

ANALISA PERBANDINGAN EFISIENSI DAYA DAN KAPASITAS PENDINGINAN ANTARA AC *CENTRAL* DAN AC *SPLIT* PADA KERETA EKONOMI

Mariana Diah Puspitarsari, Email : mariana@api.ac.id

Teknik Elektro Perkeretaapian, Akademi Perkeretaapian Indonesia Madiun

ABSTRAK

PT KAI (Persero) tidak pernah berhenti mentransformasikan dirinya. Transformasinya sangat diperhatikan ketika PT KAI (Persero) berada di bawah wewenang Jonan Ignasius. Edi Sukmoro kemudian melanjutkan transformasi. Beberapa peningkatan kualitas layanan di setiap stasiun kereta api membutuhkan apresiasi dari berbagai aspek. Saat ini, keamanan ditingkatkan, tiket lebih mudah didapat, dan perjalanan lebih nyaman karena kereta disediakan oleh AC. Namun, mengingat biaya yang diperlukan, pemasangan AC di semua gerbong kelas bisnis dan ekonomi tidak menerapkan AC sentral tetapi membagi AC seperti yang diterapkan di rumah atau kantor. Penelitian ini untuk mengetahui pengkondisian udara yang paling efisien dalam mengonsumsi energi dalam kereta api, oleh karena itu, dilakukan. Studi ini juga menyelidiki pendingin udara yang paling efektif dalam pendinginan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi energi pendingin udara split lebih rendah daripada pendingin udara sentral. Mengenai kapasitas pendinginan, AC sentral diproduksi oleh PT INKA yang memiliki kapasitas pendinginan lebih tinggi daripada AC split.

Kata kunci: Air Conditioner, Kereta Api, Kapasitas Pendinginan

ABSTRACT

PT KAI (Persero) has never stopped transforming itself. Its transformation had been greatly noticed when PT KAI (Persero) was under the authority of Jonan Ignasius. Edi Sukmoro then continues the transformation. Some improvement in service quality in every train station requires appreciation from any aspects. Currently, safety is improved, tickets are easier to get, and trips are more comfortable since the trains are provided by air conditioning. However, considering its cost needed, the installing of air conditioning in all carriages of business and economy classes does not apply central air conditioning but split air conditioning like the one applied at homes or offices. This study in order to find out the most efficient air conditioning in consuming energy in train, therefore, is conducted. This study also investigates the most effective air conditioning in cooling. The result of the study reveals that the energy efficiency of the split air conditioning is lower than that of the central air conditioning. Regarding the cooling capacity, the central air conditioning produced by PT INKA whose higher cooling capacity than the split air conditioning has.

Keywords: Air Conditioner, Train, Cooling Capacity

Latar Belakang

PT Kereta Api Indonesia (Persero) (PT KAI) sebagai Badan Usaha Milik Negara yang bertugas sebagai operator jasa perkeretaapian memiliki sejarah panjang. Sejarah perusahaan ini dimulai sesuai proklamasi kemerdekaan Indonesia dikumandangkan pada 17 Agustus 1945. Karyawan perusahaan kereta api yang tergabung dalam Angkatan Moeda Kereta Api (AMKA) mengambil

alih kekuasaan perkeretaapian dari Jepang. Pada tanggal 28 September 1945, penguasaan perkeretaapian berada di bawah tangan bangsa Indonesia yang ditegaskan oleh pembacaan pernyataan sikap oleh Ismangil dan sejumlah anggota AMKA, sehingga sudah tidak ada campur tangan oleh Jepang. Akhirnya tanggal 28 September 1945, ditetapkan sebagai Hari Kereta Api serta dibentuknya Djawatan Kereta Api Repoeblik

Indonesia (DKARI). Nama DKARI kemudian diubah menjadi Perusahaan Negara Kereta Api (PNKA). Nama itu diubah lagi menjadi Perusahaan Jawatan Kereta Api (PJKA) pada tanggal 15 September 1971. Pada tanggal 2 Januari 1991, nama PJKA secara resmi diubah menjadi Perusahaan Umum Kereta Api (Perumka) dan semenjak tanggal 1 Juni 1999 diubah menjadi PT Kereta Api Indonesia (Persero) sampai sekarang.

Tidak terbatas pada perubahan bentuk dan nama, lebih dari itu PT Kereta Api Indonesia (Persero) juga terus bertransformasi dalam melayani pelanggannya. Periode perubahan yang paling signifikan ada pada masa kepemimpinan Ignasius Jonan. Direktur yang menggantikan Ronny Wahyudi sejak tanggal 25 Februari 2009 ini, bertugas lebih dari lima tahun. Tugasnya berakhir saat ditunjuk sebagai Menteri Perhubungan pada Kabinet Kerja dibawah kepemimpinan Presiden Joko Widodo. Pada periode kepemimpinan Jonan, PT KAI melakukan restrukturisasi terhadap 4 hal yaitu pelayanan, keamanan, kenyamanan, dan ketepatan waktu. Perubahan yang dilakukan oleh PT KAI ini merupakan perubahan strategis yang cenderung radikal karena melakukan perubahan arah dan fokus bisnis.

Dampak dari perubahan ini nampak pada kinerja keuangan perusahaan. Berawal dari rugi bersih Rp 83,5 miliar pada 2008 menjadi laba Rp 154,8 miliar pada 2009. Hingga pada tahun 2013, PT KAI mencatatkan laba sebesar Rp 560,4 miliar. Padahal masa ini, belanja untuk gaji pegawai PT KAI meningkat tajam dari Rp 900 Milyar menjadi Rp 2,4 Trilyun. Selain itu pada era kepemimpinan Jonan, perusahaan juga berhasil melipatgandakan aset PT KAI dari Rp 5,7 triliun pada 2008, naik hingga tiga kali pada 2013 menjadi Rp 15,2 triliun.

Tabel 1 Laba/Rugi PT KAI 2007 – 2013

No.	Tahun	Biaya tenaga kerja, gaji tunjangan dll. (Rp)	Laba / Rugi Perusahaan	Keterangan
1	2007	N/A	-38,6 Milyar	Rugi
2	2008	900 Milyar	-82,6 Milyar	Rugi
3	2009	1600 Milyar	154 Milyar	Untung
4	2010	1900 Milyar	210 Milyar	Untung
5	2011	2100 Milyar	201 Milyar	Untung
6	2012	2400 Milyar	425 Milyar	Untung
7	2013		560 Milyar	Untung

Sumber : PT KAI, 2017 Diolah

Kisah sukses Jonan dilanjutkan oleh Direktur PT KAI berikutnya, Edi Sukmoro. Untuk diketahui, PT KAI membukukan pendapatan senilai Rp 14,5 triliun dengan laba sebesar Rp 1,01 triliun pada 2016. Sedangkan Pada tahun 2017, PT KAI

mencatatkan laba bersih sebesar Rp1,4 triliun. Angka tersebut naik sekitar 40% dibandingkan tahun lalu (economy.okezone.com, 2018). Laba tersebut di topang oleh pendapatan penumpang yang meningkat dari tahun sebelumnya. Tak hanya itu, pendapatan rupiah dari angkutan barang juga mengalami peningkatan dengan angka mencapai 97%-98%

Namun yang perlu mendapat apresiasi dari hasil transformasi ini adalah peningkatan kualitas pelayanan PT KAI. Seluruh stasiun mempercantik dirinya dengan peningkatan fasilitas umum seperti toilet bersih dan gratis, ruang laktasi, hingga ruang tunggu nyaman. Dari sisi keamanan juga sangat diperhatikan. Satu satuan petugas keamanan menjaga sepanjang perjalanan di kereta api. Kemudahan membeli tiket juga mendapat porsi perhatian untuk diperbaiki. Selain membeli di stasiun, calon penumpang dimudahkan membelinya melalui aplikasi di telepon pintar atau melalui kanal-kanal PT KAI seperti di toko modern. Belum lagi soal kehandalan, bahkan kini syair lagu iwan fals “kereta terlambat 2 jam itu biasa” sudah menjadi bahan usang karena ketepatan waktu kereta api yang bisa diprediksi.

Tidak hanya kenyamanan saat di stasiun, kenyamanan selama perjalanan juga mengalami derajat peningkatan signifikan. Perjalanan dengan kereta api yang membuat penumpang bercucur keringat kini sudah tidak ada lagi. Karena semua rangkaian kereta api dilengkapi dengan penyejuk udara (AC). Kebijakan ini mulai digulirkan pada akhir 2012. Dalam rangka memenuhi standar pelayanan minimum (SPM) sesuai Peraturan Menteri Perhubungan No. 9 Tahun 2011. Dimana yang menjadi target awal “pendinginan” adalah kereta api kelas bisnis dan ekonomi jarak jauh. Seperti contoh di Daop 5 Purwokerto yang melakukan pemasangan AC di rangkaian kereta bisnis (K2) sebanyak 24 gerbong dan ekonomi (K3) 62 gerbong. Atau DAOP 4 Semarang merestorasi 51 gerbong kelas ekonomi (K3) dan 9 gerbong kelas bisnis (K2) menjadi rangkaian berpendingin udara. Program pemasangan pendingin udara demi kenyamanan penumpang selanjutnya dilanjutkan untuk kereta jarak pendek dan menengah.

Namun dengan dalih pertimbangan biaya, program pemasangan AC pada seluruh rangkaian kereta bisnis dan ekonomi ini tidak menggunakan AC *central* melainkan menggunakan AC *split* seperti lazimnya AC yang digunakan pada rumah atau kantor. Seperti dikutip di laman finance.detik.com pada 11 Maret 2014, Pemasangan AC *split* atau AC rumah ini hanya berlangsung sementara. Penggunaan AC split ini

hanya dilakukan sambil menunggu kedatangan kereta baru yang dipesan oleh KAI. Karena hingga tahun 2020, KAI akan mendatangkan 1.500 unit kereta kelas ekonomi, bisnis dan eksekutif. Faktanya peneliti masih menemui rangkaian kereta api baru yang menggunakan AC *split*.

Berangkat dari fenomena diatas, peneliti berharap menemukan fakta manakah jenis AC yang lebih efisien dalam penggunaan daya pada rangkaian kereta api. Selain itu, peneliti juga berusaha menemukan AC yang paling efektif dalam melakukan pendinginan.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkeretaapian Sebagai Sistem Transportasi Strategis

Perkeretaapian sebagai salah satu moda transportasi memiliki karakteristik dan keunggulan khusus, terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut baik orang maupun barang secara massal, konsumsi energi yang rendah, penggunaan ruang yang hemat, faktor keamanan yang tinggi, serta dampak negatif tingkat polusi yang rendah. Terlebih lagi bila dibandingkan dengan moda transportasi jalan lain, kereta api lebih efisien baik untuk angkutan jarak jauh maupun untuk daerah yang padat lalu lintasnya seperti angkutan perkotaan. Mengingat begitu beragamnya keunggulan moda ini, pemerintah begitu fokus dalam pengembangannya.

Salah satu bukti keseriusannya, pemerintah hingga mengatur urusan perkeretaapian dalam Undang-Undang. Pemerintah menerbitkan Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang perkeretaapian pada 25 April 2007. Undang-undang ini merupakan penyempurnaan dari Undang-Undang Nomor 13 Tahun 1992 tentang Perkeretaapian. Pada Undang-Undang tersebut, Perkeretaapian didefinisikan sebagai satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Apabila diperinci definisi perbagian, prasarana perkeretaapian adalah jalur kereta api, stasiun kereta api, dan fasilitas operasi kereta api agar kereta api dapat dioperasikan. Sedangkan Kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api.

Untuk penyelenggaraan perkeretaapian, pemerintah mengatur pihak maupun badan usaha yang memiliki fungsi sebagai penyelenggara baik

sarana maupun prasarana perkeretaapian. Pada Undang-Undang 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian, Pemerintah mendorong adanya pemisahan penyelenggara sarana dan prasarana perkeretaapian. Selain itu, pemerintah juga membuka pintu bagi pihak swasta untuk berkecimpung dalam dunia perkeretaapian. Sayangnya, hingga hari ini penyelenggaraan perkeretaapian hanya ada satu operator yaitu PT KAI. Sehingga PT KAI mengoperasikan sarana maupun prasarana perkeretaapian. Termasuk kereta api, jalur kereta api, maupun stasiun.

Sebagai sebuah sistem yang strategis, pemerintah terus mendorong peran perkeretaapian dalam upaya pengembangan sistem transportasi nasional secara terpadu. Sehingga, penyelenggaraan perkeretaapian yang dimulai dari pengadaan, pengoperasian, perawatan, dan pengusahaan diatur sebaik-baiknya sehingga diharapkan terselenggara angkutan kereta api yang menjamin keselamatan, aman, nyaman, cepat, tepat, tertib, efisien, serta terpadu dengan moda transportasi lain. Harapannya, terdapat keserasian dan keseimbangan beban antarmoda transportasi yang mampu meningkatkan penyediaan jasa angkutan bagi mobilitas angkutan orang dan barang.

Perkembangan teknologi dan kompetisi kian mendorong pelayanan dan penyelenggaraan perkeretaapian menuju level yang lebih baik. Teknologi mampu menciptakan sarana perkeretaapian yang kian handal dengan menurunkan konsumsi energi, mereduksi polusi, hingga meningkatkan kecepatan dan tingkat keselamatan. Selain itu, kemajuan teknologi juga terus melakukan pengkinian prasarana pendukung perkeretaapian seperti sistem persinyalan dan sistem telekomunikasi yang kian canggih. Kemudahan dan kualitas pelayanan juga ikut terdongkrak dengan adanya perkembangan teknologi serta ketatnya kompetisi. Banyaknya saluran mendapatkan tiket dan kenyamanan selama perjalanan beberapa contoh diantaranya.

Permintaan Pada Transportasi

Pada dasarnya permintaan atas jasa transportasi merupakan cerminan kebutuhan akan transportasi dari pemakai sistem tersebut, baik untuk angkutan manusia maupun barang. Oleh karena itu permintaan akan jasa transportasi merupakan dasar yang penting dalam mengevaluasi perencanaan transportasi dan perancangan fasilitas pelengkapannya. Transportasi manusia atau barang biasanya bukanlah merupakan tujuan akhir. oleh karena itu, permintaan akan jasa transportasi dapat disebut sebagai Permintaan Turunan (*Derived*

Demand) yang timbul akibat adanya permintaan akan komoditi atau jasa lainnya (Morlok, 1995).

Transportasi memiliki keterkaitan erat dengan ekonomi, sehingga permasalahan transportasi dapat dianalisis dengan menggunakan pendekatan ekonomi, khususnya teori permintaan. Menurut Soesilo (1997) di dalam menghitung manfaat transportasi, maka pendekatan ekonomi yang biasa digunakan adalah metodologi surplus konsumen atau teori permintaan konsumen. Sedangkan metode surplus produsen biasanya digunakan untuk memperkirakan akibat tidak langsung dari proyek. Misalnya dengan adanya investasi di jalan pedesaan, maka ada dua akibat yang dirasakan, pertama yaitu biaya pengiriman output dari daerah pertanian ke pasar diharapkan menurun dan nilai output di daerah pertanian tersebut meningkat. Kedua, biaya untuk pengadaan input menurun, sebagai akibat dari dua hal tersebut, maka diharapkan nilai tambah terbentuk dari kegiatan pertanian tersebut meningkat. Dalam prakteknya pendekatan ini sangat sulit dilakukan.

Namun secara teori ekonomi, permintaan dan penawaran adalah kekuatan yang membuat ekonomi bekerja dengan baik. Tempat pertemuan permintaan dan penawaran adalah pasar. Permintaan dan penawaran menentukan jumlah barang yang dihasilkan dan harga jual dari barang tersebut.

Faktor Permintaan Moda Transportasi

Permintaan terhadap kendaraan tercermin dari sejumlah orang yang memilih kendaraan dengan syarat atau kondisi tertentu, seperti kualitas kendaraan umum dan harganya. Memahami permintaan transportasi sangatlah penting untuk perencanaan sistem transportasi secara umum, dan secara khusus sangat penting untuk *manage* permintaan terhadap transportasi. Berdasarkan penelitian Victoria Transport Policy Institute terdapat faktor-faktor yang dapat mempengaruhi permintaan transportasi :

- a) Demografi
- b) Ekonomi Harga Pilihan
- c) Kualitas
- d) Pelayanan
- e) Peruntukan Lahan.

Puspitasari (2017) secara lebih detil menemukan faktor yang mempengaruhi permintaan pada moda transportasi kereta api bandara kualanamu. Ditemukan ada enam alasan yang mempengaruhi pilihan untuk menggunakan kereta api bandara, yaitu :

- a) Kenyamanan
- b) Ketepatan Waktu

- c) Kecepatan atau Waktu Tempuh
- d) Kemudahan / Praktis
- e) Akses Menuju Stasiun
- f) Tarif Moda Lain.

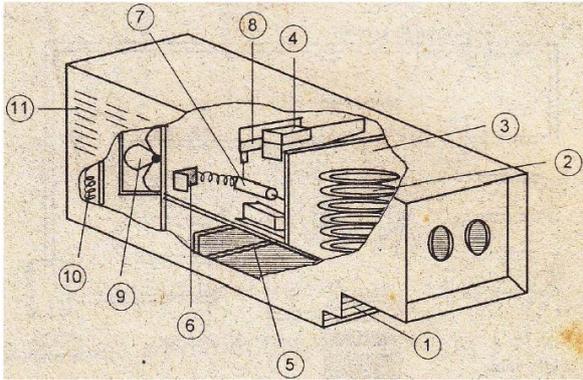
Secara rinci (Puspitasari, 2017) menyebutkan kenyamanan menjadi alasan utama mengapa penumpang memilih kereta api bandara untuk menuju Kota Medan dari Bandara Kualanamu atau sebaliknya. Baik kenyamanan sarana maupun prasarana. Menjadi sesuatu yang logis karena karakteristik penumpang kereta api ini merupakan penumpang pesawat yang dicirikan mengutamakan kenyamanan. Mengingat penumpang moda ini relatif berpenghasilan menengah keatas.

Kenyamanan pada prasarana menjadi pertimbangan. Baik fasilitas di *airport railway station* maupun di *city railway station* menawarkan fasilitas paripurna untuk penumpangnya. Ruang tunggu yang luas, aksesibilitas mudah, ruang ibadah, toilet dengan kebersihan terjaga, ruang laktasi untuk ibu menyusui, hingga retail ternama dan restoran, serta *smoking room* disediakan PT. Railink demi kenyamanan penumpang. Suhunya juga diatur agar penumpang tidak meneteskan keringat karena kegerahan.

Untuk kenyamanan sarana kereta api bandara kualanamu salah satunya disebabkan karena Kereta api ini menggunakan 4 set rangkaian kereta rel diesel (KRD) dengan kapasitas 172 penumpang per kereta yang dibuat di pabrikan Korea Selatan, Woojin. Pada rangkaian ini, fasilitas yang disediakan dalam kereta api berstandar kenyamanan kereta api eksekutif berupa kereta ber-AC, reclining seat, Wi-Fi, serta layar audio visual. Bisa digaris bawahi, fasilitas AC sudah menjadi sebuah keharusan dalam layanan transportasi.

Air Conditioner (AC)

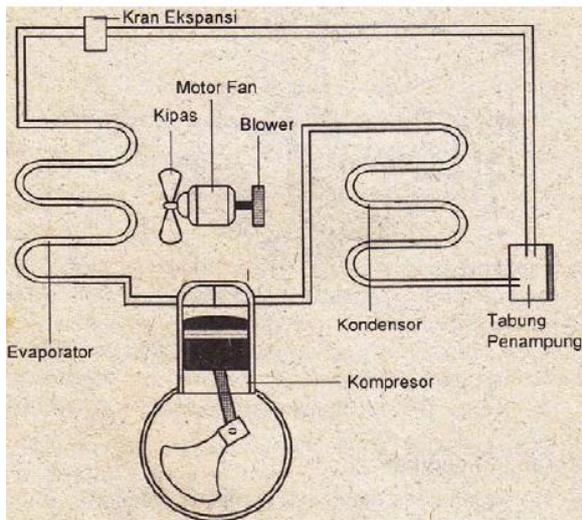
AC adalah suatu jenis mesin pendingin yang berfungsi sebagai penyejuk ruangan. Ditinjau dari konstruksi, AC bisa dibagi menjadi dua bagian, yakni sisi luar dan sisi dalam. Sisi luar terdiri dari pipa kapiler dan condenser, tangki penampung air, daun kipas yang bias bergerak, dan filter udara sebagai penyaring kotoran. Sedangkan bagian dalam terdiri dari daun kipas pendorong (*blower*) udara segar, pipa penguapan (*evaporator*), katup ekspansi, dan lain sebagainya.



Gambar 1 Konstruksi Mesin AC

Ket;

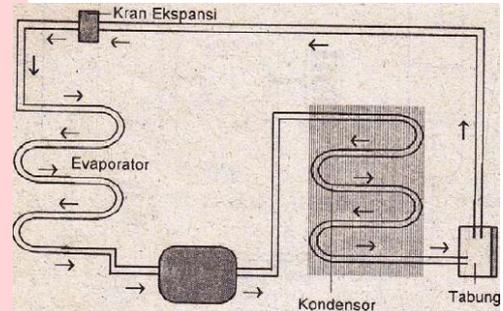
1. Celah udara dingin yang masuk ruangan
2. Pipa penguap (*evaporator*)
3. *Filter* (saringan udara)
4. Thermostat sebagai otomatis rangkaian mesin
5. Saluran udara keluar
6. Pembuangan udara
7. Pengatur
8. Fan (kipas *blower*)
9. Kipas untuk condenser
10. Pipa condenser
11. Saluran udara dari luar ruangan



Gambar 2 Skema mesin pendingin AC

Bahan pendingin (*Refrigerant*) bisa menggunakan Freon, mengalir dalam pipa dengan mendapatkan tekanan kerja kompresor. Gas yang mendapat tekanan dari kompresor akan mengalir menuju pipa condenser. Keadaan gas yang berupa uap dari condenser menuju ke tangki penampung, kemudian menuju katub ekspansi. Selanjutnya peredaran uap sudah bercampur dengan *Refrigerant* atau Freon dalam pipa *evaporator*. Keadaan dalam *evaporator* mengalami penguapan karena kondisi

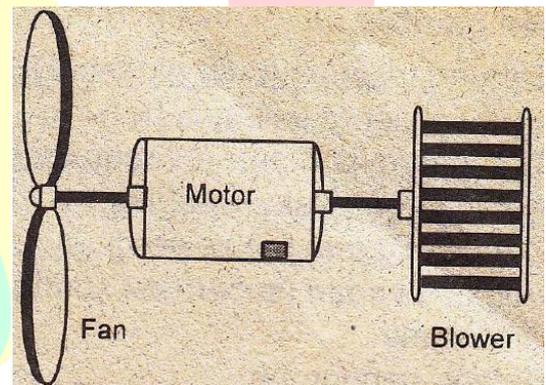
berupa tekanan (temperature) yang sangat rendah. Dari *evaporator* disedot oleh katup penghisap pada kompresor yang selanjutnya ditekan dengan katub tekan menuju ke pipa condenser kembali. Demikian putaran terus menerus selama kompresor yang digerakkan motor bekerja.



Gambar 3 Proses Perjalanan Gas Freon

Perlu diketahui bahwa letak kondensator dan pipa *evaporator* pada mesin ac keadaanya bertolak belakang. Pipa kondensator berada diluar ruangan dan pipa *evaporator* berada dalam sisi ruangan. Ditengah antara keduanya ada fan (kipas). Ada dua fan yang fungsinya berlainan;

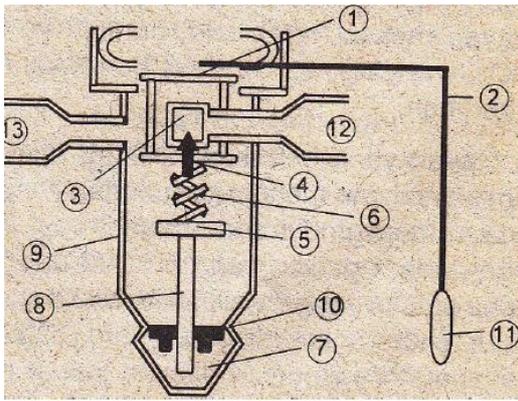
- Kipas luar yang berdaun sebagai kipas kondensator
- Kipas dalam sebagai *blower* untuk menekan udara bertemperatur rendah masuk ruang kamar. *Blower* menghadap ke pipa *evaporator*. Kedua kipas tersebut digerakkan oleh satu dynamo.



Gambar 4 Dua Fan Yang Digerakkan Satu Dynamo

Cara Kerja Katub Ekspansi

Fungsi katub ekspansi ini sama dengan pipa kapiler yakni untuk mengatur masuknya cairan *Refrigerant* secara otomatis ke pipa *evaporator*.



Gambar 5 Katub Ekspansi Pada AC

Ket;

1. Tabung tekanan
2. Pipa kapiler
3. Tekanan *evaporator*
4. Katub jarum
5. Dudukan jarum
6. Pegas tekanan
7. Diafragma
8. Batang pendorong
9. Rumah
10. Penekan gas
11. Tabung pengatur
12. Bagian masuk/hisap
13. Bagian keluar/tekan

Cairan Freon yang bertekanan tinggi mengalir ke bagian masuk/hisap, yaitu dari katub ekspansi. Karena katub ekspansi mendapat tekanan yang tinggi maka jarum spuyer terpengaruh (terdorong). Dengan demikian cairan mengalir melalui celah masuk/hisap menuju *evaporator*. Cairan yang bertekanan tinggi mengalir melalui celah jarum sempit dan menuju ruang yang lebih besar yang kemudian menguap. Penguapan dibantu oleh udara panas sekitar *evaporator*, sehingga suhu menjadi rendah. Udara yang dingin dalam *evaporator* kemudian ditekan keluar dengan bantuan *blower*, akhirnya udara dingin mengalir ke segala penjuru kamar.

Katub ekspansi dipasang sedemikian rupa, sehingga pada saat mesin bekerja, secara otomatis jarum pada katub tersebut memutus secara otomatis dengan bantuan pengontrol suhu. Jika suhu sudah stabil, maka bagian tersebut akan bekerja kembali terutama pada bagian motor dan kompresor.

Pada mesin pendingin juga ada dua kapasitor, yaitu kapasitor starting dan kapasitor running. Kapasitor start berfungsi sebagai pembangkit putaran awal motor pada saat motor mendapatkan arus listrik. Kerjanya hanya sebentar yaitu setelah motor start, dalam beberapa detik, kapasitor starting

ini akan mati secara otomatis. Sedangkan running kapasitor akan bekerja secara terus menerus dan menerima arus tanpa henti selama kompresor tidak berhenti.

AC Pada Sarana Transportasi Kereta Api

Seperti diuraikan pada sub bab sebelumnya, AC sudah menjadi “kebutuhan primer” pada moda transportasi tidak terkecuali kereta api. AC menjadi salah satu alasan mengapa para penumpang memilih moda ini. Karena AC dirasa penumpang telah berhasil meningkatkan taraf kenyamanan dalam sebuah perjalanan.

Hal itu direspon oleh PT KAI dengan melakukan AC-nisasi seluruh gerbong kereta api. Mulai dari kelas bisnis, ekonomi non subsidi, ekonomi subsidi, hingga kereta lokal seluruh rangkaian gerbongnya dipasang AC. Menduplikasi kelas eksekutif yang sudah lebih dahulu memiliki fasilitas AC.

PT KAI dalam menambahkan fasilitas AC pada tiap gerbong tidak seluruhnya menduplikasi sistem pendingin yang sudah lama ada di gerbong eksekutif. Atas dasar keterbatasan biaya dan waktu, PT KAI memilih memasang AC split seperti halnya AC yang biasa dipasang di rumah. Tidak memasang jenis *central* seperti kelas eksekutif.



Gambar 6 Perbandingan AC *Central* dan Split Pada Kereta Api

Daya Listrik

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya memiliki satuan Watt, yang merupakan perkalian dari Tegangan (volt) dan arus (ampere). Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan :

$$P = V \times I$$

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \text{Cos } \phi$$

$$P = \text{Watt}$$

Daya Aktif

Daya aktif (*Active Power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Adapun persamaan dalam daya aktif sebagai berikut :

Untuk satu fasa $P = V \times I \times \cos \varphi$

Untuk tiga fasa $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$

Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja.

Daya Reaktif

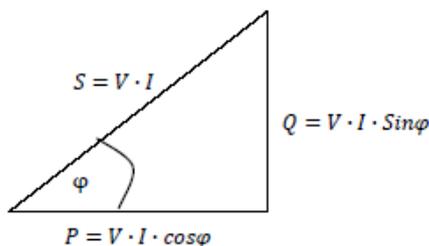
Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah Var.

Untuk satu fasa $Q = V \times I \times \sin \varphi$

Untuk Tiga fasa $Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \varphi$

Daya Semu

Daya Semu (*Apparent Power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan. Satuan daya semu adalah VA.



Gambar. 7 Penjumlahan Trigonometri Daya Aktif, Reaktif dan Semu

Kapasitas Pendinginan

Untuk mendapatkan tata udara yang nyaman dari suatu ruangan, harus memenuhi unsur elemen sebagai berikut (Margiono, 2013):

1. Suhu atau *Themperatur*
2. Kelembaban atau *Humidity*
3. Aliran Udara atau *Air Flow*
4. Bersih atau *Cleaning*

Margiono menambahkan Didalam menentukan kapasitas unit pendingin ruangan, kita harus memperhatikan panas-panas yang dapat timbul pada ruangan itu, yang nantinya akan menjadi beban yang harus diperhitungkan. Beberapa faktor panas yang harus diperhitungkan antara lain :

1. Rambatan panas dari luar yang timbul dari dinding ruangan
2. Rambatan panas atap
3. Rambatan panas melalui jendela
4. Koefesien rambatan panas dari tirai pelindung
5. Rambatan panas dari dinding penyekat
6. Rambatan panas dari langit-langit / plafon
7. Panas dari masuknya bersamaan dengan udara luar melalui ventilasi.
8. Panas yang masuk bersamaan udara luar sewaktu pintu dibuka
9. Panas yang timbul dari badan si penghuni
10. Panas yang timbul dari lampu penerangan
11. Panas yang timbul dari alat perlengkapan listrik

Kapasitas pendinginan menggunakan satuan *British Thermal Unit* (BTU)/Jam yang merupakan satuan daya pendinginan AC yang berasal dari Inggris. Sedangkan PK (*Paard Krcht*) atau HP (*horse power*) yang berarti satuan tenaga kuda, dipergunakan dalam sistem AC merujuk pada daya kompresor AC. Namun, kapasitas pendinginan BTU/Jam bisa dikonversikan ke beban pendinginan dengan satuan Kcal/Jam. Jika dikonversikan ke satuan Btu / h adalah sebagai berikut :

1 PK = 9000 btu/jam

1 kcal/jam = 3,96567 btu/jam

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada perbandingan penggunaan daya antara AC *Central* dan AC *Split* pada kereta ekonomi serta efektivitas pendinginannya. Penelitian didasarkan pada pendekatan evaluasi kebijakan (peraturan perundangan dan dokumen formal). Data yang digunakan adalah data sekunder berupa literatur, *manual book*, buku, laporan dan dokumen terkait, diperoleh dari instansi-instansi terkait sesuai kebutuhan analisis data, khususnya PT. INKA (Persero) dan PT. KAI (Persero). Metode analisis yang digunakan adalah metode deskriptif.

Adapun obyek yang diperbandingkan adalah alat pendingin udara yang digunakan kereta ekonomi saat ini yakni AC *Central* produksi PT. INKA yakni ACI 1803 dan ACI – 4001. Sedangkan AC *Split* yang digunakan untuk kereta ekonomi yakni AC Sharp AH-A12UCY dan AH-A18UCY. Untuk membandingkan penggunaan dayanya dihitung dengan persamaan:

Untuk satu fasa $P = V \times I \times \cos \varphi$

Untuk tiga fasa $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$

Sedangkan untuk kapasitas pendinginan data yang digunakan sebagai bahan analisa adalah data kapasitas pendinginan pada *manual book* tiap produk. Dimana menggunakan satuan untuk konversi:

$$1 \text{ PK} = 9000 \text{ btu/jam}$$

$$1 \text{ kcal/jam} = 3,96567 \text{ btu/jam}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Teknis AC Central

PT INKA merupakan produsen sarana perkeretaapian pertama dan terbesar di kawasan Asia Tenggara. Salah satu produksinya adalah kereta penumpang. Dimana setiap kereta wajib terdapat pengatur sirkulasi udara. Pada tahun 2012, PT INKA berhasil menciptakan AC sendiri. Sebelumnya selalu menggunakan AC buatan Jepang. Hal ini dilatarbelakangi karena pada tahun 2012 ada pesanan memperbaiki AC KA dari PT. KAI. Selain itu, alasan mulai memproduksi AC sendiri adalah efisiensi mengingat ada perbedaan harga yang cukup besar antara menggunakan AC sebelumnya dibanding dengan AC buatan sendiri.

AC produksi PT INKA yang pertama kali lahir diberi nama dengan series ACI-1801. Selanjutnya demi memperbaiki kualitas, PT INKA terus melakukan perekayasa. Hingga akhirnya mampu menciptakan ACI-1802. Ada beberapa perbedaan antara ACI-1801 dan ACI-1802. Salah satunya penggunaan *toggle latch* yang menjadikan ACI-1802 lebih mudah dalam perawatan. Serta penggunaan kompresor dengan standar perkeretaapian yaitu *copeland*. Pada tahun 2015, PT INKA kembali melakukan pengembangan produknya. Dengan menggunakan kompresor dari hitachi dan fan dari Ziehl Abegg Jerman, akhirnya PT INKA mampu memproduksi AC seri ACI-1803. Seri ini memiliki tingkat kebisingan lebih rendah. Sehingga lebih diminati dan memiliki performansi yang lebih baik daripada seri sebelumnya.

Sehingga pada tahun 2016, PT. INKA memproduksi 356 unit AC seri ACI-1803 guna memenuhi kebutuhan dalam negeri. Bila merujuk pada perbandingan harga, AC INKA lebih ekonomis hingga 50% dibandingkan AC buatan Toshiba (Hidayat dan Restu, 2017). Semua kereta berpendingin udara yang dibuat pada tahun 2016, menggunakan AC seri ini.

PT INKA kembali berinovasi dalam menciptakan produk sesuai kebutuhan pasar. Pada tahun 2016 PT. INKA mengeluarkan varian AC terbaru, yaitu ACI-4001 dengan kapasitas pendinginan yang lebih besar. AC ini selanjutnya yang digunakan untuk kereta produksi setelah tahun

2016. Berikut spesifikasi AC *central* yang digunakan pada kereta ekonomi saat ini:

Tabel 2 Spesifikasi Teknis AC Central yang Digunakan pada Kereta Ekonomi

Model	ACI-1803	ACI-4001
Daya	10 kW (maks)/Unit	18,7 kW (max)/Unit
Kapasitas Pendinginan	18.000 kcal/hr/unit	40.000 kcal/hr/unit
Refrigerant	R407C (Ramah Lingkungan, Ozone Friendly)	R407C (Ramah Lingkungan, Ozone Friendly)

Sumber : PT INKA, 2018

Spesifikasi Teknis AC Split

Dalam rangka memenuhi standar pelayanan minimum (SPM) sesuai Peraturan Menteri Perhubungan No. 9 Tahun 2011, pada tahun 2012 PT. KAI berinovasi dengan menggunakan AC split sebagai sistem pendingin kereta. Hal ini dilakukan mengingat butuh biaya besar apabila harus melakukan penggantian seluruh kereta dengan AC sesuai standar kereta eksekutif. Selain itu AC split dianggap sudah memenuhi ketentuan temperatur pada kereta yang dilengkapi dengan AC pada suhu 22-26°C. Walaupun AC AC split dianggap kurang sesuai untuk KA, sebab AC split lebih tepat digunakan untuk ruangan statis, bukan dinamis seperti KA.

AC split yang digunakan oleh PT KAI terdapat dua tipe, yaitu 2 PK dan 1,5 PK. Pada saat pengamatan pada kereta ekonomi menggunakan merk Sharp. Adapun spesifikasi teknis AC split yang digunakan oleh PT KAI adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Spesifikasi Teknis AC Split yang Digunakan pada Kereta Ekonomi

Model	AHA12UCY	AHA18UCY
Daya	1,080 kW (maks)/Unit	1,590 kW (max)/Unit
Kapasitas	1,5 PK	2 PK
Kapasitas Pendinginan	12.000 btu/jam/unit atau setara 3025,97 kcal/jam/unit	19.000 btu/jam/unit atau setara 4538,956 kcal/jam/unit
Refrigerant	R32 Eco New Refrigerant	R32 Eco New Refrigerant

Sumber : sharp-indonesia.com, 2018

Perbandingan Penggunaan Daya AC Central dan AC Split

AC merupakan perangkat elektronik menggunakan energi listrik. Isu yang paling santer saat ini adalah penghematan energi, tidak terkecuali penghematan penggunaan energi listrik. Untuk itu perlu rasanya dihitung perbandingan penggunaan daya listrik pada AC *central* dan AC split. Pada kereta ekonomi yang menggunakan AC *central* seri ACI-1803, PT INKA memasang dua unit per kereta. Sedangkan untuk kereta yang menggunakan AC seri ACI-4001, PT INKA memasang 1 unit per kereta. Meskipun jumlah unitnya 1, sebenarnya ada dua unit yang terpasang menyatu. Sedangkan untuk kereta ekonomi yang menggunakan AC split, PT KAI memasang 2 unit AC AHA12UCY dan 4 unit AC AHA18UCY per kereta. Perbandingan lain, pada kereta ekonomi yang menggunakan AC *central* memiliki input daya 3 fasa. Sedangkan kereta yang menggunakan AC split memiliki input daya 1 split. Berikut perbandingan penggunaan daya listrik per kereta ekonomi baik menggunakan AC *central* maupun AC split.

Tabel 4 Perbandingan Penggunaan Daya AC Central dan AC Split yang Digunakan pada Kereta Ekonomi

Type AC	Daya per unit (kW)	Kebutuhan unit per kereta	Total daya per kereta (kW)
AC Central			
ACI-1803	11	2	22
ACI-4001	17	1	17
AC Split			
AHA12UCY	1,08	2	2,16
AHA18UCY	1,59	4	6,36
Total Kereta Menggunakan AC Split			8,52

Sumber : PT INKA dan hasil perhitungan, 2018

Berdasar hasil perhitungan diatas, ditemukan fakta bahwa kereta ekonomi yang menggunakan AC split lebih efisien dalam penggunaan daya listrik dengan angka 8,52 kW. Berbeda jauh dengan kereta ekonomi yang menggunakan AC *central* dengan angka 22 kW untuk kereta ekonomi buatan tahun 2016 yang menggunakan 2 unit AC ACI-1803. Serta 17 kW untuk kereta ekonomi buatan setelah tahun 2016 yang menggunakan 1 unit AC ACI-4001.

Meskipun berbeda jauh dalam penggunaan daya, PT INKA telah berhasil melakukan inovasi produksi yang hemat energi dalam ACI-4001. Per

unit kereta, PT INKA berhasil melakukan penghematan kurang lebih 5 kW.

Perbandingan Kapasitas Pendinginan AC Central dan AC Split

Pemerintah melalui Kementerian Perhubungan mengatur standar spesifikasi teknis kereta yang ditarik lokomotif pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 41 Tahun 2010. Pada pasal 26 ayat 2 disebutkan AC harus bisa mengatur temperatur penumpang pada suhu 22-26°C. Bedasar dari hal tersebut, PT KAI sebagai user dari PT INKA mensyaratkan AC yang dipasang pada kereta pesannya mempunyai kapasitas pendinginan minimum 18.000 kcal/jam X 2 unit. Atau 36.000 kcal/jam pada tiap kereta. Hal ini sudah bisa dipenuhi oleh PT INKA melalui ACI-1803 dan ACI-4001. Dimana disebutkan pada pembahasan diatas kapasitas pendinginan ACI-1803 adalah 18.000 kcal/jam yang dipasang dua unit tiap kereta. Serta ACI-4001 yang memiliki kapasitas pendinginan 40.000 kcal/jam yang melebihi dari standar minimum.

Sementara itu, PT KAI sebagai operator sarana juga melakukan pemasangan AC untuk kereta ekonominya sebagai bentuk kepatuhan untuk memberikan pelayanan perjalanan berAC. PT KAI memasang AC split dengan 2 unit AC berkapasitas 1,5 PK dan 4 unit AC berkapasitas 2 PK. AC berkapasitas 1,5 PK ini memiliki kapasitas pendinginan 12.000 btu/hr/unit atau setara 3025,97 kcal/jam/unit. Sedangkan AC 2 PK memiliki kapasitas pendinginan 19.000 btu/hr/unit atau setara 4538,956 kcal/jam/unit. Sehingga secara total didapatkan kapasitas pendinginan per kereta:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pendinginan} &= \\ (2 \times 3025,97 \text{ kcal/hr}) &+ (4 \times 4538,956 \text{ kcal/jam}) \\ &= 24.207,76 \text{ kcal/jam} \end{aligned}$$

Sehingga dapat dibandingkan kapasitas pendinginannya sebagai berikut:

Tabel 5 Perbandingan Kapasitas Pendinginan AC Central dan AC Split yang Digunakan pada Kereta Ekonomi

Jenis Kereta	Kapasitas Pendinginan per Kereta (kcal/jam)
Kereta Ekonomi menggunakan ACI-1803	36.000
Kereta Ekonomi menggunakan ACI-4001	40.000

Kereta Ekonomi menggunakan AC Split	24.207,76
-------------------------------------	-----------

Sumber : PT INKA dan hasil perhitungan, 2018

Berdasar informasi diatas, kereta Kereta Ekonomi menggunakan AC Split masih belum memenuhi standar kapasitas pendinginan yang PT KAI syaratkan saat melakukan pemesanan kereta pada PT INKA. Perlu sekitar AC tambahan untuk menambal kekurangan 11.792,24 kcal/jam. Untuk itu perlu menambah AC tambahan dengan spesifikasi sebagai berikut:

Kekurangan = 11.287,91 kcal/jam
 Kekurangan = 46.764,12 btu/jam
 Kekurangan = 46.764,12 btu/jam : 9000 btu/jam
 Kekurangan = 5,19 PK

Sehingga PT KAI perlu menambah AC dengan daya kompresor sekitar 5,5 PK untuk menambal kekurangan kapasitas pendinginan sesuai dengan persyaratan minimum yang PT KAI cantumkan dalam kontrak dengan PT INKA. Untuk bagaimana komposisinya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan analisa terhadap data yang diperoleh pada penelitian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. AC *central* yang digunakan pada kereta ekonomi adalah AC produksi PT INKA dengan seri ACI-1803 yang dipasang pada kereta ekonomi produksi tahun 2016 dan ACI-4001 pada kereta ekonomi yang dipasang pasca 2016. Sedangkan AC split yang dipasang PT KAI pada kereta ekonomi adalah AC merk sharp dengan nomer seri AHA12UCY dan AHA18UCY.
2. Dari sisi penggunaan daya per kereta, AC split memiliki daya lebih rendah dibanding AC *central*. Walaupun AC split tidak direkomendasikan untuk kereta yang bergerak dinamis bukan statis seperti peruntukan AC split.
3. Sedangkan dari sisi kapasitas pendinginan, AC *central* produksi PT INKA dengan nomor seri ACI-4001 memiliki kapasitas pendinginan diatas AC dengan nomor seri ACI-1803. Jauh diatas AC split, yang bahkan dibawah standar minimum yang PT KAI cantumkan pada kontrak pembelian kereta dengan PT INKA.

Dari hasil penelitian ini, peneliti memberikan saran untuk melakukan penambahan jumlah AC

pada kereta ekonomi yang menggunakan AC split. Agar bisa mencapai kapasitas pendinginan 36.000 kcal/jam. Namun mengingat AC split tidak diperuntukkan untuk kereta api yang dinamis, maka sebaiknya dilakukan pergantian seluruh kereta dengan AC sesuai standar perkeretaapian.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitzgerald AE, Higginbotham D E, Grabel A, Silaban P. Dasar-Dasar Elektronik. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Furchan, A. (2004). Pengantar Penelitian dalam Pendidikan. Yogyakarta: Pustaka Pelajar Offset.
- Hidayat, Taufik dan Firdaus Retnaning Restu. (2017). Pengembangan Desain Sistem Pengkondisian Udara Kereta Api Oleh PT. INKA (Persero). Jurnal Penelitian Transportasi Darat Volume 19, Nomor 1, Maret 2017: 13-36.
- Kountur, Ronny. (2003). Metode Penelitian Untuk Penulisan Skripsi dan Tesis, (Jakarta: PPM, 2003).
- Margiono. (2013, September 7). Diperoleh 20 November 2018 dari <http://margionoabdil.blogspot.com/2013/09/b-ebankapasitas-pendinginan.html>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2010). Peraturan Menteri Perhubungan No. 41 Tahun 2011 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Kereta yang Ditarik Lokomotif.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2011). Peraturan Menteri Perhubungan No. 9 Tahun 2011 Tentang Standar Pelayanan Minimum Untuk Angkutan Orang Dengan Kereta Api.
- PT. INKA. (2016). Technical Specification Air Conditioning System AC-INKA (18.000 kcal/jam) Type AC-1803 For Passenger Coach.
- PT. INKA. (2018). Perbandingan Total Daya Antara AC 36.000 kcal/h
- Puspitasari, Mariana Diah dan Dedik Tri I. (2017). Elastisitas Jasa Kereta Api Bandara Kualanamu (Airport Railink Service). Jurnal API Madiun.
- Sharp. Diperoleh pada 20 November 2018 pada <https://www.sharp-indonesia.com/ind/product/konsumen/aircon/993/AHA12UCY>
- Sharp. Diperoleh pada 20 November 2018 pada <https://www.sharp-indonesia.com/ind/product/konsumen/aircon/993/AHA18UCY>
- Sukmadinata, N. S. (2008). Metode Penelitian Pendidikan. Bandung: Remaja Rosdakarya.