SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri), Vol. 3 No. 1, Desember 2018, pp. 17 – 24
ISSN 2548-6888 print, ISSN 2548-9445 online

STUDI KECEPATAN PUTARAN MOTOR *COMPRESSOR AIR CONDITIONER INVERTER* TERHADAP PERUBAHAAN SUHU RUANGAN

Afrizal Jaya Saputra[1], Atmam [2], Zulfahri[3]
[1,2,3] Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324
Email: afrizaljaya21@gmail.com[1], atmam@unilak.ac.id [2], zulfahri@unilak.ac.id[3]

ABSTRAK

Perubahan beban kalor sesaat yang dihasilkan oleh panas dari luar ruangan akan membuat kapasitas dari beban pendinginan *air conditioner inverter* juga berubah. Semakin tinggi suhu panas dari luar dan dari dalam ruangan maka kapasitas pendinginan dari *air conditioner inverter* juga semakin tinggi dan juga menyebabkan putaran motor *compressor* berubah. Untuk itu diperlukan penelitian tentang perubahan kecepatan motor *compressor* akibat perubahan suhu dari dalam maupun dari luar ruangan. Dari analisa diperoleh beban pendinginan *air conditioner* yang dibutuhkan untuk ruangan *show room* sebesar 7,6 *PK*, dengan energi 69172,47 *BTU* pada saat suhu diluar ruangan 38,9 ºC. Putaran minimal motor *compressor* adalah 1560 rpm, dengan frekuensi *input* motor *compressor* 52 Hz dan tegangan sebesar 80 Volt. Putaran maksimal motor *compressor* 7620 rpm, dengan frekuensi *input* 255 Hz dan tegangan sebesar 402 Volt. Perubahan suhu didalam ruangan membuat kecepatan motor *compressor* menjadi turun, seperti pada suhu 25,2 ºC kecepatan motor *compressor* 7620 rpm sementara pada suhu 24,9 ºC kecepatan motor *compressor* 4200 rpm sedangkan pada suhu 24,1 ºC kecepatan motor *compressor* adalah 3180 rpm.

Kata kunci : *Suhu, frekuensi, motor compressor dan penghematan energi.*

ABSTRACT

The instantaneous changes in caloric load generated by heat from outside the room will make the capacity of the cooling load of the inverter air conditioner also change. The higher value of heat temperature from the outside and from the room will make the cooling capacity of the inverter air conditioner is higher and also causes the motor rotation of the compressor to change. Therefore we need research about change of motor speed compressor due to temperature change from inside and outside of the room. From the analysis obtained cooling load of air conditioner needed for show room equal to 7,6 PK, with energy 69172,47 BTU when temperature of outside is 38,9 ºC. The minimum rotation of the compressor is 1560 rpm, with 52 Hz an input compressor frequency and 80 Volts voltage. The maximum rotation of compressor is 7620 rpm, with 255 Hz input frequency and 402 Volt voltage. Temperature changes in the room make the compressor speed decrease, as at 25.2 ºC compressor speed 7620 rpm, at 24.9 ºC the speed of the compressor 4200 rpm while at 24.1 ºC the speed of the compressor is 3180 rpm. The energy savings between AC inverter and without inverter is 1815 Wh.

Keywords*: Temperature, frequency, compressor motor and energy saving.*

1. PENDAHULUAN

Perubahan beban kalor sesaat yang di hasilkan oleh panas dari luar ruangan akan membuat kapasitas dari beban pendinginan *(Air Conditioner) AC inverter* juga ikut berubah. Semakin tinggi suhu panas dari luar ruangan maka kapasitas pendinginan dari *AC inverter* juga akan semakin tinggi. Sebaliknya jika pengaruh beban kalor dari luar kecil maka kapasitas beban pendinginan *AC inverter* pun akan menjadi kecil.

Perubahan kapasitas pendinginan tersebut dideteksi oleh sensor suhu dari unit *AC inverter* yang memberikan signal kepada *module inverter*. *Module inverter* akan memberikan *output* tegangan dan frekuensi ke *compressor* yang berubah-ubah disesuaikan dengan kebutuhan beban pendinginan ruangan. Pada saat suhu sudah tercapai, maka *module inverter* akan memberikan penyesuaian kapasitas pendinginan yang di hasilkan oleh unit *AC inverter*.

Kelemahan pada sistem ini adalah *compressor* harus tetap bekerja pada saat beban puncak *full load* walaupun pada saat *AC* tidak sedang mengalami perubahan atau variasi beban pendinginan dan suhu yang di inginkan tidak dapat dipertahankan. Semakin sering terjadinya fluktuasi akibat beban pendinginan, maka akan semakin kecil kemampuan *compressor* untuk menghemat energi [1-9]. Untuk itu diperlukan penelitian tentang perubahan kecepatan motor *compressor* yang disebabkan oleh suhu dan mengetahui seberapa besar tegangan dan frekuensi yang masuk ke *compressor* pada saat suhu dalam ruangan telah tercapai sesuai dengan pengaturan suhu referensi yaitu 24º C.

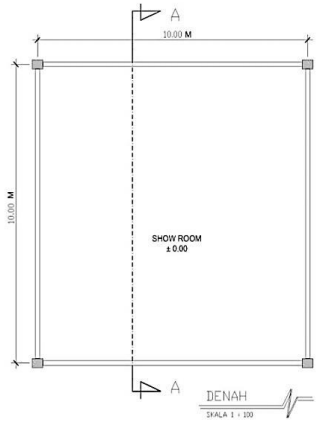
2. METODE PENELITIAN

2.1 Data Pengukuran Ruangan

Untuk menghitung beban kalor pada ruangan, diperlukan data-data ukuran dimensi pada ruangan yang akan dilakukan penelitian. Pengambilan data dilakukan langsung untuk mengetahui berapa panjang, lebar dan tinggi ruangan. Bagian-bagian bahan bangunan seperti tebal dinding, tebal kaca dan data peralatan listrik yang ada mengeluarkan kalor juga harus diambil datanya.

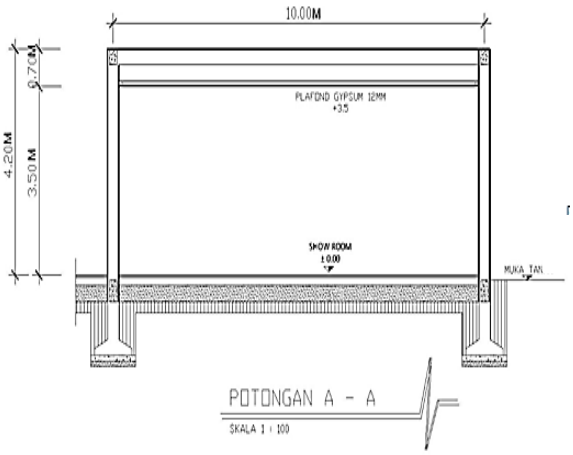
2.1.1 Daerah Luas Bangunan

Ruangan dealer Daikin digambarkan dengan menggunakan *autocad*. Pada Gambar 3.1 Tampak dari atas. Sisi selatan pada bangunan adalah dinding kaca. Pada daerah dinding kaca, sinar matahari akan tembus masuk keruangan. Panas dari luar ruangan akan sangat cepat terpindah ke dalam. Efeknya adalah beban panas dari ruangan akan semakin tinggi bila dibandingkan dengan ruangan yang semua sisi beton semen. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan beban pendinginan yang sesuai dengan kapasitas beban kalor ruangan.



Gambar 1. Gambar ruangan tampak atas

Ruangan dealer Daikin seperti pada Gambar 2 merupakan bangunan tampak dari samping.



Gambar 2 Gambar ruangan tampak samping

Keterangan :

Panjang ruangan	= 10 meter
Lebar ruangan	= 10 meter
Tinggi ruangan	= 3.5 meter

2.2 Rumus frekuensi dan arus compressor

Frekuensi motor *AC* dapat dihitung dengan persamaan 1 [10].

$$n = \frac{120 \,.\, \mathrm{f}}{\mathrm{P}} \qquad (1)$$

Keterangan :

n = Jumlah putaran motor permenit /rpm

P = Jumlah kutup motor

F = Frekuensi (Hz)

Arus motor tiga phasa dapat dihitung dengan persamaan 2 [11-13].

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\varphi \quad (3\ phasa) \qquad (2)$$

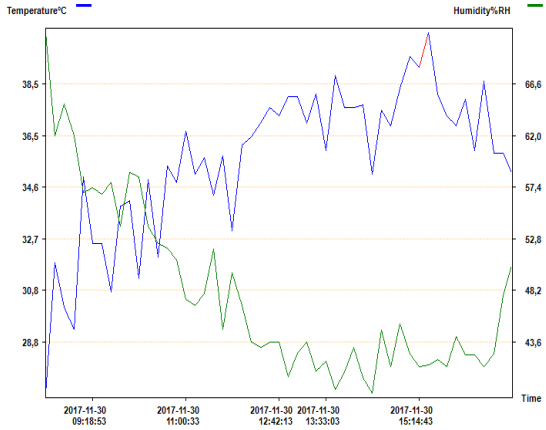
Keterangan :

V = tegangan

I = arus motor

2.3 Hasil Rekaman Data Suhu diluar Ruangan.

Data rekaman suhu diluar ruangan diukur menggunakan alat Tasco Temperatur. Dibawah ini adalah grafik hasil rekaman.

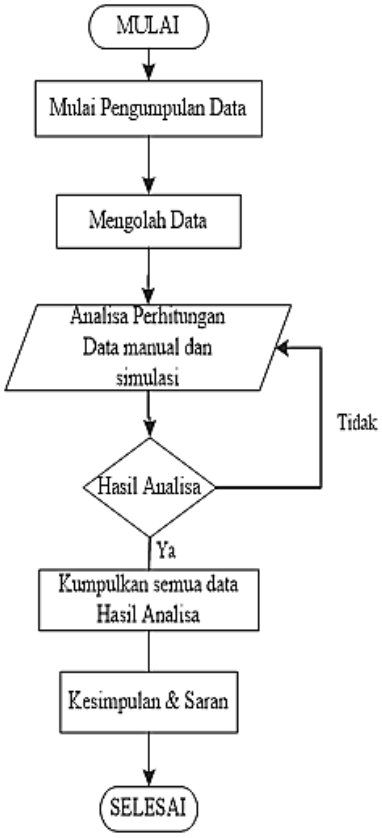


Gambar 3. Hasil Record Suhu diluar Ruangan

Nilai suhu tertinggi adalah 38,9 ºC, nilai suhu rata-rata 34 ºC dan nilai suhu terendah 26 ºC. Grafik diatas diambil dari hasil rekaman *Tasco Temperatur Tools* yang diukur mulai pada waktu 08:00 sampai 16:45 WIB. Pengukuran suhu pada jam tersebut dilakukan karna bertepatan dengan waktu operasional kantor.

2.4 Langkah- langkah Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilaksanakan dalam penelitian ini, seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. *Flowchart* Pelaksanaan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penjumlahan Beban Kalor

Penjumlahan beban kalor dari dalam dan efek dari luar ruangan, sesuai dengan perubahan suhu diluar ruangan seperti Tabel 1 pada suhu dalam 24 ºC dan luar ruangan 26 ºC. Kebutuhan pendinginan ruangan sebesar 49145 *BTU*, dan kapasitas *compressor* sebesaar 5,4 *PK*. Pada suhu rata-rata diluar 34 ºC, kapasitas *compressor* naik sebesar 7,3 *PK*. Pada suhu tertinggi diluar 38,9 ºC, kapasitas pendingin semakin naik sebesar 69172,4734 *BTU*. dengan kapasitas *compressor* sebesar 7,6 *PK*. Semakin tinggi jarak antara suhu dalam dan luar ruangan, maka semakin tinggi kebutuhan kalor yang di butuhkan dan semakin tinggi juga kapasitas pendinginannya. Hasil perhitungan tersebut diperoleh pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Manual Beban Pendinginan Ruangan

Beban kalor	Suhu minimal 26 ºC	Suhu rata-rata 34 ºC	Suhu maksimal 38,9 ºC
Radiasi matahari ke dinding kaca	9393 kcal/ h	9393 kcal/ h	9393 kcal/ h
Transmisi kalor melalui dinding beton	385 kcal/ h	1925kcal/ h	2868,25 kcal/ h
Panas infiltrasi	129,6 kcal/ h	648 kcal/ h	965,52 kcal/ h
Transmisi partisi lantai	309,8 kcal/ h	1540 kcal/ h	2294,6 kcal/ h
Kalor manusia	212 kcal/ h	212 kcal/ h	212 kcal/ h
Peralatan listrik didalam	1312 kcal/ h	1312 kcal/ h	1312 kcal/ h
Lampu	396 kcal/ h	396 kcal/ h	396 kcal/ h
Total beban kalor	12385,48 kcal/ h	16666 kcal/ h	17441,37 kcal/ h
Energy	49145,5 *BTU*	66130 *BTU*	69172,4734 *BTU*
Peak kreak / Hp	5,4 *PK*	7,3 *PK*	7,6 *PK*

1 kcal = 3,966 *BTU* 1 pk = 9000 *BTU*

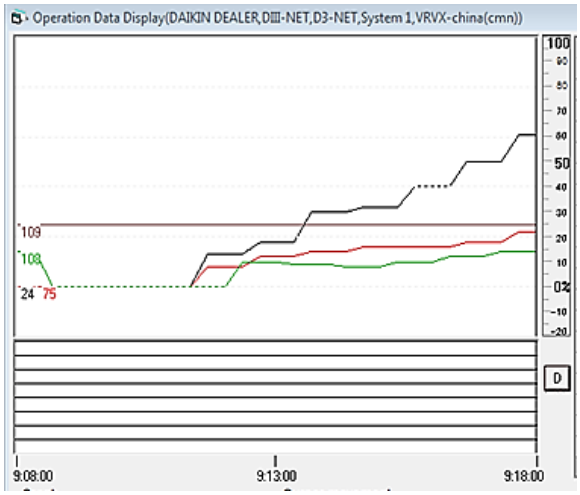
Air conditioner VRV akan menyesuaikan beban pendinginan dengan cara merubah kecepatan putar motor *compressor*. Pada awal mula bekerja, *compressor* akan berputar dari kecepatan rendah sampai dengan kecepatan maksimal. Untuk dapat mengejar suhu referensi didalam ruangan. Setelah mendekati suhu referensi pada ruangan, *microcontroller* akan menyesuaikan putaran *compressor* sesuai dengan kapasitas beban pendinginan. Dengan cara merubah tegangan dan frekuensi yang masuk ke*compressor*. Untuk membuktikan hasil hitungan manual, maka harus dilakukan simulasi.

3.2 Hasil Simulasi *Checker*

Data hasil simulasi checker diambil untuk bahan penelitian. Pengukuran kecepatan motor pada saat suhu dalam dan luar ruangan terjadi perubahan. Dari hasil simulasi *checker*, suhu ruangan yang sudah tercapai akan membuat putaran motor yang awalnya tinggi menjadi rendah dan pada saat terjadinya perubahan suhu yang tinggi diluar ruangan, akan membuat kecepatan motor *compressor* menjadi naik.

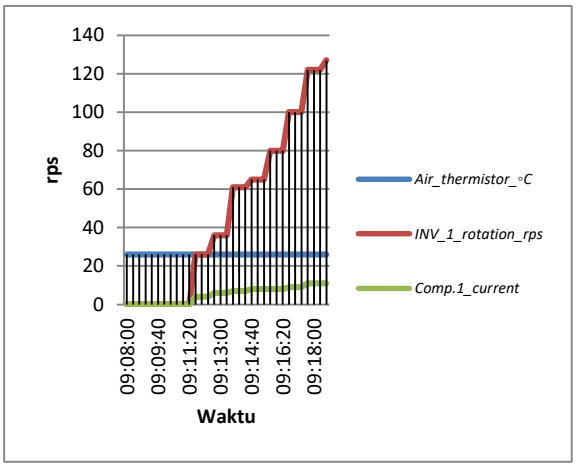
3.2.1 Pengukuran Kecepatan *Compressor*

Awal mula beroperasi, *compressor* akan bekerja pada kecepatan minimal sampai kecepatan maksimal untuk mencapai suhu ruangan yang di referensikan yaitu 24 ºC. Berikut hasil simulasi dari *checker* pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil Simulasi *Checker* Grafik Suhu dan Kecepatan Motor *Compresor*.

Karena hasil grafik dari simulasi *checker* tidak bisa langsung di simpan, maka data hasil simulasi *checker* dipindahkan ke dalam program *microsoft excel*. Dengan cara mengambil data *checker* dari file tersimpan lalu buat data tabel di *excel* untuk membuat grafik tersebut. Grafik hasil simulasi *checker* seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik *Compressor Running* Dengan kecepatan 0 - 127 rps.

Compressor inverter mulai bergerak perlahan dari kecepatan 0 - 127 *rps*, yang berguna untuk menurunkan arus *start* yang tinggi bila dibandingkan dengan motor *noninverter*. *Compressor* akan terus berputar maksimal hingga suhu dalam ruangan tercapai sesuai dengan suhu referensinya. Nilai suhu, kecepatan *compressor* dan arus seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengukuran dengan Menggunakan *checker*

Jam	Suhu dalam ruangan (º C)	Putaran *compressor* (*rps)*	Arus *compressor (*Amp*)*
09:08:00	26	0	0
09:08:20	26	0	0
09:08:40	26	0	0
09:11:40	26	26	4
09:12:00	26	26	4
09:12:20	26	26	4
09:12:40	26	36	6
09:13:20	26	36	6
09:13:40	26	61	7
09:14:00	26	61	7
09:14:20	26	61	7
09:14:40	26	65	8
09:15:00	26	65	8
09:15:20	26	65	8
09:15:40	26	80	8
09:16:00	26	80	8
09:16:20	26	80	8
09:16:40	26	100	9
09:17:00	26	100	9
09:17:20	26	100	9
09:17:40	26	122	11
09:18:00	26	122	11
09:18:20	26	122	11
09:18:40	26	127	12

Dari Grafik 6 dan Tabel 2, kecepatan *compressor* yang berubah dari 0 sampai kecepataan 127 rps/7620 rpm pada suhu dalam ruangan 26 ºC dan arus 12Amper. Pada saat itu *compressor* sudah dalam kondisi kecepatan maksimal dengan kapasitas 7,6 *PK*. Untuk mengetahui Frekuensi dan tegangan *input* pada *compressor*, dari hasil pengukuran manual dengan melihat saat arus kerja yang sama yaitu :

a. Pada arus 4 Amper, frekuensi dan tegangan *input compressor* adalah 52 Hz dan 80 Volt.
b. Pada arus 6 Amper, frekuensi dan tegangan *input compressor* adalah 72 Hz dan 110 Volt.
c. Pada arus 7 Amper, frekuensi dan tegangan *input compressor* adalah 122 Hz dan 180 Volt.
d. Pada arus 8 Amper, frekuensi dan tegangan *input compressor* adalah 123 Hz - 130 Hz dan 200 Volt – 282 Volt.
e. Pada arus 9 Amper, frekuensi dan tegangan *input compressor* adalah 140 Hz - 192 Hz dan 301 Volt – 361 Volt.
f. Pada arus 10 Amper, frekuensi dan tegangan *input compressor* adalah 200 Hz-220 Hz dan 371 Volt – 389 Volt.
g. Pada arus 11 Amper dan 12 Amper, frekuensi dan tegangan *input compressor* adalah 224 Hz – 255 Hz dan 389 Volt – 402 Volt.

Untuk mengetahui kebenaran dari hasil

pengukuran manual, maka perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan 1 dan 2.

Pada arus 12 Amper, kecepatan pada *compresor* adalah 127 rps = 7620 rpm dan Frekuensi motor *compresor* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1.

$$n = \frac{120 \times \mathrm{f}}{4}$$

$$f = \frac{7620 \times 4}{120}$$

$$= \frac{30480}{120}$$

$$= 254\ Hz$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat nilai frekuensi motor *compressor* sebesar 254 Hz pada arus 12 Amper.

3.2.2 Arus *Compressor*

Untuk menghitung arus *compresor*, daya semu dan daya aktif yang digunakan harus dihitung terlebih dahulu.

Diketahui :

Pada Frekuensi 255 hz :

Untuk menghitung daya aktif pada motor *compresor* digunakan persamaan 2.

$$\text{Daya aktif} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\varphi$$

$$= \sqrt{3} \times 402 \times 12 \times 0{,}86$$

$$= 7185{,}44 \text{ Watt}$$

Perhitungan arus motor *compresor* dengan menggunakaan persamaan 2.

$$I = \frac{\mathrm{P}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$= \frac{7185{,}44}{\sqrt{3} \times 402 \times 0{,}86}$$

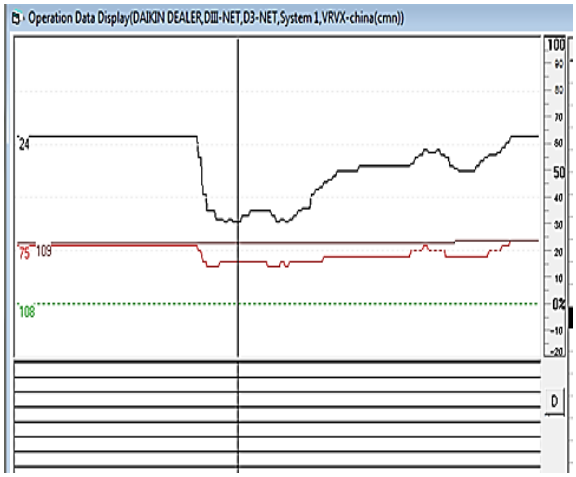
$$= \frac{7185{,}44}{598{,}78}$$

$$= 12 \text{ Amp}$$

Dari perhitungan didapat arus motor *compressor* sebesar 12 Amper.

3.2.3 Perubahan Kecepatan *Compressor* Akibat Perubahan Suhu di Luar Ruangan

Pada saat suhu dalam ruangan telah tercapai dengan suhu yang direferensikan 24 ºC. Maka *microcontroller* akan menyesuaikan kecepatan *compressor* dengan cara merubah frekuensi dan tegangan *inputnya*. Penyesuaian tersebut dilakukan untuk menjaga suhu berada tetap dikisaran pada suhu referensi. Perubahan Suhu dari luar ruangan akan membuat kapasitas kalor juga ikut berubah, seperti pada Tabel 3. Dan untuk memastikan perubahan kecepatan akibat perubahan suhu diluar ruangan, seperti pada Gambar 7.



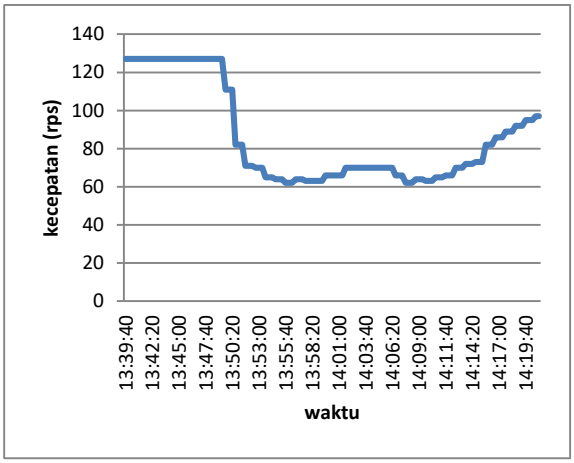
Gambar 7. Kecepatan motor *compressor* turun akibat perubahan suhu didalam ruangan.

Pada Tabel 3 menunjukkan, terjadinya penurunan suhu diluar ruangan. Dimulai dari jam 13.50 – 14.10 WIB. Penurunan suhu tersebut, juga membuat kecepatan motor *compressor* menjadi turun. Karena beban kalor dari luar ruangan turun yang membuat kapasitas pendinginan *air conditioner* juga ikut turun. Dari kecepatan 127 rps, turun bertahap sampai dengan kecepatan 65 rps. Dan akan naik kembali kecepatannya apabila terjadi kenaikan suhu dari luar ruangan.

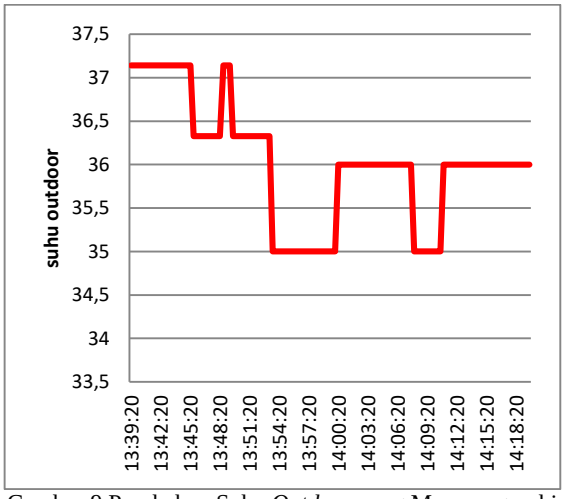
Tabel 3 Data Hasil Simulasi *Checker*

Jam	Suhu *indoor* (ºC)	Kecepatan *Compressor* (rps)	Suhu *outdoor* (ºC)
13:49:00	24	127	37
13:49:40	24	111	37
13:50:40	24	82	36
13:51:40	24	71	36
13:53:20	24	70	36
13:53:40	24	65	35
14:01:20	24	66	36
14:09:20	24	64	35
14:09:40	24	63	35
14:10:40	24	65	35
14:13:20	24	70	36
14:16:40	24	86	36
14:17:40	24	89	36
14:18:40	24	92	36
14:19:00	24	92	36

Data pada Tabel 3 diambil dari *record service checker* pada jam 13:49 sampai 14:19 WIB. Pada saat jam tersebut kondisi suhu didalam ruangan sudah tercapai suhu referensinya yaitu 24 ºC, namun terjadi perubahan suhu diluar ruangan yang naik dan turun. Untuk menjaga suhu didalam ruangan tetap sesuai dengan suhu referensinya maka *compressor* akan meyesuaikan kecepatannya sesuai dengan perubahan suhu diluar ruangan.



Gambar 8. Grafik Kecepatan *Compressor* yang Turun Akibat Suhu *Outdoor*.

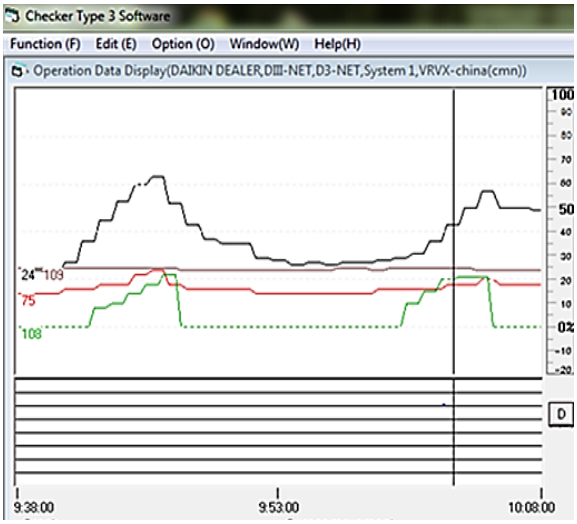


Gambar 9 Perubahan Suhu *Outdoor* yang Mempengaruhi Kecepatan Motor *Compressor*.

Pada Gambar 8 terjadi perubahan suhu diluar ruangan yang naik dan turun pada jam tertentu, membuat kecepatan motor *compresor* juga ikut berubah seperti pada Gambar 9. Mengikuti perubahan suhu diluar ruangan untuk menyesuaikan kapasitas beban pendinginan didalam ruangan yang sesuai dengan suhu referensinya yaitu 24 ºC.

3.3.4 Perubahan Kecepatan *Compressor* Mengikuti Perubahan Suhu Didalam Ruangan

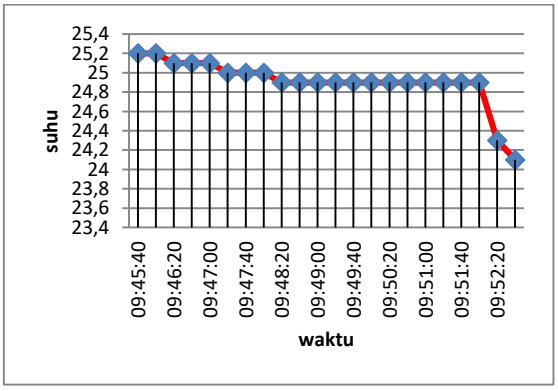
Suhu didalam ruangan terjadi perubahan karena pengaruh beban panas dari luar ruangan atau karena udara yang ada didalam ruangan keluar secara cepat melalui pintu ruangan saat membuka dan menutup pintu. Perubahan suhu tersebut akan membuat kecepatan pada motor *compressor* menjadi ikut berubah. Nilai perubahan suhu yang di ikuti oleh perubahan kecepatan motor *compressor* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Perubahan Suhu Didalam Ruangan dan Kecepatan *Motor Compressor*

Keterangan :
Garis hitam : Kecepatan motor *compressor*
Garis merah : Suhu dalam ruangan
Grafik hijau : *Electronic Exspantion valve*

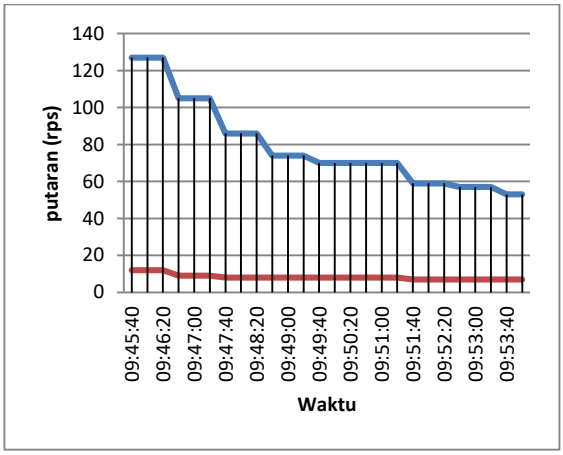
Untuk menyesuaikan dari putaran motor *compressor* tersebut, *elektronik exspansion valve* akan menyesuaikan tekanan aliran *refrigerant* agar tetap sama. Pengaturan tekanan *elektronik exspansion valve* bertujuan untuk menghasilkan kapasitas pendinginan yang sesuai dengan kecepatan motor *compressor*. Untuk mengetahui nilai kecepatan, frekuensi dan tegangan *input* motor *compressor* dari beberapa titik suhu dapat di analisa dari Gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Grafik Penurunan Suhu di dalam Ruangan yang Mendekati Setpoint.

Garis merah adalah nilai suhu dalam ruangan yang menunjukkan adanya penurunan suhu dari pukul 09.45-09.52 WIB (pemilihan jam tersebut diambil dari data checker saat penurunan suhu) adalah 25,2 ºC-24,1 ºC. Dengan adanya perubahan suhu tersebut, akan membuat putaran motor

compressor juga ikut berubah turun. Karena settingan suhu yang diinginkan sudah tercapai. Perubahan kecepatan motor *compressor* seperti pada Gambar 12.



Gambar 12 Grafik Kecepatan Motor *Compressor*

Keterangan :
Garis biru : Kecepatan motor *compressor* dalam (*rps*)
Garis merah : Arus kerja motor *compressor* (Amp)

Perubahan suhu pada grafik Gambar 12, menunjukkan penurunan suhu yang turun sampai ke titik suhu referensi, saat suhu referensi sudah tercapai, maka *microcontroller* akan memerintahkan *compressor* juga perubahan kecepatannya menjadi turun. Perubahan kecepatan *compressor* dimulai dari 127 rps – 53 rps dan diikuti dengan arus kerja *compressor* yang juga ikut berubah. Semakin tinggi putaran motor, maka semakin tinggi arus kerja *compressor* dan sebaliknya.

Uraian dari analisa tiga buah titik suhu pada Gambar 12 :

1. Pada jam 09.45 WIB suhu dalam ruangan 25,2 ºC. Kecepatan motor *compressor* adalah 127 *rps* atau 7620 *rpm* dengan arus kerja 12 Amper. Frekuensi 255 Hz dan tegangan *input compressor* 402 V.
2. Pada jam 09.49 WIB suhu dalam ruangan 24,9 ºC. Kecepatan motor *compressor* adalah 70 *rps* atau 4200 *rpm* dengan arus kerja 8 Amper. Frekuensi 123 Hz dan tegangan *input compressor* 271 V.
3. Pada jam 09.54 WIB suhu dalam ruangan 24,1 ºC. Kecepatan motor *compressor* adalah 53 *rps* atau 3180 *rpm* dengan arus kerja 7 Amper. Frekuensi 122 Hz dan tegangan *input compressor* 212 V.

4. KESIMPULAN

1. Beban pendinginan *air conditioner* yang dibutuhkan untuk ruangan *show room* adalah sebesar 7,6 *PK*, dengan *energy* 69172,47 *BTU* pada saat suhu diluar ruangan 38,9 ºC.
2. Putaran minimum dari *compressor* adalah 1560 rpm, dengan frekuensi *input* ke *compressor* 52 Hz dan tegangan *input* ke *compressor* sebesar 80 Volt dan pada putaran maksimum dari *compressor* adalah 7620 rpm, dengan frekuensi *input compressor* 255 Hz dan tegangan *compressor* sebesar 402 Volt.
3. Perubahan suhu didalam ruangan membuat kecepatan *compressor* menjadi turun, yaitu pada suhu 25,2 ºC kecepatan motor *compressor* 127 rps / 7620 rpm, pada suhu 24,9 ºC kecepatan motor *compressor* 70 rps / 4200 rpm dan pada suhu 24,1 ºC kecepatan motor *compressor* 53 rps / 3180 rpm.

5. SARAN

Pengaturan suhu didalam ruangan yang tepat sesuai kebutuhan dan kenyamanan tubuh menusia akan membuat efisiensi energi listrik yang lebih baik. Karena pada saat mengatur suhu diremot *AC* dibawah 23 ºC, tubuh menusia tidak lagi nyaman beraktifitas dan *AC* akan lebih lama beroperasi maksimal untuk mengejar target suhu yang diinginkan. Efeknya membuat beban listrik akan meningkat.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Safitra, Ghani. 2013. *Studi Variasi Beban Pendinginan Di Evaporator Low Stage Sistem Refrigerasi Cascade Menggunakan Heat Exchanger Tipe Concentric Tube Dengan Fluida Kerja Refrigeran Musicool-22 Di High Stage Dan R-404a Di Low Stage.* Jurnal Teknik Mesin,Vol.II,No.1, ISSN No 2337-3539.

[2] Priyadi, Irnanda. 2009. *Optimasi Penggunaan Air Contioner Sebagai Alat Pendingin Ruangan*. Jurnal Ilmiah Bidang Sains, Vol.II,No.6, ISSN No 1978-8819.

[3] Priatna, Wahyu. Krishna. 2016. *Perencanaan Ulang Sistem Pengkondisian Udara Pada Lantai 1 dan 2 Gedung Surabaya Suite Hotel di Surabaya*, Jurnal Teknik Mesin,Vol.5, No.2, ISSN No 2337-3539.

[4] Trott, Weltc. 2000. *Refrigeration and Air-Conditioning*. Penerbit McGraw-Hill. India. ISBN 07506-4219.

[5] Arismunandar, Wiranto. 1991. *Penyegaran Udara*. Penerbit PT.Pradnya Paramita. Jakarta. ISBN 979-409-038-1.
[6] Priowijanto, Gator. 2003. *Dasar-Dasar Tata Udara*, Modul Pembelajaran, Kode MK.RAD.01/04. Jakarta.
[7] Dossat, R.J. 1961. *Principles Of Refrigeration*. Penerbit Jhon Willey. New York.
[8] Handoko. 1961. *Alat Control Mesin Pendingin*. Penerbit Ichtiar Baru. Jakarta.
[9] M.Eppelheimer. 1997. *ASHRAE Handbook Preface*. Penerbit Frank M.Coda. Atlanta.
[10] Beaty, Kirtly. 2004. *Electric Motor Handbook*. Penerbit McGraw-Hill. New York.
[11] Zuhal. 2000. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utara. Jakarta.
[12] Rijono, Yon. 2004. *Dasar Teknik Tenaga Listrik*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
[13] Gottlieb, Irving. 1997. *Practical Electric Motor Handbook*. Penerbit Boston. New Delhi.