



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LAPORAN TUGAS AKHIR



**Badak LNG**  
Center of Excellence

### **Sistem Kontrol Proses Otomatis untuk Unit Evaporator Pemurnian Gliserol Berbasis Arduino**

Nama:

Rafirvan

NIM. 1802322010

Nama Pembimbing:

Ir. Budi Santoso, M.T.

NIP. 19591116 199011 1 001

Ir. Ridwan Nugraha, S.T.

NIP. 132443

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK KONVERSI ENERGI**

**LNG ACADEMY,**

**KERJASAMA PNJ – BADAQ LNG**

**JURUSAN TEKNIK MESIN, PROGRAM STUDI D3 TEKNIK KONVERSI  
ENERGI**

**KONSENTRASI LISTRIK INSTRUMENTASI**

**BONTANG, 2021**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PERSETUJUAN

### LAPORAN TUGAS AKHIR

## Sistem Kontrol proses otomatis untuk Unit Evaporator Pemurnian Gliserol berbasis Arduino

LNG ACADEMY

BONTANG – KALIMANTAN TIMUR

Oleh:

Rafirvan

NIM. 1802322010

PEMINATAN PERAWATAN LISTRIK DAN INSTRUMENTASI

PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI

LNG ACADEMY – POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Pembimbing I

Ir. Budi Santoso, M.T.

NIP. 19591116 199011 1 001

Pembimbing II

Ir. Ridwan Nugraha, S.T.

NIP. 132443

Ketua Program Studi

Diploma III Teknik Konversi Energi

Ir. Agus Sukandi, M.T.

NIP. 19600604 199802 1 001



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Sistem Kontrol proses otomatis untuk Unit Evaporator  
Pemurnian Gliserol berbasis Arduino**

Oleh:

Rafirvan

NIM. 1802322010

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 24 Agustus 2021 dan diterima sebagai persyaratan untuk Memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

**DEWAN PENGUJI**

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Hasvienda Mohammad Ridlwan, S.T., M.T. NIP. 19901216 201803 1 001	1		01-09-2021
2	Ir. Agus Sukandi, M.T. NIP. 19600604 199802 1 001	2		30-08-2021
3	Defta Harmiawan, S.T., M.T. NIP.130298	3		06-09-2021
4	Ir. Iwan Kurniawan, M.T., I.P.U. NIP.126653	4		31-08-2021

Depok, September 2021

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.

NIP. 197707142 00812 1 005



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rafirvan

NIM : 1802322010

Program Studi : Teknik Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

**Bontang, 6 September 2021**



**Rafirvan**

**NIM. 1802322010**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan yang maha esa atas berkat rahmatnya saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Sistem Kontrol proses otomatis untuk Unit Evaporator Pemurnian Gliserol berbasis Arduino” dengan sebaik-baiknya.

Pelaksanaan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan mahasiswa D3 Politeknik Negeri Jakarta. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang rela membantu pengerjaan laporan ini. Diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada:

1. Allah SWT atas segala berkah dan nikmat yang telah diberikan yaitu kesehatan, kelancaran dalam bekerja, dan keselamatan.
2. Kedua Orang Tua serta segenap keluarga yang telah memberikan doa, dorongan moral maupun material, serta kasih sayang.
3. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Ketua jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Johan Anindito Indriawan, S.T., M.T. sebagai direktur LNG Academy
5. Bapak Ir. Kusumo Adhi Putranto. S.T., M.B.A., I.P.M., C.M.R.P sebagai Wakil Direktur LNG Academy Bidang Akademik
6. Bapak Ir. Agus Sukandi, M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Konversi Energi
7. Bapak Ir. Budi Santoso, M.T. sebagai pembimbing I tugas akhir, yang memberi bimbingan serta kesempatan untuk berkonsultasi mengenai laporan.
8. Bapak Ir. Ridwan Nugraha, S.T. selaku pembimbing II yang telah mengajarkan, serta memberikan saran kepada penulis tentang pengolahan data dan membantu penulis.
9. Seluruh Bapak dan Ibu *Supervisor* dan *Technician Electrical Section* PT. BADA K NGL yang selalu memberikan masukan dalam pengerjaan tugas akhir beserta laporannya
10. Muhammad Akmal Gusti Ramadhani dan Agnan Renaldy selaku rekan satu tim dalam pengerjaan tugas akhir ini

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta Milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

11. Teman-teman LNG academy Angkatan 8 atas dukungan, semangat, dan bantuan yang telah diberikan selama pengerjaan tugas akhir ini.

12. Serta pihak-pihak lain yang membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan tugas akhir ini masih belum sepenuhnya sempurna. Kritik dan saran diperkenankan bagi seluruh pembaca laporan tugas akhir ini. Semoga Laporan ini dapat memberi manfaat bagi semua pembaca. Akhir kata, penulis memohon maaf atas kesalahan dan kekurangan selama pengerjaan laporan maupun juga kesalahan dan kekurangan dalam isi laporan ini.

Bontang, 23 Agustus 2021

Penulis

Rafirvan

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	i
Daftar Gambar.....	iv
Daftar Tabel .....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Manfaat.....	4
1.4 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Sistem Kontrol.....	6
2.1.1 Kontrol On/Off.....	7
2.2 Arduino.....	9
2.2.1 Arduino Mega .....	10
2.3 Input.....	12
2.3.1 Sensor Panas .....	12
2.3 MAX 31865 dan MAX 6675.....	16
2.4 LCD dengan modul I2C .....	17



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6	Electrical Heater .....	20
2.8	Catu Daya .....	21
2.9	Peltier.....	22
BAB III METODE PELAKSANAAN .....		23
3.1	Diagram Alur Kerja.....	23
3.2	Penjelasan Langkah kerja .....	24
3.2.1	Perumusan Masalah .....	24
3.2.2	Studi Pustaka dan Diskusi .....	24
3.2.3	Rancangan Sistem Kontrol .....	25
3.2.4	Perhitungan .....	25
3.2.5	Pengadaan Material.....	26
3.2.6	Pengujian Alat.....	26
3.2.7	Sinkronisasi dengan Mekanikal .....	27
3.2.8	Assembly .....	27
3.2.9	Optimalisasi sistem kontrol .....	28
3.2.10	Saran dan Kesimpulan .....	28
3.3	Perancangan Sistem Kontrol .....	28
3.3.1	Deskripsi Proses.....	29
3.3.2	Deskripsi Sistem Kontrol.....	30
3.3.3	Identifikasi I/O.....	32
3.3.4	Pemilihan Alat .....	33
3.4	Perancangan Sistem Kelistrikan .....	37
3.4.1	Spesifikasi Beban Listrik .....	37
3.4.2	Perancangan Sistem Proteksi .....	39
3.4.3	Perancangan Instalasi Kontrol dan Kelistrikan.....	40





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.5	Perancangan Perangkat Keras .....	41
3.5.1	Rangkaian Heater dan Pompa .....	41
3.5.2	Rangkaian Peltier .....	42
3.5.3	Rangkaian Sensor Temperatur .....	42
3.5.4	Rangkaian Process Halt.....	43
3.5.5	Rangkaian LCD.....	44
3.6	Perancangan Perangkat Lunak .....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		46
4.1	Pengujian Komponen .....	46
4.2	Modifikasi Perangkat Keras .....	47
4.3	Spesifikasi dan Gambar Alat.....	48
4.4	Prosedur Pengoperasian Alat.....	52
4.5	Perancangan dan Optimisasi Sistem Kontrol .....	52
4.5.1	Kode Arduino .....	53
4.5.2	Pengambilan data.....	53
4.5.3	Hasil pengambilan data.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA .....		59



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Variabel proses.....	6
Gambar 2. 2 nilai output On/Off sederhana.....	8
Gambar 2. 3 Nilai output On/Off dengan histeresis.....	8
Gambar 2. 4 Arduino Mega 2560.....	10
Gambar 2. 5 Hubungan Temperatur-Resistivitas berbagai jenis logam.....	13
Gambar 2. 6 MAX 31865(kiri) dan MAX 6675(kanan).....	16
Gambar 2. 7 Window PLX-DAQ.....	19
Gambar 3. 1 diagram alur kerja.....	23
Gambar 3. 2 Diagram alur proses.....	30
Gambar 3. 3 Diagram alur kontrol.....	31
Gambar 3. 4 Sambungan-sambungan pada arduino.....	32
Gambar 3. 5 Peltier.....	35
Gambar 3. 6 Rancangan rangkaian kontrol pompa dan heater.....	41
Gambar 3. 7 Rangkaian Sensor Temperatur.....	43
Gambar 3. 8 Rangkaian Process Halt.....	44
Gambar 3. 9 Sambungan LCD ke Arduino menggunakan I2C adapter.....	44
Gambar 4. 1 Unit evaporator gliserol.....	48
Gambar 4. 2 Modul evaporator.....	49
Gambar 4. 3 Kondenser.....	49
Gambar 4. 4 Water tank.....	50
Gambar 4. 5 Bagian luar Panel Box.....	51
Gambar 4. 6 Bagian dalam panel box.....	51
Gambar 4. 7 contoh 1 siklus.....	54

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Spesifikasi Arduino Mega 2560 R3 .....	11
Tabel 2. 2 Spesifikasi beberapa jenis thermocouple yang sering dipakai.....	14
Tabel 2. 3 Kelebihan dan kekurangan RTD dan Thermocouple.....	15
Tabel 3. 1 Identifikasi Input .....	33
Tabel 3. 2 Identifikasi output .....	33
Tabel 3. 5 Spesifikasi Indicator Lamp atau Pilot Lamp.....	37
Tabel 3. 6 Beban 220 VAC .....	38
Tabel 3. 7 Beban power supply 12 VDC .....	38
Tabel 3. 8 Penyambungan Arduino dan sensor suhu .....	42
Tabel 4. 1 Pengujian komponen.....	46
Tabel 4. 2 spesifikasi modul evaporator .....	49
Tabel 4. 3 spesifikasi kondenser .....	49
Tabel 4. 4 hasil pengukuran awal.....	54
Tabel 4. 5 hasil warna gliserol percobaan awal .....	55
Tabel 4. 6 hasil pengukuran kedua(percobaan pertama).....	56
Tabel 4. 7 hasil warna gliserol percobaan kedua .....	56

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

# SISTEM KONTROL PROSES OTOMATIS UNTUK UNIT EVAPORATOR PEMURNIAN GLISEROL BERBASIS ARDUINO

**Rafirvan**

Politeknik Negeri Jakarta

Email: Rafirvan@gmail.com

## ABSTRAK

Pengolahan limbah minyak goreng menjadi biodiesel di *Nursery* Badak LNG menghasilkan produk samping yaitu *crude glycerol* yang apabila tidak diolah akan berpotensi menjadi limbah. Pengolahan *crude glycerol* menjadi gliserol yang lebih murni dapat dilakukan dengan proses asidifikasi yang terdiri dari beberapa rangkaian proses salah satunya yaitu evaporasi 2-propanol yang digunakan untuk menjernihkan gliserol. Pada tahun 2020, analis Badak LNG telah melakukan pengolahan *crude glycerol* dengan proses asidifikasi dalam skala laboratorium. Namun, pengolahan skala laboratorium memiliki beberapa kendala dalam proses evaporasi 2-propanol diantaranya adalah 2-propanol yang tidak ter-*recovery*, warna gliserol yang gelap karena *overheating*, boros air, dan peralatan yang tidak praktis.

Pada tugas akhir ini akan dibuat rancang bangun unit pemurnian gliserol berupa evaporator dan kondensator yang menggunakan sistem kontrol dan desain *indirect heating / jacket heater* yang menghasilkan gliserol dengan hasil yang konsisten dan warna yang cerah/ tidak hitam. Evaporator akan menggunakan heater yang dikontrol oleh sensor-sensor temperatur yang diletakkan di beberapa bagian penting rancang bangun. Kontroler yang akan digunakan berupa barisan produk Arduino. Sistem kontrol yang digunakan direncanakan menggunakan sistem on/off. Tujuan penelitian ini adalah optimisasi sistem kontrol dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti waktu, efisiensi dan *lifespan* alat sehingga alat dapat digunakan untuk potensi sepenuhnya. Dari hasil perhitungan dengan setpoint 109 derajat celsius (berdasarkan hasil perhitungan kualitas gliserol hasil evaporasi di laboratorium), diketahui bahwa penggunaan switch point -0,58/0,12 derajat celsius menghasilkan gliserol dengan warna yang konsisten baik dan rata-rata suhu yang mendekati setpoint sebagai konsistensi tambahan

**Kata kunci:** Gliserol, evaporator, sistem kontrol



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR GLYCEROL EVAPORATOR UNIT WITH BASIS OF ARDUINO

**Rafirvan**

National Polytechnic of Jakarta

Email: Rafirvan@gmail.com

### ABSTRACT

The processing of cooking oil waste in the Nursery of Badak LNG creates a side product of crude glycerol, which if not processed further will just end up as landfill. A process which can turn crude glycerol into purer glycerol can be done by using an acidification process which is composed of several steps in which one of them is an evaporation of 2-propanol to purify glycerol. In the year 2020, an analyst in Badak LNG has done a laboratory-scale acidification process on a crude glycerol. That process, however, suffers from several obstacles such as an imperfect evaporation on 2-propanol, a dark brown color on the resulting glycerol, using too much water which is then wasted, and other impracticalities. In this project, a construction plan will be made along with the construction itself, of a glycerol purification unit which consists of an evaporator with an indirect heating design which will improve consistency and the resulting glycerol's color, and a condenser which can hopefully overcome the aforementioned obstacles which can happen in a laboratory-scale processing of glycerol. The evaporator will use a heater which will be controlled using sensors placed in adequate spots in the construction. While the controller used is one of the products of the brand Arduino. this heater will have an on/off system. The main goal of this project is to optimize the control system calculating the factors of time, efficiency, the resulting glycerol and lifespan of components so that it can be used to its full potential. From a test done at a setpoint of 109 degrees celcius (measured as the best setpoint based on laboratory quality testing done on the resulting glycerol), it is found that a switch point of -0,58/0,12 degrees celcius results in a consistently good enough color and an average temperature closer to the setpoint for added consistency.

**Kata kunci:** Glycerol, evaporator, control system



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Limbah *domestic* mempunyai beberapa jenis seperti limbah WCO (*waste cooking oil*), limbah detergen, limbah mandi, dan limbah cuci piring. Dari beberapa limbah *domestic* tersebut, WCO (*waste cooking oil*) merupakan salah satu permasalahan serius yang diakibatkan minyak yang susah terurai. Banyaknya WCO pada limbah air ini dapat menyebabkan semakin banyaknya bakteri dan berkurangnya *dissolved oxygen* pada limbah air. Selain itu, banyaknya minyak pada limbah air dapat menyumbat aliran pipa dan menghasilkan bau yang tidak enak untuk lingkungan.

Pengolahan limbah WCO menjadi biodiesel dapat memberikan beberapa solusi berkaitan dengan limbah WCO yaitu mengatasi permasalahan lingkungan, menghasilkan bahan bakar terbarukan, dan menjaga kualitas makanan. Akan tetapi konversi limbah WCO menjadi biodiesel menghasilkan produk samping yaitu *crude glycerol*. Suryani Etal (2007) menyebutkan setiap reaksi transesterifikasi akan menghasilkan *crude glycerol* sebanyak 10-20%. Terdapat 40-50% gliserol murni yang terkandung dalam *crude glycerol* tersebut. *Crude glycerol* hasil pengolahan biodiesel bersifat tidak ramah lingkungan sehingga menimbulkan masalah baru.

Pada tahun 2020, analyst Badak LNG melakukan pengolahan *crude glycerol* menjadi gliserol murni dengan metode asidifikasi. Dalam pengolahan tersebut dapat dihasilkan gliserol murni dengan tingkat kemurnian 75-85%, dengan hasil samping garam fosfat. Gliserol murni ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran pembuatan sabun, sedangkan garam fosfat akan dijadikan sebagai larutan standar pada laboratorium Badak LNG. Oleh karena itu, pengolahan *crude glycerol* menjadi gliserol murni ini dapat menyelesaikan permasalahan limbah *crude glycerol*.

Dalam percobaan skala laboratorium yang telah dilakukan metode asidifikasi pada Badak LNG menemui beberapa kendala pada proses pemanasan. Hal ini disebabkan panas yang tidak bersirkulasi secara merata sehingga menyebabkan

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengunumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

beberapa kendala. Kendala-kendala dalam percobaan skala laboratorium, diantaranya yaitu:

1. Tidak terkhusus

Harus dilakukan penyusunan alat (wadah air, keran, condenser) secara manual setiap kali melakukan proses pemanasan gliserol untuk skala laboratorium. Selain itu, alat harus dibersihkan setiap kali dipakai. Masalah-masalah ini akibat evaporator tidak terkhususkan pada pemurnian gliserol

2. *Isopropyl alcohol* tidak ter-recovery

*Heater* yang digunakan tidak me-recovery *isopropyl alcohol* dan langsung dibuang ke lingkungan.

3. Gliserol tidak terukur suhunya

Hal ini disebabkan sumber panas hanya memanaskan gliserol tanpa memiliki sensor khusus, hanya sebuah thermometer tangan yang dipasang/dicelupkan sekali-kali hingga hasil kurang baik dan tidak konsisten. Selain itu, temperature gliserol melebihi ~112 derajat celsius sehingga menyebabkan *overheating* pada gliserol dan menghasilkan warna yang kurang baik.

Salah satu anjuran bagi mahasiswa LNG academy yang akan membuat tugas akhir adalah mengatasi masalah yang terdapat di kilang maupun area PT. Badak NGL, Bontang, yang mampu memberikan dampak positif bagi PT. Badak NGL. Menanggapi hal tersebut, pembuatan modul evaporator khusus untuk penevaporasian gliserol dan kondensasi 2-propanol, beserta dengan penggunaan pemanasan tidak langsung (indirect heating) dan pengambilan output condenser berupa 2-propanol sebagai bahan yang dapat dipakai dinilai dapat mengatasi beberapa masalah tersebut. Selain itu, dibuat juga perancangan sistem kontrol otomatis yang difokuskan pada heater evaporator. Sistem kontrol otomatis yang diterapkan akan menggunakan metode on-off dengan nilai yang menghasilkan gliserol dengan hasil terbaik dan terkonsisten, dilihat dari segi persentase penguapan, waktu proses, warna gliserol, dan lainnya.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sistem kontrol memiliki desain sedemikian rupa sehingga memberi kenyamanan yang tinggi bagi pengguna, dan juga, berdasarkan hasil uji coba sistem kontrol terhadap kualitas hasil evaporasi, dapat membuat hasil lebih baik, efisien, aman dan optimal.

### 2 Tujuan

- Tujuan umum:
  - 1) Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma III Politeknik Negeri Jakarta.
  - 2) Mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam bidang pengolahan gas, mekanikal & rotating, dan listrik instrumentasi serta mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh selama mengikuti proses belajar mengajar.
  - 3) Mengadakan modifikasi /pembuatan alat bagi PT. Badak NGL sebagai anjuran materi tugas akhir bagi mahasiswa LNG Academy
- Tujuan khusus:
  - 1) Merealisaikan alat evaporator skala laboratorium menjadi *mini plant*.
  - 2) Menentukan peralatan-peralatan berupa sistem kelistrikan, perkabelan, proteksi, dan juga komponen-komponen yang diperlukan untuk menunjang pembuatan sistem kontrol maupun rancang bangun
  - 3) Menyuplai dan mengoptimalisasi sistem kontrol untuk heater rancang bangun unit evaporator limbah gliserol

### 1.3 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Bagi Penulis





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- a) Sebagai syarat untuk memenuhi penyusunan Tugas Akhir guna mendapatkan gelar Diploma III dari Program Studi Teknik Konversi Energi di Politeknik Negeri Jakarta.
  - b) Menambah pengalaman dan keterampilan dalam merancang bangun suatu alat industri.
  - c) Dapat mengimplementasikan pengetahuan yang telah diperoleh selama masa perkuliahan dengan mempraktikkannya secara nyata.
- Bagi LNG Academy dan Politeknik Negeri Jakarta  
Sebagai media pembelajaran alat evaporator berbasis *automatic control system*.
- Bagi Badak LNG
- a) Berkontribusi dalam menyediakan alat pengolah limbah *crude glycerol* bagi Seksi Laboratorium.
  - b) Berkontribusi dalam program lingkungan (PROPER) Badak LNG.
  - c) Mengurangi biaya pengadaan 2-propanol dan gliserol oleh Badak LNG.
  - d) Mengurangi biaya pengolahan limbah B3 kepada pihak ketiga

### 1.4 Sistematika Penulisan

#### BAB I PENDAHULUAN

BAB I menguraikan latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan umum dan khusus, ruang lingkup penelitian dan batasan masalah, lokasi objek tugas akhir, manfaat yang akan didapat, dan sistematika penulisan keseluruhan proposal tugas akhir.

#### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB II menguraikan studi pustaka atau literatur, memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan atau penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam tugas akhir.

#### BAB III METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir

BAB III menguraikan tentang metodologi, yaitu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah atau penelitian, meliputi prosedur, pengambilan sampel dan pengumpulan data, pengumpulan data, teknik analisis data atau teknis perancangan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## AB IV HASIL DAN ANALISA

Bab Pembahasan terdiri dari beberapa sub-bab yang membahas langkah-langkah yang dilakukan untuk mengerjakan tugas akhir sesuai dengan tujuan yang ada pada bab I. Pada bab ini juga akan dibahas hasil dari setiap proses perhitungan dan proses fabrikasi yang dilakukan berdasarkan tinjauan pustaka pada Bab II.

## AB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 1.1. Kesimpulan

Kesimpulan merupakan ringkasan/ inti dari setiap sub-bab pembahasan yang menjadi jawaban atas tujuan penulisan laporan tugas akhir yang telah dinyatakan dalam Bab

### 1.2. Saran

Pada sub-bab ini penulis memberikan langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan atau menyempurnakan penelitian selanjutnya pada topik yang sama berdasarkan masalah-masalah yang ditemui oleh penulis pada saat penelitian ini dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BIODATA MAHASISWA

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan tugas akhir Sistem Kontrol proses otomatis untuk Unit Evaporator Pemurnian Gliserol berbasis Arduino adalah:

1. Perancangan *mini plant* untuk unit evaporator pemurnian gliserol telah berhasil dilakukan. Proses evaporasi dan kondensasi telah dapat berjalan dan pengambilan bahan jadi gliserol untuk beragam kebutuhan telah dilakukan. *Mini plant* terdiri dari kolom evaporator, kondenser, water tank dan panel box
2. Komponen-komponen kelistrikan yang dipakai meliputi heater, kabel listrik, circuit breaker dan pushbutton sebagai proteksi, power supply unit sebagai sumber tegangan DC, dan lampu sebagai indikator. Sedangkan komponen yang digunakan untuk sistem kontrol meliputi Arduino mega sebagai mikrokontroler, LCD sebagai display bagi pengguna, RTD Pt100 sebagai sensor suhu, relay, dan 2 switch untuk pengontrolan manual.
3. Telah dibuat sistem kontrol otomatis unit evaporator pemurnian gliserol terutama untuk heater, dimana heater dikontrol dengan metode on/off dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti waktu pemakaian dan harga barang. Setpoint yang dipakai adalah 109 derajat celcius berdasarkan hasil uji coba laboratorium, dan switch point yang digunakan bernilai  $-0,58/+0,12$  yang menghasilkan warna yang konsisten tidak kehitaman dan rata-rata yang mendekati setpoint.

#### 5.2 Saran

Saran untuk pengembangan lebih lanjut tugas akhir Sistem Kontrol proses otomatis untuk Unit Evaporator Pemurnian Gliserol berbasis Arduino adalah sebagai berikut:



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Kadang terdapat eror yang dapat terjadi pada sensor dimana Arduino tidak menerima data dari sensor saat alat tersambung aliran AC. Karena itu, Pemisahan lebih baik sistem yang menggunakan arus AC dan DC pada panel agar tidak adanya aliran listrik AC yang mengganggu sistem DC maupun sebaliknya
2. Penggunaan / penggantian menjadi valve solenoid untuk valve antara condenser shell dan water agar tidak ada air yang tumpah akibat water tank yang terlalu penuh
3. Penggunaan / penggantian menjadi valve solenoid untuk drain valve evaporator sehingga pengambilan gliserol hanya bisa dilakukan saat suhu sudah mencapai nilai yang aman
4. Penggunaan peltier dengan kualitas(efisiensi) lebih tinggi ataupun penggunaan peltier dengan rating lebih tinggi sehingga air tidak menjadi terlalu panas saat suhu ambien melebihi perhitungan awal. hal ini agar proses kondensasi berjalan dengan sempurna.
5. Pengaturan peltier dan modul heatsink lebih baik sehingga suhu water tank dapat diukur menggunakan Thermocouple maupun RTD saat peltier dialiri listrik(dinyalakan).

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

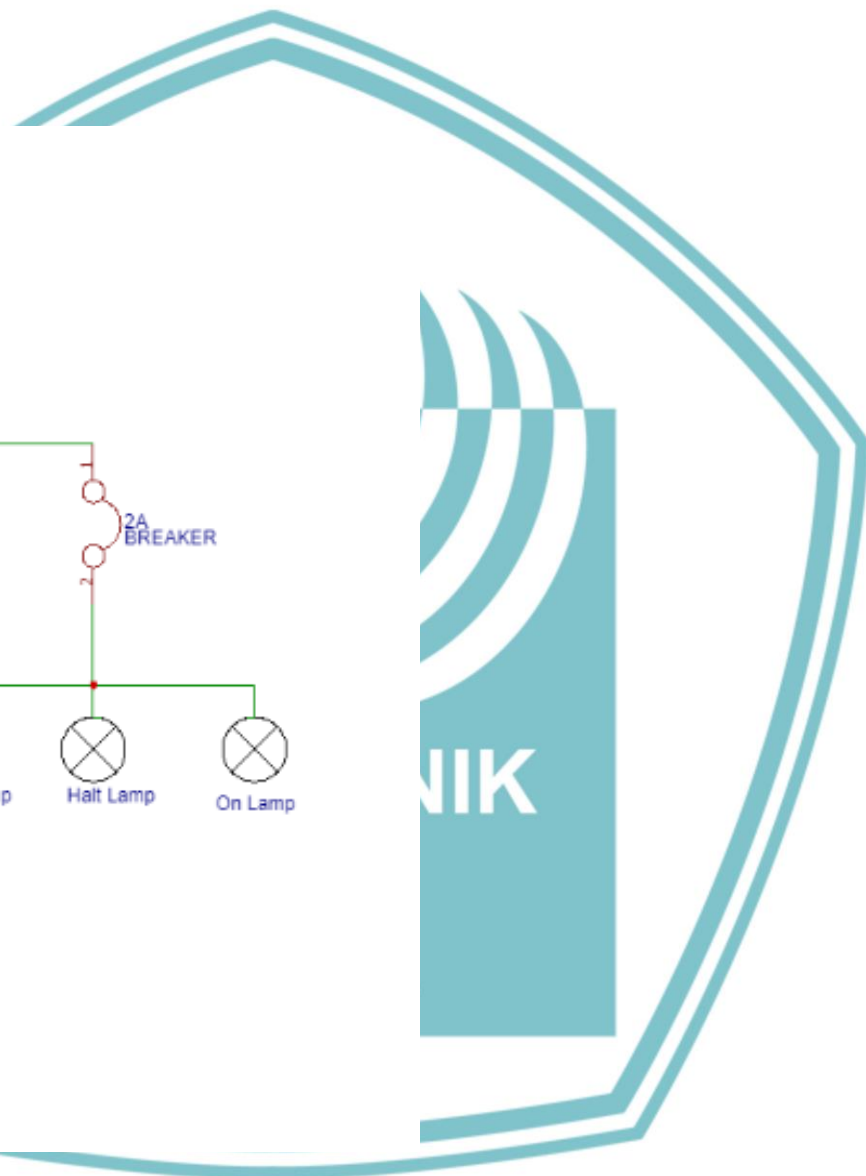
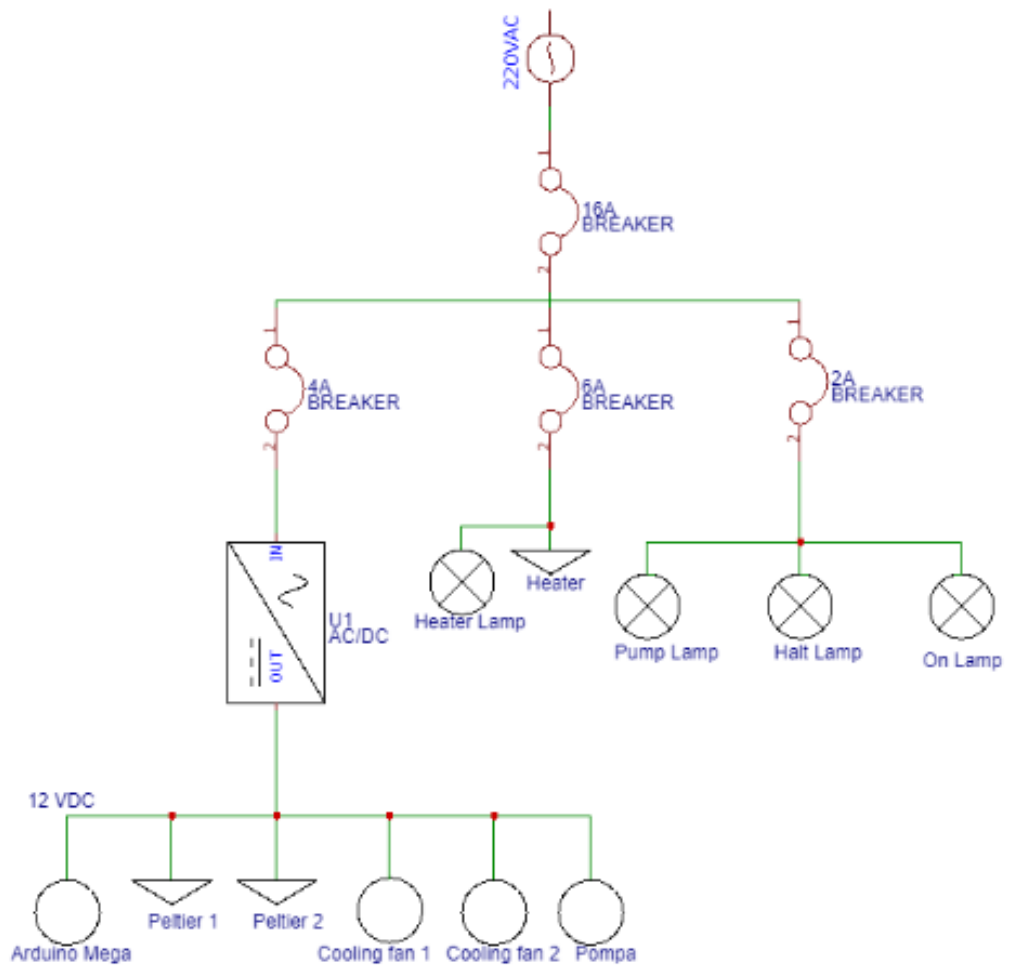
## DAFTAR PUSTAKA

## Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengunumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [1] A. Ryniecki, "Basics of Process Control: the On-Off Control System," *Przem. SPOŻYWCZY*, 2015, doi: 10.15199/65.2015.11.6.
- [2] T. Uriča and A. Simonová, "Simulation of an on-off Controller for Systems of Second Order with the Use of LabVIEW," 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.06.156.
- [3] Robotshop, "Arduino Mega 2560," *Retrieved Novemb.*, 2011.
- [4] PR Electronics, "RTD temperature sensors - the fundamentals," *PR electronics*. 2013.
- [5] J. Wu, "A Basic Guide to Thermocouple Measurements," *Texas Instruments Inc.*, 2018.
- [6] J. Tyson and C. Carmack, "How Computer Monitors Work," *Computer (Long. Beach. Calif.)*, 1984.
- [7] Agus Faudin, "Cara mengakses modul display LCD 16×2," *16 September 2017*. 2017.
- [8] C. Basics, "Basics of the I2C Communication Protocol," *Circuit Basics*, 2016.
- [9] K. Chu, D. Kim, Y. Sohn, S. Lee, C. Moon, and S. Park, "Electrical and thermal properties of carbon-nanotube composite for flexible electric heating-unit applications," *IEEE Electron Device Lett.*, vol. 34, no. 5, 2013, doi: 10.1109/LED.2013.2249493.
- [10] J. Mardini-Bovea, G. Torres-Díaz, M. Sabau, E. De-La-hoz-Franco, J. Niño-Moreno, and P. J. Pacheco-Torres, "A review to refrigeration with thermoelectric energy based on the peltier effect," *DYNA*, vol. 86, no. 208, 2019, doi: 10.15446/DYNA.V86N208.72589.

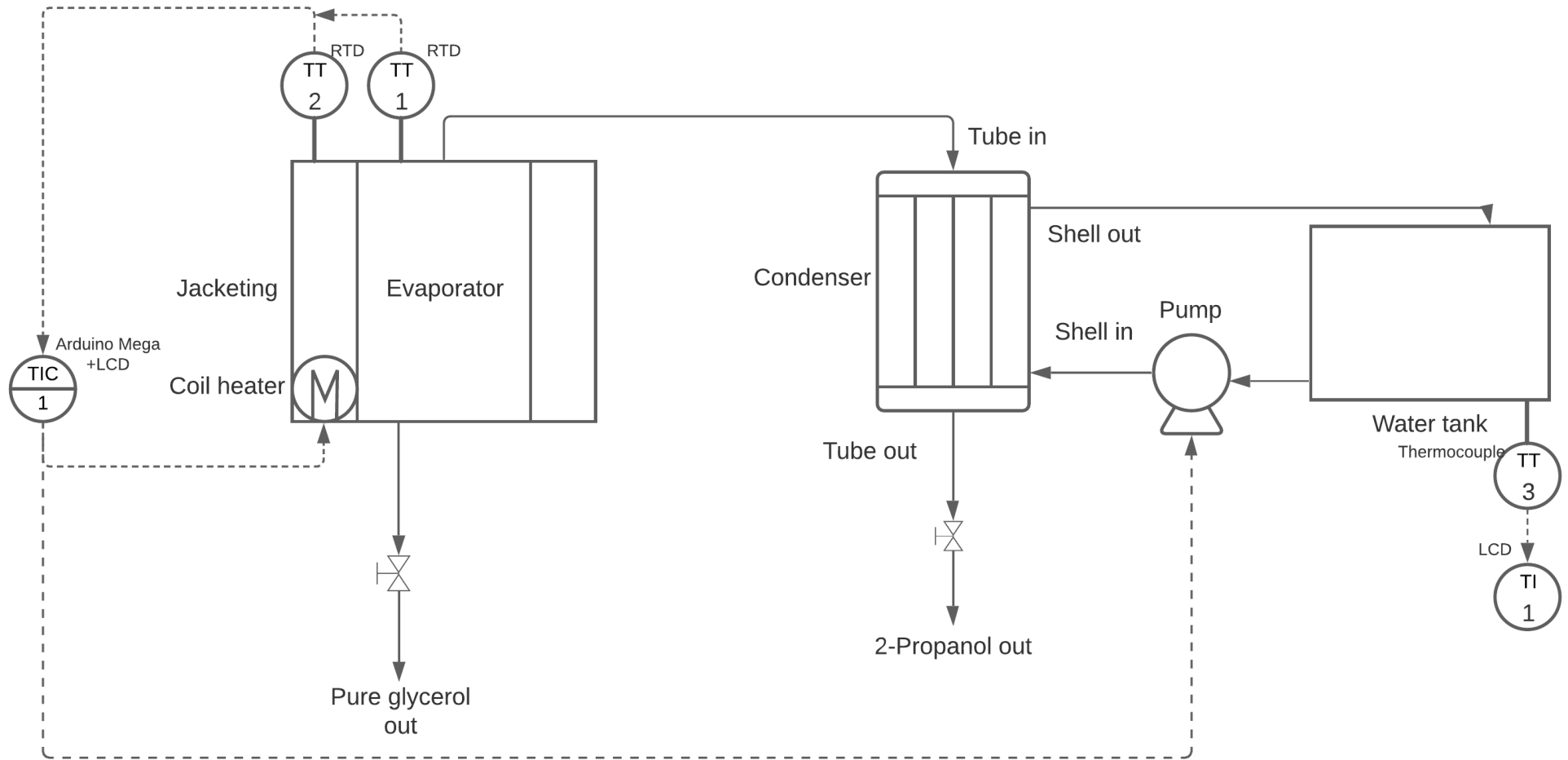
LAMPIRAN 1 Page 10 The Diagram



milik Politeknik  
 Cipta :  
 larang mengutip se  
 Pengutipannya ur  
 Pengutipan tidak r  
 larang mengumum  
 napa izin Politeknik

critik atau tinjauan suatu masalah

Cipta :  
larang mengu  
Pengutipan  
Pangutipan ti  
larang mengu  
mpa izin Polite



an :  
isan kritik atau tinjauan suatu masalah



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### LAMPIRAN 3 KODE ARDUINO MEGA

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Adafruit_MAX31865.h>
#include <Wire.h>

Adafruit_MAX31865 RTD_J = Adafruit_MAX31865(48, 51, 50, 53);
Adafruit_MAX31865 RTD_E = Adafruit_MAX31865(49, 51, 50, 53);

#define CS,SD,SDO,CLK)

#define REF 430.0
#define RNOMINAL 100.0

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

//ubah untuk mengubah waktu timer
const unsigned long SwitchTime = 10000;
const unsigned long SensorsTime = 1000;
const unsigned long LCDTime = 1000;
const unsigned long ResTime = 500;
const unsigned long PumpTime = 1000;

//waktu pompa hingga selesai
int minu = 120;
int sec = 0;

//ubah nilai dibawah untuk mengganti temperatur jaket target
double Jacket = 109.00;
```







## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

//ubah untuk mengubah selisih histeresis atas(HHyst) dan bawah(LHyst)

```
double LHyst = 0.63;
```

```
double HHyst = 0.17;
```

```
int RetPosOff = 0;
```

```
int RetPosOn = 0;
```

```
int RetNegOff = 0;
```

```
int RetNegOn = 0;
```

//ubah untuk mengubah tick retensi (RetSec\*SensorsTime = detik retensi yang diinginkan)

```
int RetSec = 3;
```

```
boolean LCDOn = false;
```

```
boolean RetOff = false;
```

```
boolean LCDS = false;
```

```
boolean Err = false;
```

```
boolean SStop = false;
```

```
boolean SStop = false;
```

```
boolean SStop = false;
```

```
boolean SStop = false;
```

```
unsigned long ZeroTime_Switch = 0;
```

```
unsigned long ZeroTime_Sensors = 0;
```

```
unsigned long ZeroTime_Pump = 0;
```

```
unsigned long ZeroTime_LCD = - 1000;
```

```
unsigned long ZeroTime_Res = 0;
```

```
unsigned long ZeroTime_Res = 0;
```

```
const int relay_H = 9;
```

```
volatile int relayState_H = LOW;
```

```
const int relay_P = 24;
```

```
volatile int relayState_P = HIGH;
```

```
const int relay_PR = 31;
```

```
volatile int relayState_PR = HIGH;
```

```
const int relay_PR = 31;
```

```
volatile int relayState_PR = HIGH;
```

```
const int relay_PR = 31;
```

```
volatile int relayState_PR = HIGH;
```

```
const int relay_Res = 30;
```

```
volatile int relayState_Res = LOW;
```



2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**  
 Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

```
const int switch_PR = 10;
```

```
int button_state_PR = 0;
```

```
int high = 1;
```

```
const int switch_P = 8;
```

```
int button_state_P = 0;
```

```
void setup() {
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
pinMode(relay_H, OUTPUT);
```

```
digitalWrite(relay_H, LOW);
```

```
pinMode(relay_P, OUTPUT);
```

```
digitalWrite(relay_P, HIGH);
```

```
pinMode(relay_PR, OUTPUT);
```

```
digitalWrite(relay_PR, HIGH);
```

```
pinMode(relay_Res, OUTPUT);
```

```
digitalWrite(relay_Res, LOW);
```

```
pinMode(switch_PR, INPUT_PULLUP);
```

```
pinMode(switch_P, INPUT_PULLUP);
```

```
lcd.init();
```



2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Dilarang menyalin, mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber. a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah. b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

```

lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(1,0);
lcd.print("TA Evaporator");
Serial.println("CLEARDATA");
Serial.println("LABEL,Jacket Temp,Evaporator Temp,Heater on/off ");
Serial.println("RESETTIMER");

```

```

RTD_J.begin(MAX31865_3WIRE);
RTD_E.begin(MAX31865_3WIRE);

```

```

delay(500);

```

```

lcd.clear();

```

```

void loop() {

```

```

    buttonState_PR = digitalRead(switch_PR);

```

```

    buttonState_P = digitalRead(switch_P);

```

```

    unsigned long Time = millis();

```

```

    if (Time - ZeroTime_LCD < 0){

```

```

        if (Time - ZeroTime_LCD >= LCDTime){

```

```

            if(RTD_J.temperature(RNOMINAL, RREF) < 100){

```

```

                lcd.setCursor(7, 0);

```

```

                lcd.print(" ");

```

```

            }

```

```

            if(RTD_E.temperature(RNOMINAL, RREF) < 100){

```

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hala Cipta Miiik Politeknik Negeri Jakarta

```
lcd.setCursor(7, 1);
```

```
lcd.print(" ");
```

```
lcd.setCursor(0, 0);
```

```
lcd.print("J=");
```

```
lcd.print(RTD_J.temperature(RNOMINAL, RREF));
```

```
lcd.setCursor(0, 1);
```

```
lcd.print("E=");
```

```
lcd.print(RTD_E.temperature(RNOMINAL, RREF));
```

```
lcd.setCursor(9, 0);
```

```
lcd.print("Timer :");
```

```
lcd.setCursor(9, 1);
```

```
lcd.print("SELESAI");
```

```
ZeroTime_LCD = Time;
```

```
digitalWrite(relay_H, HIGH);
```

```
relayState_H = HIGH;
```

```
digitalWrite(relay_P, HIGH);
```

```
relayState_P = HIGH;
```

```
else{
```

```
if(buttonState_PR == HIGH){
```

```
digitalWrite(relay_PR, HIGH);
```

```
relayState_PR = HIGH;
```

```
if(LCDS == true){
```

```
lcd.clear();
```



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta Politeknik Negeri Jakarta

```
LCDS = false;
```

```
}
```

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
((RTD_J.temperature(RNOMINAL, RREF) > 200.0) || (RTD_J.temperature(RNOMINAL, RREF) < 20.0) ||
(RTD_E.temperature(RNOMINAL, RREF) > 200.0)
|| (RTD_E.temperature(RNOMINAL, RREF) < 20.0))
&& (Time - ZeroTime_Res >= ResTime) && (relayState_Res == LOW) ) {
digitalWrite(relay_Res, HIGH);
relayState_Res = HIGH;
ZeroTime_Res = Time;
}
(((RTD_J.temperature(RNOMINAL, RREF) > 200.0) || (RTD_J.temperature(RNOMINAL, RREF) < 20.0) ||
RTD_E.temperature(RNOMINAL, RREF) > 200.0)
|| (RTD_E.temperature(RNOMINAL, RREF) < 20.0))
&& (Time - ZeroTime_Res >= ResTime) && (relayState_Res == HIGH) ) {
digitalWrite(relay_Res, LOW);
relayState_Res = LOW;
ZeroTime_Res = Time;
}
(Time - ZeroTime_Sensors >= SensorsTime){
Serial.print("DATA,TIME,");
Serial.print(RTD_J.temperature(RNOMINAL, RREF));
Serial.print(",");
Serial.print(RTD_E.temperature(RNOMINAL, RREF));
Serial.print(",");
Serial.println(relayState_H);
```





## © Hak Cipta Politeknik Negeri Jakarta

```
if (((RTD_A.temperature(RNOMINAL, RREF) < 0.0) || (RTD_E.temperature(RNOMINAL, RREF) < 0.0)) && relayState_H == LOW)
```

```
digitWrite(relay_H, HIGH);
```

```
relayState_H = HIGH;
```

```
Err = true;
```

```
((RTD_A.temperature(RNOMINAL, RREF) > 0.0) && (RTD_E.temperature(RNOMINAL, RREF) > 0.0))
```

```
&& relayState_H == HIGH && Err == true){
```

```
digitWrite(relay_H, LOW);
```

```
relayState_H = LOW;
```

```
Err = false;
```

```
if( ( RTD_J.temperature(RNOMINAL, RREF) > (Jacket + HHyst)) && relayState_H == LOW){
```

```
RetPointOff = RetPointOff + 1;
```

```
ZeroTime_Switch = Time;
```

```
RetOff = true;
```

```
else{
```

```
RetOff = false;
```

```
}
```

```
if(RetOff == false){
```

```
RetPointOff = 0;
```

```
}
```

```
if( (RTD_J.temperature(RNOMINAL, RREF) < (Jacket - LHyst)) && (RTD_J.temperature(RNOMINAL, RREF) > 0.0)
```

```
&& relayState_H == HIGH){
```

```
RetPointOn = RetPointOn + 1;
```

```
ZeroTime_Switch = Time;
```

```
RetOn = true;
```



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

```
else{
```

```
RetOn = false;
```

```
if(RetOn == false){
```

```
RetPointOn = 0;
```

```
if (RetPointOff >= RetSec){
```

```
digitalWrite(relay_H, HIGH);
```

```
relayState_H = HIGH;
```

```
RetPointOff = 0;
```

```
if (RetPointOn >= RetSec){
```

```
digitalWrite(relay_H, LOW);
```

```
relayState_H = LOW;
```

```
RetPointOn = 0;
```

```
}
```

```
if( (RTD_E.temperature(RNOMINAL, RREF) > (RTD_J.temperature(RNOMINAL, RREF) + 40.00)) && relayState_H == LOW  
&& (Time - SwitchTime >= ZeroTime_Switch) ){
```

```
digitalWrite(relay_H, HIGH);
```

```
relayState_H = HIGH;
```

```
ZeroTime_Switch = Time;
```

```
}
```

```
if(buttonState_P == LOW && !(sec <= 0 && minu <= 0)){
```

```
digitalWrite(relay_P, LOW);
```

```
relayState_P = LOW;
```

```
}
```



1. Difarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

```
if(buttonState_P == HIGH){
```

```
    digitalWrite(relay_P, HIGH);
```

```
    relayState_P = HIGH;
```

```
    if ( Time - ZeroTime_Pump >= PumpTime && !(sec <= 0 && minu <= 0 ) && relayState_P == LOW){
```

```
        sec = sec - 2;
```

```
        ZeroTime_Pump = Time;
```

```
        if (sec <= 0 && minu >= 0 && !(minu < 0)){
```

```
            sec = 60;
```

```
            minu = minu - 1;
```

```
            ZeroTime_Sensors = Time;
```

```
        if (Time - ZeroTime_LCD >= LCDTime){
```

```
            if(RTD_J.temperature(RNOMINAL, RREF) < 100){
```

```
                lcd.setCursor(7, 0);
```

```
                lcd.print(" ");
```

```
            if(RTD_E.temperature(RNOMINAL, RREF) < 100){
```

```
                lcd.setCursor(7, 1);
```

```
                lcd.print(" ");
```

```
            lcd.setCursor(0, 0);
```

```
        }
```

```
    }
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```



**Hak Cipta :**

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta Milik Politeknik Negeri Jakarta

```
lcd.print("J=");
lcd.print(RTD_J.temperature(RNOMINAL, RREF));
```

```
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("E=");
lcd.print(RTD_E.temperature(RNOMINAL, RREF));
```

```
lcd.setCursor(9, 0);
lcd.print("Timer :");
```

```
(relayState_P == HIGH){
```

```
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print("----");
```

```
else{
```

```
lcd.setCursor(9,1);
```

```
if(!(minu < 0)){
```

```
if(!(sec == 60)){
```

```
if(minu < 100 && minu != 0){
```

```
lcd.print("0");
```

```
lcd.print(minu);
```

```
}
```

```
else if(minu < 10 && minu != 0){
```

```
lcd.print("00");
```

```
lcd.print(minu);
```

```
}
```

```
else if(minu == 0){
```

```
lcd.print("000");
```



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis tanpa menyebutkan dan mencantumkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

```

else{
    lcd.print(minu);
}
HakCipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun
tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

lcd.print(":");
if(sec > 10 && sec != 0){
    lcd.print("0");
    lcd.print(sec);
}
else{
    lcd.print(sec);}
else{
if(minu < 9 && !(minu < 0)){
    lcd.print("0");
    lcd.print(minu + 1);}
else if (minu == 0){
    lcd.print("00");
}
else{
    lcd.print(minu + 1);
}
}
}
}
else{
    lcd.print("SELESAI");
}
}

```





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

```

//Serial.print(minu);
//Serial.println(sec);
ZeroTime_LCD = Time;

}

void setup() {
  pinMode(relay_H, HIGH);
  pinMode(relay_P, HIGH);
  pinMode(relay_PR, LOW);
  LCD.begin(16, 2);
  LCD.setCursor(0,0);
  LCD.print(" PROCESS HALTED ");
  LCD.setCursor(0,1);
  LCD.print(" PROCESS HALTED ");
  //Serial.println("PROCESS HALTED");
  ZeroTime_LCD = Time;
}

void loop() {
  digitalWrite(relay_H, HIGH);
  digitalWrite(relay_P, HIGH);
  digitalWrite(relay_PR, LOW);
  LCD.setCursor(0,0);
  LCD.print(" PROCESS HALTED ");
  LCD.setCursor(0,1);
  LCD.print(" PROCESS HALTED ");
  //Serial.println("PROCESS HALTED");
  ZeroTime_LCD = Time;
}

```

1. Di

a. Peng

b. Peng

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa

tanpa



Lampiran 4  
Bill of Material

No	Alat	Spesifikasi	Quantity
1	Arduino Mega 2560 R3	Arduino Mega Atmel2560 Revisi 3	1
2	Thermocouple K type	Stainless steel, Male baut M8, Probe 100 mm, kabel 2 m	1
3	RTD PT100	Platina, Male baut M8, Pprobe 100 mm, Pkabel 3 m, Dprobe 5 mm	2
4	Max31865	Module max31865 untuk RTD PT100	2
5	Max6675	Module max6675 untuk Thermocouple K Type	1
6	Power Supply	12VDC 10 A 40x40 mm	2
7	Heat Sink and Fan	CPU Computer cooling fan	2
8	Relay Module	5 VDC, 2 Channel Relay Module, Arduino Compatible	2
9	LCD	16x2 LCD I2C	1
10	MCB	16 Amps, 250 VAC	1
11	MCB	2 Amps, 250 VAC	1
12	MCB	4 Amps, 250 VAC	1
13	MCB	6 Amps, 250 VAC	1
14	Pilot Lamp	220VAC pilot Lamp	4
15	Terminal Block	60A 12 block	2

16	Heater	220 VAC, 600 Watt	1
17	Light Switch	12 VAC, 2 A, SPDT	2
18	Kabel	Serabut, 4 mm <sup>2</sup>	5 m
19	Kabel	Serabut, 2,5 mm <sup>2</sup>	5 m
20	Arloji On/Off	12 cm, male-female / male-male	100
21	Kabel	Tunggal, 0,75 mm <sup>2</sup>	3 m
22	Power Supply	12VDC, 30 A	1
23	Relais	12VDC	2
24	Buana	60A	1



**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Politeknik Negeri Jakarta

hak Cipta :

. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu ma  
 b. Pengutipan tidak diperjika untuk kepentingan yang merugikan Politeknik Negeri Jakarta  
 . Dilarang mengutip dan menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak C

## Lampiran 5 Data Sheet Max6675

EVALUATION KIT AVAILABLE

### MAX6675

### Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

#### General Description

The MAX6675 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 8LSBs for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX6675 is available in a small, 8-pin SO package.

#### Applications

- Industrial
- Appliances
- HVAC

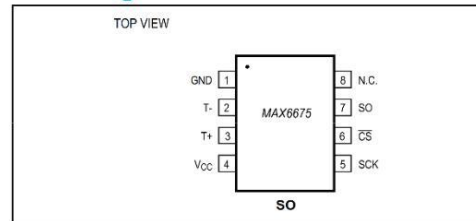
#### Features

- Direct Digital Conversion of Type -K Thermocouple Output
- Cold-Junction Compensation
- Simple SPI-Compatible Serial Interface
- 12-Bit, 0.25°C Resolution
- Open Thermocouple Detection

#### Ordering Information

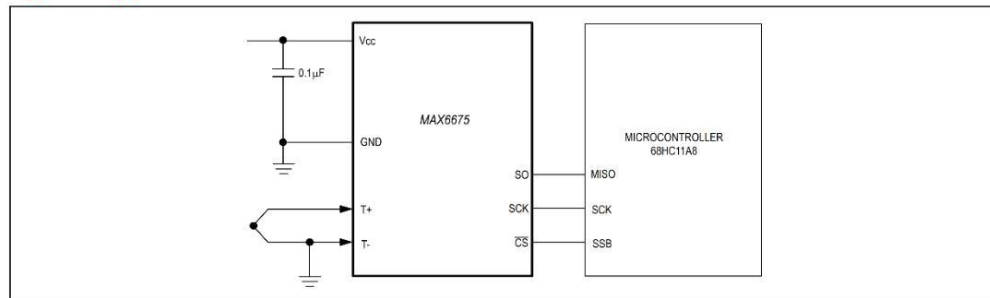
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6675ISA	-20°C to +85°C	8 SO

#### Pin Configuration



SPI is a trademark of Motorola, Inc.

#### Typical Application Circuit



19-2235; Rev 2; 4/14



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



1. Diarahkan mengungkap sebagian atau seluruh isi karya tulis ini tanpa menandatangani dan menyetujui suatu masalah.
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

MAX6675

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

### Electrical Characteristics (continued)

( $V_{CC} = +3.0V$  to  $+5.5V$ ,  $T_A = -20^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values specified at  $+25^\circ C$ .) (Note 1)

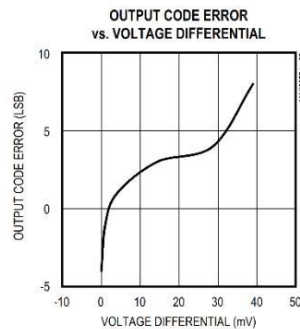
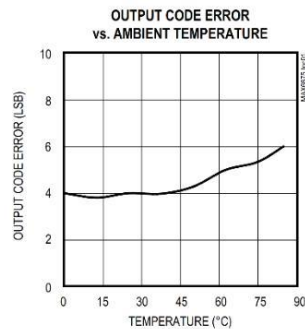
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output High Voltage	$V_{OH}$	$I_{SOURCE} = 1.6mA$	$V_{CC} - 0.4$			V
Output Low Voltage	$V_{OL}$	$I_{SINK} = 1.6mA$			0.4	V
<b>TIMING</b>						
Serial Clock Frequency	$f_{SCL}$				4.3	MHz
SCK Pulse High Width	$t_{CH}$		100			ns
SCK Pulse Low Width	$t_{CL}$		100			ns
CSB Fall to SCK Rise	$t_{CSS}$	$C_L = 10pF$	100			ns
CSB Fall to Output Enable	$t_{DV}$	$C_L = 10pF$			100	ns
CSB Rise to Output Disable	$t_{TR}$	$C_L = 10pF$			100	ns
SCK Fall to Output Data Valid	$t_{DO}$	$C_L = 10pF$			100	ns

**Note 1:** All specifications are 100% tested at  $T_A = +25^\circ C$ . Specification limits over temperature ( $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ ) are guaranteed by design and characterization, not production tested.

**Note 2:** Guaranteed by design. Not production tested.

### Typical Operating Characteristics

( $V_{CC} = +3.3V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

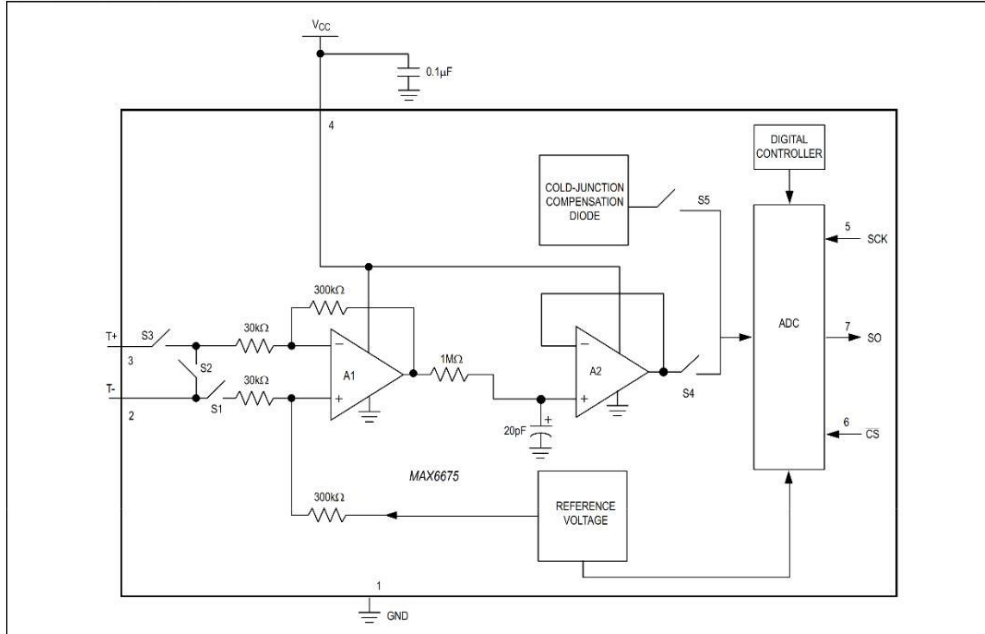


1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

MAX6675

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

### Block Diagram



### Package Information

For the latest package outline information and land patterns (footprints), go to [www.maximintegrated.com/packages](http://www.maximintegrated.com/packages). Note that a "+", "#", or "-" in the package code indicates RoHS status only. Package drawings may show a different suffix character, but the drawing pertains to the package regardless of RoHS status.

PACKAGE TYPE	PACKAGE CODE	OUTLINE NO.	LAND PATTERN NO.
8 SO	S8+2	<a href="#">21-0041</a>	<a href="#">90-0096</a>





## Lampiran 6 Data Sheet Max31865

### MAX31865

### RTD-to-Digital Converter

#### General Description

The MAX31865 is an easy-to-use resistance-to-digital converter optimized for platinum resistance temperature detectors (RTDs). An external resistor sets the sensitivity for the RTD being used and a precision delta-sigma ADC converts the ratio of the RTD resistance to the reference resistance into digital form. The MAX31865's inputs are protected against overvoltage faults as large as  $\pm 45V$ . Programmable detection of RTD and cable open and short conditions is included.

#### Applications

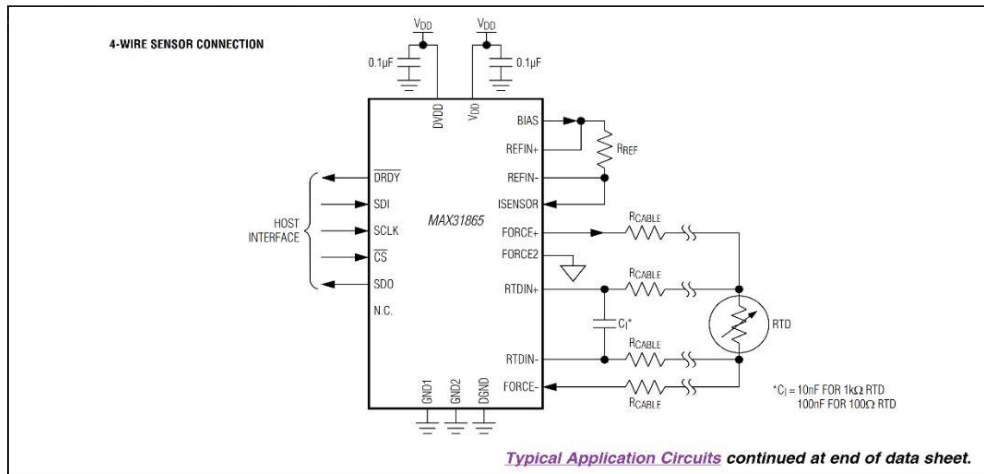
- Industrial Equipment
- Medical Equipment
- Instrumentation

#### Benefits and Features

- Integration Lowers System Cost, Simplifies Design Efforts, and Reduces Design Cycle Time
  - Simple Conversion of Platinum RTD Resistance to Digital Value
  - Handles  $100\Omega$  to  $1k\Omega$  (at  $0^\circ C$ ) Platinum RTDs (PT100 to PT1000)
  - Compatible with 2-, 3-, and 4-Wire Sensor Connections
  - SPI-Compatible Interface
  - 20-Pin TQFN and SSOP Packages
- High Accuracy Facilitates Meeting Error Budgets
  - 15-Bit ADC Resolution; Nominal Temperature Resolution  $0.03125^\circ C$  (Varies Due to RTD Nonlinearity)
  - Total Accuracy Over All Operating Conditions:  $0.5^\circ C$  (0.05% of Full Scale) max
  - Fully Differential  $V_{REF}$  Inputs
  - 21ms (max) Conversion Time
- Integrated Fault Detection Increases System Reliability
  - $\pm 45V$  Input Protection
  - Fault Detection (Open RTD Element, RTD Shorted to Out-of-Range Voltage, or Short Across RTD Element)

*Ordering Information appears at end of data sheet.*

#### Typical Application Circuits



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## MAX31865

## RTD-to-Digital Converter

## Absolute Maximum Ratings

Voltage Range on $V_{DD}$ Relative to GND1	-0.3V to +4.0V
Voltage Range on BIAS, REFIN+, REFIN-, ISENSOR	-0.3V to ( $V_{DD} + 0.3V$ )
Voltage Range on FORCE+, FORCE2, FORCE-, RTDIN+, RTDIN- Relative to GND1	-50V to +50V
Voltage Range on DVDD Relative to DGND	-0.3V to +4.0V
Relative to DGND	-0.3V to ( $V_{DVDD} + 0.3V$ )

Continuous Power Dissipation ( $T_A = +70^\circ\text{C}$ )	
TQFN (derate 34.5mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$ )	2758.6mW
SSOP (derate 11.9mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$ )	952.4mW
ESD Protection (all pins, Human Body Model)	$\pm 2\text{kV}$
Operating Temperature Range	$-40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$
Junction Temperature	$+150^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	$-65^\circ\text{C}$ to $+150^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (reflow)	$+260^\circ\text{C}$
Lead Temperature (soldering, 10s)	$+300^\circ\text{C}$

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## Package Thermal Characteristics (Note 1)

TQFN	Junction-to-Ambient Thermal Resistance ( $\theta_{JA}$ )	$29^\circ\text{C/W}$	SSOP	Junction-to-Ambient Thermal Resistance ( $\theta_{JA}$ )	$84^\circ\text{C/W}$
	Junction-to-Case Thermal Resistance ( $\theta_{JC}$ )	$2^\circ\text{C/W}$		Junction-to-Case Thermal Resistance ( $\theta_{JC}$ )	$32^\circ\text{C/W}$

**Note 1:** Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to [www.maximintegrated.com/thermal-tutorial](http://www.maximintegrated.com/thermal-tutorial).

## Recommended DC Operating Conditions

( $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $+125^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.) (Notes 2 and 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{DD}$	$V_{DD}$		3.0	3.3	3.6	V
DVDD	$V_{DVDD}$		3.0	3.3	3.6	V
Input Logic 0	$V_{IL}$	$\overline{CS}$ , SDI, SCLK	-0.3		$0.3 \times V_{DVDD}$	V
Input Logic 1	$V_{IH}$	$\overline{CS}$ , SDI, SCLK	$0.7 \times V_{DVDD}$		$V_{DVDD} + 0.3$	V
Analog Voltages (FORCE+, FORCE2, FORCE-, RTDIN+, RTDIN-)		Normal conversion results	0		$V_{BIAS}$	V
Reference Resistor	$R_{REF}$		350		10k	$\Omega$
Cable Resistance	$R_{CABLE}$	Per lead	0		50	$\Omega$

## Electrical Characteristics

( $3.0V \leq V_{DD} \leq 3.6V$ ,  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $+125^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted. Typical values are  $T_A = +25^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = V_{DVDD} = 3.3V$ .) (Notes 2 and 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
ADC Resolution		No missing codes		15		Bits
ADC Full-Scale Input Voltage (RTDIN+ - RTDIN-)				REFIN+ - REFIN-		V



- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## MAX31865

## RTD-to-Digital Converter

## Electrical Characteristics (continued)

( $3.0V \leq V_{DD} \leq 3.6V$ ,  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $+125^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted. Typical values are  $T_A = +25^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = V_{DVDD} = 3.3V$ .) (Notes 2 and 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
ADC Common-Mode Input Range			0		$V_{BIAS}$	V
Input Leakage Current		RTDIN+, RTDIN-, $0^\circ\text{C}$ to $+70^\circ\text{C}$ , on-state		2		nA
		RTDIN+, RTDIN-, $-40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$ , on-state		5		
		RTDIN+, RTDIN-, $-40^\circ\text{C}$ to $100^\circ\text{C}$ , on-state		14		
Bias Voltage	$V_{BIAS}$		1.95	2.00	2.06	V
Bias Voltage Output Current	$I_{OUT}$		0.2		5.75	mA
Bias Voltage Load Regulation		$I_{OUT} \leq 5.75\text{mA}$		30		mV/mA
Bias Voltage Startup Time		(Note 4)			10	ms
ADC Full-Scale Error				$\pm 1$		LSB
ADC Integral Nonlinearity		Differential Input, endpoint fit, $0.3 \times V_{BIAS} \leq V_{REF} \leq V_{BIAS}$		$\pm 1$		LSB
ADC Offset Error			-3		+3	LSB
Noise (over Nyquist Bandwidth)		Input referred		150		$\mu\text{V RMS}$
Common-Mode Rejection				90		dB
50/60Hz Noise Rejection		Fundamental and harmonics		82		dB
Temperature Conversion Time (Note 5)	$t_{CONV}$	Continuous conversion (60Hz notch)		16.7	17.6	ms
		Single conversion (60Hz notch)		52	55	
		Single conversion (50Hz notch)		62.5	66	
		Continuous conversion (50Hz notch)		20	21	
Automatic Fault Detection Cycle Time		From $\overline{CS}$ high to cycle complete		550	600	$\mu\text{s}$
Power-Supply Rejection				1		LSB/V
Power-Supply Current (Note 6)	$I_{DD}$ Shutdown	Bias off, ADC off		1.5	3	mA
	$I_{DD}$	Bias on, active conversion		2	3.5	mA
Power-On Reset Voltage Threshold			2	2.27		V
Power-On Reset Voltage Hysteresis				120		mV
Input Capacitance	$C_{IN}$	Logic inputs		6		pF
Input Leakage Current	$I_L$	Logic inputs	-1		+1	$\mu\text{A}$
Output High Voltage	$V_{OH}$	$I_{OUT} = -1.6\text{mA}$	$V_{DVDD} - 0.4$			V
Output Low Voltage	$V_{OL}$	$I_{OUT} = 1.6\text{mA}$			0.4	V

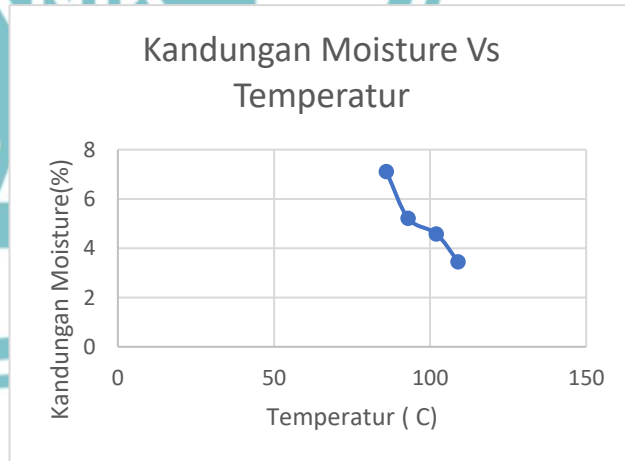
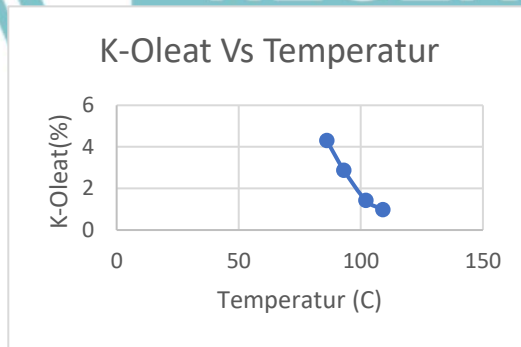
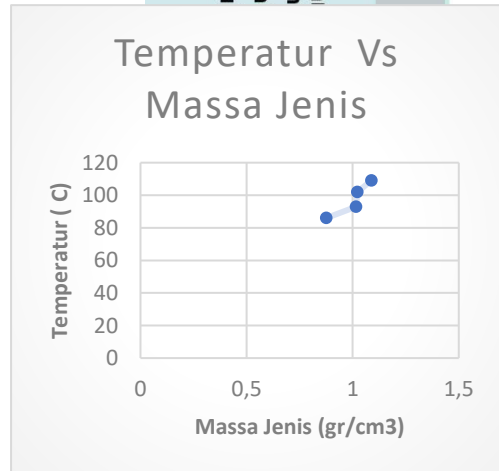
Lampiran 7

Hasil Analisa Laboratorium

T1	Berdasarkan Perhitungan Temperature 2-Pranonol maka dibutuhkan T= 86 C untuk menguapkan 2-Propanol sehingga T1 adalah <b>86 C</b>
T2	T2 bertujuan untuk melihat pengaruh kenaikan temperatur pada saat 2-Propanol sudah menguap, dimana T2 adalah <b>T1+ 7 = 86 +7= 93 C</b>
T3	Berdasarkan Perhitungan Temperature Water maka dibutuhkan T= 102 C untuk menguapkan air atau <i>water</i> sehingga T3 adalah <b>102 C</b>
T4	T4 bertujuan untuk melihat pengaruh kenaikan temperatur pada saat air sudah menguap, dimana T4 adalah <b>T3+ 7 = 102 +7= 109 C</b>

No	PH	Density (gr/ml)	Kandungan asam oleat (%)	Kandungan Moisture (%)
T1	7.005	0,9241	4,314	7,1133
T2	6.560	0,90941	2,888	5,2144
T3	7.088	0,92097	1,429	4,5856
T4	7.018	0,90883	0,992	3,4514

Dari Hasil disamping, gliserol T4 (109 C) merupakan hasil yang paling baik.



Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumbernya.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan pengabdian masyarakat.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Negeri Jakarta.  
 Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian dari karya tulis ini tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta.

tinjauan suatu ma...



© Hak Cipta Milik

Lampiran 8

Expenditure

Hak Cipta

no	item	amount	price	total
	arduino mega	1	Rp550.000	Rp550.000
	lcd 16x2 + I2C module	1	Rp36.000	Rp36.000
	RTD PT 100+ MAX 31865	2	Rp137.500	Rp275.000
	thermocouple K type + MAX 6675	2	Rp102.500	Rp205.000
	power supply unit 12V 30W	1	Rp136.000	Rp136.000
	peltier 10A	2	Rp59.500	Rp119.000
	heatsink module (with fan)	2	Rp100.000	Rp200.000
	arduino mega acrylic cover	1	Rp35.000	Rp35.000
	breadboard	4	Rp20.000	Rp80.000
10	relay 2 lane	3	Rp30.000	Rp90.000
11	jumper cable 20x	5	Rp20.000	Rp100.000
12	immersion heater 600W	1	Rp165.000	Rp165.000
13	kabel tunggal 2.5 mm	3	Rp8.000	Rp24.000
14	cable ties	2	Rp10.000	Rp20.000
15	push button	1	Rp40.000	Rp40.000
16	Switch	4	Rp20.000	Rp80.000
17	pilot lamp	6	Rp20.000	Rp120.000
18	terminal block	5	Rp11.000	Rp55.000
19	selotip busa	1	Rp50.000	Rp50.000
20	mur heater	2	Rp35.000	Rp70.000
21	Panel Box	1	Rp261.100	Rp261.100
22	Pompa	1	Rp124.000	Rp124.000
23	Circuit Breaker	4	Rp70.000	Rp280.000
TOTAL				Rp3.115.100

- Politeknik Negeri Jakarta
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Perhitungan Daya Panas

Note : (-) menandakan sudah diketahui

Perhitungan Q total 2 propanol

NOMOR	BESARAN	SIMBOL	RUMUS	NILAI	SATUAN
1	Volume 2-propanol	V	(-)	0,0005	m <sup>3</sup>
2	Massa jenis 2-propanol	ρ	(-)	786	Kg/ m <sup>3</sup>
3	Massa 2-propanol	m	ρ.V	0,393	Kg
4	Kalor jenis 2-propanol	Cp	(-)	2428	J/Kg C
5	Temperatur awal	T1	(-)	20	C
6	Temperatur akhir	T2	(-)	82,6	C
7	Sensible Heat	Qsensible	m.Cp.(T2-T1)	59733,1704	J
8	Kalor laten 2-propanol	L	(-)	975524,4	J/Kg
9	Latent Heat	Q latent	m.L	383381,0892	J
10	Total Heat	Q total	Qsensible + Q latent	443114,2596	J

Diarahkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik.

Diarahkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik.

Diarahkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik.

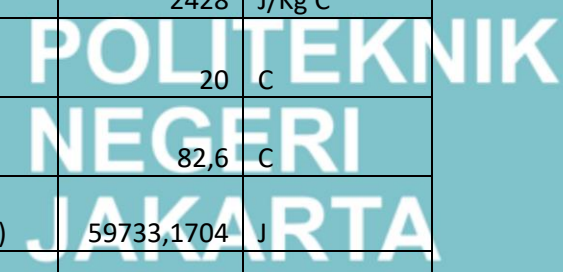
Diarahkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik.

Diarahkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik.

Diarahkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik.

Diarahkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik.

Diarahkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan dalam karya tulis ilmiah, penulisan laporan, pengumuman, publikasi, atau tinjauan suatu manuskrip atau publikasi akademik.



ak Cipta :  
 . Dilarang meng  
 a. Pengutipan h  
 b. Pengutipan  
 . Dilarang meng  
 tanpa izin Poli

ta milik Poli

Perhitunga Q total air

NOMOR	BESARAN	SIMBOL	RUMUS	NILAI	SATUAN
1	Volume	V	(-)	0,000135	m <sup>3</sup>
2	Massa jenis Air	ρ	(-)	997	Kg/ m <sup>3</sup>
3	Massa Air	m	ρ.V	0,134595	Kg
4	Kalor jenis	Cp	(-)	4182	J/Kg K
5	Tempratur awal	T1	(-)	20	K
6	Tempratur akhir	T2	(-)	100	K
7	Sensible Heat	Qsensible	m.Cp.(T2-T1)	45030,103	J
8	Kalor laten Air	L	(-)	2260000	J/Kg
9	Latent Heat	Q latent	m.L	304184,7	J
10	Total Heat	Q total	Qsensible + Q latent	349214,8	J

ik

egeri Jakarta  
 atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 enangan Pendidikan, Penelitian, pengujian laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu ma  
 anta keperguruan yang diwajibkan Politeknik Negeri Jakarta  
 i menanggapi atau sebagai bahan acuan atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun  
 Jakarta

egeri Jakarta

AR

Heat

Heat

Heat

Heat

Heat

Heat

Heat



Perhitungan Heat Loss

DIMENSI EVAPORATOR					
NOMOR	BESARAN	SIMBOL	RUMUS	NILAI	SATUAN
1	Panjang	L	(-)	0,27	m
2	Jari-jari	ro	(-)	0,03897	m
3	Jari-jari	r1	(-)	0,04192	m
4	Phi	$\mu$	(-)	3,14	
5	Keliling	K	$2 \cdot \mu \cdot r1$	0,2632576	m
6	Luas Permukaan	A	Keliling $\cdot L$	0,071079552	m <sup>2</sup>
VARIABEL OPERASI					
1	Tekanan	P	(-)	1	atm
2	Temperatur Dalam	T2	(-)	79,69	C
3	Temperatur Luar	T1	(-)	85,2	C
4	Perbedaan Temperatur	$\Delta T$	T1-T2	5,51	C
5	Kalor Input	Qin	Q	443.114	J
6	Waktu Proses	t	(-)	3600	s
7	Heat rate	q	Q/t	123,0872943	W/m <sup>2</sup> C
Natural Convection in White Oil					
1	Konduktivitas termal	k	(-)	0,039	W/m <sup>2</sup> C
2	Rayleigh number	Ra	(Range from cengel)	1E+11	
3	Nusselt number	Nu	$0,15 \cdot (Ra)^{1/3}$	696,238325	
4	Characteristic length	Lc	L/4	0,0675	
5	Kalor Konveksi	q Konv	$(k \cdot Nu \cdot A \cdot \Delta T) / Lc$	110,284145	W
Konduksi Pada SS 304					
1	Konduktivitas termal	k	(-)	16,3	W/m <sup>2</sup> C
2	Kalor Konduksi	q Kond	$(K \cdot A \cdot \Delta T) / L$	0,185463845	W
Natural Convection in 2-Propanol					
1	Konduktivitas termal	k	(-)	0,043	W/m <sup>2</sup> C
2	Rayleigh number	Ra	(Range from cengel)	1E+11	
3	Prandtl	Pr	(Range from cengel)	10000000	
4	Nusselt number	Nu	$2 + ((0,589 \cdot Ra^{(1/4)}) / (1 + (0,469 / pr^{(9/16))}^{(4/9))})$	330,4794788	
5	Characteristic length	Lc	L/4	0,0675	
6	Kalor Konveksi	q Konv	$(k \cdot Nu \cdot A \cdot \Delta T) / Lc$	32,98112396	W
Perhitungan Total Heat Loss					
1	Perbedaan Temperatur	q total	$(q \text{ konv} + q \text{ kond} + q \text{ konv})$	143,4507328	C



ak Cipta :  
 . Dilarang mengutip s  
 a. Pengutipan hanya u  
 b. Pengutipan tidak  
 . Dilarang mengumun  
 tanpa izin Politeknii

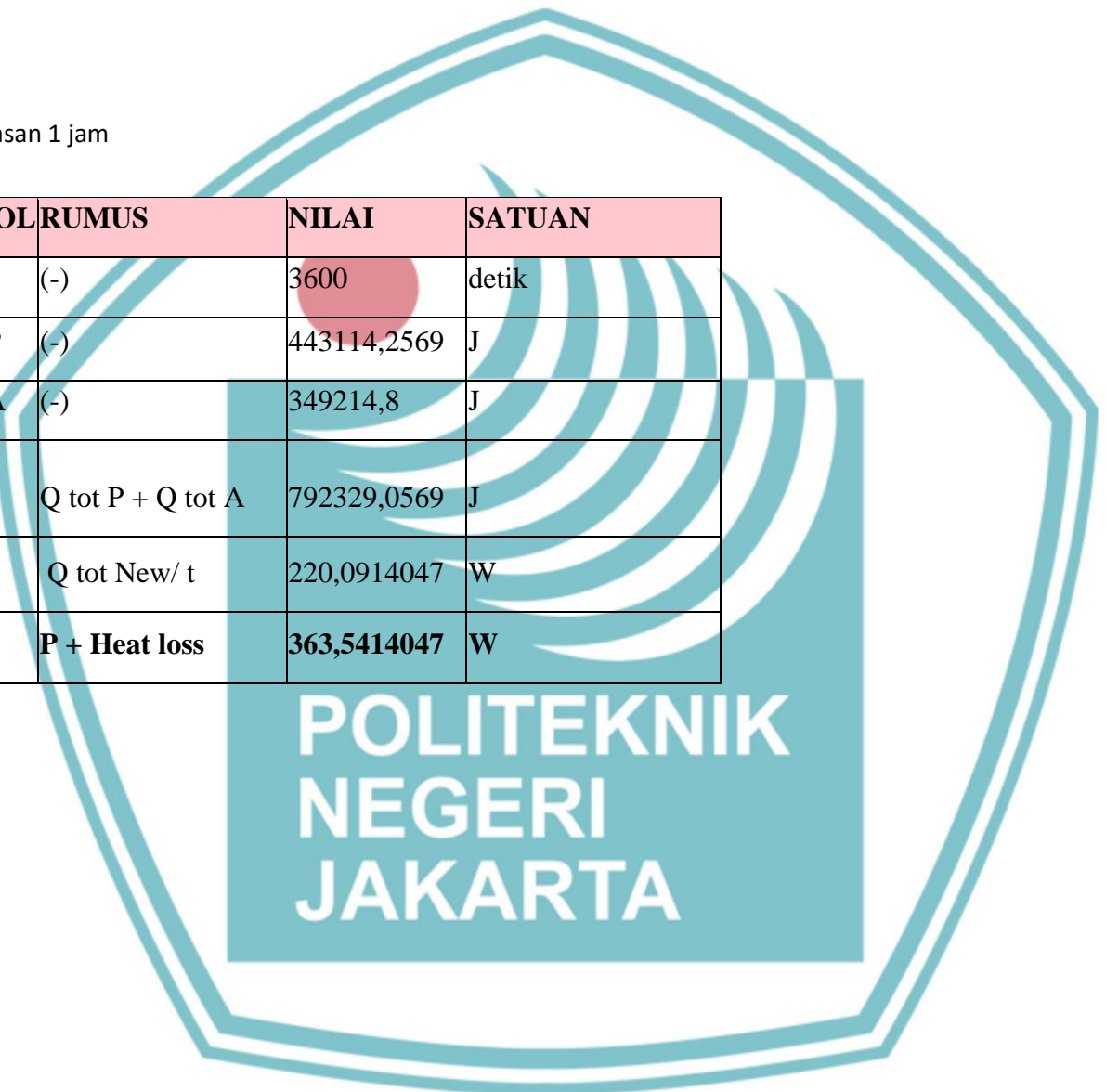
ta milik Politek

Perhitungan Daya Heater untuk pemanasan 1 jam

NOMOR	BESARAN	SIMBOL	RUMUS	NILAI	SATUAN
1	Waktu	t	(-)	3600	detik
2	Qtota	tot P	(-)	443114,2569	J
3	Qtota	tot A	(-)	349214,8	J
4	Q tota	Q tot New	Q tot P + Q tot A	792329,0569	J
5	Daya	P	Q tot New/ t	220,0914047	W
6	Daya Total Heater	Ptot	P + Heat loss	363,5414047	W

seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 an pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu ma  
 penting yang wajar Politeknik Negeri Jakarta  
 perbaiki sebagai bagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

Politeknik Negeri Jakarta



POLITEKNIK  
 NEGERI  
 JAKARTA

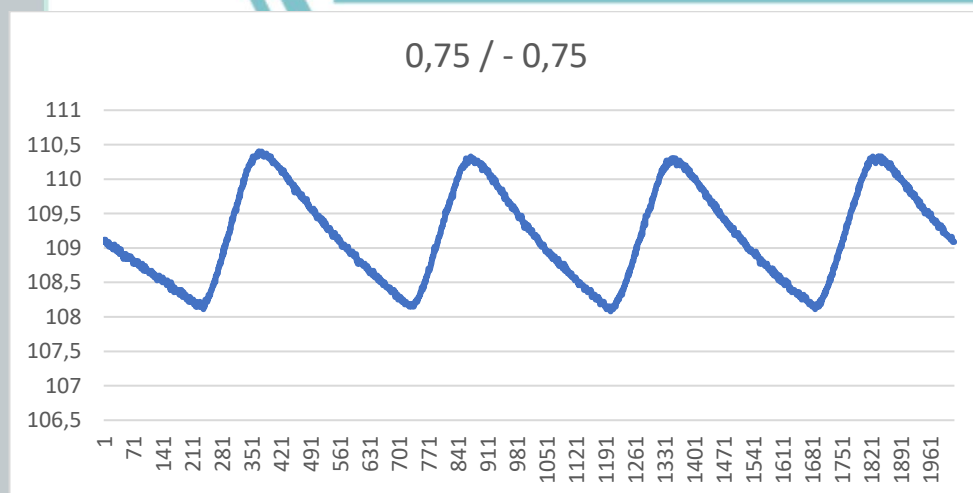


## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### LAMPIRAN 10

#### Contoh pengambilan data

TIME	Evaporator Temp	Jacket Temp	Heater on/off
14:50:01	108,12	109,09	1
14:50:02	108,15	109,12	1
14:50:03	108,27	109,09	1
14:50:04	108,18	109,09	1
14:50:05	108,21	109,12	1
14:50:06	108,21	109,09	1
14:50:07	108,24	109,09	1
14:50:08	108,21	109,05	1
14:50:09	108,24	109,05	1
14:50:10	108,21	109,05	1
14:50:11	108,18	109,05	1
14:50:12	108,18	109,09	1
14:50:13	108,18	109,02	1
14:50:14	108,3	109,05	1
14:50:15	108,33	109,05	1
14:50:16	108,33	109,05	1
14:50:17	108,36	109,05	1
14:50:18	108,21	109,02	1
14:50:19	108,24	109,02	1
14:50:20	108,24	109,02	1
14:50:21	108,21	109,02	1



#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengunumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



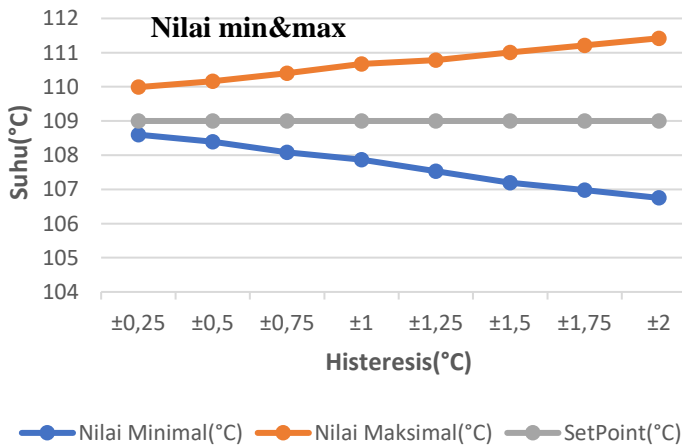
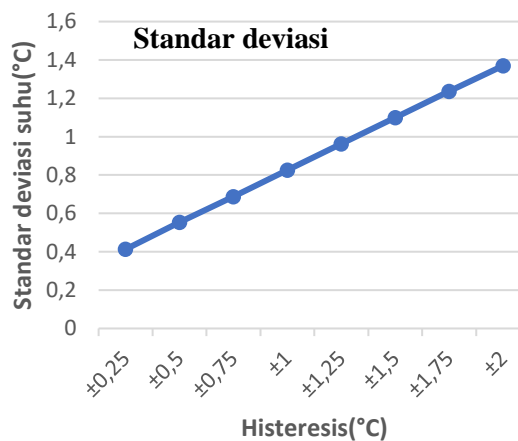
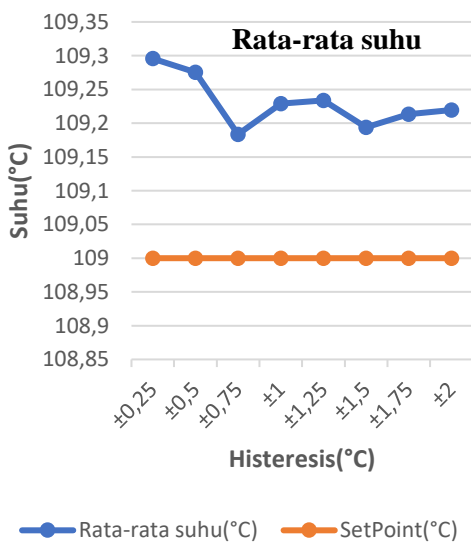
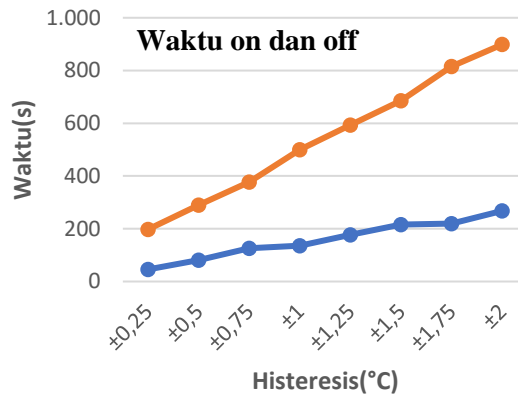
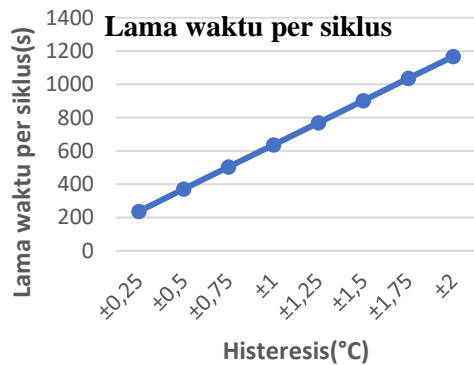
LAMPIRAN 11

Pengambilan data dalam bentuk grafik

A. Perhitungan awal(0,25-2,00)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengunsumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



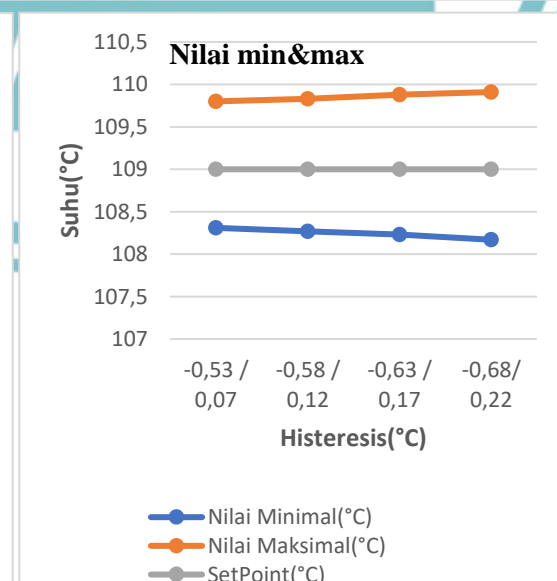
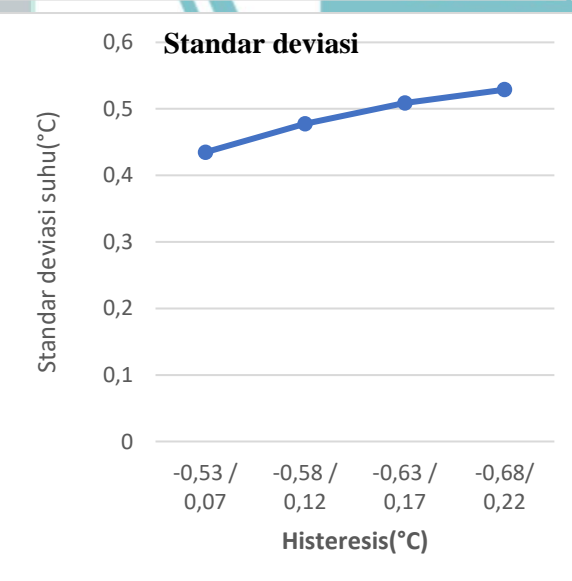
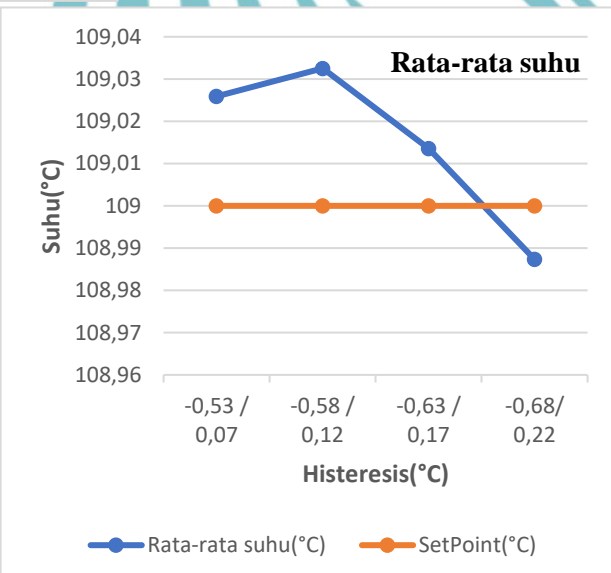
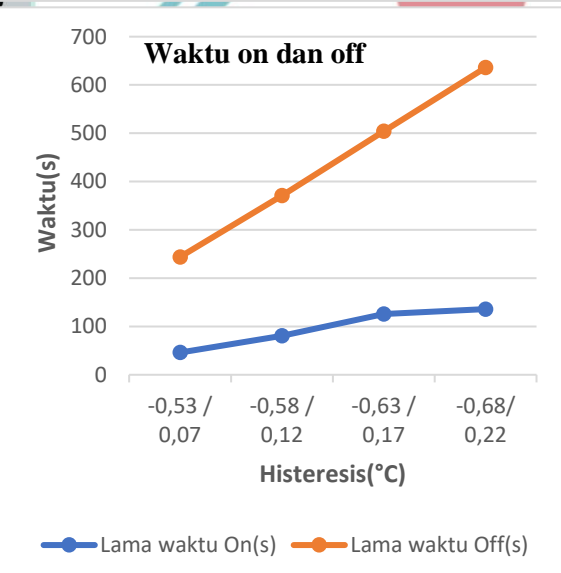
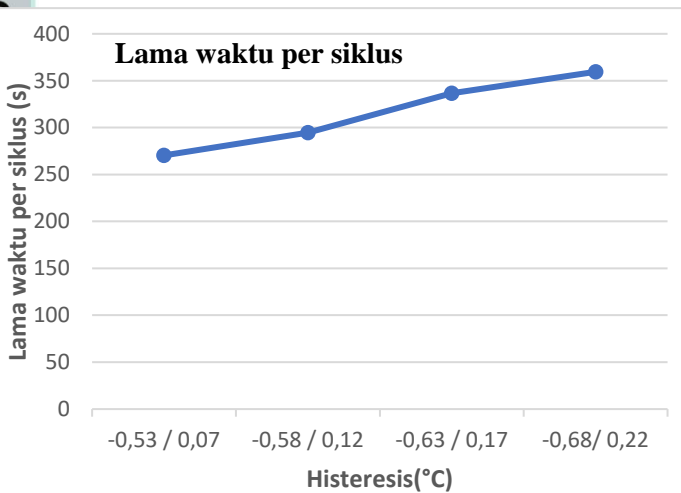


Hak Cipta Negeri Jakarta

Perhitungan kedua(0,3-0,45)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### LAMPIRAN 12

#### Variasi Warna Hasil Gliserol



(dari kanan ke kiri) coklat, coklat dengan bercak hitam, coklat kehitaman

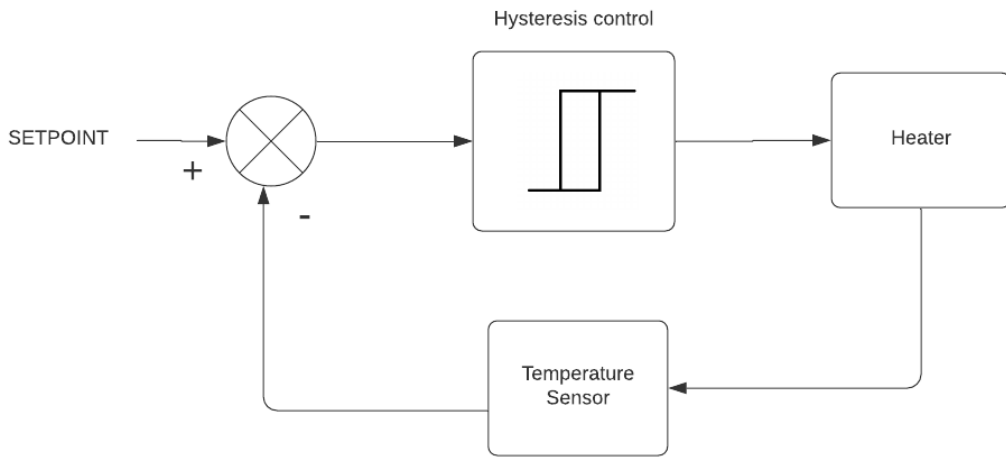
POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengunumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### LAMPIRAN 13

#### Block Diagram Kontrol Heater



#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

## BIODATA MAHASISWA

Nama Lengkap : Rafirvan  
 NIM : 1802322010  
 Tempat, Tanggal Lahir : Balikpapan, 18 September 2000  
 Jenis Kelamin : Laki-laki  
 Alamat : PC6C No 114B Komplek Perumahan Badak LNG,  
 Kelurahan Satimpo, Kecamatan Bontang Selatan,  
 Bontang, Kalimantan Timur  
 Email : [rafirvan@gmail.com](mailto:rafirvan@gmail.com)  
 Pendidikan  
 SD (2006 – 2012) : SD Patra Dharma 3 Balikpapan  
 SMP (2012 – 2015) : SMP Negeri 1 Kota Balikpapan  
 SMA (2015 – 2018) : SMA Semesta Semarang  
 8. Program Studi : Teknik Konversi Energi  
 9. Bidang Peminatan : *Electrical & Instrumentation*  
 10. Topik Tugas Akhir : Sistem Kontrol proses otomatisasi untuk Unit  
 Evaporator Pemurnian Gliserol berbasis  
 Arduino

### © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**POLITEKNIK  
 NEGERI  
 JAKARTA**