

**PERANCANGAN KONTROL *SEQUENCING CHILLER* UNTUK
MENSTABILKAN TEMPERATUR SUHU RUANGAN MENGGUNAKAN
*PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC)***

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan

Akademik Sarjana Satu (S1)

SKRIPSI



Oleh:

DENDY ACHMAD SEPTIAN

1303025008

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA

JAKARTA

2018

**PERANCANGAN KONTROL *SEQUENCING CHILLER* UNTUK
MENSTABILKAN TEMPERATUR SUHU RUANGAN MENGGUNAKAN
*PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC)***

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan

Akademik Sarjana Satu (S1)

SKRIPSI



Oleh:

DENDY ACHMAD SEPTIAN

1303025008

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA

JAKARTA

2018

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dendy Achmad Septian

NIM : 1303025008

Judul Skripsi : PERANCANGAN KONTROL SEQUENCING CHILLER
UNTUK MENSTABILKAN TEMPERATUR SUHU
RUANGAN MENGGUNAKAN PROGRAMMABLE
LOGIC CONTROL (PLC)

Menyatakan bahwa, Skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu intitusi perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuannya saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab pribadi.

Penulis,



Dendy Achmad Septian

1303025008

HALAMAN PENGESAHAN


PERANCANGAN KONTROL SEQUENCING CHILLER UNTUK MENSTABILKAN
TEMPERATUR SUHU RUANGAN MENGGUNAKAN PROGRAMMABLE LOGIC
CONTROL (PLC)

SKRIPSI

Oleh:
Dendy Achmad Septian
1303025008

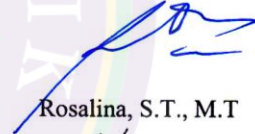
Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal,

Pembimbing I :



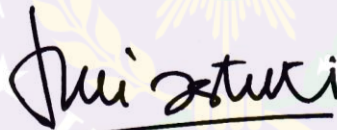
Emilia Roza, S.T., M.Pd., M.T

Pembimbing II :



Rosalina, S.T., M.T

Penguji I :



Dwi Astuti Cahyasiwi, S.T., M.T

Penguji II :




Ir. Harry Ramza, M.T., Phd., MIPM

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik
UHAMKA



Dr. Sugema, ST., M.Kom

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Oktaring Heriyani, S.Si., MT.

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERANCANGAN KONTROL SEQUENCING CHILLER UNTUK MENSTABILKAN
TEMPERATUR SUHU RUANGAN MENGGUNAKAN PROGRAMMABLE LOGIC
CONTROL (PLC)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik Elektro

Oleh:

Dendy Achmad Septian

1303025008

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke sidang ujian skripsi

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA

Tanggal, 8 Agustus 2018

Pembimbing I



Emilia Roza, ST., M.Pd., MT.

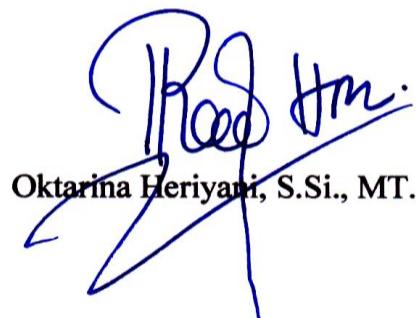
Pembimbing II



Rosalina, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Oktarina Heriyani, S.Si., MT.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan Rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul: **“PERANCANGAN KONTROL SEQUENCING CHILLER UNTUK MENSTABILKAN TEMPERATUR SUHU RUANGAN MENGGUNAKAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC)”**

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. Penghargaan dan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada keluarga yang telah mencurahkan segenap cinta dan kasih sayang serta perhatian moril maupun materil. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, kesehatan, karunia dan keberkahan di dunia dan di akhirat atas jasa yang telah diberikan kepada penulis.

Penghargaan dan terimakasih penulis berikan kepada Bapak Emilia Roza, S.T, M.T selaku pembimbing I dan Ibu Rosalina, S.T., M.T selaku pembimbing II yang telah membantu memberikan pengetahuan dan wawasan dalam menyelesaikan skripsi ini, serta kepada Ibu Oktarina Heriyani S.Si.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro UHAMKA dan ucapan terimakasih kepada:

1. Tuhan YME yang senantiasa memberikan nikmat sehat wal’afiat serta rezeki yang berlimpah sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini
2. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan semangat dan dukungan moril serta doa kepada penulis.
3. Bapak Dr. Sugema S.T., M.Kom, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof.Dr. Hamka yang telah membantu memberikan dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini.

4. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik yang sudah memberikan banyak ilmu pengetahuan selama perkuliahan.
5. Untuk Bapak Suhardi dan Bapak Dadang Supandi selaku pembimbing lapangan saya yang sudah memberikan banyak sekali ilmu yang bermanfaat bagi saya selama saya mengambil data dilapangan dan Bang Hermawan selaku senior dilapangan yang sudah memberikan arahan pada saat saya dilapangan.
6. Kepada Elektro 2013 yang sudah bersama-sama kepada penulis selama penulis kuliah dikampus.
7. Terima kasih juga kepada Dhia Rohadatul 'Aisy Hadi yang selalu mensupport dan menemani saya dalam mengerjakan skripsi hingga sampai selesai semua tahapan didalamnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Amiin.

Jakarta, 16 Agustus 2018

Dendy Achmad Septian

ABSTRAK

PLC adalah satu jenis otomatisasi yang paling banyak digunakan pada industri. Salah satu penggunaan PLC pada industri yaitu untuk mengontrol kestabilan temperatur suhu ruangan dengan *Chiller*. Sebelum menggunakan PLC, *Chiller* yang digunakan sebanyak 2 Unit sehingga menggunakan kalor yang cukup besar tetapi sekarang setelah menggunakan PLC hanya menggunakan 1 unit *chiller*. Penggunaan kalor yang digunakan sebelum menggunakan PLC, 2 *Chiller* sebesar 2116,8 Kkalori dan setelah menggunakan PLC penggunaan kalori pada *chiller* sebesar 1058,4 Kkalori, selisih diantara penggunaan sebelum dan sesudah menggunakan PLC sebesar 1058,4. Penggunaan PLC pada *control chiller* untuk menstabilkan suhu ruangan sangat tepat dikarenakan *chiller* yang sudah dimasukan data program secara otomatis pada software *SoMachine Basic* yang membuat keadaan suhu pada ruangan menjadi tetap/stabil pada suhu 27,0 °C sehingga mengalami penghematan pada konsumsi energi listrik. PLC yang digunakan yaitu PLC *Schneider* tipe TM221C16T PnP Ethernet.

Kata Kunci : PLC Schneider TM221C16T, *Chiller*, Penghematan Energi Listrik

ABSTRACT

PLC is one type of automation that is most widely used in industry. One of the uses of PLC in the industry is to control the temperature stability of the room with Chiller. Before using PLC, the Chiller used was 2 units so that it used a large amount of heat but now after using the PLC it only uses 1 chiller unit. The use of heat used before using PLC, 2 Chillers amounting to 2116.8 Kcalories and after using PLC the use of calories in the chiller is 1058.4 Kcalori, the difference between the use before and after using the PLC is 1058.4. The use of PLC in the chiller control to stabilize the room temperature is very precise because the chiller that has entered the program data automatically in the SoMachine Basic software that keeps the temperature in the room steady / stable at a temperature of 27.0 °C thus experiencing savings on electricity consumption. The PLC used is the Schneider type TM221C16T PnP Ethernet PLC

Keywords: TM221C16T Schneider PLC, Chiller, Electric Energy Saving

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Chiller.....	5
2.1.1 Pengelompokkan <i>Chiller</i>	6
2.1.2 Cara Kerja dari Chiller	11
2.2 Air Handling Unit (AHU) dan Fan Coil Unit (FCU).....	15
2.2.1 Air Handling Unit (AHU):	16
2.2.2 Fan Coil Unit (FCU):	17
2.3 Cooling Tower	18
2.3.1 Langkah Kerja <i>Cooling Tower</i>	19
2.4 PLC (Programmable Logic Control).....	20
2.4.1 Fungsi dari PLC	21
2.4.2 Keuntungan dan Kerugian PLC	22
2.4.3 Komponen-Komponen PLC	24
2.5 Software SoMachine Basic	28
2.6 Relay Omron	30
2.7 MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>).....	31
2.7.1 Dibawah ini merupakan MCB yang akan digunakan	31
2.7.2 Prinsip Kerja MCB.....	32

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Identifikasi Masalah	35
3.2 Studi Literatur	35
3.3 Studi Lapangan.....	36
3.4 Fase-fase dalam Mempersiapkan Kontrol <i>Sequencing Chiller</i>	36
3.4.1 Fase Desain Alat	36
3.4.2 Fase Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	37
3.4.3 Fase Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	39
3.5 Proses perubahan air menjadi udara dingin.	43
BAB 4 PROSES SISTEM.....	45
4.1 Besarnya Penggunaan Kalor pada <i>Chiller</i>	47
4.1.1 Tabel Grafik pada <i>Chiller</i> sebelum menggunakan PLC	49
4.1.2 Kecepatan Air pada <i>Chiller</i> setelah menggunakan PLC.....	49
4.1.3 Hasil Tampilan pada monitor <i>Chiller</i>	50
4.2 Tabel Kemampuan Pendinginan	51
4.3 Tampilan software pada blok-blok skema proses tersebut	53
4.3.1 Condensor dan Compressor.....	53
4.3.2 Status dan Setting dari Evaporator	54
4.3.3 Status dari CHWP / Pompa yang mendorong air menuju <i>Chiller</i>	55
4.3.4 Status dari CWP / Pompa yang mendorong air ke <i>Cooling Tower</i>	55
4.3.5 Status dari Cooling Tower	56
4.3.6 Perbandingan energi yang digunakan dari bulan Januari sampai bulan Februari	57
4.4 Hasil dari pengukuran temperatur suhu pada ruangan.....	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Chiller	5
Gambar 2. 2 Absorption Chiller [1]	7
Gambar 2. 3 Vapour Compression Chillers [1].....	8
Gambar 2. 4 Kompresor piston kerja tunggal [1].....	9
Gambar 2. 5 Kompresor piston kerja ganda [1]	10
Gambar 2. 6 Kompresor Diafragma [1].....	10
Gambar 2. 7 Kompresor screw (Rotary screw compressor) [1]	11
Gambar 2. 8 Diagram Skematik Plant Chiller [1]	12
Gambar 2. 9 Skema <i>Ducting</i> dan AHU [3]	15
Gambar 2. 10 Fan Coil Compact HVAC SCHEMATIC [3].....	17
Gambar 2. 11 Cooling Tower [3]	18
Gambar 2. 12 Proses pendinginan air dengan cooling tower [3].....	19
Gambar 2. 13 Elemen-elemen dasar PLC [2].....	24
Gambar 2. 14 Tampilan awal pada Program <i>SoMachine Basic</i>	28
Gambar 2. 15 Tampilan Pengaturan Komunikasi Ethernet pada aplikasi <i>SoMachine Basic</i>	29
Gambar 2. 16 Tampilan <i>Programming Ladder Diagram</i> pada aplikasi <i>SoMachine Basic</i>	29
Gambar 2. 17 Relay Omron LY2 220/240V [6].....	30
Gambar 2. 18 Rangkaian Relay serta kaki-kakinya [6]	30
Gambar 2. 19 MCB (Miniature Circuit Breaker) [5]	32
Gambar 2. 20 Bentuk Rangkaian Thermal Tripping [6]	33
Gambar 2. 21 Bentuk Rangkaian Magnetic Tripping [6]	33
Gambar 3. 1 Diagram Alur dari Penelitian	34
Gambar 3. 2 Rangkaian Sistem Squenching Chiller	37
Gambar 3. 3 Flowchart Pengoperasian PLC.....	38
Gambar 3. 4 PLC Schneider TM221C16T	38
Gambar 3. 5 <i>Icon</i> dari <i>SoMachine Basic</i>	39
Gambar 3. 6 Tampilan awal <i>SoMachine Basic</i>	40
Gambar 3. 7 Memilih Modul controlnya/ Jenis PLC yang digunakan.....	40
Gambar 3. 8 Menginput data pada software <i>SoMachine Basic</i>	41
Gambar 3. 9 Salah satu Contoh Membuat Program yang akan dijalankan di Software <i>SoMachine Basic</i>	41
Gambar 3. 10 Memulai Menjalankan Program setelah data terinput	42
Gambar 3. 11 Tampilan dari Program yang sudah dibuat.....	42
Gambar 4. 1 Blok Diagram	43
Gambar 4. 21 Status pada Evaporator	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Kemampuan Pendingin sebelum dan sesudah penggunaan PLC 51

Tabel 4. 2 Perbandingan antara sebelum dan sesudah menggunakan PLC . 59



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia industri saat ini sangatlah cepat baik dari ragam mesin yang diciptakan dan juga dari segi teknologi yang digunakan. Semua mesin industri saat ini hampir semua tidak terlepas dari proses otomatisasi. Otomatisasi dilakukan untuk meningkatkan keandalan suatu sistem yang meliputi kepresisian kerja, kecepatan, dan kemudahan pengoperasian. Salah satu jenis otomatisasi yang paling banyak digunakan adalah pemanfaatan teknologi PLC (Programmable Logic Controller).

Salah satu contoh dalam penggunaan PLC pada industri yaitu untuk mengontrol kestabilan temperatur suhu ruangan dengan *Chiller*. *Chiller* sendiri adalah mesin refrigerasi yang memiliki fungsi utama mendinginkan air pada sisi evaporatornya. Air dingin yang dihasilkan selanjutnya didistribusikan ke mesin penukar kalor (FCU / *Fan Coil Unit*). Kalor dari air ditarik ke refrigeran menuju *Heat exchanger* menyebabkan air didalamnya menjadi semakin dingin.

Kontrol pengurutan *Chiller* pada dasarnya untuk menentukan ambang batas yang tepat untuk menyalakan dan mematikan pendingin untuk menjamin bahwa pendingin operasi dapat menyediakan kapasitas pendinginan yang mencukupi sementara tidak membuang energi untuk kondisi beban yang diberikan. Kontrol *sequencing chiller* berdasarkan beban total menentukan ambang batas sesuai dengan beban pendinginan instan dan *chiller* kapasitas pendinginan maksimum, yang pada prinsipnya merupakan pendekatan terbaik untuk kontrol urutan *chiller*. Yang menunjukkan bahwa ketidakpastian yang terkait dengan pengukuran beban pendinginan dapat dijelaskan dengan baik menggunakan distribusi normal dan ketidakpastian yang terkait dengan estimasi kapasitas *chiller maximum* dapat dijelaskan menggunakan Seragam distribusi. Namun cara tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama disaat pendingin ruangan mengalami suhu yang tidak stabil didalam ruangan tersebut, disaat seperti itu kita harus mengecek satu persatu alat yang bekerja untuk dapat menemukan problem

yang terjadi dan memperbaikinya (Budianto Husodo, *Analisa Audit Konsumsi Energi Sistem HVAC (Heating, Ventilasi, Air, Conditioning) di Terminal 1A, 1B, 1C Bandara Soekarno-Hatta*. Universitas Mercu Buana.

Penggunaan PLC juga dapat memudahkan dalam hal pengoperasian dan penghematan konsumsi energi listriknya. Berdasarkan masalah tersebut, maka disini penulis memilih untuk melakukan penelitian terhadap kinerja *chiller* disaat terjadi penurunan suhu pada ruangan tersebut, maka dari itu penulis mengambil judul : **“Perancangan Kontrol *Sequencing Chiller* Untuk Menstabilkan Temperatur Suhu pada Ruangan dengan Menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)*”**.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk mempermudah mewujudkan “Perancangan Sistem Kontrol *Sequencing Chiller* Untuk Mengukur Temperatur Ruangan dengan Menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)*”, disusun rumusan masalah yang mencakup :

1. Bagaimana cara merancang Sistem Kontrol *Sequencing Chiller* untuk menstabilkan suhu temperatur ruangan ?
2. Bagaimanakah cara kerja dari Sistem Kontrol *Squencing Chiller* tersebut ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat suatu kontrol yang berfungsi menstabilkan suhu ruangan kerja dengan menggunakan *Programmable Logic Control (PLC)* serta bertujuan untuk penghematan konsumsi energi listrik.

1.4 Batasan Masalah

Masalah yang di fokuskan untuk dibahas di sini adalah bagaimana membuat sebuah program PLC untuk pengontrolan temperatur ruangan agar kerja menjadi nyaman. Untuk membatasi masalah yang diambil, pembatasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan PLC TM221C16T ,Control M221 16 IO Transistor PNP Ethernet sebagai Panel Control.
2. Menggunakan software SoMachine Basic untuk membuat program datanya yang akan diinput ke PLC dan membaca data pada *chiller*

1.5 Manfaat Perancangan

1. Manfaat bagi Penulis :
Manfaat yang didapat bagi penulis yaitu penulis dapat mengetahui fungsi dari *sequencing chiller* yang dimana didalamnya terdapat PLC yang berfungsi sebagai pengontrol pada *chiller* dan juga dapat mengetahui skema dari jalur air yang masuk hingga menjadi udara dingin.
2. Manfaat bagi Instansi :
Manfaat yang didapatkan pada instansi terkait kontrol dari *sequencing chiller* dimana dapat memudahkan dalam pengoperasian pada *chiller* yang bekerja secara otomatis melalui PLC dan darisegi konsumsi energi listrik mengalami penghematan ketimbang sebelum menggunakan PLC.
3. Manfaat bagi Pembaca/Dosen/Pengajar :
Manfaat yang didapatkan bagi pembaca/dosen/pengajar yaitu dapat mengetahui skema dan proses perubahan air menjadi udara dingin pada AC Central dan penggunaan PLC sebagai pengontrol pada *Chiller*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN.

Bab ini menjelaskan latar belakang pemilihan judul, rumusan masalah, tujuan perancangan, batasan masalah, manfaat perancangan dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.

Bab ini menjelaskan konsep dan teori dasar yang mendukung untuk Sistem Pengontrolan Squenching Chiller menggunakan PLC.

BAB 3 METODE PENELITIAN.

Pada bab ini akan dibahas mengenai metodologi perancangan yang akan digunakan dalam suatu perancangan untuk suatu sistem pengontrolan *squenching chiller* beserta diagram alir (flowchart), penjelasan dari tiap bagian diagram alir dan cara kerja dari masing- masing desain alat, hardware, serta software yang digunakan dalam perancangan alat.

BAB 4 PERANCANGAN SISTEM KONTROL *SEQUENCHING CHILLER*.

Bab ini berisikan tentang rangkaian yang akan disusun dan dibuat baik dari output ataupun input satu sama lainnya sehingga menjadi suatu alat dari sistem pengontrolan squenching chiller tersebut.

BAB 5 KESIMPULAN dan SARAN.

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari suatu perancangan berdasarkan hasil yang didapat dengan menggunakan grafik pada waktu penentuan waktu yang telah penulis tentukan serta saran- saran perbaikan atas permasalahan yang dibahas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Industri Energi. Fungsi dan Jenis-jenis Chiller. Diakses di <http://www.prosesindustri.com/2017/04/Fungsi-dan-jenis-jenis-chiller.html>
- [2] Widjiantoro, Bambang L. 2015. *Programmable Logic Controller*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November
- [3] Pratiwi, Nimas Puspito. dll. 2014. *Analisa Kinerja Cooling Tower Induced Draft Tipe LBC W-300 Terhadap Pengaruh Temperatur Lingkungan*
- [4] Handoyo, Yopi. 2015. *Analisis Performa Cooling Tower LCT 400 pada PT. XYZ*. Tambun Bekasi. Universitas Islam 45 Bekasi.
- [5] Rifa'i, Muhammad. dll. 2013. *Desain dan Implementasi PLC berbasis Mikrokontroler Atmega8*. Jurnal ELTEK, Vol 11 Nomor 02. Politeknik Negeri Malang.
- [6] Wijaya, I Ketut. 2007. *Penggunaan dan Pemilihan Pengaman Mini Circuit Breaker (MCB) Secara Tepat Menyebabkan Bangunan Lebih Aman dari Kebakaran Akibat Listrik*. Bukit Jimbaran Bali. Universitas Udayana.
- [7] Setiyo, Budi. *Korsleting Listrik Penyebab Kebakaran pada Rumah Tinggal atau Gedung*. Semarang. Universitas Negeri Semarang
- [8] Santoso, Iksan. 2014. *Perancangan Instalasi Pada Blok Pasar Modern dan Apartemen di Gedung Kawasan Pasar Terpadu Blimbing*. Malang. Universitas Brawijaya
- [9] El Hurry. Ibnu. 2009. *Studi Sistem HVAC (Heating System, Ventilang and Air) Berbasis Direct Digital Controller*. Depok. Universitas Indonesia
- [10] Priatna, Wahyu. dll. 2016. *Perencanaan Ulang Sistem Pengkondisian Udara pada Lantai 1 dan 2 Gedung Surabaya Suite Hotel di Surabaya*. Jurnal Teknik ITS Vol. 5 No.2. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November (ITS)

- [11] Utomo, Supodo. 2015. *Menghitung Beban Kebutuhan Water Chiller di Sebuah Perusahaan Produsen Plastik*. Jakarta. Universitas Mercu Buana
- [12] Negara, Komang Metty Trisna. dll. 2010. *Analisa Performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik pada Sistem Water Chiller dengan Penerapan Metode Cooled Energy Storage*. Bandung. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. Vol 4, No.1 : Halaman
- [13] Sun, Yongjum. Dll. 2009. *Chiller Sequencing Chiller with Enhanced Robustness for Energy Efficient Operation*. Hongkong. Departement of Building Service Engineering.
- [14] Marpauns, Jannus. 2013. *Kendali Beban Terpusat untuk Sistem AHU di PT. MPIM Sebagai upaya penghematan energy listrik*. Tanjung Pura. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Tanjung Pura.
- [15] Husodo, Budianto. 2014. *Analisa Audit Konsumsi Energi Sistem HVAC (Heating, Ventilasi Air Conditioning) di Terminal 1A, 1B, dan 1C Bandara Soekarno-Hatta*. Jakarta. Universitas Mercu Buana
- [16] Arisanto, Budi. 2015. *Pengoperasian Chiller untuk Menunjang Management Tata Udara Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif*. Jakarta. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif.
- [17] Putra, Agfianto Eko. *Konsep, Pemrograman dan Aplikasi*. Yogyakarta. Gava Media Edisi ke-2.