

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN *COLD ROOM* UNTUK PRODUK
SAYURAN DENGAN KAPASITAS KOMPRESOR 1 PK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

DEWA GEDE TRIANA SUKMA PRAMANA

NIM. 2215223024

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI BALI

2025

ABSTRAK

Cold room merupakan solusi penyimpanan yang efektif untuk menjaga kesegaran produk hortikultura seperti sayuran, dengan mengendalikan suhu dan kelembaban secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah *cold room* skala kecil menggunakan sistem refrigerasi kompresi uap dengan kapasitas kompresor 1 Pk dan refrigeran R-410A. *Cold room* dirancang dengan dimensi 122 cm × 114 cm × 245 cm dan dilengkapi komponen utama seperti evaporator, kondensor, kipas sirkulasi, thermostat digital, serta sistem kontrol kelistrikan.

Proses perancangan melibatkan analisis beban pendinginan, pemilihan komponen, serta simulasi kinerja sistem menggunakan perangkat lunak *CoolPack*. Pengujian dilakukan dalam dua kondisi, yaitu tanpa beban dan dengan beban 100 kg. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menurunkan suhu ruangan hingga 2°C dalam waktu kurang dari satu jam dan menjaga suhu stabil di bawah 8°C, sesuai dengan standar penyimpanan sayuran.

Efisiensi sistem dievaluasi melalui perhitungan *Coefficient of Performance (COP)*, di mana diperoleh nilai *COP* aktual sebesar 3,455, yang menunjukkan kinerja sistem pendinginan yang baik. Total beban pendinginan maksimum mencapai 0,734 kW, mencakup beban dari dinding, infiltrasi udara, produk, dan peralatan listrik. *Cold room* ini diharapkan dapat menjadi solusi penyimpanan yang terjangkau dan efisien bagi pelaku usaha kecil dalam bidang pertanian.

Kata kunci: *cold room*, sistem refrigerasi, sayuran, kompresor 1 Pk, R-410A, *COP*.

COLD ROOM DESIGN FOR VEGETABLE PRODUCTS WITH A COMPRESSOR CAPACITY OF 1 PK

ABSTRACT

Cold room is an effective storage solution for maintaining the freshness of horticultural products such as vegetables by optimally controlling temperature and humidity. This study aims to design and construct a small-scale cold room using a vapor compression refrigeration system with a 1 HP compressor and R-410A refrigerant. The cold room was designed with dimensions of 122 cm × 114 cm × 245 cm and equipped with key components such as an evaporator, condenser, circulation fan, digital thermostat, and electrical control system.

The design process involved cooling load analysis, component selection, and performance simulation using CoolPack software. Testing was conducted under two conditions: without load and with a 100 kg vegetable load. The results showed that the system was able to reduce the room temperature to 2°C in less than one hour and maintain it below 8°C, meeting the storage standards for fresh vegetables.

The system's efficiency was evaluated through the calculation of the Coefficient of Performance (COP), with an actual COP value of 3.455, indicating good refrigeration performance. The total maximum cooling load reached 0,734 kW, comprising heat from walls, air infiltration, stored products, and electrical equipment. This cold room is expected to provide an affordable and efficient storage solution for small-scale agricultural businesses.

Keywords: cold room, refrigeration system, vegetables, 1 HP compressor, R-410A, COP.

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
TUGAS AKHIR	ii
LEMBARA PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
SURAT BEBAS PLAGIAT.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir.....	2
1.5 Manfaat Proyek Akhir.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Sistem Refrigerasi	4
2.2 <i>Cold Room</i>	4
2.3 Siklus Kompresi Uap	4
2.3.1 Siklus refrigerasi absorpsi	4
2.3.2 Sistem refrigerasi siklus udara	6
2.3.3 Termodinamika Sistem Refrigerasi	7

2.4	Penghitungan Beban Kalor	9
2.5	Komponen Utama Sistem Refrigerasi.....	13
2.5.1	Kompresor.....	13
2.5.2	Kondensor	13
2.5.3	Alat Ekspansi	14
2.5.4	Evaporator.....	14
2.6	Komponen Tambahan <i>Cold Room</i> Dengan Kompresor 1 Pk	15
2.7	Alat Ukur Yang Di Gunakan.....	18
2.8	Standar Dan Persyaratan Yang Relevan.....	19
2.9	Perhitungan Kapasitas Pendinginan.....	20
2.10	Diagram P-H R-104a	22
BAB III METODE PENELITIAN.....		25
3.1	Tahapan Penelitian	25
3.3.1	Gambar Design	25
3.3.2	Sistem Kelistrikan	26
3.2	Tahapan Pelaksanaan	27
3.3	Gambaran Umum Proyek Akhir	28
3.4	Peralatan yang digunakan	28
3.5	Komponen – Komponen.....	28
3.6	Metode Pelaksanaan Proyek Akhir	30
3.7	Lokasi Dan Waktu Pelaksanaan.....	30
BAB IV HASIL PEMBAHASAN.....		31
4.1	Hasil Rancang Bangun <i>Cold Room</i>	31
4.1.1	Proses Pembuatan Alat.....	31
4.2	Perhitungan Beban Pendinginan <i>Cold Room</i>	35

4.3	Perhitungan <i>Coefficient of Performance (COP)</i>	36
4.4	Pembahasan Dan Pengujian	38
4.4.1	Pengujian Tanpa Beban	38
4.4.2	Pengujian Dengan Beban 100 Kg	39
BAB V PENUTUP		41
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	SARAN	42
DAFTAR PUSTAKA		43
LAMPIRAN		44

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Proyek Akhir	30
Tabel 4.1 Rincian Beban Panas	36
Tabel 4.2 Pengujian Tanpa Beban.....	38
Tabel 4.3 Pengujian Dengan 100 Kg Beban.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Kompresi Uap.....	5
Gambar 2.2 Diagram Proses Siklus Kompresi Uap.....	5
Gambar 2.3 Siklus Absorsi Sumber;.....	5
Gambar 2.4 Daur Refrigerasi Carnot.....	7
Gambar 2.5 Perbandingan siklus aktual dan standar	9
Gambar 2.6 Mekanisme rambatan kalor melalui dinding.....	10
Gambar 2.7 Kompresor	13
Gambar 2.8 Kondensor.....	14
Gambar 2.9 Pipa Kapiler	14
Gambar 2.10 Evaporator	15
Gambar 2.11 Thermostat Digital.....	15
Gambar 2.12 Kontaktor	16
Gambar 2.13 MCB 1 Fasa.....	16
Gambar 2.14 Kipas Sirkulasi.....	17
Gambar 2.15 Refrigerant	17
Gambar 2.16 Tang Ampere.....	18
Gambar 2.17 Termokopel.....	18
Gambar 2.18 Manifold	19
Gambar 2.19 Diagram P-H R-104a.....	23
Gambar 3.1 Gambar Skema Perancangan	25
Gambar 3.2 Sistem Kelistrikan.....	26
Gambar 3.3 Tahapan Pelaksanaan	27
Gambar 4.1 Proses Pembuatan Rangka <i>Cold Room</i>	31
Gambar 4. 2 Pemasangan Isolasi Termal	32
Gambar 4.3 Proses Pelapisan Permukaan Interior.....	33
Gambar 4.4 Proses Pemasangan Evaporator	33
Gambar 4.5 Proses Instalasi Kelistrikan.....	34
Gambar 4.6 Pengujian Awal dan Pemeriksaan Fungsi.....	35
Gambar 4.7 <i>Cooling Demand for a Cold Room</i>	36

Gambar 4.8 perhitungan <i>Coefficient of Performance</i>	37
Gambar 4.9 Gambar Grafik Suhu <i>Cold Room</i> Tanpa Beban.....	38
Gambar 4.10 Gambar Grafik Suhu <i>Cold Room</i> Dengan 100 Kg Beban	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat keterangan bimbingan pembimbing 1	44
Lampiran 2 Surat keterangan layak ujian dosen pembimbing 1.....	45
Lampiran 3 Surat keterangan bimbingan pembimbing 2	46
Lampiran 4 Surat keterangan layak ujian dosen pembimbing 1.....	47
Lampiran 5 DATA PENGUKURAN DENGAN 100 KG BEBAN.....	48
Lampiran 6 DATA PENGUKURAN TANPA BEBAN	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris dengan produksi sayuran yang cukup melimpah. Namun, salah satu permasalahan utama dalam rantai pasok produk pertanian, khususnya sayuran, adalah tingginya tingkat kehilangan pascapanen akibat penyimpanan yang kurang optimal. Sayuran merupakan produk yang mudah mengalami kerusakan akibat perubahan suhu dan kelembaban yang tidak terkontrol, sehingga memerlukan sistem penyimpanan yang baik untuk mempertahankan kesegarannya.

Cold room atau ruang pendingin adalah salah satu solusi efektif dalam menjaga kualitas sayuran agar tetap segar dalam jangka waktu yang lebih lama. Teknologi ini bekerja dengan menjaga suhu dan kelembaban pada kondisi optimal, sehingga mampu memperlambat proses pembusukan dan mempertahankan nilai jual produk. Namun, pengembangan *cold room* yang efisien dan sesuai dengan skala usaha kecil hingga menengah masih menjadi tantangan, terutama dalam aspek desain, efisiensi energi, dan biaya operasional.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan perancangan dan pembangunan *cold room* modular dengan kapasitas kompresor 1 Pk untuk penyimpanan produk sayuran. *Cold room* ini dirancang agar dapat digunakan oleh pelaku usaha kecil, seperti petani dan pedagang sayur, yang membutuhkan sistem penyimpanan yang terjangkau namun tetap efektif dalam menjaga kualitas produk mereka. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan solusi yang aplikatif dan ekonomis dalam meningkatkan kualitas serta daya saing produk pertanian di pasar.

Penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem pendingin, termasuk efisiensi energi dan stabilitas suhu dalam *cold room*. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat dihasilkan desain *cold room* yang tidak hanya fungsional tetapi juga hemat energi, sehingga dapat diterapkan secara luas di sektor pertanian dan distribusi produk *hortikultura*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas maka ada beberapa hal yang menjadi permasalahan yang harus dibahas sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun *cold room* modular yang efisien untuk penyimpanan sayuran?
2. Seberapa besar efisiensi energi yang dapat dicapai dengan penggunaan kompresor berkapasitas 1 Pk?
3. Bagaimana pengaruh *cold room* terhadap kualitas dan masa simpan sayuran?

1.3 Batasan Masalah

1. *Cold room* yang dirancang hanya diperuntukkan untuk penyimpanan sayuran dengan kapasitas penyimpanan skala kecil.
2. Sistem pendinginan yang digunakan terbatas pada kompresor berkapasitas 1 Pk.
3. Penelitian ini hanya mencakup aspek teknis dan ekonomis dalam perancangan dan pembuatan *cold room*, tanpa membahas aspek distribusi dan pemasaran sayuran.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

1. Tujuan Khusus
 - a. Memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Mesin program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Bali.
 - b. Mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan, baik teori maupun praktik, di Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara. Mengaplikasikan ilmu-ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Bali, baik secara teori maupun praktik.
 - c. Menguji dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh dibangku kuliah dan menerapkan ke dalam bentuk pengujian performansi pada sistem yang telah dirancang.

2. Tujuan Umum

Merancang dan membangun *cold room modular* dengan kapasitas kompresor 1 Pk yang efisien dan sesuai untuk penyimpanan sayuran, guna mempertahankan kesegaran produk, mengurangi kerusakan pascapanen, dan memberikan solusi penyimpanan yang ekonomis bagi pelaku usaha kecil atau petani lokal.

1.5 Manfaat Proyek Akhir

Adapun manfaat yang didapat setelah melakukan Rancang Bangun *Cold Room* Untuk Produk Sayuran Dengan Kapasitas kompresor 1 Pk adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis
 - a. Dengan proyek akhir ini nantinya diharapkan dapat menambah wawasan tentang sistem *Cold Room* untuk produk sayuran dengan kapasitas kompresor 1 Pk.
 - b. Proyek akhir ini bermanfaat sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah di dapat selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali Khususnya di Program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara dan dapat mengaplikasikan teori serta mengembangkan ide – ide dan menuangkan langsung berdasarkan permasalahan yang ada di sekitar kita.
2. Bagi Politeknik Negeri Bali
 - a. Menambah informasi di perpustakaan Politeknik Negeri Bali.
 - b. Sebagai bahan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Pendingin dan Tata Udara yang dikemudian hari dapat dikembangkan lebih lanjut.
3. Bagi Masyarakat
 - a. Memberikan solusi penyimpanan yang efektif untuk mempertahankan kualitas produk, terutama bahan makanan, sehingga dapat memperpanjang masa simpan dan mengurangi potensi kerusakan.
 - b. Membantu masyarakat, terutama pelaku usaha kecil dan menengah, mendapatkan teknologi pendinginan yang efisien dan ekonomis.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, serta pengujian *cold room* untuk penyimpanan produk sayuran dengan kapasitas kompresor 1 PK, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Telah berhasil dirancang dan dibangun sebuah *cold room* modular dengan dimensi 122 cm × 114 cm × 245 cm menggunakan sistem refrigerasi kompresi uap dengan refrigeran R-410A. *Cold room* ini mampu menyimpan produk sayuran dengan kapasitas sekitar 100 kg.
2. Hasil perhitungan beban pendinginan menggunakan perangkat lunak CoolPack menunjukkan total beban pendinginan maksimum sebesar 0,734 kW, yang terdiri atas beban dari dinding, infiltrasi udara, produk sayuran, serta beban tambahan dari kipas dan lampu.
3. Kinerja sistem ditunjukkan melalui nilai Coefficient of Performance (COP) aktual sebesar 3,455, yang menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dan efisien, karena setiap 1 kW daya listrik yang digunakan mampu menghasilkan efek pendinginan sebesar 3,455 kW.
4. Hasil pengujian tanpa beban menunjukkan suhu ruang dapat mencapai 2°C dalam waktu kurang dari 30 menit dan stabil pada rentang 2°C – 8°C. Sementara itu, pengujian dengan beban 100 kg sayuran menunjukkan suhu dapat dicapai hingga 2°C dalam ±40 menit, serta mampu mempertahankan suhu di bawah 8°C, sesuai dengan standar penyimpanan produk hortikultura.
5. Secara keseluruhan, *cold room* dengan kapasitas kompresor 1 PK yang telah dirancang ini terbukti mampu bekerja secara efektif untuk penyimpanan sayuran skala kecil, serta dapat menjadi solusi penyimpanan yang ekonomis, efisien energi, dan aplikatif bagi pelaku usaha kecil di bidang pertanian.

5.2 SARAN

Agar sistem *cold room* ini dapat lebih optimal dan efisien dalam penerapan nyata, maka disarankan beberapa hal berikut:

1. Penggunaan insulasi dengan ketebalan lebih besar (10 cm) untuk meminimalkan perpindahan panas dari luar ruang, terutama jika digunakan di lingkungan bersuhu tinggi.
2. Pemasangan rak penyimpanan di dalam ruang *cold room* untuk mencegah kontak langsung produk dengan lantai dan meningkatkan sirkulasi udara.
3. Pemeliharaan sistem seperti pembersihan evaporator dan kondensor secara berkala harus dilakukan untuk menjaga kinerja dan efisiensi sistem.
4. Penggunaan sensor suhu dan kelembaban tambahan akan sangat membantu dalam menjaga kualitas penyimpanan dan pemantauan sistem secara real-time.
5. Sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan integrasi kontrol otomatis berbasis mikrokontroler dan sistem monitoring jarak jauh

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 01-6366-2000: Sistem dan Peralatan Pendingin – Syarat Umum*. Jakarta: BSN. Acuan standar nasional untuk sistem dan peralatan refrigerasi.
- Daily Guardian. (2024). Cold Storage Market Report 2024 – Surging Demand for Vaccines and Biologics Generates New Growth Opportunities in Cold Storage for Healthcare.
- Hundy, G. F., Trott, A. R., & Welch, T. C. (2008). *Refrigeration and air-conditioning* (4th ed.). Butterworth-Heinemann / Elsevier.
- Mayekawa Mfg. Co., Ltd. (2011). Development of Air Refrigeration System “PascalAir”. In *Proceedings of the JIME Annual Conference 2011*.
- Purwanto, Y. S., & Suprianto, F. D. (2015). *Perancangan Sistem Pendingin Absorpsi untuk Kendaraan Bermotor. Mechanova (Prosiding Teknik Mesin Universitas Kristen Petra)*, Vol. 3 (Gasal 2014–2015).
- Ramdan, N. J., Lukitobudi, A. R., & Pramudantoro, T. P. (2022). *Rancang Bangun Sistem Refrigerasi Kompresi Uap untuk Penyimpanan Buah Alpukat*. Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS), Vol. 13 No. 01, hlm. 340–345. DOI: 10.35313/irwns.v13i01.4289.
- Suyanto, S., & Setiawan, A. (2022). Pengaruh Variasi Evaporator Terhadap Unjuk Kerja Mesin Pendingin Menggunakan Refrigerant R-134a. *Marine Science and Technology Journal*, 3(1), 12–18. <https://doi.org/10.31331/maristec.v3i1.2245>
- Widodo, S., & Hasan, S. (2008). *Sistem Refrigerasi dan Tata Udara Jilid 1 untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional