

Perancangan Dan Pengembangan *Trainer Air Conditioner* Jenis *Split* Untuk Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura

¹Indra Dwi Setiawan, ²Achmad Ubaidillah M.s, ³Riza Alfita

^{1,2,3} Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura

¹indrasemetiawan@gmail.com, ²ubaidillah.ms@trunojoyo.ac.id, ³riza.alfita@trunojoyo.ac.id

Abstract – *The very rapid development of science in the field of technology requires each individual to participate in all aspects including education on modern technology such as air conditioning. Based on these problems, the researcher plans to design an AC trainer that is accompanied by a module. This thesis research aims to develop and provide training for electrical engineering students. So that students know how to install, operate, maintain, solve problems and also the level of capacity for cooling load requirements that are suitable for use in a room with a predetermined calculation formula. From the research on the design and development of the split type air condenser trainer for the electrical engineering study program laboratory, Trunojoyo Madura University, the calculation results are that the current is 1.6 A, the voltage is 220-240 V and the power is 390 W. 1.6 A, a voltage of 213 V, and a power of 340.9 W. From the results obtained between calculations and measurements, it is found that the difference in voltage is 27 V so that it affects the power value. this is caused by the voltage that often changes, because the load at night is more so that the voltage drops.*

Keywords: *Air Conditioner, Technology, AC Trainer, split, Module*

Abstrak— Perkembangan ilmu pengetahuan dibidang teknologi yang sangat pesat mengharuskan setiap individu untuk ikut serta dalam segala aspek tidak terkecuali pendidikan mengenai teknologi modern seperti halnya AC (*Air Conditioner*). Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti berencana merancang AC *trainer* yang di sertai dengan modul. Penelitian skripsi ini bertujuan untuk mengembangkan dan memberi pelatihan pada mahasiswa teknik elektro. Sehingga mahasiswa mengetahui cara pemasangan, mengoperasikan, perawatan, mengatasi permasalahan dan juga tingkat kapasitas kebutuhan beban pendingin yang sesuai untuk digunakan pada sebuah ruangan dengan rumus hitungan yang telah di tetapkan. Dari penelitian perancangan dan pengembangan *trainer air conditioer* jenis *split* untuk laboratorium prodi Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura didapatkan hasil perhitungan yaitu arus sebesar 1,6 A, Tegangan sebesar 220-240 V dan daya sebesar 390 W. Pada hasil pengukuran didapatkan nilai rata-rata arus sebesar 1,6 A, Tegangan sebesar 213 V, dan daya sebesar 340,9 W. Dari hasil yang didapat antara perhitungan dan pengukuran didapatkan selisih tegangan sebesar 27 V sehingga mempengaruhi nilai daya. hal ini disebabkan oleh tegangan yang sering berubah, karena beban pada malam hari lebih banyak sehingga tegangan turun.

Kata Kunci: *Air Conditioner, Teknologi, AC Trainer, split, Modul*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dibidang teknologi yang sangat pesat mengharuskan setiap individu untuk ikut serta dalam segala aspek tidak terkecuali pendidikan mengenai teknologi. Untuk itu upaya untuk meningkatkan sumber daya manusia supaya mampu mengikuti perkembangan serta kemajuan teknologi tersebut adalah dengan cara meningkatkan kualitas pada proses pembelajaran serta ketersediaan media pembelajaran tersebut. Salah satunya adalah alat pelatihan mesin pendingin ruangan yang bervariasi untuk menyesuaikan kebutuhan yang di inginkan[1]. Mesin pendingin ruangan bisa mendinginkan sebuah ruangan karena ada proses perpindahan panas, yaitu dari suhu panas ruangan sebelumnya akan diserap oleh kondensor[2]. Setelah itu terjadilah proses penguapan, penguapan terjadi ketika zat panas diserap oleh panas yang ada disekitar zat yang menguap sehingga zat yang menguap akan kehilangan panasnya. Berdasarkan hal tersebut, salah satu upaya dalam meningkatkan sumber daya manusia tersebut dirancanglah sebuah media pembelajaran berupa *air conditioner trainer*.

Media pembelajaran juga berperan dari pembawa informasi kepada yang menerima informasi agar memicu pikiran, perhatian, perasaan, serta minat sehingga terjadi proses kegiatan belajar. Penggunaan media pembelajaran dapat membantu dalam menyampaikan informasi berupa materi yang diajarkan serta mempermudah proses belajar karena dapat memahami materi dengan menggunakan media[3][4][5].

Penggunaan media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar dan membantu dalam menyampaikan materi yang diajarkan sementara itu mahasiswa terbantu karena dapat memahami materi dengan mudah mulai dari pemasangan, perbaikan dan perawatan air conditioner[6].

Pentingnya efisiensi daya listrik yang digunakan AC terhadap suatu ruangan[7]. Maka memberikan tuntutan untuk membuat perhitungan dan pengujian di setiap jenis AC split yang akan di gunakan[8]. Agar tidak terjadi keborosan ataupun tidak mendinginkan suatu ruangan jika ukuran AC tidak tepat[9].

Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti berencana merancang AC *trainer* sebagai modul praktikum atau media pembelajaran dengan judul “PERANCANGAN PENGEMBANGAN *TRAINER AIR CONDITIONER* JENIS *SPLIT* UNTUK LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA”.

II. METODE PENELITIAN

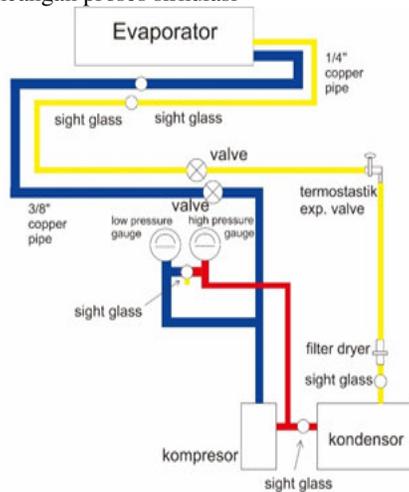
Dalam perancangan menjelaskan bahwa pengerjaan penelitian dimulai dari proses persiapan dimana proses tersebut mencari data lapangan secara langsung dan mengumpulkan data melalui studi literatur. Proses yang kedua yaitu perancangan sistem yang mencakup perancangan kebutuhan sistem. Selanjutnya pembuatan sistem yang akan meliputi pembuatan alat. Setelah alat dibuat selanjutnya akan diujicoba dan setelah itu dianalisa untuk mendapatkan kesimpulan..

A. Desain *trainer*

Proses sirkulasi pendinginan serta desain sistem.

Sebagai berikut.

1. Perancangan proses sirkulasi



Gambar 1. Perancangan modul refrigerator

Pada saat kompresor dihidupkan, *refrigerant* akan terpompa masuk ke dalam kondensor (proses pengembunan *refrigerant*), pipa kondensor yang panjang ini dibentuk berkeluk-keluk sejajar agar tidak memakan banyak tempat. Jajaran ini pada kedua ujungnya diperkuat pada jari-jari besi yang kecil-kecil. Adapun fungsi dari kondensor ini ialah untuk menurunkan suhu dari gas yang mengalir dalam pipa-pipa kondensor ini berfungsi mengubah gas (*refrigerant* yang telah mengalami penguapan oleh *evaporator*), menjadi wujud cair pada titik embunnya[10].

Dari kondensor *refrigerant* masuk ke dalam *filter drayer* terus ke pipa kapiler. Pada pipa kapiler ini, *refrigerant* masih mempunyai suhu dan tekanan yang tinggi dalam wujud gas karena hasil kerja dari kompresor.

Karena gas ini harus melewati lubang yang sempit dari pipa kapiler (dalam hal ini adalah *thermostatic*) maka hal ini merupakan pengendali bagi beredarnya gas tersebut, akibatnya tekanan gas dalam kondensor naik. Dengan naiknya tekanan ini dan juga oleh pendinginnya dari luar maka gas dalam kondensor akan berubah menjadi cair. *Refrigerant* cair ini akhirnya mengalir lewat *filter drayer* dan pipa kapiler masuk ke dalam *evaporator* (pipa penguapan). Sebelum masuk menuju *evaporator* terlebih dahulu dapat dilihat alirannya melalui *sight glass*.

Evaporator memiliki diameter pipa yang lebih besar

daripada diameter pipa kapiler dari tekanan dalam kondensor. Akibatnya cairan dari *refrigerant* akan menguap. Dari penguapan ini diambil/diserap panas dari sekitar pipa *evaporator* sehingga terjadi pendinginan[11]. Maksud dari *evaporator* di bengkokkan agar tidak memakan tempat.

Refrigerant yang telah melewati pipa *evaporator* seluruhnya berubah menjadi gas dan gas ini akan dihisap oleh kompresor melalui pipa hisap. *Refrigerant* yang dihisap dipompakan lagi oleh kompresor sehingga menjadi gas dengan suhu tinggi. Demikian proses terus berulang-ulang selama kompresor beroperasi.

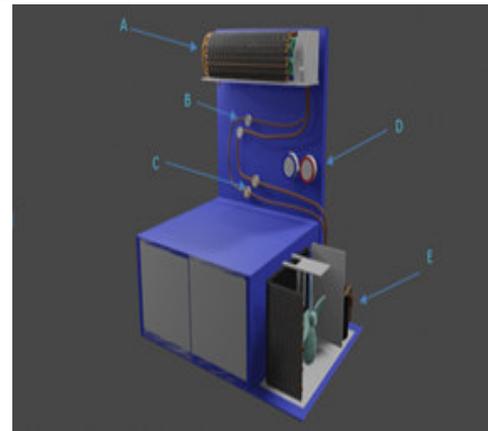
Pada pengoperasian *thermostatic* arah aliran *refrigerant* menuju pipa kapiler gunanya untuk menurunkan tekanan dan mengatur jumlah cairan *refrigerant* yang mengalir. Setelah aliran *refrigerant* melalui *akumulator* menuju *sight glass* kemudian menuju kompresor selanjutnya proses mengulang kembali terus menerus.

Sebagai pengendali aliran digunakan *valve* untuk pengaturannya, untuk mengetahui tekanan hisap (tekanan rendah) dan tekanan kompresi (tekanan tinggi) dapat diamati melalui *pressure gauge*.

Konsep sistem ini terdiri dari gambaran umum dimana menjelaskan tentang alur system aliran *refrigerant* pada *AC trainer*.

2. Desain sistem

Desain dari basic *AC trainer* secara 3 dimensi sebagai berikut.



Gambar 2. Desain sistem

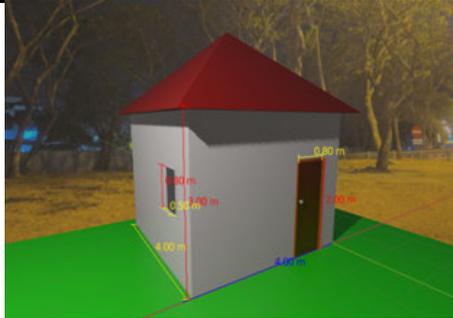
- a. *Indoor unit* tanpa *case*
- b. *Sight glass*
- c. *Valve*
- d. *Manifold gauge*
- e. *Outdoor unit* tanpa *case*

B. Perancangan dan perhitungan ruangan

Pada perancangan dan perhitungan ruangan membahas mengenai perhitungan suatu ruangan jika dirancang instalasi AC.

a. Tinjauan ruangan

Berikut gambar dari bangunan yang akan di hitung total beban kalor yang di hasilkan.



Gambar 3. Skema bangunan

Data Ruangan sebagai berikut :

- Panjang ruangan = 4 m
- Lebar ruangan = 4 m
- Tinggi ruangan = 3 m
- Tebal dinding = 15 cm = 0,15 m
- Warna dinding = Cerah/putih
- Luas pintu = 2 m x 80 cm = 2 m x 0,8 m = 1,6 m²
- Luas jendela = 80 cm x 50 cm = 0,8 m x 0,5m = 0,4 m²
- Penerangan = 2 x 10 = 20 watt
- Peralatan listrik lain = 100 watt

b. Kondisi Udara

Kondisi udara berupa temperatur yang diinginkan (dalam ruangan) serta temperatur luar ruangan. Berikut tabelnya:

Tabel 1. Kondisi udara

Kondisi	Temperatur	Kelembapan Relatif
Dalam ruangan (Temperatur yang diinginkan)	20 ^o C	50%
Luar Ruangan (Temperatur Luar Ruangan)	20 ^o C	50%

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan beban pendinginan pada ruangan

Suatu ruangan memiliki karakteristik mulai dari suhu ruangan yang berbeda-beda, bahan bangunan dan volume ruangan yang bervariasi[12]. Sehingga sangat diperlukan untuk melakukan perhitungan kapasitas beban pendinginan. Pada penentuan kapasitas beban pendinginan ini dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut:

1. Beban kalor sensibel dari luar ruangan

Beban kalor sensibel luar ruangan dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Q1 = A \times I \times Ftr \times Fsh \quad (1)$$

$$= 0,4 \times 430 \times 0,64 \times 0,76$$

$$= 83,66 \text{ Kcal/jam}$$

2. Beban transmisi kalor melalui jendela

Beban transmisi kalor yang melalui jendela dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q2 = A \times k \times \Delta t \quad (2)$$

$$= (0,4+1,6) \times 5,5 \times (30-20)$$

$$= 110 \text{ Kcal/jam}$$

3. Perolehan kalor akibat dari ventilasi dan infiltrasi udara

Kalor dari ventilasi dan infiltrasi udara dapat ditentukan

dengan persamaan :

a. Ventilasi

Jumlah pergantian udara untuk ruangan satu jendela adalah 1, maka kebutuhan udara luar dapat ditentukan dengan:

$$Q = N \times V60 \quad (3)$$

$$= 1 \times 9060$$

$$= 1,5 \text{ 1/detik}$$

Maka kalor sensibel akibat ventilasi adalah

$$Q3 = 1,2 \times Q \times \Delta t \quad (4)$$

$$= 1,2 \times 1,5 \times 10$$

$$= 10 \text{ Kcal/jam}$$

Pada kalor laten akibat ventilasi ditentukan dengan ketentuan temperatur 30^oC memiliki tekanan jenuh 4,241 kPa dan temperatur 20^oC memiliki tekanan jenuh 2,337 kPa

$$w0 = 0,622 \times 4,241(101,3-4,241)$$

$$= 0,0436 \text{ Kg/Kg}$$

$$w1 = 0,622 \times 2,337(101,3-2,337)$$

$$= 0,0146 \text{ Kg/Kg}$$

Maka kalor laten akibat ventilasi adalah :

$$Q4 = 3000 \times Q \times (w0 - w1) \quad (5)$$

$$= 3000 \times 1,5 \times (0,0436-0,0146)$$

$$= 130,5 \text{ Kcal/jam}$$

b. Infiltrasi

Kalor laten akibat infiltrasi dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q5 = V \times N \times K \times \Delta k \quad (6)$$

$$= 48 \times 1 \times 597,3 \times 0,012$$

$$= 344,04 \text{ Kcal/jam}$$

4. Beban kalor melalui dinding

Dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q6 = A \times U \times (Te + Ta) \quad (7)$$

Dimana:

$$U = 1,61 \text{ Kcal/m}^2\text{jam}^{\circ}\text{C}$$

Temperatur ekivalen radiasi matahari (Te) dengan persamaan:

$$Te = \epsilon r \times Rso \times J \quad (8)$$

Temperatur ekivalen temperatur atmosfer (Ta) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Ta = t0 - \Delta t2 - tr + k \Delta t2 \text{ Cos } 15 (\tau - \gamma - \Gamma) \quad (9)$$

$$= 30 - 202 - 20 + 0,75 \times 202 \text{ Cos } 15$$

$$(-4 - 2 - 3,5) = 5,63 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Maka:

$$Q6 = A \times U \times (Te + Ta)$$

$$Q6u = 10,4 \times 1,61 \times (1,48 + 5,63)$$

$$= 119,05 \text{ Kcal/jam}$$

$$Q6t = 11,6 \times 1,61 \times (10,75 + 5,63)$$

$$= 305,91 \text{ Kcal/jam}$$

$$Q6s = 12 \times 1,61 \times (5,4 + 5,63)$$

$$= 213,1 \text{ Kcal/jam}$$

$$Q6b = 12 \times 1,61 \times (1,48 + 5,63)$$

$$= 137,37 \text{ Kcal/jam}$$

Maka jumlah beban transmisi melalui dinding adalah:

$$Q6 = Q6u + Q6t + Q6s + Q6b \quad (10)$$

$$= 119,05 + 305,91 + 213,1 + 137,37$$

$$= 775,43 \text{ Kcal/jam}$$

5. Transmisi kalor melalui atap

Dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Q7 = A \times U \times (Te + Ta) \quad (11)$$

Maka:

- $$Q7 = A \times U \times (T_e + T_a)$$

$$= 16 \times 2,90 \times (2,98+5,63)$$

$$= 389,74 \text{ Kcal/jam}$$
6. Beban sensibel dari dalam ruangan
 Beban kalor sensibel dari dalam ruangan terjadi karena transmisi kalor melalui lantai dan kalor sesibel dari penghuni ruangan.
- a. Transmisi kalor melalui lantai
 Dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Q8 = A \times U (T_o - T_r) \quad (12)$$

$$T_o - T_r = \text{Pada lantai mendekati Satu}$$
 Maka:

$$Q8 = 16 \times 2,90 \quad (13)$$

$$= 46,4 \text{ Kcal/jam}$$
- b. Kalor sensibel dari penghuni ruangan
 Dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q9 = M \times S \times f_k \quad (14)$$

$$= 2 \times 53 \times 0,95$$

$$= 100,7 \text{ Kcal/jam}$$
 Sedangkan kalor laten dari penghuni ruangan ditentukan dengan persamaan:

$$Q10 = M \times L \times f_k \quad (15)$$

$$= 2 \times 47 \times 0,95$$

$$= 89,3 \text{ Kcal/jam}$$
- c. Beban kalor sensibel dari lampu penerangan
 Dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q11 = P \times F_u \times f_b \times CLF \quad (16)$$

$$= 20 \times 1 \times 1,2 \times 0,99$$

$$= 23,76 \text{ Kcal/jam}$$
- d. Beban kalor sensibel dari peralatan listrik lain
 Dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Q12 = P \times 0,806 \times f_p \quad (17)$$

$$= 100 \times 0,806 \times 1$$

$$= 80,6 \text{ Kcal/jam}$$
- e. Tambahan kalor dari masuknya udar didinginkan
 Dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Q13 = V0Vs \times Ks \times (t0 - tr) \quad (18)$$

$$= 18,20,91 \times 0,24 \times (30 - 20)$$

$$= 48,32 \text{ Kcal/jam}$$
7. Beban kalor total
 Beban kalor total dari perhitungan diatas dapat dijumlahkan dengan cara sebagai berikut ini:

$$Q_{tot} = 2.234,45 \text{ Kcal/jam}$$

Tabel 2. Total beban pendinginan

No	Perhitungan beban pendinginan	Kalor sensibel Kcal/jam	Kalor laten Kcal/jam
A	Beban kalor dari luar ruangan		
1	Radiasai matahari melalui jendela	83,66	
2	Transmisi kalor melalui jendela	110	
3	Perolehan kalornakibat Ventilasi	10	130,5
	Infiltrasi	344,04	
4	Transmisi kalor melalui dinding	775,43	

5	Transmisi kalor melalui atap	389,74	
B	Beban kalor dari dalam ruangan		
1	Transmisi kalor melalui lantai	48,4	
2	Kalor dari penghuni ruangan	100,7	89,3
3	Beban kalor lampu penerangan	23,76	
4	Beban kalor peralatan listrik lain	80,6	
5	Tambahan kalor oleh masuknya udara yang didinginkan	48,32	
	Jumlah	2.014,65	219,8
Total beban pendinginan		2.234,45	

Dengan demikian total beban kalor yang dihasilkan adalah 2.234,45Kcal/jam atau $\frac{2234,45}{0,252} = 8.866 \text{ Btu/jam}$.

Data acuan besaran ukuran Pk pada *air conditioner* sebagai berikut :

Tabel 3. Acuan besaran Pk

BTU/hr	PK
± 5.000	½
± 7.000	¾
± 9.000	1
± 12.000	1 ½
± 18.000	2

Maka jika ukuran AC tipe split yang ingin digunakan sesuai pada data bangunan di atas adalah yang bisa mencukupi bebannya, yaitu 1 Pk yang bisa mencapai ± 9.000 Btu/jam.

B. Percobaan Konsumsi Daya pada *Air Conditoner Trainer*

Pada percobaan konsumsi daya dilakukan percobaan selama satu hari dengan selisih waktu di setiap percobaan dua jam. Untuk data yang sudah kami ukur sebagai berikut :

Tabel 4. Konsumsi Daya

No.	Waktu	Arus	Tegangan	Daya
1.	06.00	1,6 A	215 V	344 W
2.	08.00	1,6 A	215 V	344 W
3.	10.00	1,6 A	215 V	344 W
4.	12.00	1,6 A	216 V	345,6 W
5.	14.00	1,6 A	216 V	345,6 W
6.	16.00	1,6 A	216 V	345,6 W
7.	18.00	1,6 A	210 V	336 W
8.	20.00	1,6 A	210 V	336 W
9.	22.00	1,6 A	211 V	337,6 W
10.	24.00	1,6 A	211 V	337,6 W
11.	02.00	1,6 A	211 V	337,6 W
12.	04.00	1,6 A	211 V	337,6 W
Rata-rata		1,6 A	213 V	340,9 W

Pada tabel 4 menunjukkan konsumsi daya yang dihasilkan dari trainer AC. Utuk tegangan tiap percobaan ada perbedaan pada waktu tertentu. Di dapatkan hasil perhitungan pada data AC split ½ pk yaitu arus sebesar 1,6 A, Tegangan sebesar 240 V dan daya sebesar 390 W. Pada hasil pengukuran didapatkan nilai rata-rata arus sebesar 1,6 A, Tegangan sebesar 213 V, dan daya sebesar 340,9 W. Dari

hasil yang didapat antara perhitungan dan pengukuran. Didapatkan selisih tegangan sebesar 27 V sehingga mempengaruhi nilai daya. hal ini disebabkan oleh tegangan yang sering berubah, karena beban pada malam hari lebih banyak sehingga tegangan turun.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, percobaan, pembuatan animasi serta anilisa sistem dari modul pendingin ruangan (AC) dapat diambil beberapa kesimpulan. Pada perancangan atau pemasangan air conditioner trainer pada ruangan hendaknya diperhitungkan dulu untuk pemasangan Ac agar tidak ada permasalahan dalam suhu ruangan antara dingin dan kurang dingin. Seperti contoh diatas jika menggunakan bangunan seperti dengan data diatas, yang memiliki kebutuhan 8.866 Btu/jam maka AC berukuran ½ pk tidak tepat karena hanya menghasilkan 5.000 Btu/jam jadi sebaiknya menggunakan 1 pk karena mencapai 9.000 Btu/jam yang sudah memenuhi kebutuhan ruangan tersebut.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Raj, A., & Soni, N. (2017). *Review of Design of Air Conditioning System for Commercial and Domestic Applications. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(7), 3124–3128. Retrieved from <https://irjet.net/archives/V4/i7/IRJET-V4I7628.pdf>
- [2] P. K. W. Silvia, “Analisis Variasi Tipe Kondensor Air Conditioner Terhadap Besar Peningkatan Suhu Yang Di Hasilkan” 294 Jurnal Pembelajaran Fisika, vol. 7, no.03,september(2018).
- [3] Usman, N. (2016). Pengembangan AC Trainer Sebagai Media Pembelajaran Sistem Instalasi Tata Udara Siswa Kelas XI SMK N 1 Magelang. E-Journal Universitas Negeri Yogyakarta.
- [4] R. Alfita, R. V. Nahari, F. Teknik, and U. Trunojoyo, “Pengaruh pembelajaran cooperative script menggunakan media video tutorial berbasis opensource,” 2015.
- [5] U. N. Malang, “Seminar Nasional Teknologi Pendidikan UM, 2015 1,” Tantangan dan Peran Teknol. Pembelajaran dalam Transform. Pendidik. di Era Digit., p. 757, 2015.
- [6] Rahardjo, I. A. (2016). Pelatihan Perbaikan Dan Perawatan *Air Conditioner* (Ac). Sarwahita, 13(1), 24–26. <https://doi.org/10.21009/sarwahita.131.04>
- [7] Ferry, I. (2018). Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada AC *Split* Berdasarkan Variasi Kondisi Ruangan. *Teknologi Pendingin Dan Tata Udara*, 5, 33–40.
- [8] Mukhtia mirulhaq. (2016). perencanaan alat uji prestasi sistem pengkodisian udara (air conditioner) jenis split. *Jurnal Mahasiswa Teknik Upp*, 2(2), 1–10. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [9] Fitriana, Saghifa “Analisis Menentukan Rekomendasi Penyejuk Udara Yang Tepat Menggunakan Metode Moora” ISSN : 2338 - 8161 Jurusan Sistem Informasi, STMIK Nusa Mandiri Jakarta : Vol.7, No.1 – 2019.
- [10] Poernomo, H., Teknik, J., Kapal, P., Perkapalan, P., & Surabaya, N. (2015). Analisis Karakteristik Unjuk Kerja Sistem Pendingin (Air Conditioning) Yang Menggunakan Freon R-22 Berdasarkan Pada Variasi Putaran Kipas Pendingin Kondensor. *Kapal*, 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.12777/kpl.12.1.1-8>
- [11] Bansal, V., & Mathur, J. (2018). *Performance enhancement of earth air tunnel heat exchanger using evaporative cooling. International Journal of Low-Carbon Technologies*, 4(3), 150–158. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctp017>
- [12] Yoon, M. S., Lim, J. H., Qahtani, T. S. M. A. L., & Nam, Y. (2018). *Experimental study on comparison of energy consumption between constant and variable speed air-conditioners in two different climates. ACRA 2018 - 9th Asian Conference on Refrigeration and Air-Conditioning*, (April)