

## Turunkan Biaya Listrik Dengan Refrigerant Ramah Lingkungan

Jaka Windarta  
Magister energi, Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro Semarang  
Email :jakawind@yahoo.com

Arie Wicaksono  
Magister energi, Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro Semarang

### Abstrak

Peningkatan pertumbuhan Industri ditahun 2018 sebanyak 5,67 % akan memicu peningkatan kebutuhan refrigerasi. Dari sisi regulasi refrigerant dengan basis *ChloroFluoroCabron* (CFC) ditargetkan sudah tidak digunakan pada tahun 1995 untuk negara maju dan 2015 untuk negara berkembang. Sedangkan refrigerant berbasis *HydroFluoroCarbon* (HCF) ditargetkan sudah tidak digunakan pada tahun 2020 untuk negara maju dan 2030 untuk negara berkembang, sehingga perlu dicarikan refrigerant yang ramah lingkungan sekaligus hemat energi. Berdasarkan masalah tersebut sebagai alternative refrigerant yang ramah lingkungan, teknologi saat ini tersedia refrigerant berbasis hydrocarbon (propane) R-290 yang dinilai ramah lingkungan. Dari hasil proses retrofitting dari R-32 menjadi R-290 Pendingin udara berbagai kapasitas 1 PK ( $\pm 9.000$  BTU/h) , 1,5 PK ( $\pm 12.000$  BTU/h), 2 PK ( $\pm 18.000$  BTU/h); 3PK ( $\pm 24.000$  BTU/h) di PT.Phapros,.Tbk pada suhu kondisi nyaman bekerja, diperoleh penghematan sebesar 11961,6 KWh/Tahun.

*Kata kunci : Hydrocarbon Refrigerant, Efisiensi Energi*

### Abstract

Growth of Industrial sector in 2018 as much as 5.67% will trigger an increase in refrigeration needs. In terms of regulation of refrigerant with *ChloroFluoroCabron* base (CFC) pahse out is targeted in 1995 for developed countries and 2015 for developing countries. *HydroFluoroCarbon*-based refrigerant (HCF) phase out is targeted in 2020 for developed countries and 2030 for developing countries, so it important to find refrigerant that is environmentally friendly as well as energy efficient. Based on the problem as an alternative refrigerant that is environmentally friendly, currently available technology based hydrocarbon refrigerant (propane) R-290 is considered environmentally friendly. From the retrofitting process from R-32 to R-290 Air conditioning various capacities 1 PK ( $\pm 9.000$  BTU / h), 1.5 PK ( $\pm 12,000$  BTU / h), 2 PK ( $\pm 18,000$  BTU / h); 3PK ( $\pm 24,000$  BTU / h) in PT.Phapros,.Tbk at comfortable working conditions, obtained energy savings of 11961,6 KWh / year.

*Kata kunci : Hydrocarbon Refrigerant, Energy Efficiency*

## 1. Pendahuluan

Refrigerasi merupakan salah satu aktivitas penyumbang gas rumah kaca yang cukup signifikan terhadap total efek rumah kaca secara global. Terutama negara-negara dengan tingkat pertumbuhan industri yang cukup pesat, termasuk Indonesia. Kementerian Perindustrian menargetkan pertumbuhan industri pengolahan non-migas pada tahun 2018 sebesar 5,67 persen. Peningkatan pertumbuhan industri tersebut memacu peningkatan kebutuhan refrigerasi atau pendingin udara terutama sektor industri, yang berdampak peningkatan efek gas rumah kaca. Mengutip data dari [www.green-cooling-initiative.org](http://www.green-cooling-initiative.org), total emisi gas rumah kaca per 3 Maret 2018 adalah sebesar 3.880 Metric Ton (ekivalen CO<sub>2</sub>), sedangkan Indonesia menyumbangkan 84,2 Metric Ton (ekivalen CO<sub>2</sub>) jauh lebih rendah dibanding negara tetangga Malaysia yang menyumbangkan 25,4 Metric Ton (ekivalen CO<sub>2</sub>).

Protokol Montreal adalah salah satu upaya yang dianggap paling sukses sebagai perjanjian perlindungan lingkungan. Protokol menetapkan komitmen dalam skala waktu untuk penghilangan zat-zat yang dapat merusak ozon dan menimbulkan efek rumah kaca. Didalam Protokol Montreal menetapkan kewajiban fase progresif penghilangan zat yang merusak ozon dan menimbulkan efek rumah kaca untuk negara maju dan berkembang untuk semua zat perusak ozon utama, termasuk CFC, halon dan bahan kimia transisi yang kurang merusak seperti HCFC yang notabene saat ini digunakan sebagai refrigerant yang digunakan pada sistem pendinginan udara pada rumah tangga ataupun sektor industri. Berdasarkan hasil dari protokol Montreal tersebut refrigerant dengan basis ChloroFluoroCarbon (CFC) ditargetkan sudah tidak digunakan pada tahun 1995 untuk negara maju dan 2015 untuk negara berkembang. Sedangkan refrigerant berbasis HydroFluoroCarbon (HCF) ditargetkan sudah tidak digunakan pada tahun 2020 untuk negara maju dan 2030 untuk negara berkembang. Berdasarkan masalah tersebut sebagai alternatif refrigerant yang ramah lingkungan, teknologi saat ini tersedia refrigerant berbasis hydrocarbon (propane) R-290 yang dinilai ramah lingkungan karena memiliki ozone depletion potensial (ODP) dan Global Warming Protection

(GWP) yang cukup rendah dibanding dengan refrigeran berbasis CFC ataupun HFC.

Pada penelitian ini penulis akan melakukan perbandingan konsumsi daya pada Pendingin udara berbagai kapasitas 1 PK ( $\pm 9.000$  BTU/h), 1,5 PK ( $\pm 12.000$  BTU/h), 2 PK ( $\pm 18.000$  BTU/h); 3PK ( $\pm 24.000$  BTU/h) menggunakan 2 jenis refrigerant yang berbeda R-22 dan R-290 pada suhu kondisi nyaman bekerja.

## 2. Metode

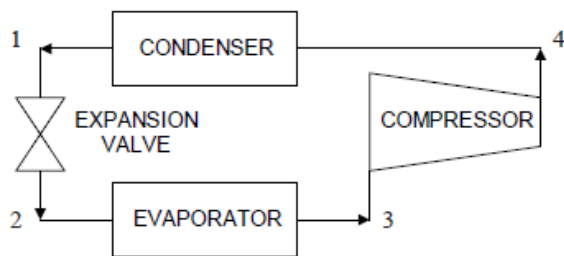
### 2.1. Rancangan penelitian

Data diambil dari pendingin udara yang digunakan untuk aktivitas perkantoran di PT.Phapros., Tbk, dengan mengukur arus listrik 1 fasa masing-masing AC dengan kapasitas 1 PK ( $\pm 9.000$  BTU/h), 1,5 PK ( $\pm 12.000$  BTU/h), 2 PK ( $\pm 18.000$  BTU/h); 3PK ( $\pm 24.000$  BTU/h) Menggunakan 2 jenis refrigerant R-22 dan R-290 yang ada dipasaran. Pengukuran dilakukan pada temperatur dan kelembaban yang sesuai, SNI T-14-1993-03 Kondisi Perancangan Sistem AC dan Kondisi termal dalam ruangan:

- a. Suhu tabung kering ( $25 \pm 2$ )° C
- b. Kelembaban Nisbi ( $60 \pm 10$ )%

### 2.2. Tinjauan Air Conditioner

Air Conditioner atau lebih dikenal dengan AC adalah suatu peralatan yang bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih nyaman, sehat, aman dengan biaya murah sesuai dengan yang diinginkan oleh penghuni dan pemilik bangunan tersebut. Secara mudah dengan menggunakan Air Conditioner diharapkan penghuni bangunan tersebut dapat berada pada daerah suhu dengan kenyamanan yang diinginkan dan kualitas udara sehat. Bagi pemilik gedung stu-AC tersebut menggunakan media pendingin yang ramah lingkungan (aman) dengan biaya operasional murah. Dari gambar 1 terlihat bahwa stu-AC terdiri dari 4 komponen utama, yaitu Compressor, Condenser, Expansion Valve dan Evaporator. Untuk mendukung empat proses, yaitu proses 1 perubahan fase cair ke gas di Expansion valve, proses 2 pengambilan panas dari beban AC di Evaporator, proses 3 perubahan fase gas menjadi cair di Compressor dan proses 4 pembuangan panas di Condenser (2).



Gambar 1. Komponen utama AC

### 2.3. Alat Ukur dan Bahan

Untuk mengukur beban arus terpakai maka dilakukan pengukuran arus listrik (Ampere), menggunakan Power Quality Analyzer Kyoritsu<sup>®</sup> (terkalibrasi) menggunakan tang ampere meter pada panel kelistrikan masing (AC 1 fasa). Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali, hasil kemudian dilakukan rata-rata untuk melihat konsumsi energi yang terpakai. Untuk melihat temperatur ruangan terukur sesuai dengan SNI T-14-1993-03, digunakan alat termohygrometer Testo<sup>®</sup> 174H (terkalibrasi) sehingga dapat diukur variabel ruangan yang sama pada Suhu  $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$  Kelembaban Nisbi  $(60\pm 10)\%$



Gambar 2. Ampere Meter Kyoritsu



Gambar 3. Pengukuran Arus



Gambar 4. Pengukuran Suhu dan RH

### 2.4. Bahan

*Refrigeran* adalah *cairan* yang digunakan dalam AC dan kulkas, untuk mengambil panas dari isi kulkas atau ruang dan membuang panas di atmosfer bumi. Sebuah *refrigeran* mengalami perubahan fasa dari cair ke gas (pada menyerap panas) dan kembali ke cair (ketika kompresor mengompresnya). Dalam penelitian ini digunakan 2 macam refrigerant R-22 yang berisi HydroFuoroCarbon (HCFC) dan R-290 yang berisi Propana (Hydrocarbon)

### 2.5. Retrofitting

Berdasarkan peraturan menteri lingkungan hidup nomor 2 tahun 2007, retrofit diartikan proses penggantian jenis refrigeran suatu sistem pendingin kompresi uap yang diikuti dengan penyesuaian-penyesuaian dan atau penyetelan sistem yang diperlukan. *Retrofitting* AC Split dapat diartikan sebagai suatu proses penggantian / substitusi bahan pendingin yang digunakan oleh mesin pendingin AC Split dalam hal ini adalah refrigeran sintetik yang bersifat ODS seperti refrigeran HCFC (R-22) dengan refrigeran hidrokarbon yang ramah lingkungan dengan berlandaskan regulasi yang berlaku, serta mempertimbangkan aspek teknisnya. Proses retrofitting bukan hanya sekedar mengganti jenis refrigerant AC dari refrigerant yang bersifat ODS menjadi Hidrokarbon, sebagai contoh refrigeran R-290 (propane) mempunyai sifat yang mudah terbakar sehingga penanganan bahan harus dengan teknisi terlatih dan berkompoten serta *Standard Operating Procedure* yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Berdasarkan peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 2 tahun 2007, perusahaan/bengkel servis yang lingkup pekerjaannya mencakup pelaksanaan retrofit dan *recycle* refrigeran wajib memenuhi persyaratan:

- a. Mempunyai teknisi refrigerasi yang telah bersertifikat kompetensi yang masih berlaku dan dapat berkomunikasi dengan baik dalam bahasa Indonesia dan/atau bahasa setempat;
- b. Mempunyai *standard operational procedure* (SOP) dan sarana sesuai standar kerja bagi teknisi yang kompeten untuk menjamin pelaksanaan retrofit dan *recycle* sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Landasan SNI (Standar Nasional Indonesia) untuk tindakan *retrofitting* penggunaan HCFC menjadi HC pada AC Split adalah SNI 06-6500-2000 mengenai refrigeran: Pemakaian pada instalasi tetap; SNI 06-6501.1-2000 mengenai refrigeran kelompok A3: Keamanan pengisian, penyimpanan, transportasi; SNI 7647 2010 mengenai refrigeran hidrokarbon. Sedangkan standar internasional yang dapat dijadikan landasan tindakan *retrofitting* adalah: EN378-1 (eropa) dan IEC 60335-2-40.

### 3. Hasil dan Analisa

#### 3.1. Konsumsi Listrik

Berdasarkan pengukuran arus Listrik didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel.1 Hasil pengukuran AC 1 PK

| Ruangan       | MERK | DAYA<br>( PK ) | PENGUKURAN |           |
|---------------|------|----------------|------------|-----------|
|               |      |                | R-22 (A)   | R-290 (A) |
| Rapat 1       | A    | 1              | 4,4        | 3,5       |
| Rapat 2       | B    | 1              | 3,1        | 2,8       |
| Sekretariat   | A    | 1              | 3,6        | 3,2       |
| Man. Keu      | A    | 1              | 3,8        | 3,2       |
| Man Pengadaan | C    | 1              | 3,2        | 3         |
| Man Akun      | A    | 1              | 3,6        | 3,2       |
| Ass. Man Keu  | LG   | 1              | 3,9        | 3,7       |
| Kasir         | D    | 1              | 2,5        | 2,2       |
| Meeting Akun  | A    | 1              | 3,9        | 3         |
| Pajak         | A    | 1              | 3,7        | 3         |
| PABX          | B    | 1              | 3,6        | 3,4       |

Tabel.2 Hasil pengukuran AC 1,5 PK

| Ruangan | MERK | DAYA<br>( PK ) | PENGUKURAN |           |
|---------|------|----------------|------------|-----------|
|         |      |                | R-22 (A)   | R-290 (A) |

|              |   |     |     |     |
|--------------|---|-----|-----|-----|
| Dir Keu      | A | 1,5 | 4,9 | 4,3 |
| Sekretariat  | A | 1,5 | 5,3 | 4,2 |
| Man. SDM     | E | 1,5 | 5,6 | 4,4 |
| Meeting 1    | A | 1,5 | 4,6 | 3,9 |
| Meeting 2    | E | 1,5 | 4,7 | 4,3 |
| ERM          | C | 1,5 | 4,2 | 4   |
| SAI          | B | 1,5 | 5,8 | 4,7 |
| SAI          | B | 1,5 | 5,8 | 4,9 |
| R. Server IT | A | 1,5 | 5,9 | 4,5 |
| R. Server IT | B | 1,5 | 4,1 | 3,5 |
| Akuntansi    | F | 1,5 | 3,8 | 3,4 |
| IT           | B | 1,5 | 4,6 | 4,2 |

Tabel.3 Hasil pengukuran AC 2 PK

| Ruangan     | MERK | DAYA<br>( PK ) | PENGUKURAN |           |
|-------------|------|----------------|------------|-----------|
|             |      |                | R-22 (A)   | R-290 (A) |
| SDM 1       | F    | 2              | 7,8        | 6,9       |
| SDM 2       | F    | 2              | 7,9        | 7         |
| SDM 3       | F    | 2              | 7,7        | 6,3       |
| SDM 4       | F    | 2              | 7,9        | 6,7       |
| Meeting 3   | G    | 2              | 10,3       | 8,7       |
| PPIC 1      | A    | 2              | 8,3        | 6,3       |
| Admin Keu 1 | A    | 2              | 7,7        | 6,4       |
| Admin Keu 2 | G    | 2              | 7,2        | 5,3       |

Tabel.4 Hasil pengukuran AC 3 PK

| Ruangan   | MERK | DAYA<br>( PK ) | PENGUKURAN |           |
|-----------|------|----------------|------------|-----------|
|           |      |                | R-22 (A)   | R-290 (A) |
| Dirut     | H    | 3              | 12,5       | 12        |
| PPIC 2    | A    | 3              | 7,8        | 5,8       |
| Pengadaan | G    | 3              | 8,3        | 7,8       |

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut diata tabel 1, tabel 2, tabel 3, tabel 4 semua menunjukkan penurunan beban pemkaian listrik (ampere) dari sebelumnya menggunakan refrigerant R-22 menjadi R-290, sebesar 0,2 – 2 A.

### 3.2. Biaya Energi

Untuk biaya energi Perusahaan Listrik Negara mematok harga Rp1.467,28/KWh untuk pengguna listrik non subsidi, sehingga hasil ukur tersebut dikonversikan kedalam daya listrik terpakai menggunakan rumus berikut:

$$P = V \times I$$

P = Daya (watt)

I = Arus (ampere)

V = Tegangan/beda potensial (Volt)

Maka didapat hasil sebagai berikut:

Tabel.5 Konversi Daya AC

| Ruangan          | MERK | DAYA<br>( PK ) | Beban Listrik (KW) |       |
|------------------|------|----------------|--------------------|-------|
|                  |      |                | R-22               | R-290 |
| Rapat 1          | A    | 1              | 0,97               | 0,77  |
| Rapat 2          | B    | 1              | 0,68               | 0,62  |
| Sekretariat      | A    | 1              | 0,79               | 0,70  |
| Man. Keu         | A    | 1              | 0,84               | 0,70  |
| Man<br>Pengadaan | C    | 1              | 0,70               | 0,66  |
| Man Akun         | A    | 1              | 0,79               | 0,70  |
| Ass. Man<br>Keu  | LG   | 1              | 0,86               | 0,81  |
| Kasir            | D    | 1              | 0,55               | 0,48  |
| Meeting<br>Akun  | A    | 1              | 0,86               | 0,66  |
| Pajak            | A    | 1              | 0,81               | 0,66  |
| PABX             | B    | 1              | 0,79               | 0,75  |
| Dir Keu          | A    | 1,5            | 1,08               | 0,95  |
| Sekretariat      | A    | 1,5            | 1,17               | 0,92  |
| Man. SDM         | E    | 1,5            | 1,23               | 0,97  |
| Meeting 1        | A    | 1,5            | 1,01               | 0,86  |
| Meeting 2        | E    | 1,5            | 1,03               | 0,95  |
| ERM              | C    | 1,5            | 0,92               | 0,88  |
| SAI              | B    | 1,5            | 1,28               | 1,03  |
| SAI              | B    | 1,5            | 1,28               | 1,08  |
| R. Server IT     | A    | 1,5            | 1,30               | 0,99  |
| R. Server IT     | B    | 1,5            | 0,90               | 0,77  |
| Akuntansi        | F    | 1,5            | 0,84               | 0,75  |
| IT               | B    | 1,5            | 1,01               | 0,92  |
| SDM 1            | F    | 2              | 1,72               | 1,52  |
| SDM 2            | F    | 2              | 1,74               | 1,54  |
| SDM 3            | F    | 2              | 1,69               | 1,39  |
| SDM 4            | F    | 2              | 1,74               | 1,47  |
| Meeting 3        | G    | 2              | 2,27               | 1,91  |
| PPIC 1           | A    | 2              | 1,83               | 1,39  |
| Admin Keu 1      | A    | 2              | 1,69               | 1,41  |
| Admin Keu 2      | G    | 2              | 1,58               | 1,17  |
| Dirut            | H    | 3              | 2,75               | 2,64  |
| PPIC 2           | A    | 3              | 1,72               | 1,28  |
| Pengadaan        | G    | 3              | 1,83               | 1,72  |
| Total            |      |                | 42,24              | 36,01 |

Dari hasil tersebut diperoleh daya total AC dengan refrigerant R-22 sebesar 42,24 KWh dan R-290 36,01 KWh, sehingga perbedaan penggunaan refrigerant menurunkan konsumsi daya 6,23 KW. Apabila diasumsikan selama 1 hari bekerja selama 8 jam, satu bulan 20 hari efektif maka biaya potensi penghematan yang muncul selama 1 tahun sebagai berikut:

$$\text{Penghematan} = 6,23 \times 8 \times 20 \times 12$$

$$\text{Penghematan} = 11961,6 \text{ KWh/Tahun}$$

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan membandingkan konsumsi energi listrik antara pendingin udara dengan refrigerant R-22 dan R-290 didapatkan hasil pemakaian daya pendingin udara kapasitas 1 PK ( $\pm 9.000$  BTU/h) , 1,5 PK ( $\pm 12.000$  BTU/h), 2 PK ( $\pm 18.000$  BTU/h); 3PK ( $\pm 24.000$  BTU/h) dilingkungan PT.Phapros.,Tbk dengan menggunakan refrigerant R-22 sebesar 42,24 KW sedangkan dengan refrigerant R-290 diperoleh pemakaian daya sebesar 36,01 KW atau penurunan sebesar 14,74 %. Apabila diasumsikan pemakaian sehari selama 8 jam dan satu bulan selama 20 hari maka diperoleh penghematan energi sebesar 11961,6 KWh/Tahun. Hidrocarbon refrigeran R-290 (propane) memiliki panas penguapan laten yang tinggi artinya panas yang diserap per satu satuan masa refrigeran di evaporator lebih besar bila refrigeran mempunyai panas laten penguapan yang besar dan sebaliknya. Atau dengan kata lain refrigeran yang mempunyai panas laten penguapan yang tinggi lebih menguntungkan karena untuk kapasitas refrigerasi yang sama, jumlah refrigeran yang bersirkulasi menjadi lebih kecil, sehingga kerja kompresor menjadi lebih ringan berakibat pada beban listrik yang menurun. Perlu diperhatikan proses retrofiting pendingin udara dari refrigerant R-22 menjadi R-290 harus dilakukan oleh teknisi yang mendapat pelatihan dan harus memenuhi *Standart Operating Proscedure* yang terbaru, mengingat sifat refrigerant R-290 yang mudah terbakar.

## 5. Referensi

1. Mandiri/GIZ, 2015, Chiller Market and Applied RAC Technologies Analysis in Indonesia
2. Triyono, 2017, Perbedaan Konsumsi Energi Listrik Antara Media Pendingin Freon R22 dan Smat-trik pada sistem tata udara AC
3. ASHRAE, 2005, ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTAL
4. WMO (World Meteorological Organization), 2011 : Scientific Assesment of Ozone Depletion : 2010. Global Ozone Research and Monitoring Project- Report No 52, Geneva, Switzerland.
5. Aasim Nazeer Ahmad Quraishi et all, 2013, Use of Hydrocarbons and Other Blends as Refrigerant; International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)