\ Terukur}{Tekanan\ Sebenarnya} \times 100\%$$

Dari penguujian yang dilakukan pada Tabel 2 didapatkan hasil data besaran tekanan yang mendekati atau sama dengan tekanan sebenarnya yaitu Sensor *Pressure Transmitter* yang masih dikatakan dapat berjalan dengan baik terbukti dengan selisih yang tidak terlalu jauh dengan pengukuran pembandingnya serta sedikitnya %error dengan menggunakan persamaan di atas untuk mengukur tekanan didalam tanki *Boiler*. Semakin besaran tekanan meningkat pada Tabel 2 menunjukkan tegangan pada sensor *Pressure Transmitter* juga ikut meningkat.

Tabel 1. Penguujian Sensor *Temperature PT-100*

Data Outseal PLC	Terukur	Pengukuran termometer	Error(%)
33		34	0,029
36		37	0,027
45		47	0,042
56		55	0,018
63		63	0
76		75	0,013
87		87	0
95		95	0
108		108	0
113		112	0,008

Tabel 2. Penguujian Sensor *Pressure Transmitter*

Volt (V)	PT (psi)	PG (psi)	Error(%)
0,50	0	0	0
0,50	1	1	0
0,51	3	2	0,5
0,53	3	3	0
0,54	4	4	0
0,56	5	5	0
0,60	6	6	0
0,61	6	7	0,142
0,64	7	8	0,125
0,66	8	9	0,111
0,67	9	10	0,1

Tabel 3. Penguujian Sensor level

Posisi Air	Indicator Level		
	Low	Middle	High
Belum terisi	0	0	0
Low	1	0	0
Middle	1	1	0
High	1	1	1

Tabel 4. Penguujian Sensor *Flow*

Flow 1 (gr/menit)	PG (psi)
0	0
1	1
4	2
5	3
9	4
12	5
18	6
25	7
34	8
47	9
56	10

C. Penguujian Level Sensor

Penguujian sensor level digunakan untuk mengukur ketinggian air pada tanki. Sensor level dari perangkat *Water Level Control* ini merupakan sensor digital dimana sinyal yang diberikan berupa *binary* yakni 0 dan 1 atau *high and low*. Untuk mengetahui posisi air pada tanki secara pasti digunakan *glass dugga* yang dapat tembus pandang posisi ketinggian air.

Berdasarkan Tabel 3 penguujian dengan memperlihatkan posisi air dan indikator level. Pada saat tanki belum terisi air maka semua indikator tidak menyala atau “0”. Saat melewati batas *low* maka indikator *low* menyala “1” sedangkan *middle* dan *high* tidak menyala “0”. Pada saat melewati batas *middle* yang indikator menyala *low* dan *middle* menyala “1” sedangkan *high* tidak menyala “0”. Dan pada saat posisi air sudah melewati batas *high* maka semua indikator menyala “1”.

Tabel 5.

No	Putaran Motor (derajat)	pada Servo	Hasil pada Busur (derajat)	Error (%)
1.	0		0	0
2.	5		5	0
3.	10		10	0
4.	15		15	0
5.	20		20	0
6.	25		25	0
7.	30		30	0
8.	35		35	0
9.	40		40	0
10.	45		45	0
11.	50		50	0
12.	55		55	0
13.	60		60	0
14.	65		65	0
15.	70		70	0
16.	75		75	0
17.	80		80	0
18.	85		85	0
19.	90		90	0

D. Pengujian Flow Sensor

Pengujian sensor *Flow* digunakan untuk pengukuran sensor tekanan dan akan digunakan *pressure gauge* sebagai kalibrasi pengukuran. Penyesuaian terhadap kalibrasi ini penting, dikarenakan *pressure gauge* yang digunakan berguna untuk mengukur tekanan dari tanki *Boiler*.

Pengujian yang dilakukan dengan sensor *Flow* ini yakni dengan membandingkan nilai pada *pressure gauge*. Nilai keluaran sensor *Flow* berupa tegangan yang dibaca oleh ADC Outseal PLC. Sensor *Flow* akan membaca tegangan ADC dari setiap pergerakan tekanan yang diukur.

Tabel 4 merupakan tabel pengambilan data ADC sensor *Flow* dengan mengkalibrasikan menggunakan *pressure gauge*. Pengujian dilakukan dengan dua sensor *Flow* yang berbeda dari jalur pipa uap. Dalam Tabel 4 menjelaskan bahwa sensor *Flow* dikalibrasikan dengan *pressure gauge* yang diartikan dengan besaran satuan *pressure* berbanding lurus dengan besaran satuan *flow*. Sehingga diartikan pada Tabel 4 pada saat *pressure gauge* menunjukkan 5 psi, aliran yang mengalir pada sensor *flow* sebesar 12gr/menit.

E. Pengujian Servo Motor

Motor servo ini berfungsi sebagai *valve* dikarenakan telah di *coupling* dengan *ball valve*. Tujuannya dilakukan pengujian pada motor servo guna mengetahui kalibrasi dari putaran besaran derajat pada motor servo. Perbandingan dilakukan menggunakan alat ukur derajat yakni penggaris busur. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan *trigger* pada motor servo dengan menggunakan *push button* untuk setiap putaran derajat yang diinginkan. Pengujian dilakukan mulai dari 0 derajat hingga 90 derajat. Hasil dari pengujian motor servo dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 7. Pada saat dijalankan menggunakan penggaris busur sebagai kalibrasi (Gambar 7) menunjukkan putaran motor servo sesuai dengan program yang telah di *setting*.

F. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keseluruhan sistem yang saling terhubung, diantara sensor, motor servo dan komponen yang lainnya. Dalam pengujiannya tanki *Boiler* akan dicoba dengan melakukan pengisian air terlebih dahulu

Tabel 6.

N	Pengujian Seluruh Sistem					
o	Pressure (psi)	Temperature (°C)	Flow	Servo		
	Pressu re Gauge	Pressu re Trans mitter	Termo meter	Temp erature PT100	(gr/m enit)	Motor ( ° )
1	15	14	119	118	53	15
2	12	12	117	116	56	30
3	10	11	115	115	59	45
4	7	8	111	112	62	60
5	2	3	102	103	65	90
6	5	5	104	104	68	75
7	9	8	107	108	71	60
8	10	11	110	109	75	45
9	13	14	114	115	78	30
1	15	15	117	118	81	15
0						

dengan menyalakan *pump motor* dan *valve in*. Dalam pengisian air terdapat sensor level yang akan mendeteksi ketinggian air dari posisi *low*, *middle* dan *high*. Lampu indikator pada HMI akan memberitahu dengan mengindikasikan lampu menyala pada posisi ketinggian air seperti Gambar 8. Hal ini dikarenakan *electrode stick* terdeteksi oleh resistansi air.

Setelah ketinggian air telah mencapai posisi *high*, *pump motor* dan *valve in* dimatikan secara otomatis dengan kontak *high sensor level*. Kemudian selang 5 detik *heater* dinyalakan melalui program dan kompor dihidupkan secara manual. Proses pemasakan air selama 45-60 menit. Didalam tanki *Boiler* terdapat alat ukur suhu dan tekanan baik secara konvensional sebagai alat kalibrasi dan analog sebagai alat ukur pada kontroler. Pada Gambar 9-Gambar 10 menunjukkan *pressure gauge* dan termometer mendeteksi tekanan dan suhu pada tanki *Boiler*.

Uap yang dihasilkan akan memenuhi isi tabung untuk selanjutnya didapatkan nilai tekanan pada *pressure gauge* dan suhu pada termometer. Sensor berfungsi sebagai *feedback* juga agar keluaran dari uap dapat dikontrol dari motor servo yang telah ter-*coupling* dengan *ball valve*. Pada Gambar 11 menunjukkan uap keluar melalui pipa percabangan.

Data pengujian dicatat pada Tabel 6 dengan mencatat nilai dari *pressure gauge*, sensor *pressure transmitter*, termometer, *temperature* PT-100, *Flow*, dan *servo motor*. Suhu awal yang terdeteksi dimulai dari 31° C. Tekanan mulai terdeteksi pada suhu 96° C yang menunjukkan bahwa uap sudah terbentuk. Maksimal *pressure* yang terukur yakni sebesar 15 psi dengan suhu mencapai 119° C. sedangkan *Flow* yang terdeteksi mencapai 90 gr/menit. Motor servo bekerja ketika batasan tekanan yang telah diprogram tercapai.

Dari data pengujian keseluruhan sistem pada Tabel 6 ketika *motor servo* membuka putaran 60-90° maka yang terjadi tekanan pada tanki *Boiler* akan mengalami *drop press* atau penurunan dengan cepat. Hal ini disebabkan keluaran dari uap yang dihasilkan keluar semua sehingga ruang *vacuum steam* yang ada didalam tanki *Boiler* tidak ada tekanan.

Suhu yang ada di dalam tanki *Boiler* terus mengalami peningkatan dari 31° C sampai 119° C. pada saat mengalami *drop press* suhu juga mengalami penurunan karna energi uap yang dilepaskan. Dari pengujian tersebut sangat penting untuk menjaga kestabilan antara *steam supply* dan *output*

Tabel 7.  
Penguujian *Networked Control Systems*

No	Waktu pada Ladder	Data pada Pemrograman Ladder			Waktu MySQL	Data pada MySQL			Selisih Waktu	Error (%)
		Suhu	Tekanan	Flow		Suhu	Tekanan	Flow		
1	20:21:51 WIB	117 °C	12 psi	63 gr/menit	20:21:53 WIB	117 °C	12 psi	63 gr/menit	2 detik	0,039
2	20:22:23 WIB	118 °C	14 psi	72 gr/menit	20:22:25 WIB	118 °C	14 psi	72 gr/menit	2 detik	0,087
3	20:22:46 WIB	118 °C	13 psi	81 gr/menit	20:22:47 WIB	118 °C	13 psi	81 gr/menit	1 detik	0,022
4	20:22:54 WIB	119 °C	15 psi	89 gr/menit	20:22:55 WIB	119 °C	15 psi	89 gr/menit	1 detik	0,019
5	20:25:42 WIB	117 °C	12 psi	90 gr/menit	20:25:43 WIB	117 °C	12 psi	90 gr/menit	1 detik	0,024
6	20:28:55 WIB	114 °C	10 psi	92 gr/menit	20:28:57 WIB	114 °C	10 psi	92 gr/menit	2 detik	0,036
7	20:31:24 WIB	108 °C	8 psi	95 gr/menit	20:31:27 WIB	108 °C	8 psi	95 gr/menit	3 detik	0,125
8	20:35:32 WIB	102 °C	5 psi	99 gr/menit	20:35:33 WIB	102 °C	5 psi	99 gr/menit	1 detik	0,031
9	20:38:18 WIB	97 °C	2 psi	102 gr/menit	20:38:19 WIB	97 °C	2 psi	102 gr/menit	1 detik	0,056
10	20:40:25 WIB	94 °C	1 psi	105 gr/menit	20:40:26 WIB	94 °C	1 psi	105 gr/menit	2 detik	0,040

steam. Untuk menjaga kestabilan tekanan yakni dengan menjaga valve yang mengatur keluaran uap.

G. Penguujian Sistem Kendali Menggunakan Haiwell Cloud

Penguujian sistem kendali menggunakan Haiwell Cloud merupakan sistem kendali dari *Networked Control Systems*. Penguujian dilakukan melalui PC dan smartphone dengan masuk ke akun Haiwell Cloud (Gambar 12). Tampilan interface yang disajikan pada Haiwell Cloud merupakan tampilan interface yang telah dibuat pada HMI (Human Machine Interface). Sehingga fungsi kendali saat masuk ke akun Haiwell Cloud sama persis yang ada di HMI.

Penguujian dilakukan dengan mencoba meghidupkan heater, pump, valve in, dan valve out serta untuk mengatur putaran motor servo melalui aplikasi Haiwell Cloud pada smartphone. Penguujian ini dilakukan dengan memberi jarak menjauhi mesin. Hal ini dilakukan untuk menguji alat yang responsif. Gambar 13 memperlihatkan kendali melalui aplikasi Haiwell Cloud pada smartphone dengan ditunjukkannya lampu indikator heater menyala setelah ditombol push button start pada heater.

H. Penguujian *Networked Control Systems*

Pada penguujian ini dilakukan dengan mencatat waktu penguujian pada pemrograman dengan data di MySQL. Tabel 7 merupakan tabel penguujian pada *Networked Control Systems*

$$error = \left[ \frac{\text{waktu data masuk pada} - \text{waktu data masuk sebenarnya}}{\text{waktu data masuk sebenarnya}} \right] \times 100\%$$

Dari Tabel 7 menunjukkan data sensor dari tekanan, suhu, dan flow dari data pada pemrograman ladder dan juga data yang tersimpan pada database MySQL. Terdapat variasi rentang persen error dimana terlihat bahwa nilai dari persen error masih jauh dibawah 1% dimana Tabel 7 menunjukkan rentang persen error disekitaran nol koma persen. Sangat bagus dan cukup responsif dimana data tersebut memiliki rentang selisih waktu 1-3 detik.

Perhitungan persen dengan menghitung selisih waktu dari data masuk pada pemrograman dan data masuk dari database MySQL.

$$average \%error = \left[ \frac{\sum data \%error}{\sum data record} \right]$$

Dihitung rata-rata persen error pada Tabel 7 untuk mengetahui rata-rata %error yang didapatkan selama proses penguujian berlangsung.

$$average \%error = \left[ \frac{0,039 + 0,087 + 0,022 + 0,019 + \dots + 0,04}{10} \right]$$

$$average \%error = 0.0479\%$$

Dari perhitungan rata-rata dari %error selama 10 kali didapatkan sebesar 0.0479%. Hal ini sangat bagus pada penguujian responsif data record. Begitu juga kita dapat mengambil rata-rata dari selisih waktu selama proses penguujian pada *Networked Control Systems* ini dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$average \%error = \left[ \frac{\sum data selisih waktu}{\sum data record} \right]$$

Dari persamaan di atas dapat dihitung rata-rata selisih waktu pada Tabel 7 untuk mengetahui rata-rata selisih waktu yang didapatkan selama proses penguujian berlangsung.

$$average selisih waktu = \left[ \frac{2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + 3 + 1 + 1 + 2}{10} \right]$$

$$average selisih waktu = 1.3 \text{ detik}$$

Dari perhitungan rata-rata dari selisih waktu selama 10 kali didapatkan sebesar 1.3 detik. Hal ini sangat bagus pada penguujian responsif data record.

I. Analisa Metode *Networked Control Systems*

Pada penguujian yang telah dilakukan didapatkan hasil uji secara keseluruhan dimana didapatkan hasil selisih delay time pada metode *Networked Control Systems*. Dari metode yang telah dijalankan didapatkan selisih waktu 1-3 detik dan persen error yang dibawah nol koma persen. Dari hasil yang diperoleh tidak ditemukannya juga data hilang ditengah jalan atau packet dropout. Berikut merupakan grafik pengiriman

data dari kontroler ke database yang ditunjukkan pada Gambar 14.

Pada Gambar 14 menunjukkan grafik dari pengujian data sensor pada *Networked Control Systems*. Dimana catatan waktu sangat penting guna mengukur alat yang responsif dalam pengambilan data. Data yang tertunda dan data hilang merupakan gangguan yang dapat menyebabkan alat menjadi tidak akurat dan lamban. Tujuan utama dari pengujian *Networked Control Systems* ini untuk menghindari kejadian yang tidak diinginkan yang semakin parah. Sehingga alat ini dapat dikendalikan dari jarak atau ruang yang berbeda.

Kunci utama dalam penggunaan metode ini terletak pada bagaimana menjaga kestabilan dari jaringan (*Network*) dalam hal ini jaringan internet yang didapatkan dari jaringan *wifi*, agar saat terjadi gangguan atau *troubleshoot* pada mesin kita dapat mengendalikannya secara manual *operation* melalui *web* maupun *smartphone* seperti yang terlihat pada Gambar 15. Pada *Application smartphone* kita dapat melihat pergerakan grafik *realtime* dari sensor yang ditunjukkan pada Gambar 16. pemantauan ini juga berguna meringkankan pegawai yang bertugas tidak perlu memantau langsung mendatangi mesin *Boiler* di *fields instruments*.

Pada Gambar 17 menunjukkan bahwa terjadi gangguan pada jaringan yakni *bug* aplikasi dimana respon yang ditimbulkan harus menunggu beberapa detik dalam proses *loading* sehingga menyebabkan keterlambatan respon dan situasi seperti ini sangat mengganggu ketika terjadi *emergency condition*. Dari gangguan diatas dapat disebabkan beberapa faktor salah satunya yakni faktor kecepatan jaringan internet. Lantas dapat disimpullkan bahwa faktor jaringan sangat mempengaruhi dalam metode ini.

Pada akhirnya bahwa tidak ada satupun perangkat di seluruh dunia yang secara sempurna dapat berjalan terus-menerus. Setiap perangkat memiliki *lifetime* nya sendiri dan banyak sekali pengaruh yang dapat mengganggu kinerja alat. Metode ini sangat berguna untuk mengantisipasi kejadian yang tidak diinginkan agar cepat terkendali. Disamping itu pula faktor utama yang dapat mempengaruhi situasi tidak

cepat terkendali terdapat pada jaringan. Sehingga metode ini menawarkan sesuatu yang sangat menarik dan menjanjikan namun disamping pula terdapat persyaratan yang harus dijaga dan dipertahankan.

#### IV. KESIMPULAN

Untuk menghasilkan uap dibutuhkan waktu 45-60 menit dengan *temperature* diatas 90° C. Pada pengujian sensor suhu didapatkan hasil *Temperature* 0-119° celcius dan sensor tekanan didapatkan hasil *Pressure* 0-15 psi dengan *error* kurang dari 1%. Jumlah uap yang berada di dalam tabung harus terus dijaga pada minimal 40% agar tidak terjadi *drop press*. Untuk menghindari *drop press*, tekanan yang dihasilkan oleh *supply steam* perlu adanya pengendalian pada *ball valve* untuk hasil keluaran uap dalam hal ini pengendalian motor servo. Pengiriman data pada *Networked Control Systems* terjadi *delay time* sebesar 1-3 detik dan tidak ditemukannya data hilang ditengah jalan atau *packet dropout*. Dari data pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa alat ini mampu mencegah terjadinya *overflow capacity* pada *supply steam*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Andrian Syahputra, "Analisa Watertube dalam Proses Efisiensi Bahan Bakar Mesin Boiler PT. Sari Incofood Corporation," Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2018.
- [2] T. Sandro, H. Hairatunnisa, and M. Putra, "Analisis kinerja sensor water level-pressure transducer (Studi kasus automatic weather system di Pelabuhan Merak)," *ELECTRICES*, vol. 2, no. 2, pp. 37–42, 2020, doi: 10.32722/ees.v2i2.3588.
- [3] R. Firdaus, "Rancang Bangun Alat Ukur Temperature dengan PT100," Politeknik Negeri Bandung, 2012.
- [4] S. H. Yang, *Internet-Based Control Systems*, 1st ed. London: Springer-Verlag, 2011.
- [5] J. P. Hespanha, P. Naghshtabrizi, and Y. Xu, "A Survey of Recent Results in Networked Control Systems," in *Proceedings of the IEEE*, 2007, vol. 95, no. 1, pp. 138–162, doi: 10.1109/JPROC.2006.887288.
- [6] W. Zhang, M. S. Branicky, and S. M. Phillips, "Stability of networked control systems," *IEEE Control Syst. Mag.*, vol. 21, no. 1, pp. 84–99, 2001, doi: 10.1109/37.898794.