

**LAPORAN PLI**  
**PERAWATAN DAN PERBAIKAN PADA AC SPLIT**



Oleh

**AFRIANTO**

1307795

Jurusan Teknik Mesin

Program Studi D3 Teknik Mesin

**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**  
**2017**

Lembar Pengesahan Laporan Perusahaan

Laporan Ini Disampaikan Untuk Memenuhi Sebagian dari Persyaratan  
Penyelesaian Pengalaman Lapangan Industri FT-UNP Padang  
Semester Januari - juli 2017

Oleh

Afrianto  
NIM.1307795/2013  
Jurusan Teknik Mesin  
Program Studi Teknik Mesin

Diperiksa dan disahkan oleh :  
Dosen Pembimbing

  
**Ir. Arwizet K., ST. MT**  
**NIP. 19730228 200801 007**

Dekan FT-UNP  
Kepala Unit Hubungan Industri

  
**Ali Basrah Pulungan, MT**  
**NIP.197412122003121002**



**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN PERUSAHAAN**

**“PERAWANTAN DAN PERBAIKAN AC SPLIT”**

Laporan Ini Disampaikan Untuk Memenuhi Sebagian Dari Persyaratan  
Penyelesaian Pengalaman Lapangan Industri (PLI) FT UNP Padang PT.LG  
Service Indonesia

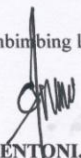
Tanggal 05 April – 10 Mei 2017  
Semester Januari – Juni 2017

Oleh :

**AFRIANTO**  
**NIM. 1307795 / 2013**  
**Jurusan Teknik Mesin**  
**Program Studi D III Teknik Mesin**

*Diperiksa dan Disahkan Oleh :*

Pembimbing lapangan

  
(PENTONI, Amd)

Mengetahui

Pembimbing khusus

  
 PT. LG ELECTRONICS SERVICE INDONESIA  
BUKITTINGGI  
(ONDRI, ST)

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat, dan hidayahNya-lah penulis dapat menyelesaikan Laporan Pengalaman Lapangan Industri ini dengan baik. Laporan yang penulis susun adalah hasil yang diperoleh selama melakukan Praktek Lapangan Industri (PLI) di PT. LG Service Indonesia Penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M. Pd, M.T Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
2. Bapak Drs. Arwizet K, ST , MT selaku Dosen Pembimbing PLI dan Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
3. Bapak Budi Syahri, S.Pd., M.Pd.T. Koordinator Program PLI Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Ali Basrah Pulungan,ST,MT Kepala Unit Hubungan Industri Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
5. Bapak Ondri selaku supervisor dan pembimbing.
6. Para staf dan karyawan di PT. LG SERVICE INDONESIA, yang telah sangat membantu penulis selama pelaksanaan PLI.
7. Para rekan sejawat yang telah banyak membantu dan berbagi ilmu selama pelaksanaan PLI.

Laporan ini disusun dengan maksud untuk memenuhi persyaratan pada matakuliah PraktekIndustri. Tujuan khususnya sejauh mana kemampuan penulis untuk ikut dan mengenal lingkungan kerja dan cara menjalankannya agar dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca lainnya.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan laporan ini, untuk itu kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun sangat dibutuhkan penulis agar tulisan-tulisan lainnya dapat lebih baik.

Padang, Juli 2017

Afrianto

## DAFTAR ISI

Halaman

|                                                         |             |
|---------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN PENGESAHAN INDUSTRI .....</b>                | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN FAKULTAS .....</b>                | <b>ii</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                              | <b>iii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                  | <b>v</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                               | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                               | <b>ix</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                                |             |
| <b>A. Latar Belakang Praktek Lapangan Industri.....</b> | <b>1</b>    |
| 1. Tujuan praktek lapangan industri .....               | 3           |
| 2. Manfaat praktek lapangan industri .....              | 4           |
| 3. Pelaksanaan kegiatan .....                           | 6           |
| 4. Metode pelaksanaan .....                             | 7           |
| 5. Batasan masalah .....                                | 7           |
| 6. Sistematika penulisan .....                          | 7           |
| <b>B. Deskripsi Singkat Perusahaan .....</b>            | <b>8</b>    |
| 1. Sejarah Singkat Perusahaan.....                      | 8           |
| 2. Slogan dan Logo Perusahaan .....                     | 10          |
| 3. Visi dan Misi Perusahaan.....                        | 11          |
| 4. Lokasi Perusahaan .....                              | 13          |
| 5. Stuktur Organisasi Perusahaan .....                  | 13          |
| <b>BAB II PEMBAHASAN</b>                                |             |
| <b>A. PRINSIP KERJA MESIN PENDINGIN .....</b>           | <b>22</b>   |
| 1. Kompresor unit .....                                 | 22          |
| 2. Kondesor .....                                       | 25          |
| 3. Saringan .....                                       | 26          |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 4. Pengontrol Cairan refrigeran/ Pipa Kapiler ..... | 27 |
| 5. Katup Ekspansi.....                              | 29 |
| 6. Evaporator .....                                 | 32 |
| 7. Heater .....                                     | 32 |
| 8. Saluran Hisap (suctoin Line .....                | 32 |
| 9. Refregeran .....                                 | 33 |
| 10. Minyak pelumas .....                            | 40 |

### **BAB III DASAR TEKNIK PENDINGIN**

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| A. DASAR DASAR TEKNIK PENDINGIN ..... | 43 |
| 1. Tekanan .....                      | 43 |
| 2. Temperatur .....                   | 44 |
| 3. Kalor .....                        | 45 |
| a. Kilo kalori .....                  | 49 |
| b. British thermal Unit (BTU).....    | 49 |
| c. Kalor jenis.....                   | 49 |
| 4. Hubungan Suhu dan Tekanan.....     | 49 |
| 5. Hukum Konservasi Energi.....       | 50 |

### **BAB IV KERUSAKAN**

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| A. KERUSAKAN PADA MESIN PENDINGIN .....    | 51 |
| 1. Kerusakan pada sistem kelistrikan ..... | 51 |
| 2. Motor kompresor .....                   | 52 |
| 3. Motor pada kipas .....                  | 52 |
| 4. Termostat .....                         | 53 |
| 5. Overload(OL) .....                      | 53 |
| 6. Kapasitor.....                          | 54 |
| 7. Kerusakan pada sistem pendingin .....   | 54 |

### **BAB V PERALATAN KERJA REFRIGERASI DAN TATA UDARA**

|                         |    |
|-------------------------|----|
| A. Manifold gauge ..... | 57 |
| B. Pompa Vakum.....     | 59 |
| C. Leak detektor.....   | 61 |
| D. Thermometer .....    | 61 |

|                                                    |              |
|----------------------------------------------------|--------------|
| E. Multimeter.....                                 | 62           |
| F. Tang ampere.....                                | 63           |
| G. Kapasitor Tester .....                          | 65           |
| H. Mesin 3R (Recovery, Recycle dan recharging..... | 66           |
| I. Cutting copper tubing.....                      | 67           |
| J. Flaring coppeer tubing .....                    | 68           |
| K. Swaging copper tubing.....                      | 69           |
| L. Bending copper tubing.....                      | 69           |
| M. Brazing copper tubin.....                       | 70           |
| N. Dental mirror.....                              | 71           |
| O. Alat pembuntu pipa (pinch-off tool .....        | 72           |
| P. Katup service.....                              | 73           |
| <br><b>BAB VI PENUTUP</b>                          |              |
| A. KESIMPULAN.....                                 | 74           |
| B. SARAN .....                                     | 75           |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                         | <b>77</b>    |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                               | <b>.....</b> |

## DAFTAR TABEL

Halaman

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan kompresor hermetic ..... | 24 |
| Tabel 2.2 Diameter pemipaan pada pendingin.....             | 33 |
| Tabel 2.3 Macam macam refrigerant .....                     | 36 |
| Table 2.4 Merk dagang Refregeran.....                       | 38 |
| Table 2.5 Warna tabung Refrigeran .....                     | 38 |

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1.1 Slogan dan Logo LG Electronic .....                   | 8  |
| Gambar 1.2 Produk LG Electronics Indonesia .....                 | 16 |
| Gambar 2.1 Langkah Kompresi .....                                | 22 |
| Gambar 2.1 Contoh kompresor jenis open unit .....                | 23 |
| Gambar 2.2 Contoh kompresor tipe semi hermetic .....             | 23 |
| Gambar 2.3 Kompresor rotary .....                                | 25 |
| Gambar 2.5 Kondensor .....                                       | 26 |
| Gambar 2.6 Saringan AC split .....                               | 26 |
| Gambar 2.7 Contoh pengontrol cairan .....                        | 27 |
| Gambar 2.8 Keran ekspansi otomatis .....                         | 30 |
| Gambar 2.9 Katup Ekspansi Termo Listrik .....                    | 31 |
| Gambar 2.10 Keran ekspansi thermostatis, Sporlan tipe G .....    | 31 |
| Gambar 2.11 Evaporator .....                                     | 32 |
| Gambar 2.12 Diagram Tekanan-Entalpi .....                        | 39 |
| Gambar 3.1 Skala pengukuran tekanan atmosfer dan manometer ..... | 44 |
| Gambar 3.2 Skala temperatur .....                                | 45 |
| Gambar 3.3 Proses perpindahan kalor .....                        | 46 |
| Gambar 3.4 Proses penambahan kalor .....                         | 47 |
| Gambar 3.5 Nilai Kalor sensibel dan laten .....                  | 48 |
| Gambar 4.1 Module kelistrikan AC split .....                     | 51 |
| Gambar 5.1 Manifold gauge .....                                  | 58 |
| Gambar 5.2 Pompa vakum .....                                     | 59 |
| Gambar 5.3 Elektronik Leak Detecto .....                         | 61 |
| Gambar 5.4 Thermometer .....                                     | 62 |
| Gambar 5.5 Multitester .....                                     | 63 |
| Gambar 5.6 Tang mengukur arus .....                              | 64 |
| Gambar 5.7 Capacitor Tester .....                                | 66 |
| Gambar 5.8 Mesin 3R .....                                        | 67 |

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Gambar 5.9 Tubing Cutter .....                  | 67 |
| Gambar 5.10 Flaring Tools .....                 | 68 |
| Gambar 5.11 Swaging Tools .....                 | 69 |
| Gambar 5.12 Bending .....                       | 70 |
| Gambar 5.13 Brazzing Tools .....                | 71 |
| Gambar 5.14 Dental Mirror .....                 | 71 |
| Gambar 5.15 Pembuntu pipa jenis vise grip ..... | 72 |
| Gambar 5.16 Pembuntu pipa jenis ragu .....      | 73 |
| Gambar 5.17 .Katup servis .....                 | 74 |

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Praktek Lapangan Industri**

Dalam rangka pengadaan tenaga kerja dalam suatu lapangan pekerjaan khususnya dibidang industri, diperlukan sumber daya manusia yang terampil, profesional, handal dan memiliki wawasan yang luas, yang sangat dibutuhkan oleh banyak industri untuk meningkatkan produktifitas dan pemenuhan tenaga kerja dalam kelangsungan produksi, dan pastinya mereka adalah lulusan perguruan tinggi yang mempunyai bekal dari pengalaman yang diperolehnya pada saat masih kuliah, baik itu berupa materi perkuliahan maupun (teori dasar) maupun praktikum yang diperoleh sesuai dengan jurusan/bidang yang dipelajarinya.

Pihak universitas juga telah menerapkan suatu program wajib bagi mahasiswanya untuk melaksanakan praktek pengalaman lapangan dengan bertujuan untuk dapat lebih mengenal dan mendalami tentang dunia industri yang berhubungan dengan jurusannya masing-masing agar dapat secara langsung melihat dan merasakan keadaan dalam suatu pekerjaan. Khususnya pada Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang lebih dikenal dengan sebutan Praktek Lapangan Industri (PLI).

PLI merupakan suatu proses pembelajaran mahasiswa yang sangat penting karena dapat membantu mahasiswa untuk mempersiapkan diri menjadi lebih matang sebelum terjun ke dunia kerja. Serta dapat memberikan kesempatan bagi mahasiswa, yang masih awam tentang industri nyata untuk

mengamati dan mengalami perbandingan, menganalisa menerapkan suatu materi perkuliahnya dengan keadaan yang sebenarnya di lapangan.

Program Studi D3 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang mempunyai kurikulum yang berbasis sistem block (terprogram dari kampus) yang terbagi menjadi enam semester masa kuliah, yang mana persentase perbandingan antara teori dengan praktikum yaitu 60 % : 40 %.

Adapun tiga program konsentrasi yang ditawarkan secara bebas mahasiswa memilih pada semester 5 yaitu terdiri dari:

1. Program Konsentrasi Permesinan
2. Program Konsentrasi Fabrikasi
3. Program Konsentrasi Kontruksi
4. Program Konversi Energi

Semua program konsentrasi di atas, diwajibkan untuk mengikuti program PLI yang mana ditujukan bagi mahasiswa untuk melakukan penelitian, pengamatan, pemahaman sekaligus pengenalan pada dunia industri selama dua bulan. Yang pada nantinya, diharapkan mahasiswa dapat menyelesaikan kuliahnya dengan bekal yang didapatinya bukan hanya dari gelar semata, tetapi juga dengan pengalaman yang luas yang didapatinya pada saat PLI. Jadi sudah menjadi kewajiban seorang mahasiswa untuk bisa melaksanakan PLI dengan sebaik-baiknya.

Dalam proses pelaksanaannya, akan dapat hubungan timbal balik yakni antara mahasiswa dengan perusahaan. Pada mahasiswa, sudah pastinya akan menambah ilmu dan wawasan, melatih keterampilan mahasiswa dan

mendapatkan pengalaman dalam pola hidup di industri. Sedangkan pada perusahaan itu sendiri, akan memberikan program khusus dalam membina dan membimbing mahasiswa magang yang berupa penelitian, pendataan, perencanaan, pemecahan persoalan dan permasalahan yang terdapat pada perusahaan tersebut saat ini sehingga dapat dijadikan suatu tugas khusus bagi mahasiswa untuk membantu perusahaan secara tidak langsung dalam bentuk laporan.

### **1. Tujuan Praktek Lapangan Industri**

Praktek pengalaman lapangan industri adalah suatu praktek yang dilakukan mahasiswa pada perusahaan atau industri yang bertujuan agar mahasiswa memperoleh pengalaman tentang seluk beluk perusahaan dan gambaran nyata tentang sebuah gambaran nyata tentang sebuah perusahaan serta mendapatkan suatu pengalaman kerja yang baru. Pengalaman dan informasi yang didapat selama kerja praktek dapat dijadikan sebagai penunjang setelah mahasiswa terjun ke dunia industri kerja. Pada dasarnya praktek pengalaman industri ini mempunyai dua tujuan yaitu: tujuan umum dan tujuan khusus.

#### **a. Tujuan Umum**

- 1) Mengetahui, memahami dan melihat secara langsung aplikasi dari ilmu yang diperoleh dari bangku kuliah.
- 2) Mengetahui problem-problem yang timbul di industri dan mempelajari solusi penanggulangannya.

- 3) Belajar disiplin dan bermasyarakat sesuai dengan tuntunan dunia industri.
- 4) Menjalin hubungan yang baik antara Fakultas Teknik dengan tuntunan dunia industri.

b. Tujuan Khusus

- 1) Mahasiswa diharapkan dapat memecahkan dan mencari jalan keluar dari masalah-masalah perawatan dan perbaikan yang dihadapi.
- 2) Berpikir dalam wawasan yang luas dan dapat bekerja sama dengan orang yang ahli dalam bidangnya.
- 3) Dapat berfikir secara praktek dan konkrit bila terjadi suatu permasalahan di lapangan.
- 4) Dapat membiasakan diri secara professional.
- 5) Dapat menyusun sebuah laporan hasil praktek sesuai dengan hasil praktek pengalaman lapangan industri.

**2. Manfaat Praktek Lapangan Industri.**

a. Mahasiswa

- 1) Memperdalam pengertian mahasiswa tentang cara berpikir dan bekerja secara interdisipliner, sehingga dapat menghayati adanya ketergantungan kaitan dengan kerjasama antar sektor.
- 2) Memperdalam pengertian dan penghayatan mahasiswa tentang pemanfaatan ilmu dan teknologi yang dipelajarinya bagi pelaksanaan pembangunan.

- 3) Memperdalam penghayatan dan pengalaman mahasiswa terhadap kesulitan yang di hadapi oleh suatu instansi atau perusahaan dalam melaksanakan pembangunan.

b. Instansi Terkait

- 1) Memperoleh bantuan pemikiran dan tenaga, serta ilmu dan teknologi dalam merencanakan dan melaksanakan kemajuan perusahaan.
- 2) Memperoleh cara-cara baru yang dibutuhkan untuk merencanakan, merumuskan dan melaksanakan kinerja perusahaan.
- 3) Memperoleh pengalaman dalam menggali serta menumbuhkan potensi perusahaan.
- 4) Memperoleh manfaat dari bantuan tenaga mahasiswa dalam melaksanakan program dan proyek perusahaan.

c. Perguruan Tinggi

- 1) Memperoleh umpan balik sebagai hasil pengintegrasian mahasiswanya dalam bidang teknologi sehingga kurikulum, materi perkuliahan dan pengembangan ilmu yang disusun perguruan tinggi dapat lebih disesuaikan dengan tuntutan nyata dari pembangunan dalam bidang teknologi.
- 2) Memperoleh berbagai kasus yang berharga yang dapat digunakan sebagai contoh dalam memberikan materi perkuliahan dan menentukan berbagai masalah untuk pengembangan penelitian.
- 3) Dapat menelaah dan merumuskan keadaan/kondisi nyata suatu perusahaan atau instansi yang berguna bagi pengembangan ilmu

pengetahuan dan teknologi serta dapat mendiagnosa secara tepat kebutuhan suatu instansi atau perusahaan sehingga ilmu dan teknologi yang diamalkan dapat sesuai dengan tuntutan nyata.

- 4) Meningkatkan, memperluas dan mempererat kerja sama dengan instansi serta perusahaan lain melalui rintisan kerja sama mahasiswa yang melaksanakan Kerja Praktek.

### **3. Pelaksanaan Kegiatan.**

#### **a. Pelaksanaan tugas umum**

Pelaksanaan tugas umum dilakukan dengan cara mengunjungi dan ikut serta dalam proses produksi pabrikasi sesuai dengan jadwal yang ditentukan :

- 1) Mengetahui alat alat yang ada pada unit Pendingin.
- 2) Mengetahui hal-hal apa saja yang dilakukan dalam proses Perbaikan.
- 3) Mendengarkan dan arahan penjelasan proses pengerjaan perawatan dan perbaikan mesin pendingin.
- 4) Unit pembukuan dan data PT. LG SERVICE INDONESIA
- 5) Sejarah PT. SERVICE INDONESIA
- 6) Mengetahui bentuk susunan struktur organisasi PT. LG SERVICE INDONESIA
- 7) Tata tertib yang berlaku PT.LG SERVICE INDONESIA.

#### **b. Pelaksanaan tugas khusus**

Pelaksanaan tugas khusus dilakukan pada proses perbaikan pependingin “ Perbaikan dan Perawatan pendingin ruangan LG”.

#### **4. Metode Pelaksanaan**

Selama melakukan praktek pengalaman industri metoda pelaksanaan dan pengambilan data untuk masalah adalah sebagai berikut:

- a. Metode observasi yaitu pengamatan lapangan
- b. Metode wawancara yaitu mendapatkan data melalui wawancara yang dilakukan terhadap karyawan yang mengetahui tentang data-data yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah.
- c. Metode literature yaitu mencari data-data untuk pemecahan masalah melalui buku yang ada serta data lain yang menunjang dalam menyelesaikan laporan.

#### **5. Batasan Masalah**

Dalam penulisan dan pembahasan praktek pengalaman lapangan industri ini menjelaskan proses pengerjaan Perbaikan dan Perawatan Msin Pendingin LG.

#### **6. Sistematika Penulisan**

Selama kegiatan praktek industri di PT. LG SERVICE INDONESIA penulis telah melakukan pengamatan terhadap proses perbaikan yang terjadi. Dalam melakukan pengamatan ini penulis memfokuskannya pada proses Perbaikan dan Perawatan Mesin pendingin ruangan LG, sehingga penulis mengajukan judul pada laporan ini adalah “Perbaikan dan Perawatan AC SPLIT pada produk LG”.

## **B. Diskripsi Singkat Perusahaan PT.LG ELECTRONIC INDONESIA**

### **1. Sejarah Singkat PT LG Electronics Indonesia**

PT LG Electronics Indonesia berdiri di Indonesia pada tahun 1990. Saat ini, perusahaan LG Electronics Indonesia merupakan salah satu perusahaan besar multinasional yang bergerak dalam bidang produk elektronik, informasi, dan komunikasi dengan jumlah karyawan lebih dari 2000 orang yang tersebar di seluruh Indonesia. Dengan berbekal visinya, yaitu menjadi perusahaan elektronik nomor satu di Indonesia. LG Electronics Indonesia selalu berusaha untuk menciptakan produk unggulan yang disesuaikan dengan keinginan dan kebutuhan pasar Indonesia, dan juga memimpin dalam marketing melalui strategi atau taktik diferensiasi. Oleh karena itu, pihak management sangat berkomitmen dalam mengelola orang-orang yang memiliki kompetensi untuk mengembangkan dan meningkatkan kompetitif global perusahaan.

LG Electronics, Inc. didirikan pada tahun 1958 sebagai pelopor di pasar elektronik di Korea. Perusahaan ini menghasilkan produk-produk elektronik serta produk informasi dan komunikasi dengan penjualan konsolidasi tahunan untuk tahun 2004 sebesar 38 miliar dollar. Dengan lebih dari 66.000 karyawan (31.614 di Korea / 35.000 diluar Korea) yang ada di 76 cabang di 39 negara di dunia. Pada awalnya PT. LG Electronics Indonesia menggunakan merek Goldstar untuk pasar domestik di Indonesia. Merek Goldstar ini kemudian dikenal dengan baik oleh masyarakat Indonesia. Akan tetapi pada tahun 1996, PT.Goldstar Astra

mengalami perubahan nama menjadi PT. LG Astra Electronics, dan merek yang digunakan berubah menjadi LG, yang merupakan singkatan dari Lucky Goldstar.

Setelah berjalan selama 2 tahun, tepatnya pada tahun 1998 kepemilikan saham PT. LG Astra Electronics mengalami perubahan dengan dimilikinya seluruh saham Astra Indonesia oleh pihak LG Korea dan menyebabkan perubahan nama menjadi PT. LG Electronics Indonesia (LGEIN) yang merupakan 100% perusahaan Penanaman Modal Asing (PMA). LG Group tidak hanya memiliki PT. LG Electronics Indonesia saja di Indonesia. LG Group sebagai perusahaan PMA juga memiliki beberapa perusahaan yang masing-masing berdiri sendiri, yaitu:

- a. PT. LG Electronics Display Device Indonesia
- b. PT. LG Innotek

Selain mengembangkan usaha di bidang home appliance, LG Group di Indonesia juga mengembangkan usaha di bidang lain dan memiliki beberapa perusahaan sebagai berikut:

- a. LG Insurance Indonesia
- b. Sinar LG
- c. LG E&C
- d. LG International Corp.

## 2. Slogan dan Logo Perusahaan

Slogan *“Life’s Good”* merupakan sebuah ekspresi yang mencerminkan kepercayaan perusahaan bahwa kehidupan diperkaya dan dipertinggi oleh produk produk yang dirancang dengan bakat dan dibangun dengan keahlian. *“Life’s Good”* menyatakan inti atau “sikap” LG yang mendunia, dan juga menyatakan tekad LG untuk menyediakan solusi bagi kehidupan yang baik dengan mengembangkan produk terus-menerus secara inovatif. *“Life’s Good”* merupakan sebuah brand yang berjanji untuk menyampaikan pendirian perusahaan dalam membuat hidup konsumennya menjadi baik.

Tanda *“Life’s Good”* LG Electronics terdiri dari Logo LG dan huruf LG dan juga slogan *Life’s Good*. Tujuan penggunaan tanda ini membantu menjelaskan identitas dan menghubungkan setiap divisi dan produk LG Electronics di seluruh dunia.



Gambar 1.1 Slogan dan Logo LG Electronic

## 3. Visi dan Misi Perusahaan

a. Visi LG Electronics Indonesia

- 1) No. 1 Electronics Company in Indonesia
- 2) Global No 1. Production Bas

Visi LG Elektronik tersebut di atas merupakan visi strategik karena di dalam visi tersebut terkandung strategik perusahaan LG Elektronik untuk menjadi pelopor utama digital elektronik dalam berbagai produk elektroniknya, serta di dalam visi tersebut terdapat strategi untuk menjadi leader inovasi elektronik dan telekomunikasi.

b. Misi LG Electronics Indonesia

- 1) Pertumbuhan cepat

Pertumbuhan cepat adalah hasil dari strategi yang dirancang untuk memperluas dan menghasilkan dengan cepat, meningkatkan pertumbuhan dari segi nilai moneter, bukan kuantitas.

- 2) Inovasi cepat

Kemajuan yang pesat melibatkan inovasi sangat tinggi tujuan dan mengamankan keunggulan kompetitif, membidik target 30% lebih dari apa yang dapat dicapai pesaing kita. Fast inovasi juga berarti 30% lebih banyak penjualan dan peningkatan pangsa pasar kami, pengembangan produk baru dan pembukaan produk tersebut 30% lebih cepat, mengembangkan teknologi dan membangun nilai perusahaan tiga tahun ke depan dari pesaing kita.

### 3) Produk Kepemimpinan

Kepemimpinan produk mengacu pada kemampuan untuk mengembangkan kreativitas, produk-produk berkualitas dengan menggunakan teknologi baru khusus.

### 4) Pasar Kepemimpinan

Kepemimpinan pasar mengacu pada kemampuan untuk mencapai "LG merek No 1" tujuan, berkat untuk-midable kehadiran pasar di seluruh dunia.

### 5) Orang Kepemimpinan

Orang kepemimpinan mengacu kepada orang-orang berbakat, yang tampil sangat baik dan melaksanakan inovasi.

### 6) 'Kami' bukan 'aku'

Kami mengejar budaya perusahaan yang mendorong semua karyawan untuk bekerjasama dan membentuk tim yang kuat.

### 7) Fun Kerja

Kami menciptakan suatu tempat kerja di mana kreativitas individu dan kebebasan bekerja dihormati dan dibuat menyenangkan.

Misi ini jelas mendukung langkah-langkah untuk mewujudkan visi LG dengan mengembangkan ide-ide kreatif SDM yang dimiliki oleh LG sehingga dengan memiliki SDM yang berkualitas dan kreatif akan membuahkan ide-ide kreatif untuk inovasi produk dan memajukan perusahaan dengan inovasinya sehingga bisa mewujudkan cita-

citanya untuk menjadi salah satu dari tiga perusahaan terbesar di Indonesia dalam bidang elektronik dan telekomunikasi.

#### **4. Lokasi LG Electronics Indonesia**

PT. LG Electronics Indonesia mempunyai 2 *Factory* dan 1 *Marketing Office*. *Factory* 1 terletak di Block G, MM2001 Industrial Town Cikarang Barat, Bekasi. *Factory* 1 ini memproduksi produk media dan display. *Factory* 2 terletak di Jalan Tabri No.1 Cirarab, Legok, Tangerang. *Factory* ini memproduksi kulkas. *Marketing Office* berlokasi di Gandaria 8 Office Tower Lt. 29BC & 31 ABCD Jalan Sultan Iskandar Muda Kebayoran Lama, Jakarta Selatan. Hingga saat ini LGEIN memiliki 33 branch office, 34 sales office, 29 direct service center dan 46 service station, suc point, dan LG Mobile Service Center yang tersebar di seluruh Indonesia.

#### **5. Struktur Organisasi PT LG Electronics Indonesia**

Berdasarkan keputusan pemegang saham yang tertuang dalam akta notaris Diah Guntari Listiningsih Soemarwoto, SH yang telah di amandemen dalam akta no.6 tertanggal 6 Agustus 2008 komposisi Dewan Komisaris dan Dewan Direktur sebagai berikut:

Dewan Komisaris :

Presiden Komisaris :Mr. Hee Won Kwon

Komisaris : Mr. Moon

Presiden Direktur : Mr. Kim Weon Dae

Direktur : Mr. Jeon Byoung Ja

Adapun uraian tugas dan tanggung jawab dari masing-masing departemen dalam struktur organisasi adalah:

1. Dewan Komisaris

- a. Merupakan pihak yang bertanggung jawab memberikan pengarahan. kepada Presiden Direktur dan mengawasi pelaksanaan kebijaksanaan perusahaan.
- b. Menilai dan memberikan keputusan atas usulan program-program ekspansi dan investasi dalam jumlah tertentu yang diajukan oleh Presiden Direktur.
- c. Menilai dan memberikan persetujuan atas kebijaksanaan pokok yang diusulkan oleh Presiden Direktur.
- d. Menilai dan memberikan persetujuan atas kebijaksanaan pokok dalam meminjam dan memberikan pinjaman kepada pihak ketiga.
- e. Memberikan persetujuan atas penjualan atau pelepasan hak atas aktiva tetap yang dimiliki perusahaan.
- f. Memberikan pengesahan atas laporan tahunan hasil operasi perusahaan.

2. Presiden Direktur

- a. Menjalankan tugas kegiatan usaha sehari-hari berdasarkan atas kebijaksanaan umum yang telah ditetapkan oleh Dewan Komisaris.

- b. Merumuskan tujuan yang hendak dicapai perusahaan baik untuk jangka pendek maupun untuk jangka panjang dan strategi perusahaan dalam mencapai tujuan perusahaan.
  - c. Berdasarkan tujuan dan strategi perusahaan yang telah disetujui oleh Dewan Komisaris, Presiden Direktur merumuskan kebijaksanaan Spokok dan ketentuan lainnya yang dibutuhkan dalam memberikan pengarahan kepada setiap fungsi dalam perusahaan untuk dapat melaksanakan kegiatan usaha PT. LG Electronics Indonesia.
  - d. Menentukan sasaran dan memberikan pengarahan atas bagian operasi dan bagian administrasi keuangan berdasarkan kebijaksanaan pokok dan ketentuan-ketentuan yang telah disetujui Dewan Komisaris.
  - e. Melakukan pengawasan atas semua kegiatan departemen operasi dan departemen administrasi keuangan melalui laporan berkala.
  - f. Menyusun rencana kerja dan rencana anggaran belanja perusahaan untuk setiap tahun bujanya.
3. Keuangan dan Akuntansi
- a. Bertanggung jawab atas perencanaan, pengaturan dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan yang menyangkut bidang keuangan dan akuntansi seperti pengaturan sumber dan penggunaan dana secara efisien, laporan keuangan dan

manajemen serta mengawasi keuangan, ketertiban pembukuan dan pencatatan transaksi-transaksi perusahaan.

- b. Menyusun dan mengusulkan kepada Presiden Direktur mengenai kebijaksanaan-kebijaksanaan, prosedur dan program kerja di bidang keuangan dan akuntansi serta mengatur dan mengawasi pelaksanaannya.
- c. Mengembangkan dan memelihara system pengelolaan keuangan, sistem akuntansi umum dan akuntansi biaya yang up to date untuk kelancaran operasi perusahaan.
- d. Mengatur dan menyediakan dari penggunaan dana sesuai dengan kebutuhan perusahaan.
- e. Mengawasi penerimaan dan pengeluaran keuangan.
- f. Memeriksa kebenaran dan kelengkapan pencatatan seluruh harta, hutang dan transaksi-transaksi perusahaan.
- g. Memeriksa anggaran perusahaan dan mengadakan pengawasan terhadap realisasi anggaran yang sedang berjalan.
- h. Menghitung, membayar dan melapor pajak atas transaksi yang terjadi di perusahaan.
- i. Membayar pajak sesuai dengan ketentuan dan undang-undang perpajakan
- j. Memotong/memungut pajak atas transaksi-transaksi yang terjadi.
- k. Membuat bukti pemotongan kepada pemasok
- l. Membuat faktur dan faktur pajak sesuai dengan *Purchase Order*.

#### 4. Informasi dan Teknologi

- a. Menyiapkan program dan menyajikan data yang diminta oleh setiap departemen, untuk memudahkan pekerjaan setiap bagian dan penyajian data yang terbaru.
- b. Membuat program untuk memudahkan pekerjaan tiap departemen dalam menghasilkan laporan.
- c. Menyiapkan data yang dibutuhkan oleh departemen-departemen lain.
- d. Melakukan pemeliharaan terhadap computer-komputer yang digunakan dalam operasional sehari-hari
- e. Melakukan pemeliharaan terhadap data-data perusahaan.
- f. Menjaga kerahasiaan system dan prosedur perusahaan serta kebijakan yang ditetapkan perusahaan.
- g. Memberikan pengarahan kepada karyawan tentang penggunaan program-program komputer.
- h. Mengevaluasi system yang digunakan agar dapat mengikuti perkembangan kemajuan teknologi.

Tujuan LG adalah mengembangkan teknologi yang inovatif dan proses efisien yang menciptakan pasar baru, memperkaya hidup semua orang, dan terus menjadikan LG sebagai pemimpin digital yang terpercaya.

Selama ini komitmen LG dalam memberikan produk dan layanan terbaik untuk konsumennya telah diakui. LG menjadi perusahaan elektronik terkemuka yang mendominasi pasar tanah air. Capaian apresiasi seperti GFK Award 2010,

Indonesia Customer Satisfaction Award 2010, Top Brand 2010 dan Indonesia Best Brand Award 2010 menjadi bukti atas kepercayaan dan kepuasan masyarakat Indonesia dalam menggunakan produk dari LG.

Seiring berbagai capaian gemilang pada bisnis utama, LG tidak meminggirkan kepedulian pada lingkungan dan ranah sosial secara umum. LG juga berinovasi dalam kontribusinya memberikan solusi atas berbagai permasalahan yang berkaitan dengan peningkatan kualitas hidup masyarakat dan lingkungan Indonesia.

Mengusung tema LG Loves Indonesia, beberapa program Corporate Social Responsibility telah digelar, yakni : LG Loves Children, LG Loves and Cares, LG Loves School, dan LG Loves Green.

Dalam perkembangannya masing-masing program memiliki sub program sesuai tuntutan kondisi dan prioritas kebutuhan sosial yang muncul. Pada pelaksanaannya, masyarakat luas bisa turut berpartisipasi dalam aksi kepedulian dan berbagi ini dengan cara yang mudah bahkan menyenangkan.

#### 1. LG Loves And Cares

Program ini merupakan perwujudan semangat kemanusiaan individu-individu LG sekaligus pengejawantahan misi sosial yang menjadi salah satu budaya perusahaan. Bermula dari kegiatan kemanusiaan yang dilakukan di sekitar lingkungan pabrik, LG Loves and Cares telah memperluas jangkauan aksinya untuk para korban bencana alam di Indonesia, seperti bencana Situ Gintung, gempa Tasikmalaya dan letusan Gunung Merapi.

Tak hanya mendonasikan bahan makanan dan pakaian, LG Loves and Cares juga menyediakan fasilitas cuci baju dan servis gratis di posko terdekat. Bagi para korban yang mengalami luka-luka ringan, LG melibatkan tenaga medis yang berkompeten untuk layanan pengobatan cuma cuma.

Selain membantu korban bencana alam, LG Loves and Cares juga kerap menggelar kegiatan santunan guna membantu masyarakat kurang beruntung. Seluruh pendanannya digalang dari karyawan LG. LG Love and Cares akan terus berupaya hadir pada setiap kejadian atau bencana yang memerlukan uluran kemanusiaan.

## 2. LG Loves Children

Anak-anak adalah generasi masa depan. Mendukung potensi anak adalah upaya membangun generasi ke depan yang lebih berkualitas. Masalahnya, tidak semua anak beruntung. Sebagian anak tidak cukup memiliki kesempatan dan peluang untuk mengembangkan potensinya, bahkan sebagian tidak memperoleh hak-haknya yang mendasar seperti kesehatan dan pendidikan dini.

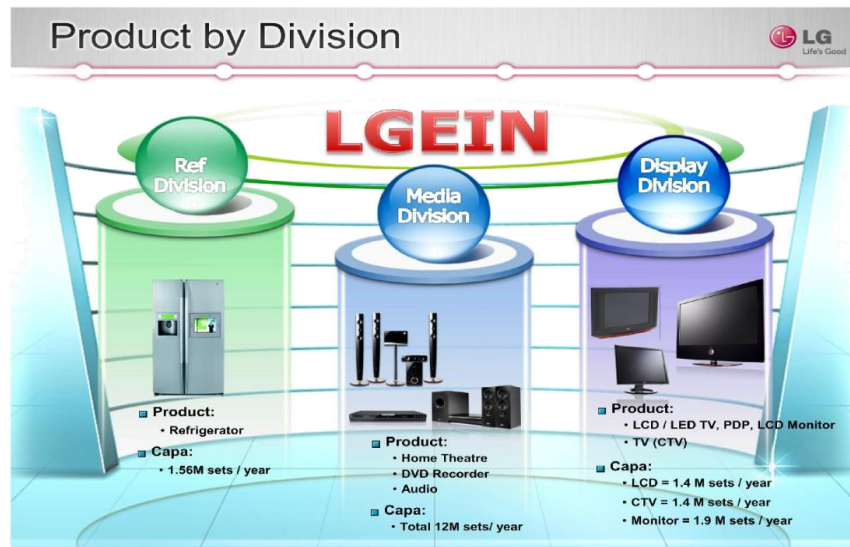
Melalui LG Love Children ini, LG membantu anak-anak yang tidak beruntung agar mendapatkan peluang yang sama untuk berkembang. Dalam hal pemenuhan hak mendasar, program ini untuk membantu sebagian anak itu agar mendapatkan layanan kesehatan seperti imunisasi dan pemeriksaan kesehatan secara cuma-cuma. Upaya ini juga dilakukan dengan melibatkan mitra, seperti dengan Yayasan

Sayap Ibu melalui penandatanganan kerjasama pada perayaan ulang tahun LG ke-20 pada November 2010.

### 3. LG Loves Green

Perhatian dan kepedulian pada lingkungan menjadi keniscayaan di era pemanasan global dewasa ini. Jika tak ada kepedulian itu, kerusakan lingkungan pun tinggal menunggu waktu. Padahal, seperti sering dipesankan, lingkungan bukan warisan untuk anak cucu, melainkan titipan dari mereka. Kepedulian lingkungan pun menjadi tanggung jawab semua pihak. Tidak sekedar mengikuti tren saja jika LG pun turut bergerak dalam aksi- aksi kepedulian lingkungan. Untuk itu, LG meluncurkan program LG Loves Indonesia. Salah satu kegiatannya, secara konsisten dan berkelanjutan, LG melakukan kegiatan tanam pohon terutama di daerah-daerah sekitar kawasan pabrik Produk LG Electronics Indonesia.

LG Electronics Indonesia terdiri atas tiga divisi, yaitu Divisi Media, Divisi Display, dan Divisi Refrigerator. Produk-produk Media mencakup produk Home Theatre, DVD Recorder, dan Audio. Produk Display mencakup LCD / LED TV, PDP, LCD Monitor dan TV (CTV). Sedangkan Divisi Refrigerator memproduksi kulkas.



Gambar 2.2 Produk LG Electronics Indonesia

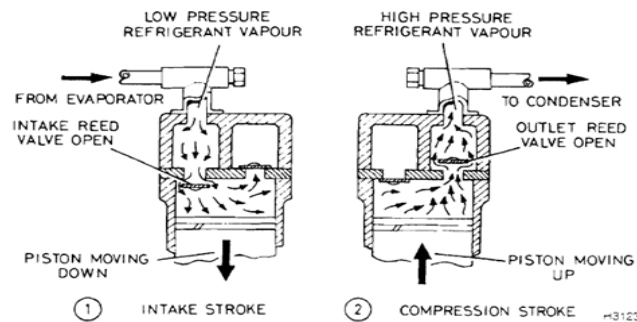
## BAB II PEMBAHASAN

### A. PRINSIP KERJA MESIN PENDINGIN

Pada dasarnya, setiap mesin pendingin tersusun dari komponen-komponen seperti kompresor unit (motor penggerak dan kompresor), kondensor, saringan, pipa kapiler/ katup ekspansi, pipa penguapan (evaporator), dan refrigeran.

#### 1. Kompresor Unit

Kompresor unit terdiri dari motor penggerak dan kompresor. Motor penggerak bertugas memutar kompresor, yang bertugas untuk menghisap dan menekan refrigeran untuk beredar di dalam unit mesin pendingin. Saat refrigeran (berfase gas uap) masuk, katup inlet terbuka untuk membiarkan uap mengalir dari evaporator ke dalam silinder. Saat kompresor berputar (kompresi), suhu dan tekanan refrigeran akan naik. Hal ini terjadi akibat molekul-molekul refrigeran bergerak lebih cepat dan saling bertabrakan. Selama proses ini, katup inlet menutup. Katup outlet dibiarkan terbuka, sehingga uap bahan pendingin hasil kompresi mengalir ke kondensor.



Gambar 2.4 Langkah Kompresi

Kompresor unit terbagi atas beberapa jenis, yaitu :

a. Jenis Unit Terbuka

Kompresor dan motor penggeraknya berdiri sendiri. Pemutarannya menggunakan ban (belt). Motor penggeraknya berupa motor listrik atau diesel.



Gambar 2.5 Contoh kompresor jenis open unit

Sumber

b. Semi Hermetic Unit (unit semi hermetic)

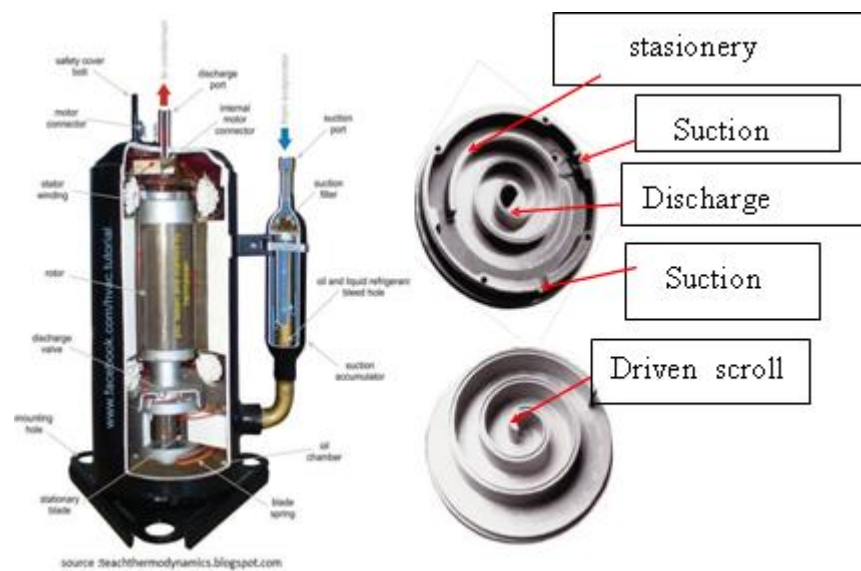
Kompresor dan motor listrik berdiri sendiri, tetapi dihubungkan seperti terlihat menyatu. Poros motor listrik terhubung dengan poros kompresor sebagai pemutar kompresornya.



Gambar 2.6 Contoh kompresor tipe semi hermetic

c. Hermetic Unit (Unit Hermetic)

Kompresor dan motor listrik benar-benar bersatu tertutup rata. Kelemahannya, jika terjadi kerusakan pada kompresor atau motor listrik, sulit diperbaiki. Keuntungannya adalah ukurannya lebih kecil dan relatif murah.



Gambar 2.7 kompresor rotary

**Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan kompresor hermetic**

| No. | Kelebihan           | Kekurangan                                                              |
|-----|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Harga murah.        | Ketika motor terbakar, maka jarang diservice biasanya langsung diganti. |
| 2.  | Noise level rendah. | Level oli sulit dilihat.                                                |

#### d. Kompresor scroll

Kompresor scroll bekerja dengan menggunakan prinsip menjebak uap refrigeran dan mengkompresikannya dengan penyempitan volume refrigeran secara perlahan-lahan. Kompresor scroll menggunakan konfigurasi dua scroll yang dipasang saling berhadapan. Kompresor scroll biasanya digunakan untuk sistem heat pump, AC Split, Windows AC, Split Duct dan Water Chiller berskala kecil. Scroll paling atas disebut *stationary scroll*, dimana terdapat *discharge port*. Sedangkan scroll paling atas disebut *driven scroll*, yang dihubungkan dengan motor melalui poros dan *bearing*. Stationary Scroll adalah scroll yang diam sedangkan Driver scroll adalah scroll yang berputar.

#### 2. Kondensor

Suhu gas refrigeran (hasil kompresi) merambat pada pipa-pipa kondensor dan media pendinginan. Media pendingin pada bagian kondensor ini membantu memperlancar terjadinya proses kondensasi (pengembunan). Pada proses ini, uap panas refrigeran hasil kompresi berubah menjadi cair (mengembun). Suhu dan tekanan gas refrigeran naik sampai keseimbangan dicapai. Kondensor harus ditempatkan di tempat yang luas, agar aliran udara tak terhalang dan biasanya dipasang kipas angin untuk memperlancar sirkulasi udara. Cairan hasil kondensasi sebagian disimpan di *receiver*, sebagian cairan refrigeran mengalir ke saluran cairan tekanan tinggi menuju *driver strainer*

(saringan). Tetapi, perlu diketahui bahwa tidak semua mesin pendingin dilengkapi *receiver* (reservoir).



Gambar 2.5 Kondensor

### 3. Saringan

Saringan biasanya terdiri dari silica gel (berfungsi menyerap kotoran, air) dan screen (terdiri dari kawat kasa halus yang berfungsi untuk menyaring kotoran dalam sistim seperti timah, karat, dan lain-lain. Artinya, di dalam sistim tidak boleh ada air ( $H_2O$ ), asam serbuk-serbuk/ kotoran-kotoran.



Gambar 2.6. Saringan AC split

#### 4. Pengontrol Cairan Refrigeran/ Pipa Kapiler

Pipa kapiler berfungsi untuk menurunkan tekanan dan mengatur jumlah cairan refrigeran yang mengalir. Penggunaan pipa kapiler membuat tekanan pada kondensor dan evaporator cenderung sama saat sistem tidak bekerja. Sehingga akan meringankan tugas kompresor saat sistem mulai diaktifkan. Artinya, fungsi pipa kapiler pun untuk mempermudah proses kerja mesin pendingin saat diaktifkan.

Proses pada pipa kapiler ini menyebabkan suhu dan tekanan cairan refrigeran menjadi lebih rendah. Untuk lebih menurunkan suhu refrigerant, biasanya dipasang sistem penukar panas (heat exchanger).



Gambar 2.7 Contoh pengontrol cairan

Alat ini disebut juga *Impedance tube*, *Restrictor tube* atau *Choke tube*. Pipa kapiler dibuat dari pipa tembaga dengan lubang dalam yang sangat kecil. Panjang dan lubang pipa kapiler dapat mengontrol jumlah refrigeran yang mengalir ke evaporator. Pipa kapiler gunanya untuk :

- a. Menurunkan tekanan refrigeran cair yang mengalir di dalamnya.
- b. Mengatur jumlah refrigeran cair yang mengalir melaluinya.
- c. Membangkitkan tekanan refrigeran di kondensor.

Pipa kapiler banyak sekali macamnya dan ukurannya. Yang diukur diameter dalam (*Inside Diameter = ID*), lain dengan pipa tembaga yang diukur diameter luar (*outside diameter*). Mula-mula dipakai pada tahun 1920 untuk lemari es dengan refrigeran Methyl Chloride. Sekarang telah dipakai untuk semua sistem refrigerasi yang kecil kapasitasnya, terutama lemari es untuk rumah tangga. Pipa kapiler dapat dipakai untuk refrigeran R-12, R-22, R-500, R-502 dan lain-lain.

Pipa kapiler tidak boleh dibengkok terlalu tajam, karena dapat menyebabkan lubang pipa kapiler tersebut menjadi buntu. Pipa kapiler menghubungkan saringan dan evaporator, merupakan batas antara sisi tekanan tinggi dan sisi tekanan rendah dari sistem. Pada bagian tengahnya sepanjang mungkin dilekakkan dengan saluran hisap dan disolder. Bagian yang disolder ini disebut penukar kalor (*Heat exchanger*). Sistem yang memakai pipa kapiler berbeda dengan yang memakai keran ekspansi atau keran pelampung. Pipa kapiler tidak dapat menahan atau menghentikan aliran refrigeran pada waktu kompresor sedang bekerja maupun waktu kompresor sedang berhenti.

Waktu kompresor dihentikan, refrigeran dari sisi tekanan tinggi akan terus mengalir ke sisi tekanan rendah, sampai tekanan pada kedua

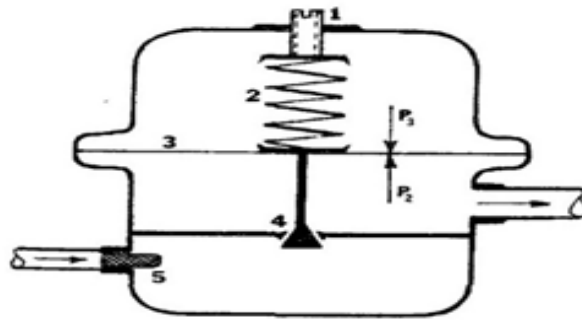
bagian tersebut menjadi sama disebut waktu penyama tekanan (*Equalization time*). Lemari es memerlukan waktu lima menit untuk menyamakan tekanan tersebut. Keuntungan penggunaan pipa kapiler adalah harganya murah dibandingkan dengan alat ekspansi yang lain. Kerugiannya pipa kapiler tidak sensitif terhadap perubahan beban, seperti pada alat ekspansi yang lain.

## 5. Katup Ekspansi

Sebenarnya, tidak semua mesin pendingin dilengkapi katup ekspansi yang berfungsi menurunkan tekanan cairan refrigeran seperti pipa kapiler. Namun banyak juga mesin pendingin yang memang dipasang katup ekspansi tersebut. Ada 3 macam katup ekspansi :

### 1. Katup Ekspansi Otomatis

Terdapat tekanan seimbang pada diafragma hasil dari 2 tekanan yang berlawanan antara  $P_1$  (tekanan dari pegas yang dapat diatur) dan  $P_2$  (tekanan dari evaporator). Jarum pada saluran masuk membuka saat  $P_2$  lebih kecil dari  $P_1$ . Sebaliknya, jika  $P_2$  lebih besar dari  $P_1$ , saluran masuk semakin kecil bahkan hingga tertutup.



Gambar 2.8. Keran ekspansi otomatis

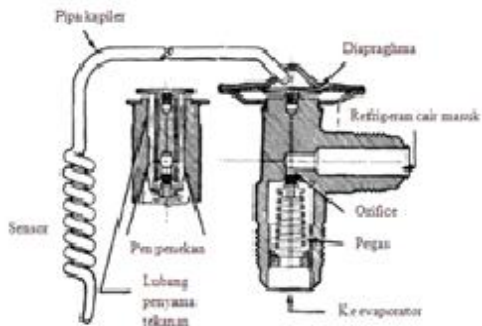
(Sumber: Handoko, 1981:109)

Ket :

1. Baut pengatur
2. Pegas
3. Membran
4. Jarum dan dudukan
5. Saringan. P2- tekanan evaporator, P3-tekanan pegas.

## 2. Katup Ekspansi Termo Listrik

Katup ekspansi yang dikontrol dengan “thermal electric” menggunakan thermistor, untuk mengontrol membukanya jarum jarum pada katup ekspansi. sistem ini tidak menggunakan elemen tekanan seperti pada katup ekspansi “thermostatic”. Tahanan listrik pada thermistor berubah dengan perubahan suhunya. Kenaikan suhu mengurangi tahanan thermistor. Oleh karena itu, pada tegangan yang diberikan kenaikan suhu tersebut menambah besarnya arus listrik.

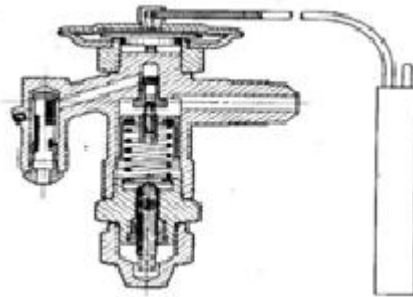


Gambar 2.9 Katup Ekspansi Termo Listrik

(Sumber: Handoko, 1981:112)

### 3. Katup Ekspansi Thermostatis

Katup ekspansi thermoststis digunakan pada system pendinginan majemuk. Dengan menggunakan system ini memungkinkan system majemuk untuk dapat memberikan suhu yang berbeda-beda pada beberapa cabinet. Katup system ini juga biasa digunakan pada penyegaran udara.



Gambar 2.10 Keran ekspansi thermostatis, Sporlan tipe G

(Sumber: Handoko, 1981:111)

## 6. Evaporator

Berfungsi untuk menguapkan cairan refrigeran dengan suhu dan tekanan lebih rendah, sambil mengambil panas dari udara yang mengalir melalui rusuk-rusuknya.



Gambar 2.11 Evaporator

## 7. Header

Berfungsi mengumpulkan cairan refrigeran agar tidak mengalir masuk ke kompresor. Tidak seluruh RAC menggunakan header yang khusus, biasanya fungsi header digabungkan dengan konstruksi evaporator, yaitu dari ujung pipa evaporator akhir atau di bagian saluran hisap yang ditempatkan di bagian teratas evaporator. Sehingga cairan selalu berada di bagian bawah evaporator dan hanya gas yang dapat mengalir masuk ke kompresor.

## 8. Saluran Hisap (Suction Line)

Penghubung antara evaporator dan kondensor. Berfungsi untuk mengalirkan gas refrigeran bersuhu dan bertekanan rendah dari evaporator ke kompresor. Seperti yang telah diketahui, bahwa mesin pendingin banyak menggunakan pipa-pipa, seperti untuk kondensor, pipa kapiler, dan pipa

evaporator. Pipa-pipa tersebut terbuat dari tembaga. Hal ini disebabkan tembaga memiliki beberapa sifat seperti :

- 1) Tembaga merupakan logam yang kuat, liat dan lunak, sehingga mudah dibentuk
- 2) Tembaga tak berkarat
- 3) Tembaga merupakan penghantar panas yang baik, hal ini sangat penting untuk terjadinya proses pendinginan.

Dalam mesin pendingin, diameter yang digunakan adalah :

**Tabel 2.2 Diameter pemipaan pada pendingin**

|                       | Pipa Penguapan | Kondensor | Pipa Kapiler         |
|-----------------------|----------------|-----------|----------------------|
| Domestic Refrigerator | 5/16 "         | 1/4 "     | 0,026 " atau 0,031 " |
| Room Air Conditioning | 3/8 "          | 5/16      | 0,45 mm              |

## 9. Refrigeran (Bahan Pendingin)

### 1) Syarat-Syarat Refrigeran

Refrigeran yang dibutuhkan bukan hanya berguna dalam proses pendinginan, melainkan sifat refrigeran tersebut juga tidak boleh berdampak buruk bagi komponen dan kerja pada mesin pendingin. Juga tidak boleh merusak hal-hal yang berkenaan dengan biologi, seperti pada

kesehatan manusia. Artinya refrigeran memiliki syarat-syarat umum seperti :

- a) Tak beracun dan tak berbau merangsang
- b) Tak dapat terbakar atau meledak jika terkena udara, pelumas, dan sebagainya
- c) Tak menyebabkan korosi pada setiap komponen mesin pendingin
- d) Bila terjadi kebocoran mudah dicari
- e) Memiliki titik didih dan titik kondensasi yang rendah
- f) Susunan kimianya stabil, tak terurai setiap kali dimampatkan, diembunkan dan diuapkan.
- g) Perbedaan antara tekanan penguapan dan tekanan pengembunan (kondensasi) harus sekecil mungkin
- h) Tak merusak tubuh manusia
- i) Konduktivitas termal tinggi
- j) Viskositas pada fase cair dan fase gas rendah, agar tahanan aliran refrigeran dalam pipa sekecil mungkin.
- k) Konstanta dielektrika dari refrigeran kecil, tahanan listrik yang besar, serta tidak menyebabkan korosi pada material isolator listrik.
- l) Harganya tak mahal dan mudah diperoleh.

## 2) Jenis Refrigeran

### a) Refrigeran “Fluorinated” (CFC)

Yang paling umum adalah R11, R12, R22 dan R502. R11 ( $\text{CCl}_2\text{F}$ ) biasanya digunakan pada AC dan instalasi pompa panas, sebab memiliki titik didih yang relative tinggi yaitu  $+24^\circ\text{C}$ . R12 ( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ) memiliki titik didih normal  $-30^\circ\text{C}$ . Biasanya digunakan pada mesin refrigerasi kecil akibat panas penguapan tiap jumlah refrigeran relative kecil.

R22 ( $\text{CHF}_2\text{Cl}$ ) memiliki titik didih  $-41^\circ\text{C}$ . Digunakan pada mesin freezer dan sebagainya yang menghendaki suhu yang lebih rendah. R502 ( $\text{CClF}_2\text{FC}_3$ ) merupakan campuran antara R22 dan R115. Memiliki titik didih  $-46^\circ\text{C}$ .

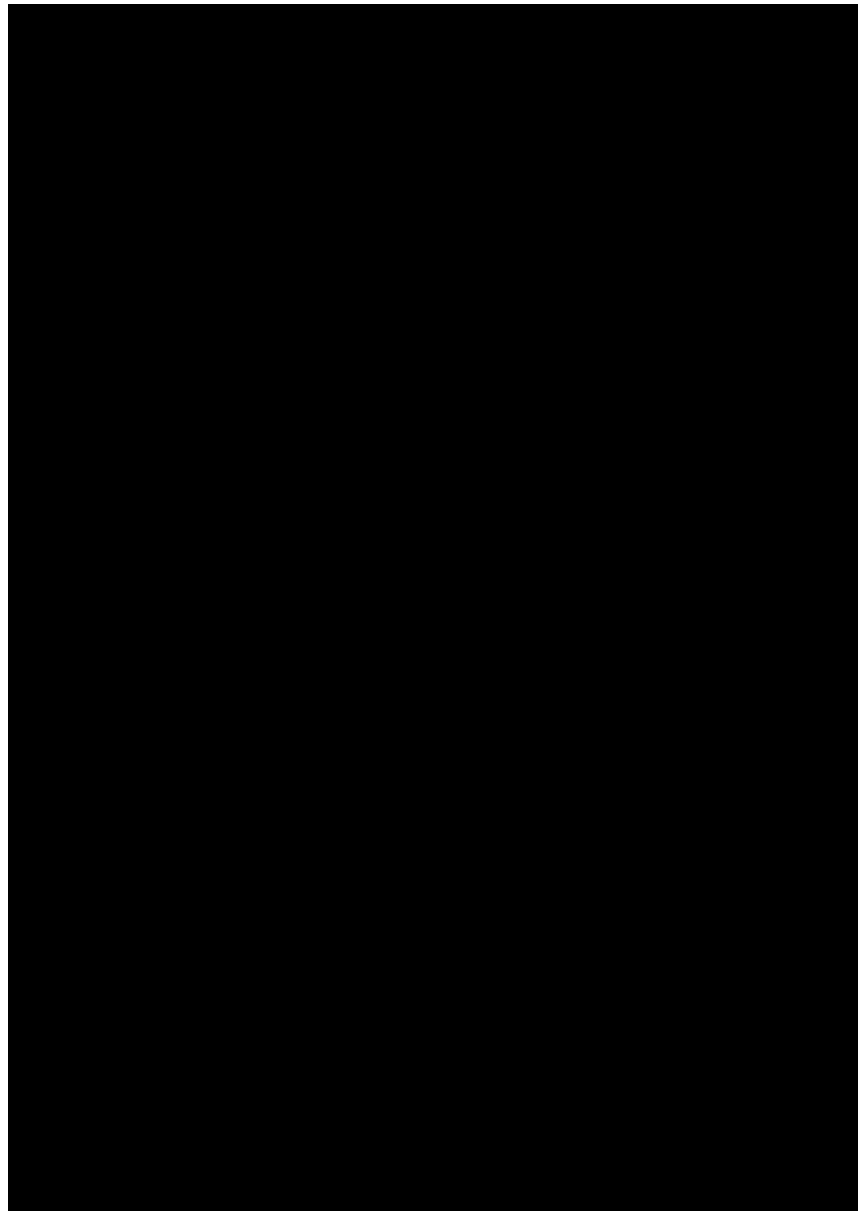
### b) Ammonia ( $\text{NH}_3$ )

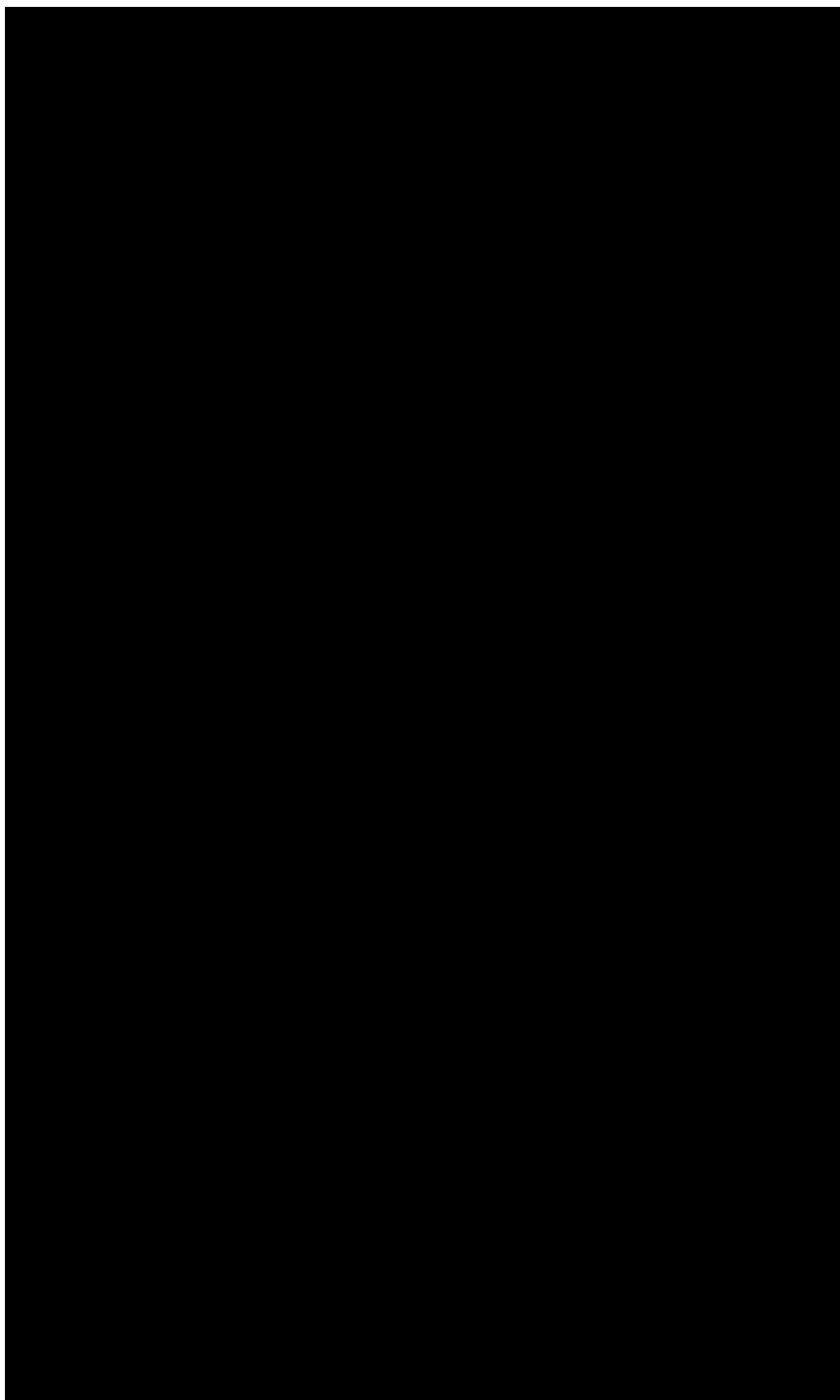
Digunakan secara luas pada mesin refrigerasi yang besar (industri). Titik didih normalnya  $30^\circ\text{C}$ . Memiliki karakteristik bau, meskipun pada konsentrasi yang sedikit. Tak dapat terbakar, tetapi meledak jika bercampur dengan udara berpersentase volume 13/28. Namun, tembaga atau campuran tembaga apapun tidak boleh digunakan pada mesin-mesin berammonia. Karena ammonia dapat menyebabkan korosi pada logam-logam tersebut.

c) Refrigeran Sekunder

Berperan sebagai media transmisi panas dari obyek pendinginan ke evaporator. Contohnya seperti air, udara atmosfer dan air asin.

**Table 2.3 Macam macam refrigerant**





**Tabel 2.4 Beberapa Merk dagang refrigeran**

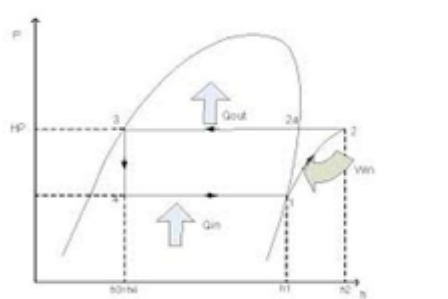
| <b>Nam</b> | <b>Pabrik</b>                       | <b>Negara</b> |
|------------|-------------------------------------|---------------|
| Freon      | E.I. du Pont de Nemours & Company   | U.S.A         |
| Gene       | Allied Chemical Corporation         | U.S.A         |
| Frige      | Hoechst AG                          | Jerman        |
| Arct       | Imperial Chemical Industries Ltd.   | Inggris       |
| Asah       | Asahi Glass Co., Ltd.               | Jepang        |
| Fora       | Pacific Chemical Industries Pty.    | Australia     |
| Daifl      | Osaka Kinzoku Kogyo Co., Ltd.       | Jepang        |
| Ucon       | Union Carbide Chemicals Corporation | U.S.A         |
| Isotr      | Pennsylvania Salt Manufacturing Co. | U.S.A         |

**Tabel 2.5 Warna tabung Refrigeran**

| <b>Refrigeran</b> | <b>Warna tabung</b>     |
|-------------------|-------------------------|
| Freon 11          | Jingga (Orange)         |
| Freon 12          | Putih                   |
| Freon 22          | Hijau                   |
| Freon 113         | Ungu tua (Purple)       |
| Freon 114         | Biru tua                |
| Freon 134a        | Biru muda (Biru langit) |
| Freon 500         | Kuning                  |
| Freon 502         | Ungu muda (Orchid)      |

Dilihat dari tabel, diketahui bahwa pemakaian refrigeran ditentukan oleh pabrik (pembuat) mesin pendingin dengan mempertimbangkan kapasitas mesin, jenis kompresor dan penggunaannya. Disarankan, tekanan uap refrigeran harus sedikit lebih tinggi dibanding tekanan atmosfer. Sehingga mencegah udara luar masuk ke sistem saat terjadi kebocoran. Itulah sebabnya, mengapa titik didih refrigeran merupakan faktor yang sangat penting.

### 3) Keadaan-Keadaan Refrigeran Pada Sistem yang Bekerja



Gambar 2.12 Diagram Tekanan-Entalpi

Di kondisi 3, refrigeran terkondensasi pada receiver berfase cairan. Memiliki tekanan sebesar  $HP$ , memiliki suhu kondensasi dan entalpinya sebesar  $h_3$ . Ketika cairan melewati katup-ekspansi fasenya berubah dari 3 ke 4. Perubahan fase diakibatkan mendidihnya cairan akibat penurunan tekanan menjadi  $P_4$ . Pada saat yang bersamaan dihasilkan titik didih yang lebih rendah sebesar  $T_4$  akibat penurunan tekanan. Pada katup ekspansi, entalpi tetap sebesar  $h_3$  akibat kalor tidak diberikan atau dibuang.

Pada saluran masuk (inlet) evaporator, terdapat campuran cairan dan uap. Sedangkan pada saluran keluar (outlet) evaporator, kondisi 1 merupakan uap jenuh. Di kondisi 1, tekanan dan suhu tetap, namun entalpi berubah menjadi  $h_1$  akibat penyerapan panas oleh evaporator.

Di kondisi 2, refrigeran berada di kompresor. Tekanan meningkat hingga sama seperti  $HP$ . Suhu naik lebih tinggi dibanding suhu kondensasi. Sebab uap refrigeran telah mengalami panas dengan kuat.

Pembentukan panas ini membutuhkan energy yang lebih besar sehingga entalpi berubah menjadi  $h_2$ .

Pada saluran masuk (inlet) kondensor, terjadi di kondisi 2, keadaan ini adalah satu dari keadaan uap panas-super pada tekanan di titik 2a. Panas dilepaskan dari kondensor ke lingkungan sehingga entalpi berubah dalam kondisi 3. Pertama kali pada kondensor terjadi suatu perubahan fase dari uap panas-super ke uap jenuh (titik 2a), sehingga kondensasi terjadi dari uap jenuh. Dari titik 2a sampai titik 3 suhu (suhu kondensasi) tetap sama, pada kondensasi dan penguapan terjadi pada suhu konstan.

#### 10. Minyak Pelumas

Minyak pelumas dalam sistem pendingin merupakan bagian yang penting untuk melumasi dan melindungi bagian-bagian yang bergerak dari kompresor. Kompresor mesin pendingin harus terus-menerus mendapat pelumasan. Jika cara pelumasannya kurang sempurna, bagian-bagian yang bergerak dari kompresor akan cepat aus dan rusak. Gunanya minyak pelumas dalam sistem pendingin adalah untuk :

- a. Mengurangi gesekan dari bagian-bagian yang bergerak.
- b. Mengurangi terjadinya kalor pada bus dan bantalan.
- c. Membentuk lapisan penyekat antara torak dan dinding silinder

- d. Membantu mendinginkan kumparan motor listrik di dalam kompresor hermetik.

Minyak pelumas di dalam kompresor selalu berhubungan bahkan bercampur dengan refrigeran dan mengalir bersama-sama ke semua bagian dari sistem. Minyak pelumas harus tetap stabil pada suhu dan tekanan yang tinggi dari kompresor, juga harus tetap dapat memberikan pelumasan dan melindungi bagian-bagian yang bergerak agar tidak aus dan rusak. Pada suhu rendah minyak pelumas harus tidak menimbulkan kotoran atau endapan yang dapat menyebabkan katup ekspansi menjadi buntu. Minyak pelumas yang ikut terbawa oleh refrigeran harus dapat dikembalikan ke kompresor dengan perencanaan dari sistem, terutama evaporator yang baik. Adapun Syarat-syarat minyak pelumas untuk mesin pendingin adalah :

- 1) Tidak mengandung air, lilin, asam dan lain-lain kotoran.
- 2) Mempunyai pour point yang rendah yaitu -250F sampai dengan - 400F (-320C sampai dengan -400C). Agar pemakaian pada sistem dengan suhu rendah, lilinnya tidak memisah dan membeku.
- 3) Mempunyai sifat dielektrik (tidak menghantar listrik) yang kuat minimum 25 kilo volt.
- 4) Mempunyai struktur kimia yang stabil, tidak mudah bereaksi dengan refrigeran atau benda lain yang dipakai pada sistem pendingin.

- 5) Tidak berbusa, karena jika berbusa minyak pelumas dapat membawa refrigeran cair masuk ke kompresor, dapat merusak katup kompresor.
- 6) Mempunyai kekentalan (viscosity) pada 1000F (37,80C) antara 150–300 SUV (Saybolt Universal Viscosity) dan untuk kompresor AC mobil.

### **BAB III**

## **DASAR TEKNIK PENDINGIN**

### **A. Dasar-dasar Teknik Pendingin**

#### **1. Tekanan**

Tekanan ialah gaya yg bekerja secara Vertikal pada bidang datar luas 1cm persegi, oleh benda padat, cair atau gas. Pada umumnya satuan yg digunakan adalah kg/cm persegi. Untuk mengukur besarnya tekanan, memakai satuan m m Aq "Tekanan Hidrostatika", m m Hg "Tinggi air raksa dalam tabung" atau gr/cm persegi.

Cara memahami air conditioning terlebih dahulu harus memahami tekanan. Tekanan adalah gaya per satuan luas. Semua benda padat, cair dan gas mempunyai tekanan. Benda padat memberikan tekanan kepada benda lain yang menunjangnya. Misalnya kaki lemari es memberikan tekanan kepada lantai. Cairan di dalam bejana memberikan tekanan kepada dinding dan alas bejana itu. Gas di dalam tabung memberikan tekanan kepada tabung. Tekanan gas di dalam tabung dipengaruhi oleh suhu dan jumlah gasnya. Kerja suatu AC sebagian besar tergantung dari perbedaan tekanan di dalam sistem. Kita harus mengerti arti macam-macam tekanan yang berhubungan dengan air conditioning. Tekanan tersebut ada tiga macam yaitu tekanan atmosfer, tekanan manometer (pengukuran) dan tekanan absolut (mutlak).

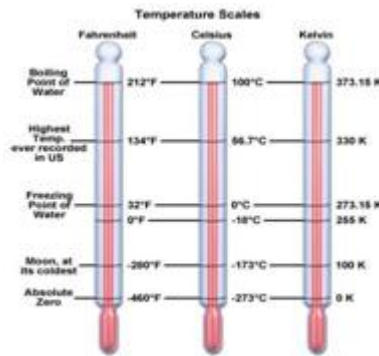


Gambar 3.1. Skala pengukuran tekanan atmosfer dan manometer  
(<http://stay-learning.blogspot.co.id>)

## 2. Temperatur

Temperatur adalah derajat panas atau tingkat kedinginan dari suatu benda, ukuran temperature atau suhu dinyatakan dgn angka-angka dan angka angka ini dsb derajat. Derajat temperature dapat di ukur dengan termometer air raksa atau termometer alkohol. Satuan yg dipakai pada umumnya derajat celcius atau derajat Fahrenheit.

- a. Derajat Celcius dalam skala celcius, titik beku air bersih di ambil nol derajat celcius, dan pada titik didih dibatas 76cm air raksa yg diberi angka 100.
- b. Derajat Fahrenheit dalam skala Fahrenheit. Titik beku air bersih di ambil 32 derajat celcius, dan pada titik didih diberi angka 212.



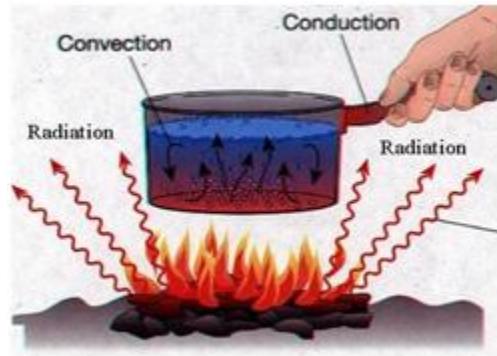
Gambar 3.2. Skala temperatur

(Sumber <http://www.nc-climate.ncsu.edu/edu/k12/.Temperature>)

Temperatur adalah tingkatan atau derajat panas atau dingin dari suatu benda yang umumnya diukur dalam satuan derajat Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) atau Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ), seperti ditunjukkan oleh Gambar 1.1. Jika kalor ditambahkan pada suatu benda maka temperatur benda itu akan naik. Begitu pula sebaliknya jika kalor dikurangi/dipindahkan dari suatu benda maka temperatur benda itu akan turun atau menjadi rendah. Temperatur rendah itulah yang disebut dingin.

### 3. Kalor

Kalor adalah salah satu bentuk energi yang tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Kalor dapat diubah bentuknya menjadi energi lain. Kalor adalah energi yang berpindah jika terdapat perbedaan temperatur. Kalor akan mengalir dari benda yang bertemperatur tinggi ke benda yang bertemperatur rendah. Kejadian ini akan terus berlangsung sampai diperoleh keseimbangan temperatur (termal).



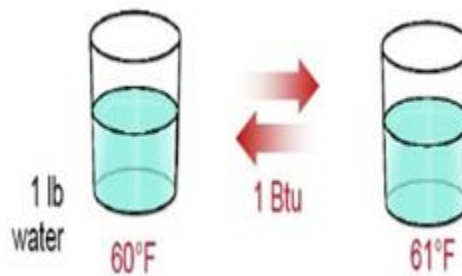
Gambar 3.3. Proses perpindahan kalor  
(Sumber: <https://www.educate-sustainability.eu>)

Sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 3.3, proses perpindahan kalor pada suatu zat terjadi dengan tiga cara yaitu konduksi, konveksi dan radiasi. Perpindahan kalor secara konduksi adalah perpindahan kalor melalui suatu zat yang sama tanpa disertai perpindahan bagian-bagian dari zat itu. Contoh: besi yang dipanaskan. Konveksi adalah perpindahan kalor melalui media gas atau cairan, sebagai contoh udara di dalam lemari es dan air yang dipanaskan di dalam cerek.

Radiasi adalah perpindahan kalor dari suatu bagian yang lebih tinggi suhunya ke bagian lain yang lebih rendah suhunya tanpa melalui zat perantara, contohnya: cahaya matahari, panas lampu dan tungku api. Perpindahan kalor secara radiasi hanya dapat terjadi melalui gas, benda yang transparan, dan ruang yang hampa udara (*vacuum*).

Pada sistem refrigerasi dan air conditioning, satuan energi kalor dinyatakan dalam *British Thermal Unit (BTU)*. BTU adalah sejumlah kalor

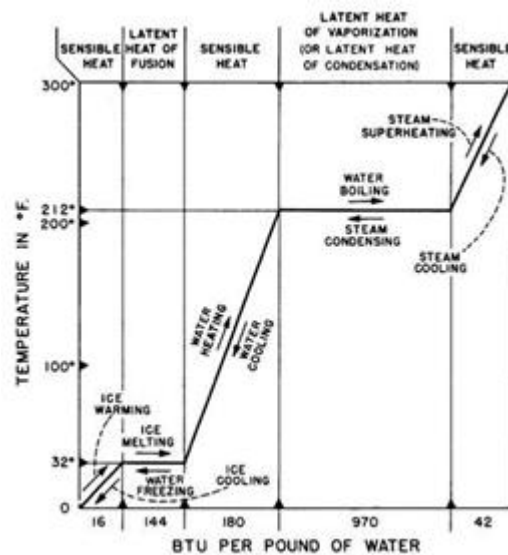
yang diperlukan untuk menaikkan temperatur 1 pon air sebesar  $1^{\circ}\text{F}$ . Air digunakan sebagai standar untuk menghitung jumlah kalor. Pada gambar 3.4 ditunjukkan ilustrasi dari proses penambahan kalor pada air.



Gambar 3.4. Proses penambahan kalor  
(<http://mariskasyafri.blogspot.co.id>)

Pada penggunaannya dikenal dua istilah kalor yaitu kalor sensibel dan kalor laten. Kalor sensibel adalah kalor yang dapat diukur, kalor yang menyebabkan terjadinya kenaikan/penurunan temperatur. Kalor laten adalah kalor yang diperlukan untuk merubah fasa benda, mulai dari titik lelehnya atau titik didihnya atau titik bekunya sampai benda itu berubah fasa secara sempurna, tetapi temperaturnya tetap. Kalor laten yang diperlukan untuk merubah fasa padat ke cair disebut kalor laten fusi (*latent heat of fusion*). Kalor laten yang diperlukan untuk merubah fasa cair ke padat disebut kalor laten pembekuan (*latent heat of freezing*). Kalor laten yang diperlukan untuk merubah fasa cair ke gas (uap) disebut kalor laten penguapan (*latent heat of vaporization*) dan kalor laten yang

diperlukan untuk merubah phasa gas ke cair disebut kalor laten pengembunan (*latent heat of condensation*). Kalor dapat diukur meskipun kita tidak melihatnya. Satuan dari Kalor : Joule (J), Kalori atau BT. Besaran nilai kalor laten dan sensible dari air untuk berubah wujud dan temperaturnya ditunjukkan oleh Gambar 3.5.



**Gambar 3.5** Nilai Kalor sensibel dan laten  
Sumber : <http://firecontrolman.tpub.com/1410>

**a. Kilo Kalori ( K Cal**

Kalor yg diperlukan untuk memanaskan/mendinginkan 1Kg air sampai suhunya naik/turun 1 derajat celcius dinamakan 1 K Cal.  
 $1\text{Kg Cal} = 4187 \text{ Joule} = 4,187 \text{ KJ} = 3,968 \text{ BTU}.$

### **b. British Thermal Unit (BTU)**

Jumlah kalor yg diperlukan untuk memanaskan/mendinginkan 1 pound air sampai suhunya naik/turun 1 derajat fahrenheit dinamakan 1 BTU.  $1 \text{ BTU} = 0,252 \text{ K Cal} = 1,055 \text{ K J} = 1055 \text{ Joule}$

### **c. Kalor Jenis**

Suatu zat ialah jumlah kalor yg diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kilo zat itu sebesar 1 derajat celcius atau 1 derajat kalvin. Untuk meningkatkan suhu 1 derajat celcius dari 1gram air diperlukan satu kalori (1 Cal). Akan tetapi kalor yg diperlukan untuk menaikkan suhu 1 derajat celcius berbeda-beda menurut berbagai zat. Benda padat/cair/gas yg mempunyai harga kalor jenis yg tinggi lebih lambat untuk memanaskannya dan tidak cepat mendingin. Bilangan kalor jenis dinyatakan dgn satuan  $\text{K Cal} / \text{Kg derajat Celcius}$ .

## **4. Hubungan Suhu dan Tekanan**

Umumnya benda-benda dalam wujud padat, cair dan gas jika dikalori gerak moleku-molekulnya menjadi lebih kuat dan volumenya mengembang. Jika mengembangnya dibatasi, akan timbul gaya yang besar dari benda dalam usahanya untuk mengembang. Makin besar kalor yang diberikan, makin besar tekanan yang ditimbulkan. Tekanan tersebut dapat diukur dengan manometer. Makin rendah tekanan pada permukaan cairan, makin rendah titik didih cairan itu. Hal ini pun berlaku untuk bahan pendingin di dalam evaporator. Makin rendah tekanan di atas permukaan bahan pendingin,

makin rendah titik didihnya sehingga suhu evaporator juga menjadi makin rendah.

#### **5. Hukum konservasi energi**

Hukum pertama termodinamika menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan, tapi dapat diubah bentuknya menjadi bentuk energi lain. Hukum kedua termodinamika menyatakan bahwa perpindahan energi panas berlangsung jika terdapat perbedaan-perbedaan temperatur. Panas itu akan mengalir dari benda bertemperatur tinggi ke benda bertemperatur rendah, kejadian ini akan berlangsung sampai dicapai keseimbangan temperatur.

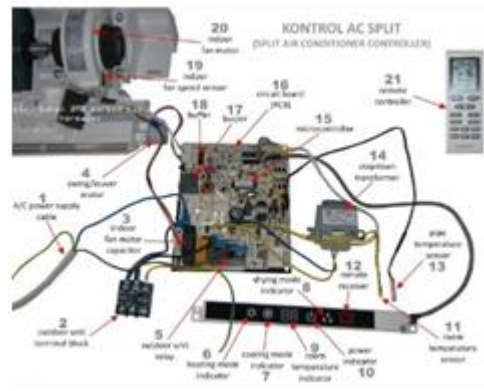
## BAB IV KERUSAKAN MESIN PENDINGIN

### A. Kerusakan kerusakan yang sering terjadi pada pendingin

Kerusakan pada mesin pendingin dapat terjadi pada bagian kelistrikan atau pada bagian system pendinginnya.

#### 1. Kerusakan pada Sistem Kelistrikan

Kerusakan yang sering terjadi pada kelistrikan adalah pada sumber listrik (suplai), hubungan kabel-kabel, motor kompresor, motor pada kipas, thermostat, overload (OL), kapasitor dan relai.



Gambar 4.1. module kelistrikan AC split  
[www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com)

##### a. Sumber Listrik

Jika motor kompresor saat dihubungkan dengan sumber listrik tidak berputar, periksa tegangan pada *stop kontak* menggunakan voltmeter. Jika tegangannya tidak ada, kemungkinan zekeringna putus atau ada penghubung listrik lain yang lepas.

Mesin pendingin tidak diperbolehkan bekerja dengan tegangan 10 % lebih besar atau lebih kecil dari besaran yang tertera pada pelat nama. Tegangan saat mesin pendingin bekerja dapat turun akibat kelebihan beban. Seperti penggunaan las listrik (bertegangan besar) atau saat malam hari ketika lampu-lampu, TV dan alat elektronik lain dinyalakan. Dapat juga disebabkan instalasi kurang baik. Seperti ukuran kabel yang kecil, terlalu panjang, sambungan-sambungan kabel kurang baik, kabel sudah tua dan sebagainya.

b. Hubungan Kabel-Kabel

Setiap kabel diperiksa apakah sesuai dengan wiring diagram atau tidak. Itulah alasannya, wiring diagram jangan pernah dibuang. Periksa juga klem kabel. Jika klem kabel kurang bahkan tidak kuat terhadap terminal, akan mengakibatkan tegangan turun, sehingga timbul panas atau pemutusan aliran listrik.

## **2. Motor Kompresor**

Untuk memeriksa gangguan pada motor listrik, kotak terminal dibuka dan seluruh kabel-kabel pada terminal dilepas.

## **3. Motor pada Kipas**

Untuk mencari kerusakan pada kopas angin, cabut terlebih dahulu steker dari stop kontak karena daun kipas jika berputar akan berbahaya saat terkena tangan. Periksa bagian mekanisnya terlebih dahulu. Seperti pada poros/ dudukan porosnya. Caranya dengan mendorong kedua ujung porosnya

ke atas/ ke bawah dan ke kiri/ ke kanan. Putar juga daun kipas, untuk memastikan porosnya tidak macet dan daun kipas bergesek dengan rumahnya.

Jika sudah, periksa juga-xsew bagian kelistrikannya menggunakan ohm meter. Hubungkan kipas dengan sumber. Jika masih bermasalah, meskipun hubungan kabel-kabel sudah baik, periksa kapasitornya. Pemeriksaan paling cepat dengan cara mencoba kapasitor baru.

#### **4. Termostat**

Jika mencurigai adanya kerusakan pada thermostat, dapat dilakukan dengan memutar saklar pemilih (selector) ke posisi tombol (cool). Dari pengatur suhu di putar ke kanan (searah jarum jam). Jika kompresor tidak jalan, lepas steker dari stopkontak. Lalu periksa hubungan kontak dari thermostat menggunakan ohm meter. Pemeriksaan dapat juga dilakukan dengan melepas steker dan ujung-ujung kabel dari thermostat.

#### **5. Overload (OL)**

Overload merupakan alat pengaman yang disambung seri dengan kabel dari line. Kontak dari OL dapat terbuka saat suhu motor tinggi. Lalu akan menutup saat suhu rendah. Jika sudah dipastikan overload selalu terbuka, bukan berarti overload mengalami kerusakan. Karena overload tak dapat diperbaiki atau disetel jika menginginkan kontaknya menutup kembali. Artinya, carilah sebab-sebab lain mengapa overload selalu terbuka. Kemungkinan tegangan terlalu rendah/ tinggi, kapasitor kontak di dalam,

kerusakan kompresor atau klem terminal kurang keras. Artinya, kerusakan tidak pernah berasal dari overload.

## **6. Kapasitor**

Kerusakan yang terjadi pada kapasitor adalah :

- a. Kontak di dalam (short circuit)
- b. Putus hubungannya di dalam (open circuit)
- c. Kontak dengan badan (grounded)
- d. Kekuatannya menurun (chemically weak)

Pemeriksaan pada kapasitor dapat dilakukan dengan menggunakan sumber listrik dan voltmeter atau ampermeter untuk mengetahui pemakaian arus sehingga dapat menentukan  $\mu F$  dari kapasitor, sekaligus membandingkan  $\mu F$  tersebut dengan  $\mu F$  yang tertera pada nama plate.

## **7. Kerusakan pada Sistem Pendingin**

Kerusakan pada system pendingin biasanya terjadi pada kompresor, pipa-pipa (kondensor/ evaporator), saringan dan refrigeran.

- a. Unit Kompresor

Pemeriksaan unit kompresor dapat dicoba dihubungkan dengan sumber dan dipasang Ampermeter untuk mengecek arus yang ditarik oleh motornya. Kemungkinan kerusakannya adalah :

- 1) Motor tidak bekerja dan berarus sangat besar melebihi arus rotor yang ditahan atau LRA (*Locked Rotor Ampere*) dari motor. Artinya, motor sudah terbakar.
- 2) Motor tidak bekerja dan berarus 1-2 kali FLA, kompresor macet. Kompresor perlu diperiksa.
- 3) Motor dapat bekerja, tetapi berarus 1,5-2 kali FLA. Artinya motor hampir terbakar.
- 4) Motor dapat bekerja dan berarus normal, tetapi bersuara keras, kemungkinan ada pegas yang patah.
- 5) Motor dapat bekerja dan berarus normal, tetapi tekanan tak memenuhi syarat, bersuara dan katup kompresor rusak.

b. Evaporator

Kemungkinan kerusakan pada evaporator akibat kebocoran dan kebuntuan. Kebocoran dapat diperiksa pada bagian sambungan atau bagian lengkungan pipa. Sedangkan kebuntuan diakibatkan adanya kotoran atau adanya pipa yang gepeng.

c. Kondensor

Kerusakan pada kondensor sama dengan kerusakan pada evaporator. Pada mesin yang sedang bekerja, kondensor terasa panas jika dipegang saat mengalami kerusakan.

d. Pipa Kapiler

Kerusakan pada pipa kapiler juga sama dengan kerusakan pada kondensor dan evaporator. Kebuntuan pada pipa kapiler secara keseluruhan menyebabkan suara pada ujung evaporator tak terdengar dan tak terasa dingin.

e. Saringan

Pada saringan yang buntu sebagian, akan mengalami perbedaan panas disbanding again dekat pipa kapiler. Pada saringan yang buntu sama sekali, bagian luar dari saringan berkeringat atau terjadi es, tekanan pada sisi tekanan tinggi menjadi lebih tinggi.

f. Refrigeran

Gangguan yang sering terjadi biasanya akibat kebocoran. Juga terlalu banyak isi bahan pendingin (over charged). Ditandai dengan tekanan pada setiap sisi bertekanan tinggi, kompresor bersuara keras pendinginan kurang baik, terjadi pembekuan pada saluran pipa hisap dan arus yang dialirkan berlebihan.

Gangguan juga bisa terjadi akibat kurang isi bahan pendingin (under charged). Yang ditandai arus yang dialirkan menurun, terjadi bunga es (jika pada AC) pada pipa masuk evaporator, kompresor terus bekerja, pemakaian watt yang banyak dan pendinginan yang kurang baik.

## **BAB V**

### **PERALATAN KERJA REFRIGERASI DAN TATA UDARA**

#### **A. Manifold Gauge**

*Manifold gauge* terdiri dari meter tekan (*discharge*) dan meter ganda (*suction*), dua buah keran yang disatukan dan tiga buah selang isi dengan tiga warna yang berlainan. Selang pengisian pada *manifold gauge*, dirancang untuk mampu menahan tekanan lebih dari 500 psi (3448 kPa). Selang ini memiliki tekanan rata-rata sampai 200 psi (12790 kPa). Selang tersedia dalam berbagai warna: putih, kuning, merah, dan biru. Karena warna merupakan salah satu ciri dari penggunaan selang tersebut. Biru digunakan untuk tekanan rendah, merah untuk tekanan tinggi, dan putih atau kuning untuk saluran tengah. Ciri warna berguna untuk memperkecil kemungkinan tertukarnya pemasangan dari manifold ke sistem.

Standar akhir dari selang pengisian dirancang sebesar  $\frac{1}{4}$  inci SAE (*flare*) saluran dari manifold dan saluran masuk ke kompresor. Selang saluran dapat diganti dengan *Nylon*, *Neoprene*, atau karet atau gasket karet yang disisipkan. Gasket berfungsi untuk menahan selama proses pemindahan dan langkah pengisian refrigerant. Selang biasanya dilengkapi dengan jarum pada bagian ujung saluran yang digunakan untuk menekan pentil saat menyalurkan refrigerant juga untuk menjaga bagian

dalam selang ketika tidak digunakan sehingga memungkinkan benda asing tidak masuk kedalamnya.



Gambar 5.1. Manifold gauge

(Sumber : <http://rshsmart.blogspot.ciri-ciri-sistem-ac-mobil-yang.html>)

Antara tekanan tinggi dan tekanan rendah pada *manifold* dilengkapi dengan katup tangan *shutoff*. Jika katup tangan ini diputar seluruhnya ke arah kanan, searah jarum jam (cw), *manifold* akan tertutup. Dalam kondisi ini, tekanan bisa terbaca pada masing-masing alat ukur. Dengan menghubungkan *manifold gauge* kepada sistem, kita dapat lebih cepat mengetahui kesalahan dari sistem. Tekanan kedua meter dari *manifold gauge* dapat menunjukkan kepada kita apa yang sedang terjadi di dalam sistem. Selain itu alat tersebut dapat dipakai untuk: menunjukkan vakum, mengisi refrigeran, menambah minyak pelumas, memeriksa tekanan dari sistem dan kompresor.

## B. Pompa Vakum

Tekanan atmosfer pada permukaan laut adalah 14.696 psia dan untuk mempermudah pengaplikasiannya nilai ini biasanya dibulatkan menjadi 14,7 psia. Pada permukaan laut tekanan 14 psia adalah merupakan kondisi vakum.

Pemvakuman harus dilakukan jika sistem pendinginan mengalami :

1. Perbaikan atau perawatan sistem pendinginan
2. Kebocoran refrigerant akibat kerusakan komponen
3. Kontaminasi yang diakibatkan oleh refrigeran



Gambar 5.2. Pompa vakum  
( Sumber:<http://ryan86574.en.madchina.com/offer/tqoneZOGApVM/Sell> )

Pompa vakum seperti pada Gambar 5.2 berfungsi untuk membuat vakum (hampa udara) sistem pendingin sebelum diisi dengan refrigeran. Pompa vakum harus dapat mengeluarkan semua gas, udara dan uap air dari dalam sistem. Pompa vakum yang baik harus dapat menarik udara sampai beberapa mikron dari vakum mutlak. Pompa vakum tersedia dalam berbagai ukuran dan kapasitas. Minyak pelumas pada pompa vakum harus

sering diperiksa. Apabila di dalam pompa vakum minyaknya bertambah banyak, ini adalah petunjuk bahwa pompa vakum telah banyak menghisap kotoran, asam, air dan minyak pelumas dari sistem yang dibuat vakum.

Penggunaan dari beragam jenis *leak detector* tersebut disesuaikan dengan kebutuhan lapangan. Kebocoran yang terjadi ada yang mudah dicari, tetapi ada juga yang sangat sukar dicari tergantung pada tempat dan besarnya kebocoran. Tempat kebocoran biasanya dapat mudah diketahui karena ada minyak yang menetes atau lapisan minyak di tempat yang bocor. Adapun *halide detector* mendeteksi kebocoran dengan jalan menghisap udara melalui selang pencari kebocoran yang akan disalurkan ruang plat reaksi tembaga. Ketika campuran udara dan gas dibakar, aliran yang disirkulasikan sampai ke mulut pembakar sebesar 1 quarter inci terbuka diatas plat reaksi. Jika terjadi kebocoran warna api reaksi pada plat berwarna ungu. Air sabun merupakan sebuah metode atau cara untuk mencari kebocoran yang cukup efektif, karena kebocoran biasanya terdapat pada daerah khusus dimana *halide detektor* tidak dapat mendeteksinya. Pembuatannya dilakukan dengan mencampurkan  $1 \frac{1}{2}$  tutup serbuk.

### C. Leak Detector

Alat ini digunakan untuk mencari atau mendeteksi kebocoran yang terjadi pada sistem pendingin. Alat deteksi kebocoran tersedia dalam beberapa jenis yaitu *electronic detector*, *halide detector*, dan air sabun. Satu contoh *leak detector* ditunjukkan oleh Gambar 5.3.

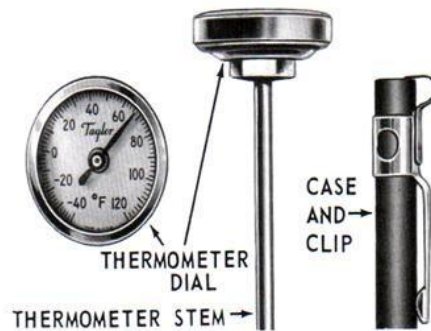


Gambar 5.3. Elektronik Leak Detector  
Sumber :<http://www.refspecs.com>

Sabun dengan air yang kemudian dipakai dengan menggunakan alat kuas lukis yang kecil. Ketika cara ini digunakan pada wilayah yang diduga mengalami kebocoran, maka akan terlihat atau terjadi gelembung sabun.

#### D. Thermometer

Alat ini digunakan untuk mengukur temperatur. Temperatur adalah tingkatan atau derajat panas dari suatu benda yang umumnya diukur dalam satuan derajat Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) atau Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Jika panas ditambahkan pada suatu benda maka temperatur benda itu akan naik. Begitu pula sebaliknya jika panas dikurangi/dipindahkan dari suatu benda maka temperatur benda itu akan turun atau menjadi rendah. Temperatur rendah itulah yang disebut dingin.



Gambar 5.4. Thermometer  
Sumber :<http://www.refspeccs.com>

Thermometer model paku seperti ditunjukkan oleh Gambar 5.4, adalah alat yang biasa digunakan pada sistem AC mobil untuk mengukur suhu udara yang keluar dari evaporator menuju ruangan penumpang dan pengemudi. Biasanya alat ini di tempatkan disaluran udara yang terletak di dashboard mobil.

#### E. Multitester

Multitester seperti ditunjukkan oleh Gambar 5.5 adalah alat yang digunakan untuk mengukur tegangan (V) dan hambatan ( $\Omega$ ) pada aliran arus searah (DC) dan aliran arus bolak-balik (AC).



Gambar 5.5. Multitester

Ketika akan melakukan pengukuran tegangan, sistem kelistrikan harus dialiri arus listrik. Sebaliknya jika akan mengukur nilai hambatan pada sistem kelistrikan, arus listrik yang mengalir harus dimatikan terlebih dahulu.

#### **F. Tang ampere**

Tang Ampere seperti pada Gambar 5.6, sering disebut juga clamp tester, hook-on ammeter, clamp-on ampere-volt-ohmmeter, snap-on volt-ampere-ohmmeter. Alat ini digunakan untuk mengukur kuat arus (ampere), tegangan (volt), dan hambatan (ohm) dari komponen-komponen kelistrikan mesin pendingin.



Gambar 5.6. Tang mengukur arus

Sebelum memeriksa ampere komponen listrik mesin pendingin, perhatikan dulu label (name plate) kompresor berapa besar arus yang

dihasilkannya. Dikarenakan pada saat starting nilai arusnya bisa mencapai enam kali saat kompresor berjalan normal. Untuk mencegah kerusakan clamp tester, putarlah skala ampere-meter pada skala yang tinggi, baru dilakukan pengukuran. Pengukuran dapat dilakukan dengan membuka mulut pengait clamp tester, kemudian mengaitkannya ke kabel yang diperiksa. Cukup satu kabel yang dimasukan, karena yang diukur adalah medan magnet (efek faraday) dari kabel. Bila angka pembacaan pada clamp tester kecil atau jarum penunjuk bergerak sedikit, putarlah skala ampere-meter perlahan-lahan ke skala yang lebih rendah, sehingga diperoleh pembacaan yang akurat.

#### 1. Mengukur Tegangan

Sebelum mengukur, putarlah skala volt sedikit lebih tinggi daripada voltase aliran listrik yang masuk. Untuk mengukur voltase, tusukan kabel positif-negatif, biasanya kabel berwarna hitam (negative) dan berwarna merah (positif). Setiap kabel dihubungkan dengan bagian yang dibuka sedikit isolasinya dari kabel rangkaian listrik yang akan diukur tegangannya. Ujung lain dari kedua kabel pembantu dihubungkan ke clamp tester, sampai disini pembacaan voltase sudah bisa dilakukan.

#### 2. Mengukur Hambatan

Pengukuran hambatan pada sebuah rangkaian listrik dilakukan setelah aliran listrik dihentikan terlebih dahulu. Lakukan kalibrasi skala ohm-meter terlebih dahulu pada clamp tester. Jarum pada skala harus

menunjukkan 0 Ohm. Pada kondisi ini barulah clamp tester bisa digunakan. Ohmmeter banyak dipakai untuk mengukur hubungan kabel dalam suatu rangkaian listrik. Mengukur hambatan motor listrik, untuk mencari terminal C, S dan R dari motor listrik.

#### **G. Kapasitor Tester**

Guna memudahkan pemeriksaan start kapasitor, dipergunakan kapasitor tester. Alat ini menunjukkan kondisi start kapasitor dengan tepat, biasanya dengan bunyi. Cara mempergunakannya adalah dengan menghubungkan kabel kapasitor tester dengan kedua terminal kapasitor. Bila tombol diletakan akan keluar bunyi. Hubungan bunyi dengan kondisi kapasitor sebagai berikut:

1. Bunyi dengan nada tinggi kemudian merendah perlahan dan akhirnya tidak bersuara berarti kondisi kapasitor baik.
2. Nada bersuara tinggi terus menerus berarti kapasitor kontak di dalam.
3. Tidak bersuara berarti kapasitor putus hubungan di dalam.
4. Nada suara rendah terus menerus berarti kapasitor bocor. Saat ini ada juga kapasitor tester jenis digital, yang dapat menunjukkan langsung nilai kapasitansi dari kapasitor dalam satuan mikro Farad



Gambar 5.7. Capacitor Tester

#### H. Mesin 3R (Recovery, Recycle dan Recharging)

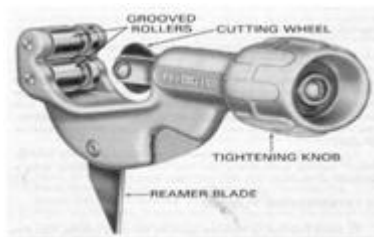
Mesin Recovery, Recycle, dan Recharging biasa juga disebut sebagai mesin 3R, mempunyai tiga fungsi yaitu mengeluarkan dan menangkap refrigeran (recovery), mendaur ulang refrigeran yang ditangkap (recycle) dengan cara memisahkannya dari pelumas dan menyaring kotoran padat, dan mengisi kembali refrigeran yang ditampung dalam satu mesin adalah agar tidak ada refrigeran yang terlepas ke atmosfer ke atmosfer sebagai akibat adanya pergantian selang pada setiap proses. Refrigeran yang terdapat dalam selang penghubung dapat terlepas ke atmosfer dan merusak ozon.



Gambar 5.8. Mesin 3R

### I. Cutting Copper Tubing

Cutting Copper Tubing adalah proses pemotongan pipa tembaga dengan menggunakan pemotong pipa (tubing cutter).



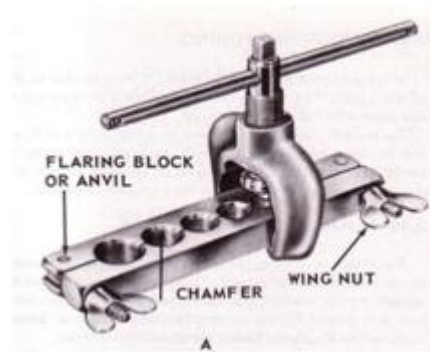
Gambar 5.9. Tubing Cutter

Pemotong pipa tembaga (tubing cutter) digunakan agar potongan menjadi rata dan pipa tetap bulat serta tidak ada retakan, hal ini penting agar pada saat pipa di *flare* atau di *swage* pipa tidak pecah dan hasilnya baik.

### J. Flaring Copper Tubing

Flaring Copper Tubing adalah proses untuk mengembangkan ujung pipa tembaga dengan menggunakan flaring tools agar pipa dapat disambung dengan sambungan pipa dari kuningan yang berulir (flare fitting).

Sebelum ujung pipa dikembangkan, terlebih dahulu memasukkan flare nut (mur dari kuningan). Selanjutnya baru ujung pipa tersebut di masukkan pada flaring block, dengan ujung pipa dibuat 3 mm di atas flaring block dengan sambungan pipa dari kuningan yang berulir (flare fitting). Sebelum ujung pipa dikembangkan, terlebih dahulu memasukkan flare nut (mur dari kuningan). Selanjutnya baru ujung pipa tersebut di masukkan pada flaring block, dengan ujung pipa dibuat 3 mm di atas flaring block.



Gambar 5.10. Flaring Tools

### K. Swaging Copper Tubing

Swaging copper tubing adalah proses untuk membesarkan ujung pipa tembaga dengan menggunakan Swaging tool, agar dua buah pipa yang sama diameternya dapat disambung dengan las perak (silver brazing). Panjang sambungan untuk tiap ukuran pipa berbeda, pada umumnya diambil sepanjang diameter dari pipa yang akan disambung.



Gambar 5.11. Swaging Tools

#### **L. Bending Copper Tubing**

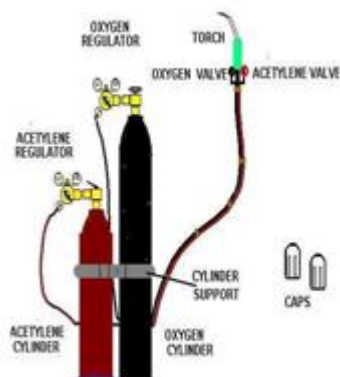
Bending copper tubing adalah proses untuk membengkokkan pipa tembaga lunak dengan menggunakan tube bender agar diperoleh hasil bengkokkan yang tepat dan rapi. Pemakaian tube bender juga dapat menghindarkan pipa menjadi gepeng atau rusak pada saat pipa dibengkokkan. Alat pembengkok type ini dapat membuat bengkokan pada tempatnya dan dapat membuat sudut bengkokan dengan akurat dengan hasil bengkokan sangat baik.

Gambar 5.12. Bending

Dapat membengkokkan pipa dari  $0^{\circ}$ - $180^{\circ}$ . Alat pembengkok pipa pada gambar 5.12 hanya dapat membengkokkan satu macam ukuran pipa saja, sedangkan alat pembengkok pipa kecil pada gambar 5.12 memiliki 3 atau 4 rol yang disatukan. Dapat untuk membengkok pipa untuk berbagai ukuran diameter pipa, untuk pipa  $\frac{3}{16}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{5}{8}$ , dan  $\frac{3}{8}$ .

### M. Brazing Copper Tubin

Brazing copper tubing adalah proses yang diperlukan untuk menyambung pipa atau menutup kebocoran. Pipa yang akan disambung biasanya dipanaskan di atas temperatur material pengisi tetapi masih dibawah titik leleh material pipa (antara  $600$   $800^{\circ}\text{C}$ ). Pemanasan dilakukan dengan semburan api hasil pembakaran bahan bakar dengan oksigen atau udara. Material pengisi yang umum digunakan adalah silver (perak) dan untuk hasil *brazing* yang baik biasanya digunakan *flux*.



Gambar 5.13. Brazzing Tools

**N. Dental Mirror**

Dental mirror biasanya digunakan oleh dokter gigi, berguna untuk melihat dan memeriksa bagian-bagian yang terlindung atau sukar dilihat, demikian halnya pada pemeriksaan bagian-bagian komponen mesin pendingin. Untuk memeriksa hasil pengelasan atau mencari kebocoran pada tempat yang sukar dilihat. Alat ini ada yang dilengkapi lampu battery sehingga bisa memeriksa bagian yang gelap



Gambar 5.14. Dental Mirror

**O. Alat Pembuntu Pipa (Pinch-Off tool)**

Alat ini dipakai untuk membuntukan ujung pipa tembaga supaya tidak bocor, tetapi dengan tidak merusak dan patah. Pembuntu pipa dibuat oleh beberapa pabrik dengan bermacam-macam model, bentuk, dan sifat.

1. Pembuntu pipa jenis Vise-Grip



Gambar 5.15. Pembuntu pipa jenis vise grip

Pada Gambar 5.15 ditunjukkan alat pembuntu pipa dengan bentuknya seperti tang penjepit yang berbentuk setengah bulatan memanjang. Sangat praktis dan mudah dipakai untuk membuntukan pipa kapiler dan pipa tembaga sampai 1/2". Setelah pipa dijepit sampai tidak bocor, pembuntu pipa tersebut akan terus menjepit dan melekat pada pipa. Setelah pekerjaan selesai, barulah vise-grip tersebut dilepas dari pipa.

## 2. Pembuntu pipa jenis ragum (Robin air)

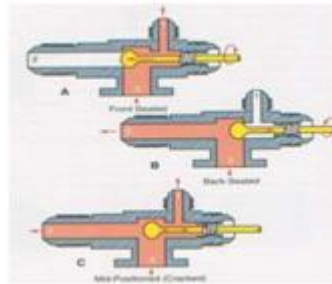


Gambar 5.16. Pembuntu pipa jenis ragu

Pembuntu pipa jenis ini seperti nampak pada Gambar, digunakan dengan cara pipa ditekan sampai menjadi satu. Bila dilihat dari bawah berbentuk dua garis melintang dan dari atas diantara kedua garis tersebut terdapat bulatan. Hasil jepitannya sangat kuat. Setelah dibuntukan pipa tidak dapat dibulatkan kembali. Dapat dipakai untuk membuntukan pipa kapiler dan pipa tembaga sampai dengan 3/8.

#### **P. Katup Servis (Service Valve)**

Katup service berfungsi untuk menyambungkan manifold gauge dengan sistem refrigerasi guna dilakukan proses pengukuran, pemfakuman dan pengisian refrigerant. Biasanya terdapat di saluran suction kompresor atau di saluran pipa cair (liquid line), menyatu dengan liquid receiver. Katup service memiliki 3 lubang dan tiga posisi seperti ditunjukkan oleh gambar



Gambar 5.17. .Katup servis

Keterangan Posisi-posisi katup service:

Lubang 1 : Dihubungkan ke manifold geage

Lubang 2 : Menuju kompresor (suction line) menuju ekspansi Lubang 3

: Dari Kompresor (suction line) dari liquid receiver

Posisi A : Front Seat

Posisi B : Back Seat

Posisi C : Mid

## **BAB VI PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

Selama pelaksanaan praktek lapangan industri di PT. LG SERVICE INDONSIA penulis banyak sekali mendapatkan pengalaman dan pengetahuan yang berguna untuk diterapkan nantinya dalam pendidikan ataupun setelah tamat nantinya. Dari pelaksanaan praktek lapangan industri yang penulis dapatkan di bangku kuliah, maka dari itu penulis simpulkan:

1. Bahwa pelaksanaan praktek lapangan industri ini sangat besar artinya bagi kelangsungan pendidikan di fakultas teknik khususnya jurusan teknik mesin.
2. Pelaksanaan praktek lapangan industri menambah pengetahuan tentang dunia usaha yang berkecimpung dalam dunia produksi.
3. Praktek lapangan industri dapat mengembangkan ilmu pengetahuan yang didapat di bangku perkuliahan serta membandingkan dengan realita lapangan.
4. Dalam praktek lapangan industri ini sangat berguna bagi setiap mahasiswa untuk menambah ilmu pengetahuan baik di bidang teori maupun praktek.
5. Dalam praktek lapangan industri ini setiap mahasiswa dituntut untuk dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan kerja pada sebuah

perusahaan dan mahasiswa dilatih untuk berdisiplin mematuhi peraturan dan safety diperusahaan.

6. Dalam praktek lapangan industri ini mahasiswa dianjurkan cara-cara berorganisasi dan cara mengambil keputusan dalam menyelesaikan suatu permasalahan.
7. Dengan adanya praktek lapangan industri mahasiswa bisa melakukan perawatan terhadap mesin mesin yang ada di industri serta merakit mesin yang ada di industri terkait khusus nya mesin press kayu lapis.

## **B. Saran**

Sesuai dengan tujuan praktek lapangan industri yang dilakukan di PT. LG SERVICE INDONESIA mahasiswa dapat memberikan masukan dan mengatasi masalah yang terjadi sesuai dengan kemampuan mahasiswa, adapun saran-saran yang dapat penulis sampaikan:

1. Sebaiknya dalam bekerja para operator menggunakan semua jenis perlengkapan keselamatan kerja untuk menekan resiko kecelakaan kerja.
2. Supaya pengurusan untuk administrasi yang begitu lama tidak terjadi lagi sehingga jadwal praktek lapangan industri dapat berjalan sebagai mana mestinya.
3. Mahasiswa harus aktif bertanya kepada seluruh karyawan yang ada pada perusahaan tersebut, dan mahasiswa dapat juga menambah ide-idenya dalam perusahaan tersebut.

4. Setiap perusahaan diharapkan untuk lebih meningkatkan kedisiplinan kerja dan meningkatkan peraturan secara tegas dan konsekuen pada seluruh karyawan.
5. Untuk membina kelangsungan perusahaan, agar para pekerja lebih ditingkatkan kesejahteraannya baik itu moril maupun materil.
6. Mahasiswa harus memakai safety yang lengkap seperti yang di pakai oleh karyawan perusahaan guna terhindarnya mahasiswa dari kecelakaan kerja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Althouse, A.D., Turnquist, C.H. and Bracciano, A.F. (1992). *Modern Refrigeration and Air Conditioning*. Illinois : The Goodheart & Wilcox Co.Inc.
- Carrier Air Conditioning Company. (1965). *Hand Book of Air Conditioning System Design*. New york: McGraw-Hill Book Company.
- Dincer, I. and Kanoglu, M. (2010). *Refrigeration Systems and Applications, 2<sup>nd</sup> Edition*. UK : John Willey & Sons. Ltd
- Dossat, R.J. (1961). *Principles of Refrigeration*, John Wiley & Sons, Inc.
- New York. Gunawan, R. (1988). *Pengantar Teori Teknik Refrijerasi (Pendinginan)*. Jakarta: Depdikbud.
- Harris, NC. (1974). *Modern Air Conditioning (Third Edition)*. Japan: McGraw-Hill
- Karyanto. E, dkk., 2004, Penuntun Praktikum Teknik Mesin Pendingin, Restu Agung, Jakarta. diakses 1 Januari 2017
- Sularso, Suga K, 1997, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin", Jakarta, Pradnya Paramitra