

# Alat Monitoring Sistem Burner Incinerator Masker Portabel Berbasis HMI

M. Miftakhul Huda<sup>1</sup>, Yusuf Sofyan<sup>2,3</sup>, Edi Rakhman<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

<sup>1</sup>E-mail : m.miftakhul.tlis19@polban.ac.id

## ABSTRAK

Pandemi Covid-19 sejak tahun 2020 menyisakan persoalan meningkatnya sampah yang berasal dari pembuangan masker. Peningkatan jumlah masker yang digunakan menyebabkan peningkatan jumlah limbah masker yang dapat merusak lingkungan jika dibiarkan menumpuk di tempat sampah umum. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah sistem monitoring pada panel kontrol untuk mengendalikan sistem *burner incinerator* yang dapat menangani pembakaran sampah masker. Alat ini dapat membakar sampah masker dengan suhu 800°C hingga menjadi abu. Sistem kontrol otomatis pada alat ini menggunakan perangkat *Programmable logic controller* (PLC) agar sistem *burner incinerator* dapat dioperasikan secara otomatis melalui panel kontrol dan memiliki sistem monitoring menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) yang akan memonitor proses kerja sistem *burner incinerator*, kecepatan motor, dan suhu pada ruang bakar. Sensor proximity yang berisi termokopel sebagai umpan balik sistem kendali dapat membuat sistem memonitor suhu dan juga mengendalikan kecepatan motor *blower* untuk pengaturan suhu ruangan burner incinerator.

### Kata Kunci

*masker, burner incinerator, PLC, Monitoring, HMI*

## 1. PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 yang disebabkan oleh infeksi virus SARS CoV-2 mulai melanda negara-negara di dunia. Penggunaan masker menjadi salah satu solusi untuk mencegah penyebaran virus SARS CoV-2 [1]. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) juga mencatat pada rentang bulan Maret hingga September tahun 2020, jumlah timbunan limbah medis diperkirakan berjumlah 1.662,75 ton. Limbah yang terus dihasilkan terutama limbah masker yang sering digunakan masyarakat, menyebabkan penumpukan yang dapat berdampak mencemari dan merusak lingkungan [2].

Atas adanya peningkatan limbah masker karena terjadi pandemi virus Covid-19 diperlukan penanganan yaitu dengan cara membakar sampah masker tersebut menggunakan *burner incinerator*. Alat tersebut adalah instrumen pembakaran yang digunakan untuk membakar sampah yang menggunakan suhu tinggi. [3].

Untuk sebuah *burner insinerator* diperlukan sistem kontrol untuk mengendalikan kerja

dari insinerator tersebut. Diperlukan sebuah alat yang disebut dengan PLC (*Programmable logic controller*) PLC dapat diprogram yang disesuaikan dengan sistem yang akan dikendalikan. Sistem ini juga menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) agar mudah memonitor dan mengoperasikan. HMI adalah antar muka antara pengguna dengan alat. *International Society of Automation* (ISA) mendefinisikan HMI sebagai sebuah aplikasi perangkat lunak (*software*) yang dijalankan pada sebuah *console operator* yang mengizinkan operator untuk mengamati proses [4].

Penulisan makalah ini berfokus pada perancangan sistem *monitoring burner incinerator* menggunakan HMI. Penelitian ini bertujuan agar sistem *burner incinerator* dapat dikendalikan dengan mudah serta mengamati kondisi komponen yang sedang bekerja, insinerator ini akan dikendalikan oleh perangkat PLC dan sensor yang mengirimkan sinyal ke PLC dan kemudian dapat diamati melalui HMI.

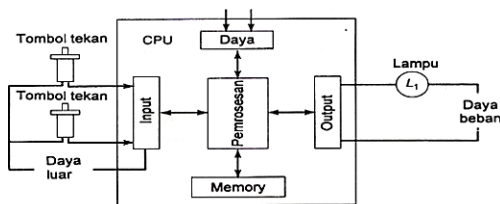
## 2. PERANCANGAN

### 2.1 Burner Incinerator

*Burner incinerator* merupakan alat yang memiliki suhu tinggi untuk membakar sampah, Proses pembakarannya disebut insinerasi. Insinerasi adalah proses pembakaran pada suhu antara 800°C dan 1.000°C yang digunakan untuk mengolah limbah padat agar mengurangi jumlah sampah yang tidak bisa lagi didaur ulang dan mudah terbakar serta dapat menghilangkan virus dan bakteri. Insinerator cocok untuk proses pengolahan limbah karena dapat mengurangi potensi pencemaran oleh sisa abu dan gas buang pembakaran. Efisiensi dan efektivitas pada teknologi insinerasi mencapai 90% yang dapat mengolah limbah medis menjadi abu sehingga teknologi ini banyak digunakan [3].

### 2.2 PLC (Programmable Logic Controller)

PLC merupakan perangkat kendali berbasis mikroprosesor atau mikrokontroler yang dapat diprogram yang mengolah program dan data dengan menggunakan memori, yang dioperasikan atas dasar fungsi logika dalam melakukan fungsi aritmatika [5]. Diagram blok PLC tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok perangkat keras PLC

### 2.3 Human Machine Interface (HMI)

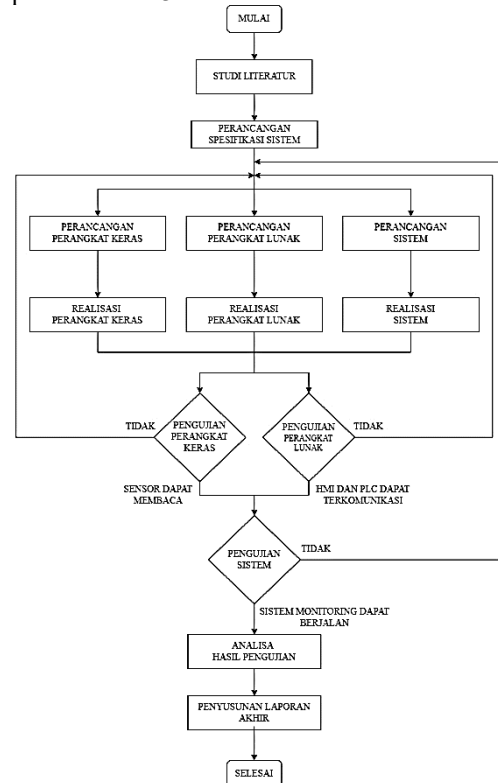
*Human Machine Interface (HMI)* adalah alat yang mengkomunikasikan antara manusia dengan mesin dalam suatu sistem untuk membantu operator dalam mengendalikan dan memantau suatu sistem yang sedang bekerja. HMI dapat menampilkan grafis dengan resolusi yang tinggi untuk menampilkan secara realistis dari sistem yang sedang bekerja [6]. *Human Machine Interface (HMI)* tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2 Human Machine Interface (HMI)

### 2.4 Diagram alir penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan dimulai dari studi literatur, penentuan spesifikasi sistem, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, dan perancangan sistem. Selanjutnya dari perencanaan direalisasikan baik dari perangkat keras, perangkat lunak, dan sistem secara keseluruhan yang tersaji pada Gambar 3.

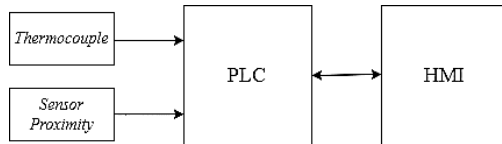


Gambar 3 Diagram alir penelitian

### 2.5 Diagram blok sistem monitoring burner incinerator

Sistem *monitoring burner incinerator* merupakan tampilan antarmuka yang memungkinkan pengguna dapat memantau proses pembakaran sampah masker. Tampilan hasil pembacaan suhu diperoleh dari sinyal input sensor yang dikirim ke PLC yang kemudian melalui proses *scalling* sehingga dapat menampilkan pembacaan suhu secara waktu-nyata. Kelebihan dari sistem *monitoring* ini adalah dapat

melakukan pemantauan sebuah proses dengan tidak membahayakan diri karena pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh. Diagram blok sistem tersaji pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram blok sistem

Seperti dijelaskan pada Gambar 4 bahwa sistem *monitoring burner incinerator* menggunakan sensor suhu untuk membaca dan memberikan sinyal sehingga dapat ditampilkan pada sistem *monitoring*, berupa sensor *proximity* suhu. PLC sebagai perangkat utama diprogram agar dapat mengendalikan sistem kontrol dan *monitoring* menerima sinyal dari kedua sensor yang kemudian dikonversikan menjadi hasil pembacaan sensor. HMI sebagai perangkat utama sistem *monitoring* berfungsi untuk menampilkan gambar dan data hasil pembacaan sensor, sistem kontrol, dan sistem *monitoring*.

## 2.6 Spesifikasi sistem

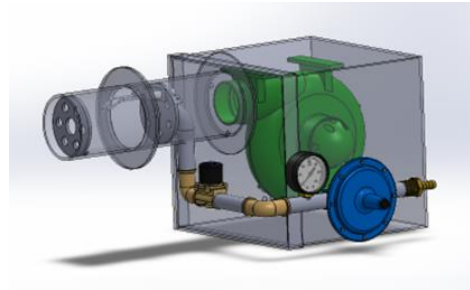
Spesifikasi sistem sebagai parameter untuk perangkat keras tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi sistem

Spesifikasi sistem	Keterangan
HMI	24VDC/500mA
Pembacaan sensor suhu	200-1000°C
Pembacaan sensor <i>proximity</i>	<i>revolutio per minute</i>
Sensor <i>proximity</i>	24VDC/200mA
Thermocouple transmitter	24VDC/4-20mA/0-1300°C
PLC	220VAC/3.15A
Burner	800°C
Insinerator	5000cm <sup>3</sup>
Komunikasi HMI dan PLC	Kabel USB to <i>Micro-USB</i>

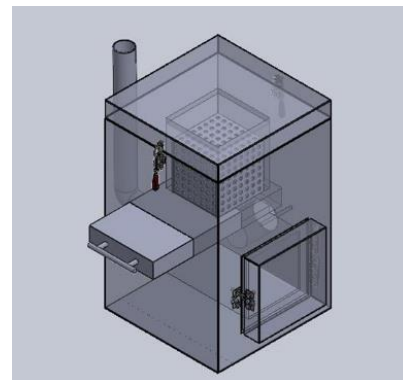
## 2.7 Desain Burner Incinerator

Perancangan desain sistem *burner incinerator* masker portabel dengan suhu operasi sebesar 800°C dan berkapasitas 5000cm<sup>3</sup>. Bagian pembakar menggunakan gas LPG 3kg sebagai bahan bakarnya yang dapat menghasilkan suhu hingga 800°C seperti yang tersaji pada Gambar 5.



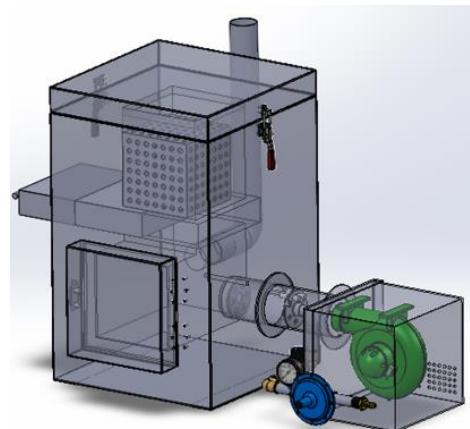
Gambar 5 Burner Incinerator

Bagian ruang bakar insinerator dengan kapasitas 5000cm<sup>3</sup> dirancang menggunakan bahan tahan api sehingga panas pada ruang bakar tidak merambat sampai ke bagian luar yang tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6 Incinerator

Bagian *burner* dan bagian insinerator kemudian digabungkan sehingga menjadi sistem *burner incinerator* masker portabel seperti yang tersaji pada Gambar 7.

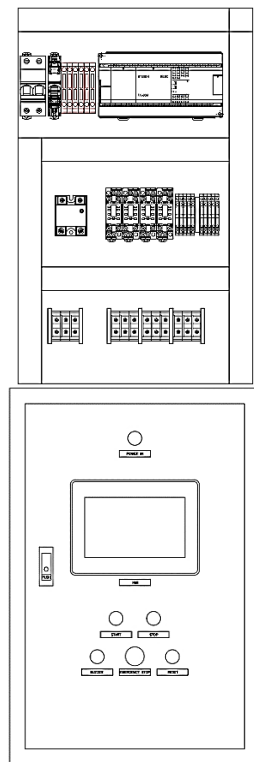


Gambar 7 Burner Incinerator

## 2.8 Desain Panel Kontrol dan Monitoring

Perancangan desain sistem panel kontrol menggunakan *panel box* berukuran 60x40x20cm yang di dalamnya terdapat *base plate* akan dipasang komponen-komponen

yang diperlukan. Komponen di dalam panel terdiri dari MCB, *fuse*, PLC, terminal blok, *Solid State Relay* (SSR), relai, *power supply*, dan *busbar* untuk *grounding* yang dipasang pada *base plate* yang kemudian dipasangkan ke rel *omega*. HMI dan komponen untuk kontrol alat dipasang di bagian pintu panel sehingga dapat diakses dengan mudah. Perancangan komponen yang pemasangannya berada pada pintu panel untuk mempermudah pengoperasian sistem kontrol dan *monitoring*. Desain tata letak komponen tersaji pada Gambar 8.



Gambar 8 Desain tata letak komponen

## 2.9 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras terdiri dari pengawatan pada sejumlah komponen yang digunakan. Perancangan diagram pengawatan terdiri dari beberapa bagian, diantaranya:

1. Pengawatan Sumber Tegangan  
Pengawatan sumber tegangan sistem kontrol berasal dari keluaran *power supply* sebesar 24VDC yang digunakan sebagai tegangan masukan komponen pada sistem kontrol yang diproteksi dengan *fuse*.
2. Pengawatan HMI  
Pengawatan pada power HMI terdiri dari +24VDC, -24VDC, dan PE. Terminal

(+) pada power HMI mendapatkan sumber dari *fuse* 6 yang tersambung dengan sumber +24VDC, kemudian terminal (-) pada HMI tersambung dari (-) power supply, dan terminal PE tersambung dengan sistem *grounding* pada panel.

3. Pengawatan Sensor

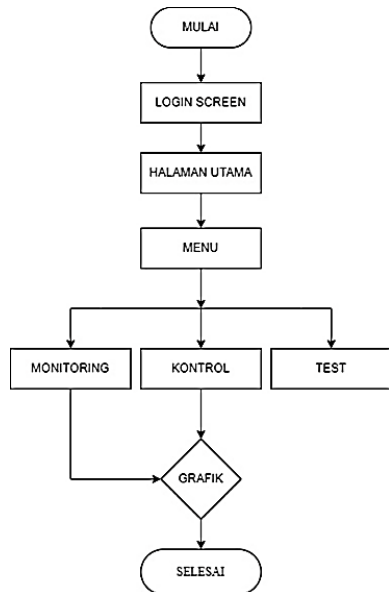
Pengawatan pada sensor terdiri dari pengawatan termokopel yang merupakan bagian dari analog input dari PLC dan sensor *proximity* yang merupakan digital input PLC.

## 2.10 Perancangan Perangkat Lunak

Sistem monitoring pada *burner incinerator* yang dirancang untuk dapat menampilkan data melalui hasil pembacaan dari sensor yang dipasang pada *burner incinerator* dan juga merupakan pengembangan dari sistem panel kontrol otomatis menggunakan PLC yang memungkinkan operator dapat lebih mudah untuk mengoperasikan *burner incinerator*.

Keunggulan penggunaan sistem monitoring pada *burner incinerator* menggunakan HMI ini adalah memudahkan dalam proses pemantauan burner incinerator karena sistem ini memiliki suhu panas yang dapat membahayakan pengguna.

Diagram alir perancangan HMI menjelaskan tata urutan tampilan HMI yang akan dibuat. Tampilan HMI dirancang memiliki 7 halaman yang menampilkan tampilan yang berbeda-beda sesuai dengan fungsi dan tujuan pada setiap halamannya. Diagram alir perancangan tampilan HMI tersaji pada Gambar 9.



Gambar 9 Diagram alir perancangan tampilan HMI

### 2.11 Perancangan Sistem *Monitoring Burner Incinerator*

Perancangan sistem *monitoring* terdiri dari perancangan sistem *scaling* untuk mengkonversikan hasil pembacaan sensor menjadi data dengan waktu-nyata. Perancangan desain HMI untuk mempermudah proses realisasi untuk sistem *monitoring*.

1. Perancangan sistem *scaling* sensor pada program PLC.  
PLC Mitsubishi FX3G-60MR menggunakan perangkat lunak GxWorks2 untuk melakukan proses pemrograman pada sistem. Program *scaling* digunakan untuk mengkonversikan nilai arus hasil pembacaan dari sensor menjadi nilai yang sebenarnya agar data yang ditampilkan merupakan data yang nyata.
2. Perancangan desain pada HMI.  
Tampilan HMI dirancang memiliki 7 halaman yang menampilkan tampilan yang berbeda-beda sesuai dengan fungsi dan tujuan pada setiap halamannya. Halaman pertama merupakan halaman login yang bertujuan untuk membatasi penggunaan HMI. Halaman kedua adalah halaman utama yang dituliskan judul seperti pada judul penelitian ini. Halaman yang ketiga adalah halaman menu yang menampilkan 3 pilihan menu yaitu menu **Monitoring**, menu **Kontrol**, dan menu **Test**. Halaman *monitoring* disajikan gambar *burner incinerator* yang dilengkapi dengan tombol dan

indikator. Halaman **Kontrol** berisi tombol-tombol kontrol dan indikator. Halaman **Test** digunakan untuk mencoba kerja komponen satu per satu.

## 3. REALISASI

### 3.1 Realisasi Perangkat Keras

Realisasi perangkat keras terdiri dari realisasi rangkaian pada base plate dan realisasi rangkaian pada pintu panel. Komponen dipasang sesuai dengan desain yang sudah direncanakan. Hasil realisasi rangkaian pada *base plate* tersaji pada Gambar 10.



Gambar 10 Realisasi perangkat keras

### 3.2 Realisasi Perangkat Lunak

Realisasi perangkat lunak meliputi dari pengkomunikasian antara PLC dengan HMI dan proses download desain HMI dari perangkat laptop.

1. Komunikasi antara PLC dan HMI  
Komunikasi antara PLC dan HMI menggunakan kabel USB. Langkah-langkah yang diperlukan untuk menyusun komunikasi ini adalah sebagai berikut:
  - a. Buka *software Easybuilder Pro*, pilih menu “home” pada *toolbar*, kemudian pilih menu “system parameters”.
  - b. Pada menu *system parameter settings*, pilih *device* PLC Mitsubishi FX3G kemudian klik “settings”.
  - c. Pada menu *device settings* pilih *location* menjadi “local”, I/F

menjadi “USB” kemudian tekan OK.

2. Proses *download* desain HMI

*Download* desain dari laptop ke HMI dilakukan dengan menghubungkan kabel *ethernet* pada keduanya kemudian lakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Buka *software EasybuilderPro*, pilih menu “*project*” pada *toolbar*, kemudian pilih menu “*Download*”.
- b. Sistem akan otomatis melakukan *compile* dan muncul tab baru.
- c. Melakukan *setting IP address* pada HMI, dilakukan pada *setting* di HMI kemudian masukan *IP address* 192.168.0.10.
- d. Kembali ke *software Easybuilder Pro* maka akan tampil *tab download*, kemudian tekan pada “*search all*” dan tunggu sampai alamat HMI ditemukan kemudian tekan “*download*”.
- e. Proses *download* akan otomatis berjalan dan tunggu sampai HMI *reboot*.

3.3 Realisasi Sistem *Monitoring Burner Incinerator*

Sistem *monitoring* direalisasikan dengan HMI yang dapat menampilkan tampilan untuk memonitor dan mengontrol sistem *burner incinerator* dengan baik seperti yang tersaji pada Gambar 11.



Gambar 11 Tampilan HMI

4. DISKUSI DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Sensor

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keberfungsian sensor apakah dapat memberikan sinyal input kepada PLC dan kemudian dapat ditampilkan hasil pembacaannya melalui tampilan HMI. Pengujian hasil pembacaan sensor dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan

sensor pada HMI dengan pembacaan oleh alat ukur *thermogun*.

Tabel 2 Hasil pengujian sensor

rpm	Tekanan (mBar)	Sensor (°C)	Alat Ukur (°C)	Error (%)
300	110	720,5	678	6,27
	130	761,5	695	9,57
	150	792,5	788	0,57
400	160	812,5	779	4,30
	110	670,5	670	2,52
	130	727,5	714	1,89
	150	788,5	765	3,07
	160	801,5	795	0,82

Dari data hasil pengujian pada Tabel 2 didapatkan hasil pembacaan sensor suhu dapat membaca suhu hingga 800°C sesuai dengan rancangan awal untuk pembakaran sampah masker. Pada tampilan pembacaan sensor pada HMI menampilkan nilai yang sedikit fluktuatif, akan tetapi nilai maksimal pembacaannya dapat terus meningkat. Hal ini disebabkan karena penggunaan spesifikasi *transmitter* yang kurang tepat yaitu menggunakan spesifikasi pembacaan 0-1300°C dengan *range* arus sebesar 4-20mA sehingga pembacaan tiap 1mA adalah sebesar 81.25°C dengan *range* yang jauh menyebabkan hasil pembacaan sensor suhu fluktuatif.

4.2 Hasil Pengujian Komunikasi PLC dengan HMI

Pengujian komunikasi PLC dengan HMI bertujuan untuk memastikan komunikasi antara PLC dengan HMI terhubung dengan baik. Gambar 12 di bawah ini menunjukkan bahwa HMI dapat menampilkan sesuai dengan desain yang telah dibuat, dan dapat dioperasikan dengan baik.



Gambar 12 Tampilan layar HMI

Pengujian dilakukan dengan memastikan PLC dan HMI terhubung yang dapat dibuktikan tidak ada *pop-up* peringatan “*device no response*” pada layer HMI dan HMI dapat dioperasikan sesuai dengan skema yang sudah direncanakan. Tabel Pengujian komunikasi PLC dan HMI tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian komunikasi PLC dengan HMI

No	Komponen	Parameter	Keterangan
1	PLC	PLC suda I/F USB	Dapat dioperasikan melalui HMI.
2	HMI	Device to Mitsubishi FX3G; Interface USB; I/F Protocol USB	Dapat terhubung ke PLC dengan baik dan dapat dioperasikan sesuai dengan fungsinya.

Berdasarkan pengujian seperti pada Tabel 3. dapat ditemukan hasil bahwa komunikasi antara PLC dengan HMI telah dapat berjalan dengan baik. PLC dapat menerima instruksi yang diberikan oleh HMI dan dapat membaca data yang dikirimkan oleh PLC.

#### 4.3 Hasil Pengujian Operasi Monitoring pada HMI

Pengujian operasi pada sistem monitoring ini dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa sistem kontrol dan *monitoring* yang sudah direncanakan dari awal dapat dioperasikan dan bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Hasil pengujian ini tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian operasi monitoring pada HMI

No	Sistem	Keterangan
1	Kontrol Manual	Tombol Start ditekan, rangkaian dapat bekerja. Tombol Stop ditekan, rangkaian berhenti bekerja. Tombol Emergency Stop ditekan, seluruh rangkaian mati.
2	Kontrol HMI	Tombol Start ditekan, rangkaian dapat bekerja. Tombol Stop ditekan, rangkaian berhenti bekerja. Tombol Emergency Stop ditekan, seluruh rangkaian mati.
3	Monitoring	Pembacaan hasil pengukuran sensor dapat ditampilkan.
4	Test Komponen	Tombol Start Blower ditekan, Blower ON, Tombol Stop Blower ditekan. Blower OFF.

		Tombol Start Pemantik ditekan, Pemantik ON, Tombol Stop Pemantik ditekan. Pemantik OFF. Tombol Start Katup Gas ditekan, Katup Gas ON, Tombol Stop Katup Gas ditekan. Katup Gas OFF.
5	Grafik	Suhu naik, grafik pembacaan juga naik.

Dari data hasil pengujian Tabel 4. diperoleh data bahwa sistem *monitoring* dapat beroperasi sesuai dengan fungsi dan dapat berjalan dengan baik. Pembacaan sensor dapat ditampilkan melalui tampilan HMI hal ini berarti sensor dapat mengirim sinyal ke PLC kemudian dapat dikomunikasikan ke HMI.

#### 5. KESIMPULAN

Sistem *monitoring* memiliki fungsi untuk mengendalikan dan mengamati kerja *burner incinerator*. Realisasi *monitoring burner incinerator* berbasis HMI dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Komunikasi antara PLC dengan HMI menggunakan kabel USB yang dapat terkoneksi dengan baik, tetapi komunikasi menggunakan kabel USB ini memiliki kekurangan karena pada PLC hanya terdapat 1 buah *port* USB sehingga ketika perlu melakukan *download* program PLC, maka *port* USB harus digunakan secara bergantian.

#### 6. SARAN

Komunikasi antara PLC dengan HMI lebih baik menggunakan kabel serial RS 485 4W agar *port micro-USB* pada PLC hanya digunakan untuk *download* program PLC saja. Menggunakan *transmitter* sensor suhu yang memiliki spesifikasi lebih akurat agar pembacaan suhu lebih akurat dan stabil. Penambahan sensor tekanan gas pada pipa gas untuk memonitor besar tekanan gas pada tampilan HMI.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Tim peneliti mengucapkan terimakasih kepada kepada P3M Politeknik Negeri Bandung sebagai penyelenggara IRWNS 2021 dan pihak-pihak yang membantu dalam proses pengerjaan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ameridya, A. Pratama, R. A. Pudi, dan S. Fickri Absyar, “Limbah Masker di Era Pandemi: Kejahatan Meningkat atau Menurun?,” *Growth dan Manajemen Lingkungan*, vol. 10,

- no. 1, pp. 2597–8020, 2021, doi:  
10.21009/jgg.101.05.
- [2] A. Alisya, Adhitya Pratama, dkk, *Penelitian dan Pengabdian Inovatif pada Masa Pandemi Covid-19*. 2021.
- [3] Pungut, M. al Kholif, dan A. Arga Perwira Nagariagam Sugianto, “Pengaruh Tekanan Blower pada Proses Pembakaran Sampah Medis Menggunakan Insinerator Statis terhadap Kualitas Abu,” *Serambi Engineering*, vol. VII, no. 1, 2022.
- [4] C. Robinson. *New Guidelines for Optimizing HMI Usability and Performance Published by ISA*. Diakses tanggal 20 Maret 2022 dari <https://www.isa.org/news-press-releases/2019/august/guidelines-for-hmi-usability-and-perfromance-isa>. 2019.
- [5] D. H. Prabowo dan A. Saputro, “Perancangan Miniatur Footbonaut Berbasis PLC,” 2017.
- [6] M.Kurnianto, “Monitoring Arus dan Tegangan pada Starting Star Delta dan Proteksi Ketidakseimbangan Tegangan Motor Induksi Tiga Fasa Berbasis PLC Modicon M221 Menggunakan *Vijeo Designer*,” 2018.