

TRAINER PENDINGIN RUANGAN MENGGUNAKAN AC SPLIT R32 RAMAH LINGKUNGAN SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH TEKNIK REFRIGERASI DAN TATA UDARA DI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Abram Adityawarman¹, Henry Ananta², Djoko Adi Widodo³

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima April 2018

Disetujui Oktober 2018

Dipublikasikan Desember 2018

Keywords:

Media pembelajaran,
trainer,AC Split R32,RND

Abstrak

Berdasarkan pengamatan di laboratorium Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang terdapat 3 unit *trainer* pendingin sebagai penunjang media pembelajaran mahasiswa sejumlah 40 orang, pada mata kuliah *refrigerasi* dan tata udara. Hal ini kurang cukup untuk memenuhi kebutuhan media pembelajaran tersebut, oleh karena itu perlu adanya pengembangan unit media pembelajaran berupa *trainer* pendingin sebagai salah satu penunjang pada mata kuliah *refrigerasi* dan tata udara.

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan produk yang dibuat berupa *trainer AC Split sebagai media pembelajaran*. Tahap pengujian meliputi uji validasi kelayakan *trainer* yang ditujukan ke 22 responden.

Hasil penelitian uji alat dan uji validasi kelayakan *trainer*. Pertama Standar *trainer AC Split R32 Ramah Lingkungan* sebagai media pembelajaran mata kuliah Refrigerasi dan Tata Udara, maksimal pada evaporator 18°C kompresor dapat bekerja normal, di bawah suhu 18°C kompresor mengalami *overload*. Kedua hasil angket yang telah diberikan oleh 22 responden secara umum menyatakan sangat layak. *Trainer AC Split R32 Ramah Lingkungan sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Refrigerasi dan Tata Udara*. Peneliti memberikan saran untuk peneliti selanjutnya yaitu: (1)*Trainer AC Split R32* tidak boleh bekerja melebihi suhu pada evaporator 18°C, karena pada suhu evaporator 16°C kompresor mengalami *overload*. (2)*Trainer AC Split 32* masih menggunakan sistem kerja analog untuk penelitian selanjutnya diharapkan dengan *trainer AC Split* sistem digital.

Abstract

Based on the observations in the laboratory of Electrical Engineering Department of Semarang State University there are 3 units of cooling trainer as supporting of student learning media about 40 people, in refrigeration and air system. This is not enough to meet the needs of the learning media, therefore the need for the development of learning media units in the form of cooling trainers as one of the supporting courses in refrigeration and air conditioning.

This research uses Research and Development (R & D) method with product made in the form of refrigerator trainer as learning media. The testing phase includes the validation test of the trainers' worthiness to 22 respondents.

The result of the instrument test and validation feasibility test of the trainer. First Standard Trainer Refrigerator with automatic defrost as a learning medium of Refrigeration and Air Conditioning courses, maximally at evaporator temperature load 18°C compressor can work normally, under temperature of 16°C compressor overloaded. Both questionnaires that have been given by 22 respondents in general stated very feasible. Trainer Refrigerator as a Learning Media for Refrigeration and Air Conditioning Course. The researcher gives suggestion for the next researcher that is: (1)Trainer AC Split R32 should not work more than evaporator temperature 18°C, because at room temperature 16°C compressor overloaded (2)Trainer AC Split R32 still use analog work system for subsequent penglitian expected with trainer refrigeretor of digital system.

Alamat korespondensi:

Gedung E11 Lantai 2 FT Unnes

Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

E-mail: edu.elektrika@mail.unnes.ac.id

© 2018 Universitas Negeri Semarang

ISSN 2252-7095

PENDAHULUAN

Pada penelitian yang dilakukan oleh S. S. Jadhav, K. V. Mali berjudul *Evaluation of a Refrigerant R410A as Substitute for R22 in Window Air-conditioner*, menyebutkan bahwa dari hasil penelitian studi ini memberikan pengetahuan tentang metode dalam pengembangan, pembuatan dan penerapan tentang R410A adalah campuran azeotropik dari proporsi yang sama dengan massa HFC refrigeran R410 (CH₂F₂, difluorometana) dan R125 (HF₂C-CF₃, pentafluoro- etana) dengan sifat mirip dengan R22. R410A memiliki kapasitas pendinginan volumetrik yang lebih tinggi dibandingkan dengan R22 dan memiliki sifat pertukaran panas yang lebih baik. Hal ini menyebabkan peningkatan kinerja secara keseluruhan dalam hal efisiensi sistem. Kepadatan lebih tinggi dari uap di R410A memungkinkan kecepatan sistem yang lebih tinggi, mengurangi tekanan kerugian drop dan memungkinkan lebih kecil tubing diameter yang akan digunakan.

Penelitian yang dilakukan S. Venkataiah, dkk "Analysis of Alternative Refrigerants to R22 for Air-Conditioning Applications at Various Evaporating Temperatures". CFC telah dihapus, kecuali untuk pengguna penting, dan HCFC harus dihilangkan pada tahun 2020, karena potensi penipisan ozon. Ini menghasilkan kebutuhan untuk zero ozone depletion potential (ODP) refrigeran atau campuran refrigeran. R410A adalah di antara merek yang lebih baru dari campuran refrigeran, dengan nol ODP. Perbedaan terbesar untuk R22 adalah tingkat tekanan yang dihasilkan yang lebih dari 50% lebih tinggi. Refrigeran R410A beroperasi pada tekanan yang lebih tinggi pada suhu jenuh yang sama dari R22, oleh karena itu sistem harus didesain ulang. Percobaan laboratorium awal R410A dalam sistem pendingin udara telah menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam COP (coefficient of performance) vs R22. Perilaku anomali jelas R410A telah terbukti karena sifat fisik dan transportasi yang sangat menguntungkan. COP keseluruhan sistem adalah 5 sampai 6% lebih dari R22.

Bericara mengenai Pemanasan Global dan Penipisan Ozon adalah bahasan yang terkait dengan Refrigerant yang kita bahas saat ini. Berangkat dari Protokol Montreal ; Protokol Montreal (lengkapnya: Protokol Montreal atas Zat-Zat yang mengurangi Lapisan Ozon) adalah sebuah "traktat internasional" biasa juga disebut sebagai perjanjian *internasional* atau perjanjian antarnegara yang dirancang untuk melindungi lapisan ozon dengan meniadakan produksi sejumlah zat yang diyakini bertanggung jawab atas berkurangnya lapisan ozon. Traktat ini terbuka untuk ditandatangani pada 16 September 1987 dan berlaku sejak 1 Januari 1989. Sejak itu, traktat ini

telah mengalami lima kali revisi yaitu pada 1990 di London, 1992 di Kopenhagen, 1995 di Vienna, 1997 di Montreal dan 1999 di Beijing.

Dikarenakan tingkat penerapan dan implementasinya yang luas, traktat ini dianggap sebagai contoh kesuksesan kerjasama internasional. Kofi Annan pernah menyebutnya sebagai "Kemungkinan merupakan persetujuan internasional tersukses sampai hari ini...".

Traktat ini difokuskan pada beberapa kelompok senyawa hidrokarbon halogen yang diyakini memainkan peranan penting dalam pengikisan lapisan ozon. Semua zat tersebut memiliki klorin atau bromin (zat yang hanya memiliki fluorin saja tidak berbahaya bagi lapisan ozon). Dalam hal ini Produk Pendingin Udara untuk Kebutuhan Residential mempunyai peranan besar dalam penipisan Lapisan Ozon dengan Refrigerant yang dipakai saat ini (R22). Untuk itu negara-negara di dunia memberikan alternatif penggantian penggunaan R22, sebagai berikut :

Jepang = Beralih ke R32.

USA = Beralih ke R 410A.

Eropa = Beralih ke HFC, PFC, SFC

Australia = Beralih ke SGHG (Syntetic Green House Gases)

Indonesia = Beralih ke R32.

Dasar Regulasi International yaitu IEC 60355-2-40-2005 (Edisi 42) ANSI/ASHRAE 34-2001 (R32-A2). Sedangkan untuk regulasi national yaitu PERMEN Industri No.34/M-IND/PER/&2013 SNI. IEC 6035-20-40.2009 ANSI/ASHRAE 34-2007 (R32-A2L).

R32 adalah CH₂F₂ merupakan suatu Refrigerant Tunggal yang terbentuk dari struktur kimia yang stabil antara Hidrogen, Carbon dan Fluorine. Karakteristik R32 tidak beracun dan mempunyai waktu hidup yang singkat antara 4 sampai dengan 9 Tahun setelah terlepas di Atmosfer bumi.

Dari beberapa penelitian di atas penulis berencana membuat alat peraga pendingin ruangan, yaitu AC split dengan indicator sebagai media praktikum Teknik Refrigerasi dan Tata Udara.

Berdasarkan pengamatan di laboratorium Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang terdapat 3 unit *trainer* pendingin ruangan sebagai penunjang media pembelajaran mahasiswa sejumlah 40 orang, pada mata kuliah *refrigerasi* dan tata udara. Hal ini kurang cukup untuk memenuhi kebutuhan media pembelajaran tersebut, sehingga proses pembelajaran menjadi kurang efektif. Oleh karena itu perlu adanya pengembangan unit media pembelajaran berupa *trainer* pendingin ruangan

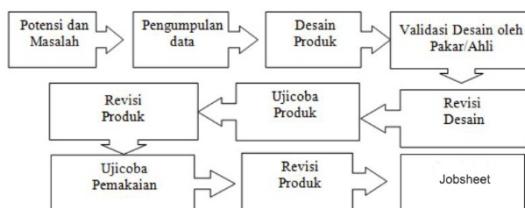
terbaru yang ramah lingkungan sebagai salah satu penunjang pada mata kuliah *refrigerasi* dan tata udara. Berdasarkan beberapa kondisi di atas sehingga penulis tertarik mengadakan penelitian dengan judul “*Trainer Pendingin Ruangan Menggunakan AC Split R32 Ramah Lingkungan sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Refrigerasi dan Tata Udara di Universitas Negeri Semarang*”.

Tujuan dari penelitian ini adalah Rancang bangun *AC Split R32* dengan *Alat Ukur*. Untuk kerja kelayakan *trainer AC Split* sebagai media pembelajaran.

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development* atau *R&D*). Metode *R&D* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan untuk menguji keefektifan produk supaya berfungsi di masyarakat luas (Sugiyono, 2013:409)



Gambar 1. Langkah-langkah Metode *R&D*

B. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan berdasarkan pada langkah-langkah penelitian dan pengembangan (*R&D*) menurut Sugiyono (2013:409) seperti yang telah ditunjukkan pada gambar1 di atas.

C. Desain Uji Coba Produk

Uji coba alat digunakan untuk mengetahui apakah alat sudah sesuai dengan yang direncanakan atau belum. Pengujian ini dilakukan setelah semua proses pembuatan alat selesai, pengujian dilakukan secara bertahap guna mencari kesalahan maupun kekurangan kerja pada alat tersebut. Dalam penelitian ini pengujian pada produk berupa *trainer* dilakukan pada aspek operasional.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data digunakan untuk mengumpulkan data penelitian, agar memperoleh data-data yang diinginkan sesuai dengan tujuan penelitian. Teknik pengumpulan data yang

digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner (angket). Sugiyono (2013: 142) menyebutkan “Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya”

Melalui pengumpulan data dengan menggunakan kuesioner ini diharapkan data mengenai kelayakan dan kesesuaian alat tersebut untuk digunakan dalam produksi masal dapat terkumpul. Responden dalam hal ini ditujukan kepada pakar yang dalam hal ini dilakukan oleh orang dengan keahlian yang dimiliki sesuai dengan alat. Teknik pengumpulan data dengan menggunakan kuesioner ini dipilih karena dapat menghasilkan data yang dibutuhkan peneliti, yaitu data mengenai kelayakan dan kesesuaian dari alat.

E. Instrumen Penelitian

Instrumen Penelitian yang digunakan adalah kuesioner dan metode tes. Kuesioner adalah sejumlah pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden (Sugiyono, 2013). Metode tes merupakan serentetan pertanyaan atau latihan yang digunakan untuk mengukur pengetahuan, keterampilan, atau kemampuan yang dimiliki individu atau kelompok (Suharsimi, 2010). Gradasi yang digunakan dalam angket terkait media pembelajaran adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Skala Likert

Jawaban	Skor
Sangat Setuju (SS)	4
Setuju (S)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Sumber: Sugiyono, 2013

F. Teknik Analisis Data

Setelah data diperoleh dari angket, langkah selanjutnya dalam penelitian adalah menganalisis data. Metode analisis data untuk uji validasi dan uji kelayakan adalah menggunakan persentase dan dihitung rata-rata (*mean*) dari hasil persentase validator.

Data uji validasi dan uji kelayakan yang telah terkumpul diolah dengan perhitungan persentase skor kemudian dihitung rata-rata (*mean*) yang telah diberikan oleh validator. Perhitungan skor dapat dijelaskan sebagai berikut (Sugiyono, 2013:143-144):

- 1) Menghitung jumlah skor masing-masing aspek

- 2) Menghitung jumlah skor kriterium (bila setiap butir mendapat skor tertinggi)
- 3) Menghitung persentase dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$p = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

p = Persentase

n = Total Skor

N = Skor maksimal

Dari jawaban responden selanjutnya dibuat kriteria kevalidan untuk masing-masing aspek. Gradiasi yang digunakan dalam angket diberikan 4 range yang ditunjukkan pada Tabel 2. Tabel 2 merupakan Tabel Kategori Respon.

Tabel 2. Kategori Respon

No.	Interval	Kriteria
1	$81,25 \% < \% \leq 100,00 \%$	sangat layak
2	$62,50 \% < \% \leq 81,25 \%$	layak
3	$43,75 \% < \% \leq 62,50 \%$	cukup layak
4	$25,00 \% < \% \leq 43,75 \%$	tidak layak

Sumber: Sugiyono, 2013

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengembangkan produk yang diharapkan dapat membantu dalam proses pembelajaran pada mata kuliah Refrigerasi dan Tata Udara di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Hasil pembuatan alat dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Trainer AC Split R32

Tabel 3. Spesifikasi

Kompresor	1/6 PK
Kondensor	10U
Filter	9 cm x 2 cm
Pipa Kapiler	0,028 inchi
Evaporator Fine Tube	18 cm x 30 cm
Rerfrigeran	R32
Dimensi Trainer AC Split R32	75cm x 35cm x 100cm
Beban Suhu Max	40 °C
Tegangan	220 V
Arus Kompresor	1.6 A
Suhu Evaporator	18 °C
Terjadi Overload/Trip Kompresor	5 A, 100 °C

Pada gambar 3 di atas, terlihat alat trainer *AC Split* secara keseluruhan berbentuk *meja trainer* yang terbuat dari bahan *triplex* dan siku besi sebagai tempat tanam komponen dan kerangka *trainer*, di box trainer dilengkapi skema AC Split. Desain *trainer* sesuai dengan perancangan pada berbentuk *meja trainer*, inovasi ini bertujuan agar komponen *trainer* dapat dilihat secara transparan dan dapat diamati proses kerja *trainer* tersebut. Dalam penelitian ini setalah *trainer* selesai dibuat, dilakukan pengujian kelayakan *trainer* melalui uji pakar/ahli, uji kinerja *trainer* dan tanggapan mahasiswa.

1. Uji Validasi Kelayakan

Trainer AC Split R32 ini, telah diujikan kepada pakar/ahli dan penguna jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang guna untuk mevalidasi alat *trainer*. Hasil uji validasi *Trainer AC Split R32* menggunakan teknik kuisioner yaitu angket ke beberapa responden. Hasil skor angket yang telah diisi dosen untuk masing-masing indikator Berikut hasil skor uji validasi.

Hasil uji validasi yang di lakukan oleh teknisi. Indikator yang dinilai yaitu, indikator kualitas *trainer* (1-3) Indikator operasional *trainer* (4-12).

Hasil analisis uji validasi satu oleh teknisi

1. Analisis uji validasi indikator kualitas *trainer*.

Jumlah skor perolehan = 11

Jumlah skor maksimum = 12

Kriteria =

$$\frac{\text{jumlah skor perolehan}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

$$= \frac{11}{12} \times 100\% \\ = 91,67\%$$

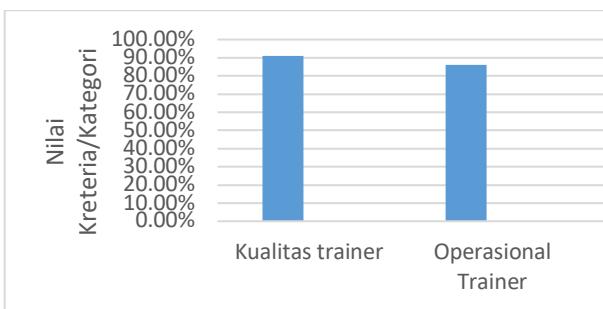
dengan kategori “Sangat Layak”.

2. Analisis uji validasi indikator operasional *trainer*.

$$\begin{array}{lcl} \text{Jumlah skor perolehan} & = 31 \\ \text{Jumlah skor maksimum} & = 36 \\ \text{Kriteria} & = \\ \\ \frac{\text{jumlah skor perolehan}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\% & \\ \\ & = \frac{31}{36} \times 100\% \\ & = 86,11\% \end{array}$$

dengan kategori “Sangat Layak”.

Dari hasil pengujian validasi alat oleh ahli dapat dibuat persentase hasil validasi untuk tiap-tiap aspek ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 4. Grafik Keretaria Hasil Uji Validasi Satu

Hasil analisis dari kedua indikator yang dinilai yaitu indikator kualitas *trainer* diperoleh hasil skor persentase 91,67% dan Indikator operasional *trainer* diperoleh hasil skor persentase 86,11%.

Hasil uji validasi yang di lakukan oleh dosen. Indikator yang dinilai yaitu, indikator kualitas *trainer* (1-3) Indikator operasional *trainer* (4-9) dan indikator keefektifan *trainer* sebagai media pembelajaran (10-13).

Analisis uji validasi dua oleh dosen

1. Analisis uji validasi indikator kualitas *trainer*.

$$\begin{array}{lcl} \text{Jumlah skor perolehan} & = 11 \\ \text{Jumlah skor maksimum} & = 12 \\ \text{Kriteria} & = \\ \\ \frac{\text{jumlah skor perolehan}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\% & \\ \\ & = \frac{11}{12} \times 100\% \\ & = 91,67\% \end{array}$$

dengan kategori “Sangat Layak”.

2. Analisis uji validasi indikator operasional *trainer*.

$$\begin{array}{lcl} \text{Jumlah skor perolehan} & = 21 \\ \text{Jumlah skor maksimum} & = 24 \\ \text{Kriteria} & = \end{array}$$

$$\begin{aligned} \frac{\text{jumlah skor perolehan}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\% & \\ & = \frac{21}{24} \times 100\% \\ & = 87,50\% \end{aligned}$$

dengan kategori “Sangat Layak”.

3. Analisis uji validasi indikator keefektifan *trainer* sebagai media pembelajaran.

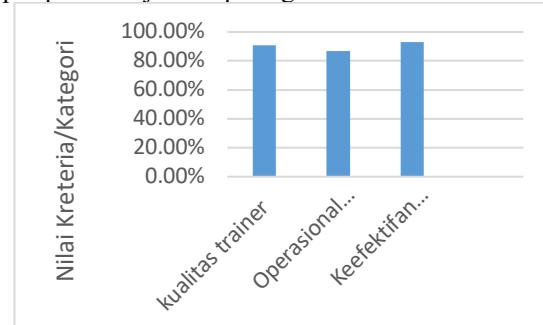
$$\begin{array}{lcl} \text{Jumlah skor perolehan} & = 15 \\ \text{Jumlah skor maksimum} & = 16 \\ \text{Kriteria} & = \end{array}$$

$$\frac{\text{jumlah skor perolehan}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} & = \frac{15}{16} \times 100\% \\ & = 93,75\% \end{aligned}$$

dengan kategori “Sangat Layak”.

Dari hasil pengujian validasi alat oleh ahli dapat dibuat persentase hasil validasi untuk tiap-tiap aspek ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 5. Grafik Keretaria Hasil Uji Validasi Dua

Hasil analisis dari ketiga indikator yang dinilai yaitu indikator kualitas *trainer* diperoleh hasil skor persentase 91,67%, Indikator operasional *trainer* diperoleh hasil skor persentase 87,50%, dan indikator keefektifan *trainer* sebagai media pembelajaran hasil skor persentase 93,75%.

Hasil skor angket tanggapan mahasiswa. Indikator yang dinilai yaitu, indikator kemudahan *trainer* (1-5) Indikator operasional *trainer* (6-8) dan indikator keefektifan *trainer* sebagai media pembelajaran (9-12).

1. Analisis uji validasi indikator kemudahan *trainer*.

$$\begin{array}{lcl} \text{Jumlah skor perolehan} & = 341 \\ \text{Jumlah skor maksimum} & = 400 \\ \text{Kriteria} & = \end{array}$$

$$\frac{\text{jumlah skor perolehan}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} & = \frac{341}{400} \times 100\% \\ & = 85,25\% \end{aligned}$$

dengan kategori “Sangat Layak”.

2. Analisis uji validasi indikator inovasi *trainer*.

Jumlah skor perolehan = 195

Jumlah skor maksimum = 240

Kriteria =

$$\frac{\text{jumlah skor perolehan}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\% \\ = \frac{195}{240} \times 100\% \\ = 81,25\%$$

dengan kategori “Sangat Layak”.

3. Analisis uji validasi indikator keefektifan *trainer* sebagai media pembelajaran.

Jumlah skor perolehan = 264

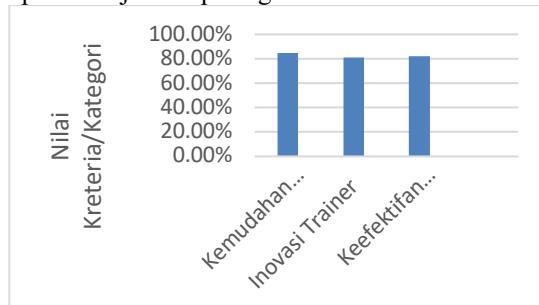
Jumlah skor maksimum = 320

Kriteria =

$$\frac{\text{jumlah skor perolehan}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\% \\ = \frac{262}{320} \times 100\% \\ = 82,50\%$$

dengan kategori “Sangat Layak”.

Dari hasil skor tanggapan mahasiswa dapat dibuat persentase hasil validasi untuk tiap-tiap aspek ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 6. Grafik Keterteria Tanggapan Mahasiswa

Hasil analisis dari ketiga indikator yang dinilai yaitu indikator kemudahan *trainer* diperoleh hasil skor persentase 85,25%, Indikator inovasi *trainer* diperoleh hasil skor persentase 81,25%, hasil skor persentase 87,50%, dan indikator keefektifan *trainer* sebagai media pembelajaran hasil skor persentase 82,25%

B. Pembahasan

Hasil analisis peneliti dari data-data yang telah diperoleh. Dalam bab pembahasan ini keterkaitan dengan rumusan masalah. Hasil uji kerja alat dengan diberi beban suhu yang berubah-ubah dari suhu 27°C sampai 33°C, arus start 0,8A, arus normal 0,6A dengan tegangan start 220V, tegangan normal 230V dalam kondisi normal atau kompresor tetap bekerja. Pada suhu 30°C sampai

38°C, arus start 0,9A, arus normal 0,7A dengan tegangan start 218V, tegangan normal 230V dalam kondisi normal atau kompresor tetap bekerja. Suhu 40°C, arus start 0,1A, arus normal 0,8A dengan tegangan start 216V, tegangan normal 230V dalam kondisi normal atau kompresor tetap bekerja. Sedangkan suhu 43°C, arus start 5A, arus normal 0A dengan tegangan start 214V, tegangan normal 0V dalam kondisi overload atau kompresor padam. Jadi pada beban suhu ruang yang mencapai 43°C kompresor tidak dapat bekerja atau mengalami *overload*. Kompresor dapat bekerja normal pada suhu ruang di bawah 43°C.

Hasil angket yang telah diberikan oleh 22 responden yaitu 1 teknisi 1 dosen dan 20 mahasiswa secara umum menyatakan sangat layak *Trainer Refrigerator sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Refrigerasi dan Tata Udara*.

Hasil uji kelayakan *Trainer AC Split R32* yang diberikan kepada satu responden dari teknisi, guna untuk memvalidasi alat *trainer* dengan dua indikator kelayakan. Yang pertama adalah indikator kualitas *trainer* memperoleh persentase skor 91,67%, dan yang kedua indikator operasional *trainer* memperoleh skor persentase 86,11%. Dari kedua indikator tersebut semua termasuk kedalam dengan “kategori sangat layak”

Kemudian angket yang kedua hasil uji kelayakan *Trainer AC Split R32* yang diberikan kepada satu responden dari dosen, guna untuk memvalidasi alat *trainer* dengan tiga indikator kelayakan. Indikator kualitas *trainer* memperoleh persentase skor 91,67%, indikator operasional *trainer* memperoleh skor persentase 87,50%, dan indikator keefektifan *trainer* sebagai media pembelajaran memperoleh persentase skor 93,75%. ketiga indikator tersebut semua termasuk kedalam dengan “kategori sangat layak”. Dengan revisi tambahan roda pada *trainer*.

Angket yang ketiga adalah angket tanggapan mahasiswa yang sudah mengikuti atau sudah mengambil matakuliah Refrigerasi dan Tata Udara sebanyak 20 mahasiswa. Penilaian didasarkan pada tiga indikator. . Indikator kemudahan *trainer* memperoleh persentase skor 85,25%, indikator inovasi *trainer* memperoleh skor persentase 81,25%, dan indikator keefektifan *trainer* sebagai media pembelajaran memperoleh persentase skor 82,50%. ketiga indikator tersebut semua termasuk kedalam dengan “kategori sangat layak”.

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan *Trainer Refrigerator* meliputi pembuatan *box trainer*, secara keseluruhan berbentuk *box* yang terbuat dari bahan *akrilik*

- dan siku besi sebagai tempat tanam komponen dan kerangka *trainer*. Standar *trainer Refrigerator* dengan *defrost* otomatis sebagai media pembelajaran mata kuliah *Refrigerasi dan Tata Udara*, maksimal pada beban suhu ruang 40°C kompresor dapat bekerja normal, di atas suhu 40°C kompresor mengalami *overload* atau padam.
2. Hasil angket yang telah diberikan oleh 22 responden yaitu 1 teknisi 1 dosen dan 20 mahasiswa secara umum menyatakan sangat layak *Trainer Refrigerator sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Refrigerasi dan Tata Udara*.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan, maka perlu beberapa saran sebagai berikut:

1. *Trainer AC Split R32* tidak boleh bekerja melebihi suhu dibawah 16°C, karena pada suhu evaporator 16°C kompresor mengalami *overload* atau padam.
2. *Trainer AC Split R32* ini masih menggunakan sistem kerja analog untuk penelitian selanjutnya diharapkan dengan *trainer AC Split* sistem digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, Azridjal. 2013. *Komparasi Katup Ekspansi Termostatik dan Pipa Kapiler terhadap Temperatur dan Tekanan Mesin Pendingin*. Riau. Jurnal Teknik Mesin Universitas Riau. Vol. 1 (389-397)
- Abhishek Kumar, Abhishek and R.C.Gupta. 2013. A Performance of a Window Air Conditioner Using Alternative Refrigerants R22 AND R410A. Department of Mechanical Engineering, Jabalpur Engineering college, Jabalpur, India.
- Bella, Bachir. 2014. Energy Efficiency of a Chiller using R410A or R32. University of Padova, Department of Industrial Engineering, Italy.
- Bernardo, Zakaria dan Himsar Ambarita. 2014. *Rancang Bangun Kompressor dan Pipa Kapiler untuk Mesin Pengering Pakaian Sistem Pompa Kalor dengan Daya 1 PK*. Sumatra Utara. Jurnal E-Dinamis Universitas Sumatra Utara. Vol. 9, No. 1.
- Era, Surya. 2014. *Apakah AC Inverter Itu* <http://suryaera.com/blog/apakah-ac-inverter-itu> (diunduh pada 19 Juli 2017).
- Fazri, Allmansyah dan Budha Maryanti. 2016. *Analisa Karakteristik Katup Ekspansi Termostatik dan Pipa Kapiler pada Sistem Pendingin Water Chiller*. Balikpapan Jurnal Teknologi Terpadu Universitas Balikpapan. Vol. 4, No. 1.
- Grandis, Vitex. 1999. *Merawat dan memperbaiki Kulkas*. Bogor: Puspa Swara.
- Hamzah, Firman dan Wahyu H. Piarah, Jalaluddin Hadada. 2016. *Kaji Experimental Prestasi Ac Split Evaporator Tunggal Dan Ganda*. Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar
- JadHAV, KV Mali. 2015. Evaluation of a Refrigerant R410A as Substitute for R22 in Window Air-conditioner. Department of Mechanical Engineering, Sinhgad College of Engineering, Pune, India.
- Karyanto, E dan Emon Paringga. 2003. *Teknik Mesin Pendingin (Refrigerator, Freezer, Display Cooler)*. Jakarta: CV. Restu Agung.
- Muin, Abdul. 2017. *Sistem Lemari Pendingin Sayuran Sederhana dengan Media Es Batu*. Palembang. Jurnal Destimiasi Teknologi Universitas Tridinanti Palembang. Vol. 5, No. 2: 85-175.
- Musfiqon, H.M. 2012. *Pengembangan Media dan Sumber Pembelajaran*. Jakarta : PT. Prestasi Pustakakarya.
- Nursusanto, Usman. 2016. *Pengembangan Ac Trainer Sebagai Media Pembelajaran Sistem Instalasi Tata Udara Siswa Kelas Xi Smk N 1 Magelang*. Skripsi: UNY.
- Pham, Hung and Rajan Rajendran. 2012. R32 And HFOs As Low-GWP Refrigerants For Air Conditioning. Emerson Climate Technologies Inc. Sidney, USA.
- Prasetyo, Putut Jatmiko Dewi dan Vendi Setiawan. 2012. *Rancang Bangun Car Air Conditioner Installation Maintenance Trainer*. Kediri. Jurnal Teknik Mesin Politeknik Kediri. Vol. 1, No 2.
- Siregar, Eveline, dan Hartini Nara. 2014. *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Sukidi. 2012. Penggunaan Media Trainer AC Sebagai Upaya Meningkatkan Kompetensi Siswa Pada Mata Diklat Teknik Pendingin. SMK Negeri 5 Surakarta.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan kuantitatif, Kualitatif, dan Rnd*. Bandung: Alfabeta.
- Tampubolon, Darwis dan Robert Samosir. 2005. *Pemahaman Tentang Sistem Refrigerasi*. Medan. Jurnal Teknik SIMETRIKA Politeknik Medan. Vol. 2, No. 1: 312-315.
- U. Hyginus Ugwu. 2012. *Design, Fabrication and Performance Evaluation of a Micro-Absorption Refrigerator*. Nigeria. International Journal of Engineering and Technology.
- Ugwu, Hyginus. 2012. Design, Fabrication and Performance Evaluation of a Micro-Absorption Refrigerator. Department of Mechanical Engineering, Michael Okpara University of

- Agriculture, Umudike, Umuahia, Abia State,
Nigeria
- Wahyu, Dian. Nasrullah dan Khairul Amri. 2014.
Kaji Eksperimental Penggunaan R22 dan
R410A Berdasarkan Variasi Laku Aliran
Massa Pada Mesin AC. Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Padang Kampus Limau
Manis Padang
- Wijaya, Awi Muliadi. 2011. *Mari Kita
Mempelajari Cara Kerja Lemari Es(Kulkas).*<https://www.infodokterku.com/index.php/en/89-daftar-isi-content/macam-macam-info-serba-serbi/131-mari-kita-mempelajari-cara-kerja-lemari-es-kulkas> (diunduh pada 04 Mei 2017).
- Yudha Isnandar, Ahmad. 2017. Trainer
Refrigerator Sebagai Media Pembelajaran
Mata Kuliah Refrigerasi Dan Tata Udara Di
Universitas Negeri Semarang.
- Skripsi: Universitas Negeri Semarang.