

Analisis Pengaruh Penambahan *Fan* pada Instalasi *Air Conditioner* dan Putaran *Engine* terhadap Temperatur *Cabin* dan *Coeffisient of Performance*

Ahmad Yani¹, Yano Hurung Anoi², Miswan Prastiawan³

Jurusan Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang^{1,2}
Jl. Brigjen Katamso No.40 Bontang, Kalimantan Timur, Indonesia^{1,2}
Karyawan Dewo AC Bontang³

Jl. Ciptomangunkusumo No.28 Bontang, Kalimantan Timur, Indonesia³
Email: yanibima@gmail.com¹, yanodayak@gmail.com², prasetya_mp@yahoo.com³

Abstrak

Pendingin adalah suatu proses yang dilakukan untuk menurunkan temperatur suhu. Pendingin dilakukan dengan cara memindahkan kalor dari objek yang akan didinginkan ke lingkungan. Maka dari itu dalam proses pendinginan pada sistem AC (*air conditioner*) mobil diperlukan media yang digunakan sebagai pendingin yaitu menggunakan refrigeran. Penelitian ini dilakukan dengan cara memodifikasi instalasi AC mobil dengan melakukan penambahan *fan*, ini bertujuan untuk memaksimalkan kinerja semua komponen AC yang terdapat pada mobil Mitsubishi Triton *double cabin*. *Fan* yang digunakan mempunyai daya sebesar 12 Volt dan hanya beroperasi ketika AC dinyalakan dan AC hanya bisa digunakan ketika mesin menyala. Oleh sebab itu baterai mobil pun tetap awet setelah penambahan *fan* ini karena saat *fan* berputar baterai akan tetap terisi oleh alternator pengisian yang bergerak mengikuti putaran mesin, sehingga tidak begitu membebani daya mobil yang berkapasitas 2500 cc. Berdasarkan hasil penelitian, temperatur terendah terjadi setelah penambahan *fan* dengan nilai temperatur sebesar 14,4 °C pada putaran mesin 3000 dan temperatur tertinggi sebesar 21,3 °C pada putaran mesin 1000 rpm. Sedangkan sebelum penambahan *fan* temperatur terendah sebesar 20 °C pada putaran mesin 3000 dan temperatur tertinggi sebesar 24,3 °C pada putaran mesin 1000 rpm. Sedangkan nilai COP (*Coeffisient Of Performance*) Carnot tertinggi terjadi setelah penambahan *fan* dengan nilai nilai COP Carnot 10,730 pada putaran mesin 1000 rpm dan nilai COP Carnot terendah 9,729 pada putaran mesin 3000 rpm. Sedangkan sebelum penambahan *fan* nilai COP Carnot tertinggi sebesar 10,299 pada putaran mesin 1000 dan nilai COP Carnot terendah sebesar 8,613 pada putaran mesin 3000 rpm.

Kata kunci: *Fan*, putaran *engine*, temperatur, dan COP.

Pendahuluan

Pengkondisian udara adalah suatu proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban sesuai dengan yang dipersyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu. Sistem penyegaran udara untuk industri dirancang untuk memperoleh temperatur, kelembaban, serta distribusi udara yang sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh proses dan peralatan yang ada pada industri tersebut. Sistem refrigerasi mempunyai komponen utama kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator [1].

Ketika berkendara di dalam mobil, kondisi lingkungan di dalamnya sangat mempengaruhi kenyamanan kerja pengemudi dan penumpang. Salah satunya adalah panas, sehingga diperlukan fasilitas pengaturan udara yaitu *air conditioner* (AC). Kondisi tropis seperti di Indonesia memungkinkan AC lebih bertujuan untuk mendinginkan ruangan daripada memanaskan ruangan (di daerah Eropa biasanya AC untuk pemanas). Permasalahan panas ini jika tidak diatasi, maka akan mengganggu konsentrasi berkendara yang bisa menimbulkan bahaya yang mengancam keselamatan jiwa. Secara

garis besar AC berfungsi untuk mengatur suhu udara, mengatur sirkulasi udara, mengatur kelembaban udara dan mengatur kebersihan udara [2].

Fitur penyejuk udara atau AC telah menjadi bagian penting dalam sebuah kendaraan. Tidak hanya di daerah tropis, di daerah sub tropis pun perangkat ini sangat diperlukan. Khusus di daerah tropis yang panas, perangkat AC lebih berfungsi sebagai pendingin. Apalagi di daerah tambang, dengan kondisi jalanan yang tidak aspal, suhu udara yang sangat panas, dan terdapat banyak debu yang berterbangan, AC diperlukan untuk mendapatkan kenyamanan saat berkendara (berada dalam *cabin*). Ini penting, sebab kenyamanan berkendara akan mempengaruhi perilaku di jalan, sehingga pengemudi menjadi tenang dan tidak emosional, selain itu dari sisi keamanan pengemudi dan penumpang lebih terjamin keamanannya karena pintu dan jendela mobil harus ditutup waktu AC dihidupkan, hal tersebut menyebabkan penggunaan AC pada mobil semakin banyak [4].

Memodifikasi AC ini bertujuan untuk memaksimalkan kinerja semua komponen AC yang terdapat pada mobil Mitsubishi Triton *double cabin* yang mengalami penurunan fungsi setelah beroperasi beberapa tahun, terutama unit yang berada pada lingkungan kerja tambang maupun kondisi sekitar yang kurang bersahabat dan juga untuk meminimalisir kerusakan komponen AC akibat kelalaian operator. Langkah ini diaplikasikan pada mobil Mitsubishi Triton *double cabin* keluaran tahun 2013 dan sebelumnya yang telah melakukan servis berat biasanya saat *part* mengalami kebocoran, masalah kompresor, maupun kurangnya daya pelepasan kalor oleh *fan* bawaan mobil triton itu sendiri. Agar tercapai efisiensi yang diinginkan dan semua komponen berfungsi dengan normal kembali. Energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan *extra fan* ini tidak terlalu besar, *fan* ini mempunyai daya sebesar 12 Volt dan hanya beroperasi ketika AC dinyalakan dan AC hanya bisa digunakan

ketika mesin menyala oleh sebab itu baterai pun tetap awet setelah penambahan *fan* ini karena saat *fan* berputar baterai akan tetap terisi oleh alternator pengisian yang bergerak mengikuti putaran mesin, sehingga tidak begitu membebani daya mobil yang berkapasitas 2500 cc.

Tinjauan Pustaka

1. Pengertian sistem pendingin

Pendingin adalah suatu proses yang dilakukan untuk menurunkan temperatur suhu. Pendingin dilakukan dengan cara memindahkan kalor dari objek yang akan didinginkan ke lingkungan. Maka dari itu dalam proses pendinginan pada system AC mobil diperlukan media yang digunakan pendingin yaitu menggunakan refrigeran.

Pendinginan dapat terjadi secara alami maupun secara paksa. Pendinginan secara alami yaitu dimana proses pendingin berlangsung dengan sendirinya, sedangkan pendingin secara paksa yaitu proses pendingin yang berlangsung akibat campur tangan manusia. Pendinginan menurut siklusnya terbagi atas dua bagian, yaitu pendinginan terbuka dan pendinginan tertutup yang memiliki penjelasan secara singkat sebagai berikut [4]:

1. Pendinginan Terbuka

Pendinginan terbuka yaitu proses dimana fluida bekerja secara *irreversible* (tidak berulang/kembali), dengan melakukan pendinginan hanya sekali saja. Setelah fluida melakukan pendinginan maka fluida kerja dikembalikan atau dibuang.

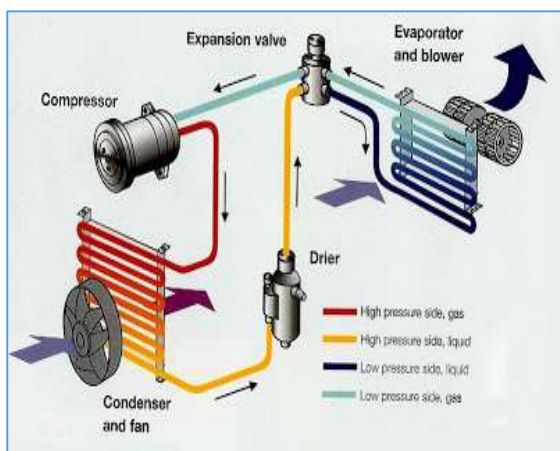
2. Pendinginan Tertutup

Pendinginan tertutup yaitu proses pendinginan yang fluidanya bekerja secara *reversible* (berulang-ulang). Dimana pada saat fluida selesai melakukan pendinginan, fluida akan kembali didinginkan sehingga bisa digunakan kembali untuk proses pendinginan. Untuk membuat fluida tersebut dapat mendinginkan lagi, diperlukan beberapa peralatan tambahan.

Proses pendinginan pada sistem AC kendaraan dilakukan dengan cara memanfaatkan refrigeran untuk mengambil

panas, dengan aliran refrigeran sebagai berikut [2]:

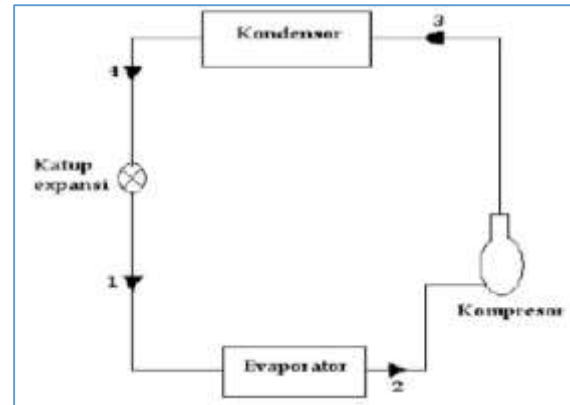
1. Kompresor melepaskan refrigeran yang bertemperatur dan bertekanan tinggi.
2. Refrigeran di condenser dicairkan kembali.
3. Setelah itu refrigeran masuk di *receiver/dryer* untuk disaring dan dialirkan ke evaporator melalui *expansion valve*.
4. Expansion valve merubah cairan refrigeran menjadi campuran dan cairan yang bertemperatur dan bertekanan rendah.
5. Refrigeran bersuhu rendah dan berbentuk kabut tersebut mengalir ke dalam evaporator dan menguap, mengambil panas dari hangat yang dilewatkan di evaporator. Seluruh cairan berubah menjadi gas yang mempunyai panas laten tersebut mengalir ke dalam kompresor untuk diproses kembali.



Gambar 1. Diagram alir refrigeran [2].

2. Siklus pendinginan Air Conditioner System

Ada empat siklus pendinginan, dan refrigeran disirkulasikan berulang kali dengan perubahan-perubahan sebagai berikut (Cair-Uap-Cair) [3]. Skema proses pendinginan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir [3].

1. Evaporasi

Refrigeran dirubah dari cairan ke gas dalam evaporator. Cairan refrigeran dikabutkan oleh hisapannya sendiri dimana saat proses evaporasi panas laten dibutuhkan dari udara disekitar evaporator.

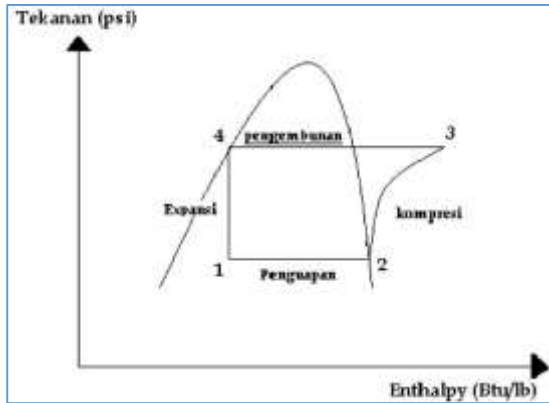
Udara melepaskan panas untuk didinginkan, dan dialirkan ke dalam ruang dalam operator *cabin* oleh *cooling fan*; sambil menurunkan temperatur ruangan itu. Cairan refrigeran itu disalurkan dari *expansion valve* di dalam evaporator kemudian sekaligus menjadi uap refrigeran, dan perubahan itu terjadi berulang kali dari kondisi cair ke gas.

Tekanan dan temperatur dalam perubahan itu selalu berkaitan, jika tekanan di-set maka temperatur juga akan di-set. Untuk pengabutan yang dilakukan saat temperatur lebih rendah dari perubahan itu (Cair - Gas) dalam kondisi seperti di atas, tekanan dalam evaporator juga harus dibuat tetap rendah. Karena itu, gas dari refrigeran yang dikabutkan haruslah dikurangi secara kontinyu keluar evaporator oleh hisapan kompresor.

2. Kompresi

Refrigeran ditekan dalam kompresor sampai kondisinya menjadi cair dengan temperatur yang tinggi. Gas refrigeran dalam evaporator dihisap oleh kompresor akan membuat tekanannya tetap rendah di dalam evaporator, dan untuk membuat cairan refrigeran menjadi gas secara dinamis pada temperatur yang rendah (0°C). Maka tekanan gas refrigeran ditekan dalam silinder, dan berubah menjadi tinggi, sehingga temperatur dan tekanan

refrigeran akan mudah menjadi cair walaupun proses pendinginan dalam temperatur yang lebih tinggi. Kerja kompresi (Btu/lb) merupakan perubahan entalpy pada proses dibawah ini:



Gambar 3. Daur kompresi uap ideal dalam diagram tekanan-enthalpy [3].

3. Kondensasi

Refrigeran dirubah dari gas menjadi cair dan didinginkan dari temperatur yang tinggi didalam condenser. Refrigeran yang bertemperatur dan bertekanan tinggi itu dipancarkan dalam condensor menjadi cairan dan disalurkan ke receiver drier. Hal itu juga dinamakan proses kondensasi panas. Panas yang tinggi dari refrigeran itu dapat dikeluarkan oleh condensor sehingga refrigeran menjadi dingin dan dapat melakukan proses penyerapan panas di ruang kabin operator.

4. Ekspansi

Tekanan cairan refrigeran diturunkan oleh expansion valve. Hal itu disebut proses ekspansi, dimana gas bertekanan itu dikabutkan dengan mudah dalam evaporator sehingga refrigeran menjadi gas, dan expansion valve ini mengatur aliran cairan refrigeran sambil menurunkan tekanannya.

Cairan refrigeran yang dikabutkan ini dalam evaporator di-set oleh tingkat pendinginan yang harus dilakukan dibawah temperatur pengabutan. Untuk itu, penting untuk mengontrol jumlah refrigeran yang dibutuhkan dengan melakukan pengecekan yang benar.

3. Coefficient of Performance (COP Carnot)

Coeffisient of Performance (COP) adalah efisiensi siklus yang dinyatakan sebagai rasio penyerapan panas pada ruang pendingin yang setara dengan energi panas masuk ke kompresor. Untuk mengitung COP Carnot menggunakan persamaan berikut.

$$COP_{Carnot} = \frac{T_L}{T_H - T_L} \quad [5]$$

Keterangan:

COP = *Coeffisient of Performance*

TL = Temperatur refrigeran saat menyerap kalor (temperatur evaporator)

TH = Temperatur refrigeran saat melepas kalor (temperatur kondensor)

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada Bulan April 2018 di Workshop Dewo AC Bontang.

Bahan dan alat penelitian yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Mobil Mitsubishi Triton *double cabin*
2. *Pressure gauge*
3. *Thermometer*
4. *Tachometer*
5. *Fan*
6. Refrigeran R-134
7. Alat tulis

Prosedur pengambilan data penelitian sebagai berikut:

- a) Tahap Persiapan
 1. Persiapan dan pemasangan seluruh alat ukur yang digunakan dalam pengujian,
 2. Kalibrasi seluruh alat ukur yang dipakai untuk penelitian.
- b) Tahap Pengujian
 1. Nyalakan *engine* dan atur putaran *engine* sesuai yang ditentukan,
 2. Memasang alat ukur penelitian,
 3. Pengambilan data temperatur evaporator sebelum penambahan *fan*,
 4. Pengambilan data temperatur kondensor sebelum penambahan *fan*,
 5. Pengambilan data temperatur sebelum penambahan *fan*,

6. Melakukan perhitungan nilai COP pada tiap variasi putaran *engine* yang ditentukan,
7. Memodifikasi AC dengan menambah *fan* pada sistem AC,
8. Pengambilan data temperatur evaporator setelah penambahan *fan*,
9. Pengambilan data temperatur kondensor setelah penambahan *fan*,
10. Pengambilan data temperatur setelah penambahan *fan*,
11. Melakukan perhitungan nilai COP pada tiap variasi putaran *engine* yang ditentukan,
12. Menganalisa dan mengolah data penelitian yang didapatkan,
13. Menyimpulkan hasil penelitian.

Berikut ini merupakan gambar instalasi AC sebelum modifikasi dan gambar instalasi AC setelah modifikasi.



Gambar 4. Instalasi AC sebelum penambahan *fan*



Gambar 5. Instalasi AC setelah penambahan *fan*

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Penelitian

Tabel 1. Data rata-rata penelitian sebelum penambahan *fan*

Putaran <i>engine</i> (rpm)	Temp. Evaporator (°C)	Temp. Kondensor (°C)	Temp. <i>Cabin</i> (°C)
1000	9,2	36,6	24,3
1500	8,8	37,2	23,9
2000	8,6	38,1	22,3
2500	8,5	39,6	21,9
3000	7,8	40,4	20,0

Tabel 2. Data rata-rata penelitian setelah penambahan *fan*

Putaran <i>engine</i> (rpm)	Temp. Evaporator (°C)	Temp. Kondensor (°C)	Temp. <i>Cabin</i> (°C)
1000	8,3	34,5	21,3
1500	7,7	34,7	20,1
2000	7,6	35,5	17,5
2500	7,4	35,6	15,5
3000	7,2	36,0	14,4

2. Penambahan *fan* terhadap temperatur kabin

Dari hasil pengujian temperatur pada kabin dengan variasi putaran mesin didapat data penelitian seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Data hasil pengujian temperatur *cabin*

Putaran <i>engine</i> (rpm)	Temp. <i>cabin</i> sebelum penambahan <i>fan</i> (°C)	Temp. <i>cabin</i> setelah penambahan <i>fan</i> (°C)
1000	24.300	21.300
1500	23.900	20.100
2000	22.300	17.500
2500	21.900	15.500
3000	20.000	14.400

Dari tabel 3 di atas selanjutnya data temperatur kabin sebelum dan sesudah penambahan *fan* didapat kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memudahkan dalam membandingkan hasil penelitian yang sudah dilakukan. Gambar/grafik putaran mesin vs temperatur *cabin* sebelum dan setelah penambahan *fan* seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik putaran *engine* vs temperatur *cabin* sebelum dan setelah penambahan *fan*.

Pada grafik putaran *engine* vs temperatur *cabin* sebelum dan setelah penambahan *fan* bisa dibedakan dengan jelas perbandingan suhu cabin, jadi kesimpulan yang dapat kita ambil yaitu terdapat pengaruh dengan adanya penambahan *fan* yang mengakibatkan temperatur cabin pada mobil menjadi lebih rendah dibandingkan temperatur sebelum penambahan *fan*, sehingga kondisi dalam *cabin* lebih dingin. Kalau dilihat secara detail dari gambar 6 baik grafik sebelum dan setelah penambahan *fan* memperlihatkan dengan bertambahnya putaran *engine* maka temperatur dalam *cabin* semakin menurun. Misalnya dimulai dari sebelum penambahan *fan* putaran terendah yaitu 1000 rpm diperoleh data temperatur 24,3 °C, pada 1500 rpm diperoleh temperatur 23,9 °C, pada 2000 rpm diperoleh temperatur 22,3 °C, pada 2500 rpm diperoleh temperatur 21,9 °C, pada 3000 rpm diperoleh temperatur 20 °C. Sedangkan pada variabel penambahan *fan* putaran terendah yaitu 1000 rpm diperoleh data temperatur 21,3 °C, pada 1500 rpm diperoleh temperatur 20,1 °C, pada 2000 rpm diperoleh temperatur 17,5 °C, pada 2500 rpm diperoleh temperatur 15,5 °C, pada 3000 rpm diperoleh temperatur 14,4 °C. Dari gambar 6 di atas dapat kita simpulkan temperatur terendah terjadi

setelah penambahan *fan* dengan nilai temperatur sebesar 14,4 °C pada putaran mesin 3000 rpm dan temperatur tertinggi sebesar 21,3 °C pada putaran mesin 1000 rpm. Sedangkan sebelum penambahan *fan* temperatur terendah sebesar 20 °C pada putaran mesin 3000 dan temperatur tertinggi sebesar 24,3 °C pada putaran mesin 1000 rpm.

3. Penambahan *fan* terhadap COP Carnot

Dari data hasil pengujian temperatur evaporator dan kondensor yang terdapat pada tabel 1 dan tabel 2 dikonversi terlebih dahulu dalam satuan derajat Kelvin sehingga dapat dianalisa dengan menggunakan rumus COP Carnot seperti berikut ini.

$$\text{COP}_{\text{Carnot}} = \frac{T_L}{T_H - T_L} = \frac{282,200}{309,600 - 282,200} = 10,299$$

Analisa data COP Carnot *fan* di atas merupakan contoh perhitungan yang mewakili data yang lain. Contoh perhitungan di atas diambil pada tabel 1 baris pertama.

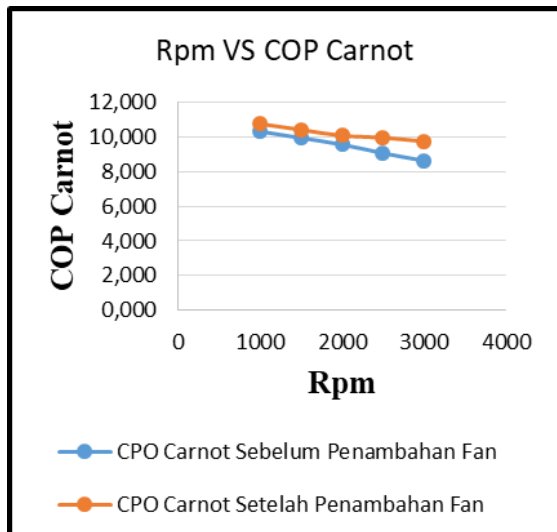
Untuk hasil analisa data keseluruhan COP Carnot sebelum penambahan *fan* dan COP Carnot sesudah penambahan *fan* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data hasil analisa COP Carnot

Putaran (rpm)	COP Carnot sebelum penambahan <i>fan</i> (°C)	COP Carnot setelah penambahan <i>fan</i> (°C)
1000	10.299	10.737
1500	9.923	10.396
2000	9.546	10.057
2500	9.051	9.943
3000	8.613	9.729

Dari tabel 4 selanjutnya hasil perhitungan COP Carnot sebelum penambahan *fan* dan COP Carnot setelah penambahan *fan* didapat kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memudahkan dalam membandingkan hasil analisa data penelitian yang sudah

dilakukan. Grafik putaran engine vs COP Carnot seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik rpm vs COP Carnot sebelum dan setelah penambahan *fan*

Pada grafik rpm vs nilai COP Carnot sebelum dan setelah penambahan *fan* bisa dibedakan dengan jelas perbandingan nilai COP Carnot, jadi kesimpulan yang dapat kita ambil yaitu terdapat pengaruh dengan adanya penambahan *fan* yang mengakibatkan nilai COP Carnot pada mobil menjadi lebih tinggi dibandingkan nilai COP Carnot sebelum penambahan *fan*. Kalau dilihat secara detail dari gambar 7 baik grafik COP Carnot sebelum penambahan *fan* dan grafik COP sesudah penambahan *fan* memperlihatkan dengan bertambahnya putaran *engine* maka nilai COP Carnot semakin menurun, misalnya dimulai dari sebelum penambahan *fan* COP Carnot terendah pada putaran 1000 rpm diperoleh data 10,299, pada 1500 rpm diperoleh temperatur 9,923, pada 2000 rpm diperoleh 9,546, pada 2500 rpm diperoleh temperatur 9,051, dan pada 3000 rpm diperoleh 8,613. Sedangkan pada penambahan *fan* putaran terendah yaitu 1000 rpm diperoleh data COP Carnot sebesar 10,730, pada 1500 rpm diperoleh 10,390, pada 2000 rpm diperoleh 10,050, pada 2500 rpm diperoleh 9,943, dan pada 3000 rpm diperoleh nilai COP Carnot sebesar 9,729. Dari gambar 7 dapat kita simpulkan nilai COP Carnot tertinggi terjadi pada penambahan *fan* dengan nilai

COP Carnot 10,730 pada putaran mesin 1000 rpm. dan nilai COP Carnot terendah 9,729 pada putaran mesin 3000 rpm. Sedangkan sebelum penambahan *fan* nilai COP Carnot tertinggi sebesar 10,299 pada putaran mesin 1000 dan nilai COP Carnot terendah sebesar 8,613 pada putaran mesin 3000 rpm.

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian ini dapat disimpulkan hasil penelitian dari pengaruh penambahan *fan* terhadap kualitas pendinginan air conditioner pada mobil Mitsubishi Triton *double cabin* adalah temperatur terendah terjadi pada penambahan *fan* dengan nilai temperatur sebesar 14,4 °C pada putaran mesin 3000 dan temperatur tertinggi sebesar 21,3 °C pada putaran mesin 1000 rpm. Sedangkan sebelum penambahan extra *fan* temperatur terendah sebesar 20 °C pada putaran mesin 3000 dan temperatur tertinggi sebesar 24,3 °C pada putaran mesin 1000 rpm. Nilai COP Carnot tertinggi terjadi pada penambahan *fan* dengan nilai nilai COP Carnot 10,730 pada putaran mesin 1000 rpm dan nilai COP Carnot terendah 9,729 pada putaran mesin 3000 rpm. Sedangkan sebelum penambahan *fan* nilai COP Carnot tertinggi sebesar 10,299 pada putaran mesin 1000 dan nilai COP Carnot terendah sebesar 8,613 pada putaran mesin 3000 rpm.

Referensi

- [1]. Tjahjono & Desi Arna (2014). *Optimasi Kecepatan Udara Pada Kondensor Terhadap Prestasi Kinerja AC mobil Dengan Fluida Kerja Freon*, jurnal media Mesin Vol. 15 No. 2 ISSN. 1411-4348. Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [2]. Gunadi (2011). Sistem kelistrikan bodi. Penerbit Mentari Pustaka. Yogyakarta

- [3]. Kurnia, R. Irawan (2016). *Analisa pengaruh tekanan kompresor air conditioner terhadap temperatur ruang kabin operator pada hydraulic excavator komatsu PC2000-8*. Skripsi Teknik Mesin Universitas Trunajaya Bontang.
- [4]. Sudarman, (2004). *Siklus Daya Thermal*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- [5]. Saputra, A.R; Widiyatmoko&Azharudin (2015). *Coefisien of performance (COP) mini frizzer daging ayam kapasitas 4 kg*. Jurnal teknik pendingin dan tata udara politeknik negeri sekayu (PETRA). Volume 1, No. 1 November 2015.