

PROYEK AKHIR

**REDESAIN SISTEM KELISTRIKAN PADA
SIMULASI SISTEM REFRIGERASI *CASCADE***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I Komang Widana

NIM. 1915223025

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN
DAN TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

REDESAIN SISTEM KELISTRIKAN PADA SIMULASI SISTEM REFRIGERASI *CASCADE*

Oleh

I Komang Widana

NIM. 1915223025

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

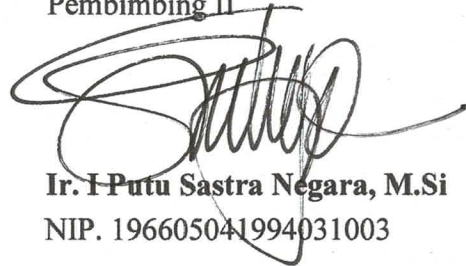
Disetujui oleh:

Pembimbing I



Ir. I Wayan Adi Subagia, MT
NIP. 196211241990031001

Pembimbing II



Ir. I Putu Sastra Negara, M.Si
NIP. 196605041994031003



Disahkan oleh:

Ketu Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.

NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

REDESAIN SISTEM KELISTRIKAN PADA SIMULASI SISTEM REFRIGERASI *CASCADE*

Oleh

I Komang Widana

1915223025

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk
dapat dicetak sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/ tanggal:

Senin/29 Agustus 2022


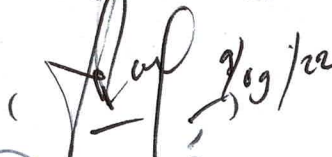
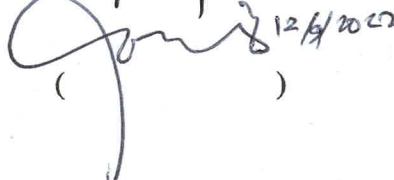
Tim Penguji

Ketua Penguji : Dr. Luh Putu Ike Midiani, ST., MT
NIP : 1972060221999032002

Penguji I : Dr. Ida Ayu Anom Arsani, S.Si., M.Pd
NIP : 197008191998022001

Penguji II : I Ketut Adi, S.T., M.T
NIP : 196308251991031001

Tanda Tangan

( 29/8/22)
( 29/8/22)
( 29/8/2022)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Komang Widana
NIM : 1915223025
Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
Judul Proyek Akhir : Redesain Sistem Kelistrikan Pada Simulasi Sistem Refrigerasi *Cascade*

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang – undangan yang berlaku.

Badung, 29 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



I Komang Widana

NIM. 1915223025

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara
5. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Ir. I Putu Sastra Negara, M.Si., selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk kakak tercinta yang telah memberikan dukungan dan perhatian kepada penulis.

10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2022 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat yang selalu bersama, terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.
12. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Buku Proyek Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 29 Agustus 2022

I Komang Widana

ABSTRAK

Sistem refrigerasi *cascade* merupakan sistem refrigerasi kompresi uap yang terdiri dari dua siklus refrigerasi yang dihubungkan seri menggunakan penukar kalor (*heat exchanger*). Sistem ini dapat mencapai temperatur evaporasi sangat rendah, sehingga pendinginan suatu bahan yang membutuhkan suhu rendah dapat dipenuhi tanpa harus menggunakan mesin dengan kapasitas besar.

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi sistem kelistrikan untuk penggambaran *wiring diagram* awal dan bagaimana cara kerja sistem kelistrikan, penggambaran *wiring diagram* baru dengan penambahan komponen *time delay relay*, kontaktor dan kontrol temperatur untuk mengatur temperatur yang diperlukan. Redesain system kelistrikan ini dilaksanakan di Laboratorium Refrigerasi, Politeknik Negeri Bali.

Hasil dari redesain *wiring diagram* sistem kelistrikan menggunakan rangkaian kontrol dan rangkaian utama yang berbeda agar mudah dalam mengevaluasi jika terjadi kerusakan, dan kontrol temperatur yang digunakan kontrol temperatur digital dengan *setting* nilai suhu -20°C dan nilai diferensial 5.

Kata kunci: sistem refrigerasi *cascade*, *wiring diagram*, kontrol temperatur.

REDESIGN SYSTEM ELECTRICITY ON SIMULATION SYSTEM REFRIGERATION CASCADE

ABSTRACT

System refrigeration cascade is system refrigeration compression steam which consists of two cycles refrigeration connected in series using a heat exchanger. This system can achieve temperature evaporation very low, so that the cooling of materials which requires low temperature can be fulfilled without having to using a machine with a large capacity.

The purpose of this study is to evaluate the electrical system for drawing the initial wiring diagram and how the electrical system works, drawing new wiring diagrams and adding time delay relay, contactor and temperature control to regulate the required temperature.

The results of the redesign of the electrical system wiring diagram using different control circuits and main circuits to make it easy to evaluate if there is damage and temperature control is used digital temperature control by setting a temperature value of -20°C and a differential of 5

Keywords: *system refrigeration cascade, wiring diagrams, control temperature*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini yang berjudul “Redesain Sistem Kelistrikan Pada Simulasi Sistem Refrigerasi *Cascade*” tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Buku Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 29 Agustus 2022

I Komang Widana

DAFTAR ISI

Sampul	i
Halaman Judul	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Persetujuan	iv
Pernyataan Bebas Plagiat	v
Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak dalam Bahasa Indonesia.....	viii
<i>Abstract</i> dalam Bahasa Inggris.....	ix
Kata Pengantar.....	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar Gambar	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan umum	2
1.4.2 Tujuan khusus.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.5.1 Bagi penulis.....	2
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali	3
1.5.3 Bagi masyarakat	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Pengertian Refrigerasi	4
2.2 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap.....	4
2.3 Sistem Refrigerasi <i>Cascade</i>	6
2.4 Komponen Utama Pada Sistem Refrigerasi <i>Cascade</i>	8

2.4.1	Kompresor.....	8
2.4.2	Kondensor	9
2.4.3	Alat ekspansi	10
2.4.4	Evaporator	10
2.4.5	<i>Condensor cascade (heat exchanger)</i>	10
2.5	Komponen Tambahan Pada Sistem Refrigerasi <i>Cascade</i>	11
2.5.1	<i>Pressure gauge</i>	11
2.5.2	<i>Filter dryer</i>	11
2.5.3	<i>Shut-off valve</i>	12
2.6	Komponen Kelistrikan Pada Sistem Refrigerasi <i>Cascade</i>	12
2.6.1	MCB (<i>Mini Circuit Breaker</i>).....	12
2.6.2	TDR (<i>Time Delay Relay</i>)	13
2.6.3	<i>Selector switch</i>	13
2.6.4	<i>Relay</i>	13
2.6.5	Kontaktor	14
2.6.6	Lampu indikator	14
2.6.7	Kontrol temperatur	14
2.7	Daya Aktual Yang Dibutuhkan Sistem Cascade	15
2.8	Refrigeran Sistem Refrigerasi <i>Cascade</i>	15
BAB III METODE PENELITIAN		16
3.1	Jenis Penelitian.....	16
3.2	Alur Penelitian	16
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	18
3.4	Penentuan Sumber Data	18
3.5	Sumber Daya Penelitian	18
3.6	Instrumen Penelitian.....	19
3.7	Prosedur Penelitian.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Hasil	21
4.1.1	<i>Wiring Diagram</i>	22
4.1.2	Hasil Sebelum Redesain	23

4.1.3 Hasil Setelah Redesain.....	24
4.2 Pembahasan	25
BAB V PENUTUP	27
5.1 Kesimpulan.....	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi pada kompresor <i>low stage</i>	9
Tabel 2.2 Spesifikasi kompresor <i>high stage</i>	9
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian Proyek Akhir	18
Tabel 3.2 Data hasil pengukuran	20
Tabel 4.1 Data hasil pengukuran	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Refrigerasi Dengan Siklus Kompresi Uap.....	5
Gambar 2.2 Siklus Kompresi Uap	6
Gambar 2.3 Sistem Kompresi Uap <i>Cascade</i>	6
Gambar 2.4 Diagram P-h Sistem Refrigerasi <i>Cascade</i>	7
Gambar 2.5 Kompresor Hermetic.....	8
Gambar 2.6 <i>Air Cooled Condenser</i>	9
Gambar 2.7 Pipa Kapiler.....	10
Gambar 2.8 <i>Evaporator Fin And Tube</i>	10
Gambar 2.9 <i>Condenser Cascade (Heat Exchanger)</i>	11
Gambar 2.10 <i>Pressure Gauge</i>	11
Gambar 2.11 <i>Filter Dryer</i>	12
Gambar 2.12 Shut-off Valve	12
Gambar 2.13 MCB (<i>Mini Circuit Breaker</i>).....	12
Gambar 2.14 TDR (<i>Time Delay Relay</i>)	13
Gambar 2.15 <i>Selector Switch</i>	13
Gambar 2.16 Relay	13
Gambar 2.17 Kontaktor.....	14
Gambar 2.18 Lampu indikator	14
Gambar 2.19 Kontrol temperatur.....	14
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.....	17
Gambar 3.2 Tang amper.....	19
Gambar 3.3 <i>Stop watch</i>	20
Gambar 4.1 <i>Wiring</i> diagram awal.....	22
Gambar 4.2 Rangkaian Kontrol.....	22
Gambar 4.3 Rangkaian Utama	23
Gambar 4.4 Sebelum redesain.....	23
Gambar 4.5 Pemasangan instalasi	24
Gambar 4.6 Setelah Redesain.....	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Maraknya perkembangan sistem refrigerasi dari tahun ke tahun mengharuskan manusia untuk berpikir kreatif mengenai sistem refrigerasi dan tata udara yang saat ini mulai banyak dipergunakan di industri maupun rumah tangga. Selain itu, sistem refrigerasi sangat penting untuk menunjang atau mendukung sebuah perusahaan untuk mencapai kebutuhan, seperti mengkondisikan temperatur di sebuah ruangan, menyimpan atau mengawetkan berbagai bahan makanan dan obat-obatan, masih banyak lagi hal-hal yang diperlukan oleh perusahaan mengenai tentang sistem refrigerasi dan tata udara. Maka dari itu sistem refrigerasi dan tata udara sangat penting di sebuah perusahaan dan dikalangan masyarakat.

Sistem refrigerasi *cascade* digunakan untuk menyimpan atau mengawetkan bahan-bahan pada industri. Sistem ini dapat mencapai temperatur evaporasi sangat rendah. Dengan menggunakan sistem refrigerasi *cascade*, pendinginan suatu bahan yang membutuhkan suhu rendah dapat dipenuhi tanpa harus menggunakan mesin dengan kapasitas yang besar.

Simulasi sistem kelistrikan pada simulasi sistem refrigerasi *cascade* 2 tingkat yang berada di laboratorium refrigerasi tidak memiliki *wiring diagram* sistem kelistrikan dan penambahan kontrol temperatur agar mendapatkan sistem kontrol temperatur yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana *wiring diagram* dari sistem kelistrikan refrigerasi *cascade*?
- b. Bagaimana kontrol temperatur pada sistem refrigerasi *cascade*?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan proyek akhir ini hanya dibatasi permasalahannya pada sistem kelistrikan dari simulasi sistem refrigerasi *cascade*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan proyek akhir “Redesain sistem kelistrikan pada simulasi sistem refrigerasi *cascade*” dapat dijelaskan secara umum dan secara khusus.

1.4.1 Tujuan umum

Untuk tujuan penulisan proyek akhir ini yang dapat di jelaskan secara umum bertujuan untuk:

Adapun tujuan umum dari penulisan proyek akhir ini adalah untuk memenuhi nilai tugas akhir dan syarat kelulusan dari program studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali

1.4.2 Tujuan khusus

Untuk tujuan penulisan proyek akhir ini dapat dijelaskan secara khusus bertujuan untuk:

- a. Untuk mengetahui *wiring diagram* instalasi kelistrikan pada sistem refrigerasi *cascade*
- b. Agar dapat mengatur kontrol temperatur sesuai temperatur yang diperlukan

1.5 Manfaat Penelitian

Penulis berharap dengan adanya penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1.5.1 Bagi penulis

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan bagi penulis tentang sistem refrigerasi *cascade*.

2. Dengan adanya penelitian ini penulis dapat menerapkan ilmu yang telah dipelajari selama mengikuti pelajaran di Politeknik Negeri Bali khususnya Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

1. Dapat menambah koleksi bacaan dan dapat dipergunakan sebagai acuan bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali.
2. Hasil redesain sistem kelistrikan ini nantinya diharapkan dapat menambah wawasan mahasiswa Jurusan Teknik Pendingin dan Tata Udara.

1.5.3 Bagi masyarakat

1. Hasil *wiring diagram* dan cara kerja sistem kelistrikan dapat menjadi pengetahuan yang baru bagi banyak kalangan masyarakat.
2. Agar masyarakat mengetahui cara kerja kontrol temperatur pada sistem refrigerasi *cascade*

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan diatas penulis dapat menyimpulkan Redesain Sistem Kelistrikan Pada Simulasi Sistem Refrigerasi *Cascade* ini adalah sebagai berikut:

1. *Wiring* diagram sistem kelistrikan menggunakan rangkaian kontrol dan rangkaian utama yang berbeda, agar mudah dalam mengevaluasi jika terjadi kerusakan.
2. Kontrol temperatur sistem kelistrikan pada simulasi sistem refrigerasi *cascade* menggunakan kontrol temperatur digital dengan *setting* nilai suhu -20°C dan nilai diferensial 5

5.2 Saran

Dalam penataan kabel sebaiknya menggunakan pelindung kabel spiral agar kabel tidak terkelupas dan selalu perhatikan sambungan pada komponen kelistrikan agar tidak terjadi percikan api.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Wahyudi, 2016. *Fungsi Termostat*. Terdapat pada: <https://www.tptumetro.com/2021/09/thermostat-stc-1000-fungsi-bagian/>. Diakses tanggal 19 Juni 2022
- Abdillah, 2022. *Rumus Menghitung Daya Listrik*. Terdapat pada: <https://rumusrumus.com/rumus-daya-listrik/>. Diakses tanggal 8 Februari 2022.
- Gregoriusagung, 2010. *Mesin Pendingin Siklus Kompresi Uap*. Terdapat pada: <https://gregoriusagung.wordpress.com/2010/12/11/mesin-pendingin-siklus-kompresi-uap/>. Diakses tanggal 2 Januari 2022.
- IWijaya, 2020. *Pengertian refrigerasi*. Terdapat pada: [http://eprints.ltn.ac.id/BAB II.pdf](http://eprints.ltn.ac.id/BAB%20II.pdf). Diakses tanggal 5 Maret 2022.
- Muchlisin Riadi, 2019. *Komponen dan Prinsip Kerja Refrigerasi*. Terdapat pada: <https://www.kajianpustaka.com/2019/05/komponen-dan-prinsip-kerja-refrigerasi/>. Diakses tanggal 5 Januari 2022.
- Perkasa, A.D. 2015. *Sistem Refrigerasi Cascade*. Terdapat pada: <https://media.neliti.com/193478-ID-performansi-sistem-refrigerasi-cascade-m.pdf>. Diakses tanggal 2 Januari 2022.
- Putri, 2022. *Pengertian, Fungsi dan Cara Kerja Kontaktor*. Terdapat pada: <https://blog.elevenia.co.id/kontaktor-listrik/>. Diakses tanggal 28 Juli 2022.