

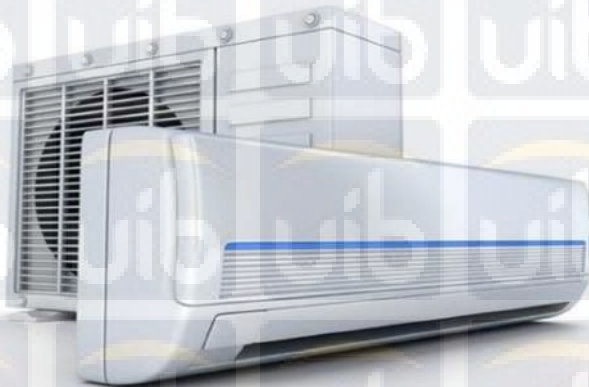
BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 AC (Air Conditioner)

AC (*Air Conditioner*) merupakan system atau sebuah alat yang didesain untuk menstabilkan atau mengatur suhu dan kelembapan udara pada suatu ruangan atau area (tergantung pada sifat udara yang ada pada suatu ruangan). Pada umumnya AC (*Air Conditioner*) menggunakan sistem refrigerasi tetapi terkadang menggunakan *system* penguapan, umumnya digunakan untuk mendinginkan dan menstabilkan suhu yang berada pada bangunan industri dan kendaraan bermotor.

Konsep pengkondisi udara telah diterapkan pada zaman Romawi Kuno dan Persia dipertengahan abad. Pendinginan modern sudah muncul dan terlihat dari perkembangan dalam bidang ilmu kimiawi pada abad 19, dan pengkondisi udara skala besar yang menggunakan listrik telah ditemukan dan digunakan tepat pada tahun 1902 oleh Willis Haviland Carrier.



Gambar 2.1 AC (*Air Conditioner*)

Sumber: <http://qcrimadad.org/elektronik/cara-memilih-ac-spesialis-yang-tepat/>

Pada saat abad ke-18, cuaca dingin di daerah bagian utara bumi terjadi kenaikan suhu dan temperatur yang sangat pesat. Di saat inilah orang – orang ingin mencoba mempelajari mesin pendingin untuk mencetak bongkahan es. Lalu muncullah sebuah mesin yang dikenal dengan sebutan “kotak es”, yang dimana mesin ini berfungsi untuk mengawetkan bahan – bahan pangan pada saat itu.

Produksi yang dilakukan dalam bidang industri refrigerasi dan pengkondisi udara puncaknya terjadi dari tahun 1930-an. Refrigerasi di Amerika Serikat terjadi di saat tahun 1940 yang mengambil alih bagian dari 13% energy yang berasal dari jumlah perdagangan peralatan dan suku cadang alat pada masa itu. Perdagangan *refrigerant* pada masa itu bisa dikategorikan menjadi empat bagian yaitu :

1. *Refrigerant* pada kebutuhan tempat tinggal.
2. Refrigerasi pada bidang industri.
3. Air conditioning.
4. *Rerigerant* komersil.

Pada saat tahun 1960, telah diperhitungkan sekitar 45 juta lebih rumah dan gedung – gedung sudah tersambung aliran listrik di Amerika Serikat, dan 49 juta rumah dan gedung – gedung diantaranya (98%) sudah menggunakan refrigerator.

Sejalan dengan perkembangan dan kebutuhannya, pengaplikasian refrigerasi dan pengkondisi udara terus – menerus bertambah dan bervariasi.

Angkutan dan kendaraan untuk mengangkut produk – produk industri bahan pangan serta pertanian, perikanan dan peternakan sudah ikut berperan mendorong untuk meningkatkan perkembangan perdagangan dalam industri refrigerasi pengkondisi udara. Dalam bidang industri, *refrigerant* dapat berguna untuk

meningkatkan efisiensi sistem, dan dapat pula menjadi suatu solusi untuk industri yang memerlukan temperature yang rendah untuk melakukan suatu proses atau kerjaan. Refrigerasi air conditioning juga menjadi peran penting pada dunia medis bukan hanya pada instrument medis saja, namun juga penanganan obat – obatan dan zat – zat yang membutuhkan temperatur tertentu.

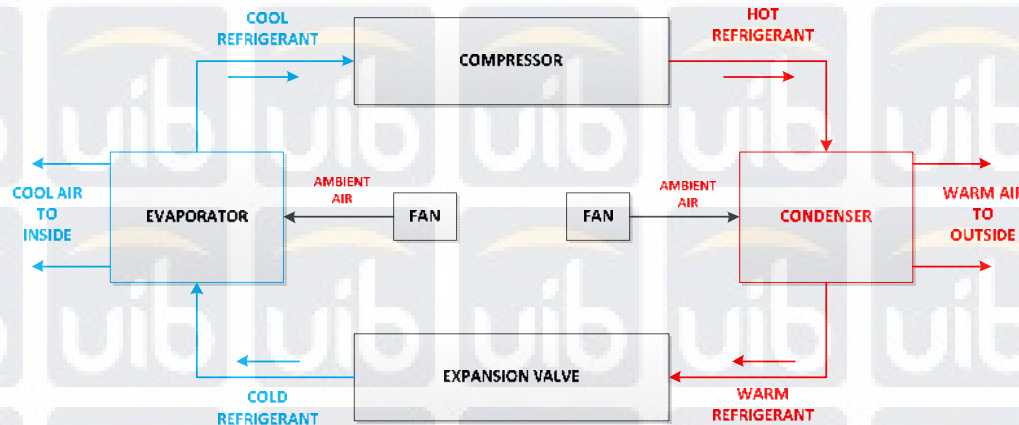
Pendingin udara dan pompa panas sumber udara yang beroperasi dalam mode pendinginan telah diberi peringkat berdasarkan *Seasonal Energy efficiency ratio* (SEER) sejak tahun 1992. SEER adalah keluaran pendinginan musiman yang dibagi dengan input energi musiman dalam watt-jam untuk iklim pada rata – rata. Sebelum tahun 1992, metrik yang digunakan berbeda, akan tetapi kinerja AC (*Air Conditioner*) lama setara dengan peringkat SEER yaitu hanya 6 atau 7 peringkat.

AC (*Air Conditioner*) sentral yang dijual pada tahun 1988 rata – rata memiliki SEER yang setara yaitu sekitar 9. Sejak tahun 2006 standar efisiensi nasional untuk pendingin udara dan pompa panas sumber udara membutuhkan SEER standar minimum adalah 14,5 atau lebih tinggi.

Air Conditioner mempunyai prinsip kerja sebagai penyerap panas dari udara yang ada didalam suatu ruangan, kemudian panas yang diserap dari dalam sebuah ruang akan dilepaskan keluar ruangan. Dengan demikian, temperature udara yang ada didalam ruangan yang panasnya sudah diserap oleh *Air Conditioner* akan perlahan-lahan menurun sehingga akan menghasilkan temperature dan suhu udara yang akan diinginkan. Dengan demikian, AC (*Air Conditioner*) merupakan sebuah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai pengkondisi udara yang berada didalam ruangan. Udara yang berada didalam ruangan yang terserap, disirkulasikan secara berulang – ulang oleh peniup bagian dalam untuk dialiri ke bagian sirip dari

Universitas Internasional Batam

evaporator. Pada waktu udara melewati bagian sirip dari evaporator, udara yang bertekanan tinggi dari evaporator yang suhunya tinggi akan diserap oleh zat pendingin (*refrigerant*), lalu akan dilepaskan diluar ruangan ketika aliran *refrigerant* mengalir kondensor. Berikut adalah block diagram sistem kerja pada AC (*Air Conditioner*).



Gambar 2.2 Blok Diagram Sistem Kerja Pada AC (*Air Conditioner*)

Sumber: Data Primer

Dalam siklus pendinginan, pompa mentransfer panas dari sumber suhu yang lebih rendah ke pendingin suhu yang lebih tinggi. Panas secara alami akan mengalir ke arah yang berlawanan. Ini merupakan jenis AC (*Air Conditioner*) yang umumnya banyak digunakan. Sebuah sistem pendingin udara yang didinginkan berkerja dengan cara yang sama yaitu memompa panas keluar dari ruangan. Siklus ini memanfaatkan hokum gas universal $PV = nRT$, di mana P adalah tekanan, V adalah volume, R adalah konstanta gas universal, T adalah suhu, dan n adalah jumlah molekul gas ($1 \text{ mol} = 6.022 \times 10^{23}$).

Siklus pendinginan yang paling umum adalah dengan menggunakan motor listrik untuk menggerakkan kompresor yang berada pada bagian *indoor*. Pada

Universitas Internasional Batam

bagian *indoor*, kompresor digerakkan oleh katrol poros engkol mesin dengan menggunakan motor listrik untuk sirkulasi udara. Karena penguapan terjadi ketika panas diserap, dan kondensasi terjadi ketika panas dilepaskan, pendingin udara yang dirancang untuk menggunakan kompresor yang menyebabkan perubahan tekanan antara dua kompartemen, yang secara aktif memompa pendingin disekitar sistem tertutup. Cairan pendingin atau *refrigerant* akan dipompa ke kompartemen yang didinginkan (kumparan evaporator), kemudian tekanan rendah menyebabkan *refrigerant* menguap membawa panas ke kompartemen lain. Di kompartemen lain (kondensor), uap *refrigerant* dikompresi dan dipaksa untuk melewati koil penukar panas lainnya yang terkondesasi menjadi cairan yang kemudian mendorong panas yang sebelumnya diserap dari ruang dingin.

2.1.1 Prinsip Kerja AC (*Air Conditioner*) Pada *Unit Indoor*

AC (*Air Conditioner*) merupakan sebuah *unit indoor* dalam ruangan yang menghasilkan efek pendinginan didalam ruangan. Pada umumnya *unit indoor* pada AC (*Air Conditioner*) adalah bertipe *split* yang berbentuk seperti kotak dimana berfungsi untuk menutup semua bagian – bagian yang penting pada *unit indoor*. pada *unit indoor* mempunyai lima komponen sangat penting, yaitu evaporator, *blower*, saringan (*filter*) udara, panel kelistrikan, dan sebuah sensor suhu (*thermistor*). Evaporator yang menjadi tempat mengalirnya bahan pendingin atau *refrigerant* terbuat dari tembaga yang berbentuk pipa panjang dan berdiameter tertentu yang mempunyai bentuk berlekuk-lekuk, berfungsi untuk menjadi lebih efektif dalam menyerap udara panas. Karena pipa tembaga yang ada dievaporator dilewati oleh

Universitas Internasional Batam

refrigerant atau bahan pendingin yang mempunyai suhu yang sangat rendah (dingin). Dengan begitu temperatur udara ruangan akan menjadi rendah. Blower yang berada pada *unit indoor* berfungsi sebagai pengatur sirkulasi udara dengan cara menyedot udara yang berada didalam ruangan agar mengalir di evaporator, dan kemudian *blower* akan menghembuskan kembali udara yang dihisap tadi ke dalam ruangan sampai temperature yang ada didalam ruangan menjadi sesuai dengan keinginan pengguna. Pada *unit indoor* terdapat sebuah saringan (*filter*) udara yang dapat berguna untuk menyaring debu dan kotoran agar udara yang terhisap oleh blower tidak terkontaminasi oleh kotoran dan debu. Selain dari pada itu, *unit indoor* juga mempunyai kontrol panel kelistrikan dan sensor suhu yang bekerja untuk mengatur kerja dari AC (*air conditioner*). Berikut adalah block diagram hardware pada bagian *indoor*.



Gambar 2.3 Blok diagram hardware pada bagian *indoor* (*Air Conditioner*).

Sumber: Data Primer

2.1.2 Prinsip Kerja AC (*Air Conditioner*) Pada *Unit Outdoor*

Prinsip kerja pada *unit outdoor* adalah sebagai tempat siklus bahan pendingin atau *refrigerant*. Pada bagian dari *outdoor* memiliki enam komponen penting yaitu :

1. Kompresor.

2. Kondensor.
3. Kipas (*Fan*).
4. Pipa Kapiler.
5. Saringan (*Strainer*).
6. Panel Listrik.

Dari bagian kompresor, *refrigerant* akan dipompa menuju komponen utama dan *refrigerant* akan secara terus menerus melewati empat komponen utama pada *unit indoor* yaitu evaporator, udara panas yang terbawa dari dalam ruangan akan dibuang keluar oleh kondensor. Selain itu, pada *unit outdoor* juga terdapat Kipas (*Fan*) yang berguna untuk membantu melepaskan panas udara keluar ruangan dengan cepat. Setelah melepaskan panas udara keluar, *refrigerant* atau bahan pendingin akan dipompa menuju saringan (*Strainer*) agar kotoran yang terbawa oleh *refrigerant* atau bahan pendingin dapat di saring agar tidak terbawa ketika mengalir pipa kapiler. Jika kotoran sampai terbawa oleh *refrigerant* dan masuk ke dalam pipa kapiler, maka akan terjadi penyumbatan dan menyebabkan sistem pendingin tidak bekerja secara maksimal. Berikut adalah blok diagram *hardware* pada *unit outdoor*.



Gambar 2.4 Blok diagram *hardware* pada *unit outdoor*

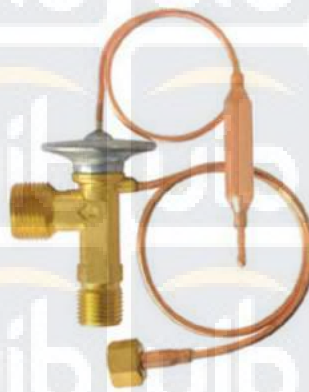
Sumber: Data Primer

2.2 Pipa kapiler

Pipa kapiler merupakan sebuah komponen bagian dari AC (*Air Conditioner*) yang sangat penting untuk menurunkan tekanan dari gas Freon (*refrigerant*) serta mengontrol aliran gas Freon (*refrigerant*) menuju evaporator. Pipa kapiler merupakan bagian utama yang mempunyai fungsi sangat vital pada AC (*Air Conditioner*), karena pipa kapiler berhubungan dengan dua tekanan yang berbeda , yaitu tekanan rendah dan tinggi.

Sebelum gas Freon (*refrigerant*) yang memiliki tekanan tinggi mengalir pipa kapiler, maka gas Freon yang bertekanan tinggi tersebut akan diturunkan atau diubah tekanannya. Hal ini disebabkan karena tahanan gesek yang dimiliki oleh pipa kapiler sangat tinggi sehingga dapat meminimalisir tekanan kondensasi yang tinggi dari kondensor ke tekanan evaporasi dari evaporator yang rendah.

Pipa kapiler memiliki berbagai macam bentuk dan ukuran berdasarkan diameter bagian dalam dan luar dari pipa kapiler. Pipa kapiler dapat digunakan oleh bahan pendingin berjenis R-12, R-32, R22, R500, dan lain – lain, tergantung jenis pendingin yang digunakan pada AC (*Air Conditioner*) tersebut.



Gambar 2.5 Katup Ekspansi

Sumber: <https://autobliz.wordpress.com/2008/05/22/katup-ekspansi-expansion-valve/>

Sistem yang dipakai pada pipa kapiler tidak sama dengan sistem yang dipakai pada katup ekspansi. Dikarenakan pipa kapiler tidak bisa menghentikan aliran dari gas Freon atau bahan pendingin pada saat kompresor sedang berkerja maupun pada saat kompresor sedang tidak berkerja. Pada saat kompresor dihentikan, gas Freon yang berasal dari bagian yang bertekanan tinggi akan terus mengalir ke bagian yang bertekanan rendah, proses ini terus terjadi sampai tekanan pada kedua bagian sisi menjadi sama yang disebut dengan waktu penyamaan tekanan (*Equalization Time*).



Gambar 2.6 Pipa kapiler

Sumber: <http://www.wartasaranamedia.com/pengertian-pipa-kapiler-dan-fungsinya-2.html>

2.3 Kompresor

Kompresor merupakan sebuah alat atau mesin yang mempunyai fungsi menjadi pusat sirkulasi (memompa dan mengalirkan) gas Freon atau bahan pendingin ke seluruh bagian – bagian dari AC (*Air Conditioner*), dengan cara menghisap gas freon dari evaporator yang bertekanan dan bertemperatur rendah kemudian membuat gas tersebut menjadi gas yang bertekanan dan bertemperatur tinggi.

Universitas Internasional Batam

Kompresor mempunyai fungsi penggunaan yang luas mulai dari industri kecil sampai ke industri besar, kompresor mempunyai penggerak utama antara lain

:

1. Motor Listrik
2. *Internal Combustion Engine* (Motor mesin, diesel, dan turbin gas)
3. *External Combustion Engine* (turbin uap)

Beberapa jenis penggunaan kompresor yang ada pada saat ini, adalah sebagai berikut:

1. Kompresor udara untuk berbagai keperluan manusia
2. *Blower* udara sederhana dalam pengolahan sulfur.
3. *Blower* udara kapasitas besar dalam unit katalis.
4. Kompresor *refrigerant temperature* rendah yang digunakan untuk unit pengolahan *ethylene* dan *P-ethylene*.
5. Aliran gas tekanan tinggi, *booster* (penguat) dan kompresor gas aliran balik *hydrocarbon*, *Ammonia* dan *methanol sintesis plan*.



Gambar 2.7 Kompresor

Sumber: <http://kontraktorhvac.com/product/jual-kompresor-ac-panasonic>

2.4 Evaporator

Evaporator merupakan bagian yang sangat penting untuk menyebarkan dan menyerap udara panas ke dalam ruangan bahan pendingin. Bentuk cair dari bahan pendingin akan menjadi gas sesudah melewati pipa kapiler. Evaporator juga dapat digunakan untuk mengevaporasi larutan. Proses evaporasi bertujuan untuk memekatkan larutan yang terdiri dari zat terlarut yang tidak mudah menguap dengan pelarut yang mudah menguap, atau bisa dikatakan bahwa proses evaporasi adalah proses penguapan.

Evaporator merupakan sebuah komponen AC (*Air Conditioner*) yang dapat disebut dengan alat pemindah panas. Pada umumnya udara yang terdapat pada ruangan AC (*Air Conditioner*) diserap panasnya oleh evaporator dan masuk melewati sirip – sirip pipa kapiler sampai suhu udara yang dibuang dari sirip – sirip mulai berubah ke rendah dari kondisi awal yaitu pada saat kondisi udara menjadi dingin.

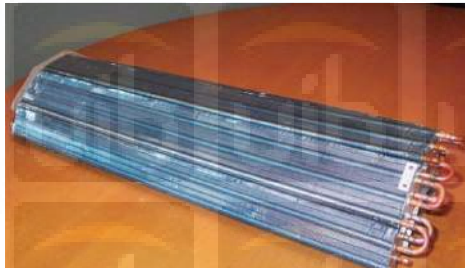
Proses tersebut dilakukan diunit mesin pada kompresor, dengan dukungan dari gas Freon (*refrigerant*). Dari pada itu evaporator digunakan untuk sirkulasi gas Freon (*refrigerant*), oleh karena itu evaporator jangan sampai bocor agar gas Freon (*refrigerant*) tidak terbang keluar.

Elemen – elemen yang digunakan untuk membuat evaporator AC (*Air Conditioner*) menggunakan tembaga dan alumunium dikarenakan bahan tembaga dan alumunium sangat baik untuk menghantarkan suhu suatu zat. Pipa yang terbuat dari tembaga akan di bentuk melingkar penjang, dan sesudah itu alumunium akan dibuat seperti sirip – sirip yang berfungsi menjaga pipa evaporator. Selain itu sirip alumunium tersebut berguna untuk melindungi pipa tembaga yang berada di

Universitas Internasional Batam

evaporator, dan juga berguna untuk mengalirkan uapan yang sudah berubah menjadi air langsung ke talang pembuangan air.

Kerusakan yang terjadi pada evaporator biasanya diakibatkan oleh erosi yang disebabkan oleh usia dari AC (*air conditioner*) tersebut, sehingga terjadilah kebocoran kebocoran gas Freon (*refrigerant*), selain itu factor yang menyebabkan kebocoran gas Freon (*refrigerant*) adalah kesalahan dari pengguna AC (*Air Conditioner*) itu sendiri yang terkena benda tajam, maka dari itu sangat tidak dianjurkan untuk membersihkan evaporator menggunakan benda – benda tajam.



Gambar 2.8 Evaporator
Sumber: Data Primer

2.5 Freon (Refrigerant)

Freon (Refrigerant) adalah salah satu dari beberapa senyawa alifatik sederhana yang digunakan dalam perdagangan dan industri. *Freon* mempunyai senyawa hydrogen, klorin, atau bromin. Nama *Freon* merupakan sebuah merek dagang yang terdaftar oleh *E.I du Pont de Nemours & company*.

Freon tidak memiliki warna, tidak mempunyai bau, tidak mudah terbakar, gas atau cairan yang tidak mudah hancur yang diimplementasikan pada lemari es atau kulkas pada tahun 1930. *Freon* juga bisa berfungsi sebagai bahan pendorong (

Propelan) untuk aerosol. *Freon* mempunyai titik didih, tegangan, dan viskositas yang rendah sehingga dapat digunakan sebagai bahan pendingin.

Pada umumnya *Freon (Refrigerant)* berbentuk gas atau cair dan berfungsi untuk sebagai penyerap beban pengkondisi udara ruangan yang akan diatur suhu udaranya. Fungsi *Freon* dimanfaatkan oleh beberapa perangkat komersial yang digunakan pada skala kecil dan besar dalam industri yang membutuhkan suhu dingin dan pada alat transportasi. Berikut adalah prinsip kerja *Freon* pada AC (*Air Conditioner*) sehingga dapat menyejukkan suatu ruangan.

1. Kompresor yang ada di AC (*Air Conditioner*) akan memampatkan gas *Freon* dingin. Kompresor AC (*Air Conditioner*) juga perlu dilumasi oleh pelumas yang dihasilkan dari sejumlah minyak yang dikombinasikan dengan *Freon*.
2. Tekanan *Freon* akan naik saat berada pada kompresor, yang mengakibatkan suhunya naik menjadi panas, dan *Freon* yang suhunya naik akan mengalir dengan perantara sebuah koil yang berguna untuk menurunkan panas agar *Freon* menjadi cair.
3. Kemudian setelah *Freon* mencair, *Freon* akan mengalir ke katup ekspansi yang mengakibatkan suhunya menurun, dan kemudian akan menguap.
4. *Freon* cair yang menguap tersebut akan menjadi *Freon* bertekanan rendah yang dingin. *Freon* yang dingin tersebut kemudian dialirkan melewati perangkat kumparan lain sehingga mengakibatkan gas menyerap panas dan menurunkan suhu di dalam ruangan.

Freon dapat dibagi menjadi beberapa jenis, adalah sebagai berikut :

1. *Freon* R-22

Freon R-22 memiliki potensi menyebabkan pemanasan global, karena mempunyai nilai perusakan terhadap lapisan ozon sebesar 0,05 jika dibandingkan dengan jenis *Freon* lain yang mempunyai nilai 0. Namun, *Freon* jenis ini tidak mudah terbakar.

2. *Freon* R-410A

Freon R-410A ini umumnya digunakan pada AC bertipe inverter.

Berbeda dengan jenis *Freon* R-22, *Freon* jenis ini mempunyai harga yang mahal dibandingkan dengan jenis R-22.

3. *Freon* R-32

Freon R-32 ditemukan oleh *Daikin* Jepang pada tahun 2012, dan mulai digunakan di *line up* AC mulai tahun 2013. Jenis *Freon* ini lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan *Freon* jenis R-410A dan memiliki potensi pemanasan global yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan jenis R-22 dan R-410A. walaupun mempunyai potensi gampang terbakar, *Freon* ini sangat aman untuk digunakan pada kebutuhan pendingin rumah tangga.

4. *Freon* R-290

Freon jenis R-290 mempunyai potensi pemanasan global yang sangat rendah. Tetapi, karena nilai dingin yang lumayan rendah dan tidak gampang terbakar, banyak perusahaan pendingin yang tidak lagi menggunakan *Freon* ini.



Gambar 2.9 Freon (Refrigerant)

Sumber: <https://www.lancarjayateknik.com/freon-r22/>

2.6 *Accumulator*

Accumulator merupakan sebuah benda yang menempel pada kompresor yang berguna sebagai tempat untuk menampung sementara *refrigerant* pada saat berbentuk cair dan bercampur minyak pelumas evaporator. *Refrigerant* yang berbentuk cair pada *accumulator* akan ditampung sementara hingga berubah menjadi gas lalu dialirkan ke kompresor. Dan dari pada itu *accumulator* dapat bekerja mengontrol sirkulasi bahan pendingin agar dapat keluar masuk melalui saluran hisap kompresor.



Gambar 2.10 Accumulator pada AC (Air Conditioner)

Sumber: <https://serviceacjogja.pro/mengenal-komponen-ac-ruangan-dan-fungsinya/>

2.6 *Value Freon Gas Leak Detector*

Value Freon Gas Leak Detector merupakan sebuah alat yang mampu mendeteksi kebocoran Freon pada alat pendingin yang mengandung gas halogen, seperti berikut ini:

1. CFCs (*Chlorofluorocarbon*)
2. HCFCs (*Hydrochlorofluorocarbon*)
3. HFCs (*Hydrofluorocarbons*)

Value Freon Gas Leak Detector mempunyai sensitifitas yang dapat diatur sesuai keinginan dari penggunanya, sehingga pengguna dapat menyesuaikan sensitifitas yang diinginkan. Biasanya untuk mendeteksi kebocoran, seorang teknisi hanya menggunakan cara konvensional. Berikut adalah *datasheet* dan gambar dari *Value Freon Gas Leak*

Tabel 2. 1 Datasheet dari Value Freon Gas Leak

Indicator	Value
Operating Temperature	0°C to 52°C (30°F to 125°F)
Maximum Sensitivity	6 gr/yr, for all halogenated refrigerant
Battery Life	50 Hours normal use
Response Time	Instantantaneous
Work mode	Continuous, no limitation
Fixed Probe Length	20cm
Unit Dimensions	22.9cm x 6.5cm x 6.5cm
Warm-up time	Approximately 6 seconds

Universitas Internasional Batam

Reset Time	Two to ten seconds
Power Supply	6v DC four cell 7# excellent batteries

Sumber: Data Primer



Gambar 2.11 Value Freon Gas Leak

Sumber: Data Primer

