

RANCANG BANGUN TRAINER SIMULATOR UNTUK PELATIHAN AIR CODITIONAL R22

Yunesman¹⁾, Jonrinaldi²⁾,

^{1,2)} Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Program Pasca Sarjana, Universitas Andalas

E-mail: 2003yunesman@gmail.com¹⁾, jonrinaldi@eng.unand.ac.id²⁾,

ABSTRAK

Pengenalan teknologi baru harus dilakukan dalam proses kegiatan belajar mengajar dan pelatihan agar peserta didik mampu menjadi kader yang siap dalam menghadapi tantangan dunia di era teknologi. Kualitas proses pembelajaran akan berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik. Salah satu faktor yang dapat mendukung kualitas hasil belajar peserta pelatihan adalah ketersediaan media pembelajaran. Dalam proses pelatihan terjadi proses interaksi, menunjukkan merupakan proses komunikasi. Komunikasi terjadi antara penyampai pesan dengan penerima pesan lebih mudah menggunakan media pembelajaran sebagai miniatur atau replika dari benda aslinya yang lebih dikenal dengan sebutan *trainer simulator* yang sangat penting dan mempengaruhi penyerapan informasi dalam pembelajaran dan pelatihan.

Rancang bangun Trainer Simulator *Air conditional* ini bertujuan melihat proses rancang bangun, keefektifan praktikalitas serta kemudahan peserta *training* dalam memahami pelatihan *Air conditional* dengan menggunakan trainer simulator *Air Conditional* sebagai alat bantu pelatihan.

Hasil rancang bangun *trainer simulator*, didapatkan satu unit trainer simulator Air Conditional, yang dapat membuktikan tingkat efektifitas berdasarkan kerja refrigerant pada tekanan 60-70 PSI dengan hasil *Coefficient of performance* 4,4 – 4.6 dengan penggunaan arus yang nominal (3,3 Ampere), dari segi penggunaan trainer simulator kepada instruktur dan peserta pelatihan, tingkat praktikalitas didapat adalah 80% oleh instruktur 90% oleh peserta pelatihan. Simpulan Rancang bangun *Trainer Simulator Air conditional* dapat melihat proses rancang bangun, keefektifan dan kemudahan peserta *training* dan lebih memahami pelatihan dengan menggunakan *trainer simulator Air Conditional*.

Kata kunci: Trainer simulator, *Air Conditional*, Efektifitas, Standar Kompetensi, *Coefficient of performance*, Praktikalitas

ABSTRACT

The introduction of new technology must be done in the process of teaching and learning activities and training so that students are able to become cadres who are ready to face the challenges of the world in the technological era. The quality of the learning process will affect student learning outcomes. One of the factors that can support the quality of training participants' learning outcomes is the availability of learning media. In the training process there is an interaction process, indicating it is a communication process. Communication occurs between the sender of the message and the recipient of the message, it is easier to use learning media as a miniature or replica of the original object, which is better known as a trainer simulator which is very important and affects the absorption of information in learning and training.

The design of the Air Conditional Trainer Simulator aims to see the design process, practical effectiveness and ease of participants training in understanding Air Conditional training by using the Air Conditional simulator trainer as a training aid.

Results design, trainer simulator obtained one unit simulator trainer Air Conditional who can demonstrate the level of effectiveness based on the work of refrigerant at a pressure of 60-70 PSI with results Coefficient of performance of 4.4 - 4.6 with the use of the nominal current (3.3 Ampere) In terms of the use of trainer simulators for instructors and trainees, the level of practicality obtained is 80% by instructors 90% by trainees. Conclusion

Design of Air conditional Trainer Simulator can see the process of design, effectiveness and ease of trainees and better understand training using simulators Air Conditional trainer.

Keywords: *Air Conditional simulator trainer, Effectiveness, Competency Standards, Coefficient of performance, Practicality*

1. PENDAHULUAN

Pengenalan teknologi baru harus dilakukan dalam proses kegiatan belajar mengajar dan pelatihan agar peserta didik mampu menjadi kader yang siap dalam menghadapi tantangan dunia di era teknologi. Kualitas proses pembelajaran akan berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik. Salah satu faktor yang dapat mendukung kualitas hasil belajar peserta pelatihan adalah ketersediaan media pembelajaran.

Keterbatasan media pembelajaran yang biasanya dalam pelatihan menggunakan presentasi, papan tulis atau media langsung, kurang bisa memaksimalkan hasil pelatihan. Agar lebih efektif, dan maksimal itu mempengaruhi pemahaman peserta pelatihan terhadap materi. Untuk membantu mengurangi masalah tersebut, maka dibutuhkan suatu alat yang lebih terjangkau, lebih praktis dan efisien serta dapat difungsikan seperti alat aslinya. Sehingga dengan demikian akan lebih ekonomis dan kinerjanya dapat dioptimal.

Salah satu produk ilmu teknologi yang dapat dikembangkan sebagai media pembelajaran tersebut adalah *Air Conditioner (AC)*. Media pembelajaran berperan sebagai teknologi pembawa pesan atau informasi dari pengirim (dosen, Instruktur, pelatih) ke penerima (peserta pelatihan) yang dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat peserta pelatihan sehingga terjadi proses belajar. Penggunaan media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar membantu Instruktur dalam menyampaikan materi yang diajarkan sementara peserta pelatihan terbantu karena dapat memahami materi dengan menggunakan bantuan media. Proses pembelajaran di Indonesia telah diatur dalam Permendiknas RI No. 41 tahun 2007. Permendiknas tersebut menjelaskan bahwa dalam proses pembelajaran Instruktur harus menggunakan beragam pendekatan pembelajaran.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka dilakukan berkaitan dengan rancang bangun, media pembelajaran, Dasar trainer simulator, Dasar proses tata udara, Aplikasi Hukum

Termodinamika I dan II: Mesin Kalor, Pompa Kalor dan Mesin Refrigerasi, Sistem Refrigerasi pada bab ini berasal dari buku, jurnal, tesis dan presiding

2.1 Rancang Bangun

Perancangan atau rancang merupakan serangkaian prosedur untuk menterjemahkan hasil analisa dan sebuah sistem ke dalam bahasa pemrograman untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen-komponen sistem diimplementasikan. Sedangkan Bangun[1]. Pengertian pembangunan atau bangun sistem adalah kegiatan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada secara keseluruhan[1]. Jadi dapat disimpulkan bahwa Rancang Bangun adalah penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Dengan demikian pengertian rancang bangun merupakan kegiatan menerjemahkan hasil analisa ke dalam bentuk paket perangkat lunak kemudian menciptakan sistem tersebut atau memperbaiki sistem yang sudah ada.

2.2 Dasar Trainer Simulator

Trainer merupakan proses simulasi aplikasi membangun model dari sistem nyata atau usulan sistem, melakukan eksperimen dengan model tersebut untuk menjelaskan perilaku sistem, mempelajari kinerja sistem, atau untuk membangun sistem baru sesuai dengan kinerja yang diinginkan [2]. trainer adalah suatu set peralatan di laboratorium yang digunakan sebagai media pendidikan yang merupakan gabungan antara model kerja dan mock-up. Trainer ditujukan untuk menunjang pembelajaran peserta didik dalam menerapkan pengetahuan/konsep yang diperolehnya pada benda nyata[3]. Simulator sendiri adalah sebuah sarana yang mendekati replica asli dari peralatan, sistem, fenomena, atau proses, yang pada umumnya dilengkapi dengan sebuah model matematika atau algoritma. Simulator disiapkan dengan kondisi awal yang memungkinkan terjadinya sebuah prediksi, visualisasi, dan pengontrolan seiring dengan perubahan

waktu serta mudah dilakukan penyesuaian kondisi dan parameter. Simulator telah digunakan pada berbagai konteks seperti simulasi teknologi untuk Optimasi kinerja, rekayasa keselamatan, pengetesan, pendidikan dan pelatihan, serta permainan[4]. menyimpulkan bahwa trainer merupakan suatu peralatan yang digunakan sebagai media pembelajaran untuk melakukan simulasi dalam menerapkan suatu model sistem yang diharapkan dapat memahami perilaku dan cara kerja suatu sistem seperti pada sistem sesungguhnya.

2.3 Dasar Proses Tata Udara

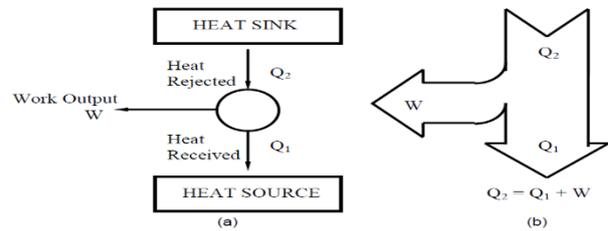
Refrigerasi merupakan suatu proses penarikan panas/kalor dari suatu benda/fluida/udara ruangan sehingga temperatur benda/fluida/udara ruangan tersebut tetap dijaga/dipertahankan agar lebih rendah dari temperatur lingkungannya. Sesuai dengan konsep kekekalan energi, panas/kalor tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat dipindahkan dari suatu benda/fluida/udara ruangan ke benda/fluida/udara ruangan lain yang ber temperatur lebih rendah yang akan menyerap panas/kalor. Untuk itu proses refrigerasi akan selalu berhubungan dengan proses-proses aliran panas/kalor dan proses-proses perpindahan panas sehingga untuk mempelajarinya dengan baik dibutuhkan pengetahuan tentang bahan dan energi, temperatur, tekanan, panas/kalor dan akibat-akibatnya serta faktor-faktor lain yang berhubungan dengan fungsi dari suatu sistem refrigerasi terutama termodinamika, mekanika fluida dan perpindahan panas.

2.4 Hukum Termodinamika I dan II

Hukum Termodinamika I menyatakan tentang kekekalan energi yaitu, bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan tetapi hanya dapat dipindahkan dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Jika Q_1 adalah kalor yang diserap oleh sistem dan Q_2 adalah kalor yang dikeluarkan oleh sistem serta W adalah kerja yang dilakukan sistem, maka dari hukum Termodinamika I didapat bahwa perubahan kalor setara dengan kerja[5]

$$Q_1 - Q_2 = W$$

Mesin kalor yang dimaksud di tunjukkan pada gambar berikut :



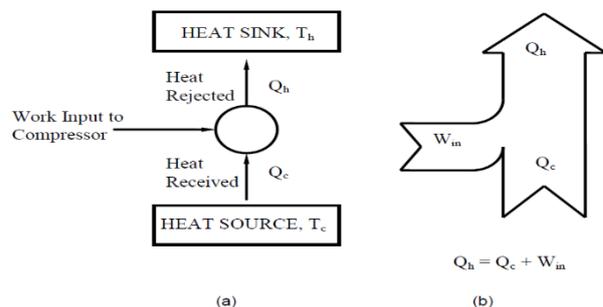
Gambar .1. Mesin Kalor

Hukum Termodinamika II menyatakan bahwa panas/kalor akan mengalir temperatur tinggi ke temperatur rendah. Jika panas/kalor akan dialirkan dari temperatur yang rendah ke temperatur yang tinggi maka harus dibutuhkan pompa kalor atau mesin refrigerasi sehingga pompa atau mesin tersebut akan menjaga temperatur benda/fluida/udara ruangan tetap berada pada temperatur yang rendah atau di bawah temperatur lingkungannya .

Jadi suatu mesin refrigerasi akan menyerap kalor Q_c dari benda yang akan didinginkan pada temperatur yang rendah T_c dan membuang kalor Q_h ke lingkungan dengan temperatur T_h dan selama proses berlangsung dibutuhkan kerja sebesar W_{in} .

$$Q_h - Q_c = W_{in} \text{ atau } Q_h = Q_c + W_{in}$$

Atau dengan kata lain bahwa kalor yang dibuang ke lingkungan sama dengan jumlah kalor yang diserap dari benda yang akan didinginkan ditambah kerja atau energi mekanik yang dibutuhkan[5].



Gambar 2. Mesin Refrigerasi

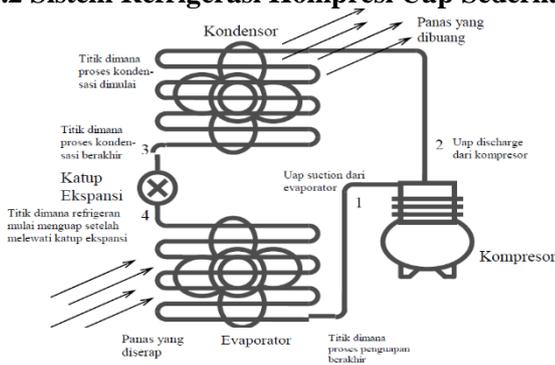
2.4.1. Koefisien Unjuk Kerja (COP)

Unjuk kerja mesin kalor dinyatakan dengan efisiensi termal sedangkan unjuk kerja mesin refrigerasi atau

pompa kalor dinyatakan dengan perbandingan kalor yang dimanfaatkan (diserap/dilepas oleh sistem) terhadap kerja yang dilakukan yang disebut sebagai rasio energi atau koefisien unjuk kerja/prestasi (COP)

$$COP = Q_c / W_{in} = Q_c / (Q_h - Q_c)$$

2.4.2 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Sederhana



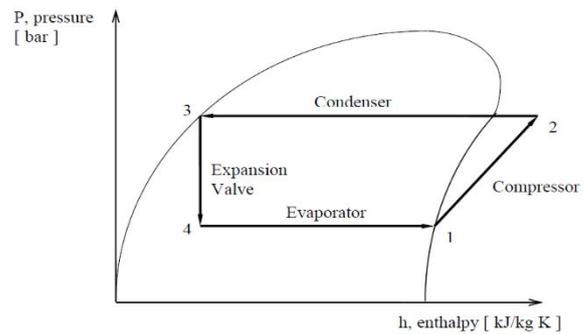
Gambar 3. Rangkaian Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Sederhana

Suatu uap dikatakan dalam keadaan superheat jika temperaturnya melebihi temperatur saturasi/jenuh pada tekanan tertentu. Banyaknya temperatur uap melebihi temperatur saturasi atau titik didih pada tekanan tertentu disebut “derajat *superheat*”. Uap refrigeran yang mengalami *superheat* adalah di *discharge* kompresor, di saluran *liquid*, di *outlet* evaporator dan di saluran *suction*.

2.5 Sistem Refrigerasi

Untuk menganalisa kondisi dari sistem refrigerasi kompresi uap atau untuk menganalisa apa yang terjadi di dalam sistem, keadaan refrigeran, bagaimana setiap komponen dari sistem bekerja, menghitung kapasitas sistem, maka suatu karta *Mollier* atau diagram tekanan - entalpi (diagram P-h) dari suatu refrigeran tertentu dapat digunakan, dimana kondisi refrigeran pada setiap keadaan termodinamik di setiap komponen sistem dapat ditentukan [5]

Gambar dibawah ini menunjukkan suatu siklus refrigerasi kompresi uap sederhana yang dinyatakan dalam diagram P-h



Gambar 4. Diagram P-h untuk Siklus Refrigerasi Kompresi Uap

Proses Kompresi (1-2)

Proses ini berlangsung di kompresor secara isentropik adiabatik. Kondisi awal refrigeran pada saat masuk di kompresor adalah uap jenuh bertekanan rendah (kondisi ideal), setelah dikompresi maka refrigeran menjadi uap superheat bertekanan tinggi. Oleh karena proses ini dianggap isentropik (entropi konstan), maka temperatur keluaran kompresor pun akan meningkat. Besarnya kerja kompresi persatuan massa refrigeran dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$q_w = h_2 - h_1$$

2.5.2 Proses Kondensasi (2-3)

Proses ini berlangsung di kondensor secara isobar (tekanan konstan). Refrigeran yang bertekanan dan bertemperatur tinggi keluaran dari kompresor akan membuang kalor sehingga fasanya akan berubah menjadi cair. Hal ini berarti bahwa di kondensor terjadi penukaran kalor antara refrigeran dengan udara, sehingga kalor berpindah dari refrigeran ke fluida pendingin udara lingkungan atau air sehingga akhirnya refrigeran mengembun menjadi cair. Besarnya kalor per satuan massa refrigeran yang dilepaskan di kondensor dinyatakan sebagai :

$$q_c = h_2 - h_3$$

2.5.3 Proses Ekspansi (3-4)

Proses ini berlangsung secara isoentalpi, dimana hal ini berarti tidak terjadi penambahan atau pengurangan entalpi tetapi terjadi drop tekanan dan penurunan temperatur. Proses penurunan tekanan terjadi pada katup ekspansi seperti kapiler, TXV, AXV dll, yang berfungsi sekaligus untuk mengatur laju aliran refrigeran dan menurunkan tekanan serta temperatur. Proses Evaporasi

(4-1): Proses ini berlangsung di evaporator secara isobar (tekanan konstan) dan isothermal (temperatur konstan). Refrigeran yang mayoritas dalam wujud cair bertekanan rendah akan menyerap kalor dari bahan-bahan yang akan didinginkan sehingga wujud refrigeran akan berubah menjadi uap bertekanan rendah. Besarnya kalor yang diserap oleh evaporator adalah:

$$q_e = h_1 - h_4$$

Selanjutnya refrigeran akan kembali masuk ke kompresor dan bersirkulasi kembali, demikian seterusnya hingga kondisi yang diinginkan tercapai.

Refrigeran adalah zat yang bertindak sebagai fluida kerja media pendingin yang menyerap panas dari air, udara, benda atau bahan lain sehingga mudah berubah wujudnya dari cair menjadi gas (menguap selalu membutuhkan kalor) dan membuang panas ke udara atau air sehingga mudah berubah wujud dari gas menjadi cair (kondensasi selalu melepas kalor).

Secara International, refrigeran diidentifikasi dengan huruf R, diikuti dengan suatu urutan angka yang menunjukkan komposisi dari refrigeran.

Untuk Refrigeran Halokarbon jenuh:



Contoh: C₂F₄Cl₂ akan bernama R(2-1)(0+1)(4) atau R214

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Persiapan

Bagian yang disediakan adalah sebagai berikut: (a)Kompresor, adalah jantung dari sistem pendingin kompresi Uap. Ini memiliki fungsi untuk meningkatkan daya hisap dan daya dorong tekanan *refrigerant* dan memberikan kekuatan utama untuk mengedarkan *refrigerant*. Dengan demikian, *refrigerant* menghasilkan pendinginan efek untuk Evaporator, kondensor ke dalam bentuk cair di kondensor, dan untuk tekanan yang lebih rendah melalui perangkat pelambatan(b)Evaporator digunakan untuk menyerap panas dari ruang pendingin. Dan juga sebagai media hasil pengembunan *refrigerant* dari kapiler(c)Blower digunakan untuk pengisapan uap panas dari udara dan membuang uap dingin ke ruangan.(c)PCB Kontrol merupakan sistem kontrol elektronika yang dibangun dengan sistem microcontroller yang berfungsi sebagai kontrol semua sistem kelistrikan *Air Conditional*.(d)Kondensor adalah alat penukar panas yang menerima gas *refrigerant* panas, bertekanan tinggi dari kompresor dan mendinginkan *refrigerant* gas sampai kembali ke keadaan likuid. Untuk pendinginan gas *refrigerant*,

proses kondensasi dilakukan dalam penukar panas yang memungkinkan pertukaran panas antara *refrigerant* dan udara secara tidak langsung.(e)Fan Kondensor digunakan untuk membuang panas gas *refrigerant* yang ada dipipa-pipa Kondensor.(f)Accumulator digunakan untuk pemisah antara *refrigerant* cair dengan *refrigerant* menjadi gas yang ada disirkulasi sistem pendingin *refrigerant*. Dan biasanya alat ini banyak dan selalu dipasangkan dengan badan kompresor dan juga sebagai pengaman kompresor. (g)Penyaring (*drier*) digunakan untuk penyaring cairan *refrigerant* dari kondensor dan menghilangkan kelembaban dan kehadiran benda asing yang dapat masuk ke sistem.(h)Pipa Kapiler adalah jenis pipa yang permukaan dalamnya (diameter dalam) sangat kecil yang berfungsi sebagai kontrol pengembunan gas *refrigerant*. Panjang dan diameter dalam alat ini disesuaikan dengan kapasitas kontrol pendingin yang digunakan.(i)Katup manual (*Valve*) ini digunakan untuk simulasi pengontrol aliran *refrigerant* ke sistem pendingin dan sebagai uji coba kondisi *refrigerant* pada keadaan tertentu.(j)Tekanan Refrigerant Gauges Ada dua alat pengukur tekanan yang disediakan dalam sistem pendinginan yang terdiri dari:LP: tekanan *suction* (*Gouge* yang digunakan untuk melihat berapa besar tekanan *low pressure refrigerant*) dan HP: tekanan *discharge* (*Gouge* yang digunakan untuk melihat berapa besar tekanan *high pressure refrigerant*).(k)Kacamata kaca (*Sign Glass*) Ada tiga gelas mata yang disediakan dalam sistem pendinginan untuk memonitor keadaan *refrigerant* di saluran pendingin yang terdiri dari:SG1: *Sign glass* pada pipa *suction* (hisap) yang digunakan untuk melihat kondisi *refrigerant* dalam kondisi cair atau gas. Untuk melihat apakah terjadi *Superheat* atau Normal,SG2: *Sign glass* pada pipa *discharge* (tekan) yang digunakan untuk melihat kondisi *refrigerant* dalam kondisi cair atau gas. Untuk melihat apakah terjadi *Supercool* atau Normal,SG3: *Sign glass* pada pipa sesudah *condensing* dan sebelum pipa ke *filter* yang digunakan untuk melihat kondisi *refrigerant* dalam kondisi cair atau gas. Untuk melihat apakah terjadi *Supercool* atau Normal.(i)Kontrol Tekanan Tinggi (*High Pressure Switch*) adalah saklar kontrol listrik yang dioperasikan oleh tekanan sisi tinggi yang secara otomatis akan membuka sirkuit listrik ketika mencapai pengaturan *cut-out*. Sebagai pengaman tekanan Kompresor dan sistem *refrigerant* terjadi tekanan *refrigerant* terlalu tinggi.(m)Kontrol Tekanan Rendah (*Low Pressure Switch*) adalah saklar kontrol listrik yang dioperasikan oleh

tekanan sisi rendah yang secara otomatis akan membuka sirkuit listrik jika mencapai pengaturan *cut-out*. Sebagai pengaman tekanan kompresor dan sistem *refrigerant* terjadi tekanan *refrigerant* terlalu rendah.(n)Sensor dan Kontrol Suhu menggunakan pemilih suhu, suhu di beberapa lokasi di sepanjang sirkuit pendingin mudah ditampilkan. Panel Instrumen dan Kontrol ,Instrumen dan panel kontrol disediakan sebagai kontrol sistem listrik. Ada beberapa komponen yang dipasang pada panel ini yang terdiri dari: Jek Sumber , digunakan untuk menghubungkan rangkaian ke sumber listrik 220-volt AC . Saklar digunakan untuk menghidupkan sistem panel kontrol. Fuse dan MCB berfungsi sebagai perlindungan sirkuit listrik dari atas arus,*Volt meter* berfungsi sebagai instrumen untuk mengukur tegangan (AC) sumber listrik. Sistem ini membutuhkan 220-240 VAC.*mpere meter* berfungsi sebagai instrumen untuk memonitor konsumsi saat ini dari pelatoh.Sakelar daya utama digunakan untuk mengaktifkan /menonaktifkan sistem kerja trainer. Kapasitor Kompresor digunakan untuk mengaktifkan kerja kompresor yang menggunakan motor listrik jenis *Running* Kapasitor. Kapasitor Kompresor digunakan untuk mengaktifkan kerja compressor yang menggunakan motor listrik jenis *Running* Kapasitor. Konektor *Male* dan *Female* Digunakan sebagai *jumper* sistem kelistrikan rangkaian *Ac Split* yang mau dijalankan.Pipa *Low Pressure*: Dilambangkan berwarna Biru, Untuk menandakan *refrigerant* tekanan rendah. Pipa yang digunakan untuk ac tekanan rendah digunakan pipa 3/8 inci untuk *AC split 1/2 pk* dan *1 pk*.Pipa *High Pressure*: Dilambangkan berwarna Merah, untuk menandakan *refrigerant* tekanan tinggi. Pipa yang digunakan untuk AC tekanan rendah digunakan pipa 1/4 inci untuk *AC split 1/2 pk* dan *1 pk*..Pipa *Medium High* dilambangkan berwarna kuning,Untuk menandakan *refrigerant* tekanan menengah. Pipa ini hanya sebagai bahan belajar saja. Sedangkan pada ac itu sendiri pipa ini berada dalam konstruksi AC itu sendiri.

3.2 Pengumpulan Data

Data merupakan salah satu komponen penelitian yang penting. Data yang akan digunakan dalam penelitian haruslah data yang akurat karena data yang tidak akurat akan menghasilkan informasi yang salah. Selain itu untuk menjadikan penelitian ini sebagai landasan aplikasi penerapan di industri maka data yang diambil haruslah data yang real tanpa manipulasi. Data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut:

3.2.1 Data Analisa p-h sirkulasi Air Conditional

Data Analisa p-h sirkulasi *Air Conditional* dengan tujuan untuk mengetahui peningkatan kinerja *Trainer Simulator Air Conditional*. Dimana kinerja terlihat pada saat pengisian *refrigerant* pada sistem *Trainer Simulator Air Conditional*, apakah *refrigerant* yang dimasukan sudah keadaan normal atau belum dimana terlihat pada standar COP .Makin tinggi Nilai COP maka makin makin hemat penggunaan daya listrik apabila arus yang digunakan saat normal sesuai dengan ampere maksimum *Name Plat Air Cond* tersebut . Nilai COP dihasilkan melalui hasil pengujian terhadap data hasil pengujian seperti daftar pengujian dibawah ini:
 Tabel 1.Pengukuran dan COP

Te ka nan fre on	Te ka nan fre on	Ar us Sta rt	Ar us Ru n	Kondi si Sign glass	Kondisi Sign glass	Kondi si Sign glass	kondi si Sign glass	C O P	KE T
Lw	Hw	A	A	HH	MH	L L	PX		
30									
40									
50									
60									
70									
80									
+80									

3.2.2 Data Uji Coba praktikalitas instruktur dan peserta pelatihan Trainer Simulator Air Conditional

Data kepraktisan trainer simulator ditentukan dari hasil penilaian observasi Instruktur dan respon peserta pelatihan dengan menggunakan skala Likert yang dikatakan analisis data praktikalitas pengembangan model pembelajaran *Employability Skills Learning* ini menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:
 Memberikan skor jawaban dengan kriteria: (a) 1 = Sangat Kurang Baik ,(b) 2 = Kurang Baik, (c) 3 = Baik, (d)4 = Sangat Baik

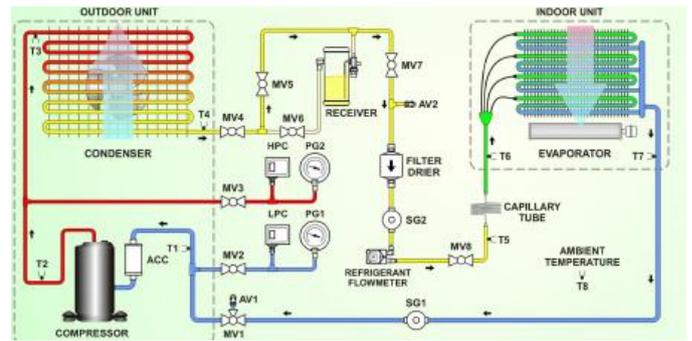
Penentuan kepraktisan nya dilakukan dengan analisis statistik deskriptif melalui konversi dari data kuantitatif ke kualitatif seperti ditunjukkan pada tabel di bawah ini:
 Tabel 2. Efektifitas Penggunaan Trainer Simulator

No	Pernyataan	S S	S	R	T S	S T S
1	Tata Letak Komponen Sudah cocok dengan estetika trainer					
2	Ketepatan Pemilihan Komponen sesuai dengan <i>air conditional</i> yang terpasang di lapangan					
3	Komponen yang terpasang pada trainer sudah memenuhi komponen yang ada pada					

<i>Air conditional</i>					
4	Semua komponen berfungsi dengan baik				
5	Tata letak komponen tertata dengan rapi				
6	Tampilan Fisik trainer Secara Keseluruhan sangat menarik				
7	Kelengkapan fasilitas trainer untuk praktik sudah memenuhi kondisi <i>Air conditional</i> sesungguhnya				
8	Mudah digunakan saat melakukan pelajaran praktek <i>air conditional</i> praktikum				
9	Komponen alat ukur (Termometer, Volt meter, Ampere meter) sudah memenuhi kebutuhan analisa kerusakan <i>air conditional</i>				
10	Sangat relevan dengan untuk pelatihan dan pelajaran praktek teknik pendingin secara keseluruhan				
11	Trainer cukup simple untuk melihat analisa sistem sirkulasi <i>air conditional</i> dan pembelajaran <i>air conditional</i>				
12	Penggunaan Trainer ini dapat meningkatkan peserta pelatihan terhadap pembelajaran teknik pendingin				
13	Penggunaan Trainer ini mempermudah instruktur dalam penyampaian materi sistem pendingin				
14	Penggunaan trainer simulator ini dapat meningkatkan pemahaman peserta pelatihan tentang <i>air conditional</i>				
15	Trainer simulator ini sudah sesuai dengan tuntutan kompetensi				
16	Trainer simulator ini sudah menggambarkan sistem yang ada pada <i>air conditional</i>				
17	Trainer simulator ini dapat melihat sistem kerja pendingin secara runut				
18	Pembelajaran <i>air conditional</i> lebih cepat dipahami dengan menggunakan trainer simulator ini				
19	Trainer simulator dapat difungsikan dengan baik				
20	Trainer simulator sudah sesuai dengan tuntutan kurikulum teknik pendingin dan tata udara				
21	Trainer bisa digunakan untuk menggambarkan cara memvacuum, mengisi <i>refrigerant</i> , <i>pump down</i> dan sistem kontrol <i>air conditional</i>				
22	Trainer ini dapat menggambarkan <i>super heat</i> dan <i>super cool</i> pada <i>air conditional</i>				

3.3 Data Kinerja Trainer Simulator *Air Conditional*

Data ini untuk mengetahui *Trainer Simulator Air Conditional* yang aman sesuai spesifikasi dan seting operasional *Trainer Simulator Air Conditional*



Gambar 5 Sirkulasi Pemipaan *Air Conditional*

3.4 Evaluasi *Trainer Simulator Air Conditional*

3.4.1 Koefisien Unjuk Kerja Coefficient of performance (COP)

Unjuk kerja sistem refrigerasi kompresi uap dinyatakan dengan perbandingan kalor yang diserap di evaporator (efek refrigerasi) terhadap kerja yang dilakukan yang disebut sebagai koefisien unjuk kerja/prestasi (COP). Dan dapat juga menggunakan Aplikasi *Coolpack*

$$COP = (q_e / q_w)$$

3.4.2 Data Evaluasi praktikalitas Kerja Trainer Simulator *Air Conditional*

Menghitung *content-validity coefficient* yang didasarkan pada hasil penilaian dari panel ahli sebanyak n orang terhadap suatu item dari segi sejauh mana item tersebut mewakili kontrak yang diukur yang namakan formula Aiken's V[6]. Taraf Penilaian dengan cara memberikan angka antara 1 sampai 4 (sangat mewakili atau sangat relevan). Berikut adalah Rumus Aiken's :

$$V = \Sigma S / [n(N \times C)] \times 100\%$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Peralatan Kerja Refrigerasi

4.1.1 *Manifold Gauge*

4.1.2 Pompa Vakum

4.1.3 *Leak Detector*

4.1.4 *Thermometer*

4.1.5 *Multimeter*

4.1.6 Tang ampere

4.1.7 Mengukur Arus

4.1.8 Mesin 3R (*Recovery, Recycle dan Recharging*)

4.1.9 *Cutting Copper Tubing*

4.1.10 *Flaring Copper Tubing*

4.1.11 *Swaging Copper Tubing*

4.1.12 *Bending Copper Tubing*

4.1.13. *Brazing Copper Tubing*

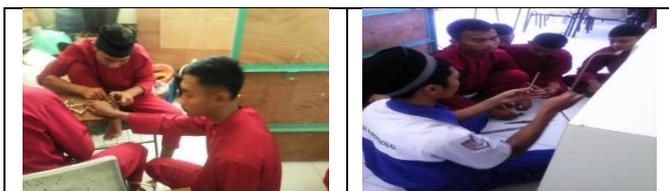
4.1.14. Pemulihan (*Recovery*)

4.2. Proses rancang bangun Trainer Simulator

4.2.1 Gambar kerja

Perencanaan suatu trainer dimulai dengan merancang rangkaian kerja Berdasarkan gambar kerja. Gambar 4.16 Rancang bangun merupakan gambaran dari alur sikulasi simulator trainer air conditional yang akan diterapkan pada meja trainer. Sebagai dasar pembuatan dan perancangan trainer simulator Air Conditional .

4.2.2 Proses Pemipaan Trainer Simulator



Gambar 6 Proses Pemipaan Trainer

- (a) *Cutting*, dalam pemasangan jalur pemipaan dilakukan pemotongan pipa baik pipa tembaga 1/4 inci atau pipa tembaga 3/8 inci sesuai dengan ukuran gambar rangkaian .proses ini dikatakan proses *cutting*. Dimana *Cutting* adalah proses pemotongan bahan sesuai pola yang terdapat pada kertas marka, atau pada kain sehingga di peroleh hasil potongan sesuai ukuran busana yang telah direncanakan. pengcuttingan ini digunakan *cutting* pipa.(b) *Tube swaging* adalah proses penempaan pada silinder berlubang yang dilakukan untuk mengurangi diameter dan/atau ketebalan silinder tersebut. Proses *tube swaging* dilakukan pada pipa 1/4 inci dan 3/8 inci .hasi ari *swaging* untuk pada pipa digunakan untuk penyambungan dengan pipa yang lain tanpa *brazing* .Dalam rancang bangun trainer simulator ini untuk sambungan pencabangan ini Pada yang tiga dan empat

sambungan pipa yang bersifat dinamis.(c)Proses *Bending* (*Penekukan*) *Bending* merupakan pengerjaan dengan cara memberi tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberi tekanan. Sedangkan proses *bending* merupakan proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat *bending* manual maupun menggunakan mesin *bending*. (d)*Flaring* adalah proses untuk mengembangkan ujung pipa tembaga dengan menggunakan *flaring tools* agar pipa dapat disambung dengan sambungan pipa dari kuningan yang berulir (*flare fitting*). Fungsi *flaring tool* akan memudahkan untuk melakukan proses *flaring*.

4.3.Pemasangan Komponen trainer Simulator



Gambar 7 Proses Pemasangan komponen

4.4 Proses *Commissioning*



Gambar 4.19 Proses *Commissioning*

4.5 Pengerjaan Trainer Simulator Selesai



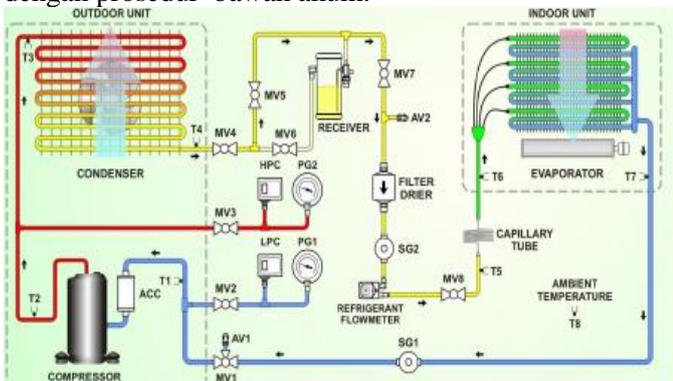
Gambar 4.20 Trainer Simulator Air Conditional R22

4.6 Ujicoba Trainer Simulator

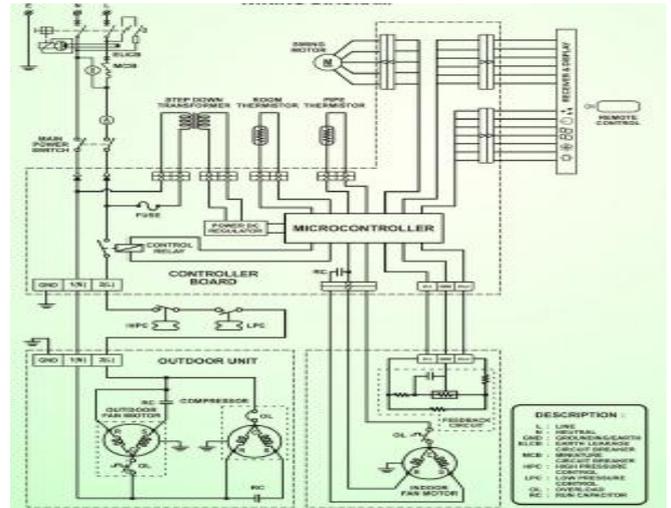


Gambar 4.21 Test Kerja Trainer Simulator Air Conditional R22

Pada proses uji coba dan pelaksanaan praktek menggunakan trainer simulator Air Conditional, untuk menghindari kerusakan daya tahan trainer simulator Air Conditional perlu dibuat SOP pelaksana praktek sesuai dengan prosedur bawah akum.



Gambar 4.15 Sistem Sirkulasi Refrigerant



Gambar 4.17 Kelistrikan Trainer

4.1.2 Analisa Data Praktek

Tabel 4.1 Hasil Data Pengamatan dan COP

P. fre on LP	Te nan on	Arus Start	Arus Run	Sign glass	Sign glass	Sign glass	Sign glass	C O P	KET
PSI	Hw	Ampe re	Ampe re	H H	MH	L L	Pip a Ex pan si		
30	198	4.1	2.9	Seten gah cair	Seten gah cair	gas	Ber -es	3.0 4	
40	203	4,2	2.9	Seten gah gas	Seten gah cair	gas	Ber -es	3.9 4	
50	207	4,2	3,3	Seten gah gas	Seten gah cair	gas	Ber -es	4.4 6	
60	217	4.5	3.3	gas	gas	gas	ker ing	4.4	
70	232	4.7	3.3	gas	gas	gas	ker ing	4.4 6	
80	246 psi	4,9	4,2	Gas	Gas	Set eng ah cair	ker ing	5.0 7	
+8 0	-	-	-	-	-	-	-		Over Load

Tabel 4.1 diatas menerangkan bahwa:

- Pada kondisi normal hanya pada tekanan Refrigerant R22 yaitu 60-70 PSI.
- Pada kondisi tekanan 30-50 terjadi sub cooler dimana pada kondisi ini terjadi kekurangan freon dibuktikan dengan terlihat nya bunga es pada pipa evaporator dan pada *sign glass high pressure* dan *middle pressure sign glass* atau pada pipa *suction* terlihat gas dan cairan gas.

- Pada kondisi diberi tekanan Refrigerant R22 diberi tekanan 80 PSI pada sign class pipa discharge evaporator as bercampur cairan gas , kondisi ini dikatakan *super heat*
- Pada kondisi normal hanya pada tekanan Refrigerant R22 arus running yang digunakan 3,3 Ampere sama dengan name plat pada motor kompresor (gambar 4.20)
- Pada kondisi tekanan 30-50 terjadi sub cooler Arus running yang digunakan 2,9 ampere dibawah arus nominal kompresor
- Pada kondisi diberi tekanan Refrigerant R22 diberi tekanan 80 PSI Arus running yang digunakan 4,2 ampere diatas arus nominal kompresor setelah 15 menit terjadi *over load*
- Pada kondisi diberi tekanan Refrigerant R22 diberi tekanan diatas 80 PSI Arus running yang digunakan 4,2 ampere diatas arus nominal kompresor sebelum 5 menit terjadi *over load*

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran dan COP

Tekanan freon LP	suhu Inlet Ekspansi	Suhu Inlet indoor	Suhu Inlet Outdoor	suhu low pipa pressure	suhu high pipa pressure	Suhu Inlet indoor	Suhu Inlet Outdoor	COP	KET
30	25,1	24,9	28,8	25,3	54,4	27,9	31,5	3.04	
40	28,1	24,5	29,3	24,2	68,3	28,5	33,2	3.94	
50	31,2	22,9	29,3	24,6	69,8	27,8	35,6	4.46	
60	32,4	22,9	29,3	23,7	54,7	29,6	36,2	4.4	
70	32,5	22,5	29,3	23,8	62,7	29,7	38,2	4.46	
80	32,8	21,2	29,6	23,5	84	30,4	41,2	5.07	15 Menit Over load
+80					101				Over Load

Pada tabel 4.2 Kondisi yang terjadi:

- Suhu Evaporator yang sangat dingin terjadi pada tekanan refrigerant 80 psi .tetapi 15 menit setelah beroperasi kompresor mengalami *overload* dimana suhu pipa high pressure panasnya mencapai 80 °C.
- Pada kondisi Air conditional dalam keadaan normal beroperasi pada tekanan refrigerant 70 PSI .dan suhu pipa high pressure panasnya mencapai 60 °C yaitu suhu normal kompresor.

- Pada kondisi Air conditional dalam keadaan normal beroperasi pada tekanan refrigerant diatas 80 PSI .dan suhu pipa high pressure panasnya mencapai 101 °C .mengakibatkan kompresor *overload*

Tabel 4.3 Data hasil Ethalphi

LP	H1	H2	H4	Wc	ge	cop	
PSI	BTU/Lb	BTU/Lb	BTU/Lb	BTU/Lb	BTU/Lb		
30	36	103	125	22	67	3.04	
40	38	105	122	17	67	3.94	
50	39	106	121	15	67	4.46	
60	40	106	121	15	66	4.4	
70	42	107	121	14	65	4.64	
80	42	108	121	13	66	5.07	15 Menit Over load
80+			121				Over load

Makin Tinggi COP tingkat pendingin makin bagus, tetapi COP pada pemakaian Ar Conditional menggunakan R22 dengan daya 1 PK menghasilkan 4.4 sampai 4.46 .Hal ini dilihat dari tabel 4.3 nilai COP mencapai 5.07 pada tekanan 80 PSI tetapi 15 menit setelah itu kompresor *Over load* Hasil yang lebih lihat lampiran 1,2,3 tentang PH diagram

. Analisis Uji Praktikalitas

Setelah melaksanakan revisi produk sesuai dengan saran dan penilaian dari validator, selanjutnya langkah melakukan ujicoba terhadap produk. Kegiatan ujicoba bertujuan untuk mengetahui apakah produk yang dikembangkan yaitu penggunaan trainer simulator *Air Conditional* mudah digunakan, mudah dipahami, terlaksana dengan baik. Ujicoba dilakukan pada kepada peserta pelatihan LPK Sejahtera Batam pada sub Perawatan dan perbaikan *Air Conditional*

4.5.1 Hasil Uji Praktikalitas Trainer Simulator

Praktikalitas Trainer Simulator diberikan kepada 4 orang Instruktur teknik pendingin dan tata udara dan 1 orang pakar dari pihak industri.

Tabel 4.4. Hasil Penilaian Uji Praktikalitas Aagket Instruktur

No Bu tir	Penilai Ahli 1		Penilai Ahli 2		Penilai Ahli 3		Penilai Ahli 4		Penilai Ahli 5		Σ d	V
	skor	D										
1	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
2	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8

5	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
6	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
7	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
8	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
9	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
10	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
11	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
12	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
13	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
14	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
15	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
16	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
17	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
18	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
19	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
20	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
21	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
22	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
Total Pengukuran											672	
Praktikalitas											80.0	

Berdasarkan tabel 4.4 hasil uji praktikalitas trainer simulator berdasarkan penilaian Instruktur praktikalitas dimana reliabilitas dengan nilai rata-rata 80 %. Mengacu kepada pendapat Widoyoko (2013) pada Bab III maka termasuk kategori praktis (Baik)

Tabel 4.5. Hasil Penilaian Uji Praktikalitas Trainer Simulator peserta pelatihan

No Butir	Peserta 1		Peserta 2		Peserta 3		Peserta 5		Peserta 5		Σ d	V
	skor	d										
1	5	4	5	4	4	3	5	4	4	3	18	0.9
2	5	4	5	4	4	3	4	3	4	3	17	0.9
3	5	4	5	4	5	4	5	4	4	3	19	1.0

4	5	4	5	4	4	3	4	3	4	3	17	0.9
5	5	4	5	4	4	3	5	4	4	3	18	0.9
6	5	4	5	4	4	3	5	4	4	3	18	0.9
7	5	4	5	4	4	3	4	3	5	4	18	0.9
8	5	4	5	4	4	3	5	4	5	4	19	1.0
9	5	4	5	4	4	3	4	3	5	4	18	0.9
10	5	4	5	4	4	3	4	3	5	4	18	0.9
11	4	3	5	4	4	3	4	3	4	3	16	0.8
12	5	4	5	4	4	3	4	3	5	4	18	0.9
13	5	4	5	4	4	3	5	4	4	3	18	0.9
14	5	4	5	4	4	3	5	4	5	4	19	1.0
15	5	4	5	4	5	4	5	4	4	3	19	1.0
16	5	4	5	4	5	4	5	4	4	3	19	1.0
17	5	4	5	4	5	4	5	4	4	3	19	1.0
18	5	4	5	4	4	3	5	4	5	4	19	1.0
19	5	4	5	4	4	3	4	3	5	4	18	0.9
20	4	3	5	4	4	3	4	3	5	4	17	0.9
21	4	3	5	4	4	3	5	4	4	3	17	0.9
22	4	3	5	4	4	3	5	4	4	3	17	0.9
Total Pengukuran											396	
Praktikalitas											90.0	

Berdasarkan tabel 4.4 dan tabel 4.5 hasil uji praktikalitas trainer simulator berdasarkan penilaian Instruktur tingkat praktikalitas trainer simulator nilai rata-rata 80%, dan peserta pelatihan dimana tingkat praktikalitas trainer simulator dengan nilai rata-rata 90 %. Mengacu kepada pendapat Widoyoko (2013) pada Bab III maka termasuk kategori praktis (Baik)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan mengenai dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan Rancang Bangun Trainer Simulator *Air Conditional Refrigerant R22* Untuk Efisiensi Pelatihan Teknik Pendingin Dan Tata

Udara Di Balai Pelatihan Sejahtera Batam maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:(a)Rancang bangun *trainer simulator Air Conditional* menghasilkan alat bantu pembelajaran pada balai pelatihan Air Conditional Batam standar kompetensi merawat dan memperbaiki peralatan pendingin dengan pembuktian Coefficient of Performance (COP) saat Kekurangan Refrigerant ,COP refrigerant dan kelebihan refrigerant.(b)Rancang bangun *trainer Air Conditional* menggunakan R22 sebagai alat bantu pembelajaran mempercepat proses pemahaman belajar peralatan pendingin dalam pelatihan *Air Conditional* .(c)Bagaimana respon peserta training terhadap pelatihan menggunakan bantuan media pembelajaran *trainer simulator Air Conditional* sebagai alat bantu pembelajaran merawat dan memperbaiki peralatan pendingin dengan tingkat praktikalitas 80 % praktis menurut lima pakar dan 90 % menurut peserta pelatihan .

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut (a)Efektif melaksanakan pelatihan, pembelajaran, praktek pembelajaran di harapkan lebih mengembangkan trainer -trainer simulator ini yang dapat mengacu pada semua peralatan pendingin lain yang lebih universal atau lebih spesifik agar lebih efektif .(b)Merujuk kepada teori Kerucut Dale tingkat empat dengan tingkat penyerapan mencapai 90% jadi bahwa nya pelatihan, pembelajaran, praktek pembelajaran lebih cepat diserap menggunakan media pembelajaran diharapkan kepada penelitian-penelitian lebih banyak mengembangkan media pembelajaran lain seperti trainer simulator PLC, Microcontroller dll

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih merupakan bagian yang tidak wajib ada. Jika ada pihak luar yang terlibat di dalam pembuatan artikel ini, maka dapat dituliskan pada bagian ini. Judul untuk ucapan terima kasih dan daftar pustaka tidak diberi nomer.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Pressman, R. S., 2009, Software Engineering: A Practitioner's Approach, Ed.7, McGraw-Hill, New York.

[2] Suryani, Nunuk. (2013). Pengembangan Model Internalisasi Nilai Karakter dalam Pembelajaran Sejarah Melalui Model Value Clarification Technique. Paramita Vol. 23 No. 2 – Juli 2013, hlm. 208 – 219.

[3] Wahyudi, Lukman dan Tri Rijanto. 2017. “Pengembangan Trainer Miniatur Pintu Perlintasan Kereta Api Berbasis PLC Untuk Meningkatkan Standar Kompetensi Merangkai PLC Di SMK Dwija Bakti Jombang”. Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, vol. 6, no. 1.

[4] Model Course 6.10 Train the Simulator Trainer and Assesor, 2012 Edition

[5] Raharjo, Samsudi. (2011), Efektifitas Penggunaan MUSIcool Pada Mesin Pengkondisian Udara Merk Panasonic dan Toshiba, Prosiding Seminar Nasional Sains 2, Unwahas

[6] Azwar. Saifuddin. 2013. Metode Penelitian . Yogyakarta: Pustaka Pelajar