

Car Air Conditioner System Simulator Design for Student Practicum

Perancangan Simulator Sistem Air Conditioner Mobil Sebagai Alat Praktikum Mahasiswa

Nuzul hidayat^{1*}, M.Giatman², Mukhlidi Muskhir², Hansi Effendi², Ahmad Arif¹

Abstract

This research aims to develop a car air conditioning (AC) simulator. The vehicle's air conditioning system is transferred to a stand panel with an electric motor drive. The selection of an electric motor simplifies operation, maintenance, and practicality because the AC system does not require much time to warm up. The rotation of the electric motor is regulated by an inverter so that the performance of the AC system matches the actual performance. The R and D approach was selected for this investigation. The technique begins with examining an existing simulator, followed by planning, creating, expert validation, and completion of the simulator. The expert validation of the material's feasibility yielded a score of 3.73 with a highly feasible category, a score of 3.45 with a viable category for media, and a score of 3.20 with a feasible category for efficacy. It has been demonstrated that, on average, there is a 36.18 percent improvement in comprehension when this technique is utilized.

Keywords

Simulator, air conditioner, design, practicums

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah membuat simulator *air conditioner* (AC) mobil dengan cara memindahkan sistem AC dari mobil ke panel stand dengan penggerak motor listrik. Pemilihan motor listrik adalah untuk mempermudah pengoperasian, perawatan serta kepraktisan karena tidak butuh waktu yang lama untuk pemanasan sistem AC. Sebuah inverter digunakan sebagai pengatur putaran motor listrik, sehingga kinerja sistem AC sesuai dengan kinerja sebenarnya. Metode *R and D* dipilih dalam penelitian ini. Metode diawali dengan mengamati simulator yang sudah ada, merencanakan, mengembangkan, melakukan validasi simulator oleh ahli, dan finalisasi simulator. Hasil validasi ahli untuk kelayakan materi memperoleh nilai nilai 3.73 dengan kategori sangat layak, untuk media memperoleh nilai 3.45 dengan kategori layak, serta untuk keefektifan dengan nilai 3.20 dengan kategori layak. Pada saat digunakan, terbukti ada kenaikan pemahaman dengan rerata 36.18%.

Kata Kunci

Simulator, air conditioner, rancangan, praktikum

¹*Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Padang, Sumatera Barat, Indonesia*

²*Program pasca sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Padang, Sumatera Barat, Indonesia*

* nuzulhidayat@ft.unp.ac.id

Submitted: December 07, 2022. Accepted: January 11, 2023. Published: January 19, 2023.

PENDAHULUAN

Prinsip kerja dari sistem *air conditioner* (AC) pada kendaraan khususnya mobil memiliki beberapa proses yaitu langkah dalam pendinginan dengan cara mengurangi jumlah uap air melalui proses menaikkan temperature dan menambahkan jumlah uap air. Namun di daerah berhawa panas AC hanya dipergunakan untuk menurunkan temperatur dan pengurangan jumlah uap air. Namun jika dilakukan perbandingan dengan yang ada bagunan kabin dari kendaraan lebih kecil. Namun untuk kegunaan sistem AC memiliki kesamaan adalah menghasilkan kondisi dimana seseorang nyaman atau pengunannya, dalam segala keadaan. Sistem AC biasanya teritegrasi dengan sistem control yang ada mobil yang sudah menggunakan sensor dan sitem yang berbasis dengan sistem elektronik dan memanfaatkan pengendalian dengan computer yang umum disebut dengan pengontrolan ECU dan *Air Conditioning System*[1].

Penelitian ini tentang pembuatan simulator AC mobil sudah dikembangkan dintarannya perancangan Kontrol pada Simulator Refrigerasi Adsorpsi Berbasis Arduino dan Labview yang untuk melihat dan mengontrol prinsip kerja sistem pendinginan secara maksimal dalam pendinginan secara komputerisasi (dengan program Adruino) [2]. Pembuatan simulator AC mobil untuk menguji performa AC tersebut dengan memvariasikan massa refrigerant dan waktu pendinginan [3].

Hasil penelitian tentang pembuatan simulator AC pada mobil dapat meningkatkan motivasi dalam belajar praktikum [4]. Dari penelitian didapat informasi bahwa prestasi belajar yang memanfaatkan simulator memiliki hasil belajar yang baik dari belajar yang hanya menggunakan modul [3]. Pengembangan simulator AC tentang analisa kerusakan pada sistem kelistrikan pada simulator [5]. Pengembangan simulator AC pada mobil dengan analisa secara CFD (*Computational Fluids Dynamic*) simulasi memiliki nilai yang presisi dan sama dan simulator memungkinkan untuk dikembangkan karena memiliki informasi yang sama jika dibandingkan dengan eksperimen [6]. Penelitian yang telah dilakukan tentang pembuatan simulator AC mobil dengan jenis *straight fin condenser* yang umum digunakan dengan penggerak electric motor 1 fasa dengan rangkaian seri yang hanya menghasilkan daya 2 HP dan yang bisa dilakukan putaran sedang[7].

Pengembangan dan pembuatan simulator berpengerak *electric motor* 3 fasa *induction motor* dan inverter ATV312 untuk motor 3 fasa akan lebih baik karena pengukuran COP (*coefficient of performance*) putaran kompressor antara 1500rpm-2000rpm karena daya yang dihasilkan mencukupi untuk mengoperasikan sistem AC mobil [8]. Selanjutnya juga lebih mudah dalam pengoperasian serta pemahaman konsep serta perhitungan COP (*coefficient of performance*) karena dilengkapi dengan *pressure gauge* dan thermocouple disetiap perubahan temperatur dan tekanan refrigerant yang akan dikembangkan secara digital.

Mata kuliah Teknologi pengkondisian udara yang selanjutnya disingkat (TPU) adalah mata kuliah wajib bagi mahasiswa Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang dengan beban 2 SKS praktek dan 1 SKS teori. Teknologi Pengkondisian Udara ini merupakan mata kuliah yang mencakup pembelajaran dan kemampuan *skill* diantaranya: tetang langka-langkah pendinginan, diagram psikrometrik, COP (*coefficient of performance*), refrigerant, komponen dan bagian-bagian yang terdapat AC yang dimiliki oleh sebuah kendaraan, juga mencakup pearwatan berkala, pemeriksaan komponen langkah-lankkah dalam memperbaiki dan dilakukan uji dari AC [2]. Perkuliahan ini terdiri dari dua metode yaitu secara teori sebanyak 1 SKS (50 menit) dan secara praktek sebanyak 2 SKS (200 menit). Selama perkuliahan teori tidak ada kendala yang serius dihadapi karena untuk teori sarana dan prasarana cukup memadai. Namun sebaliknya pada perkulihan praktek banyak kendala yang dihadapi terutama pada peralatan untuk praktek TPU sangat minim. Kondisi peralatan

praktikum untuk TPU boleh dikatakan tidak dalam keadaan baik karena peralatan praktek TPU digabung dengan Praktek Listrik Elektronika Otomotif (LEO) dalam satu *engine stand*. Penggunaan *engine stand* ini secara bergantian dengan semester perkuliahan yang berbeda. Jika *engine stand* dipakai pada perkuliahan LEO maka dapat dipastikan sistem AC nya akan rusak atau tidak bisa dipakai langsung saat kuliah akan dilakukan atau harus diperbaiki lagi agar sistem AC dapat bekerja. Kondisi seperti ini menyita waktu yang cukup lama rata-rata 60 menit. Kendala lain sistem AC yang terpasang menggunakan mesin mobil yang sudah tua dan sulit dihidupkan dan bahkan nyaris tidak hidup. Jika mesin tidak bias hidup maka dapat dipastikan perkuliahan tidak bisa dilanjutkan kemateri pokok karena waktu tersita untuk memperbaiki mesin mobil[9].

Tingkat pemahaman dianggap selesai dari peserta didik dapat dilihat dari tercapainya dari tujuan pembelajaran yang diantaranya keterampilan dalam melakukan kegiatan pembelajaran secara praktik. Praktek harus dilaksanakan secara berkelanjutan dan dapat memiliki hasil dari kemampuan motorik yang komprehensif. Para peserta didik dapat latihan dengan melaksanakan kegiatan-kegiatan yang mengarah kepada tujuan pembelajaran yang dapat membuat keterampilannya berkembang dan melakukan kegiatan dalam bentuk demonstrasi dan simulasi. Pelaksanaan kegiatan praktek memberi peluang kepada mahasiswa supaya lebih baik dan efektif dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran. Selain itu untuk memaksimalkan kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan secara praktek maka ada beberapa tahapan yakni langkah persiapan dalam kegiatan praktek, kemudian pelaksanaan praktek itu sendiri.

Kondisi peralatan praktek yang terdapat di laboratorium Teknologi Pengkondisian Udara yang belum bisa optimal mendukung kegiatan pembelajaran karena kondisinya yang tidak terurus dan juga menggunakan mesin mobil sebagai penggerak sistem pengkondisian udaranya, sehingga pemanfaatan simulator pengkondisian udara tersebut tidak optimal seperti terlihat pada [Gambar 1](#).

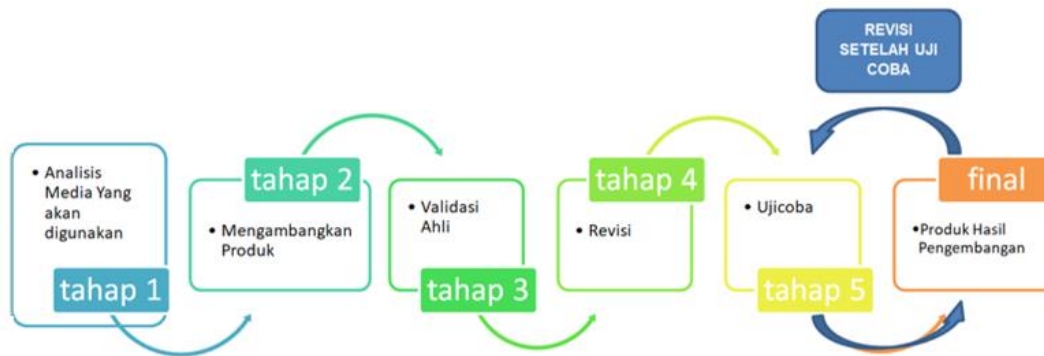


Gambar 1. Kondisi peralatan praktikum kuliah AC yang rusak berat dan menghasilkan polusi saat kegiatan praktek

Dari permasalahan yang dijelaskan diatas maka untuk melihat perubahan yang terjadi pada sistem AC mobil untuk meningkatkan efisiensinya dalam pelaksanaan pembelajaran baik dari sisi capaian kompetensi dan dalam pengoperasian sistem pengkondisian udara perlu dikembangkan simulator AC mobil secara terpisah dari mesin mobil agar lebih mudah dalam memahami konsep dan cara kerja AC tersebut. Untuk menggerakkan akan dibantu dengan menggunakan motor listrik dengan inverter yang lebih mudah pengoperasian dan lebih mudah perawatan. Pengembangan simulator ini juga dapat membantu mahasiswa ketika memahami konsep dan pencapaian kompetensi dalam pembelajaran sistem AC mobil pada perkuliahan Teknologi Pengkondisian Udara (TPU)

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode *research and development* yaitu penelitian dengan pengembangan. Penelitian ini yaitu merupakan sebuah proses yang dapat dipakai untuk pengembangan dan memvalidkan suatu produk yang dihasilkan dalam bidang pendidikan sesuai dengan kajian sesuai dengan Borg & Gall menyatakan dalam penelitian dan pengembangan memiliki sepuluh langkah pelaksanaan penelitian [10] namun dalam penelitian ini disederhanakan menjadi 5 langkah seperti pada Gambar 2 [11].



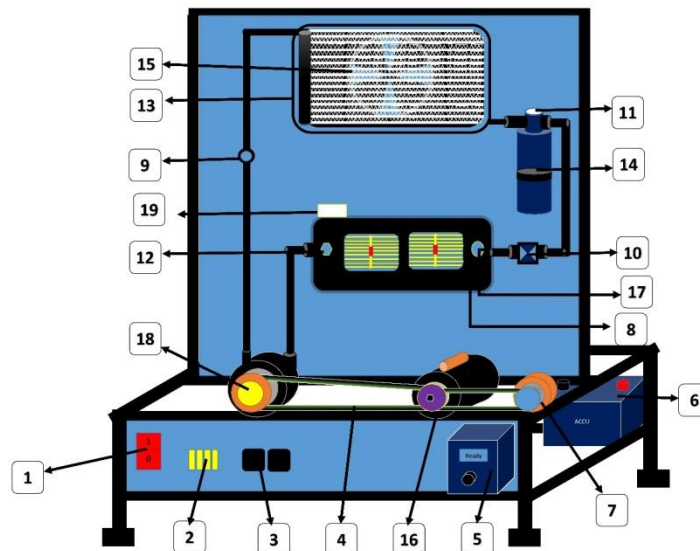
Gambar 2. Prosedur Penelitian

Pelaksanaan penelitian merupakan hal yang mendasar dalam persiapan penelitian diantaranya menetapkan perumusan dari capaian dari penelitian yang akan dilakukan, membuat rancangan prosedur pelaksanaan penelitian, menyiapkan bahan pendukung seperti materi dan bahan dalam pelaksanaan perkuliahan serta mempersiapkan materi pokok yang berhubungan dengan media dan rencana pembelajaran semester, adapun beberapa tahapan yang dapat dilakukan yaitu: (1) mempersiapkan rancangan simulator simulator *air conditioner*, dengan cara mempelajari prinsip dasar sistem *air conditioner*, untuk mengembangkan mencakup rencana pembuatan, merakit dari simulator dan model pembelajaran yang akan digunakan; (2) melakukan validasi pada simulator *air conditioner*, yang memiliki tahapan yaitu validasi yang dilakukan oleh ahli media, kemudian validasi pengujian alat dengan menguji coba dari sisi cara kerja dan prinsip kerja dari *air conditioner*, dan melakukan validasi penggunaan di pembelajaran atau lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan pada target dan langkah-langkah dalam penelitian ada beberapa langkah yang harus dilakukan yaitu langkah pertama melakukan perancangan simulator dengan cara membuat rancangan rangka dan *layout* dan posisi penempatan komponen yang pas dan proposional [12]. Langkah kedua yaitu melanjutkan ke proses persiapan bahan- bahan dan pembuatan simulator yang mengacu kepada tujuan dari pembelajaran dan kompetensi yang harus dicapai sesudah pembelajaran. Perancangan dilakukan dengan menggunakan aplikasi *solidworks* selanjutnya dilakukan pembuatan simulator maka dilanjutkan dengan mendesain pembelajaran yang tercakup didalamnya modul serta prosedur pemakaian serta langkah-langkah dalam pembelajaran. Rancangan simulator *air conditioner*, memiliki ukuran Panjang x Lebar x Tinggi yaitu 0.8 m x 1,2 m x 1,2 m dengan menggunakan besi hollow 40mm x 40mm tebal 2mm sebagai rangka utama. Dan didukung dengan besi hollow 20mm x 20mm tebal 1,2mm sebagai tulang peyangga. Tempat pemasangan komponen menggunakan acrylic tebal 5mm. Gambar 3 merupakan rancangan simulator yang dikembangkan.



Gambar 3. Rancangan simulator *air conditioner* dengan penggerak motor listrik

Untuk lebih jelas spesifikasi komponen dan posisi *layout* komponen pada simulator *air conditioner* dapat dilihat pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Spesifikasi dan jumlah kebutuhan komponen dalam pembuatan simulator *air conditioner*

No	Nama komponen	Spesifikasi	Jumlah Unit
1	Main switch	5 terminal	1
2	Fuse	20 Ampere	4
3	Relay	4 kaki	4
4	V belt	Tipe B	2
5	Inverter	ATV312HU22N4	1
6	Step down transformer	12 V 45 Ampere	1
7	Evaporator	Tipe pipe and fin	1
8	Dual pressure switch	Min 1,5 kg/cm ² Max 15 kg/cm ²	1
9	Expation valve	katup ekspansi termostatik	1
10	Kaca pengintai	Kaca transparan	1
11	Sakelar blower	5 terminal	1
12	Kondensor	tabung datar sirip lurus	1
13	Receiver dryer	Jenis pengering	1
14	Kipas pendingin	Dinamo listrik	1
15	Electric motor	Motor induksi tiga fasa 3 HP/2.2Kw	1
16	Thermostat	Model mekanik	1
17	Kompresor AC	Wobble plate	1
18	Tahanan blower	tahanan	1

Dalam tahapan pembuatan simulator *air conditioner* langkah awalnya adalah pembuatan sesuai dengan rancangan yang sudah dibuat. Pada pembuatan rangka penyangga dari simulator terbuat dari besi yang kokoh dan di lakukan pengecatan supaya simulator kuat dan tahan terhadap karat. Setelah selesai pembuatan rangka maka dilakukan pemasangan komponen yang sesuai dengan *layout* yang sudah dirancang serta penempatan instrument yang digunakan hal ini dapat dilihat pada [Gambar 4](#).



(a)



(b)

Gambar 4. Rangka penyangga simulator (a) dan simulator yang sudah siap dipasang (b)

Gambar 5 merupakan aktifitas penggunaan simulator *air conditioner* pada saat pembelajaran Teknologi Pengkondisian Udara. Pemanfaatan simulator ini dimanfaatkan pada materi pengenalan prinsip kerja, pengenalan komponen, dan perawatan serta perbaikan sistem *air conditioner* pada mobil. Penggunaan simulator ini dilakukan pada pembelajaran praktek dan dari penggunaan dan pengoperasiannya lebih mudah, praktis dan efisien karena simulator digerakan dengan menggunakan motor listrik.



Gambar 5. Aktifitas kegiatan pembelajaran menggunakan simulator

Pembahasan

Penggunaan simulator dalam pelaksanaan pembelajaran pada kuliah Teknologi Pengkondisian Udara sudah dilakukan peninjauan dan penilaian dengan secara baik dan seksama. Validasi dilakukan oleh ahli media pembelajaran untuk mendapatkan kelayakan dari simulator AC yaitu dengan memperhatikan beberapa aspek diantaranya, cara kerja dan prinsip kerja sistem *air conditioner*, kemudahan dalam pengoperasian, serta keefektifan dalam penggunaan.

Kelayakan dalam prinsip dan cara kerja simulator *air conditioner* saat di pindahkan ke simulator *air conditioner* maka ahli materi memberikan penilaian pada materi media pembelajaran. Data penilaian validasi materi terdiri dari dua aspek yaitu aspek prinsip dan cara kerja sistem *air conditioner*. Hasil validitas ahli materi adalah sebagai Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Rerata skor	Kategori
1	Prinsip kerja	3,75	Sangat layak
2	Cara kerja	3,70	Sangat layak
	Σ	3,73	Sangat layak
Nilai tertinggi		3,75 Aspek prinsip kerja	
Nilai terendah		3,70 Aspek cara kerja	

Selanjutnya dalam kemudahan dalam pengoperasian simulator *air conditioner* maka ahli validasi dalam menentukan kelayakannya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Validasi ahli media

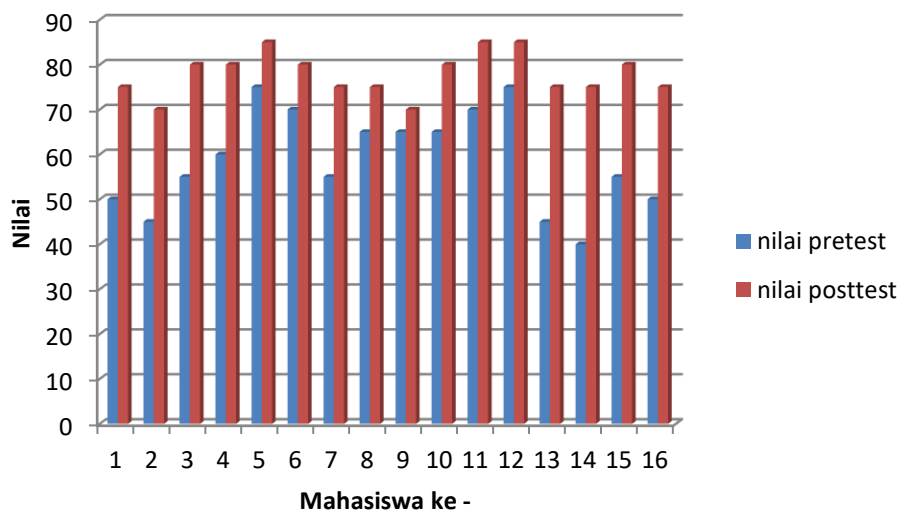
No	Aspek	Rerata skor	Kategori
1	Menyalakan motor listrik	3,30	Layak
2	Pengaturan kecepatan motor	3,60	Sangat layak
3	Menyalakan sistem AC	3,45	Layak
	Σ	3,45	Layak
Nilai tertinggi		3,60 Pengaturan Kecepatan motor	
Nilai terendah		3,30 Menyalakan motor listrik	

Untuk keefektifan dalam penggunaan simulator *air conditioner* dalam maka dilakukan validasi oleh ahli kelayakan dalam pembelajaran yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Validasi ahli keefektifan

No	Aspek	Rerata skor	Kategori
1	Materi yang dipelajari	3,10	Layak
2	Kegiatan belajar	3,06	Layak
3	Komunikasi	3,13	Layak
4	Penggunaan media	3,23	Layak
	Σ	3,20	Layak
Nilai tertinggi		3,23 Aspek Penggunaan media	
Nilai terendah		3,06 Aspek Kegiatan belajar	

Data yang didapatkan, pemahaman lebih baik dan cepat dalam konsep pemahaman dan peningkatan kemampuan pemahaman pada materi pembelajaran sistem *air conditioner* lebih baik. Hal ini dapat dilihat dari nilai *pretest* dan *posttest* yang dilakukan oleh mahasiswa dalam pembelajaran praktikum seperti yang terlihat pada grafik Gambar 6.

Gambar 6. Grafik peningkatan nilai *pretest* dengan *posttest*

Pada grafik Gambar 6 dapat dilihat terjadi peningkatan pemahaman mahasiswa dalam pembelajaran dengan menggunakan simulator *air conditioner* dalam pembelajaran praktek Teknologi Pengkondisian Udara, dengan memanfaatkan media simulator ini maka memiliki kontribusi positif dan baik terhadap kemampuan mahasiswa. Dari pembuatan dan penggunaan simulator ini dalam pembelajaran dapat meningkatkan kompetensi dari mahasiswa saat melakukan pembelajaran praktek[13]. Jika dilihat dalam bentuk presentase maka rata-rata kenaikan nilainya 36.18 % secara keseluruhan.

Disisi lain simulator yang di rancang dengan tujuan dapat mencapai tujuan pembelajaran yang sama dan sesuai standar, kemudian pembelajaran yang aktif dan partisipatif serta efisiensi durasi pembelajaran lebih baik. Tingkat efektifitas dalam penggunaan media dalam pembelajaran tidak bisa lepas dari cara merencanakan langkah dalam penggunaannya. Beberapa hal yang harus menjadi perhatian adalah diantaranya yaitu tujuan dari pembelajaran keadaan mahasiswa dan alat yang mendukung dalam kegiatan tersebut serta waktu yang disediakan dalam kegiatan serta kemampuan pengajar dalam memberikan pemahaman dan informasi. Dalam hal ini dengan menggunakan simulator diharapkan dapat memenuhi semua persyaratan tersebut. Maka simulator dirancang dan dikembangkan secara teratur dan terstruktur sehingga dapat menyelesaikan masalah-masalah dalam pembelajaran.

Pembuatan simulator pada penelitian ini memiliki cakupan yang mengacu pada mata kuliah wajib yang menyangkut pengembangan kompetensi wajib bagi seorang mahasiswa.

Dalam mengembangkan pembelajaran Teknologi Pengkondisian Udara dengan memanfaatkan simulator dapat meningkatkan 4 elemen kompetensi yaitu: (1) *factual knowledge*; (2) *conceptual knowledge*; (3) *procedural knowledge*; and (4) *metacognitive knowledge* [16]. *Factual knowledge*, merupakan pengetahuan dasar yang dimanfaatkan dalam mengraahui dan memahami pengetahuan dasar. Pengetahuan bisa merupakan tanda, symbol yang memiliki hubungan dengan pembelajaran nyata dan konkret, yang dapat memberikan informasi yang diperlukan. *Conceptual knowledge*, diantaranya kompetensi yang mengarah kepada korelasi antara komponen dengan komponen lainnya dalam hal yang lebih luas dan kompleks. *Procedural knowledge*, diantaranya tentang bagaimana dapat memahami untuk melakukan sesuatu dalamnya bisa pendekatan dengan inkuiri yang bersifat pengembangan keterampilan. *Metacognitive knowledge*, adalah pengetahuan yang berhubungan dengan kompetensi dan pengetahuan terhadap kognitif dengan artian luas dan kemampuan dalam memahami dirinya sendiri [17]. Model pembelajaran yang dikembangkan harusnya dapat dikaitkan dengan kondisi kehidupan yang berhubungan dengan dunia kerja dan dunia industri serta kondisi karakteristik hidup dalam masyarakat yang dapat membantu dalam membentuk kompetensi yang professional sebagai tengana pengajar di sekolah menengah sesuai dengan jurusan masing-masing. Selanjutnya dengan pengembangan simulator *air conditioner* juga dapat menghindari terjadinya miskonsepsi dari peserta didik dalam pembelajaran Teknologi Pengkondisian Udara di masa akan datang dan seterusnya.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pada penelitian ini telah berhasil dikembangkan sebuah simulator AC dengan menggunakan motor listrik sebagai penggerak pengganti mesin mobil. Desain dan perancangan simulator AC dilakukan menggunakan aplikasi *solid work*. Sebuah inverter digunakan untuk mengatur putaran sehingga kinerja sistem AC dapat optimal seperti saat dipasang pada mobil. Proses validasi yang dilakukan oleh ahli terhadap simulator *air conditioner* menunjukkan bahwa simulator ini dikategorikan layak untuk digunakan untuk pembelajaran praktikum. Dan simulator ini juga telah terbukti meningkatkan pemahaman siswa dalam praktikum Teknologi Pengkondisian Udara.

Saran

Dalam pengembangan simulator ini ada beberapa hal yang menjadi perhatian yaitu posisi pemasangan komponen yang harus tepat karena jika tidak tepat maka akan berdampak pada proses kerja dan efektifitas simulator dalam pembelajaran kemudian rancangan antara perbandingan tinggi dan lebar simulator harus tepat karena ini berhubungan dengan keseimbangan simulator dalam pengoperasian. Hal yang harus di tingkatkan atau ditambahkan adalah membuat *air conditioner chamber* sehingga kondisinya benar-benar seperti dalam kendaraan atau mobil.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. Arif, N. Hidayat, and M. Y. Setiawan, "Pengaruh Pengaturan Waktu Injeksi Dan Durasi Injeksi Terhadap Brake Mean Effective Pressure Dan Thermal Efficiency Pada Mesin Diesel Dual Fuel," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 67–74, 2017, doi: 10.24036/invotek.v17i2.73.
- [2] I. M. Astina, "Rancang Bangun Modul Kontrol Simulator Refrigerasi Adsorpsi Berbasis Arduino dan Labview," pp. 10–11, 2015.

-
- [3] R. Syahyuniar, Y. Ningsih, and R. D. Kurniawan, "Perancangan Sistem Kerja Simulator Ac (Air Conditioner) Mobil," *J. Elem.*, vol. 5, no. 1, p. 20, 2018, doi: 10.34128/je.v5i1.71.
- [4] G. M. Suranegara, A. G. Abdullah, and W. S. Saputra, "Tantangan Pendidikan Teknologi Kejuruan dalam Era Global," *Pros. Konvensi Nas. Asos. Pendidik. Teknol. dan Kejuru. ke 7 FPTK Univ. Pendidik. Indones. Bandung, 13 sd.14 Novemb. 2014*, no. November, pp. 254–262, 2014.
- [5] N. Hafizah, "RANCANG BANGUN SIMULATOR TROUBLE SHOOTING SISTEM KELISTRIKAN AC MOBIL," *Ekp*, vol. 13, no. 3, pp. 1576–1580, 2017.
- [6] M. Kitada, H. Asano, M. Kanbara, and S. Akaike, "Development of automotive air-conditioning system basic performance simulator: CFD technique development," *JSAE Rev.*, vol. 21, no. 1, pp. 91–96, 2000, doi: 10.1016/S0389-4304(99)00077-6.
- [7] R. A. Wiharsa, "Karakteristik Sistem Ac Mobil Pada Putaran Car Ac Characteristics Using 1400 Rpm Compressor Rotation Mechanical Engineering Department," 2018.
- [8] A. Andrizal and A. Arif, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Sistem E-Learning Universitas Negeri Padang," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 1–10, 2017, doi: 10.24036/invotek.v17i2.75.
- [9] N. Hidayat, T. Sugiarto, and D. Yuvenda, "Optimization of Effectiveness in Radiator Straight Fin Type With Flat Tube Angle Variation," no. October, pp. 13–15, 2017.
- [10] B. dan Gall, "Borg dan Gall , " educational research and development (R & D) is a process used to develop and validate educational production ", 1983.
- [11] S. F. Abidi, *PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN VIDEO TUTORIAL SISTEM PENGAPIAN ELEKTRONIK ESA PADA PRODI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF FT UNY*, vol. 63, no. 2. 2018.
- [12] A. ADITYA, "RANCANG BANGUN SIMULATOR SISTEM AIR CONDITIONING MOBIL TYPE SINGLE BLOWER PROGRAM VOKASI," 2020.
- [13] A. Jiantoro, "Kajian Dan Modifikasi Struktur Mekanik Mesin Simulator Cnc Ac Servo System Mechanical Structure Analysis and Modification of a Cnc Portable Simulator Using Ac Servo System," 2014.
- [14] M. Huda and P. T. Mesin, *PENERAPAN PANEL PERAGA AC MOBIL UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR KOMPETENSI DASAR*. 2013.
- [15] H. Nasrullah and S. R. Illahi, "Pengujian Arus pada Simulator Sistem Kelistrikan Air Conditioner (AC)," *AEEJ J. Automot. Eng. Vocat. Educ.*, vol. 1, no. 2, pp. 93–100, 2020, doi: 10.24036/aej.v1i2.32.
- [16] A. G. KALAY, "Perawatan Dan Perbaikan Sistem Air Conditioner Pada Mobil Daihatsu Taruna," 2015.
- [17] Andrizal, H. D. Saputra, D. Setiawan, and M. Y. Setiawan, "Percangan dan Pembuatan Simulator Sistem Pengkondisian Udara Mobil Jenis Orifice Tube Dengan Fluida Pendingin R134a," *J. Mech. Electr. Ind. Eng.*, vol. 2, no. 3, pp. 21–30, 2020