



**DESAIN PEMANFAATAN PANAS BUANG KONDENSOR
PENDINGIN RUANGAN 1 PK SEBAGAI MESIN PEMANAS
AIR (*WATER HEATER*)**

T E S I S

**Tesis diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Magister Teknik**



Disusun oleh:

**LIA AMALIA
220121802003**

**PRODI STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA**

2024

PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Tesis ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Tesis dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 4 Februari 2024

Mahasiswa,



Lia Amalia

NIM. 220121802003

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Lia Amalia
NIM : 220121802003
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Proposal Tesis : Desain Pemanfaatan Panas Buang Kondensor Pendingin Ruangan 1 PK Sebagai Mesin Pemanas Air (*Water Heater*)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Pengaji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

Pembimbing 1



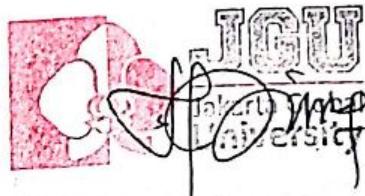
Dr. Yanuar Zulardiansyah Arief, C.Eng.

Pembimbing 2



Sinka Wilyanti, ST., MT

Ketua Program Studi
Magister Teknik Elektro



Sinka Wilyanti, ST., MT

Ditetapkan di
Tanggal

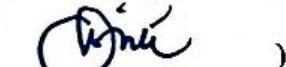
: Depok
: 4 Februari 2024

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Lia Amalia
NIM : 220121802003
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Proposal Tesis : Desain Pemanfaatan Panas Buang Kondensor Pendingin Ruangan 1 PK Sebagai Mesin Pemanas Air (*Water Heater*)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Dr. Ir. Sidik, M. Eng ()

Penguji 2 : Ir. Jakfat Haekal, S.Tr.T.,M.T., Ph.D. ()

Penguji 3 : Dr. Antonius Darma Setiawan, S.Si., M.T. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 4 Februari 2024

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tesis ini. Penulisan Tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ibunda tercinta Hj. Enci, Shanes dan saudara yang selalu memberikan doa serta dukungan dalam proses penyelesaian tesis ini.
- (2) Ibu Sinka Wilyanti selaku Ketua Jurusan Magister Teknik Elektro sekaligus selaku Dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan perhatian, bimbingan dan masukan dalam tesis ini.
- (3) Bapak Dr. Yanuar Zulardiansyah Arief, C.Eng. selaku Dosen Pembimbing Pertama, yang telah bersabar memberikan bimbingan, masukan dan arahannya pada tesis ini.
- (4) *Expert Refrigeration and Air Conditioning Cevest Balai Besar Pengembangan Pelatihan Vokasi dan Produktivitas, Sri Hardono, S.T. M.Sc*
- (5) Sahabat dan teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu sehingga tesis ini dapat selesai tepat waktu.

Besar harapan tesis ini bisa memberikan kontribusi positif bagi pengembangan lebih lanjut terkait dengan pemanfaatan kalor AC sebagai sumber energi alternatif pemanas air. Penulis menyadari desain dan tulisan ini masih jauh dari sempurna, begitu banyak ruang yang perlu dikembangkan seiring dengan bertumbuhnya teknologi dan pengetahuan, kritik dan saran akan sangat berguna untuk perbaikan kedepannya.

Depok, 4 Februari 2024

Penulis

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lia Amalia
NIM : 220121802003
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Karya Ilmiah : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada *Jakarta Global University Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (None-exclusive Royalty Free Right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Desain Pemanfaatan Panas Buang Kondensor Pendingin Ruangan 1 PK Sebagai Mesin Pemanas Air (*Water Heater*)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 4 Februari 2024



ABSTRAK

Pemanfaatan mesin pengkondisian udara (*air conditioner/AC*) kian hari semakin meningkat, namun fungsi utama AC umumnya hanya digunakan sebagai pendingin ruangan. Penelitian ini mendesain sistem pemanas (*water heater*) pada mesin AC Split 1 PK merek Panasonic dengan refrigeran R32 buatan tahun 2018. Tujuan dari penelitian ini antara lain akan memanfaatkan pelepasan energi panas dari mesin pendingin 1 PK sebagai sumber energi pemanas air sebagai upaya melaksanakan prinsip konservasi energi dan mengkaji efektivitas relative perihal panas buangan yang dihasilkan oleh kondensor pada mesin AC 1 PK yang telah dimodifikasi sebagai mesin pemanas air (*water heater*). Metode penelitian teoritis dan eksperimental. Hasil pengujian selama 60 menit, terjadi kenaikan tegangan listrik dan sebaliknya terjadi penurunan ampere pada mesin AC. Temperatur masuk tertinggi (T_s) sebesar $79,8^{\circ}\text{C}$ dengan diperolehnya temperatur keluaran (T_a) mencapai $44,6^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata perbedaan temperatur antara masukan dan keluaran adalah sekitar $35,2^{\circ}\text{C}$ (ΔT) pada luaran panas yang bersumber dari kondensor mesin AC. Sedangkan pada temperatur yang rendah untuk temperatur masuk (T_a) sebesar 35°C , stabil pada suhu $38,2^{\circ}\text{C}$ sampai $48,3^{\circ}\text{C}$ dan berbanding terbalik dengan T_a . Penurunan temperatur saturasi mempengaruhi kenaikan temperatur air. Pada pengujian tekanan P_{ac} stabil pada 45 Psi sedangkan tekanan pada P_{ref} yang bervariasi maksimal sebesar 139 Psi dan terendah adalah 133 Psi. Dalam pengujian selama 60 menit membuktikan bahwa sistem telah stabil tekanannya dan tidak berubah drastis. Sistem tidak memiliki kendala yang signifikan dimana tekanan tetap berada pada angka 45 Psi dalam waktu 60 menit.

Kata kunci: Konservasi energi, Mesin AC 1 PK, Mesin pendingin, Mesin pengkondisian udara, Pemanas air.

ABSTRACT

The use of air conditioning (AC) machines is increasing day by day, but the main function of AC is generally only used as an air conditioner. This research designs a heating system (water heater) for a Panasonic brand 1 PK Split AC machine with R32 refrigerant made in 2018. The aim of this research is to utilize the release of heat energy from a 1 PK cooling machine as a water heating energy source in an effort to implement conservation principles energy and examine the relative effectiveness of waste heat produced by the condenser on a 1 PK AC machine which has been modified as a water heater. Theoretical and experimental research methods. The results of the 60 minute test showed that there was an increase in electric voltage and conversely there was a decrease in amperes on the AC machine. The highest inlet temperature (T_s) was 79.8°C with an output temperature (T_a) reaching 44.6°C and the average temperature difference between input and output was around 35.2°C (ΔT) at the source heat output, from the AC engine condenser. Meanwhile, at low temperatures the inlet temperature (T_a) is 35°C, it is stable at 38.2°C to 48.3°C and is inversely proportional to T_a . A decrease in saturation temperature affects an increase in water temperature. In the Pac pressure test, it was stable at 45 Psi, while the pressure at Pref varied, the maximum was 139 Psi and the lowest was 133 Psi. The 60 minute test proved that the system pressure had stabilized and had not changed drastically. The system does not have significant problems where the pressure remains at 45 Psi within 60 minutes.

Keywords : *AC 1 PK machine, Air conditioning, Energy conservation, Refrigerator, Water heater.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Konduktivitas Panas	5
2.2. Perpindahan Panas	4
2.3. <i>Air Conditioner</i>	11
2.4. Jenis-jenis Pemanas Air (<i>Water Heater</i>)	14
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1. Lokasi Penelitian	20
3.2. Metode Penelitian	20

3.3. Bahan Penelitian	21
3.4. Alat Penelitian	21
3.5. Prosedur Penelitian	22
3.6. Fokus Penelitian	22
3.7. Teknik Pengumpulan Data	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Hasil Pengembangan Sistem	26
4.2 Hasil Pengukuran	27
BAB V KESIMPULAN.....	30
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	
PERHITUNGAN BIAYA PEMBUATAN DESAIN WATER HEATER	
SURAT TUGAS DOSEN PEMBIMBING	
LEMBAR KONSULTASI TESIS	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara tropis dengan dua musim, kemarau dan penghujan sehingga cenderung memiliki temperatur yang relatif panas dan lembap (Horbaniuc, 2004). Suhu bumi selalu mengalami peningkatan setiap tahun sekitar $1,5^{\circ}\text{C}$ suhu hal ini menjadi salah satu faktor penggunaan mesin pendingin ruangan terus meningkat dan menjadi alat yang umum pada rumah tinggal, perkantoran dan sebagainya (Berry, 2018; Wang et al., 2005) . Penggunaan air panas sebagai sarana relaksasi juga umum dilakukan baik di musim kemarau atau penghujan (Wang & Lavan, 1999). Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyejuk udara dan pemanas air dibutuhkan dalam waktu relatif bersamaan.

Mesin pendingin adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari dalam ruangan ke luar ruangan agar suhu udara dalam ruangan relatif lebih rendah dan sejuk (Wang et al., 2005) . Dalam siklus refrigerasi uap panas, refrigeran bersirkulasi di dalam jalur pipa dan mengalami 4 tahapan proses antara lain kompresi, kondensasi, ekspansi evaporasi, di mana pada tahap kondensasi, refrigeran akan melalui proses pelepasan panas melalui kondensor (Jamaluddin, 2018). Panas yang dilepaskan oleh kondensor relatif cukup sehingga dimungkinkan dapat dimanfaatkan untuk memanaskan air, dalam hal ini digunakan sebagai air panas (*water heater*) untuk mandi (Horbaniuc, 2004).

Salah satu komponen utama mesin pendingin yaitu kondensor. Kondensor berfungsi melepaskan kalor dan mengubah uap jenuh menjadi cair jenuh (Jamaluddin, 2018). Energi panas yang dikeluarkan pada kondensor relatif cukup dimanfaatkan sebagai pemanas air untuk mandi. Umumnya pelepasan panas kondensor dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu dengan air (*water cooling*), udara (*air cooling*), atau kombinasi keduanya (Horbaniuc, 2004; Jamaluddin, 2018). Dalam pemanfaatan kondensor berpendingin air sebagai alat pemanas air, perlu penambahan bagian kondensor (jalur gas panas/*hot gas line*) di mana kalor dari gas (refrigeran) panas akan ditransfer ke media pendingin (air). Media

pendingin air inilah yang nantinya dimanfaatkan sebagai air untuk mandi (Soemardiono & Siambaton, 2020).

Berdasarkan protokol monterial media pendinginan yang digunakan AC saat ini harus bebas dari bahan yang mengurangi lapisan ozon. Refrigeran jenis R32 digunakan karena lebih ramah lingkungan dan memiliki pendinginan suhu yang lebih baik dari pada R22 atau R410A.

Penggunaan mesin pendingin sebagai penyejuk udara rata-rata membutuhkan daya listrik relatif besar (Sharp Corp., 2017). Konsumsi daya listrik AC terendah yaitu sekitar 0,5 PK (*Paard Kracht*) hampir sama dengan 0.493 HP (*Horse Power*) atau sekitar 373 Watt. Secara teori, menggunakan mesin pendingin sama saja membutuhkan 1 HP atau 1 PK AC atau membutuhkan daya listrik sebesar 746 Watt (Wang & Lavan, 1999).

Menurut Gunarto dkk pada modifikasi Modifikasi Air Conditioner Split ½ PK Sebagai *Water Heater*. Alat simulasi ini dapat beroperasi dengan baik dan mampu memanaskan air sebanyak 60 liter dalam waktu 60 menit dengan temperatur air panas sebesar 42,5°C. Sedangkan, Muhammad Fathul Rabbani pada rancang bangun pemanas air dengan proses pemanfaatan panas refrigeran AC pengujian dan analisa untuk kapasitas AC 1 PK ,volume tangki 30 liter dengan variasi suhu *Indoor AC* pada Temperatur air 45°C diperoleh Efisiensi *water heater*.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini menggunakan mesin pendingin yang dimodifikasi dengan penambahan jalur gas agar energi panas yang terbuang dari kondensor dapat dimanfaatkan sebagai mesin pemanas air (*water heater*). Dengan desain sistem pemanas (*water heater*) pada mesin mendingin AC Split 1 PK merek Panasonic buatan tahun 2018 dengan jenis refrigeran R32. Penelitian ini akan mengkaji perihal panas buang yang dihasilkan oleh kondensor pada mesin pendingin ruang 1 PK yang telah dimodifikasi sebagai mesin pemanas air (*water heater*).

1.2 Perumusan Masalah

Dalam rangka mewujudkan gagasan yang telah dijelaskan pada latar belakang, beberapa permasalahan perlu dipertimbangkan solusinya. Penulis mencoba mengidentifikasi permasalahan awal yang muncul antara lain:

1. Bagaimana pengaruh penambahan jalur gas terhadap kinerja sistem AC dengan menggunakan media pendinginan R32 ?
2. Bagaimana menjaga efektivitas pelepasan kalor dari kondensor tetap optimal pada saat temperatur air mencapai temperatur kondensasi (desain) dari pabrikan mesin pendingin, sehingga tidak mengganggu siklus kerja normal mesin pendingin?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendesain pelepasan energi panas dari mesin pendingin 1 PK yang menggunakan refrigeran jenis R32 untuk kepentingan pemanas air sebagai upaya melaksanakan prinsip konservasi energi.
2. Mengkaji (analisis) efektivitas panas buangan yang dihasilkan oleh kondensor pada mesin AC 1 PK yang telah dimodifikasi sebagai mesin pemanas air (*water heater*).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh data hasil analisa penggunaan energi listrik antara AC yang digunakan dengan normal, AC yang dimodifikasi dengan penambahan fungsi sebagai pemanas air, dan *water heater* yang menggunakan murni energi listrik dalam pengoperasiannya.
2. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan studi lanjutan pengembangan terkait berbagai kemungkinan untuk dapat dilakukan produksi secara masal sehingga dapat membantu masyarakat luas dalam upaya efisiensi biaya dan pemerintah dalam upaya penghematan energi fosil.

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dibatasi permasalahannya pada:

1. Penggunaan pendingin ruangan berjenis Panasonic 1 pk dengan jenis refrigeran R32.
2. Ketercapaian temperatur air yang layak untuk keperluan mandi pada tabung penampung air panas dengan kapasitas 60 liter.
3. Desain modifikasi sistem pendingin udara.
4. Data perbandingan perhitungan penggunaan energi yang dibutuhkan untuk mendapatkan air dengan temperatur yang memadai untuk keperluan mandi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, A., Harianto, J., & Kurniawan Mainil, A. (2015). Potensi Pemanfaatan Energi Panas Terbuang Pada Kondensor AC Sentral Untuk Pemanas Air Hemat Energi. *Jurnal Mekanikal*, 6(2), 569–576.
- Berry, C. (2018). US Energy Information. <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=37433>
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1983). *Educational Research: An Introduction*. Longman Inc.
- Çengel, Y. A. (2003). *Heat Transfer: A Practical Approach*. McGraw-Hill Science.
- Fatihan, S. (2023). *Studi Performasi Mesin Pengkondisian Udara untuk Pemanas Air dan Pendingin Udara Ruang Kerja*. Bung Hatta University.
- Holman, J. P. (2010). *Heat Transfer* (10th ed.). Mc. Graw-Hill.
- Horbaniuc, B. D. (2004). *Encyclopedia of Energy*. Elsevier USA.
- Husnah, S., Jaya, A. I., & Ratiatingsih, R. (2016). Mengefisiensikan Penggunaan Energi Listrik : Studi Kasus Pada Model Aliran Panas Pada Water Cooker (Pemanas Air Elektrik). *JIMT: Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, 13(1), 118–127.
- Jamaluddin, J. (2018). *Perpindahan Panas dan Massa pada Penyangraian dan Penggorengan Bahan Pangan*. Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Konrad, F., Pradana, S., & Sari, S. P. (2015). Pemanfaatan Energi Panas pada Mesin Pengkondisian Udara 2 PK Sebagai Media Pemanas Air Mandi. *Mechanical*, 6(1).
- Noeriska, S. T., Putra, M. R., Chaeriawan, M. A., Saihitua, M. F., & Zuraida, R. (2023). Pemanfaatan Energi Panas pada Mesin Pengkondisian Udara 3/4 PK Sebagai Media Pemanas Air Mandi. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 4(1), 350–364.
- Sharp Corp. (2017). *Mengenal 4 Jenis Penyejuk Udara Paling Populer dan Kegunaannya*. <https://id.sharp/news/mengenal-4-jenis-penyejuk-udara-paling-populer-dan-kegunaannya>
- Siregar, C. A., Siregar, A. M., & Lubis, R. D. W. (2023). The effect of adding a water heater application on air conditioner performance. *AIP Conference Proceedings*, 2849, 030007. <https://doi.org/10.1063/5.0150655/2918649>
- Gaos, Y. S. (2018). Optimasi Desain Alat Penukar Kalor Gas Buang untuk Pemanas Air Degreaser. *Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ*, 8(3), 94–100.
- Soemardiono, S., & Siambaton, D. A. (2020). AC Bekas 2 PK Sebagai Alat Pemanas Air Mandi Sekaligus Pendingin Air Minum. *Jurnal Ekliptika*, 1(2), 78–83.
- Wang, S., & Lavan, Z. (1999). Air-Conditioning and Refrigeration. In *Mechanical Engineering Handbook*. CRC Press.
- Wang, S., Liu, Z., Li, Y., Zhao, K., & Wang, Z. (2005). Experimental study on split air conditioner with new hybrid equipment of energy storage and water heater all year round. *Energy Conversion and Management*, 46(18–19), 3047–3059.
- Gunarto dkk (2023) "Modifikasi Air Conditioner Split ½ PK Sebagai Water Heater Untuk Media Pembelajaran Mesin Konversi Energi Bagi Mahasiswa". TURBO Vol. 12 No. 02. 2023.
- Ichwan Nurhalim (2011) "Rancang bangun dan penguji unjuk kerja alat penukar kalor tipe serpentine pada split air conditioning water heater".

- Muhammad Fathul Rabbani dan Rabbani Musdholifah Habibuddin (2021) "Rancang bangun pemanas air dengan proses pemanfaatan panas refrigeran AC menggunakan *horizontal tube*".
- Pardamean Rio (2018). "Rancang Bangun *Water Heater Tipe Serpentine* dengan Memanfaatkan Panas Buang Kondensor AC Split 1 PK dengan Kapasitas 120 L".
- Siregar dkk (2020). "Rancang Bangun Acwh Berkapasitas 60 Liter Memanfaatkan Pipa Kapiler Bersirip Sebagai Penghantar Panas".
- Johan dkk (2010) Pemanfaatan panas konensor AC untuk pemanas air (*AC condenser heat utilization for water heaters*).
- Frederikus Konrad (2015). "Pemanfaatan Energi Panas pada Mesin Pengkondisian Udara 2 PK Sebagai Media Pemanas Air Mandi".
- Nandy Putra, Nasruddin, Agus L.M. Sinaga, dan Handi Chandra "Sistem Air Conditioner Water Heater dengan Tiga Alat Penukar Kalor Tipe Koil disusun Seri".
- Muhammad Fathul Rabbani dan Rabbani Musdholifah Habibuddin (2021). "Rancang bangun pemanas air dengan proses pemanfaatan panas refrigeran AC menggunakan *horizontal tube*".
- Fajri Chairbowo, Djatmiko Ichsan "Rancang Bangun dan Studi Eksperimen alat untuk memanfaatkan energi refrigeran keluar kompresor AC sebagai pemanas air pada ST/D=8 dengan variasi volume air".
- C A Siregar dkk. "Rancang Bangun Acwh Berkapasitas 60 Liter Memanfaatkan Pipa Kapiler Bersirip Sebagai Penghantar Panas".
- Hendradinata dkk, " Rancang Bangun *Water Heater* dengan Memanfaatkan Panas *Air Conditioning*".