

Implementasi Sistem Pengukuran Suhu Pada Pemindahan Pola Gambar Ke Papan Tembaga Dalam Pembuatan PCB

¹Nuralam, ²Aisyah, ³Taufik Hidayat
^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
Email: nuralam@elektro.pnj.ac.id

³Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jl. Moh. Kahfi II, Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12630
Email: taufik.teknologisinerji@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini telah berhasil menerapkan Sistem Pengaturan Suhu Berbasis PLC pada Pemindahan Pola Gambar ke Papan Tembaga dalam Pembuatan PCB (Printed Circuit Board). Alat ini dibuat untuk mempermudah dan mempercepat proses pemindahan pola gambar ke papan tembaga dalam pembuatan PCB. Sistem Pengaturan ini terdiri dari HMI, PLC, Termokopel, Transmitter Termokopel, Heater, serta mekanik lapisan besi. HMI berfungsi menampilkan pengaturan yang diterima oleh PLC juga sebagai pengontrol kedua. Sedangkan PLC berfungsi sebagai pusat pengolahan data yang dibutuhkan sistem dan pengontrol utama, Termokopel berfungsi untuk mengeluarkan output berupa tegangan. Heater sebagai pemanas dan Mekanik lapisan besi sebagai pemberi tekanan pada papan tembaga. Hasil dari penelitian pada sistem ini adalah pola gambar yang dapat dipindahkan ke papan tembaga secara otomatis dengan rentang suhu terukur yaitu 40^oC – 100^oC.

Kata Kunci: HMI, PLC, PCB.

ABSTRACT

This research has succeeded in implementing a PLC-Based Temperature Control System for Transferring Image Patterns to Copper Boards in PCB (Printed Circuit Board) Manufacturing. This tool is made to simplify and speed up the process of transferring image patterns to copper boards in PCB manufacture. This Regulatory System consists of HMI, PLC, Thermocouple, Transmitter Thermocouple, Heater, as well as iron coating mechanics. HMI serves to display the settings received by the PLC as well as a second controller. While the PLC functions as a data processing center needed by the system and the main controller, the thermocouple functions to issue an output in the form of voltage. Heater as a heater and Mechanics of iron layer as pressure on the copper board. The results of the research on this system are image patterns that can be transferred to the copper board automatically with a measured temperature range of 40^oC - 100^oC.

.Key words: HMI, PLC, PCB.

1. PENDAHULUAN

Printed Circuit Board (PCB) atau yang jika dalam bahasa Indonesia disebut dengan istilah Papan Rangkaian Tercetak merupakan alat yang digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik dengan lapisan jalur konduktornya. PCB sangatlah dibutuhkan dalam industri elektronika. Sebagai dasar pembelajaran bagi mahasiswa teknik elektro maka mempelajari cara pembuatan PCB sangatlah mutlak. Salah satu cara pembuatan PCB yang diajarkan yaitu menggunakan cara konvensional dengan cara mencetak layout dengan pemanas. Namun, karena tekanan pemanas yang kurang tepat sering terjadi kegagalan pada proses pada pemindahan pola gambar ke papan tembaga/PCB.

Proses pemindahan pola gambar ke papan tembaga dalam pembuatan PCB harusnya lebih efektif dan efisien. Hal ini untuk menghindari kegagalan dalam pembuatan PCB yang salah. Solusi dari penelitian ini adalah dengan menggunakan sistem pengaturan suhu yang efektif. Sistem ini menggunakan PLC (*Programmable Logic Control*), elemen panas dari *heater*, tegangan output dari sensor/termokopel, dan dapat ditampilkan pada HMI (*Human Machine Interface*) *Touchscreen*. Apabila menggunakan pemanas biasa misalnya setrika pada pembuatan PCB maka tidak dapat diketahui waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pemindahan pola gambar tersebut. Serta tidak dapat diketahui suhu yang tepat untuk pembuatan PCB. Untuk itu pemanfaatan HMI diperlukan untuk memonitor suhu dan waktu yang telah di gunakan. Data pada HMI dikirimkan melalui Ethernet ke PLC untuk mengatur sensor termokopel tipe K. Dengan elemen pemanas berupa heater dan pemberi tekanan berupa mekanik besi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. HMI

HMI (*Human Machine Interface*) adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan mesin. Sistem HMI berupa *Graphic user interface* (GUI) pada suatu tampilan layar komputer yang akan dihadapi oleh operator mesin atau pengguna yang akan memonitoring dan mengendalikan suatu proses otomatisasi misalnya monitoring kecepatan motor DC dengan metode PID secara real time.[1]

Senada dengan hal di atas menurut Endang Suryawati dkk., dalam suatu sistem *supervisory control* diperlukan perangkat lunak antar muka yang menjadi penghubung antara manusia (operator) dengan mesin atau peralatan yang dikendalikan. Perangkat lunak tersebut umumnya disebut sebagai HMI (*Human Machine Interface*) yang berupa *Graphical User Interface* (GUI) berbasis komputer.[2] Rujukan penelitian mengenai desain HMI didasarkan pada

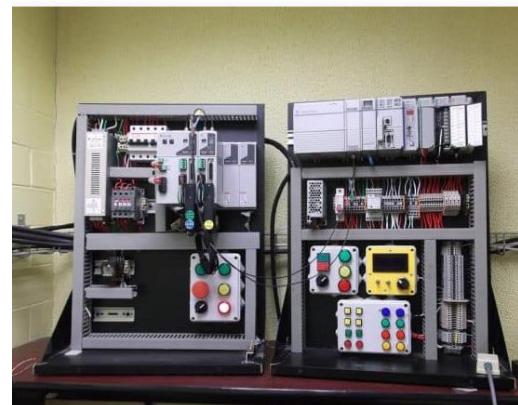
penelitian yang dilakukan oleh Mubyarto dengan judul Desain dan Simulasi Sistem HMI (*Human Machine Interface*) Berbasis *Citect Scada* Pada Konveyor Proses Di Industri.[3]

2.2 Temperatur

Temperatur mengandung arti suatu ukuran dingin atau panasnya suatu keadaan dengan satuan derajat celsius (di Indonesia). Penelitian sebelumnya mengenai temperatur dan level panas telah banyak dilakukan seperti oleh Firdaus dkk.[4] temperatur dalam penelitian yang peneliti lakukan adalah pemindahan pola gambar rangkaian elektronika atau jalur layoutnya kedalam lapisan tembaga pada PCB menggunakan temperatur yang dikendalikan secara otomatis. Pengukur suhu atau sensor yang digunakan adalah termokopel. Hal ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Rosman Andi dengan judul Perancangan Termokopel Berbahan Besi (Fe) dan Tembaga (Cu) Untuk Sensor Temperatur.[5]. [6]

2.3. PLC dan Sistem Otomasi Pengukuran

PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah peralatan elektronik yang dapat diprogram agar bisa mengontrol atau mengoperasikan mesin.



Gambar 1. Contoh Penggunaan PLC (Sumber: sinupedia.com)

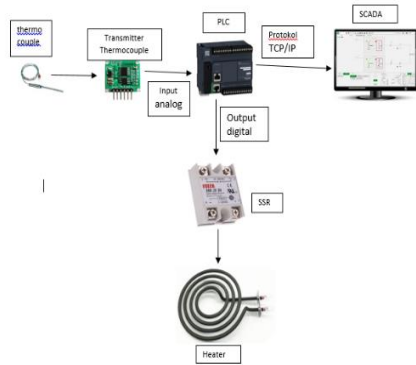
Penelitian dan penggunaan PLC sudah banyak digunakan seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Simarmata dkk, dalam penelitian tentang pemrograman *Programmable Logic Controller* (PLC) Pada Mesin Finger[7]. Dan penelitian yang telah dilakukan oleh Wardono, dkk. Dalam penelitiannya yang berjudul Rekayasa Sistem Hybrid Solar Water Heater Dan *Electric Heater* Untuk Efisiensi Pemakaian Listrik Berbasis SCADA, [8]. Sistem otomatisasi dan pengukuran pada penelitian ini merujuk kepada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Ardiansyah, dkk. Dengan judul Sistem Otomatisasi dan Monitoring Ketinggian Air Pada Tandon Menggunakan Sensor

Ultrasonik Dan Water Level Control Berbasis PLC dan HMI.[9] serta penelitian dari Kustiawan Eko dengan judul Meningkatkan Efisiensi Peralatan dengan Menggunakan *Solid State Relay* (SSR) dalam Pengaturan Suhu *Pack Pre-Heating Oven* (PHO).[10] serta penelitian yang dilakukan oleh Haryanto dkk., tentang Rancang Bangun Kit Praktikum PLC *Schneider M221* Di Laboratorium Otomasi.[11], [12], [13]

Rujukan mengenai monitoring sistem pengukuran temperatur merujuk kepada penelitian yang dilakukan oleh Pramono, dkk. Dengan judul Studi Analisis Sistem Monitoring Temperatur Ruang Bearing[14]. Dan juga dari penelitian Eryk dkk., tentang Studi Perencanaan Prototipe Sistem Otomasi Metering Gardu Induk Menggunakan Konsep *Human Machine Interface*.[15]

3. METODE PENELITIAN

Sistem pengukuran suhu pada pemindahan pola gambar ke papan tembaga dalam pembuatan PCB terdapat input yakni sensor termokopel. Untuk Termokopel data dikirim ke transmitter termokopel untuk diproses dan memperoleh nilai nya. Kemudian data output dari sensor termokopel dikirim ke *input* analog PLC. Data yang didapat dari *input* analog PLC kemudian *discaling* pada program PLC. Hasil *scaling* digunakan untuk mengetahui suhu yang didapat termokopel. *Output* data dari inputan yang telah diproses di PLC digunakan untuk mengaktifkan *Solid State Relay* sesuai instruksi yang terdapat pada program PLC. Sistem kontrol dan monitoringnya dapat dikontrol dan ditampilkan melalui HMI dari PLC yang menggunakan komunikasi TCP/IP.

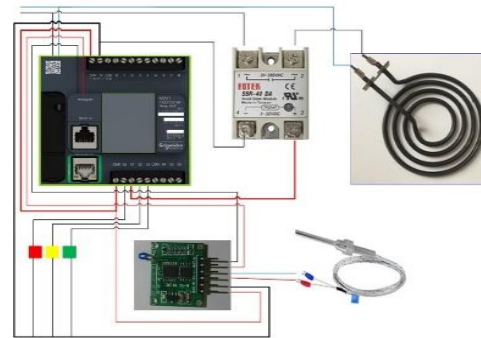


Gambar 2. Diagram Blok Alat

3.1. Perancangan perangkat keras

Perancangan perangkat keras dalam merealisasikan sistem pengaturan suhu pemindahan pola gambar pada papan tembaga dalam pembuatan PCB maka diperlukan beberapa tahap, yakni realisasi sistem pengaturan suhu dengan pembuatan instalasi sistem dan pemilihan spesifikasi alat. Perancangan Instalasi Sistem Pengaturan Suhu Pembuatan perangkat

keras pada Sistem Pengaturan Suhu membutuhkan instalasi yang tepat. Pada pemasangannya dibutuhkan komponen-komponen serta pemasangan kabel yang tepat. Adapun rangkaian pemasangan kabel dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



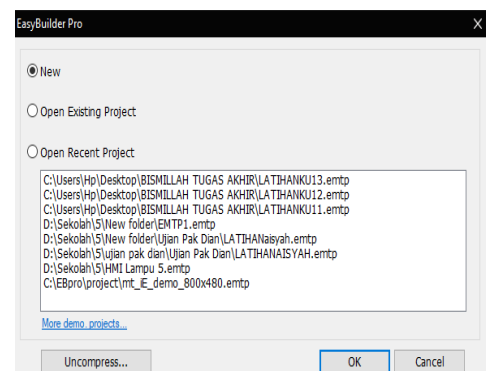
Gambar 3. Wiring Instalasi

3.2. Perancangan Program Aplikasi

Program aplikasi untuk monitoring suhu menggunakan *software EasyBuilder Pro*. *Software* tersebut digunakan untuk mendesain tampilan HMI, membuat program penampil suhu dan sebagai penampil pengontrolan PLC pada HMI. Realisasi sistem desain HMI, komunikasi *thermocouple* dengan HMI, dan komunikasi HMI dengan PLC. Dalam perancangan desain pada HMI *touchscreen* Weintek, *software* yang digunakan adalah *EasyBuilder Pro*, sebelum mendesain HMI, terlebih dahulu membuat *project* baru pada *software EasyBuilder Pro*.

1. Tahapan mendesain HMI dengan *software Easy Builder Pro*

Pembuatan *project* baru dengan menggunakan aplikasi *EasyBuilder Pro* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. EasyBuilder Pro

2. Mendesain HMI

Langkah awal yang dilakukan adalah membuat objek yang diperlukan pada tampilan HMI. Objek menyesuaikan dengan kebutuhan tampilan pada HMI. Berikut beberapa objek yang biasanya digunakan dalam mendesain HMI:

1. *Text*
Pembuatan *text* pada *software EasyBuilder Pro* dengan cara meng-*click* menu **[Draw]** » **[Text]**, kemudian buat *text* yang dibutuhkan.
2. *Picture* Pembuatan *picture* pada *software EasyBuilder Pro* dengan cara meng-*click* menu **[Draw]**»**[Picture]**»**[Picture Library]**»**[New]**»**[Ok]**»**[Ok]**.
3. *Function Key*
Function Key mempunyai fungsi objek untuk berpindah halamann *windows* pada tampilan HMI. Pembuaat objek *function key* dengan cara klik menu **[Objects]** » **[Button]** » **[Function Key]**, kemudian tentukan *windows* no. untuk berpindah halaman dan mengatur *shape* sesuai dengan kebutuhan tampilan HMI.

3.3. Komunikasi *Human Machine Interface (HMI)* dengan PLC

Mengomunikasikan HMI dengan PLC dapat menggunakan kabel *Ethernet*. Pada alat ini digunakan kabel *Ethernet* sebagai jalur komunikasi antara HMI dengan PLC.

a. Setting HMI dengan PLC

1. Setting *Open Network & Internet Settings*
2. Setting *Change adapter options*
3. Setting *Ethernet Properties*
4. Setting IP Address, buat berbeda dengan IP Adress HMI ataupun PLC.
5. Setting HMI dengan PLC. Klik **[Edit]** » **[System Parameter Settings]** » **[Device list]**. Klik **[Settings]**. Pilih PLC *type Schneider TCP/IP*.
6. Setting untuk set IP adres dan port-nya. Alamat IP harus sesuai dengan alamat IP PLC yang ingin dihubungkan, sedangkan port no isi 502, kemudian klik OK.
7. Buat objek yang dibutuhkan seperti *bit lamp*, *toggle switch*, dan *numeric object*. Isi alamat sesuai dengan pengalamatan dengan PLC.

b. Pengalamatan PLC pada HMI

1. **Alamat yang dikirimkan HMI ke PLC**
Berikut ini merupakan alamat yang dikirimkan HMI ke PLC:
 - %M0 untuk mengirimkan data *Set Bit* ke PLC dengan menandakan *OFF*
 - %M1 untuk mengirimkan data *Set Bit* ke PLC dengan menandakan *ON*

- %M10 untuk mengirimkan data *Set Bit* ke PLC dengan menandakan *Timer 1*
- %M11 untuk mengirimkan data *Set Bit* ke PLC dengan menandakan *Timer 2*
- %M12 untuk mengirimkan data *Set Bit* ke PLC dengan menandakan *Timer 3*
- %M101 untuk mengirimkan data *Bit Lamp* ke PLC dengan menandakan tombol *ON* menyala
- %M102 untuk mengirimkan data *Bit Lamp* ke PLC dengan menandakan tombol *OFF* menyala
- %MW0 untuk mengirimkan data *Numeric Object* ke PLC dengan menandakan *Set 1 Atas High*
- %MW7 untuk mengirimkan data *Numeric Object* ke PLC dengan menandakan *Set 1 Low*
- %MW11 untuk mengirimkan data *Numeric Object* ke PLC dengan menandakan *Suhu*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Prosedur Pengujian

Prosedur Pengujian Alat Pemanas Pola Gambar PCB adalah sebagai berikut:

1. Siapkan alat pemanas otomatis ini dan bahan PCB serta pola gambar yang digunakan
2. Letakkan pola gambar dan papan tembaga PCB
3. Alat Pemanas Pola Gambar PCB yang sudah dicek terlebih dahulu, kemudian hubungkan alat kepada sumber listrik.
4. Hubungkan PC dengan PLC, buka program PLC, lalu *login* program PLC, lakukan proses download dan start controller.
5. Hubungkan PC dengan HMI, buka program HMI, lalu compile dan *download* program HMI.
6. Klik tombol ON pada layar HMI.
7. Catat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperature yang diinginkan yakni 100 °C.

4.2 Data Hasil Pengujian

Berikut data hasil Pengujian Alat Pemanas Pola Gambar PCB

Tabel 4.1 Hasil Pengujian 1

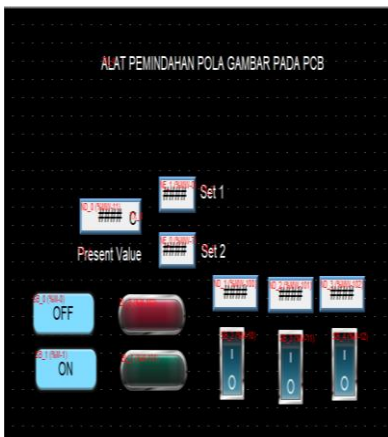
No	Temperatur (°C)	Jam
1	40	13:54
2	50	13:55

3	60	13:58
4	70	14:02
5	80	14:02
6	90	14:03
7	100	14:04

Tabel 4.2 Hasil Pengujian 2

No	Temperatur (°C)	Jam
1	40	14:54
2	50	14:55
3	60	14:58
4	70	15:01
5	80	15:02
6	90	15:03
7	100	15:03

Berikut ini merupakan tampilan plant pada HMI *touchscreen*. Dalam tampilan tersebut terdapat beberapa tombol yakni *ON*, *OFF*, *Timer* serta penampil suhu.



Gambar 4.1 Tampilan Plant HMI

4.3. Analisis Data dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian data temperatur terhadap waktu dapat dijelaskan bahwa, alat ini dapat mengatur panas dengan sistem otomatis dan tercatat. Alat ini dapat mengatur suhu sampai 100°C dan dapat diatur programnya agar mati ketika suhu tercapai maksimalnya. Berdasarkan percobaan didapat rentang waktu yang lebih cepat pada pengujian kedua dan seterusnya, hal ini terjadi karena suhu pada pengujian pertama masih tinggi. Pola gambar dapat berpindah dari layout plastik ke papan atau lapisan tembaga pada PCB secara maksimal dan benar tanpa adanya kerusakan karena panas yang berlebihan atau karena waktu terlalu lama. Kerusakan pola/layout juga dapat terjadi jika *layout* belum jadi karena waktu pemanasan yang belum maksimal atau waktunya terlalu cepat.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilaksanakan pada Alat Pemanas Pola Gambar PCB dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Implementasi alat telah berhasil dilakukan dengan metode perancangan dan perakitan alat menjadi sistem monitoring suhu pada pemindahan pola gambar rangkaian elektronika pada PCB
2. Alat ini dapat mengkondisikan panas dari 0 derajat celcius hingga 100 derajat Celcius sesuai dengan kebutuhan pemanasan dan dapat dikendalikan dengan otomatis
3. Alat ini dapat digunakan sebagai mesin PCB untuk produksi masal karena semakin lama maka semakin cepat proses pemanasannya
4. Semua aplikasi dan Penggunaan HMI pada alat ini dapat berfungsi dengan baik dan lancar sebagai sistem monitoring terkendali.

6. SARAN

Alat ini perlu dilengkapi teknologi *IoT* apabila akan digunakan sebagai alat produksi masal PCB agar lebih mudah dalam pengendalian dan penghitungan hasil produksi. Alat ini juga dapat dikembangkan menjadi penelitian lanjutan misalnya ada program auto mekanik dalam operasinya.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Darwin dan dosen lainnya atas dukungan dalam penelitian di bengkel, para staf bengkel serta para mahasiswa yang telah membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryanto, Heri & Hidayat, Sarif (2012, Desember). Perancangan HMI (*Human Machine Interface*) untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC, SETRUM, Vol. 1, No. 2. [21-4-2019 : 16:00 WIB] <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/476/364>
- [2] Suryawati, Endang & Sustika, Rika (2010). Perangkat Lunak HMI Untuk Sistem Supervisory Control Pada Pilot Plant Biodiesel Vol 4, No. 1. [21-4-2019 : 16:00 WIB] <http://jurnal.informatika.lipi.go.id/index.php/inkom/article/view/57/54>

- [3] Mubyarto Agung. 2018. Desain dan Simulasi Sistem HMI (*Human Machine Interface*) Berbasis *Citect Scada* Pada Konveyor Proses Di Industri. Seminar Nasional Edusaintek FMIPA UNIMUS ISBN: 978-602-5614-35-4, Universitas Jenderal Soedirman.
- [4] Firdaus Fachnur & Abduh Syamsir (2016). Perancangan Sistem Otomasi Tekanan Uap, Suhu, Dan Level Air Pada Distilasi Air Dan Uap Menggunakan Mikrokontroler Vol 14, No. 1. , 75 – 88 [21-4-2019 : 16:00 WIB]
<https://www.trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/jetri/article/view/822/726>
- [5] Rosman Andi. 2018. Perancangan Termokopel Berbahan Besi (Fe) dan Tembaga (Cu) Untuk Sensor Temperatur. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences* Vol.4 No.2, Universitas Cokroaminoto Palopo.
- [6] REOTEMP *Instrument Corporation* Type K *Thermocouple Reference Table* (n.d.) [1-07-2019 : 17:00WIB]
<https://www.thermocoupleinfo.com/type-k-thermocouple.htm>
- [7] Simarmata Frans, & Dinzi Riswan (2014). Pemrograman *Programmable Logic Controller* (PLC) Pada Mesin *Finger Joint* Vol 7, No 2 [21-4-2019 : 16:00 WIB]
https://jurnal.usu.ac.id/singuda_ensikom
- [8] Wardono, Sila dkk (2017). Rekayasa Sistem *Hybrid Solar Water Heater* Dan *Electric Heater* Untuk Efisiensi Pemakaian Listrik Berbasis *SCADA*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Vol. 2 34-39 [21-4-2019 : 16:00 WIB]
<https://elektro.pnj.ac.id/upload/artikel/files/elektro/PROSIDING%20SNTE%202016.pdf.pdf>
- [9] Ardiansyah, Muhammad Rizka (2018). Sistem Otomatisasi dan Monitoring Ketinggian Air Pada Tandon Menggunakan Sensor *Ultrasonik* Dan *Water Level Control* Berbasis PLC dan HMI Vol.1 No. 1 41-42 [21-4-2019 : 16:00 WIB]
<http://eprints.undip.ac.id/67111/>
- [10] Kustiawan Eko. 2018. Meningkatkan Efisiensi Peralatan dengan Menggunakan *Solid State Relay* (SSR) dalam Pengaturan Suhu *Pack Pre-Heating Oven* (PHO). *Jurnal STT YUPPENTEK* Vol. 9 No.1 1-6 [1-07-2019 : 17:00 WIB]
<http://neliti.com/id/publications/275821>
- [11] Haryanto Nasrun, & Rahman Arizal. 2018. Rancang Bangun Kit Praktikum PLC *Schneider M221* Di Laboratorium Otomasi. *Ejournal Kajian Teknik Elektro* Vol.3 No.1, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- [12] Schneider-electric.com. *Technical Datasheet TM221CE16R*. (n.d.) [1-07-2019:17:00WIB]
<https://www.schneider-electric.com/en/product-range/62128-logic-controller--modicon-m221/>
- [13] MT9070IHV2Wk_Datasheet_ENG_110607, WEINTEK LABS., INC (n.d) [1-07-2019 : 17:00 WIB] <https://www.weintek.com/globalw/>
- [14] Pramono T J, & Maskus Adang. 2016. Studi Analisis Sistem Monitoring Temperatur Ruang Bearing. *Jurnal Energi & Kelistrikan* Vol.8 No.2, Sekolah Tinggi Teknik PLN.
- [15] Eryk I H, & Nurhadi Slamet. 2018. Studi erencanaan Prototipe Sistem Otomasi Metering Gardu Induk Menggunakan Konsep Human Machine Interface. *Jurnal ELTEK* Vol.16 No.1, Politeknik Negeri Malang.