

Design Models of Equipment Vapor Compression Refrigeration Cycle to Support Practicum Heat Engine and Fluid Engineering

****Hadimi, Joni Rahmadi, Dina Marlina, Rusadi, Edi Karyadi***

*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Pontianak
Jalan Ahmad Yani, Pontianak 78124*

**Corresponding author: had_imi@yahoo.co.id*

Abstract: *The learning method acts as an educational facility that functions to convey learning material to achieve learning goals. It takes creativity from lecturers and those responsible for the teaching and learning process, especially practicum. The results of the study entitled Design Models of Equipment Vapor Compression Refrigeration Cycle To Support Practicum Heat Engine And Fluid Engineering Subject produce a model of a practicum tool that can be used to carry out some practicum contents for refrigeration engines. This model of Vapor Compression Refrigeration Cycle can do several practicums in a refrigeration machine, namely looking for COP from a refrigeration machine, installing a refrigeration machine, incubating a refrigeration machine, pumping down a refrigeration machine and filling in a refrigerating machine.*

Keywords: *Model tools, Vapor Compression, Practicum*

Dalam proses mengajar, motivasi sangat penting. Metode belajar dapat memberikan motivasi dari luar (ekstrinsik) kepada siswa, sehingga siswa mudah mengikuti pelajaran. Kemampuan intelegensi siswa akan mempengaruhi kemampuan mereka untuk menyerap mata kuliah yang diberikan. Dengan menggunakan metode belajar tertentu, setiap siswa dapat menyerap pelajaran dengan baik. Dengan begitu, setiap dosen harus mengetahui metode pembelajaran terbaik yang dapat diterapkan.

Metode pembelajaran berfungsi sebagai fasilitas pendidikan dan membantu siswa mencapai tujuan belajar. Tanpa memperhatikan metode pembelajaran, materi pelajaran dapat menjadi kurang bernilai dan membuat siswa tidak tertarik untuk belajar. Selain itu, tanpa metode pembelajaran, guru akan menghadapi kesulitan untuk menyampaikan materi pelajaran. Akibatnya, tujuan belajar tidak tercapai.

Sebagai sebuah lembaga pendidikan vokasional, politeknik mempunyai ciri khas kurikulumnya mempunyai porsi praktikum sama atau bahkan lebih besar dari pada porsi teori. Kurikulum tersebut dibuat sedemikian dengan harapan agar mahasiswa atau alumni dari politeknik jika telah menyelesaikan kuliahnya merupakan SDM yang siap pakai dan benar-benar dibutuhkan oleh pasar kerja.

Program Studi Di luar Kampus Utama (PSDKU) Sanggau yang berada di bawah Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Pontianak merupakan bagian lembaga pendidikan yang melaksanakan proses pendidikan vokasional dibidang Teknik Mesin yang berada diluar kampus utama yaitu Kab. Sanggau. Sebagai prodi baru masih terdapat kekurangan khususnya dalam alat-alat praktikum. Beberapa mata kuliah praktikum harus dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Polnep. Dan jarak yang ditempuh juga sangat jauh di atas 200 km. Ini sangat menguras waktu, biaya maupun tenaga terutama untuk

mahasiswa yang ikut dalam praktikum mata kuliah tersebut.

Salah satu mata kuliah di PSDKU Sanggau yaitu Mesin-Mesin Kalor Dan Fluida mensyaratkan harus ada praktikum dalam proses pelaksanaannya. Teknik Refrigerasi dan Pengkondisian Udara merupakan salah satu materi yang terdapat dalam mata kuliah tersebut. Sedangkan untuk saat ini, alat praktikum Teknik Refrigerasi dan Pengkondisian Udara belum tersedia, dan diperkirakan mereka harus melakukan praktikum di Lab. Jurusan Teknik Mesin Polnep.

Berdasarkan latar belakang di atas, dibutuhkan kreativitas dari dosen maupun pihak yang bertanggung jawab terhadap kelancaran PBM di sana khususnya praktikum. Untuk itulah peneliti melalui skim penelitian ini akan membuat model alat praktikum Teknik Pendingin dan Tata Udara yang bisa dipakai untuk melengkapi pelaksanaan praktikum mata kuliah Mesin Kalor dan Fluida. Adapun judul penelitian ini adalah Pembuatan Model Alat Pendingin dan Tata Udara Siklus Refrigerasi Kompresi Uap untuk Menunjang Praktikum Mata Kuliah Mesin Kalor dan Fluida. Diharapkan dengan model alat praktikum ini mahasiswa dapat merangkai alat refrigerasi siklus refrigerasi kompresi uap, dapat mengukur temperature, tekanan, arus dan menghitung *Cooficient of Perfomance* (COP) dari mesin pendingin. Selain itu alat ini juga dapat pakai untuk melakukan praktek pengisian refrigerant pada alat refrigerasi.

Penelitian sebelumnya berfungsi untuk analisa dan memperkaya pembahasan penelitian, serta membedakannya dengan penelitian yang sedang dilakukan. Dalam penelitian ini disertakan beberapa penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan konsep pengukuran *Cooficient of Perfomance* (COP) dari mesin refrigrerasi.

Studi tahun 2016 oleh Gritis Al Hasbi, Untung Budiarto, dan Wilma Amiruddin di Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro tentang Analisa Unjuk Kerja Desain Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Pada Kapal Ikan Ukuran 5 GT di Wilayah Rembang. Dalam penelitian ini dilakukan analisa terhadap COP terhadap mesin refrigerasi yang dipasang di palka kapal. Setiap komponen refrigerasi pada siklus refrigerasi kompresi uap ini dihitung yaitu pada kompresor, kondenser, katup ekspansi dan evaporator. Refrigeran yang digunakan R124a.

Penelitian tentang Penentuan Efisiensi Dan Koofisien Prestasi Mesin Pendingin Merek Pnasonic CU5PC05NKJ ½ PK oleh Piarah, W. H., Hamzah, F., & Amrullah, A. pada tahun 2013. Penelitian ini dimulai dengan memasang dan mengaktifkan unit split AC di sebuah ruangan. Kemudian, pada titik setelah evaporator, kompresor, kondensor, dan katup ekspansi, dilakukan pengukuran tekanan dan suhu. Setelah pengukuran selesai, perhitungan prestasi mesin pendingin dilakukan.

Studi yang dilakukan oleh Haryadi adalah tentang simulasi sistem penyejuk udara berdaya rendah dengan turbin dua fasa dan optimisasi penyejuk udara. 2012, lulus dari Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung di Bandung. Penelitian ini menggunakan metode yang sama—mengganti katup ekspansi dengan turbin dua fasa untuk memperoleh daya kembali—dan melakukan simulasi menggunakan perangkat lunak Aspen 11. Selain itu, sifat-sifat pendingin diperoleh menggunakan perangkat lunak Refprop. Nilai COP untuk masing-masing jenis pendingin dapat dilihat dalam penelitian ini.

Dalam program Magister Teknik Mesin di Universitas Udayana pada tahun 2010, Komang Metty Trisna Negara, Hendra Wijaksana, Nengah Suarnadwipa, dan Made Sucipta melakukan penelitian tentang analisis

kinerja sistem pendingin ruangan dan efisiensi energi listrik sistem pendingin air dengan penerapan metode penyimpanan energi yang didinginkan. Dalam penelitian ini, fungsi evaporator digantikan oleh kotak penyimpanan energi yang didinginkan (CES). Modifikasi ini menggabungkan sistem AC dengan AHU dengan menggunakan evaporator sebagai sumber pendinginan. Pompa mengalirkan air dingin ke AHU dan kemudian digunakan untuk mendinginkan ruangan. Dilakukan perbandingan antara dua metode untuk mengoperasikan sistem AC dan AHU. Dalam metode pertama, sistem AC dan AHU dioperasikan secara bersamaan; dalam metode kedua, air di kotak CES didinginkan sampai temperatur yang hampir sama dengan metode pertama; setelah itu, sistem AC dimatikan dan AHU diaktifkan untuk menurunkan suhu ruangan.

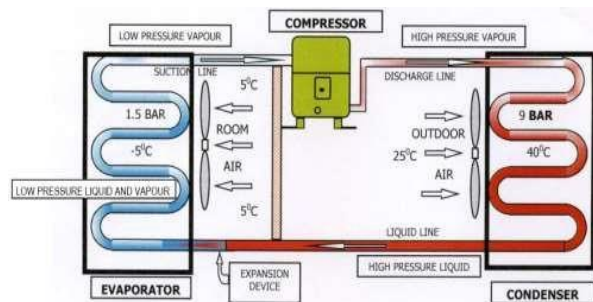
Sistem Refrigerasi Kompresi Uap.

Pada teknik refrigerasi ini, panas diambil dari ruangan dan dibuang ke lingkungan menggunakan refrigerant yang dialirkan di dalam pipa-pipa. Selama mengambil dan membuang panas refrigerant ini berubah fasa. Karena siklus yang dipakai adalah tertutup maka refrigerant yang dipakai sebagai agen pengambil dan pembuang panas tidak hilang, kecuali terjadi kebocoran di system.

Tidak ekonomis untuk membuang refrigerant uap ke udara bebas. Selain itu, metode ini mahal dan berpotensi mencemari udara. Untuk melakukan hal ini, kompresor tidak membuang refrigerant uap yang menguap (evaporasi) ke udara langsung. Sebaliknya, kompresor mengumpulkan dan menghisap kembali refrigerant uap, yang kemudian dimampatkan atau dinaikkan tekanannya sampai suhunya mencapai titik tertentu (di atas suhu lingkungan). Setelah mencapai titik ini, refrigerant uap diembunkan kembali, atau

kondensasi, kembali ke bentuk cair dan siap untuk diuapkan lagi di evaporator.

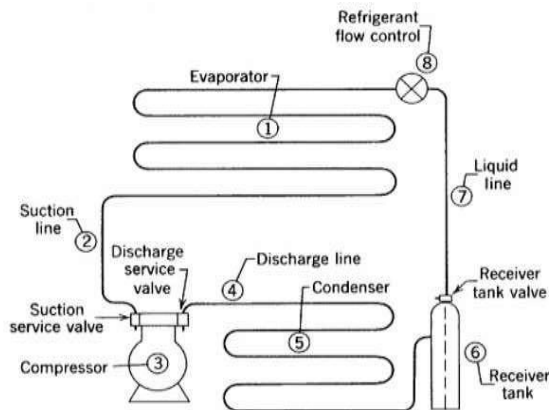
Dengan cara ini, diperoleh penghematan yang luar biasa dan tidak lagi diperlukan tanki tandon untuk mencatu refrigerant cair. Proses kondensasi refrigerant uap membutuhkan condenser, sebuah wadah khusus yang mengembunkan refrigerant uap.



Gambar.1 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap

Fluida penukar kalor, juga dikenal sebagai refrigeran, bersirkulasi secara terus menerus dalam sistem kompresi uap. Refrigeran selalu berubah wujud dari uap ke cairan sebelum kembali ke uap selama proses sirkulasi. Proses ini terjadi pada tekanan tinggi dan tekanan rendah. Kompresor melakukan efek kompresi, yang menjadikan sistem refrigerasi ini dikenal sebagai sistem kompresi uap.

Komponen Sistem Refrigerasi Dan Fungsinya. Diagram alir sederhana dari sistem kompresi uap ditunjukkan pada Gambar 2. Empat komponen utama yang saling berhubungan dan berfungsi dalam siklus pendinginan terdiri dari sistem pendinginan kompresi uap: 1. Evaporator untuk melakukan proses evaporasi uap pendinginan; 2. Kompresor untuk meningkatkan tekanan uap pendinginan; dan 4. Katup ekspansi untuk menurunkan tekanan uap pendinginan yang masuk ke evaporator, merupakan salah satu bagian dapat menghentikan efek refrigerasi.



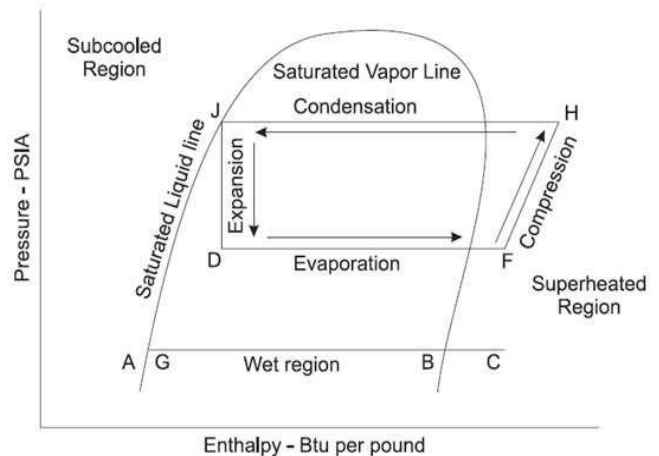
Gambar 2. Diagram Alir Sistem Refrigerasi Kompresi Uap

Transfer panas terjadi melalui permukaan evaporator (1). Penguapan refrigerant cair yang mengalir di dalam koil evaporator memungkinkan panas yang terkandung di udara dan produk makanan yang ada di dalam ruang diserap. Suction line (2) terletak di sisi tekanan rendah kompresor dan menyalurkan uap bertekanan rendah dingin dari evaporator ke katup hisap kompresor. Kompresor (3) adalah bagian penting dari sistem pengering kompresi uap, menghisap uap dingin dari evaporator dan meningkatkan suhu dan tekanan uap hingga suatu titik di mana uap dingin dapat mengembun dengan mudah pada kondisi media kondensasi normal. Kemudian, katup tekan kompresor menyalurkan uap bertekanan. Dengan transfer panas yang dilakukan oleh kondensator (5) melalui luas permukaannya, energi panas dari refrigerant dapat dipindahkan ke media kondensasi, untuk menyimpan atau mengumpulkan refrigerant cair yang sudah mengembun di kondensator. Dengan cara ini, catu refrigerant cair ke evaporator dapat tetap konsisten saat diperlukan. Pada sisi masuk katup ekspansi, saluran cair (7) membawa refrigerant cair ke pengendali refrigerant dari tangki penerima. Pengendali refrigerant cair (8) mengontrol jumlah refrigerant cair yang akan diuapkan di evaporator dan mengurangi

tekanan yang masuk. Ini memungkinkan refrigerant cair untuk diuapkan pada suhu yang lebih rendah yang diinginkan pengguna.

Diagram Siklus Refrigerasi Kompresi Uap.

Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang mesin refrigerasi kompresi uap, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut bukan hanya tentang proses tertentu yang membentuk siklus, tetapi juga hubungan antara berbagai proses dan bagaimana perubahan pada satu proses berdampak pada proses lainnya selama siklus. Untuk mempelajarinya dengan mudah diperlukan suatu grafik yang dikenal dengan ph Diagram. ph diagram adalah suatu diagram yang merepresentasi siklus refrigerasi kompresi uap ke dalam grafik yang sumbu axisnya adalah tekanan dan ordinatnya adalah enthalpy. Dibawah ini adalah bentuk ph diagram dimana siklus refrigerasi kompresi uap diplotkan.



Gambar 3. Siklus refrigerasi kompresi uap yang diplotkan pada ph diagram

Seperti diketahui pada bab sebelumnya yaitu terdapat beberapa komponen utama dalam system refrigerasi kompresi uap. Masing-masing proses yang terjadi pada komponen tersebut dapat dilihat pada ph Gambar 3.

Proses Ekspansi. Bagian 3 mengasumsikan bahwa refrigerant tidak

mengalami perubahan selama perjalanan dari condenser ke katup ekspansi. Oleh karena itu, ketika refrigerant mencapai katup ekspansi (titik D), tekanan cair refrigerant langsung turun karena proses ekspansi adiabatic, yang berarti entalpi tidak berubah. Akibatnya, garis ekspansi adiabatic dari titik J ke titik D adalah garis lurus.

Proses Evaporasi. Di evaporator, refrigerant cair menguap dari titik D hingga titik F. Karena penguapan terjadi pada suhu dan tekanan konstan, proses DF dikenal sebagai isothermal dan isobar. Pada titik F, penguapan refrigerant selesai, sehingga kondisinya disebut saturasi pada suhu dan tekanan penguapan. Garis DF biasanya disebut sebagai q_e atau efek penyejuk. Dilihat dari ph diagram, refrigerating effect (q_e) dapat dicari dengan mengurangi enthalpy keluar dari evaporator terhadap enthalpy masuk evaporator atau dapat ditulis menjadi:

$$q_e = h_F - h_D \quad (1)$$

Proses Kompresi. Karena kompresor menghisap saturasi uap yang dihasilkan dari evaporasi di evaporator, proses pemanasan disebut proses pemanasan saturasi, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 7.1. Garis FH menunjukkan proses kompresi yang dilakukan oleh kompresor. Pertama, kompresor meningkatkan tekanan dan suhu refrigerant uap yang dihisap oleh katub suction, kemudian mengkompresi uap hingga tekanan tertentu yang disebut tekanan kondensasi, atau titik H, karena tidak ada perubahan entropi, proses kompresi ini disebut proses kompresi isentropik.. q_w juga dapat dicari dengan mengurangi enthalpy pada discharge kompresor terhadap enthalpy pada suction kompresor atau dapat ditulis menjadi:

$$q_w = h_H - h_F \quad (2)$$

Hasil dari penyerapan panas kompresor, kondisi refrigerant uap yang dimampatkan oleh kompresor menghasilkan uap panas lanjut dengan suhu di atas saturasi pada tekanan kondensasi. Suhu uap panas lanjut harus diturunkan sampai suhu saturasi, yang sesuai dengan tekanan kondensasi, sebelum uap dapat diembunkan atau kondensasi.

Proses Kondensasi. Dalam kondensor, biasanya terjadi proses panas sensibel HI dan panas laten IJ. Uap panas lanjut yang berasal dari kompresor menurun hingga mencapai suhu kondensasi dan kemudian mengembun. Proses IJ biasanya terjadi di saluran uap panas dan di bagian atas kondensor. Uap saturasi adalah kondisi refrigerant pada titik I pada suhu dan tekanan kondensasi, dan proses IJ adalah kondensasi uap saturasi di kondensor. Ketika kondensasi terjadi pada suhu dan tekanan konstan, garis IJ sejajar dengan garis tekanan dan suhu, dan panas yang dibuang ke media kondensasi adalah q_c .

$$\text{Atau } q_c = q_e + q_w = h_H - h_J \quad (3)$$

Bila kapasitas refrigerasi yang diinginkan adalah Q_e , maka besarnya refrigerant yang harus dialirkan dalam system adalah:

$$m = \frac{Q_e}{q_e}$$

Kapasitas kondensasi yang dihasilkan adalah:

$$Q_c = m \cdot q_c$$

Kapasitas kompresi adalah: $Q_w = m \cdot q_w$

Coefficient Of Perfomance (COP).

Koefisien unjuk kerja siklus (COP) atau EER adalah ukuran yang menunjukkan jumlah energi yang diserap dari udara ruang dan digunakan untuk mengkompresi uap di kompresor. Angka hasil perbandingan ini digunakan untuk menunjukkan kualitas unjuk kerja sistem pemanas.

$$COP = \frac{q_e}{q_w}$$

Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Untuk mendukung pelaksanaan proses pembelajaran praktikum Mesin-Mesin Kalor dan Fluida khususnya sistim pendingin di Laboratorium; dan (2) Meningkatkan motivasi dan berkreasi bagi dosen dan teknisi di laboratorium teknik mesin.

Manfaat Penelitian. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan proses pengembangan belajar mengajar khususnya mata kuliah Mesin-Mesin Kalor dan Fluida lebih cepat dan akurat. Dengan demikian kompetensi mahasiswa terkait Mesin-Mesin Kalor menjadi lebih meningkat.

METODE DAN BAHAN

Tempat Pelaksanaan Penelitian.

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin, Prodi D3 Teknologi Mesin PSDKU Sanggau Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Pontianak.

Alat dan Bahan yang Digunakan. Alat pembuatan model. Alat yang digunakan untuk pembuatan model terdiri: (a) Alat alat potong, bending dan flaring untuk pipa. Alat ukur yang digunakan untuk memotong, membengkokan dan memperbesar lubang dari pipa yang akan digunakan untuk model Alat Praktikum Teknik Pendingin Dan Pengkondisian udara. (b) Las Gas. Digunakan untuk menyambung pipa pipa pendingin yang akan digunakan untuk model Alat Praktikum Teknik Pendingin Dan Tata Udara; (c) Bor dan Gerinda Tangan. Digunakan untuk membuat lubang dan membersihkan beberapa bagian dari model Alat Praktikum Teknik Pendingin Dan Tata Udara; (d) Pengulir Pipa. Digunakan untuk membuat ulir yang akan digunakan untuk memasang alat ukur dan beberapa bagian penyambungan dari model Alat Praktikum Teknik Pendingin Dan Tata Udara.

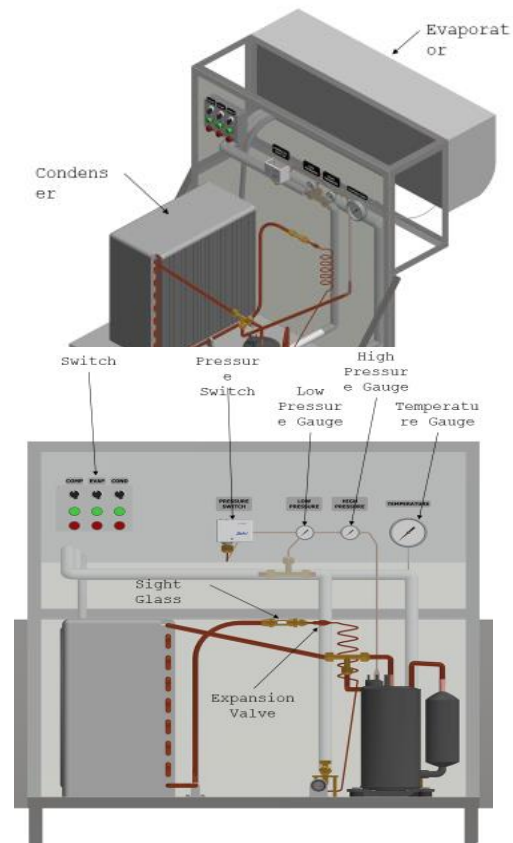
Alat Ukur. Alat ukur yang akan dipasang dan digunakan untuk membaca tekanan

maupun temperatur baik pada sisi tekanan rendah maupun sisi tekanan tinggi model Alat Praktikum Teknik Pendingin dan Tata Udara.

Peralatan lainnya. Peralatan lainnya yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Kompresor untuk mesin pendingin; Katup Ekspansi; Alat alat lain untuk pembuatan model Alat Praktikum Teknik Pendingin dan Tata Udara.

Bahan-bahan. Bahan bahan yang digunakan pada pembuatan model alat praktikum teknik pendingin dan tata udara adalah: Pipa tembaga; Refrigerant R134a; dan Gas Butane.

Skema Peralatan Penelitian. Instalasi penelitian dan desain Pembuatan Model Alat Pendingin Dan Tata Udara Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Untuk Menunjang Praktikum Mata Kuliah Mesin Mesin Kalor Dan Fluida seperti Gambar 4.



Gambar 4. Skema Instalasi Penelitian

Variabel Penelitian. Dalam penelitian pembuatan model alat praktikum teknik pendingin dan tata udara ini yang merupakan alat yang digunakan untuk simulasi dan mengukur koefisien unjuk kinerja (COP) ada beberapa variabel yang akan diambil, yaitu: Tekanan pada sisi tekanan tinggi dan tekanan rendah; Temperatur masuk dan keluar evaporator; dan Temperatur masuk dan keluar condenser.

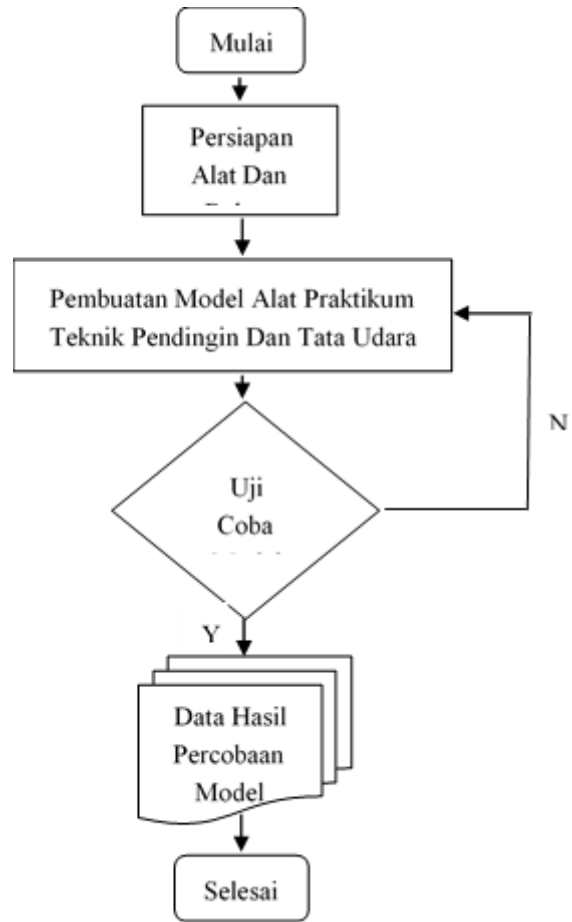
Tahapan Penelitian. Tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah pembuatan model alat praktikum teknik pendingin dan tata udara yang akan digunakan untuk melakukan praktikum perakitan, pengisian, simulasi dan menghitung koefisien unjuk kinerja (COP) dari mesin pendingin. Gambar 5 menunjukkan alur penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan tujuan tersebut.

HASIL

Adapun hasil penelitian ini berupa model alat pendingin dan tata udara siklus refrigerasi kompresi uap untuk menunjang praktikum mata kuliah Mesin Kalor dan Fluida. Model alat ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Model Alat Pendingin Hasil Penelitian



Gambar 5. Diagram alur penelitian

Adapun data pengujian seperti ditunjukkan pada tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 1. Data Hasil Percobaan Model alat Praktikum Siklus Refriferasi Kompresi Uap

DATA HASIL PERCOBAAN MODEL ALAT PRAKTIKUM SIKLUS REFRIGERASI KOMPRESI UAP									
Hari/Tanggal		: Sabtu/23 Juli 2022							
Lokasi Percobaan		: Lab. Teknik Mesin PSDKU Sanggau							
Jumlah Pengisian		: 55 psi							
Waktu (menit)	Tekanan		Temperatur Udara			Temperatur Refrigeran			
	Low	High	Udara Lingk.	Udara In Evap	Udara Out Evap	In Evap.	out Evap	in cond	out cond
	(psi)	(psi)	T _L (°C)	T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	T _{in evap} (°C)	T _{out evap} (°C)	T _{in cond} (°C)	T _{out cond} (°C)
0	55	175	27,6	28,1	19	14,2	17,9	53	38,6
10	60,5	191,1	28,5	29,4	18,5	14,2	17,9	53	38,6
20	60,5	191,1	28,8	29,3	18,5	14,2	17,9	53	38,6
30	60,5	191,1	28,8	29,3	18,5	14,1	17,9	53	38,7
40	60,5	191,1	28,8	29,4	18,5	14,1	18	52,9	38,7
50	60,5	191,2	28,8	29,4	18,5	14,1	18	52,9	38,7
60	60,5	191,2	28,7	29,3	18,5	14,1	18	52,9	38,7

Tabel 2. Data Hasil Percobaan Model alat Praktikum Siklus Refriferasi Kompresi Uap

DATA HASIL PERCOBAAN MODEL ALAT PRAKTIKUM SIKLUS REFRIGERASI KOMPRESI UAP									
Hari/Tanggal : Sabtu/23 Juli 2022									
Lokasi Percobaan : Lab. Teknik Mesin PSDKU Sanggau									
Jumlah Pengisian : 65 psi									
Waktu (menit)	Tekanan		Temperatur Udara			Temperatur Refrigeran			
	Low (psi)	High (psi)	Udara Lingk. (°C)	Udara in Evap (°C)	Udara Out Evap (°C)	In Evap. (°C)	out Evap (°C)	in cond (°C)	out cond (°C)
0	64	212,5	28,5	29	19	14	18,1	49,5	37,2
10	65	213	28,6	29,1	18,5	14	18,1	49,5	37,2
20	65	212,5	28,7	29,4	18,5	14	18,1	49,5	37,2
30	64	212,5	28,5	29,4	19	13,9	18,1	49,5	37,3
40	64	212	28,9	29,3	19	13,9	18,1	49,4	37,3
50	64	212	28,8	29,5	19	13,9	18,2	49,4	37,3
60	64	212	28,4	29,4	19	13,9	18,2	49,4	37,3

Tabel 3. Data Hasil Percobaan Model alat Praktikum Siklus Refriferasi Kompresi Uap

DATA HASIL PERCOBAAN MODEL ALAT PRAKTIKUM SIKLUS REFRIGERASI KOMPRESI UAP									
Hari/Tanggal : Sabtu/23 Juli 2022									
Lokasi Percobaan : Lab. Teknik Mesin PSDKU Sanggau									
Jumlah Pengisian : 75 psi									
Waktu (menit)	Tekanan		Temperatur Udara			Temperatur Refrigeran			
	Low (psi)	High (psi)	Udara Lingk. (°C)	Udara in Evap (°C)	Udara Out Evap (°C)	In Evap. (°C)	out Evap (°C)	in cond (°C)	out cond (°C)
0	70	242,5	27,8	29,1	20	13,9	18,4	46,2	36
10	74	252,5	27,8	29	21	13,9	18,4	46,2	36
20	74	264	27,8	29,1	21	13,9	18,4	46,2	36
30	75	264	27,8	29,2	21	13,9	18,4	46,1	36
40	75	264	27,8	29,3	21	13,9	18,5	46,1	36,1
50	75	26,5	27,8	29,4	21	13,8	18,5	46,1	36,1
60	75	26,4	28	29,3	21	13,8	18,5	46,1	36,1

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dengan *Pembuatan Model Alat Pendingin Dan Tata Udara Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Untuk Menunjang Praktikum Mata Kuliah Mesin Mesin Kalor Dan Fluida* dan percobaan yang dilakukan

terhadap performance alat yang dihasilkan serta data yang didapatkan, maka model alat ini dapat dipakai untuk melakukan beberapa praktikum tentang mesin pendingin.

Pada alat ini terdapat beberapa alat ukur yang dapat dijadikan patokan dalam pengukuran beberapa titik temperatur dan tekanan yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan Cooficient Of Perfomance (COP) dari mesin pendingin. Temperatur dan tekanan tersebut dapat digunakan sebagai titik pengeplotan untuk pH diagram yang akan digunakan dalam perhitungan COP. Dalam hal ini, model alat praktikum ini menggunakan refrigerant R134a.

Selain dapat digunakan sebagai alat praktikum dalam mengukur performance dari mesin pendingin, alat ini juga dapat digunakan sebagai alat praktikum mesin pendingin dalam hal instalasi dari system mesin pendingin khususnya Air Conditioning yang menggunakan siklus refrigerasi kompresi uap. Ini dimungkinkan karena model alat ini system sambungannya menggunakan ulir sehingga mudah untuk proses pembongkaran dan pemasangannya. Alat model praktikum ini juga dapat digunakan untuk praktikum pemakuman, pump down dan pengisian mesin pendingin yaitu AC karena telah tersedia beberapa tempat untuk proses pemakuman, pump down dan pengisian untuk menempatkan manifold gauge.

SIMPULAN

Hasil penelitian dengan judul *Pembuatan Model Alat Pendingin Dan Tata Udara Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Untuk Menunjang Praktikum Mata Kuliah Mesin Mesin Kalor Dan Fluida* menghasilkan suatu model alat praktikum yang bisa digunakan untuk melakukan beberapa materi praktikum untuk mesin mesin pendingin. Dari percobaan dan pembahasan sebelumnya dapat diambil beberapa simpulan.

Pertama. Pembuatan Model Alat Pendingin dan Tata Udara Siklus Refrigerasi Kompresi Uap dapat digunakan sebagai media praktikum untuk mata kuliah Mesin Kalor dan Fluida di Prodi D3 Teknologi Mesin PSDKU Sanggau Politeknik Negeri Pontianak.

Kedua. Model Alat Pendingin Dan Tata Udara Siklus Refrigerasi Kompresi Uap ini bisa melakukan beberapa praktikum di mesin pendingin yaitu:

- Mencari COP dari mesin pendingin
- Instalasi mesin pendingin
- Pemakuman mesin pendingin
- Pump down mesin pendingin
- Pengisian mesin pendingin

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gritis Al Hasbi, Untung Budiarto, Wilma Amiruddin, "Analisa Unjuk Kerja Desain Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Pada Kapal Ikan Ukuran 5 GT di Wilayah Rembang", 2016, Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- [2] Piarah, W. H., Hamzah, F., & Amrullah, A. "Penentuan Efisiensi Dan Koefisien Prestasi Mesin Pendingin Merk Panasonic CU5PC05NKJ ½ PK", 2013, Prosiding hasil penelitian fakultas teknik
- [3] Haryadi, "Simulasi Sistem Refrigerasi Berdaya Rendah Menggunakan Turbin Dua Fasa dan Optimisasi Refrigeran", 2012, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung
- [4] Komang Metty Trisna Negara, Hendra Wijaksana, Nengah Suarnadwipa, dan Made Sucipta, "Analisa Performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik pada Sistem Water Chiller dengan Penerapan Metode Cooled Energy Storage", 2010, Program Magister, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana
- [5] Army Correspondence Course Program, "Refrigeration And Air Conditioning IV
Design Models of Equipment Vapor Compression Refrigeration Cycle to Support
Practicum Heat Engine and Fluid Engineering
(Equipment Cooling) "The Army Institute For Profesional Development.
- [6] Dossat, RJ, 1991, "Principles Of Refrigeration". John Wiley & Sons, London
- [7] Incropera, F.P & Dewitt, D.P.,2002,"Fundamental of Heat and Mass Transfer", John Wiley & Sons.
- [8] Unified Facilities Criteria (UFC) July 2003. "Heating, Ventilating,Air Conditioning, And Dehumidifying Systems" , Department Of Defense USA
- [9]www.hss.energy.gov/nuclearsafety/ns/techs tds/standard/.../h1012v2.pdf, "DOE Fundamental Handbook, Thermodynamic, Heat Transfer And Fluid Flow , Volume 1 of 3 "U.S. Department of Energy, FSC-6910, Washington, D.C.
- [10]www.tesla.cl/download/calculo_de_refrigeracion.pdf, "Refrigeration Selection Guide For Condensing Units & Units Coolers", Totaline