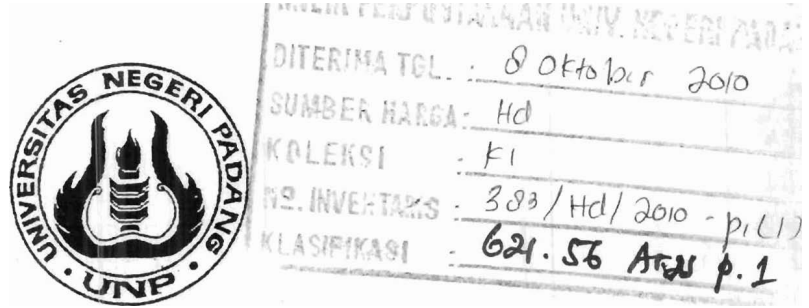


**LAPORAN PENELITIAN
DOSEN MUDA**



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
MOVABLE DISPLAY CASE SERTA UJI
KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIAWI BUAH APEL
HASIL PENYIMPANAN**

Oleh:

**Arwizet K., ST.,MT.
Drs. Muhakir, MP**

**Dibiayai Oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Departemen Pendidikan Nasional
Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian
Nomor: 001/SP2H/PP/DP2M/III/2007
Tanggal 29 Maret 2007**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2007**

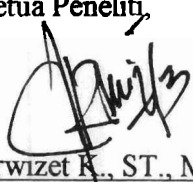
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN HASIL PENELITIAN DOSEN MUDA

1. Judul Penelitian : Perancangan dan Pembuatan *Movable Display Case* serta Uji Karakteristik Fisik dan Kimiawi Buah Apel Hasil Penyimpanan
2. Bidang Ilmu Penelitian : Teknologi
3. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Arwizet K., ST. MT
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIP : 132206169
 - d. Pangkat/Gol : Penata Muda Tk.I/III.b
 - e. Jabatan Fungsional : Lektor
 - f. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Mesin
4. Jumlah Tim Peneliti : 2 orang
5. Lokasi Penelitian : Laboratorium Perencanaan dan Pengujian Mesin Jurusan Teknik Mesin Fak. Teknik Universitas Negeri Padang
6. Bila Penelitian ini merupakan kerjasama kelembagaan
 - a. Nama Instansi : -
 - b. Alamat : -
7. Waktu Penelitian : 10 bulan
8. Biaya : Rp. 10.000.000,- (Sepuluh Juta Rupiah)


Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang


Drs. Ganefri, M.Pd
NIP. 131 884 372

Padang, 25 Oktober 2007
Ketua Peneliti,


Arwizet K., ST., MT
NIP. 132 206 169

Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang


Prof. Dr. H. Anas Yasin, M.A.
NIP. 130 365 634

A. LAPORAN HASIL PENELITIAN

RINGKASAN

Buah apel merupakan salah jenis buah-buahan yang mudah membusuk apabila tidak disimpan di tempat yang dingin. Mikroorganisme dalam buah akan cepat berkembang, sehingga buah apel akan terlihat layu dan akhirnya membusuk. Untuk itu diperlukan alat penyimpan sekaligus tempat pemajangannya yaitu *display case*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja (*performace*) *movable display case* dan untuk mengetahui apa pengaruh penyimpanan di dalamnya terhadap karakteristik fisik dan kimiawi buah apel.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Sebagai sampel penelitian adalah buah apel jenis yang sama dan dipilih secara acak di pasar tradisional. Dalam penelitian ini metode penyimpanan dilakukan dengan dua cara, yaitu penyimpanan di dalam dan di luar *movable display case*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan karakteristik buah apel dari dua model penyimpanan tersebut.

Dari hasil pengujian terhadap *movable display case* diperoleh capaian temperatur bola kering (T_{db}) dan temperatur bola basah (T_{wb}) terendah yaitu 3°C dan 2°C . Kelembaban relatif udara berkisar antara 85% hingga 88% dengan *coefficient of per formance (COP)* adalah 1,3. Karakteristik fisik buah apel diakhir pengujian yang disimpan di dalam *movable display case*; warna kulit, warna dan kekerasan daging serta bentuk fisik buah apel, terlihat lebih mengkilat, putih bersih dan keras serta bulat sempurna dan segar. Sedangkan buah apel yang disimpan di luar *movable display case* yaitu; merah seperti membusuk, putih buram dan lunak serta mengkerut. Dan hasil analisa terhadap karakteristik kimiawi buah apel, untuk buah apel yang disimpan di dalam *movable display case* kadar airnya 85,27%; vitamin C 0,43 mg/100gr; kadar gula 9,57%. Untuk buah apel yang disimpan di luar *movable display case* kadar airnya 84,84%; vitamin C 0,58 mg/100gr; dan kadar gula 9,58%. Sebagai perbandingan, karaktersitik kimiawi buah apel segar sebelum disimpan, kadar airnya adalah 86,09%; vitamin C 1,76 mg/100gr; kadar gula 9,41%.

SUMMARY

Like known, apple represent one of the easy fruits decay type if its do not be kept in a place with low temperature. Mikroorganisme in apple will quickly expands, so that apple will seen wilting and finally decay. For that needed by depository appliance at the same time place of dress window that is *display case*. The objective of this research is to know performance of *movable display case* and to know what depository influence it to physical and chemistry characteristic of the apple.

This research is experiment of the research. Sample of the research is the apple that selected by random in traditional market. In this research depository method with two way of that is depository of the apple in and outside *movable display case*. This matter is conducted to know difference of apple characteristic from two depository model.

The result of examination to *movable display case* obtained that lower dry ball temperature (T_{db}) and wet ball temperature (T_{wb}) is 3°C and 2°C . Relative humidification of air range from 85% till 88% and coefficient of performance (COP) is 1,3. Physical characteristic of the apple at examination final kept in *movable display case*; husk colour, colour and hardness of flesh and also form apple physical, seen is shinier, turn white cleanness and ossify circular and also perfection and fresh. While the apple kept outside of *movable display case* that is squeezing like decaying, turn white soft and blur and also dwindle. And from the result of analysis to characteristic chemistry of apple, for apple kept in *movable display case*; its water rate is 85,27%; vitamin of C is 0,43 mg / 100gr; sugar rate is 9,57%. For apple kept outside *movable display case*; its water rate is 84,84%; vitamin of C is 0,58 mg / 100gr; and sugar rate is 9,58%. As comparison, characteristic of chemistry the fresh apple before kept in, its water rate is 86,09%; vitamin of C is 0,76 mg / 100gr; sugar rate is 9,41%

PENGANTAR

Kegiatan penelitian mendukung pengembangan ilmu serta terapannya. Dalam hal ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang berusaha mendorong dosen untuk melakukan penelitian sebagai bagian integral dari kegiatan mengajarnya, baik yang secara langsung dibiayai oleh dana Universitas Negeri Padang maupun dana dari sumber lain yang relevan atau bekerja sama dengan instansi terkait.

Sehubungan dengan itu, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang bekerjasama dengan Ketua Lembaga Penelitian Universitas Andalas dengan surat perjanjian kerja Nomor : 135/J.16/PL/III/2007 Tanggal 29 Maret 2007, dengan judul *Perancangan dan Pembuatan Movable Display Case serta Uji Karakteristik Fisik dan Kimiawi Buah Apel Hasil Penyimpanan*.

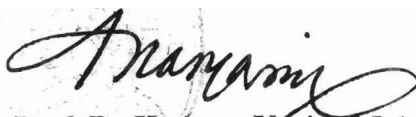
Kami menyambut gembira usaha yang dilakukan peneliti untuk menjawab berbagai permasalahan pembangunan, khususnya yang berkaitan dengan permasalahan penelitian tersebut di atas. Dengan selesainya penelitian ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang telah dapat memberikan informasi yang dapat dipakai sebagai bagian upaya penting dalam peningkatan mutu pendidikan pada umumnya. Di samping itu, hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan masukan bagi instansi terkait dalam rangka penyusunan kebijakan pembangunan.

Hasil penelitian ini telah ditelaah oleh tim pembahas usul dan laporan penelitian, kemudian untuk tujuan diseminasi, hasil penelitian ini telah diseminarkan ditingkat nasional. Mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pada umumnya, dan peningkatan mutu staf akademik Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu pelaksanaan penelitian ini. Secara khusus, kami menyampaikan terima kasih kepada Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Ditjen Dikti Depdiknas yang telah memberikan dana untuk pelaksanaan penelitian ini. Kami yakin tanpa dedikasi dan kerjasama yang terjalin selama ini, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan dan semoga kerjasama yang baik ini akan menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Terima kasih.

Padang, Oktober 2007
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang,



Prof. Dr. H. Anas Yasin, M.A.
NIP. 130365634

DAFTAR ISI

| | Hal |
|--|------|
| HALAMAN PENGESAHAN | i |
| A. LAPORAN HASIL PENELITIAN | ii |
| RINGKASAN DAN SUMMARY | ii |
| PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN | ix |
| | |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Identifikasi Masalah | 5 |
| C. Batasan Masalah | 6 |
| D. Rumusan Masalah | 7 |
| E. Asumsi Penelitian | 7 |
| | |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | 8 |
| A. Pengertian Display Case | 8 |
| B. Jenis-Jenis Display Case | 8 |
| C. Beban Pendingin | 10 |
| C.1. Beban Transmisi (<i>Wall Gain Load</i>) | 11 |
| C.2. Beban Produk | 14 |
| C.3. Beban Pertukaran Udara | 18 |
| C.4. Beban lain-lain | 19 |
| D. Bagian-Bagian <i>Movable Display Case</i> | 20 |
| D.1. Mesin Pendinginan <i>Movable Display Case</i> | 20 |
| D.2. Ruang Pendinginan atau Ruang Pemajangan <i>Movable Display Case</i> | 26 |
| E. Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Buah Apel | 26 |
| E.1. Jenis-Jenis Buah Apel | 27 |
| E.2. Kualitas dan Kandungan Gizi | 30 |
| E.3. Model Penjualan Buah Apel | 30 |
| F. Kerangka Konseptual | 31 |
| G. Pertanyaan Penelitian | 31 |
| | |
| BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN | 33 |
| A. Tujuan Penelitian | 33 |
| B. Manfaat Penelitian | 33 |
| | |
| BAB IV. METODE PENELITIAN | 34 |
| A. Wilayah Penelitian dan Waktu Penelitian | 34 |
| B. Populasi dan Sampel | 35 |
| C. Disain Penelitian | 35 |
| D. Merangkai Alat Penelitian | 36 |
| E. Kondisi Perancangan Movable Display Case | 38 |

| | |
|--|----|
| E.1. Disain Pendinginan | 39 |
| E.2. Disain Ruang Pendinginan <i>Movable Dipslay Case</i> | 40 |
| F. Perhitungan Beban Pendinginan Pada <i>Movable Dipslay Case</i> | 40 |
| F.1. Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh (U) | 39 |
| F.2. Beban Pendinginan dari Luar Ruangan (<i>Wall Gain Cooling</i>) | 41 |
| F.3. Beban Pendinginan Produk | 42 |
| F.3. Beban Pendinginan Total Pada <i>Movable Dipslay Case</i> | 42 |
| G. Pembuatan dan Perakitan <i>Movable Dipslay Case</i> | 43 |
| G.1. Alat dan Bahan Yang Digunakan | 43 |
| G.2. Proses Pembuatan <i>Movable Dipslay Case</i> | 43 |
| H. Teknik Pengumpulan Data Pengujian | 46 |
| H.1. Metoda Pengujian <i>Movable Dipslay Case</i> | 47 |
| H.2. Langkah-Langkah Pengujian | 48 |
| I. Analisis Data | 49 |
| | |
| BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN | 51 |
| A. Hasil Penelitian | 51 |
| B. Pembahasan | 51 |
| B.1. Pengujian <i>Movable Dipslay Case</i> Dalam Kondisi Kosong | 51 |
| B.2. Pengujian <i>Movable Dipslay Case</i> Dalam Kondisi Berisi Buah Apel | 54 |
| B.3. Analisis Fisik dan Kimiawi Buah Apel Hasil Penyimpanan Dalam <i>Movable Dipslay Case</i> | 56 |
| | |
| BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN | 63 |
| A. Kesimpulan | 63 |
| B. Saran | 63 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

B. DRAF ARTIKEL ILMIAH

C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN

DAFTAR TABEL

| Tabel : | Hal |
|--|-----|
| 5.1a. Perubahan karakteristik buah apel selama proses penyimpanan di dalam dan di luar <i>movable display case</i> hari pertama hingga hari keempat | 59 |
| 5.1a. Perubahan karakteristik buah apel selama proses penyimpanan di dalam dan di luar <i>movable display case</i> hari kelima hingga hari kedelapan | 60 |
| 5.2. Hasil analisis karakteristik kimiawi buah apel sebelum disimpan, sesudah disimpan di dalam <i>movable display case</i> dan sesudah disimpan di luar <i>movable display case</i> | 61 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar : | Hal |
|--|-----|
| 5.1. Grafik hubungan penurunan temperatur dalam <i>movable display case</i> terhadap waktu pendinginan untuk pengujian kosong | 52 |
| 5.2. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam <i>movable display case</i> terhadap waktu pendinginan untuk pengujian kosong | 53 |
| 5.3. Grafik hubungan penurunan temperatur dalam <i>movable display case</i> terhadap waktu pendinginan untuk pengujian berisi buah apel | 55 |
| 5.4. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam <i>movable display case</i> terhadap waktu pendinginan untuk pengujian berisi buah apel | 55 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Gambar *Movable Display Case*

Lampiran B. Sifat-Sifat Termal Material Logam dan Non Logam & Buah dan Sayuran

Lampiran C. Data Hasil Pengujian *Movable Display Case*

Lampiran D. Dokumentasi Buah Apel Hasil Penyimpanan Dalam *Movable Display Case*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dewasa ini usaha yang dilakukan masyarakat modern dalam pemenuhan akan kebutuhan pangannya telah mengalami banyak pergeseran dibanding pada masa lampau, kala dimana makanan yang dikonsumsi berasal dari produk yang diambil langsung dari alam dalam kondisi asli dan asri. Dalam masyarakat modern seperti sekarang, disebabkan oleh karena kesibukan aktivitas mereka yang tinggi maka semboyan dalam pemenuhan kebutuhan pangannya berubah menjadi kata-kata "*praktis dan efisien*" alias cepat saji. Orang-orang cenderung tidak lagi memperdulikan kandungan gizi, kesegaran dan adanya zat pengawet dalam makanan tersebut.

Namun seiring dengan meningkatnya ilmu pengetahuan tentang kesehatan dan kesadaran masyarakat akan pentingnya nilai gizi makanan untuk kebutuhan tubuh, maka orang saat sekarang cenderung kembali ke alam. Artinya makanan-makanan yang digemari tidak semata-mata praktis dan efisien saja, tetapi nilai gizinya, bentuk dan rasanya juga harus tidak berubah seperti seakan-akan baru saja langsung diambil dari alam, tak terkecuali untuk buah-buahan dan sayur-sayuran. Maka untuk pemenuhan kondisi tersebut perlu suatu usaha dan pengembangan teknologi ke arah kondisi demikian.

Sumatera Barat dilihat dari kondisi geografisnya termasuk daerah agraris. Sumatera Barat merupakan salah satu daerah sentra produksi sayur-sayuran dan buah-buahan terbesar di pulau Sumatera (Effendi, 2004). Jenis sayur-sayuran yang dihasilkan berupa; cabe, kubis, lobak (kol), tomat dan sebagainya. Sedangkan yang

berupa buah-buahan seperti; jeruk, sawo, mangga, markisa, strawberi, manggis, durian dan lain-lain.

Effendi, (2004) menyatakan bahwa lebih 92 % produk sayur-sayuran dan buah-buahan daerah Sumatera Barat dipasarkan di luar wilayah ini seperti ke Propinsi Riau, Jambi, Bengkulu bahkan ke negara Singapura dan Malaysia. Akan tetapi dari segi mutu sayur dan buah kita masih kalah oleh sayur dan buah yang datang dari negara lain ke Singapura seperti Philipina dan Australia. Penyebabnya adalah cepatnya terjadi perubahan bentuk fisik atau pembusukan pada sayur dan buah dari daerah ini. Tahun 2005 ekspor sayur dan buah Sumatera Barat ke Negara Singapura adalah sekitar 315 ton (Harian Singgalang, 13 Desember 2005). Sentra produksi sayur-sayuran dan buah-buahan di Sumatera Barat yang terkenal adalah; Padang Panjang, Bukit Tinggi, Agam dan Kabupaten Solok, Solok Selatan, Padang Pariaman dan Pasamaan Barat.

Permasalahan utama yang dirasakan oleh petani menurut (Effendi, 2004) dalam hal sayur-sayuran dan buah-buahan adalah masalah penyimpanan (*storage*). Seperti kita ketahui bahwa sayur-sayuran dan buah-buahan sangatlah cepat membusuk atau berubah bentuk fisiknya, jika tidak disimpan di tempat yang dingin. Kondisi seperti ini menyebabkan kerugian bagi petani. Untuk mengatasi hal demikian, perlu kiranya dikembangkan teknologi ke arah itu sehingga dapat menjadi solusi dari permasalahan yang dialami oleh para petani tersebut di atas.

Di pasar-pasar tradisional (konvensional), banyak sekali dijumpai pedagang yang menjual sayur-sayuran dan buah-buahan. Buah-buahan yang banyak dijumpai di sana selain buah lokal seperti; jeruk, markisa, mangga, dan sebagainya, juga dijumpai buah-buahan dari daerah lain bahkan buah-buahan dari luar negeri seperti;

apel, anggur, pear, kiwi, melon, lengkeng, dan sebagainya. Permasalahan utama yang dialami oleh para pedagang buah adalah cepatnya buah-buahan tersebut membusuk atau menjadi rusak fisiknya (warna kulit, bentuk badan dan dagingnya). Kalau kondisinya sudah seperti ini, maka tentu buah-buahan tersebut tidak lagi laku dijual atau diminati oleh para pembeli sehingga pedagang menjadi rugi.

Apalagi untuk buah-buahan yang berasal dari daerah luar seperti; buah apel, anggur, kiwi, melon, pear dan lengkeng selain harganya relatif mahal, tempat asalnya juga relatif jauh. Pertanyaannya adalah apa usaha yang harus dilakukan agar buah-buahan dari luar daerah atau negeri ini dapat bertahan lama dan selalu ada dipasaran? Selain tahan lama seharusnya buah-buahan tersebut ditempatkan di tempat yang terjaga kebersihannya, terhindar dari debu dan kotoran, akan tetapi tidak mengurangi kepraktisan dalam pemajangan untuk penjualannya.

Dengan kemajuan teknologi, maka dibutuhkan suatu alat yang dapat berfungsi sebagai tempat penyimpanan produk buah-buahan agar tidak cepat busuk sekaligus sebagai tempat pemajangannya agar terlihat lebih bersih, indah dan praktis dengan tidak mengurangi nilai gizi, rasa, dan aromanya. Salah satu alat yang dapat berfungsi seperti yang disebutkan di atas untuk penyimpanan buah-buahan dalam jangka waktu tertentu serta sekaligus tempat pemajangan produk kepada konsumen yang bersih, indah dan praktis adalah *Display Case*.

Display case adalah suatu bentuk kabinet yang merupakan suatu pengembangan dan modifikasi dari lemari pendingin, yang digunakan untuk penyimpanan suatu produk dapat berupa; buah-buahan, sayur-sayuran, minuman segar dan lain-lainnya, agar terlihat bersih, indah dan praktis oleh konsumen (Dossat, Roy J., 1981).

Display case yang akan dibuat merupakan aplikasi dari ilmu teknik pendingin (teknik refrigerasi) yang disesuaikan dengan kondisi produk. Dengan teknologi aplikasi ilmu refrigerasi ini akan menghambat aktivitas mikro organisme pembusuk dalam produk. Dengan menggunakan *display case* ini diharapkan tampilan produk akan tetap segar, bersih dan kandungan gizi buah (produk) tidak berubah saat dikonsumsi oleh konsumen.

Subjek dalam perancangan ini adalah buah apel dengan beberapa pertimbangan teknis dan ekonomis. Buah apel adalah salah satu dari buah-buahan yang sangat disukai oleh masyarakat Indonesia pada umumnya dan masyarakat Sumatera Barat khususnya. Buah apel salah satu buah yang harganya relatif mahal dan didatangkan dari luar Propinsi Sumatera Barat. Buah apel juga cepat membusuk jika tidak disimpan di tempat yang sejuk atau dingin.

Selain buah apel, buah lain yang dapat disimpan dalam *display case* ini adalah buah pear, jeruk, anggur, kiwi, markisa, mangga, melon, lengkeng, semangka dan produk lain berupa sayur-sayuran, ikan segar dan daging. *Display case* biasanya banyak digunakan di toko-toko swalayan dan restoran-restoran. Akan tetapi pada penelitian ini yang menjadi sasaran perancangan dan pembuatan *display case* ini adalah; "*bagaimana alat ini dapat digunakan oleh para penjual buah di pasar-pasar dengan daya listrik yang rendah dan biaya operasional yang terjangkau dan mudah dibawa-bawa ke tempat yang diinginkan (movable)*".

Untuk mendapatkan hasil yang optimal pada penyimpanan dan penampilan produk perlu dirancang *display case* dengan bentuk dan konstruksi semenarik mungkin yang pada akhirnya akan memperbaiki tampilan produk. Beberapa

pertimbangan yang penulis rencanakan dalam merancang bangun *display case* buah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Cara pelayanan lebih praktis dan otomatis jika ditinjau dari segi teknis dan mekanismenya.
2. Memiliki bentuk yang indah dan tidak terlalu banyak memerlukan ruang untuk digunakan di toko-toko swalayan, restoran dan khususnya ditempat penjual buah.
3. Beban pendinginannya yang rendah (*minimal*) sehingga dapat menekan *operating cost* (biaya operasi) diwaktu pengoperasian *display case* ini.
4. Mudah dibawa-bawa ke tempat yang diinginkan (*movable*).

Dari keempat pertimbangan diatas maka diharapkan dengan adanya *display case* ini akan betul-betul dapat membantu, terutama masyarakat penjual buah agar buah-buahan yang mereka jual tidak cepat membusuk dan masyarakat konsumen mendapatkan buah yang tetap segar. Maka pada penelitian ini direncanakan "**Rancang Bangun Movable Display Case Untuk Perbaikan Sistem Penyimpanan dan Pemajangan Buah Apel**". Penelitian ini difokuskan kepada bagaimana merancang bangun *display case*, dan melihat apa pengaruh penyimpanan terhadap kondisi fisik dan kimiawi buah apel hasil penyimpanan dalam *movable display case* ini.

B. Identifikasi Masalah

Proses penyimpanan dan pemajangan buah apel yang ada di pasaran cenderung tidak memperhatikan nilai kesehatan dan estetika yang baik, buah apel dibiarkan berdebu dan berpanasan di ruang terbuka sehingga mengakibatkan buah apel terlihat kotor dan fisiknya cepat membusuk. Dari hasil pengamatan terhadap

kondisi yang terlihat cara penyimpanan dan pemajangan buah apel di pasaran dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Kurangnya terjaganya teknis kesehatan dan norma estetika pada cara penyimpanan dan pemajangan buah apel yang ada dipasaran sehingga buah apel terlihat kotor atau berdebu, sehingga minat pembeli jadi berkurang.
2. Apakah ada pengaruh penyimpanan tidak dalam *display case* terhadap kondisi fisik dan kimiawi buah apel.
3. Apakah ada pengaruh penyimpanan dalam *display case* terhadap kondisi fisik dan kimiawi buah apel.
4. Apakah ada pengaruh lama penyimpanan dalam *display case* terhadap kondisi fisik dan kimiaw buah apel.
5. Bagaimanakah cara merancang alat yang dapat digunakan sebagai tempat penyimpanan buah apel yang memenuhi teknis kesehatan dan estetika yang baik.
6. Bagaimanakah cara melakukan pemilihan material pembentuk *display case* dan komponen mesin pendingin untuk digunakan sebagai tempat penyimpanan buah apel.

C. Batasan Masalah

Bila dilihat secara menyeluruh, proses perancangan *Movable Display Case* Untuk Perbaikan Sistem Penyimpanan dan Pemajangan Buah Apel ini melibatkan banyak perhitungan yang rumit. Untuk itu pada penelitian ini dibatasi masalah pada hal-hal yang menyangkut:

- a. Sistem refrigrasi yang digunakan pada *movable display case* ini adalah sistem refrigrasi kompresi uap.
-

- b. Perhitungan kinerja sistem meliputi; kerja kompresi, efek pendinginan dan Coefficient Of Performance (COP) sistem.
- c. Refrigeran yang digunakan pada sistem refrigerasi kompresi uap adalah R 22.
- d. Subyek produk hanya dirancang untuk produk buah apel dengan massa 50 kg dengan temperatur kabin 1,75°C- 4,5°C dan kelembaban relatif (RH) 80-90 %.
- e. Beban pendingin pada *movable display case* terdiri dari beban konduksi pada material dinding, produk, infiltrasi dan beban panas dari motor mesin pendingin.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah, “**Bagaimanakah Merancang dan Membuat *Movable Display Case* Untuk Perbaikan Sistem Penyimpanan dan Pemajangan Buah Apel serta Pengaruh Penyimpanan Terhadap Kondisi Fisik dan Kimiawi Buah Hasil Penyimpanan**”.

E. Asumsi Penelitian

Sebagai asumsi dalam penelitian ini adalah :

- a. Aliran fluida kerja (freon) yang mengalir dalam siklus mesin pendingin *movable display case* ini steady state ($dE/dt = 0$)
- b. Buah apel yang disimpan homogen sehingga memiliki nilai panas jenis (c_p) yang sama.
- c. Penyimpanan dan pemajangan buah apel dalam *movable display case* tersebar secara merata.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Display Case

Display case adalah suatu bentuk kabinet yang merupakan suatu pengembangan dan modifikasi dari lemari pendingin (*refrigerator*), yang digunakan untuk penyimpanan suatu produk berupa; buah-buahan, sayur-sayuran, minuman segar, dan lain-lain (Dossat, Roy J., 1981). Dimana penyimpanan ini bertujuan selain untuk menjaga keawetan dan kesegaran produk juga sebagai tempat untuk memperlihatkan/memajangkan produk-produk tersebut kepada para konsumen secara efektif dan efisien sehingga terlihat lebih bersih, indah dan praktis.

Biasanya sebuah *display case* dirancang berdasarkan satu jenis produk tertentu, sehingga temperatur rancangan harus disesuaikan dengan sifat produk tersebut. Misalnya perancangan *display case* untuk buah apel, dimana temperaturnya disesuaikan sedemikian rupa dengan sifat atau karakteristik buah apel tersebut, sehingga buah apel tidak terkena *chilling injury* yang dapat merusak produk.

B. Jenis-Jenis Display Case

Ada beberapa jenis *display case* yang diketahui sebagai berikut:

1) Berdasarkan Segi Pelayanan

a) *Self Service Display Case*

Pada *Display case* jenis ini, dimana konsumen dapat mengambil produk yang diinginkan secara langsung tanpa dilayani.

b) *Service Display Case*

Pada jenis ini konsumen harus dilayani dalam memilih produk yang diinginkan.

2) Berdasarkan Segi Konstruksi

a) *Single Display Case (Glass Enclosed Display Case)*

Single Display Case merupakan jenis *display case* tertutup kaca atau bahan lain yang dilengkapi dengan rak-rak tempat penyimpanan produk. Pada jenis ini biasanya letak evaporator di bagian atas sehingga terjadi konveksi alami dan menghasilkan temperatur ruang yang merata.

b) *Double Duty Single Display Case (Glass Enclosed and Enclosed Storage Cabinet)*

Display case jenis ini mempunyai 2 (dua) ruang yaitu ruang display dan ruang tambahan tempat penyimpanan produk cadangan yang diinginkan.

c) *Double Duty Single Display Case (Glass Enclosed and Enclosed Storage Cabinet)*

Merupakan suatu *display case* terbuka sehingga konsumen dapat mengambil produk yang diinginkan secara langsung tanpa dilayani. Sebagai pengganti kaca (penutup) biasanya digunakan tirai udara, tetapi ada juga yang tidak menggunakan tirai udara. Adapun produk-produk yang bisa disimpan pada *open display case* adalah sebagai berikut:

- ❖ Buah-buahan, sayur-sayur segar (*fresh product*)
- ❖ Makanan beku (*frozen foods*)
- ❖ Daging-daging segar (*fresh meats*)
- ❖ Produk-produk pabrik untuk konsumsi sehari-hari (*dairy product*)

Open display case untuk frozen foods dan ice cream dibedakan juga atas 2 (dua) macam yaitu :

(a) *Chest Type Open Display Case*

Merupakan sebuah jenis *display case* dengan menggunakan tirai udara yang terbuka pada bagian atasnya.

(b) Up Right Open Display Case

Yaitu jenis *display case* dengan menggunakan tirai udara yang terbuka pada bagian depan *display* tersebut.

3) Berdasarkan Letak Evaporator

a) Overhead Display Case

Yaitu jenis *display case* dimana posisi evaporator (sumber udara dingin) berada pada bagian atas *display case*. *Display case* jenis ini biasanya banyak dijumpai di toko-toko swalayan dan restoran-restoran.

b) Base Display Case

Display case ini dimana posisi evaporatornya (sumber udara dingin) berada pada posisi lantai dari *display case*. Jenis ini biasanya digunakan untuk mendinginkan daging, ikan di toko-toko swalayan dan restoran-restoran.

Display case yang akan dirancang bangun pada **penelitian ini** jika dilihat dari segi konstruksi adalah jenis *Single Display Case* yang bagian atasnya ditutup dengan kaca fiber dan diberi rak-rak penampung buah. *Display Case* model ini dapat dipindah-pindahkan ke tempat yang diinginkan (*movable*) selagi sumber energi listrik ada pada tempat tersebut. Maka dalam penelitian ini *display case* jenis ini disebut dengan *Movable Display Case*.

C. Beban Pendingin

Dalam perancangan suatu sistem refrigerasi, langkah awal yang harus dilakukan adalah menghitung beban pendinginan dari sistem yang akan dirancang bangun. Hal ini ditujukan untuk menentukan kapasitas alat yang akan diperlukan.

Adapun beban pendinginan dalam perancangan *movable display case* ini meliputi (Dossat, Roy J., 1981):

1. Beban pendingin melalui dinding *movable display case* atau beban transmisi (*wall gain load*)
2. Beban dari produk (*product load*)
3. Beban pertukaran udara (*air change load*)
4. Beban lain-lain (*miscellaneous load*)

C.1. Beban Transmisi (*Wall Gain Load*)

Beban transmisi merupakan banyaknya panas yang masuk ke ruang refrigerasi persatuan waktu melalui dinding secara konduksi. Dinding insulasi suatu sistem refrigerasi yang ideal memiliki konstruksi yang mampu menghambat panas konduksi dari luar ke dalam sistem. Tetapi pada kenyataannya dari pertimbangan-pertimbangan ekonomis, pertimbangan konstruksi maupun kondisi udara lingkungan yang berlainan pada berbagai tempat menyebabkan beban panas konduksi dari dinding insulasi tetap harus diperhitungkan karena dapat menentukan prestasi kerja dari sistem yang dirancang.

Beban transmisi yang terjadi pada *movable display case* pada rancangan penelitian ini dapat melalui beberapa bagian yaitu :

- a. Bagian dinding atas.
- b. Bagian dinding belakang.
- c. Bagian dinding kaca.
- d. Bagian dinding antara ruang *display* dengan ruang kondensing unit.

Besar dari beban transmisi ini dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T \quad (1)$$

dimana:

Q = jumlah panas yang ditransmisikan (Watt)

U = koefisien perpindahan panas menyeluruh ($W/m^2.K$)

A = luas penampang (m^2)

ΔT = perbedaan temperatur antara dua sisi berlawanan ($^{\circ}C$)

Sedangkan besar dari koefisien perpindahan panas menyeluruh U , tergantung dari harga masing-masing konduktivitas panas suatu bahan, yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{f_1} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{1}{f_0} \quad (2)$$

dimana :

$\frac{1}{f_1}$ = koefisien konveksi di dalam ruangan, ($m.K/W$)

$\frac{1}{f_0}$ = koefisien konveksi di luar, ($m.K/W$)

x_1 = ketebalan bahan pertama, (m)

x_2 = ketebalan bahan kedua, (m)

k_1 = konduktivitas bahan pertama, ($W/m.K$)

k_2 = konduktivitas bahan kedua ($W/m.K$)

Berdasarkan pernyataan di atas, maka dalam perancangan suatu sistem refrigerasi sangat diperlukan konstruksi dinding yang sempurna. Artinya dinding

tersebut harus dirancang sedemikian rupa sehingga pengaruh lingkungan terhadap kondisi rancangan akan lebih kecil atau tidak ada sama sekali. Maka dari itu kita harus menentukan jenis bahan yang akan digunakan dan dapat memperhitungkan ketebalan dari bahan tersebut, baik bahan untuk dinding maupun bahan untuk insulasi.

Dalam hal ini ilmu tentang perpindahan panas sangat berperan sekali, terutama adalah perpindahan panas secara konduksi dan perpindahan panas secara konveksi. Perpindahan panas secara konduksi, seperti yang telah dijelaskan di atas yaitu merupakan perpindahan panas melalui suatu penghantar dan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (1) di atas. Sedangkan perpindahan panas secara konveksi merupakan perpindahan melalui fluida, baik cair maupun gas.

Perpindahan secara konveksi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Q_c = h_c \cdot A \cdot (T_s - T_a) \quad (3)$$

Dimana :

Q_c = perpindahan panas secara konveksi, (Watt)

h_c = koefisien perpindahan panas konveksi, ($W/m^2 \cdot K$)

T_s = temperatur permukaan dinding ($^{\circ}C$)

T_a = temperatur udara ($^{\circ}C$)

Nilai koefisien perpindahan panas konveksi (h_c) sangat tergantung kepada jenis aliran fluida (udara) dan posisi penampang aliran (Incropera, Frank P., 1996) yaitu:

- Untuk aliran laminar pada penampang vertikal,

$$h_c = 0,29 \cdot (\Delta T / L)^{1/4} \quad (4)$$

dimana : L = panjang penampang (m).

- Untuk aliran laminar pada penampang horizontal, arah pemanasan ke bawah,

$$h_c = 0,12. (\Delta T / L)^{1/4} \quad (5)$$

- Untuk aliran laminar pada penampang horizontal, arah penampang ke atas,

$$h_c = 0,27. (\Delta T / L)^{1/4} \quad (6)$$

- Untuk udara turbulen,

$$h_c = 0,19. (\Delta T)^{1/3} \quad (7)$$

Secara ideal perpindahan panas secara konveksi sama dengan perpindahan panas secara konduksi, maka persamaan (3) diatas menjadi :

$$Q_c = Q = U. A. \Delta T \quad (8)$$

C.2. Beban Produk

Suatu produk pada saat disimpan akan mempunyai temperatur yang lebih tinggi dari pada temperatur ruang *movable display case*, sehingga kalor dari produk tersebut akan diserap oleh evaporator yang berada pada ruang *movable display case*. Akibatnya temperatur produk yang dimasukkan pada *movable display case* akan sama dengan temperatur ruang *movable display case* dan menjadi beban pendingin yang harus diperhitungkan.

Beban produk pada *movable display case* dibedakan atas :

- Beban pendinginan produk
- Beban respirasi dan beban wadah

a) Beban Pendinginan Produk

Dalam proses pendinginan produk terdapat tiga macam tingkatan pendinginan yaitu :

(1) Pendinginan di Atas Titik Beku

Untuk produk yang didinginkan hanya dalam waktu yang tidak begitu lama, biasanya pendinginan hanya berada pada di atas titik beku. Besarnya panas yang dilepaskan produk tersebut dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (9)$$

dimana:

Q = besarnya panas yang diserap, (kJ)

m = masa produk, (kg)

c_p = panas jenis produk di atas titik beku, (kJ/kg.K)

ΔT = perubahan temperatur produk dari temperatur awal ke temperatur saat akan mencapai titik beku, ($^{\circ}\text{C}$)

(2) Pendinginan Pada Titik Beku

Pendinginan pada titik beku merupakan proses pelepasan panas laten dari produk pada saat mencapai titik bekunya. Besarnya panas laten yang dilepaskan produk dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$Q = m \cdot L \quad (10)$$

dimana :

Q = panas laten yang dilepaskan produk, (kJ)

m = massa produk, (kg)

L = panas laten produk, (kJ/kg)

(3). Pendinginan di Bawah Titik Beku

Pendinginan di bawah titik beku merupakan langkah akhir pelepasan panas dari produk. Pendinginan ini biasanya dilakukan pada proses pembekuan produk

yang membutuhkan waktu penyimpanan yang cukup lama. Untuk menentukan besarnya panas yang dilepaskan dapat digunakan persamaan :

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (11)$$

Dimana:

Q = besarnya panas yang diserap, (kJ)

m = massa produk, (kg)

c_p = panas jenis produk di bawah titik beku, (kJ/kg. K)

ΔT = perubahan temperatur dari titik beku ke temperatur di bawah titik beku yang diinginkan, ($^{\circ}\text{C}$)

(4) Beban pendinginan produk total

Dengan menjumlahkan ketiga hasil perhitungan di atas kita dapat peroleh beban pendinginan total produk dalam satuan kJ. Hasil perhitungan di atas tidak menyatakan waktu sehingga kita belum mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur yang diinginkan dari tempertur awal produk ketika disimpan di dalam *movable display casen* hingga ke temperatur yang diinginkan dan kita juga belum mengetahui berapa kJ panas yang diserap dalam tiap detiknya oleh media pendingin. Di bawah ini adalah persamaan untuk menentukan berapa kJ/dt panas yang diserap oleh media pendingin dari produk yang akan didinginkan .

$$q = \frac{Q_{\text{total}}}{n \cdot 3600} \quad (12)$$

dimana :

q = jumlah panas yang diserap media pendingin tiap detik, (kW)

n = chilling time (waktu pendinginan), (jam)

621.56
Ar2
p. 1

383 / Hd / 2010 - p1(1)

Persamaan (12) di atas menyatakan daya serap mesin pendingin untuk setiap jam, tetapi pada kenyataannya beban pendingin akan terkonsentrasi pada awal-awal pendinginan. Artinya beban pendinginan pada jam pertama lebih besar dari pada jam kedua dan seterusnya. Supaya kapasitas peralatan mampu menangani beban yang lebih besar diawal pendinginan, maka dalam perhitungan beban produk yang digunakan faktor koreksi yang disebut *Chilling Rate Factor (RF)*, sehingga persamaan (12) menjadi,

$$q = \frac{Q_{total}}{n \cdot 3600 \cdot RF} \quad (13)$$

dimana :

RF = chilling rate factor (nilai RF dapat diperoleh dari tabel)

b) Baban Respirasi

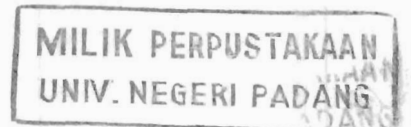
Produk buah-buahan seperti buah apel atau sayuran di ruang pendinginan pada temperatur di atas titik bekunya akan mengeluarkan panas respirasi. Panas respirasi dihasilkan dari reaksi O_2 dengan karbohidrat yang terdapat pada jaringan buah-buahan atau sayur-sayuran. Besarnya panas respirasi tersebut dapat dicari dengan persamaan :

$$Q = m \cdot W \quad (14)$$

dimana:

m = massa produk, (kg)

W = laju respirasi (dari tabel), (W/kg)



c) Beban Wadah

Wadah atau pembungkus bisa menjadi sumber beban pendinginan. Besarnya beban pendinginan dari wadah tersebut dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Q = \frac{m \cdot C_p \cdot \Delta T}{n \cdot 3600} \quad (15)$$

Apabila wadah tersebut digunakan untuk pengepakan (*packaging*) produk yang memerlukan *Chilling Rate Factor (RF)*, maka *chilling rate factor* wadah tersebut dianggap sama dengan *chilling rate factor* dari produk yang dikandungnya, sehingga persamaan (15) menjadi,

$$Q = \frac{m \cdot C_p \cdot \Delta T}{n \cdot 3600 \cdot RF} \quad (16)$$

C.3. Beban Pertukaran Udara

Udara luar yang masuk ke ruang pendingin bisa menjadi beban pendingin. Udara yang masuk bisa menjadi ventilasi (udara yang sengaja dimasukan) atau karena beku atau menutupnya pintu dan juga krena kebocoran pada celah-celah yang ada. Untuk udara ventilasi dapat dihitung jumlahnya dengan persamaan berikut:

$$Q = m \cdot (h_o - h_i) \quad (17)$$

dimana:

m = massa udara yang masuk, (kg)

h_o = entalpi udara luar, (kJ/kg)

h_i = entalpi udara dalam, (kJ/kg)

Sedangkan beban panas dari udara masuk akibat infiltrasi dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = I \cdot \Delta h \quad (18)$$

dimana:

I = laju infiltrasi (dari tabel), (ltr/dt)

Δh = faktor pertukaran udara (dari tabel), (kJ/ltr)

C.4. Beban Lain-Lain

a) Beban motor

Untuk mencari beban pendinginan dari motor yaitu menggunakan persamaan :

$$Q = \frac{t.n.P_m}{f.24\text{jam}} \text{ (Watt)} \quad (19)$$

dimana:

t = lama pemakaian, (jam)

n = jumlah motor

P_m = daya motor, (Watt)

f = faktor koreksi (tabel)

b) Beban lampu

Untuk menghitung beban yang berasal dari lampu dengan menggunakan persamaan:

$$Q = \frac{t.n.P_1}{24\text{jam}} \quad (20)$$

Dimana:

t = lama pemakaian, (jam)

n = jumlah lampu

P_1 = daya lampu, (Watt)

Dari total semua beban pendinginan yang diuraikan di atas, maka dapat ditentukan besar dari kapasitas peralatan yang diperoleh. Kapasitas peralatan utama yang dipilih adalah pemilihan kondensing unit yang dipakai pada *movable display case*, ditambah 10 % sebagai faktor keamanan.

D. Bagian-Bagian *Movable Display Case*

Secara umum *movable display case* dibagi atas dua bagian besar yaitu bagian mesin pendingin dan bagian ruang pendingin/ruang pemajangan.

D.1. Mesin Pendingin *Movable Display Case*

Pada prinsipnya mesin pendingin *movable display case* ini menggunakan konsep sistem refrigeransi kompresi uap. Sistem refrigerasi merupakan penerapan dari teori perpindahan panas dan ilmu termodinamika, karena dalam refrigerasi ini hampir semua proses yang terjadi merupakan proses dengan perubahan temperatur dan sifat dari suatu fluida kerja (refrigeran) sebagai zat pendingin.

Dalam sistem refrigeran kompresi uap terdapat berbagai komponen yang terbagi menjadi 2 kelompok yaitu; komponen utama dan komponen pendukung.

1) Komponen Utama

Komponen ini merupakan komponen pokok yang harus ada dalam sistem refrigerasi kompresi uap. Komponen utama ini antara lain:

- Kompresor
- Kondensor
- Katup ekspansi
- Evaporator

a) Kompresor

Kompresor merupakan komponen yang sangat berperan penting dalam sistem refrigeransi kompresi uap. Kompresor berfungsi sebagai pemompa refrigeran keseluruhan bagian dari sistem agar setiap sistem dapat beroperasi sebagaimana mestinya. Dalam operasinya refrigeran yang keluar dari kompresor bertekanan dan temperatur tinggi, dengan kondisi fasa uap super panas.

b) Kondensor

Kondensor merupakan alat untuk pembuang panas dari sistem ke lingkungan. Sebagai akibatnya uap refrigeran akan didinginkan sehingga fasanya berubah menjadi fasa cair. Jadi kondensor akan mengkondensasikan uap refrigeran yang berasal dari kompresor dengan temperatur dan tekanan yang tinggi untuk kemudian diturunkan tekanannya pada katup ekspansi.

c) Katup Ekspansi

Katup ekspansi berfungsi sebagai alat pengontrol aliran refrigeran yang letaknya diantara kondensor dan evaporator. Pada katup ekspansi ini refrigeran diturunkan tekanan dan temperturnya sehingga refrigeran yang masuk ke evaporator merupakan refrigeran yang bertemperatur dan bertekanan rendah.

d) Evaporator

Evaporator berfungsi sebagai media penyimpanan cairan refrigeran yang berasal dari katup ekspansi. Penguapan ini terjadi karena adanya pengambilan panas dari ruang pendinginan atau dari media yang akan didinginkan melalui dinding-dinding evaporator sehingga fasanya berubah menjadi uap jenuh, yang kemudian uap jenuh tersebut siap untuk dikompresikan/ditekan kembali oleh kompresor.

2) Komponen Pendukung

Komponen pendukung dalam sistem refrigeransi kompresi uap dibagi dalam dua bagian yaitu:

a) Komponen pendukung mekanik

Komponen tambahan di luar dari komponen utama yang berfungsi untuk menambah efisiensi kerja dari sistem meliputi; *liquid receiver, sight glass, high low presussure, termostat, solenoid valve, filter drier.*

b) Komponen pendukung kelistrikan

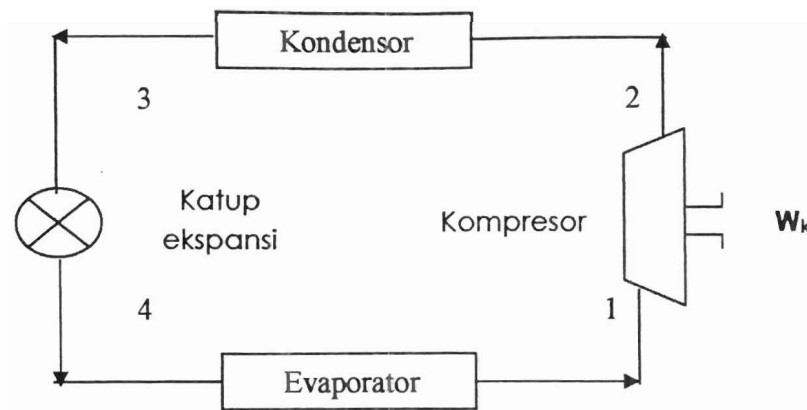
Merupakan komponen yang berfungsi untuk mengontrol kerja sistem. Komponen ini juga dapat menambah efisiensi kerja sistem. Komponen pendukung kelistrikan dapat berupa; *saklar, MCB, Watt meter, avo meter, kontaktor time delay relay, termometer.*

3) Siklus Refrigeran Kompresi Uap

Pada siklus refrigeransi kompresi uap terdapat empat proses dasar yaitu:

- Proses kompresi (pemampatan)
- Proses kondensasi (pengembunan)
- Ekspansi (penurunan tekanan)
- Proses evaporasi (penguapan)

Gambar 1, di bawah menunjukkan siklus refrigerasi kompersi uap.



Gambar 1. Siklus refrigerasi kompresi uap

Keterangan:

- **Proses 1-2: Proses Kompresi (Pemampatan)**

Proses ini terjadi di kompresor. Fasa refrigeran yang masuk ke kompresor adalah uap jenuh, dengan temperatur tinggi dan tekanan rendah. Lalu refrigeran dipompakan oleh kompresor sehingga tekanannya naik dan temperatur bertambah tinggi, refrigeran keluar dari kompresor berfasa uap super panas.

- **Proses 2-3: Proses Kondensasi (Pengembunan)**

Temperatur refrigeran yang tinggi hasil dari proses kompresi mengalir menuju ke kondensor. Pada kondensor ini, karena temperatur refrigeran lebih tinggi dari temperatur lingkungan, maka terjadi pelepasan panas melalui dinding pipa kondensor ke udara lingkungan. Pada saat uap refrigeran yang berasal dari kompresor masuk ke kondensor, uap super panas tersebut akan dikondensasi pada keadaan cair jenuh (*saturated liquid*) dengan temperatur lebih rendah, tetapi tekanan tetap tinggi.

- **Proses 3-4 : Proses Ekspansi (Penurunan Tekanan)**

Proses ini terjadi pada katup ekspansi. Setelah refrigeran melepaskan panas kondensor, refrigeran berfasa cair akan mengalir menuju katup ekspansi untuk diturunkan tekanannya sehingga temperaturnya juga turun. Dengan rendahnya temperatur refrigeran saat masuk ke evaporator, refrigeran dapat menyerap panas pada ruang pendingin.

- **Proses 4-1: Proses Evaporator (Penguapan)**

Proses ini terjadi di evaporator. Temperatur di evaporator dibuat lebih rendah dari temperatur ruang pendingin, sehingga dapat menyerap panas dari lingkungan atau media yang diinginkan. Pada evaporator inilah refrigeran akan mengalami penguapan sehingga fasanya akan berubah dari fasa cair menjadi fasa uap jenuh.

4) Parameter Pada Sistem Refrigerasi Kompresi Uap.

Parameter utama pada sistem refrigerasi kompresi uap adalah: kerja kompresi efek pendinginan dan *Coefficient Of Performance (COP)* dari sistem.

a) Kerja Kompresi

Kerja kompresi merupakan perubahan enthalpi pada proses kompresi dari kenaikan temperatur dan tekanan yang disebabkan oleh kerja yang diberikan oleh kompresor. Besar kerja kompresi oleh kompresor dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} W_k &= m. (h_2 - h_1) & (21) \\ &= V. I \cos \phi \end{aligned}$$

dimana:

m = laju aliran massa refrigeran, (kg/dt)

h_1 = enthalpi refrigeran masuk kompresor, (kJ/kg)

h_2 = Enthalpi refrigeran keluar kompresor, (kJ/kg)

V = Tegangan listrik masuk kompresor, (Volt)

I = Kuat arus listrik masuk ke kompresor, (Amp)

b) Efek pendinginan

Efek pendinginan (refrigerasi) adalah besarnya panas yang diserap oleh evaporator sehingga terjadi proses penguapan. Besarnya panas yang dapat diserap merupakan tujuan dan ukuran dari seluruh sistem, secara matematis dapat dihitung:

$$\begin{aligned} Q_e &= m \cdot (h_1 - h_4) \\ &= m_p \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2) \end{aligned} \quad (22)$$

dimana:

m = laju aliran refrigeran, (kg/dt)

m_p = massa produk yang disimpan, (kg)

c_p = panas jenis produk, (kJ/kg.K)

h_1 = enthalpi keluar evaporator (kJ/kg)

h_4 = enthalpi masuk evaporator (kJ/kg)

T_1 = temperatur awal produk, ($^{\circ}$ C)

T_2 = temperatur akhir produk ($^{\circ}$ C)

c) Coefficient Of Performance (COP)

Coefficient Of Performance (COP) merupakan prestasi kerja dari sistem pendingin. Besar kecilnya nilai COP tergantung dari jenis refrigeran yang dipakai, usia mesin pendingin, efektivitas sirip evaporator. COP merupakan perbandingan antara kapasitas pendinginan (efek refrigeransi) terhadap kerja yang dilakukan oleh kompresor, secara matematis dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{COP} = \frac{Q_c}{W_k} \quad (23)$$

D.2. Ruang Pendingin atau Ruang Pemajangan *Movable Display Case*

Konstruksi dari ruang pendinginan atau ruang pemajangan *movable display case* ini berbentuk sebuah kabinet empat persegi yang diberi rak-rak untuk tempat buah. Mesin pendingin *movable display case* ini diletakan di bagian bawah, yang dibatasi oleh sebuah pelat yang diberi lobang-lobang kecil yang berfungsi sebagai tempat masuknya udara dingin yang berasal dari evaporator. Buah bisa ditempatkan di atas rak-rak dan di atas pelat yang diberi lobang-lobang kecil.

Bagian atas *movable display case* ini diberi kaca penutup yang terbuat dari bahan fiber glass transparan agar buah dapat terlihat dengan jelas, indah dan menarik dari luar serta buah juga terhindar dari debu atau kotoran. Sehingga diharapkan dapat memancing minat konsumen untuk membeli buah yang akan disimpan.

Agar tidak adanya energi panas yang masuk ke dalam ruang *movable display case*, maka pada dinding bagian samping, belakang, depan bawah diberi bahan insulasi *streofoam/glass woll* yang dilapisi dengan pelat aluminium licin tebal 0,3 mm di bagian luar dan pelat aluminium kulit jeruk tebal 0,3 mm pada bagian dalam ruangan. Untuk lebih jelasnya gambar *movable display case* untuk perbaikan sistem penyimpanan dan pemajangan buah apel, dapat dilihat pada Lampiran A.

E. Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Buah Apel

Apel (*Malus sylvestris Mill*) adalah tanaman tahunan yang berasal dari daerah subtropis. Apel sangat digemari oleh masyarakat di belahan dunia termasuk di Indonesiakarena rasa yang gurih dan aromanya yang menggugah selera konsumen

untuk memakannya. Di Indonesia apel telah di tanan sejak tahun 1934 dan dapat berbuah dengan baik (Bambang Soelarso, 1996).

Perkembangan komoditas apel ini banyak dipengaruhi oleh factor teknis yang memungkinkan dan factor ekonomis yang menguntungkan. Dari tahun 1984 hingga 1988 komoditas apel di Jawa Timur (sebagai daerah sentra apel di Indonesia) menunjukkan perkembangan yang cukup pesat. Pada tahun 1984 terdapat 7.303.372 pohon apel dan berkembang menjadi 9.046.276 pohon pada tahun 1988 atau meningkat rata-rata 4,7% pertahun. Sedangkan produksinya meningkat dari 146.699 ton pada tahun 1984 menjadi 275.065 ton pada tahun 1988 atau meningkat 17,50% tiap tahun (Bambang Soelarso, 1996).

Berdasarkan penelitian Biro Pusat Statistik (dalam Bambang Soelarso, 1996), tahun 1983 hingga 1985, rata-rata konsumsi buah apel oleh penduduk Indonesia tahun 1983 adalah 0,6 kg perkapita/tahun, dan meningkat rata-rata 0,02% tiap tahun dari tahun 1983 sampai dengan tahun 1985. Maka dengan demikian dengan meningkatnya jumlah penduduk, pendapatan masyarakat dan kesadaran masyarakat akan pentingnya nilai gizi dan jumlah wisatawan mancanegara yang dating, maka diperkirakan permintaan buah apel dalam negeri akan terus meningkat.

E.1. Jenis-Jenis Apel

Beberapa jenis buah apel yang diketahui adalah sebagai berikut (Bambang Soelarso, 1996):

a. Jenis Rome Beauty

Jenis ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

Bentuk buah : Globose

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Bobot Buah | : ± 169,11 gr/buah |
| Warna Buah | : Hijau kemerah-merahan |
| PTT/asam (%) cita rasa | : 30,94/segar |
| Vit. C mgr/100 gr | : 3,58 |
| Kadar air | : 86,65% |
| Produksi | : ± 12 kg/pohon |
| Aroma | : Lemah |

b. Jenis Manalagi

Jenis manalagi ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

| | |
|--------------------------|---------------------------|
| Bentuk buah | : Flat |
| Bobot Buah | : ± 145,50 gr/buah |
| Warna Buah | : Hijau kekuning-kuningan |
| PTT/asam (%) / cita rasa | : 54,82/manis |
| Vit. C mgr/100 gr | : 7,43 |
| Kadar air | : 84,05% |
| Produksi | : ± 15 kg/pohon |
| Aroma | : Kuat |

c. Jenis Anna

Jenis ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

| | |
|--------------------------|---------------------------|
| Bentuk buah | : Long conical |
| Bobot Buah | : ± 130,5 gr/buah |
| Warna Buah | : Merah tua |
| PTT/asam (%) / cita rasa | : 27,18/segar manis masam |
| Vit. C mgr/100 gr | : 8,18 |

| | |
|-----------|-----------------|
| Kadar air | : 84,12% |
| Produksi | : ± 10 kg/pohon |
| Aroma | : Kuat |

d. Jenis Princess Noble

Jenis Princess Noble mempunyai cirri-ciri sebagai berikut:

| | |
|------------------------|--------------------------|
| Bentuk buah | : Conical |
| Bobot Buah | : ± 175 gr/buah |
| Warna Buah | : Hijau berbintik-bintik |
| PTT/asam (%)/cita rasa | : 22,20/segar agak asam |
| Vit. C mgr/100 gr | : 6,78 |
| Kadar air | : 86,35% |
| Produksi | : ± 15 kg/pohon |
| Aroma | : Kuat |

e. Jenis Wanglin/Lali Jiwo

Jenis Wanglin/Lali Jiwo mempunyai cirri-ciri sebagai berikut:

| | |
|------------------------|------------------------------|
| Bentuk buah | : Globose Conical |
| Bobot Buah | : ± 150 gr/buah |
| Warna Buah | : Hijau berbintik kecoklatan |
| PTT/asam (%)/cita rasa | : 50,82/manis renyah |
| Vit. C mgr/100 gr | : 7,23 |
| Kadar air | : 85% |
| Produksi | : ± 15 kg/pohon |
| Aroma | : Kuat |

E.2. Kualitas dan Kandungan Gizi

Menurut Bambang Soelarso (1996), karakteristik buah apel dapat dinilai menurut:

| | | |
|----|------------------|--|
| 1. | Nilai Fisik | Kekerasan, berat jenis dan mudahnya lepas dari tangkai |
| 2. | Nilai Visual | Warna kulit, ukuran dan kekompakan buah |
| 3. | Analisis kimia | Kadar pati, kadar gula, air, asam (vitamin C) |
| 4. | Metode fisiologi | Respirasi |
| 5. | Penaksiran | Umur buah dari bunga mekar |

Dengan menganalisis perkembangan fisik dan kimiawi berdasarkan umur memetikanya, dapat dinilai kualitas hasil panen buah apel.

E.3. Model Penjualan Buah Apel

Model penjualan buah apel hingga sampai ke konsumen dibedakan atas dua yaitu model penjualan di pasar tradisional dan penjualan di mall atau supermarket/mini market. Penjualan buah apel di pasar tradisional dipajang dengan menggelar buah apel di atas sebuah meja secara bertumpuk dan di udara terbuka. Proses seperti ini, cenderung buah apel dikenai oleh debu atau kotoran yang ada di udara. Kadang-kadang buah apel dikenai langsung oleh cahaya matahari akibatnya buah apel cepat berubah bentuk (busuk atau mengkerut) dan secara teknis kesehatan sangat tidak layak serta secara estetika mengurangi minat atau selera konsumen.

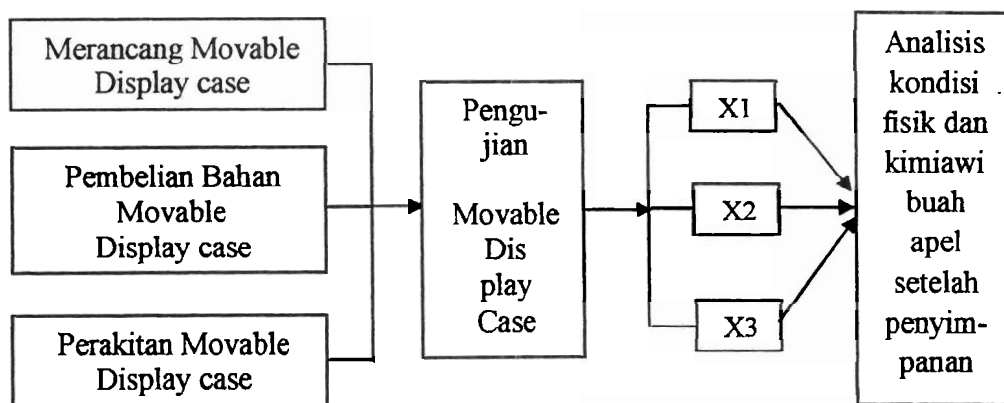
Sementara penjualan buah apel yang ada di mall-mal atau supermarket/mini market terlihat lebih bersih dan indah karena apel dipajang dalam ruang dingin dan

tertutup. Buah apel akan terlihat lebih segar dan bersih, sehingga mengundang selera konsumen untuk membeli buah apel tersebut.

Oleh karena hal tersebut di atas maka penelitian ini ditujukan untuk membuat alat penyimpanan dan pemajangan buah apel yang bisa menjamin kebersihan, kesegaran dan keindahan buah buah bagi konsumen bagi para penjual buah apel di pasar tradisional.

F. Kerangka Konseptual

Berdasarkan latar belakang masalah dan kajian teoritis serta untuk memahami secara sederhana penelitian ini, maka kerangka konseptual penelitian ini adalah sebagai berikut:



Keterangan:

X1 = Buah apel sebelum disimpan

X2 = Buah apel disimpan dalam *movable display case*

X3 = Buah apel tidak disimpan dalam *movable display case*

G. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian dalam kajian teoritis, maka hipotesisi penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Bagaimanakah merancang dan membuat *moveble display case* untuk penyimpanan dan pemajangan buah apel.
2. Terdapatkah perbedaan karakteristik fisik dan kimiawi buah apel sebelum disimpan, dengan buah apel yang disimpan dalam *movable display case* selama delapan hari berturut-turut dan dengan buah apel yang tidak disimpan dalam *movable display case* (ruang terbuka).

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana cara merancang dan membuat *movable display case* yang digunakan untuk penyimpanan dan pemajangan buah apel.
2. Untuk mengetahui apa pengaruh penyimpanan terhadap kondisi fisik dan kimiawi buah apel hasil penyimpanan dalam *movable display case*.

B. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Membantu para perancang dan pembuat *movable display case* buah untuk membuat rancangan yang lebih baik untuk perbaikan sistem penyimpanan dan pemajangan buah apel.
2. Menambah informasi bagi masyarakat pengguna dan instansi terkait tentang upaya bagaimana teknik penyimpanan dan pemanjangan buah dalam *movable display case* terutama buah apel.
3. Sebagai solusi dari permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat penjual buah, agar buah yang mereka tidak cepat menjadi busuk akibat aktivitas mikro organisme, dengan memakai *movable display case*.

BAB IV

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimen dengan menggunakan mesin pendingin sebagai pendingin buah apel di dalam ruang *movable display case*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi tepat guna berupa sebuah alat penyimpanan buah apel sekaligus tempat pemajangannya.

Movable display case adalah alat yang dapat menjaga kebersihan buah apel dari sentuhan kotoran atau debu dan sekaligus untuk memperindah tampilan buah apel, sehingga diharapkan dapat menarik minat para konsumen. Dalam perencanaan *movable display case* untuk buah apel ini, langkah-langkah yang peneliti lakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Survey tentang buah apel di Pasar Raya Padang, Super Market Plaza Andalas Padang, Super Market Minang Plaza Padang
- 2) Merencanakan beban pendinginan untuk *Movable Display Case*
- 3) Pembuatan gambar rancangan *Movable Display Case*
- 4) Pembuatan dan perakitan *Movable Display Case*
- 5) Pengamatan kondisi fisik dan pengujian kimiawi buah apel hasil penyimpanan

A. Wilayah Penelitian dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Perencanaan dan Pengujian Mesin, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik (FT) Universitas Negeri Padang. Sedangkan waktu pelaksanaan penelitian ini, mulai dari pembuatan alat hingga selesai penulisan laporan penelitian direncanakan minimal selama 10 bulan.

B. Populasi dan Sampel

Topik penelitian ini adalah rancang bangun *movable display case* untuk perbaikan sistem penyimpanan dan pemajangan buah apel, sehingga sebagai objek dari penelitian ini adalah *movable display case* dan apa pengaruh penyimpanan terhadap kondisi fisik dan kimiawi buah apel hasil penyimpanan dalam *movable display case*. Perlakuan dalam proses penyimpanan buah apel dibedakan atas dua macam yaitu penyimpanan dalam *movable display case* dan penyimpanan tidak dalam *movable display case*. Pada penelitian ini buah yang akan disimpan difokuskan kepada buah apel.

Populasi dalam penelitian ini adalah tidak terbatas (*unlimited*), dalam arti sepanjang sistem dan prosedur mengikuti penelitian ini, maka generalisasi hasil penelitian ini masih dapat digunakan.

C. Disain Penelitian

Untuk mencapai tujuan penelitian dan untuk membuktikan kebenaran hipotesis yang diajukan, maka dilakukan beberapa langkah antara lain; merancang dan membuat alat penelitian (*movable display case*), percobaan pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data dan analisis data serta mengambil kesimpulan.

Adapun yang menjadi variabel kontrol dalam penelitian ini adalah kondisi fisik dan kimiawi buah apel hasil penyimpanan, distribusi temperatur bola kering (T_{db}) dan bola basah (T_{wb}) dalam ruangan pendingin dan ruang terbuka, waktu pencapaian temperatur sasaran terendah dalam ruangan pendingin serta *Coefficient Of Performance (COP)* dari *movable display case*. Sedangkan yang menjadi variabel terikat dalam penelitian ini adalah proses penyimpanan buah yang diletakkan dalam

ruang pendingin *movable display case* dan diletakan dalam ruang terbuka di laboratorium PPM Teknik Mesin.

Pengambilan data dilakukan yaitu pada saat *movable display case* dalam keadaan kosong dan dalam keadaan berisi buah apel. Pencatatan temperatur dilakukan setiap 15 menit.

D. Merangkai Alat Penelitian

Rangkaian alat penelitian atau *movable display case* dapat dilihat pada Lampiran A pada laporan ini. Pada gambar tersebut *movable display case* dibagi atas gambar utuh, tampak depan, tampak samping, tampak belakang dan rangkaian listriknya. Bahan untuk alat penelitian yang digunakan berupa buah apel dan alat-alat mesin pendingin yang dirakit menjadi rangkaian penelitian. Buah apel yang dijadikan materi penelitian dibeli di pasar.

Di dalam *movable display case* juga dibuat rak untuk tempat meletakan produk (buah) yang akan disimpan dan dipajang. *Cooling unit* yang terdiri dari: evaporator, fan, timer diletakan pada bagian atas di dalam ruang *movable display case*. Sedangkan *condensing unit* yang terdiri dari; kondensor, fan/blower dan kompresor ditempatkan pada bagian bawah *movable display case*. Antara duan bagian komponen besar ini dibatasi oleh sebuah pleat aluminium tipis yang diberi lobang-lobang kecil, atau untuk lebih detailnya rangkaian alat penelitian ditulis sebagai berikut:

- 1) Perakitan kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator serta komponen-komponen pendukung mekanik seperti; *liquid receiver, filter drier, sight glass, high/low pressure gauge* yang dibeli lalu dirangkai secara seri dengan menggunakan pipa tembaga dengan ukuran 5/16 inchi dan 2/8 inchi. Dalam

penelitian ini pipa digunakan sebagai media untuk mengalirkan refrigeran sebagai fluida kerja dalam sistem pendinginan kompresi uap.

- 2) Pemasangan alat pendukung kelistrikan berupa; *saklar, MCB, watt meter, avo meter, kontaktor, time delay relay, termometer, saklar, lampu, selenoid valve, switch on/off*, termostate, termometer dan sebagainya.
- 3) Pembuatan ruang pendingin berbentuk kamar, yang terbuat dari rangkaian pelat aluminium dan bahan insulasi. Bagian atasnya terbuat dari kaca dengan ketebalan 5 mm yang juga sekaligus berfungsi sebagai pintu bagi *movable display case*, lalu dibuat sedemikian rupa sehingga secara mekanisme dalam pengambilan produk yang disimpan atau dipajang akan lebih mudah dan praktis. Bagian dinding ruang pendingin *movable display case* terbuat dari pelat aluminium yang dilapisi dengan bahan insulasi.
- (4) Pembuatan dudukan dan pemasangan roda *movable display case*, dibuat dari besi siku yang digunakan sebagai penopang alat-alat percobaan.
- (5) Pemasangan alat ukur temperatur, dalam ruang penyimpanan atau pemajangan *movable display case*, hal ini dimaksudkan untuk mengetahui distribusi temperatur udara pendinginan dalam ruang *movable display case* dan kapasitas pendinginan mesin *movable display case*. Alat ukur temperatur dalam ruang pendingin, ditempatkan pada tiga titik secara sejajar. Hal ini dimaksudkan agar data-data yang diperoleh dalam penelitian betul-betul menunjukkan tingkat pendistribusian udara dingin dalam ruang pendingin *movable display case*. Temperatur udara ruang yang diukur adalah temperatur bola kering (T_{db}) dan temperatur bola basah (T_{wb}). Tujuannya selain mengukur temperatur juga mengukur kelembaban udara dalam ruangan.

E. Kondisi Perancangan *Movable Display Case*

Movable display case dirancang untuk penyimpanan dan pemajangan buah apel direncanakan dengan massa 100 kg. Agar kualitas buah apel dalam *movable display case* dapat terjaga dengan baik maka temperatur akhir produk dirancang dengan rentang 1,75 hingga 4,5°C dan kelembaban relative (ϕ) antara 80 hingga 90%. Temperatur awal produk diasumsikan 30°C sama dengan temperature udara rata-rata lingkungan (dalam ruangan Laboratorium Perencanaan dan Pengujian Mesin, Jurusan Teknik Mesin FT. UNP Padang).

E.1. Disain Pendinginan

- Dirancang untuk buah apel dengan massa = 100 kg
- Temperatur awal produk = 30°C
- Temperatur akhir produk yang direkomendasikan (T_{db}) = 1,75°C
- Temperatur produk yang diizinkan (T_{db}) = 1,75-4,5°C
- Kelembaban relatif produk yang direkomendasikan (ϕ) = 87 %
- Kelembaban relatif produk yang diizinkan (ϕ) = 85 % - 87 %
- Kecepatan udara dalam ruangan < 0,25 m/dt
- Panas jenis produk (c_p) = 3,60 kJ/kg.K
- Titik beku buah apel = -1,75°C
- Chilling Rate Factor (RF) buah apel = 0,67
- Panas jenis buah apel sebelum didinginkan = 3,72 kJ/kg.K
- Panas jenis buah apel sesudah didinginkan = 1,82 kJ/kg.K

- Chilling Time adalah waktu yang diperlukan oleh mesin pendingin untuk mencapai temperatur akhir produk dalam ruang pendingin. Untuk produk buah apel diasumsikan Chilling Time (Dossat, 1981) = 24 jam

E.2. Disain Ruang Pendingin *Movable Cold Display Case*

- Tebal bahan pelat aluminium untuk dinding = 0,0009 m
- Konduktivitas termal aluminium (k_{al}) = 202 W/m.°C
- Tebal *glass woll* = 0,007 m
- Konduktivitas termal *glass woll* (k_{gls}) = 0,038 W/m.°C
- Tebal busa (*stereof foam*) = 0,015 m
- Konduktivitas termal *stereof foam* (k_{sterf}) = 0,43 W /m.C
- Tebal kaca = 0,005 m
- Konduktivitas termal kaca (k_{kaca}) = 0,78 W /m.C
- Luas dinding *movable display case* (A_{tot}) = 2,22 m²
- Tebal plat seng = 0,00003 m
- Konduktivitas termal seng (k_{seng}) = 112,2 W /m.C
- Tebal multipleks = 0,10 m
- Konduktivitas termal multipleks (k_{multp}) = 0,055 W/m.°C
- Temperatur udara luar = 30°C
- Luas total dinding kaca pintu *display case* = 0,531 m²
- Tebal kaca pintu *display case* = 0,005
- Luas total plat baja = 3.208 m²
- Nilai koefisien perpindahan panas konveksi (h_{konv}), dalam ASHRAE

Fundamental direkomendasikan berdasarkan kecepatan udara, $h = 5,50 + 2,70.V$

untuk dinding permukaan halus, $V < 0,25 \text{ m/dt}$. Maka diasumsikan nilai h_{konv} untuk dinding aluminium *display case*, $h = 5,50 + 2,70.V$

F. Perhitungan Beban Pendinginan Pada *Movable Cold Display Case*

Penghitungan beban pendingin pada *movable display case* dilakukan dengan mengasumsikan bahwa beban yang ditanggung oleh mesin pendingin hanya berasal dari produk saja dan beban pendinginan (panas) yang masuk dari luar ruangan melalui dinding ruangan. Beban produk dihitung pada kondisi produk di atas titik beku sesuai rekomendasi data rancangan. Sedangkan jenis beban yang lain dalam perhitungan beban pendingin pada *movable display case* ini diabaikan.

F.1. Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh (U)

Nilai koefisien perpindahan panas menyeluruh (U) dihitung dengan persamaan:

$$U = \frac{1}{\sum R_{tot}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{x_1}{k_2} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3} + \frac{x_4}{k_4} + \frac{x_5}{k_5} + \frac{1}{h_2}}$$

Dari data perencanaan, maka diperoleh nilai U, untuk dinding ruang pendingin

$$U_1 = \frac{1}{\frac{1}{5,5+2,7(0,25 \text{ m/dt})} + \frac{0,0009 \text{ m}}{202 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}} + \frac{0,007 \text{ m}}{0,038 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}} + \frac{0,0009 \text{ m}}{202 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}} + \frac{0,015 \text{ m}}{0,43 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}} + \frac{0,0009 \text{ m}}{202 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}}}$$

$$+ \frac{1}{5,5+2,70(0,25 \text{ m/dt})}$$

$$= \frac{1}{0,1619 + 0,0000045 + 0,184210 + 0,0000045 + 0,0348 + 0,0000045 + 0,1619}$$

$$1,842219 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ C$$

Dengan cara yang sama juga dapat dicari nilai koefisien perpindahan panas menyeluruh (U) untuk kaca pintu dan dinding bagian bawah *movable display case*.

F.2. Beban Pendinginan Dari Luar Ruangan (*Wall Gain Cooling Load*)

Beban pendinginan dari luar ruangan ke dalam ruangan pendinginan *movable display case* dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_{tran} = U_1 \cdot A_1 \cdot \Delta T$$

a. Beban Pendingin Melalui Dinding Depan, Samping, Belakang dan Atas

Beban pendingin melalui dinding lapisan aluminum dan insulasi dapat dihitung,

$$\begin{aligned} Q_{tran} &= U_1 \cdot A_1 \cdot \Delta T \\ &= 1,842219 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \cdot 2,22 m^2 \cdot (30 - 1,75) ^\circ C \\ &= 115,53 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b. Beban Pendingin Melalui Kaca dan Dinding Bawah

Beban pendingin melalui dinding kaca dapat dihitung dengan persamaan,

$$\begin{aligned} Q_{tran} &= U_2 \cdot A_2 \cdot \Delta T \\ &= 3,0284 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \cdot 0,531 m^2 \cdot (30 - 1,75) ^\circ C \\ &= 45,42 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk dinding bawah,

$$\begin{aligned} Q_{tran} &= U_3 \cdot A_3 \cdot \Delta T \\ &= 2,2737 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \cdot 2,20 m^2 \cdot (30 - 1,75) ^\circ C \\ &= 141,31 \text{ Watt} \end{aligned}$$

F.3. Beban Pendingin Produk (Q_u)

Beban pendinginan produk buah apel dihitung mulai saat kondisi awal sampai tercapainya temperatur yang direkomendasikan. Dari data perencanaan temperatur awal produk ($T_{\text{prod, awal}} = 30^\circ\text{C}$) dan temperatur akhir yang direkomendasikan ($T_{\text{prod, akhir}} = 6,5^\circ\text{C}$). Dengan *chilling rate factor* (RF) produk 0,67 dan *chilling time* rekomendasi adalah 24 jam, maka dengan menggunakan persamaan (16), maka diperoleh beban pendinginan produk:

$$\begin{aligned} Q_{\text{prod}} &= \frac{m_{\text{prod}} \cdot c_p \cdot (T_{\text{awal}} - T_{\text{akhir}})}{n \cdot 3600 \cdot RF} \\ Q_{\text{prod}} &= \frac{100\text{kg} \cdot 3,72\text{kJ/kg.K} \cdot (30 - 6,5)^\circ\text{C}}{24 \cdot 3600 \cdot 0,67} \\ &= 0,181540\text{ kW} = 181,54\text{ Watt} \end{aligned}$$

F.4 . Beban Pendingin Total Pada *Movable Display Case*

Beban pendinginan total dari *movable display case* adalah jumlah keseluruhan beban pendinginan yang ditanggung oleh *movable display case*. Dalam penelitian ini beban pendinginan total *movable display case* diasumsikan hanya berasal dari panas yang masuk dari dinding ruangan dan beban panas dari produk, sehingga total beban pendinginan adalah:

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_{\text{trans}} + Q_{\text{produk}} \\ &= 302,26\text{ Watt} + 181,54\text{ Watt} \\ &= 483,80\text{ Watt} \end{aligned}$$

G. Pembuatan dan Perakitan *Movable Display Case*

G.1. Alat dan Bahan Yang Digunakan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan dan perakitan *movable display case* adalah sebagai berikut:

a. Bahan Untuk Pembuatan Ruang Pendingin

- Pelat aluminium tebal 0,2 mm, 2m x 1m untuk lapisan dinding bagian luar
- Aluminium hollow untuk rangka ruang pendingin
- Besi siku untuk rangka utama *movable display case*
- *Streofom*, glaswol untuk bahan insulasi pada dinding
- Pipa aluminium diameter 10 mm untuk pembuatan rak
- Pelat seng untuk lapisan rak bagian bawah
- Siku penghubung
- Skrup
- Spigot, paku rivet
- Lem glukol
- Engsel pintu
- Karet pintu
- Roda dudukan

b. Bahan dan Komponen Pembuatan Mesin Pendingin

- Kompresor tipe hermetis (*hermetic unit*) $\frac{1}{2}$ HP
- Kondensor
- Pipa kapiler/katup ekspansi
- Evaporator
- Filter dan Accumulator

- Thermostat sebagai kontrol temperatur
- Timer untuk setting waktu operasi
- Blower/fan kecil untuk penggerak udara di evaporator dan kondensor

c. Alat-Alat Yang Dibutuhkan Untuk Pengerjaan *Movable Display Case*

- Mesin bor, mata bor
- Mesin gergaji untuk pemotongan pipa dan besi siku
- Gunting plat aluminium
- Tang rivet, obeng, kikir
- Martil dan tang
- Las asitelin dan las listrik
- dll

G.2. Proses Pembuatan *Movable Display Case*

Proses pengerjaan untuk pembuatan *movable display case* dilakukan dengan pemotongan bahan yang disesuaikan dengan ukuran perencanaan. Bahan yang dipotong disesuaikan dengan posisi letak dari bahan tersebut pada *movable display case*. Diantara pengerjaan pada pembuatan *movable display case* ini adalah sebagai berikut:

a. Pemotongan Aluminum Hollow

Pemotongan aluminium hollow dan besi siku diperuntukan sebagai rangka dari keseluruhan ruang pendingin *movable display case* yaitu:

- 2 buah dengan panjang 1,1 m dan 2 buah panjang 0,67 m digunakan untuk tiang penyangga.

- 5 buah untuk bagian lantai rangka bawah dan atas dengan ukuran 1,2 m dan 2 buah dengan ukuran panjang 0,63 m serta 2 buah dengan panjang 0,50 m.

b. Pemotongan Aluminium Plat

Pemotongan aluminium plat digunakan sebagai pelapis dinding pada bagian luar dan dalam *movable display case*. Untuk *movable display case* yang akan dibuat diperlukan 2 lembar plat ukuran 1,2 m x 0,67 m; dan 2 lembar ukuran 1,2 m x 0,63 m berbentuk trapesium; dan 2 lembar ukuran 1,2m x 0,5 m.

c. Pemotongan Busa (*Streof foam*)

Pemotongan busa (*streof foam*) di peruntukan sebagai bahan insulasi (isolasi) pada bagian dinding *movable display case*. Ukuran *streof foam* yang dipotong disesuaikan dengan plat aluminium untuk dinding *movable display case*.

d. Proses Perakitan Rangka

Tahap-tahap perakitan rangka disesuaikan pembentukan *movable display case*. Adapun tahapan perakitan rangka adalah sebagai berikut:

- **Merakit rangka bagian bawah dan bagian atas dengan tiang**

Perakitan rangka bagian bawah dan bagian atas dengan tiang diperlukan siku penyambung. Siku penyambung ini berfungsi untuk menyambung rangka bagian bawah dengan tiang. Penyambungan ini diikat dengan paku rivet yang terlebih dahulu dibor untuk memasukan paku rivet, untuk lebih rinci lihat gambar pada Lampiran A.

- **Proses Pemasangan Dinding**

Pemasangan dinding digunakan untuk menutupi ruangan pendingin *movable display case* yang akan digunakan sebagai penyimpan dan pemajangan buah apel. Dinding depan, samping, belakang, dan atas tersusun dari bahan yang sama yaitu

dari bahan pelat aluminium, busa, glasswool dan pelat aluminium lagi. Untuk dinding pintu terbuat dari kaca bening biasa dengan ketebalan 5 mm yang dibentuk sedemikian rupa sehingga bisa dibuka dan ditutup dengan model sliding.

- **Proses pembuatan Rak Pendingin dan Pelat Belubang**

Pembuatan rak pada *movable display case* berfungsi untuk tempat penyimpanan dan sekaligus tempat pemajangan buah apel. Rangka rak terbuat dari aluminium siku dan kisi-kisinya terbuat dari pipa aluminium ukuran 6 mm.

- **Proses Pemasangan Roda**

Roda pada *movable display case* berfungsi untuk memudahkan operator jika ingin memindahkan *movable display case* dari suatu tempat ke tempat lain. Roda dipasang empat buah yang diletakan pada tidap sudut. Pemasangan roda diberi besi siku yang dilas dengan las listrik.

- **Merangkai Komponen Utama Mesin Pendingin**

Komponen-komponen utama mesin pendingin dirangkai secara seri dengan menggunakan pipa tembaga ukuran 4/16 inchi dan 5/16 inchi. Komponen-komponen utama yang dirangkai adalah kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Kompresor berfungsi sebagai penggerak utama pada mesin pendingin, kondensor berfungsi untuk membuang panas, dan evaporator berfungsi untuk mengambil panas dari ruangan pendingin atau mendinginkan buah apel serta katup ekspansi berfungsi untuk menurunkan tekan freon setelah dikompresi oleh kompresor sehingga freon kembali menjadi dingin.

H. Teknik Pengumpulan Data Pengujian

Tahap pengumpulan data merupakan langkah penting selanjutnya dalam penelitian ini. Dalam tahap ini dilakukan kegiatan pengukuran dan pencatatan data.

Pada penelitian ini data dicatat setiap 15 menit selama waktu pengujian 6 jam.

Adapun data-data yang diukur dan ditabulasikan adalah:

- Temperatur bola kering (T_{db}) dan temperatur bola basah (T_{wb}) pada enam titik dalam ruang pendingin *movable display case* termasuk pada rak-rak penampung buah.
- Temperatur udara (T_{db} dan T_{wb}) masuk dan keluar kondensor.
- Temperatur udara (T_{db} dan T_{wb}) lingkungan.
- Kuat arus (I) dan tegangan listrik (V) masuk ke mesin pendingin.
- Mengamati bentuk fisik (warna dan daging buah apel) sebelum disimpan dan setelah disimpan selama proses pengujian 8 hari berturut-turut, lalu didokumentasikan/difoto.

H.1. Metoda Pengujian *Movable Display Case*

Pengujian *movable display case* penulis lakukan dengan beberapa tahapan pengujian yaitu:

a. Pengujian *Movable Display Case Kosong*

Pengujian kosong dilakukan dengan tujuan untuk melihat distribusi temperatur dalam ruang penyimpanan dan pemajangan buah apel. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui prestasi kerja dari *movable display case*. Pengujian kosong ini dilakukan selama 6 jam, setiap 15 menit perubahan temperatur dalam ruangan *movable display case* dicatat, begitu juga dengan kuat arus dan tegangan listrik yang masuk ke mesin pendingin.

b. Pengujian *Movable Display Case Berisikan Buah Apel*

Pengujian *movable display case* diisi dengan buah apel dilakukan juga selama 6 jam, dan tiap 15 menit data perubahan temperatur dalam *movable display case*

dicatat dan ditabulasikan, demikian juga dengan kuat arus dan tegangan listrik yang masuk ke dalam mesin pendingin.

H.2. Langkah-Langkah Pengujian

Adapun langkah-langkah pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai:

a. Menyediakan alat dan bahan pengujian

- Alat pendingin *movable display case*
- Termometer bola kering (T_{db}) dan bola basah (T_{wb})
- Stop watch/pencatat waktu
- Senter/alat penerang, pisau
- Timbangan, tabel data dan pulpen
- Kain kasa, karet dan alat dokumentasi/kamera.

b. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dalam penelitian ini adalah:

- 1) Pastikan *movable display case* dalam kondisi baik untuk beroperasi
- 2) Pasang termometer bola kering (T_{db}) dan bola basah (T_{wb}) pada tiga titik dalam rak penyimpanan dan pemajangan.
- 3) Catat kondisi fisik buah apel sebelum dimasukkan ke dalam *movable display case* dan dokumentasikan.
- 4) Masukkan buah apel yang akan diuji ke dalam *movable display case*.
- 5) Hidupkan mesin pendingin *movable display case*
- 6) Biarkan *movable display case* hidup selama 15 menit agar kondisi temperatur dalam ruang pendingin stabil.

- 7) Setiap 15 menit catat perubahan temperatur bola kering (T_{db}) dan bola basah (T_{wb}) pada masing titik di rak pendinginan, catat pula perubahan kuat arus (I) dan tegangan (V) listrik yang masuk ke dalam mesin pendingin.
- 8) Lakukan pencatatan selama waktu pengujian 6 jam.
- 9) Akhir dari setiap pengujian amati kondisi fisik buah apel dan dokumentasikan.
- 10) Setelah dilakukan penyimpanan selama 8 hari berturut-turut lakukan analisis terhadap karakteristik kimiawi (kadar air, kadar vitamin C dan kadar gula). Analisis kimiawi dilakukan di **Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan**, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian Kota Padang, Komplek LIK Ulu Gadut, Indarung Padang.

I. Analisis Data

Berdasarkan data yang diperoleh maka dilakukan analisis data, antara lain;

1. Menghitung kapasitas pendinginan mesin pendingin dengan menggunakan persamaan (22) dan melihat distribusi temperatur dalam ruangan pendingin atau pemajangan buah apel *movable display case*.
2. Menghitung lamanya proses pendinginan untuk pencapaian temperatur terendah dari produk yang didinginkan.
3. Menghitung *Coefficient Of Performance (COP)* dari mesin pendingin dengan menggunakan persamaan (23), guna mengetahui prestasi kerja dari sistem secara keseluruhan.
4. Membandingkan kondisi fisik (warna, bentuk dan daging buah apel) hasil penyimpanan dengan dua teknik penyimpanan yaitu penyimpanan dalam *movable display case* dan penyimpanan di luar ruang *movable display case* (ruang terbuka).

5. Menganalisis karakteristik kimiawi (kadar air, kadar vitamin C dan kadar gula) buah apel hasil penyimpanan. Analisis kimiawi dilakukan dengan meminta bantuan ahli kimia di **Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan**, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian Kota Padang, Komplek LIK Ulu Gadut, Indarung Padang, Sumatera Barat.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap *movable display case* di Laboratorium Perencanaan dan Pengujian Mesin (PPM) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, yang peneliti buat dan setelah dilakukan pengolahan data, maka didapat hasilnya seperti pada Lampiran C laporan ini.

Proses pengujian terhadap *movable display case* dilakukan pertama kali untuk kondisi tanpa pembebanan atau pengujian dalam keadaan kosong. Pengujian kosong ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui unjuk kerja (*performance*) *movable display case* dalam keadaan tanpa beban pendinginan. Pengujian kosong dilakukan selama 6 jam atau satu hari pengujian.

Selanjutnya dilakukan pengujian dengan memberi beban pendinginan terhadap *movable display case*, dimana ruang pendingin *movable display case* diisi dengan buah apel sebanyak 25 kg, Pengujian berisi buah apel dilakukan selama delapan hari kerja berturut-turut. Setiap 15 (lima belas) menit data-data pengukuran dicatat dan ditabulasikan. Untuk setiap akhir dari 1 (satu) hari pengujian dilakukan pengecekan terhadap kondisi fisik buah apel; bentuk kulit, daging, dan bentuk fisik (tubuh) buah apel, lalu difoto untuk dokumentasi (lihat Lampiran E).

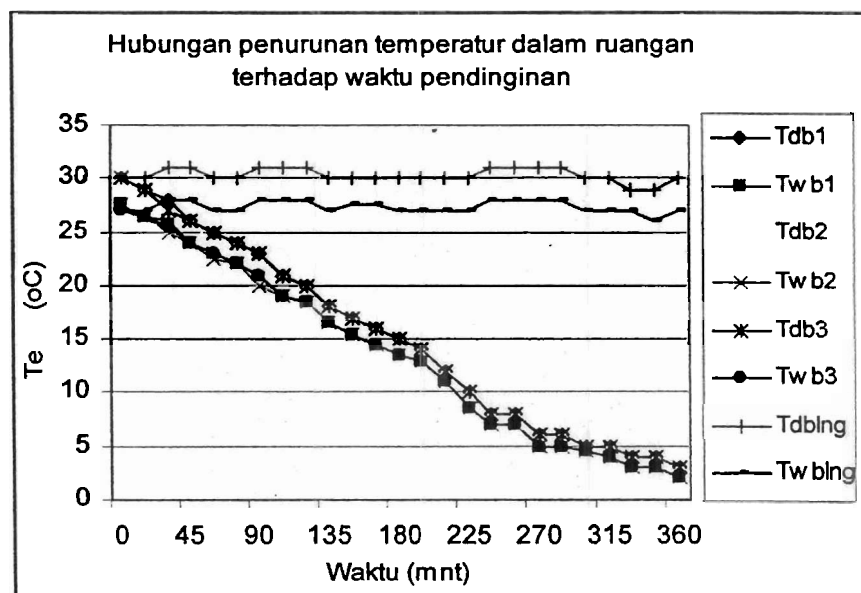
B. Pembahasan

B.1. Pengujian *Movable Display Case* Dalam Kondisi Kosong

Dari data hasil pengujian *movable display case* dalam kondisi kosong seperti pada Tabel C.1. (Lampiran C) terlihat bahwa; distribusi temperatur udara pendingin

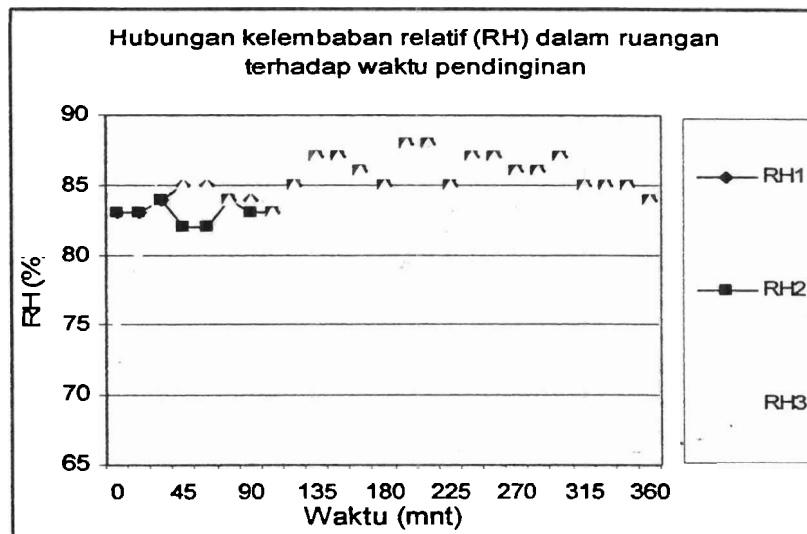
dalam ruangan *movable display case* cukup merata. Laju penurunan temperatur dari tiga titik yang diukur dalam ruangan *movable display case* tidak berbeda secara signifikan hanya berkisar 1°C. Setelah 6 jam pengujian, temperatur bola kering (T_{db}) dan bola basahnya (T_{wb}) dalam ruangan terukur bahwa dari tiga titik yang diukur adalah $T_{db1}= 3^{\circ}\text{C}$ dan $T_{wb1}= 3^{\circ}\text{C}$; $T_{db2}= 3^{\circ}\text{C}$ dan $T_{wb2}= 2^{\circ}\text{C}$; $T_{db3}= 3^{\circ}\text{C}$ dan $T_{wb3}= 2^{\circ}\text{C}$. Angka di atas menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang tajam (stratifikasi udara) dalam ruangan pendingin *movable display case*. Stratifikasi udara yang tajam akan membuat produk (buah) cepat menjadi rusak. Artinya secara teknis dalam ruang pendingin *movable display case* hasil rancangan ini layak digunakan sebagai tempat penyimpanan buah apel atau produk lainnya yang sesuai.

Gambar 5.1. menggambarkan laju penurunan temperatur pendinginan di dalam ruang pendinginan *movable display case*. Di awal pengujian laju penurunan temperatur terlihat cukup cepat sehingga mencapai 10°C, setelah itu laju penurunan mulai mengalami perlambatan.



Gambar 5.1. Grafik hubungan temperatur dalam *movable display case* terhadap waktu pendinginan untuk pengujian kosong.

Fenomena itu terjadi, karena memang sudah menjadi karakteristik pendinginan udara atau produk, dimana laju penurunan temperatur lebih cepat di awal pendinginan dan setelah mendekati temperatur tertentu laju penurunan temperatur mulai lambat, perubahan angkanya tidak jauh berbeda. Gambar 5.2 menunjukkan distribusi kelembaban relatif udara (ϕ) dalam ruang penyimpanan dan pemajangan *movable display case*.. Dari gambar 5.2 terlihat bahwa kelembaban relatif udara (ϕ) dalam ruang pendinginan *movable display case* terdistribusi cukup merata, dengan rentang 80% hingga 88%. Angka di atas, cukup sesuai dengan rekomendasi rancangan dalam penelitian ini yaitu 85% hingga 87%.



Gambar 5.2. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam *movable display case* terhadap waktu pendinginan untuk pengujian kosong.

Unjuk kerja atau *Coefficient Of Performance (COP)* dari *movable display case* tanpa pembebanan dihitung dengan menggunakan persamaan (23), maka didapatkan nilainya sebesar 1,3. Angka 1,3 belum lagi menunjukkan *performace* yang optimum dari sebuah alat pendingin tetapi juga tidak terlalu jelek. Hal demikian diperkirakan terjadi masih banyaknya kebocoran yang terjadi dibagian dinding dan

pintu kaca *movable display case*. Dinding disarankan untuk memakai bahan yang mempunyai sifat tahanan termal yang lebih tinggi.

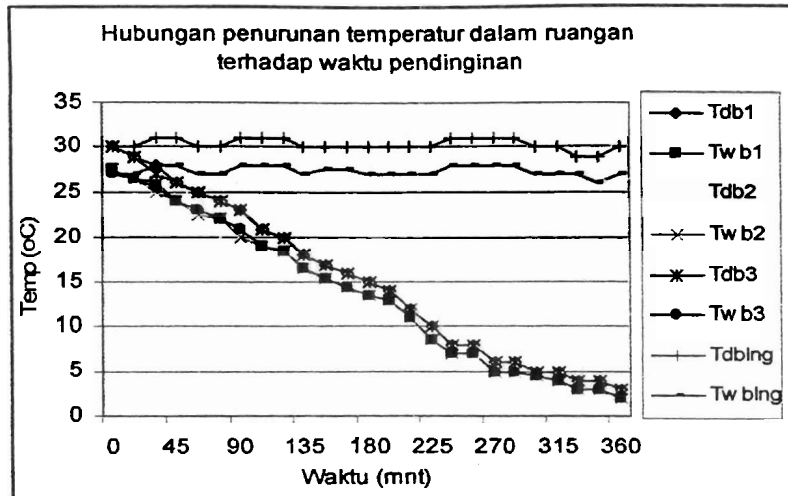
B.2. Pengujian *Movable Display Case* Dalam Kondisi Berisi Buah Apel

Pengujian *movable display case* dalam kondisi berisi buah apel dilakukan selama 8 (delapan) hari berturut-turut (data terlihat pada Lampiran C). Pengujian dilakukan setiap hari selama 6 jam dan tiap 15 menit data-data pengujian dicatat dan ditabulasikan. Proses pengujian secara prosedur dan teknisnya yang dilakukan hampir sama untuk setiap harinya.

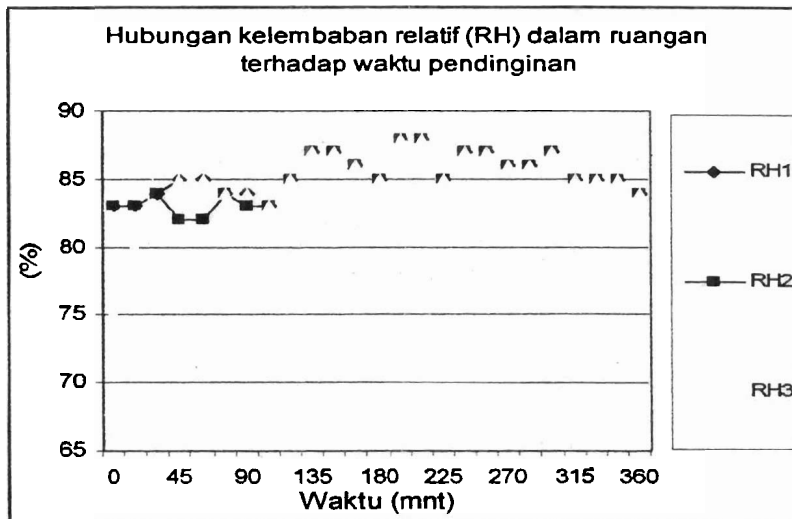
Hasil dari pengolahan data, terlihat bahwa hubungan penurunan temperatur dan kelembaban relatif (ϕ) dalam ruang *movable display case* terhadap waktu pendinginan kondisi berisi buah apel selama 8 (delapan) hari berturut-turut, secara grafis dapat dilihat pada Lampiran D. Dari Tabel C.2 hingga Tabel C.9, dapat dilihat bahwa distribusi temperatur udara dalam ruangan *movable display case* relatif cukup merata. Dari tiga titik yang terukur baik untuk temperatur bola kering (T_{db}) maupun temperatur bola basah (T_{wb}) berkisar antara 1°C hingga 2°C. Perbedaan temperatur sebesar ini tidak terlalu berpengaruh terhadap buah yang disimpan dalam *Movable Display Case*.

Kelembaban relatif (ϕ) udara ruangan berkisar antara 80% hingga 88%. Unjuk kerja *Movable Display Case* atau *Coefficient Of Performance (COP)* dalam kondisi berisi buah apel, dihitung dari data pengujian dengan menggunakan persamaan (23), berkisar antara 1,2 hingga 1,3.

Pada gambar 5.3 dan 5.4 ditampilkan grafik hubungan antara penurunan temperatur dan kelembaban relatif (ϕ) udara dalam ruang *movable display case* terhadap waktu pendinginan pengujian berisi buah apel untuk hari pertama.



Gambar 5.3. Grafik hubungan temperatur dalam *Movable Display Case* terhadap waktu pendinginan untuk pengujian berisi buah apel hari pertama.



Gambar 5.4. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam *Movable Display Case* terhadap waktu pendinginan untuk pengujian berisi buah apel hari pertama

Grafik hubungan antara penurunan temperatur dan kelembaban relatif (ϕ) udara dalam ruang *movable display case* terhadap waktu pendinginan untuk pengujian berisi buah apel untuk hari kedua, ketiga, keempat hingga sampai hari ke delapan dapat dilihat pada Lampiran D laporan ini. Terlihat pada Lampiran D, laju penurunan temperatur dan kelembaban relatif (ϕ) udara dalam ruang *movable display*

case pada hari kedua, ketiga, keempat hingga ke delapan tidak jauh berbeda dengan kondisi pengujian berisi buah apel pada hari pertama.

Secara grafis hubungan laju penurunan temperatur udara dan kelembaban relatif (ϕ) udara dalam ruang *movable display case* pada hari kedua, ketiga, keempat hingga ke delapan tidak ditampilkan pada Bab ini, untuk melihat lebih lengkapnya grafis hubungan laju penurunan dan temperatur dan kelembaban relatif, dapat dilihat pada Lampiran D laporan ini.

Karena prosedur pengujian dan teknik pengambilan data untuk 8 (delapan) hari proses pengujian terhadap *Movable Display Case*, maka hasil yang didapat baik hubungan penurunan temperatur dalam *Movable Display Case* terhadap waktu pendinginan, maupun hubungan distribusi kelembaban relatif (ϕ) udara dalam ruangan terhadap waktu pendinginan, tidak berbeda secara signifikan.

B.3. Analisis Karakteristik Fisik dan Kimiawi Buah Apel Hasil Penyimpanan Dalam *Movable Display Case*

1) Analisis Karakteristik Fisik

Analisis karakteristik fisik buah apel hasil penyimpanan dalam *Movable Display Case* meliputi kondisi buah apel yaitu; warna kulit, warna dan kekerasan daging dan bentuk fisik (tubuh). Buah apel yang disimpan dalam *Movable Display Case* ini adalah buah apel yang dibeli di Pasar Raya Padang. Pembelian dilakukan pada suatu tumpukan apel dan dipilih secara acak dan ukuran fisiknya diupayakan sama (sesuai Standard SNI:01-3162-1992).

Untuk melihat unjuk kerja *movable display case* terhadap karakteristik fisik buah apel, maka sebagai pembanding dilakukan juga penyimpanan buah apel dengan jenis yang sama, di dalam suatu wadah terbuka sehingga buah apel berkontak

langsung dengan udara lingkungan. Pengecekan karakteristik fisik buah apel dilakukan, dengan membandingkan karakteristik fisik buah apel sebelum disimpan (baru) dengan buah apel yang disimpan di dalam dan di luar *movable display case*.

Perbandingan karakteristik fisik buah apel sebelum dan sesudah disimpan di dalam dan di luar *movable display case* secara visual dapat dilihat pada Lampiran E laporan ini. Tabel 5.1a dan 5.1b, menunjukkan perbandingan karakteristik fisik fisik buah apel yang disimpan di dalam *movable display case* dengan yang disimpan di luar *movable display case* (dalam ruang terbuka dan berkontak langsung dengan udara lingkungan).

Buah apel yang disimpan dalam *movable display case* dari hari pertama hingga hari kedelapan tidak mengalami perubahan karakteristik fisik; warna kulit, warna dan kekerasan daging serta bentuk fisik (tubuh) yang signifikan. Artinya hampir tidak ada perubahan yang berarti selama proses penyimpanan selama delapan hari berturut-turut.

Sedangkan karakteristik fisik; warna kulit, warna dan kekerasan daging serta bentuk fisik (tubuh) buah apel yang disimpan di luar *Movable display case* untuk tiga hari pertama belum lagi tampak perubahan yang berarti, tetapi memasuki hari keempat warna kulitnya mulai berubah yang tadinya mengkilat sekarang menjadi agak buram, daging juga mulai melunak. Puncak perubahan karakteristik fisiknya terlihat pada hari kedelapan, dimana warna kulitnya buram atau pudar, warna daging masih putih tetapi agak buram juga, daging melunak, dan bentuk fisiknya mengkerut.

Untuk lebih jelasnya secara visual karakteristik fisik buah apel hasil penyimpanan baik di dalam maupun hasil penyimpanan di luar *movable display case*

dapat dilihat pada Lampiran E, laporan ini. Tabel 5.1a dan 5.1b memperlihatkan perbandingan karakteristik fisik buah apel yang disimpan di dalam dan di luar *movable display case*.

Tabel 5.1a. Perubahan karakteristik buah apel selama proses penyimpanan di dalam maupun di luar *movable display case* hari pertama hingga hari keempat

| No | Model Penyimpanan | Perubahan Bentuk Fisik Buah Apel | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|--|----------------------------|--------------------------|--|----------------------------|--------------------------|--|----------------------------|--------------------------|--|------------------------------|--------------------------|
| | | Hari 1 | | | Hari 2 | | | Hari 3 | | | Hari 4 | | |
| | | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh |
| 1 | Dalam Movable Display Case | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar |
| 2 | Di luar Movable Display Case | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram Kuning agak keputihan mulai pudar | Putih bersih dan mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |

Tabel 5.1b. Perubahan karakteristik buah apel selama proses penyimpanan di dalam maupun di luar *movable display case* hari kelima hingga hari kedelapan

| | Model Penyimpanan | Perubahan Bentuk Fisik Buah Apel | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|--|------------------------------|--------------------------|--|----------------------------------|--------------------------|---|----------------------------|--------------------------|---|----------------------------|--------------------------|
| | | Hari 5 | | | Hari 6 | | | Hari 7 | | | Hari 8 | | |
| | | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh |
| 1 | Dalam Movable Display Case | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar |
| 2 | Di luar Movable Display Case | Merah mulai buram Kuning agak keputihan mulai pudar | Putih bersih dan mulai lunak | Bulat mulai mengkerut | Merah buram Kuning agak keputihan pudar | Putih agak buram dan mulai lunak | Bulat mulai mengkerut | Merah seperti membusuk Kuning agak keputihan pudar | buram dan lunak | Bulat mengkerut | Merah seperti membusuk Kuning agak keputihan pudar | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |

2) Analisis Karakteristik Kimiawi

Analisis karakteristik kimiawi (kadar air, kadar asam (vitamin C), dan kadar gula (sakarosa) dilakukan dengan meminta bantuan tenaga ahli kimia organik di Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian, Komplek LIK Ulu Gadut Padang Sumatera Barat. Sampel pengujian dibedakan atas tiga macam yaitu: buah apel sebelum disimpan, sesudah disimpan di dalam dan di luar *movable display case*. Hasil pengujian karakteristik kimiawi dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Hasil analisis karakteristik kimiawi buah apel sebelum disimpan, sesudah disimpan di dalam dan di luar *movable display case*

| No | Parameter Uji | Satuan | Hasil Analisa Buah Apel | | |
|----|---------------|----------|-------------------------|--------------------|----------------------|
| | | | Apel Segar | Disimpan Dalam MDC | Disimpan di Luar MDC |
| 1 | Kadar Air | % | 86,09 | 85,27 | 84,84 |
| 2 | Vitamin C | mg/100gr | 1,76 | 0,43 | 0,58 |
| 3 | Kadar Gula | % | 9,41 | 9,57 | 9,58 |

Sumber: Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian, Padang, Sumatera Barat (data terlampir)

Dari tabel 5.2. terlihat bahwa selama 8 (delapan) hari proses penyimpanan buah apel akan kehilangan kadar air 0,82% untuk yang disimpan di dalam *movable display case* dan 1,25% untuk buah apel yang disimpan di luar *movable display case*. Berdasarkan hasil diskusi dan rekomendasi staf dari Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian, Komplek LIK Ulu Gadut Padang Sumatera Barat, kehilangan air pada buah apel merupakan kunci utama dari mutu produk dan perubahan bentuk produk. Dari tabel 5.2 di atas juga terlihat bahwa kehilangan kadar air yang banyak mengakibatkan tingginya kadar keasaman

(vitamin C dari buah apel) seperti terlihat pada hasil analisis kimia buah apel yang tidak disimpan di dalam *movable display case* kadar vitamin C nya naik jika dibanding dengan buah apel yang disimpan dalam *movable display case*.

Perubahan kadar gula dalam buah apel yang disimpan di dalam *movable display case* maupun di luar *movable display case* tidak terlihat secara signifikan, hal ini dimungkinkan kadar gula (sakarosa) tidak larut dalam air sehingga disimpan di dalam maupun di luar *movable display case* pengaruhnya sedikit.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Movable Display Case* hasil rancangan ini dapat digunakan untuk penyimpanan dan sekaligus pemajangan buah apel, apel bisa bertahan lama dan terhindar dari kotoran atau debu.
2. Dari pengecekan terhadap karakteristik fisik; warna kulit, warna dan kekerasan daging serta bentuk fisik (tubuh) secara umum buah apel yang disimpan dalam *movable display case* lebih baik kualitasnya dibanding dengan buah apel yang disimpan atau dipajang di ruang terbuka.
3. Penyimpanan buah apel di dalam *movable display case* dapat mengurangi kandungan vitamin C buah apel, karena dalam *movable display case* kondisinya lembab dan vitamin C larut dalam air.
4. *Movable Display Case* ini dapat pula digunakan untuk menyimpan jenis buah lain selain buah apel seperti buah pear, jeruk, markisa, mangga, strawberi dan sebagainya karena persyaratan karakteristik pendinginan buah tersebut dapat dipenuhi oleh *movable display case* dengan rentang 2°C hingga 8°C.

B. Saran

1. Dalam menyimpan beberapa jenis buah dalam *movable display case*, maka harus disesuaikan dengan kondisi fisik dan kimia buah tersebut.

2. Dalam pembuatan ruang pendingin *movable display case* gunakan bahan-bahan yang mempunyai tahanan termal yang tinggi, agar dapat mencegah atau memperkecil energi panas yang masuk dari lingkungan ke ruang pendingin.
3. Hindari penyimpanan dan pemajangan buah dalam *movable display case* terkena langsung sinar matahari, karena selain merusak produk juga akan memperbesar beban pada mesin pendingin.
4. Dalam melakukan pengambilan data waktu pengujian *movable display case* gunakan alat ukur yang akurat dan presisi agar data yang diukur betul-betul menunjukkan unjuk kerja sistem secara keseluruhan.
5. Peneliti menyarankan adanya penelitian lanjutan terhadap proses penyimpanan untuk berbagai jenis buah lainnya terutama buah-buahan lokal seperti mangga, jambu air, jambu ketulok, strawberi dan sebagainya, dengan cara dan teknik yang sama serta dengan cara dan teknik berbeda.
6. Peneliti juga menyarankan supaya adanya penelitian lanjutan tentang rancang bangun *movable display case* yang lebih baik, agar diperoleh informasi yang betul-betul akurat dan dapat jadi acuan bagi masyarakat penjual buah.

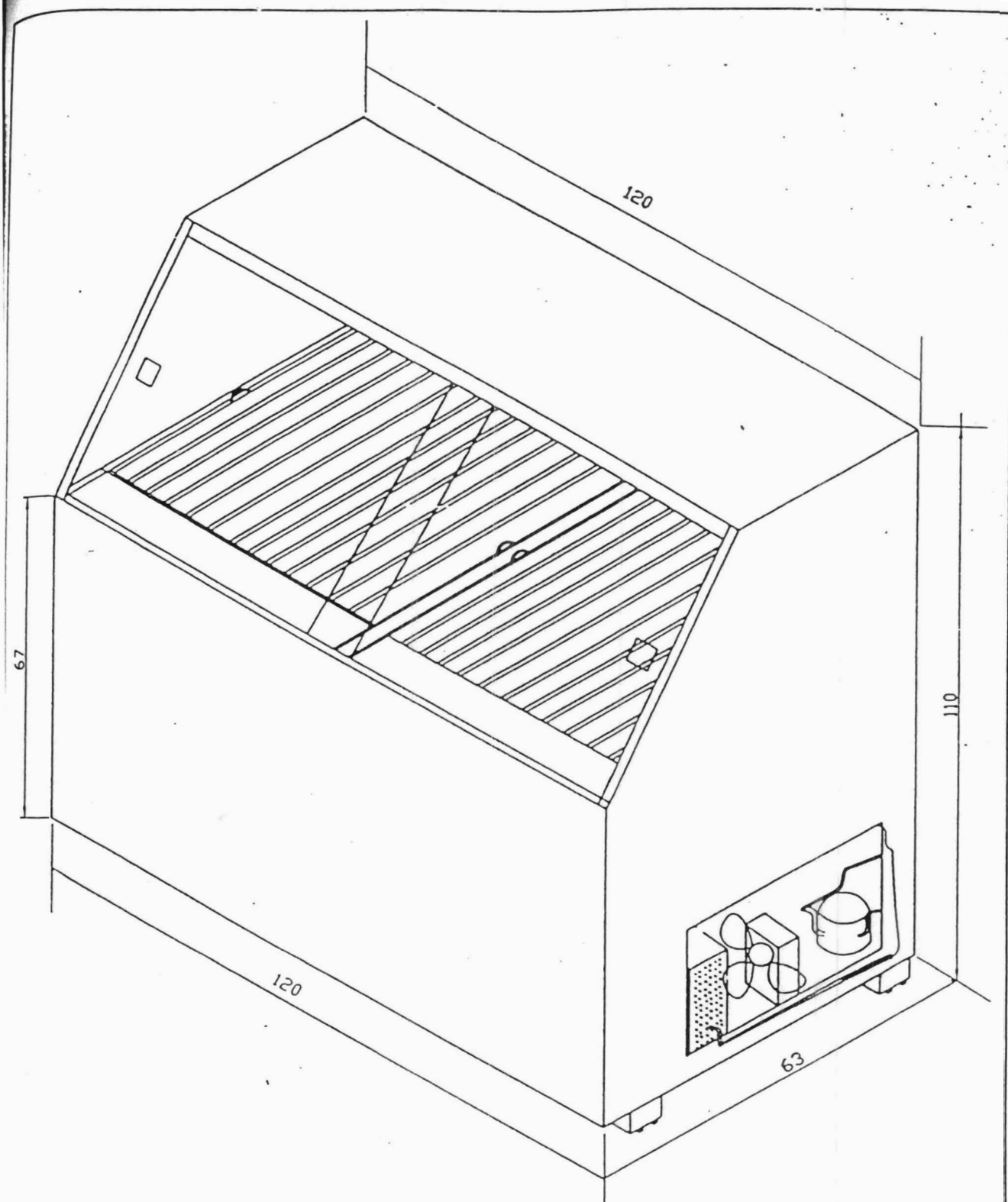
DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, S.A., (1959), "*Automatic Refrigeration*", MacLaren & Sons LTD, Danfoss, Nordborg, Denmark.
- Arwizet, K., (2003), "*Kaji Numerik dan Eksperimental Aliaran Udara Terkondisi Melalui Jet Swirling dan Difuser Grille*", Laporan Penelitian Pascasarjana, Teknik Mesin ITB Bandung.
- Arismunandar, W., (1986), "*Penyegaran Udara*", Pradnya Paramita, Jakarta.
- Arora, C.P., (2001), "*Refrigerating and Air Conditioning* ", Second Edition, McGraw-Hill Book Company Inc., New York
- ASHRAE Handbook, Fundamental Volume, American Society of Heating, (1977), "*Refrigerating and Air Conditioning Engineer*", Atlanta, Georgia.
- ASHRAE Psychrometrics Teory and Practice, American Society of Heating, (1996), "*Refrigerating and Air Conditioning Engineer*", Atlanta, Georgia.
- Bejan, A., (1982), "*Convection heat Transfer*", John Willey & Sons, New York.
- Carrier Handbook, (1982), "*Air Conditioning System Design*", McGraw-Hill Book Company Inc., New York,
- Darmanto, P.S. dan I Made Astina, (1999), "*Pengembangan Prototipe Mesin Pengkondisian Udara Tak Stasioner (Mobile AC Unit)*", Laporan Penelitian Hibah Bersaing VI/2.
- Dossat, Roy J., (1981), "*Principles of Refrigeration*", Second Edition John Wiley & Sons, New York.
- Effendi, (2004), "*Peluang Pemasaran Produksi Sayuran-sayuran dan buah-buahan Sumatera Barat*" (Makalah Seminar di BAPPEDA Sumatera Barat), BAPPEDA Sumatera Barat, Padang.
- Fox, Robert W. dan Alan T., (1994), "*Introduction to Fluid Mechanics*", John Willey & Sons, New York
- Incropera, Frank P., 1996, "*Introduction Of Heat Transfer*", John Willey & Sons, New York.
- _____, (2005), "*Ekspor Buah dan Sayur Sumatera Barat*" (Harian Singgalang, 13 Desember 2005), Harian Singgalang, Padang.
- Stocker, W.F. (1996), "*Refrigerantion and Air Conditioning*", McGraw-Hill Book Company Inc., New York.

LAMPIRAN A

Gambar

MOVABLE DISPLAY CASE

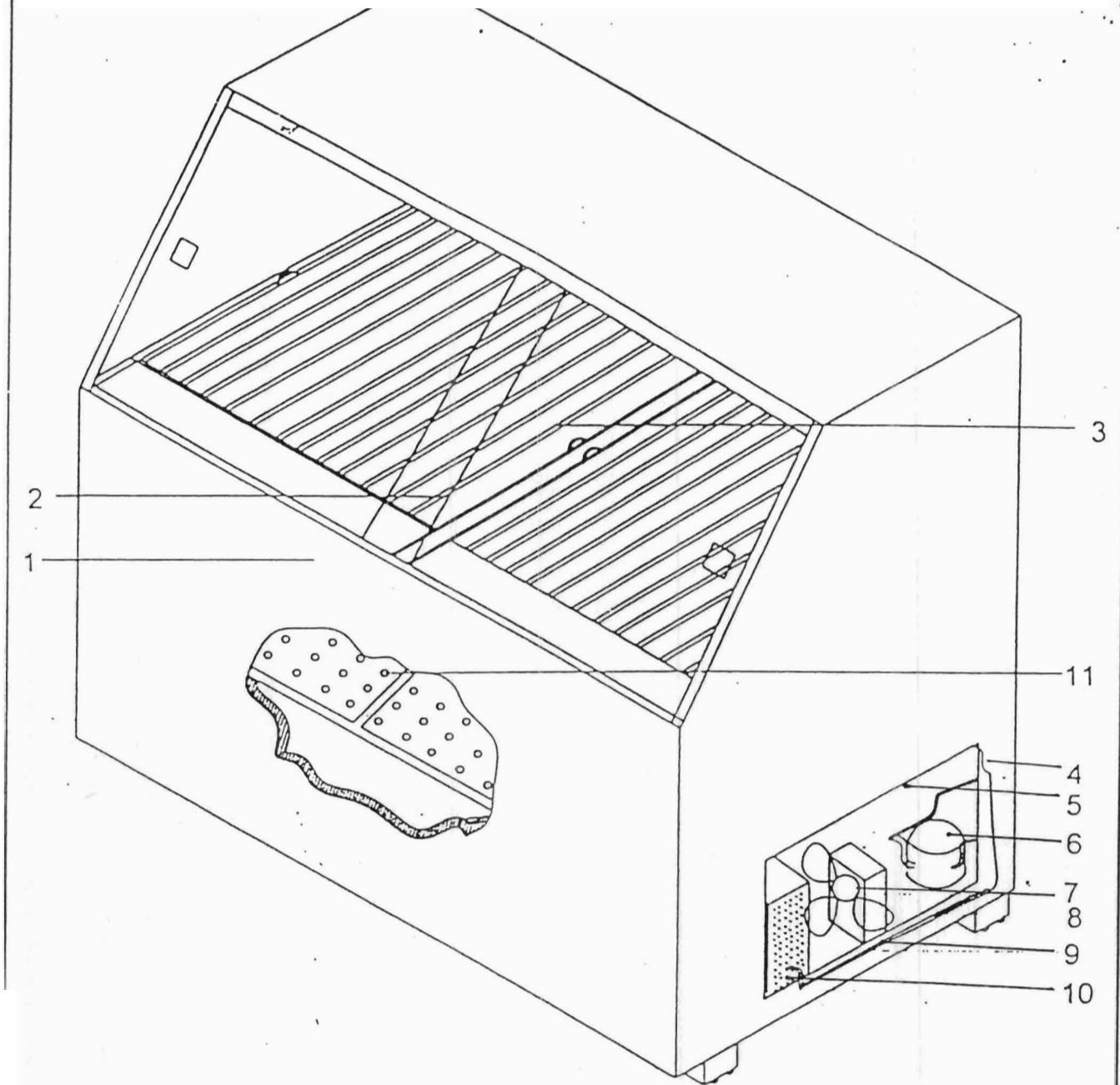


MOVABLE DISPLAY CASE

| | | | |
|---------------|-----------|--|------|
| Skala 1:10 | Digambar | | Team |
| | Diperiksa | | |
| | Diketahui | | |
| | Visa | | |

FAKULTAS TEKNIK-U.N.P

TEKNIK MESIN-D3



MOVABLE DISPLAY CASE

| | | | |
|---------------|----------|--|------|
| Skala 1:10 | Digambar | | Team |
| | Dipontsa | | |
| | Ditahel | | |
| | Visa | | |

FAKULTAS TEKNIK-U.N.P

TEKNIK MESIN-D3

| | | | | | |
|--|-------------------|----|-----------------|--------------|--|
| | Kondensor | 10 | | | |
| | Pipa Refrigeran | 9 | | | |
| | Fiter | 8 | | | |
| | Kipas kondensor | 7 | | | |
| | Kompresor | 6 | | | |
| | Evaporator | 5 | | | |
| | Pipa Kapiler | 4 | | | |
| | Rak | 3 | Pipa Aluminium | 100 x 250 mm | |
| | Pintu Kaca | 2 | | 59 x 45 mm | |
| | Body Display Case | 1 | Alumunium 0,9mm | | |

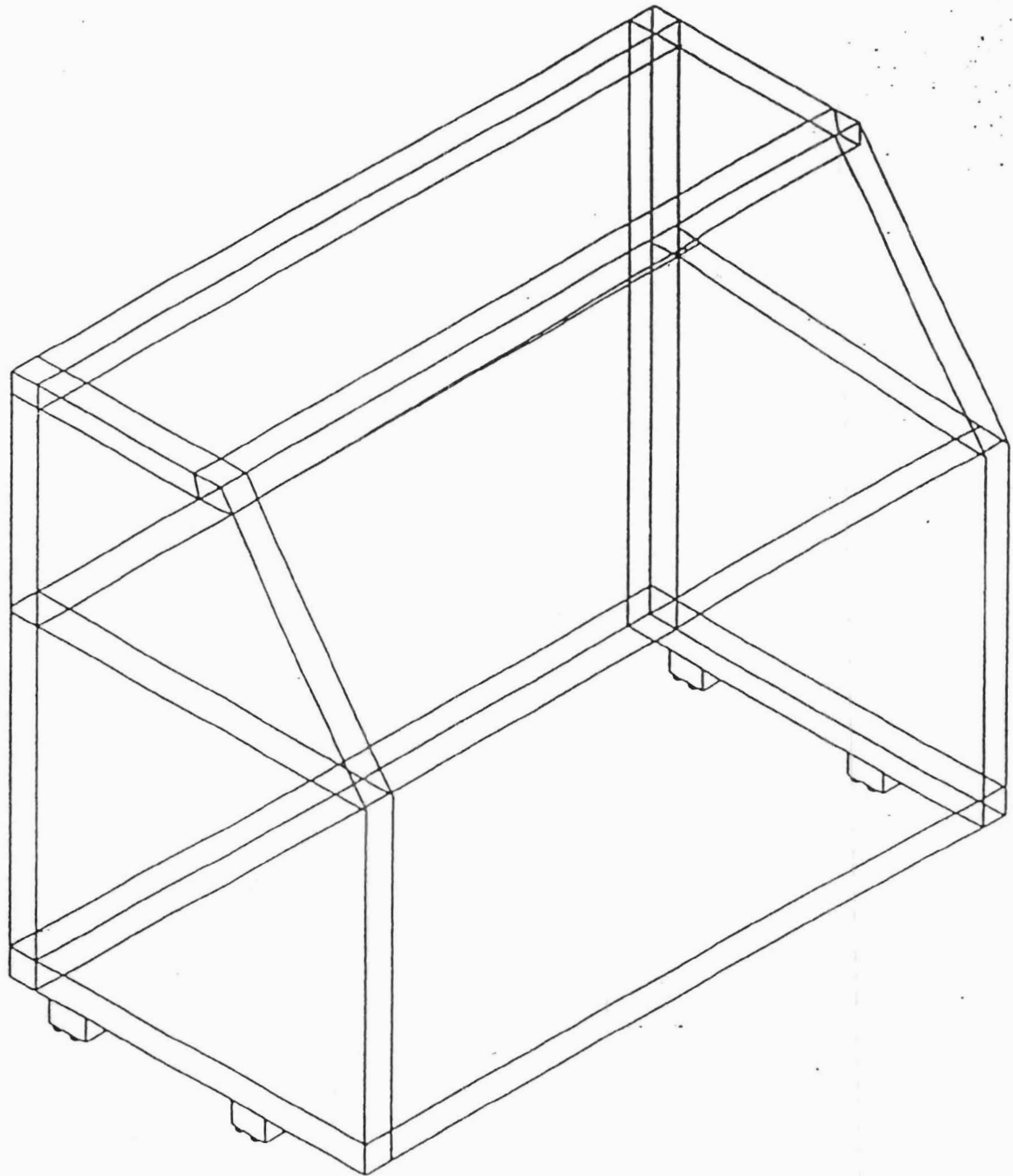
| JUMLAH | NAMA BAGIAN | NO BAGIAN | BAHAN | UKURAN | KETERANGAN |
|--------|-------------|-----------|-------|--------|------------|
|--------|-------------|-----------|-------|--------|------------|

MOVABLE DISPLAY CASE

| | | | |
|---------------|-----------|--|------|
| Skala 1:10 | Digambar | | Team |
| | Diperiksa | | |
| | Dilihat | | |
| | Visa | | |

FAKULTAS TEKNIK-U.N.P

TEKNIK MESIN-D3



*RANGKA
MOVABLE DISPLAY CASE*

FAKULTAS TEKNIK-U.N.P

Skala
1.10

Digambar

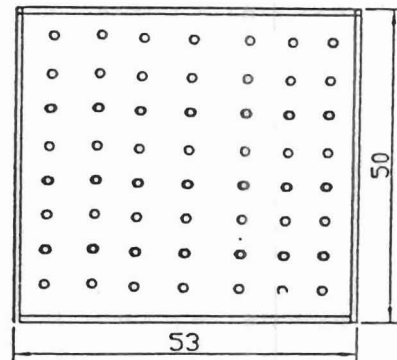
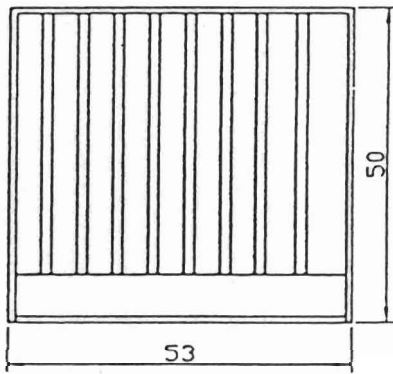
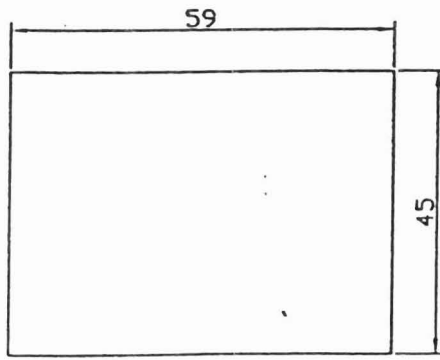
Diperiksa

Diketahui

Visa

Team

TEKNIK MESIN-D3



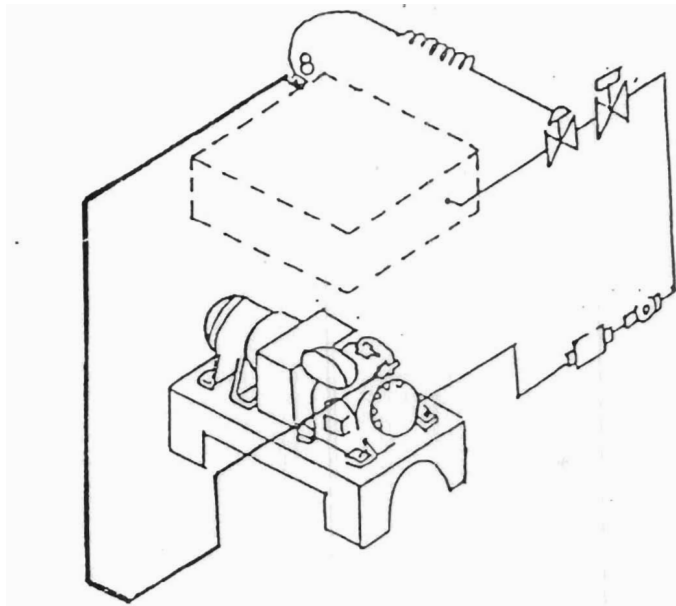
*KACA DAN RAK
MOVABLE DISPLAY CASE*

Skala
1:10

| | | |
|-----------|--|------|
| Digambar | | Team |
| Diperiksa | | |
| Ditihat | | |
| Visa | | |

FAKULTAS TEKNIK-U.N.P

TEKNIK MESIN-D3



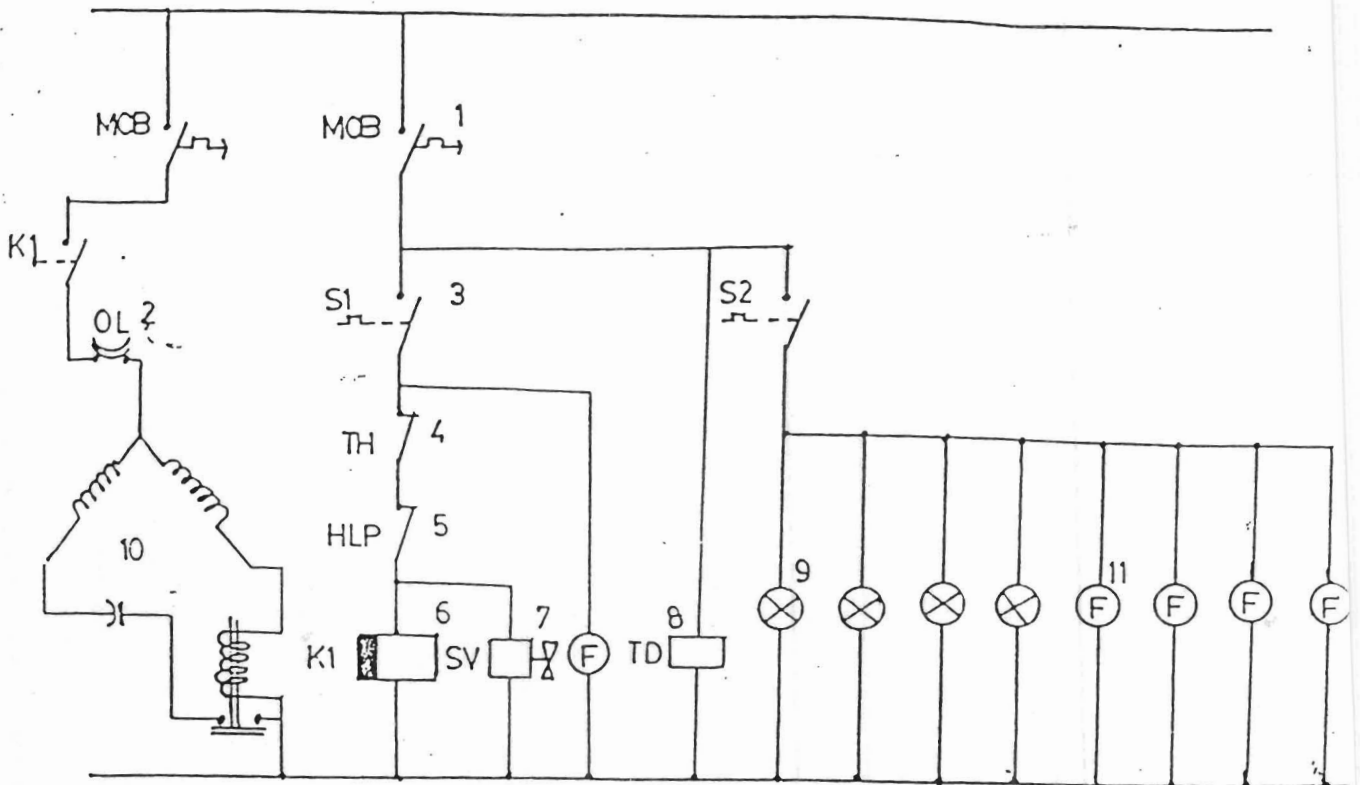
*RANGKAIAN MESIN PENDINGIN
MOVABLE DISPLAY CASE*

Skala
1:10

| | | |
|-----------|--|------|
| Digambar | | Team |
| Diperiksa | | |
| Dikhat | | |
| Visa | | |

FAKULTAS TEKNIK-U.N.P

TEKNIK MESIN-D3



RANGKAIAN LISTRIK MOVABLE DISPLAY CASE

Skala
1:10

| Digambar | Team |
|-----------|------|
| Diperiksa | |
| Ditihat | |
| Visa | |

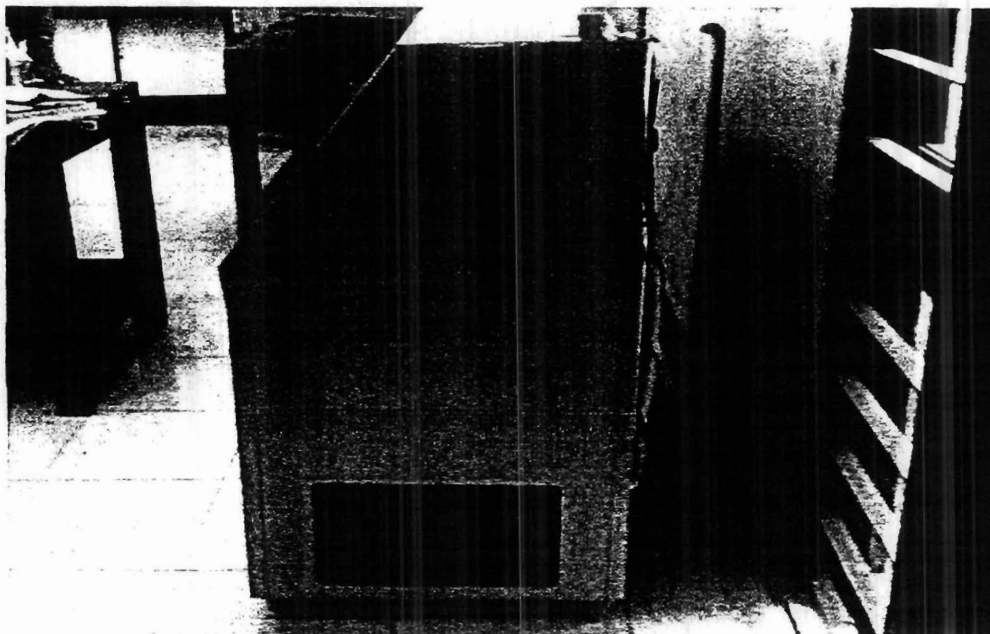
FAKULTAS TEKNIK-U.N.P

TEKNIK MESIN-D3

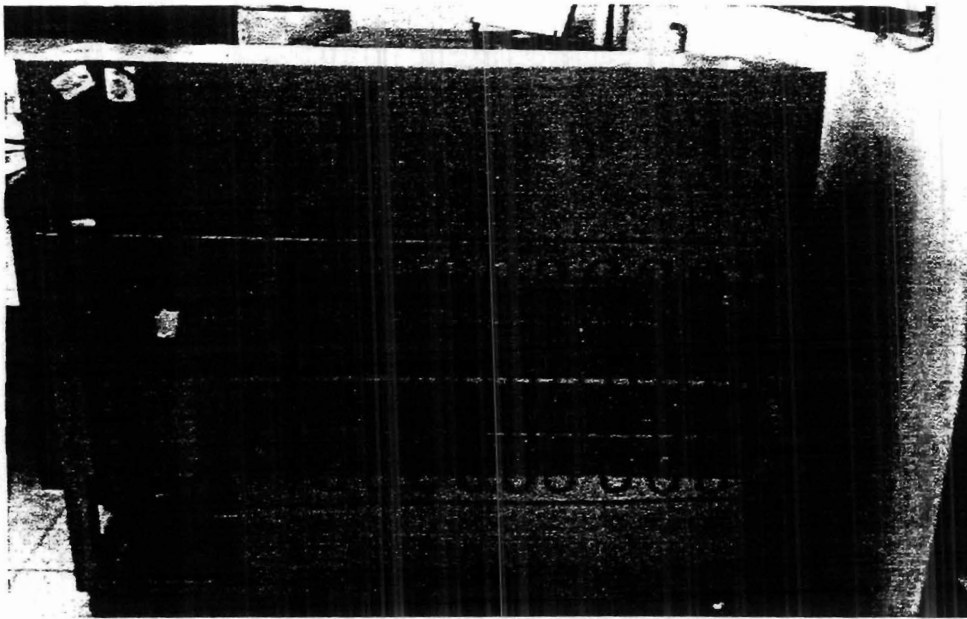
Foto Movable Display Case Hasil Rancang Bangun



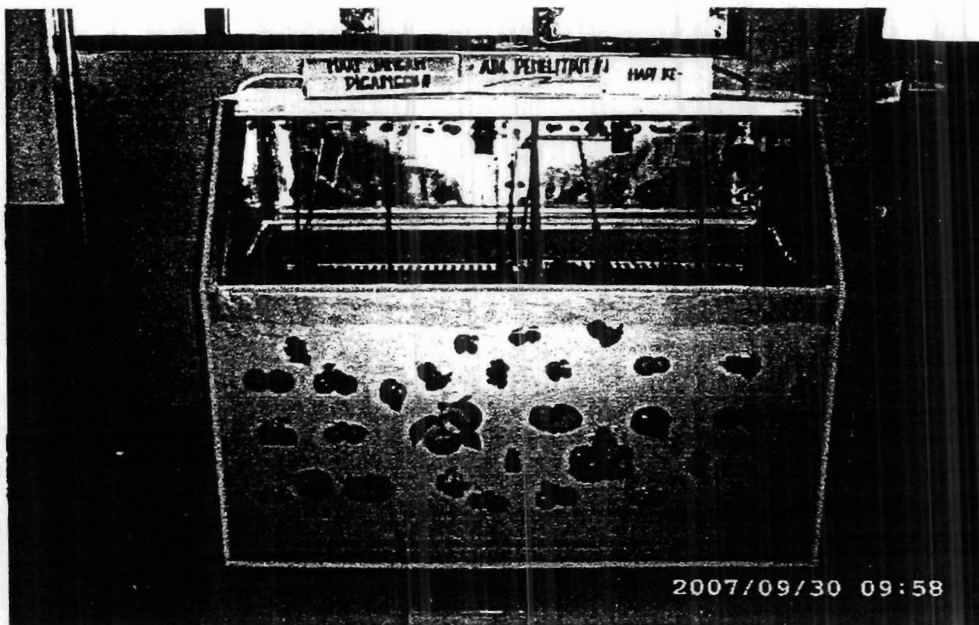
Gambar 1. Tampak Depan Movable Display Case



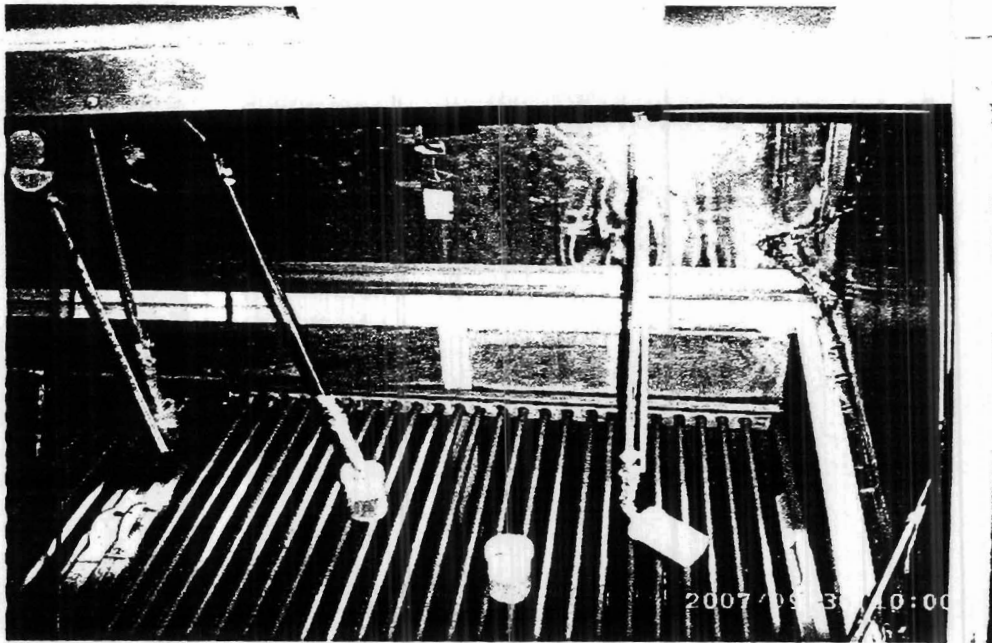
Gambar 2. Tampak Samping Movable Display Case



Gambar 3. Tampak belakang Movable Display Case



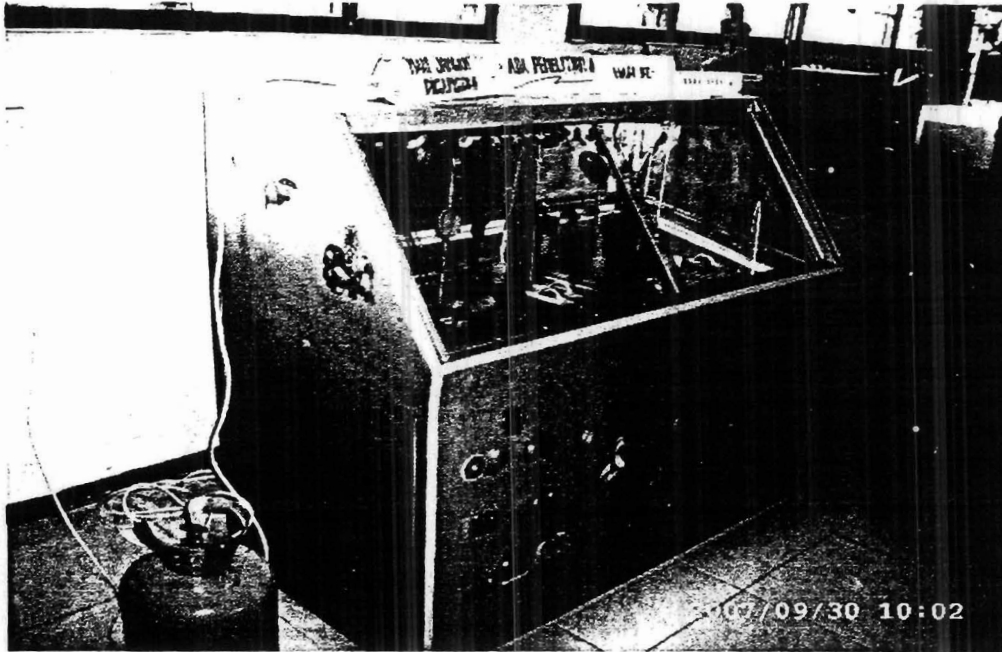
Gambar 4. Movable Display Case Sebelum Proses Pengujian



Gambar 5. Pemasangan Alat Ukur Temperatur Dalam Ruang Movable Display Case



Gambar 6. Movable Display Case Menjelang Dilakukan Pengujian



Gambar 7. Movable Display Case Menjelang Dilakukan Pengujian Di Pandang Dari Samping



Gambar 8. Tampak Samping Movable Display Case Menjelang Dilakukan Pengujian

LAMPIRAN B

**Sifat-Sifat Termal
Material Logam dan
Non Logam &
Buah dan Sayuran**

Thermal Conductivity of Materials Used in Cold Storage Walls

| Material | Description | Thermal | Thermal |
|--|---|------------------------------|--|
| | | Conductivity (k) W/m K | Conductance (C) W/m ² K |
| Masonry | Brick, common | 0.72 | |
| | Brick, face | 1.30 | |
| | Concrete, mortar or plaster | 0.72 | |
| | Concrete, sand aggregate | 1.73 | |
| | Concrete block | | |
| | Sand aggregate 100 mm | | 7.95 |
| | Sand aggregate 200 mm | | 5.11 |
| | Sand aggregate 300 mm | | 4.43 |
| | Cinder aggregate 100 mm | | 5.11 |
| | Cinder aggregate 200 mm | | 3.29 |
| | Cinder aggregate 300 mm | | 3.01 |
| | Gypsum plaster 13 mm | | 17.72 |
| | Tile, hollow clay 100 mm | | 5.11 |
| | Tile, hollow clay 150 mm | | 3.75 |
| | Tile, hollow clay 200 mm | | 3.07 |
| Woods | Maple, oak, similar hardwoods | 0.16 | |
| | Fir, pine, similar softwoods | 0.12 | |
| | Plywood 13 mm | | 9.09 |
| | Plywood 19 mm | | 6.08 |
| Roofing | Asphalt roll roofing | | 36.91 |
| | Built-up roofing 9 mm | | 17.03 |
| Insulating materials | Blanket or batt, mineral or glass fiber | 0.039 | |
| | Board or slab | | |
| | Cellular glass | 0.058 | |
| | Corkboard | 0.043 | |
| | Glass fiber | 0.036 | |
| | Expanded polystyrene (smooth) | 0.029 | |
| | Expanded polystyrene (cut cell) | 0.036 | |
| | Expanded polyurethane | 0.025 | |
| | Loose fill | | |
| | Milled paper or wood pulp | 0.039 | |
| | Sawdust or shavings | 0.065 | |
| Mineral wool (rock, glass, slag) | 0.039 | | |
| Redwood bark | 0.037 | | |
| Wood fiber (soft woods) | 0.043 | | |
| Surface conductance (convection coefficient) | Still air | | 9.37 |
| | Moving air (3.35 m/s or 12 km/h) | | 22.70 |
| | Moving air (6.7 m/s or 24 km/h) | | 34.10 |
| Glass | Single pane | | 6.42 |
| | Two pane | | 2.61 |
| | Three pane | | 1.65 |
| | Four pane | | 1.19 |

Adapted from ASHRAE Data Book, Fundamentals Volume, 1972 Edition, by permission of the American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers.

Design Data For Fruit Storage

| Fruits | Type of Storage | Design Room Conditions | | | | g/kg at Recommended Conditions | Maximum Storage Period | Chilling Data | | | | Est Prod Latent Heat kJ/kg 24 Hours | Specific Heat | | Latent Heat of Fusion kJ/kg | Water Content % | Freezing Point °C | Maximum Floor Air Motion m/s |
|--|-----------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------|--------------------------------|------------------------|------------------|------------|-------------|-----------------|-------------------------------------|----------------|------|-----------------------------|-----------------|-------------------|------------------------------|
| | | Temperature | | Relative Humidity | | | | Product Temp. °C | Time Hours | Rate Factor | kJ/kg K | | | | | | | |
| | | Recommended | Permissible Range | Recommended | Permissible | | | | | | Before Freezing | | After Freezing | | | | | |
| | | °C | °C | % | % | | | Start | Finish | | | | | | | | | |
| Apples | Short | 1.75 | 1.75-4.5 | 87 | 85-80 | 3.75 | 48 mo ¹ | 26.75 | 0 | 24 | 0.67 | 9.30 | 3.72 | 1.82 | 284 | 84 | -1.75 | 0.45 |
| | Long | -1.0 | (-1.0)-0 | 87 ^b | 85-88 | 2.97 | | | | | | 0.46 | | | | | | 0.30 |
| | Chill start | 4.5 | | 85 | | 4.42 | | | | | | 55.79 | | | | | | 0.75 |
| | Chill finish | -1.0 | | 85 | | 2.91 | | | | | | 0.70 | | | | | | 0.30 |
| Apricots | Short | 1.75 | 1.75-4.5 | 85 | 80-85 | 3.60 | 7-14 days | 26.75 | 0.5 | 20 | 0.67 | 9.30 | 3.85 | 2.1 | 284 | 85 | -2.25 | 0.45 |
| | Long | 0 | (-0.5)-0 | 85 ^a | 80-85 | 3.18 | | | | | | 0.70 | | | | | | 0.30 |
| | Chill start | 4.5 | | 85 | | 4.42 | | | | | | 46.5 | | | | | | 0.75 |
| | Chill finish | 0 | | 85 | | 3.18 | | | | | | 0.70 | | | | | | 0.30 |
| Avocados | Short | 4.5 | 4.5-11.75 | 85 ^b | 85-90 | 4.42 | 10 days | 26.75 | 3.75 | 22 | 0.67 | 10.46 | 3.81 | 2.1 | 316 | 94 | -2.75 | 0.45 |
| | Long | 3.25 | 2.75-11.75 | 85 ^b | 85-90 | 4.11 | | | | | | 0.70 | | | | | | 0.45 |
| | Chill start | 4.5 | | 85 | | 4.42 | | | | | | 51.14 | | | | | | 1.25 |
| | Chill finish | 0.5 | | 85 | | 3.31 | | | | | | 0.70 | | | | | | 0.45 |
| Bananas ^o (see Doc. 2D-84) | Ripening | 21 | 16.75-21 | 95 | 90-95 | 14.95 | 10 days | Heating | | 13.3°-12.1° | | 4.65 | 3.77 | | 251 | 75 | (-3.25) (-1.0) | 0.45 |
| | Chill start | 21 | | 95 | | 14.95 | | 20.0 | 13.25 | 12 | 0.1 | 25.57 | | | | | | 0.75 |
| | Chill finish | 13.5 | | 90 | | 8.57 | | | | | | 2.32 | | | | | | 0.45 |
| | Holding green | 13.5 | 13.25-15.5 | 92 | 90-95 | 8.75 | | | | | | 2.32 | | | | | | 0.45 |
| | Holding ripe | 13.5 | 13.25-15.5 | 87 | 85-90 | 8.28 | | | | | | 2.32 | | | | | | 0.45 |
| Berries (general) | Short | 1.75 | 1.75-4.5 | 85 | 80-85 | 3.60 | 3-10 days | 26.75 | 1.0 | 20 | 0.67 | 14.64 | 3.77 | 2.1 | 279 | 84 | (-2.25) (-1.0) | 0.45 |
| | Long | 0 | (-0.5)-0 | 85 ^b | 80-85 | 3.18 | | | | | | 0.70 | | | | | | 0.30 |
| | Chill start | 4.5 | | 85 | | 4.42 | | | | | | 46.50 | | | | | | 1.25 |
| | Chill finish | 0 | | 85 | | 3.18 | | | | | | 0.70 | | | | | | 0.30 |
| Cranberries | Short | 2.25 | 2.25-4.5 | 85 | 85-90 | 3.77 | 1-3 mo | 21.0 | 3.25 | 20 | 0.67 | 11.62 | 3.81 | 1.97 | 284 | 88 | -2.75 | 0.45 |
| | Long | 2.25 | 2.25-4.5 | 85 ^b | 85-90 | 3.77 | | | | | | 0.46 | | | | | | 0.45 |
| | Chill start | 4.5 | | 85 | | 4.42 | | | | | | 41.84 | | | | | | 0.75 |
| | Chill finish | 2.25 | | 85 | | 3.74 | | | | | | 0.46 | | | | | | 0.45 |
| Dates (cured) | Short | 1.75 | 1.75-4.5 | 70 ^c | 65-75 | 2.92 | 3-6 mo ¹ | | | | | 0.23 | 1.46 | | 60 | 18 | -15.5 | 0.75 |
| | Long | -2.25 | (-2.25)-0 | 70 ^c | 65-75 | 2.20 | | | | | | 0.12 | | | | | | 0.75 |
| Dried fruits | Short | 1.75 | 1.5-4.5 | 70 ^c | 70-75 | 2.67 | 9-12 mo | | | | | 0.23 | 1.9 | 1.34 | 100 | 30 | | 0.75 |
| | Long | 0 | 0-2.25 | 70 ^c | 70-75 | 2.65 | | | | | | 0.16 | | | | | | 0.75 |
| Figs and dates (fresh) | Short | 4.5 | 4.5-10 | 75 | 65-75 | 3.92 | 15 days | | | | | 11.62 | 2.97 | 1.84 | 270 | 90 | 2.0 | 0.45 |
| | Long | 1.0 | 1.0-2.25 | 70 ^a | 65-75 | 2.85 | | | | | | 0.93 | | | | | | 0.45 |
| Grapes (American Eastern) | Short | 1.75 | 1.75-4.5 | 85 | 80-85 | 3.60 | 3-8 Wks ¹ | 21.0 | 1.0 | 20 | 0.67 | 11.62 | 3.77 | 2.55 | 260 | 77 | -2.0 | 0.45 |
| | Long | -0.6 | (-0.5)-0 | 85 ^b | 80-85 | 3.04 | | | | | | 0.93 | | | | | | 0.45 |
| | Chill start | 4.5 | | 85 | | 4.42 | | | | | | 32.54 | | | | | | 0.75 |
| | Chill finish | 0 | | 85 | | 3.18 | | | | | | 0.93 | | | | | | 0.45 |

- Reaction Heat from Fruits and Vegetables

| Fruits | | | Vegetables | | |
|--|----------------|--------------------|------------------------------------|----------------|--------------------|
| Commodity | Temperature °C | Watts per kilogram | Commodity | Temperature °C | Watts per kilogram |
| Apples | 0 | 0.012 | *Asparagus | 0 | 0.023 |
| | 5 | 0.019 | | 5 | 0.110 |
| | 10 | 0.078 | *Beans, lima | 0 | 0.110 |
| *Apricots | 0 | 0.015 | | 16 | 0.531 |
| | 5 | 0.023 | Beans, string | 0 | 0.064 |
| | 16 | 0.110 | | 5 | 0.090 |
| Bananas Holding Ripening Chilling | | | | 16 | 0.283 |
| | 12 | 0.044 | Beets | 0 | 0.036 |
| | 20 | 0.123 | | 5 | 0.055 |
| *Berries | | | | 16 | 0.097 |
| | 2 | 0.074 | *Brussel *sprouts | 0 | 0.046 |
| | 16 | 0.223 | | 5 | 0.061 |
| Cherries | 0 | 0.021 | | 16 | 0.181 |
| | 16 | 0.161 | *Cabbage | 0 | 0.038 |
| Cranberries | 0 | 0.009 | | 5 | 0.061 |
| | 5 | 0.012 | | 16 | 0.181 |
| | 10 | 0.023 | *Cauliflower | 0 | 0.038 |
| *Dates, fresh | 0 | 0.009 | | 5 | 0.061 |
| | 5 | 0.012 | | 16 | 0.181 |
| | 10 | 0.023 | Carrots | 0 | 0.029 |
| Grapefruit | 0 | 0.006 | | 5 | 0.047 |
| | 5 | 0.014 | | 16 | 0.110 |
| | 16 | 0.032 | Celery | 0 | 0.038 |
| Grapes | 0 | 0.005 | | 5 | 0.061 |
| | 5 | 0.009 | | 16 | 0.181 |
| | 16 | 0.032 | Corn, sweet | 0 | 0.023 |
| Lemons | 0 | 0.008 | | 5 | 0.110 |
| | 5 | 0.011 | *Cucumber | 0 | 0.018 |
| | 16 | 0.040 | | 5 | 0.026 |
| *Limes | 0 | 0.008 | | 16 | 0.153 |
| | 5 | 0.011 | *Endive | 5 | 0.129 |
| | 16 | 0.044 | Lettuce | 0 | 0.155 |
| Oranges | 0 | 0.011 | | 5 | 0.213 |
| | 5 | 0.019 | | 16 | 0.619 |
| | 16 | 0.067 | *Melons (except watermelons) | 0 | 0.018 |
| Peaches | 0 | 0.015 | | 5 | 0.026 |
| | 5 | 0.023 | | 16 | 0.113 |
| | 16 | 0.110 | Mushrooms | 0 | 0.084 |
| Pears | 0 | 0.010 | | 10 | 0.297 |
| | 16 | 0.149 | Onions | 0 | 0.012 |
| *Plums | 0 | 0.013 | | 10 | 0.025 |
| | 16 | 0.144 | | 21 | 0.048 |
| *Quinces | 0 | 0.012 | *Parsnips | 0 | 0.378 |
| | 5 | 0.019 | | 5 | 0.047 |
| | 16 | 0.078 | | 16 | 0.110 |
| Strawberries | 0 | 0.044 | Peas | 0 | 0.110 |
| | 5 | 0.078 | | 16 | 0.531 |
| | 16 | 0.233 | Peppers | 0 | 0.037 |
| | | | 16 | 0.116 | |
| | | | Potatoes | 0 | 0.009 |
| | | | | 5 | 0.019 |
| | | | | 16 | 0.039 |
| | | | Spinach | 5 | 0.129 |
| | | | Sweet potatoes | 5 | 0.047 |
| | | | Tomatoes (green) | 16 | 0.084 |
| | | | (ripe) | 5 | 0.081 |
| | | | Turnips | 0 | 0.026 |
| | | | | 5 | 0.032 |

* These values have been approximated from data of similar commodities because test data are not available for these fruits and vegetables.

* In preparing cooling load estimates a reaction heat of 0.322 watts per kilogram of bananas is recommended by Fruit Dispatch Experimental Laboratories

NOTE: Source: Estimated from "The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist Stock," by D.H. Rose, R.C. Wright and T.M. Whitman, U.S. Dept. of Agriculture Circular #278, Revised December, 1942

Heat Equivalent of Electric Motors

| Motor Rating Kilowatt Output | Motor Efficiency % | Multiplying Factor | | |
|------------------------------------|-----------------------|--|---|---|
| | | Connected Load in Refr. Space ^a | Motor Losses Outside Refr. Space ^b | Connected Load Outside Refr. Space ^c |
| 0.1-0.5 | 33.3 | 1.67 | 1.0 | 0.67 |
| 0.5-2.0 | 55.0 | 1.45 | 1.0 | 0.45 |
| 2.0-15.0 | 85.0 | 1.15 | 1.0 | 0.15 |

Usage Heat Gain, Watts per
Cubic Metre Interior Volume per Kelvin
Indoor-Outdoor Temperature Difference
(W/m³ K)

| Room Volume (m ³) | Service | | Long-Term Storage |
|-------------------------------|---------|-------|-------------------|
| | Average | Heavy | |
| 0.6 | 3.63 | 3.97 | |
| 0.85 | 2.56 | 3.57 | |
| 1.5 | 1.77 | 2.76 | |
| 2 | 1.44 | 2.24 | |
| 3 | 1.25 | 1.96 | |
| 6 | 1.07 | 1.72 | |
| 8.5 | 1.01 | 1.61 | |
| 11 | 0.96 | 1.52 | |
| 14 | 0.94 | 1.45 | |
| 17 | 0.91 | 1.44 | |
| 23 | 0.86 | 1.37 | |
| 28 | 0.85 | 1.30 | |
| 34 | 0.77 | 1.23 | |
| 43 | 0.71 | 1.16 | |
| 57 | 0.65 | | 0.60 |
| 85 | 0.58 | | 0.45 |
| 140 | | | 0.31 |
| 200 | | | 0.24 |
| 280 | | | 0.19 |
| 560 | | | 0.16 |
| 1400 | | | 0.14 |
| 2100 | | | 0.14 |
| 2800 | | | 0.13 |

For average and heavy service, product load is based on product entering at 5°C above the refrigerator temperature; no product cooling is considered for long term storage. Where product load is unusual, do not use table.

Heat Equivalent to Occupancy

| Cooler Temperature, °C | Heat Equivalent/Person kW |
|------------------------|---------------------------|
| 10 | 0.211 |
| 5 | 0.242 |
| 0 | 0.275 |
| - 5 | 0.305 |
| -10 | 0.347 |
| -15 | 0.378 |
| -20 | 0.407 |

Adapted from ASRE Data Book, Design Volume, 1949 Edition, by permission of the American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers.

Coefficients of Heat Transfer (U Factor) of Typical Cold Storage Walls, Roofs and Floors (W/m² K)*

| Insulation Thickness (mm) | Insulation k Factor (W/m K) | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0.025 | 0.030 | 0.035 | 0.040 | 0.045 | 0.050 | 0.055 | 0.060 |
| 25 | 0.732 | 0.834 | 0.931 | 1.013 | 1.091 | 1.163 | 1.229 | 1.289 |
| 50 | 0.420 | 0.489 | 0.556 | 0.617 | 0.675 | 0.731 | 0.784 | 0.834 |
| 75 | 0.295 | 0.346 | 0.397 | 0.443 | 0.489 | 0.533 | 0.576 | 0.617 |
| 100 | 0.227 | 0.267 | 0.308 | 0.346 | 0.383 | 0.420 | 0.455 | 0.489 |
| 125 | 0.182 | 0.218 | 0.252 | 0.283 | 0.315 | 0.346 | 0.376 | 0.405 |
| 150 | 0.153 | 0.184 | 0.213 | 0.240 | 0.267 | 0.294 | 0.320 | 0.346 |
| 175 | 0.136 | 0.159 | 0.185 | 0.208 | 0.232 | 0.256 | 0.279 | 0.302 |
| 200 | 0.119 | 0.140 | 0.163 | 0.184 | 0.206 | 0.227 | 0.247 | 0.267 |

* Assumes resistance, R, of other components at 13.86 (mm²)(K)/W.

Kilojoules per Litre Removed in Cooling Air to Storage Conditions Above 0°C

| Storage Room Temp. °C | Inlet Air Temperature, °C | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 25° | | | 30° | | | 35° | | 40° | |
| | Inlet Air RH, % | | | | | | | | | |
| | 50 | 60 | 70 | 50 | 60 | 70 | 50 | 60 | 50 | 60 |
| 15° | 0.0128 | 0.0186 | 0.0246 | 0.0281 | 0.0357 | 0.0441 | 0.0500 | 0.0563 | 0.0663 | 0.0795 |
| 10° | 0.0266 | 0.0323 | 0.0382 | 0.0319 | 0.0491 | 0.0574 | 0.0591 | 0.0694 | 0.0792 | 0.0992 |
| 5° | 0.0388 | 0.0445 | 0.0502 | 0.0536 | 0.0610 | 0.0693 | 0.0708 | 0.0810 | 0.0906 | 0.1036 |
| 0° | 0.0493 | 0.0550 | 0.0606 | 0.0639 | 0.0713 | 0.0794 | 0.0808 | 0.0910 | 0.1003 | 0.1141 |

Kilojoules per Litre Removed in Cooling Air to Storage Conditions Below 0°C

| Storage Room Temp. °C | Inlet Air Temperature, °C | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 5° | | 10° | | 25° | | 30° | | 35° | |
| | Inlet Air RH, % | | | | | | | | | |
| | 70 | 80 | 70 | 80 | 50 | 60 | 50 | 60 | 50 | 60 |
| 0° | 0.0092 | 0.0111 | 0.0142 | 0.0154 | 0.0505 | 0.0562 | 0.0650 | 0.0724 | 0.0820 | 0.0921 |
| - 5° | 0.0193 | 0.0210 | 0.0235 | 0.0247 | 0.0592 | 0.0649 | 0.0736 | 0.0809 | 0.0903 | 0.1004 |
| - 10° | 0.0271 | 0.0288 | 0.0309 | 0.0321 | 0.0662 | 0.0719 | 0.0805 | 0.0877 | 0.0970 | 0.1071 |
| - 15° | 0.0350 | 0.0367 | 0.0383 | 0.0395 | 0.0732 | 0.0788 | 0.0873 | 0.0945 | 0.1037 | 0.1137 |
| - 20° | 0.0427 | 0.0444 | 0.0456 | 0.0468 | 0.0801 | 0.0857 | 0.0941 | 0.1013 | 0.1102 | 0.1203 |
| - 25° | 0.0501 | 0.0523 | 0.0525 | 0.0537 | 0.0866 | 0.0922 | 0.0998 | 0.1077 | 0.1165 | 0.1265 |
| - 30° | 0.0571 | 0.0588 | 0.0591 | 0.0604 | 0.0929 | 0.0985 | 0.1067 | 0.1138 | 0.1225 | 0.1325 |
| - 35° | 0.0640 | 0.0657 | 0.0656 | 0.0668 | 0.0989 | 0.1045 | 0.1126 | 0.1197 | 0.1283 | 0.1382 |
| - 40° | 0.0708 | 0.0725 | 0.0720 | 0.0732 | 0.1050 | 0.1106 | 0.1185 | 0.1256 | 0.1341 | 0.1440 |

LAMPIRAN C

**DATA
HASIL PENGUJIAN
*MOVABLE DISPLAY CASE***

Hari/Tgl : Sabtu/29-09-2007
 Kondisi Ruang Pendingin : Kosong
 Hari ke : ..

Berat buah apel rata-rata : -
 Mulai Pengujian : 10.00 s/d 16.00 WIB
 Penguji : Arwizet K., ST. MT.

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Temp. Lingkungan (°C) | Kuat Arus Listrik (Amp) | Voltage (Volt) | Fisik Buah Apel Disimpan di dalam Movable Display Case | | | Fisik Buah Apel Disimpan di Luar Movable Display Case | | |
|-------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-----------------------|-------------------------|----------------|--|--------------------------|--------------|---|--------------------------|--------------|
| | Titik 1 | | Titik 1 | | Titik 1 | | | | | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 15 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22,5 | 25 | 23 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 120 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 135 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 180 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | | | | | | | |
| 360 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1,8 | 220 | | | | | | | |

11/11/18
 Kondisi Ruang Pendingin : Berisi buah apel
 Hari ke : 1

11/11/18
 Mulai Pengujian : 10.00 s/d 16.00 WIB
 Penguji : Arwizet K., ST. MT.

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Kuat Arus Listrik (Amp) | Voltase (Volt) | Fisik Buah Apel Disimpan di dalam <i>Movable Display Case</i> | | | Fisik Buah Apel Disimpan di Luar <i>Movable Display Case</i> | | | | |
|-------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-------------------------|----------------|---|--------------------------|---------------------------------|--|--------------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | | | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik | | |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | | Tdb | Twb |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar |
| 15 | 29 | 27 | 29 | 27 | 29 | 27 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22 | 25 | 23 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 120 | 20 | 18 | 20 | 18 | 20 | 18 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 135 | 18 | 16 | 18 | 16 | 18 | 16 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 180 | 15 | 13 | 15 | 13 | 15 | 13 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 360 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | | | | | | |

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Temp. Lingkungan (°C) | Kuat Arus Listrik (Amp) | Voltage (Volt) | Fisik Buah Apel Disimpan di dalam Movable Display Case | | | Fisik Buah Apel Disimpan di Luar Movable Display Case | | |
|-------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------|--|--------------------------|--------------|---|--------------------------|--------------|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | | | | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 15 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 1,8 | 220 | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22,5 | 25 | 23 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 120 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 135 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 180 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |
| 360 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | |

Kondisi Ruang Pendingin : Bersih buah apel
 Hari ke : 3

Mulai Pengujian : 10.00 s/d 16.00 WIB
 Penguji : Arwizet K., ST. MT.

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Temp. Lingkungan (°C) | Kuat Arus Listrik (Amp) | Voltase (Volt) | Fisik Buah Apel Disimpan di dalam <i>Movable Display Case</i> | | | Fisik Buah Apel Disimpan di Luar <i>Movable Display Case</i> | | |
|-------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-----------------------|-------------------------|----------------|---|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | | | | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 31 | 28 | 220 | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar |
| 15 | 29 | 27 | 29 | 27 | 29 | 27 | 31 | 28 | 220 | | | | | | |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 30 | 27 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Kuning agak keputihan | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22 | 25 | 23 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 31 | 28 | 220 | | | | | | |
| 120 | 20 | 18 | 20 | 18 | 20 | 18 | 31 | 28 | 220 | | | | | | |
| 135 | 18 | 16 | 18 | 16 | 18 | 16 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 180 | 15 | 13 | 15 | 13 | 15 | 13 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 220 | Merah segar | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih | Bulat mulai mengkerut |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 220 | | | | Kuning | | |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 30 | 27 | 220 | | | | agak keputihan | | |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 30 | 27 | 220 | | | | agak keputihan | | |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 30 | 27 | 220 | | | | agak keputihan | | |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 30 | 27 | 220 | | | | agak keputihan | | |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 220 | | | | agak keputihan | | |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 220 | | | | agak keputihan | | |
| 360 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 220 | | | | agak keputihan | | |

MILIK PERPUSTAKAAN
 UNIV. NEGERI PADANG

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Kuat Arus Listrik (Amp) | Voliasi (Volt) | Fisik Buah Apel Disimpan di dalam <i>Movable Display Case</i> | | | Fisik Buah Apel Disimpan di Luar <i>Movable Display Case</i> | | | | |
|----------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-------------------------|----------------|---|-----------------------------|---------------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | | | Warna Kulit | Warna & kekerasan-an daging | Bentuk Fisik | Warna Kulit | Warna & kekerasan-an daging | Bentuk Fisik | | |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | | Warna Kulit | Warna & kekerasan-an daging |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | Merah segar | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 15 | 29 | 26 | 29 | 26 | 29 | 26 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Kuning agak keputihan mulai pudar | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22,5 | 25 | 23 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 120 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 135 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 30 | 27,5 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 30 | 27,5 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 180 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 360 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | | | | | | |

Hari/Tgl : Kamis/4-10-2007
 Kondisi Ruang Pendingin : Bertis buah apel
 Hari ke : 5

Tabel C.6. Data Hasil Pengujian *Movable Display Case*
 Berat buah apel rata-rata : 10,00 s/d 16,00 WIB
 Mulai Pengujian : Arwizet K., ST. MT.
 Penguji

| Jam (ment) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Kuat Arus Listrik (Amp) | Voltase (Volt) | Fisik Buah Apel Disimpan di dalam <i>Movable Display Case</i> | | | Fisik Buah Apel Disimpan di Luar <i>Movable Display Case</i> | | |
|------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-------------------------|----------------|---|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|-----------------------|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | | | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | Merah segar | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 15 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22,5 | 25 | 23 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 120 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 135 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 180 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 360 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Kuat Arus Listrik (Amp) | Voltase (Volt) | Fisik Buah Apel Disimpan di dalam <i>Movable Display Case</i> | | | Fisik Buah Apel Disimpan di Luar <i>Movable Display Case</i> | | |
|-------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-------------------------|----------------|---|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|-----------------------|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | | | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | Merah segar | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 15 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Kuning agak keputihan pudar | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22,5 | 25 | 23 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 120 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 135 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 180 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | | | | | | |
| 360 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1,8 | 220 | Merah segar | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah buram | Putih bersih mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |

Kondisi Ruang Pendingin : Berisi buah apel
 Hari ke : 7

Mulai Pengujian : 10.00 s/d 16.00 WIB
 Penguji : Arwizet K., ST. MT.

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Kuat Arus Listrik (Amp) | Voltage (Volt) | Fisik Buah Apel Disimpan di dalam <i>Movable Display Case</i> | | | Fisik Buah Apel Disimpan di Luar <i>Movable Display Case</i> | | |
|-------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-------------------------|----------------|---|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|-----------------|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | | | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | Merah segar | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 15 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22,5 | 25 | 23 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 120 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 135 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 180 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 360 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1,8 | 220 | Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | | | | Kuat Arus Listrik (Amp) | Voltase (Volt) | Fisik Buah Apel Disimpan di dalam <i>Movable Display Case</i> | | | Fisik Buah Apel Disimpan di Luar <i>Movable Display Case</i> | | |
|-------------|-------------------------|------|-----|---------|-----|------|---------|------|-----|-------------------------|----------------|---|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|-----------------|
| | Titik 1 | | | Titik 2 | | | Titik 3 | | | | | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik | Warna Kulit | Warna & kekerasan daging | Bentuk Fisik |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 31 | 28 | 220 | Merah segar | Putih bersih | Bulat sempurna dan segar | Merah seperti membusuk | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |
| 15 | 29 | 27 | 29 | 27 | 29 | 27 | 29 | 27 | 31 | 28 | 220 | | | | | | |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22 | 25 | 23 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 31 | 28 | 31 | 28 | 220 | | | | | | |
| 120 | 20 | 18 | 20 | 18 | 20 | 18 | 31 | 28 | 31 | 28 | 220 | | | | | | |
| 135 | 18 | 16 | 18 | 16 | 18 | 16 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 180 | 15 | 13 | 15 | 13 | 15 | 13 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 31 | 28 | 220 | | | | | | |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 31 | 28 | 220 | | | | | | |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 30 | 27 | 30 | 27 | 220 | | | | | | |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 29 | 26 | 220 | | | | | | |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 29 | 26 | 220 | | | | | | |
| 360 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 29 | 26 | 220 | | | | | | |

Kondisi Ruang Pendingin : Kosong
 Hari ke : -

Mulai Pengujian
 Penguji

: 10.000 S/U 10.000 W/D
 : Arwizet K., ST. MT.

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Temp. Lingkungan (°C) | | Arus (watt) | Voltage (Volt) | Kelembaban Relatif (φ) | | | Qe | Qp | Wk | COP | |
|----------------|-------------------------|------|---------|------|---------|-----|-----------------------------|-----|----------------|-------------------|---------------------------|-----|-----|----|------|--------|-------|-----|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | Tdb | Twb | | | RH1 | RH2 | RH3 | | | | | |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 75 | 0 | 0,00 | 277.2 | 0.0 |
| 15 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 29 | 29 | 26,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 80 | 186 | 12.85 | 277.2 | 0.0 |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 27 | 25,5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 86 | 558 | 38.56 | 277.2 | 0.1 |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 26 | 24 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 85 | 82 | 85 | 744 | 51.41 | 277.2 | 0.2 |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22,5 | 25 | 25 | 23 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 82 | 85 | 1116 | 77.11 | 277.2 | 0.3 |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 24 | 22 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 1116 | 77.11 | 277.2 | 0.3 |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 23 | 21 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 84 | 83 | 84 | 1488 | 102.82 | 277.2 | 0.4 |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 21 | 19 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 83 | 1674 | 115.67 | 277.2 | 0.4 |
| 120 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 20 | 20 | 18,5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 1860 | 128.52 | 277.2 | 0.5 |
| 135 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 18 | 18 | 16,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2232 | 154.23 | 277.2 | 0.6 |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 17 | 15,5 | 30 | 27,5 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2418 | 167.08 | 277.2 | 0.6 |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 16 | 14,5 | 30 | 27,5 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 2604 | 179.93 | 277.2 | 0.6 |
| 180 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 15 | 15 | 13,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 2790 | 192.79 | 277.2 | 0.7 |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 14 | 13 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 2976 | 205.64 | 277.2 | 0.7 |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 12 | 11 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 3348 | 231.34 | 277.2 | 0.8 |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 10 | 8,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 3720 | 257.05 | 277.2 | 0.9 |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282.75 | 277.2 | 1.0 |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282.75 | 277.2 | 1.0 |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308.46 | 277.2 | 1.1 |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308.46 | 277.2 | 1.1 |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 5 | 4,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4650 | 321.31 | 277.2 | 1.2 |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4650 | 321.31 | 277.2 | 1.2 |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 29 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334.16 | 277.2 | 1.2 |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334.16 | 277.2 | 1.2 |
| 360 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 5022 | 347.01 | 277.2 | 1.3 |

Kondisi Ruang Pendingin : Berisi buah apel
 Hari ke : 1

Mulai Pengujian
 Penguji

: 10.00 s/d 16.00 WIB
 : Arwizet K., ST. MT.

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Temp. Lingkungan (°C) | | Arus (watt) | Voltage (Volt) | Kelembaban Relatif (φ) | | | Qe | Qp | Wk | COP | |
|----------------|-------------------------|------|---------|------|---------|-----|-----------------------------|-----|----------------|-------------------|---------------------------|-----|-----|----|------|--------|-------|-----|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | Tdb | Twb | | | RH1 | RH2 | RH3 | | | | | |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 30 | 27,5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 83 | 0 | 0,00 | 277,2 | 0,0 |
| 15 | 29 | 27 | 29 | 27 | 29 | 29 | 27 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 186 | 12,85 | 277,2 | 0,0 |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 27 | 25,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 84 | 84 | 558 | 38,56 | 277,2 | 0,1 |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 26 | 24 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 744 | 51,41 | 277,2 | 0,2 |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22 | 25 | 25 | 23 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 84 | 84 | 1116 | 77,11 | 277,2 | 0,3 |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 24 | 22 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 1116 | 77,11 | 277,2 | 0,3 |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 23 | 21 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 83 | 83 | 1488 | 102,82 | 277,2 | 0,4 |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 21 | 19 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 83 | 1674 | 115,67 | 277,2 | 0,4 |
| 120 | 20 | 18 | 20 | 18 | 20 | 20 | 18 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 82 | 82 | 82 | 1860 | 128,52 | 277,2 | 0,5 |
| 135 | 18 | 16 | 18 | 16 | 18 | 18 | 16 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 82 | 82 | 82 | 2232 | 154,23 | 277,2 | 0,6 |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 17 | 15,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 2418 | 167,08 | 277,2 | 0,6 |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 16 | 14,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 2604 | 179,93 | 277,2 | 0,6 |
| 180 | 15 | 13 | 15 | 13 | 15 | 15 | 13 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2790 | 192,79 | 277,2 | 0,7 |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 14 | 13 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2976 | 205,64 | 277,2 | 0,7 |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 12 | 11 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 3348 | 231,34 | 277,2 | 0,8 |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 10 | 8,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 3720 | 257,05 | 277,2 | 0,9 |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282,75 | 277,2 | 1,0 |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282,75 | 277,2 | 1,0 |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308,46 | 277,2 | 1,1 |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308,46 | 277,2 | 1,1 |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 5 | 4,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4650 | 321,31 | 277,2 | 1,2 |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4650 | 321,31 | 277,2 | 1,2 |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 |
| 360 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 5022 | 347,01 | 277,2 | 1,3 |

Kondisi Ruang Pendingin : Berisi buah apel
 Hari ke : 2

Mulai Pengujian
 Penguji

: 10,00 s/d 16,00 WIB
 : Arwizet K., ST. MT.

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Temp. Lingkungan (°C) | Arus (watt) | Voltage (Volt) | Kelembaban Relatif (φ) | | | Qa | Qp | Wk | COP |
|----------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-----------------------------|----------------|-------------------|---------------------------|-----|------|--------|-------|-----|-----|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | | | | RH1 | RH2 | RH3 | | | | |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | Tdb | Twb | Tdb | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 75 | 0 | 0,00 | 277,2 | 0,0 | |
| 15 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 80 | 186 | 12,85 | 277,2 | 0,0 | |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 86 | 558 | 38,56 | 277,2 | 0,1 | |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 1,8 | 220 | 85 | 82 | 85 | 744 | 51,41 | 277,2 | 0,2 | |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22,5 | 25 | 23 | 1,8 | 220 | 85 | 82 | 85 | 1116 | 77,11 | 277,2 | 0,3 | |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 1116 | 77,11 | 277,2 | 0,3 | |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 1,8 | 220 | 84 | 83 | 84 | 1488 | 102,82 | 277,2 | 0,4 | |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 83 | 1674 | 115,67 | 277,2 | 0,4 | |
| 120 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 1860 | 128,52 | 277,2 | 0,5 | |
| 135 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2232 | 154,23 | 277,2 | 0,6 | |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2418 | 167,08 | 277,2 | 0,6 | |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 2604 | 179,93 | 277,2 | 0,6 | |
| 180 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 2790 | 192,79 | 277,2 | 0,7 | |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2976 | 205,64 | 277,2 | 0,7 | |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 3348 | 231,34 | 277,2 | 0,8 | |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 3720 | 257,05 | 277,2 | 0,9 | |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282,75 | 277,2 | 1,0 | |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282,75 | 277,2 | 1,0 | |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308,46 | 277,2 | 1,1 | |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308,46 | 277,2 | 1,1 | |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4650 | 321,31 | 277,2 | 1,2 | |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4650 | 321,31 | 277,2 | 1,2 | |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 | |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 | |
| 360 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 5022 | 347,01 | 277,2 | 1,3 | |

Kondisi Ruang Pendingin : Berisi buah apel
 Hari ke : 3

Mulai Pengujian : 10.00 s/d 16.00 WIB
 Penguji : Arwizet K., ST. MT.

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Temp. Lingkungan (°C) | | | Arus (watt) | Voltage (Volt) | Kelembaban Relatif (φ) | | | Qe | Qp | Wk | COP |
|----------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-----------------------------|-----|-----|----------------|-------------------|---------------------------|-----|------|--------|-------|-----|-----|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | Tdb | Twb | RH1 | | | RH2 | RH3 | | | | | |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 83 | 0 | 0,00 | 277,2 | 0,0 | |
| 15 | 29 | 27 | 29 | 27 | 29 | 27 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 186 | 12,85 | 277,2 | 0,0 | |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 84 | 84 | 558 | 38,56 | 277,2 | 0,1 | |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 744 | 51,41 | 277,2 | 0,2 | |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22 | 25 | 23 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 84 | 84 | 1116 | 77,11 | 277,2 | 0,3 | |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 1116 | 77,11 | 277,2 | 0,3 | |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 83 | 83 | 1488 | 102,82 | 277,2 | 0,4 | |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 83 | 1674 | 115,67 | 277,2 | 0,4 | |
| 120 | 20 | 18 | 20 | 18 | 20 | 18 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 82 | 82 | 82 | 1860 | 128,52 | 277,2 | 0,5 | |
| 135 | 18 | 16 | 18 | 16 | 18 | 16 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 82 | 82 | 82 | 2232 | 154,23 | 277,2 | 0,6 | |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 2418 | 167,08 | 277,2 | 0,6 | |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 2604 | 179,93 | 277,2 | 0,6 | |
| 180 | 15 | 13 | 15 | 13 | 15 | 13 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2790 | 192,79 | 277,2 | 0,7 | |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2976 | 205,64 | 277,2 | 0,7 | |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 3348 | 231,34 | 277,2 | 0,8 | |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 3720 | 257,05 | 277,2 | 0,9 | |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282,75 | 277,2 | 1,0 | |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282,75 | 277,2 | 1,0 | |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308,46 | 277,2 | 1,1 | |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308,46 | 277,2 | 1,1 | |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4650 | 321,31 | 277,2 | 1,2 | |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4650 | 321,31 | 277,2 | 1,2 | |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 | |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 | |
| 360 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 | |

Kondisi Ruang Pendingin : Bersih dan apes
 Hari ke : 4

Pengujian : Arwizet K., ST. MT.

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | | | | Temp. Lingkungan (°C) | Arus (watt) | Voltage (Volt) | Kelembaban Relatif (φ) | | | Qe | Qp | Wk | COP |
|----------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-----|------|-----|-----------------------------|----------------|-------------------|---------------------------|------|--------|-------|-----|----|-----|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | RH1 | RH2 | RH3 | | | | | | | | | | |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 75 | 0 | 0,00 | 277,2 | 0,0 | | |
| 15 | 29 | 26 | 29 | 26 | 29 | 26 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 81 | 81 | 81 | 186 | 12,85 | 277,2 | 0,0 | | |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 86 | 558 | 38,56 | 277,2 | 0,1 | | |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 85 | 82 | 85 | 744 | 51,41 | 277,2 | 0,2 | | |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22,5 | 25 | 23 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 82 | 85 | 1116 | 77,11 | 277,2 | 0,3 | | |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 1116 | 77,11 | 277,2 | 0,3 | | |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 84 | 83 | 84 | 1488 | 102,82 | 277,2 | 0,4 | | |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 83 | 1674 | 115,67 | 277,2 | 0,4 | | |
| 120 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 1860 | 128,52 | 277,2 | 0,5 | | |
| 135 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2232 | 154,23 | 277,2 | 0,6 | | |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 30 | 27,5 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2418 | 167,08 | 277,2 | 0,6 | | |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 30 | 27,5 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 2604 | 179,93 | 277,2 | 0,6 | | |
| 180 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 2790 | 192,79 | 277,2 | 0,7 | | |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 2976 | 205,64 | 277,2 | 0,7 | | |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 3348 | 231,34 | 277,2 | 0,8 | | |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 3720 | 257,05 | 277,2 | 0,9 | | |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282,75 | 277,2 | 1,0 | | |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282,75 | 277,2 | 1,0 | | |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308,46 | 277,2 | 1,1 | | |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308,46 | 277,2 | 1,1 | | |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4650 | 321,31 | 277,2 | 1,2 | | |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4650 | 321,31 | 277,2 | 1,2 | | |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 | | |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 | | |
| 360 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 | | |

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | | | | Temp. Lingkungan (°C) | | | Arus (watt) | Voltage (Volt) | Kelembaban Relatif (φ) | | | Qe | Qp | Wk | COP |
|----------------|-------------------------|------|-----|---------|-----|-----|---------|-----|------|-----------------------|------|-----|-------------|----------------|------------------------|-----|------|--------|-------|-----|-----|
| | Titik 1 | | | Titik 2 | | | Titik 3 | | | Tdb | Twb | RH1 | | | RH2 | RH3 | | | | | |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 30 | 27 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 75 | 0 | 0,00 | 277.2 | 0.0 | |
| 15 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 29 | 29 | 26,5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 80 | 186 | 12.85 | 277.2 | 0.0 | |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 27 | 25,5 | 31 | 28 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 86 | 558 | 38.56 | 277.2 | 0.1 | |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 26 | 24 | 31 | 28 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 85 | 82 | 85 | 744 | 51.41 | 277.2 | 0.2 | |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22,5 | 25 | 25 | 23 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 82 | 85 | 1116 | 77.11 | 277.2 | 0.3 | |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 24 | 22 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 1116 | 77.11 | 277.2 | 0.3 | |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 23 | 21 | 31 | 28 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 84 | 83 | 84 | 1488 | 102.82 | 277.2 | 0.4 | |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 21 | 19 | 31 | 28 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 83 | 1674 | 115.67 | 277.2 | 0.4 | |
| 120 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 20 | 20 | 18,5 | 31 | 28 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 1860 | 128.52 | 277.2 | 0.5 | |
| 135 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 18 | 18 | 16,5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2232 | 154.23 | 277.2 | 0.6 | |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 17 | 15,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2418 | 167.08 | 277.2 | 0.6 | |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 16 | 14,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 2604 | 179.93 | 277.2 | 0.6 | |
| 180 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 15 | 15 | 13,5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 2790 | 192.79 | 277.2 | 0.7 | |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 14 | 13 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 2976 | 205.64 | 277.2 | 0.7 | |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 12 | 11 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 3348 | 231.34 | 277.2 | 0.8 | |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 10 | 8,5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 3720 | 257.05 | 277.2 | 0.9 | |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 7 | 31 | 28 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282.75 | 277.2 | 1.0 | |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 7 | 31 | 28 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282.75 | 277.2 | 1.0 | |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 31 | 28 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308.46 | 277.2 | 1.1 | |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 31 | 28 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308.46 | 277.2 | 1.1 | |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 5 | 4,5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4650 | 321.31 | 277.2 | 1.2 | |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4650 | 321.31 | 277.2 | 1.2 | |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 29 | 27 | 29 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334.16 | 277.2 | 1.2 | |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 29 | 26 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334.16 | 277.2 | 1.2 | |
| 360 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 4836 | 334.16 | 277.2 | 1.2 | |

Hari/Tgl : Jumat/5-10-2007
 Kondisi Ruang Pendingin : Berisi buah apel
 Hari ke : 6

Berat buah apel rata-rata : -
 Mulai Pengujian : 10:00 s/d 16:00 WIB
 Penguji : Arwizet K., ST. MT.

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Temp. Lingkungan (°C) | | | Arus (watt) | Voltage (Volt) | Kelembaban Relatif (φ) | | | Qe | Qp | Wk | COP |
|----------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-----------------------|------|-----|-------------|----------------|------------------------|-----|------|--------|-------|-----|-----|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | Tdb | Twb | RH1 | | | RH2 | RH3 | | | | | |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 75 | 0 | 0,00 | 277.2 | 0.0 | |
| 15 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 80 | 186 | 12.85 | 277.2 | 0.0 | |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 86 | 558 | 38.56 | 277.2 | 0.1 | |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 85 | 82 | 85 | 744 | 51.41 | 277.2 | 0.2 | |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22,5 | 25 | 23 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 82 | 85 | 1116 | 77.11 | 277.2 | 0.3 | |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 1116 | 77.11 | 277.2 | 0.3 | |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 84 | 83 | 84 | 1488 | 102.82 | 277.2 | 0.4 | |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 83 | 1674 | 115.67 | 277.2 | 0.4 | |
| 120 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 1860 | 128.52 | 277.2 | 0.5 | |
| 135 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2232 | 154.23 | 277.2 | 0.6 | |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 30 | 27,5 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2418 | 167.08 | 277.2 | 0.6 | |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 30 | 27,5 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 2604 | 179.93 | 277.2 | 0.6 | |
| 180 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 2790 | 192.79 | 277.2 | 0.7 | |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 2976 | 205.64 | 277.2 | 0.7 | |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 3348 | 231.34 | 277.2 | 0.8 | |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 3720 | 257.05 | 277.2 | 0.9 | |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282.75 | 277.2 | 1.0 | |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282.75 | 277.2 | 1.0 | |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308.46 | 277.2 | 1.1 | |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308.46 | 277.2 | 1.1 | |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4650 | 321.31 | 277.2 | 1.2 | |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4650 | 321.31 | 277.2 | 1.2 | |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334.16 | 277.2 | 1.2 | |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334.16 | 277.2 | 1.2 | |
| 360 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 4836 | 334.16 | 277.2 | 1.2 | |

Konasi Kuang Rengangin : Benisi ouan ape
 Hari ke : 7

Mulai Pengujian
 Penguji

: 10.00 s/d 16.00 WIB
 : Arwizet K., ST. MT.

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Temp. Lingkungan (°C) | | Arus (watt) | Voltage (Volt) | Kelembaban Relatif (φ) | | | Qe | Qp | Wk | COP |
|----------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-----------------------------|-----|----------------|-------------------|---------------------------|-----|------|--------|-------|-----|-----|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | Tdb | Twb | | | RH1 | RH2 | RH3 | | | | |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 75 | 0 | 0,00 | 277,2 | 0,0 | |
| 15 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 29 | 26,5 | 30 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 80 | 186 | 12,85 | 277,2 | 0,0 | |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 31 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 86 | 558 | 38,56 | 277,2 | 0,1 | |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 31 | 1,8 | 220 | 85 | 82 | 85 | 744 | 51,41 | 277,2 | 0,2 | |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22,5 | 25 | 23 | 30 | 1,8 | 220 | 85 | 82 | 85 | 1116 | 77,11 | 277,2 | 0,3 | |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 30 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 1116 | 77,11 | 277,2 | 0,3 | |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 31 | 1,8 | 220 | 84 | 83 | 84 | 1488 | 102,82 | 277,2 | 0,4 | |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 31 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 83 | 1674 | 115,67 | 277,2 | 0,4 | |
| 120 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 20 | 18,5 | 31 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 1860 | 128,52 | 277,2 | 0,5 | |
| 135 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 18 | 16,5 | 30 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2232 | 154,23 | 277,2 | 0,6 | |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 30 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2418 | 167,08 | 277,2 | 0,6 | |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 30 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 2604 | 179,93 | 277,2 | 0,6 | |
| 180 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 15 | 13,5 | 30 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 2790 | 192,79 | 277,2 | 0,7 | |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 30 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 2976 | 205,64 | 277,2 | 0,7 | |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 30 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 3348 | 231,34 | 277,2 | 0,8 | |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 30 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 3720 | 257,05 | 277,2 | 0,9 | |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282,75 | 277,2 | 1,0 | |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282,75 | 277,2 | 1,0 | |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 31 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308,46 | 277,2 | 1,1 | |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 31 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308,46 | 277,2 | 1,1 | |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 30 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4650 | 321,31 | 277,2 | 1,2 | |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 30 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4650 | 321,31 | 277,2 | 1,2 | |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 | |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 | |
| 360 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 30 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 | |

Hari/Tgl : Minggu/7-10-2007
 Kondisi Ruang Pendingin : Berisi buah apel
 Hari ke : 8

Berat buah apel rata-rata :
 Mulai Pengujian : 10.00 s/d 16.00 WIB
 Penguji : Arwizet K., ST. MT.

| Jam (menit) | Temperatur ruangan (°C) | | | | | | Temp. Lingkungan (°C) | | Arus (watt) | Voltage (Volt) | Kelembaban Relatif (φ) | | | Qe | Qp | Wk | COP |
|----------------|-------------------------|------|---------|------|---------|------|-----------------------------|-----|----------------|-------------------|---------------------------|-----|-----|------|--------|-------|-----|
| | Titik 1 | | Titik 2 | | Titik 3 | | Tdb | Twb | | | RH1 | RH2 | RH3 | | | | |
| | Tdb | Twb | Tdb | Twb | Tdb | Twb | | | | | | | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 30 | 27,5 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 83 | 0 | 0,00 | 277,2 | 0,0 |
| 15 | 29 | 27 | 29 | 27 | 29 | 27 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 186 | 12,85 | 277,2 | 0,0 |
| 30 | 28 | 26 | 27 | 25 | 27 | 25,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 84 | 84 | 558 | 38,56 | 277,2 | 0,1 |
| 45 | 26 | 24 | 26 | 24 | 26 | 24 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 744 | 51,41 | 277,2 | 0,2 |
| 60 | 25 | 23 | 24 | 22 | 25 | 23 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 84 | 84 | 1116 | 77,11 | 277,2 | 0,3 |
| 75 | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 22 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 1116 | 77,11 | 277,2 | 0,3 |
| 90 | 23 | 21 | 22 | 20 | 23 | 21 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 83 | 83 | 1488 | 102,82 | 277,2 | 0,4 |
| 105 | 21 | 19 | 21 | 19 | 21 | 19 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 83 | 83 | 83 | 1674 | 115,67 | 277,2 | 0,4 |
| 120 | 20 | 18 | 20 | 18 | 20 | 18 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 82 | 82 | 82 | 1860 | 128,52 | 277,2 | 0,5 |
| 135 | 18 | 16 | 18 | 16 | 18 | 16 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 82 | 82 | 82 | 2232 | 154,23 | 277,2 | 0,6 |
| 150 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 17 | 15,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 2418 | 167,08 | 277,2 | 0,6 |
| 165 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 16 | 14,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 84 | 84 | 84 | 2604 | 179,93 | 277,2 | 0,6 |
| 180 | 15 | 13 | 15 | 13 | 15 | 13 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2790 | 192,79 | 277,2 | 0,7 |
| 195 | 14 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 2976 | 205,64 | 277,2 | 0,7 |
| 210 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 88 | 88 | 88 | 3348 | 231,34 | 277,2 | 0,8 |
| 225 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 10 | 8,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 3720 | 257,05 | 277,2 | 0,9 |
| 240 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282,75 | 277,2 | 1,0 |
| 255 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 31 | 28 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4092 | 282,75 | 277,2 | 1,0 |
| 270 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308,46 | 277,2 | 1,1 |
| 285 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 86 | 86 | 86 | 4464 | 308,46 | 277,2 | 1,1 |
| 300 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 87 | 87 | 87 | 4650 | 321,31 | 277,2 | 1,2 |
| 315 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 30 | 27 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4650 | 321,31 | 277,2 | 1,2 |
| 330 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 |
| 345 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 |
| 360 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 29 | 26 | 1,8 | 220 | 85 | 85 | 85 | 4836 | 334,16 | 277,2 | 1,2 |



DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI DAN PERDAGANGAN

F.25.1

(Laboratory For Research and Standardization of Industrial and Trade Institution)
Komplek LIK Ulu Gadut Kotak Pos 274 Telp. (62) (0751) 72201 Fax. (62) (0751) 71320
PADANG - SUMATERA BARAT

751/BPPI/BRSIP/LAB/X/2007

Kepada Yth :
To :

ujian : 1315 s/d 1316/U/X/2007
sting

ARWIZET K., ST., MT
d/a. Jurusan Teknik Mesin
Fak. Teknik UNP
di

/SPA No. : 514/SPA/X/2007
rence

P a d a n g

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa hasil pengujian
The undersigned certifies that the test result

dari contoh : .Apel..Segar.....
of the sample (s) of

Cap : - diambil segel oleh : -
marked : taken sealed by :

Yang kami terima dari Saudara tgl : 8 Oktober 2007
received on

adalah sebagai berikut :
as follows

| No. | Parameter Uji | Satuan | Hasil Analisa | |
|-----|---------------|----------|--------------------|-----------------|
| | | | Apel yang disimpan | |
| | | | Dlm MCDC | Diruang Terbuka |
| 1 | Kadar Air | % | 85,27 | 84,84 |
| 2 | Vitamin C | mg/100 g | 0,43 | 0,58 |
| 3 | Kadar Gula | % | 9,57 | 9,58 |

Padang, 24 Oktober 2007

a.n. Kepala / Director

Manager Teknis


Drs. Hendri Muchtar, M.Si

NIP. 090 016 201



emeriksaan ini hanya berlaku untuk contoh



DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI DAN PERDAGANGAN

F.25.1

(Laboratory For Research and Standardization of Industrial and Trade Institution)
Komplek LIK Ulu Gadut Kotak Pos 274 Telp. (62) (0751) 72201 Fax. (62) (0751) 71320
PADANG - SUMATERA BARAT

750/BPPI/BRSIP/LAB/X/2007

Kepada Yth :
To :

Pengujian / testing : 1282/U/X/2007

Sdr/SPA reference No. : 502/SPA/X/2007

ARWIZET K., ST., MT
d/a. Jurusan Teknik Mesin
Fak. Teknik UNP
di
P a d a n g

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa hasil pengujian
The undersigned certifies that the test result

dari contoh : Apel Segar
of the sample (s) of

Cap - diambil segel oleh :
marked taken sealed by

Yang kami terima dari Saudara tgl : 1 Oktober 2007
received on

adalah sebagai berikut :
as follows

| No. | Parameter Uji | Satuan | Hasil Analisa Apel Segar |
|-----|---------------|----------|-----------------------------|
| 1 | Kadar Air | % | 86,09 |
| 2 | Vitamin C | mg/100 g | 1,76 |
| 3 | Kadar Gula | % | 9,41 |

Padang, 24 Oktober 2007

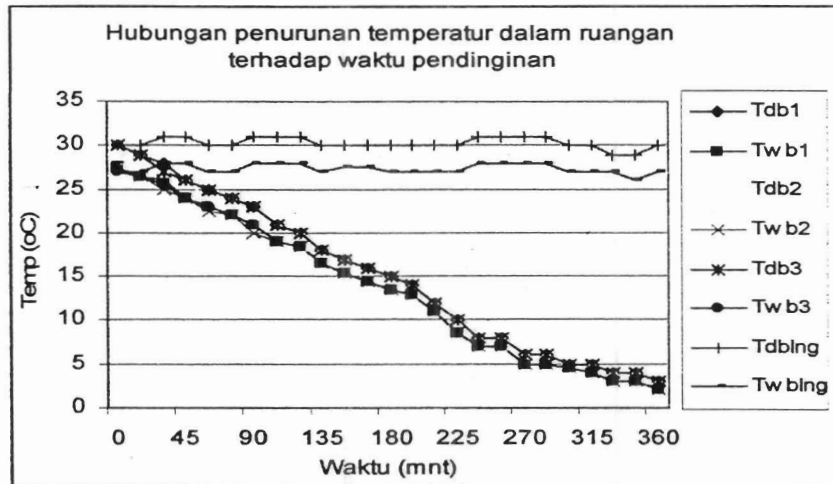
a.n. Kepala / Director
Manager Teknis



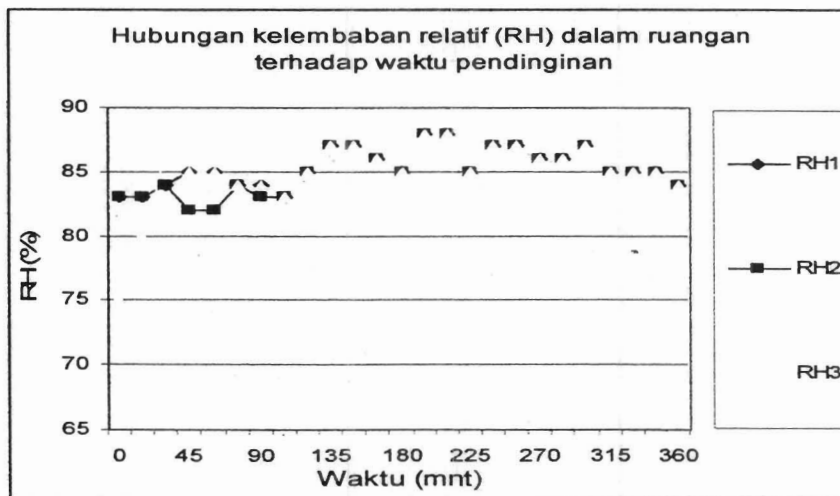
Drs. Hendri Muchtar, M.Si
NIP. 090 016 201

pemeriksaan ini hanya berlaku untuk contoh

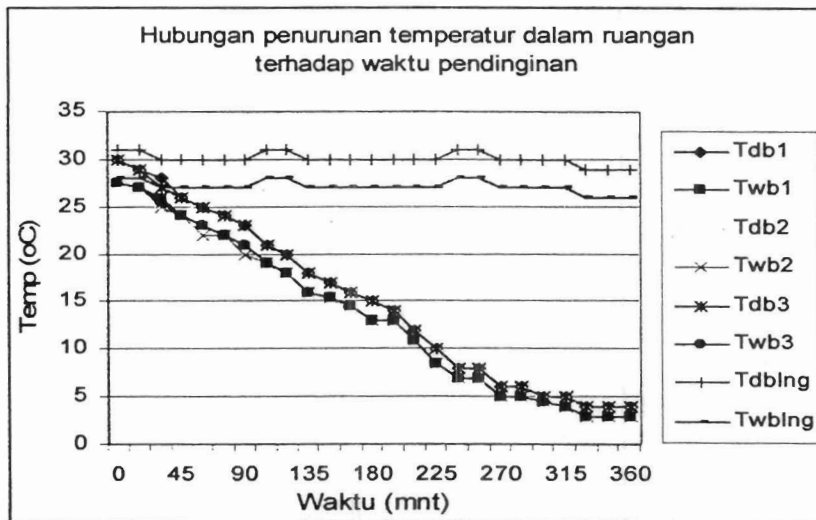
GRAFIK HUBUNGAN PENURUNAN TEMPERATUR DAN KELEMBABAN RELATIF (RH) UDARA PENDINGIN DALAM RUANG MOVABLE DISPLAY CASE TERHADAP WAKTU PENDINGINAN



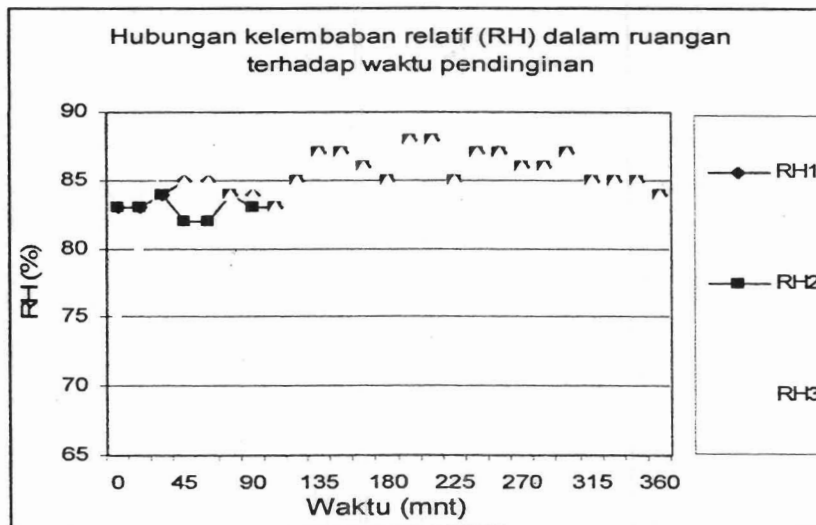
Gambar 1. Grafik hubungan penurunan temperatur dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian kosong



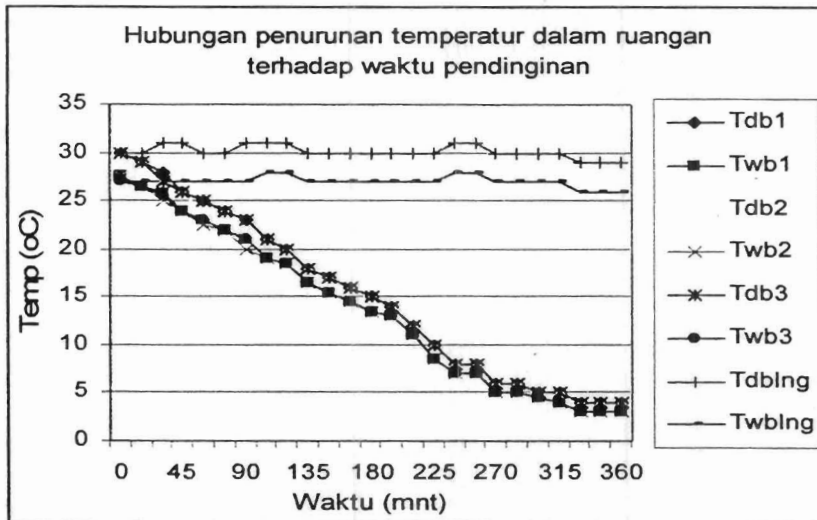
Gambar 2. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian kosong



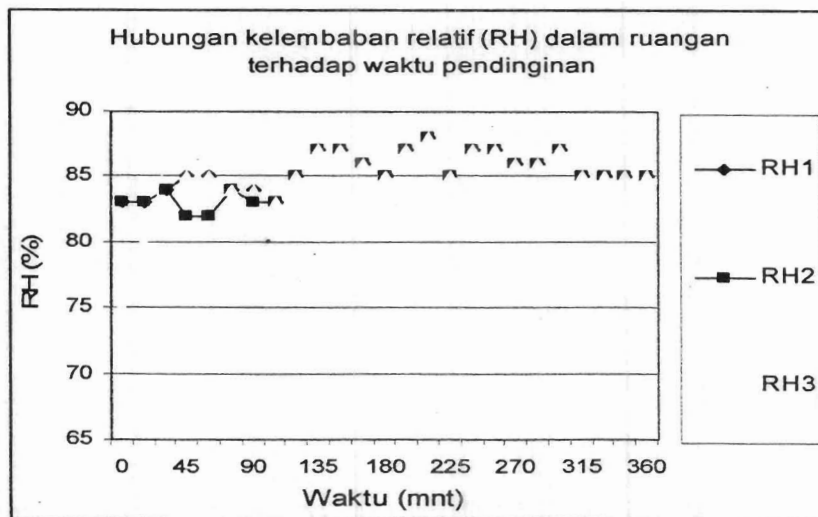
Gambar 3. Grafik hubungan penurunan temperatur dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari pertama



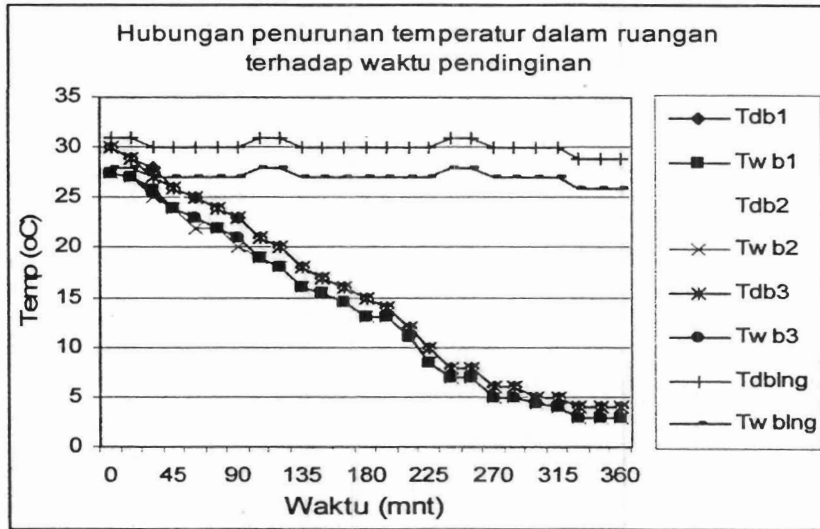
Gambar 4. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari pertama



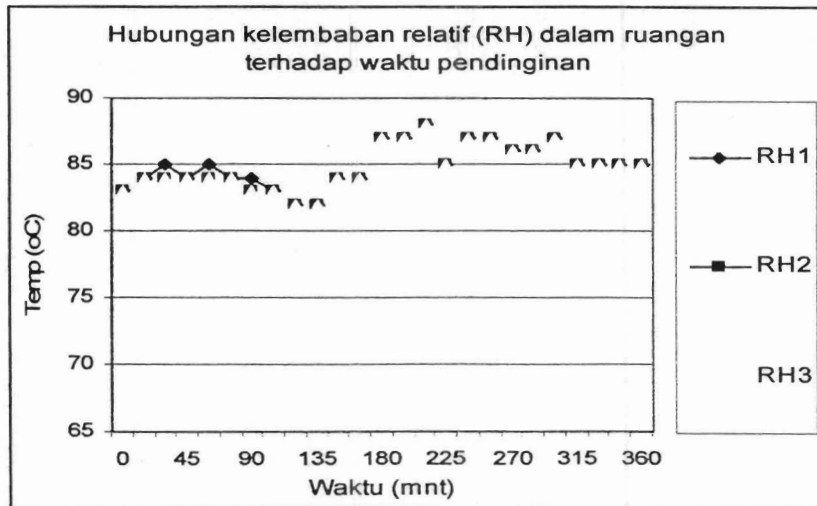
Gambar 5. Grafik hubungan penurunan temperatur dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari kedua



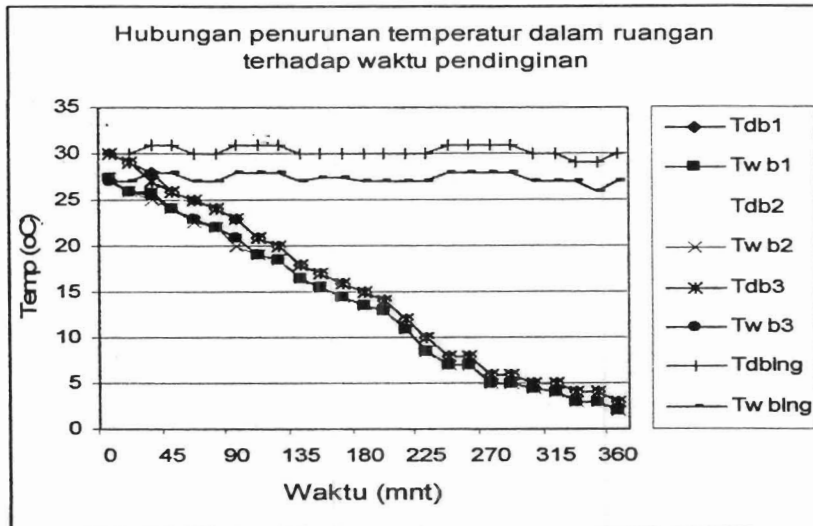
Gambar 6. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari kedua



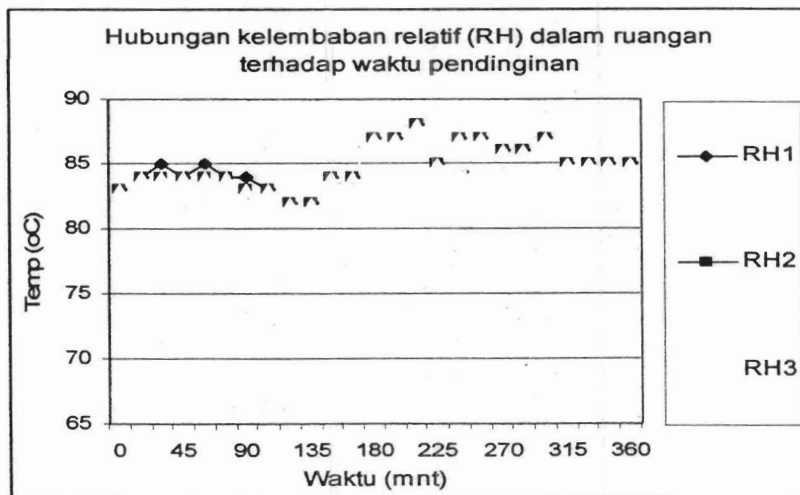
Gambar 7. Grafik hubungan penurunan temperatur dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari ketiga



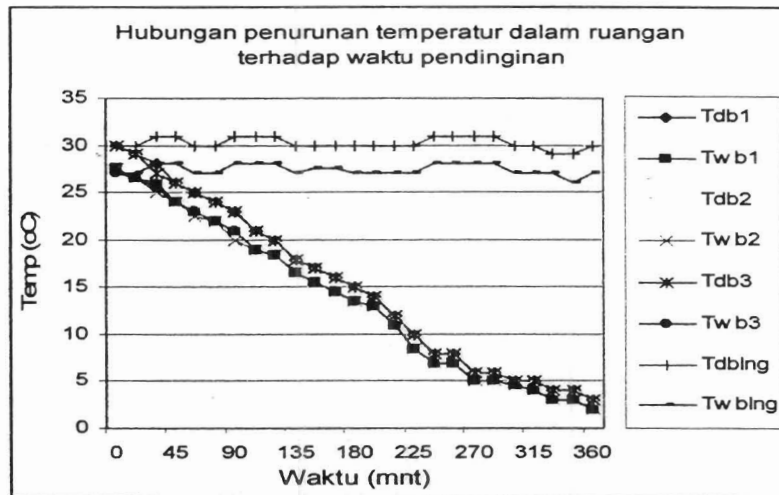
Gambar 8. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari ketiga



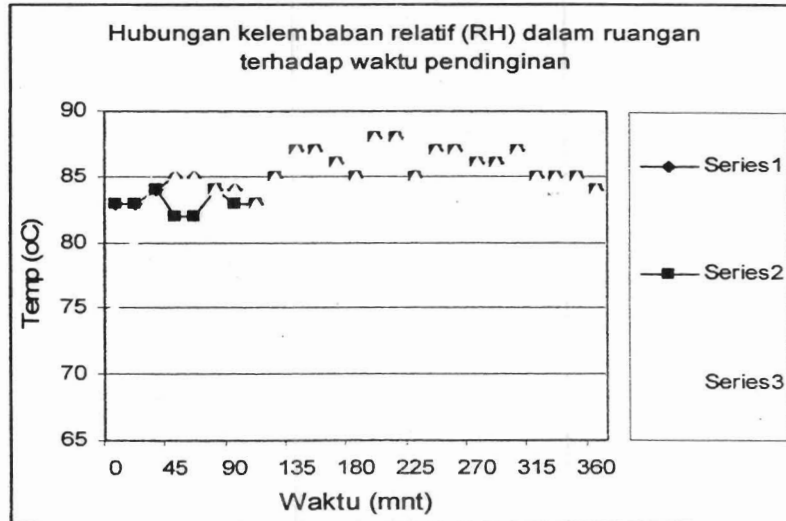
Gambar 9. Grafik hubungan penurunan temperatur dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari keempat



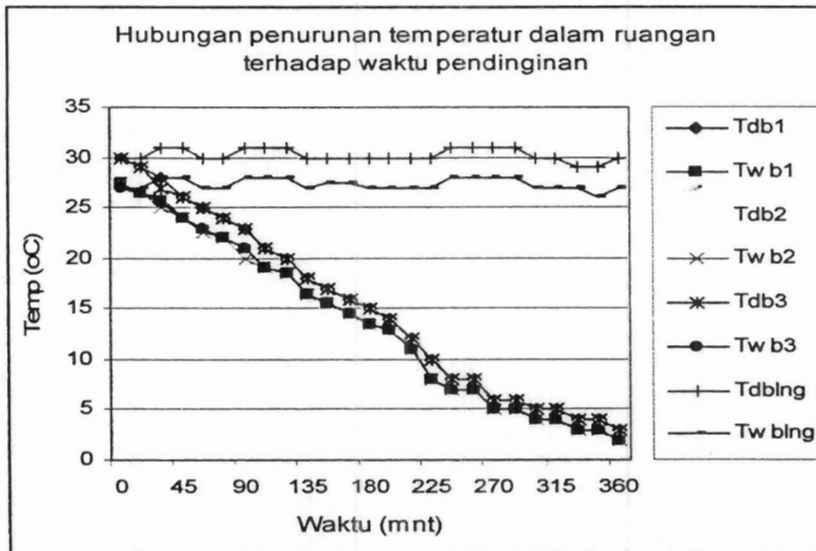
Gambar 10. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari keempat



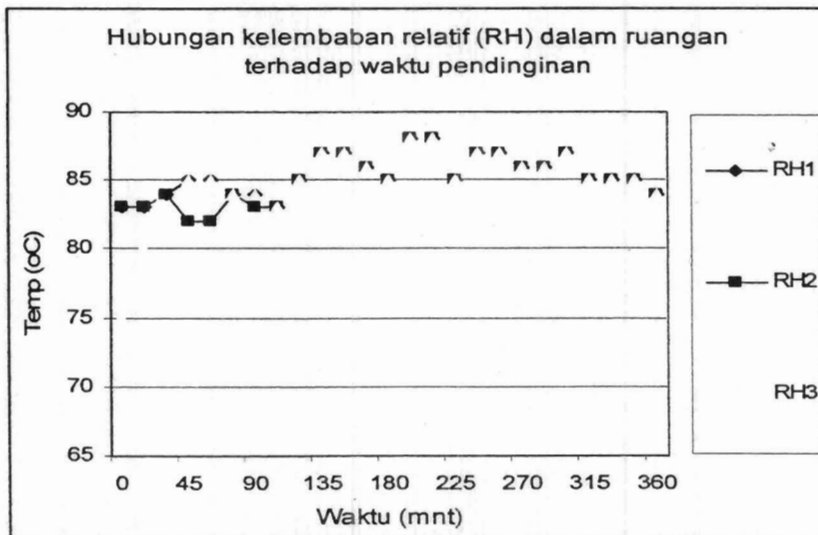
Gambar 11. Grafik hubungan penurunan temperatur dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari kelima



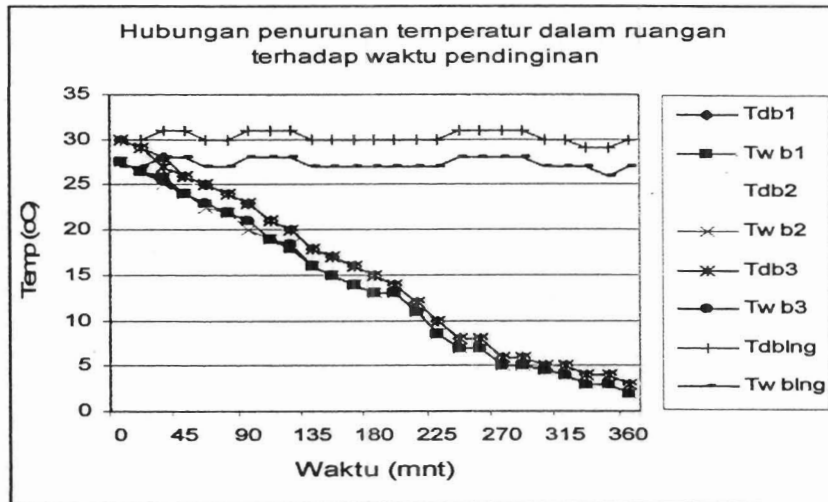
Gambar 12. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari kelima



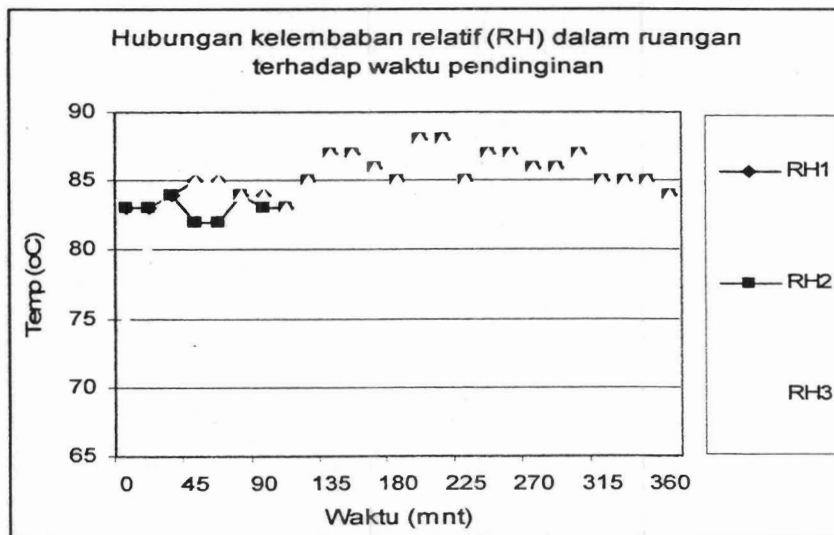
Gambar 13. Grafik hubungan penurunan temperatur dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari keenam



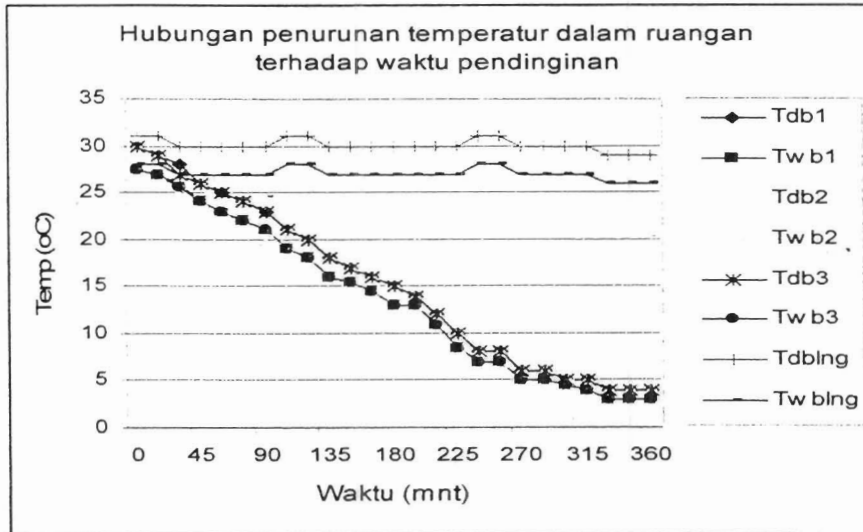
Gambar 14. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari keenam



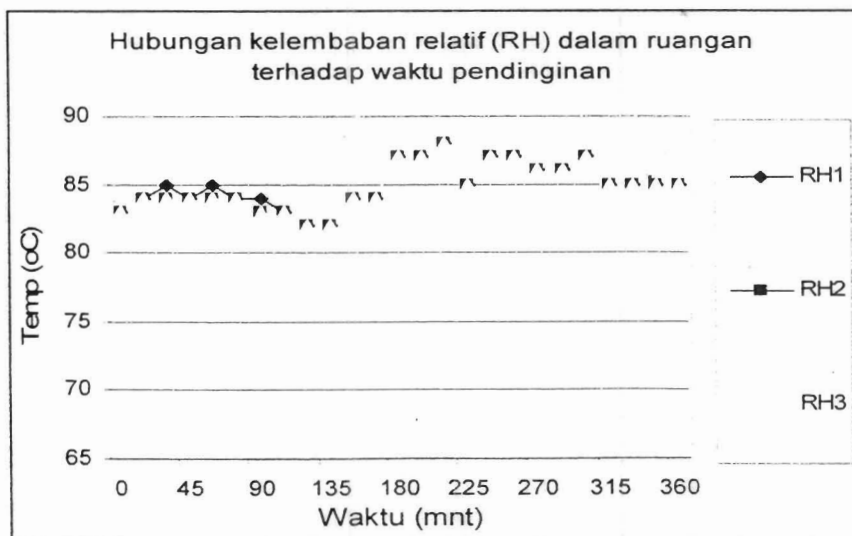
Gambar 15. Grafik hubungan penurunan temperatur dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari ketujuh



Gambar 16. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari ketujuh



Gambar 17. Grafik hubungan penurunan temperatur dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari kedelapan

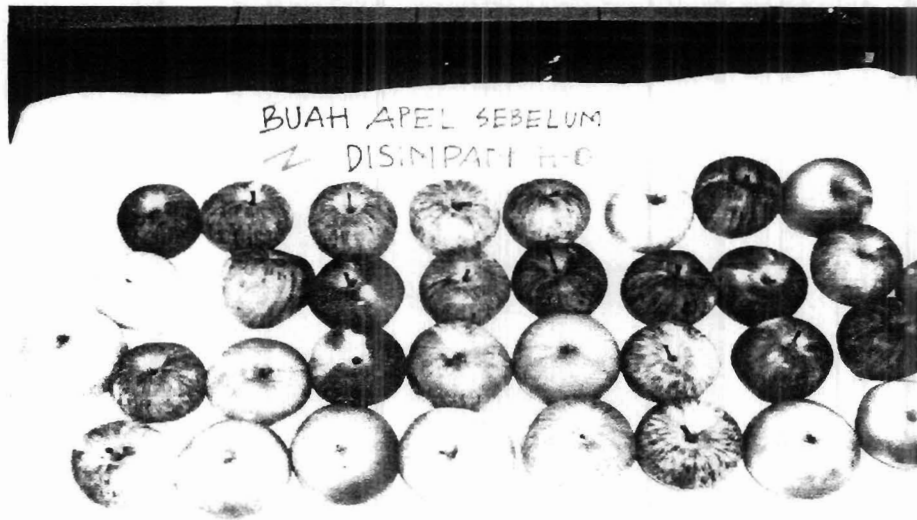


Gambar 18. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam ruangan terhadap waktu pendinginan pada pengujian berisi buah apel hari kedelapan

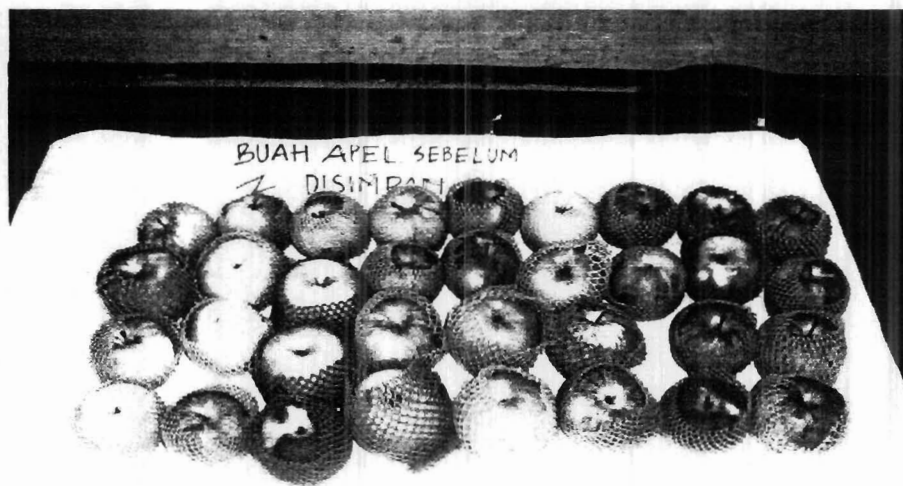
LAMPIRAN E

**DOKUMENTASI
BUAH APEL
HASIL PENYIMPANAN
DALAM
*MOVABLE DISPLAY CASE***

DOKUMENTASI BUAH APEL HASIL PENGUJIAN DALAM MOVABLE DISPLAY CASE



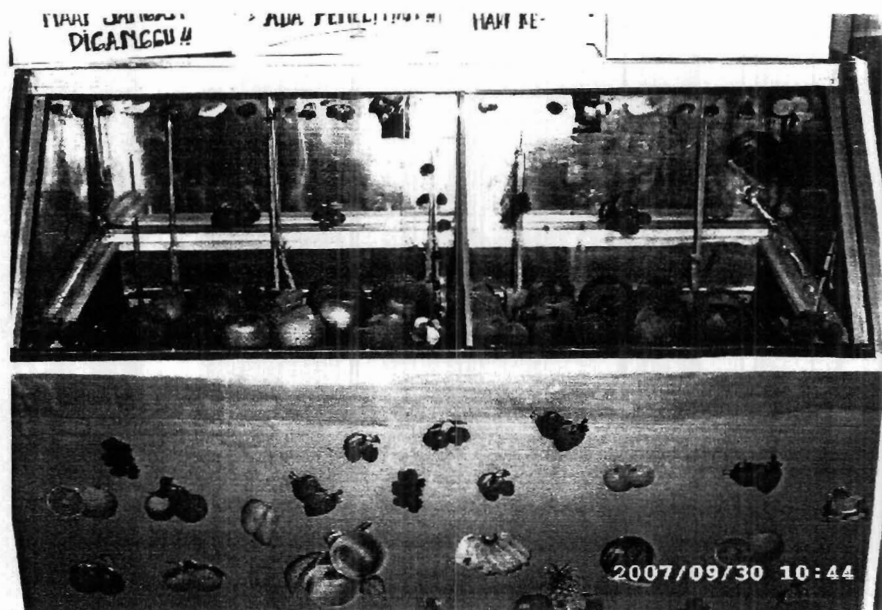
Gambar 1. Kondisi fisik buah apel sebelum disimpan dalam Movable Display Case



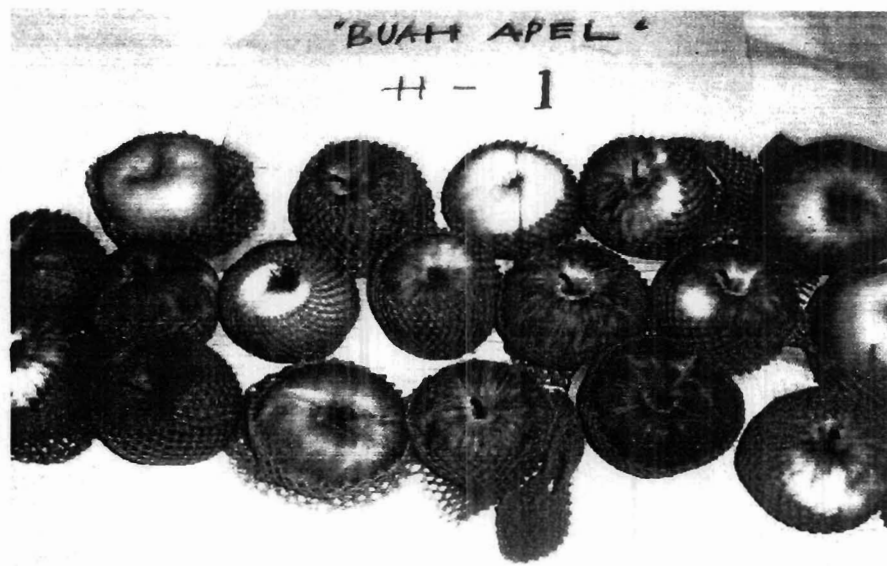
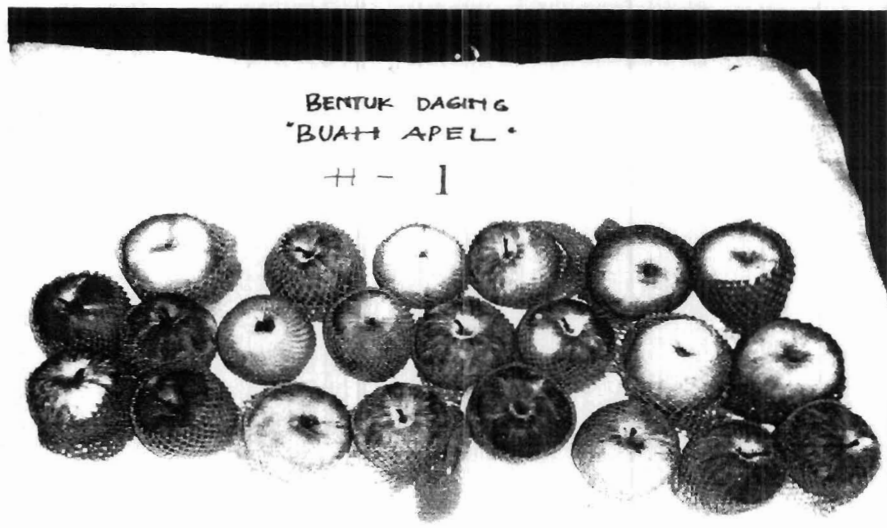
Gambar 2. Kondisi fisik buah apel sebelum disimpan dalam Movable Display Case dibungkus dengan busa



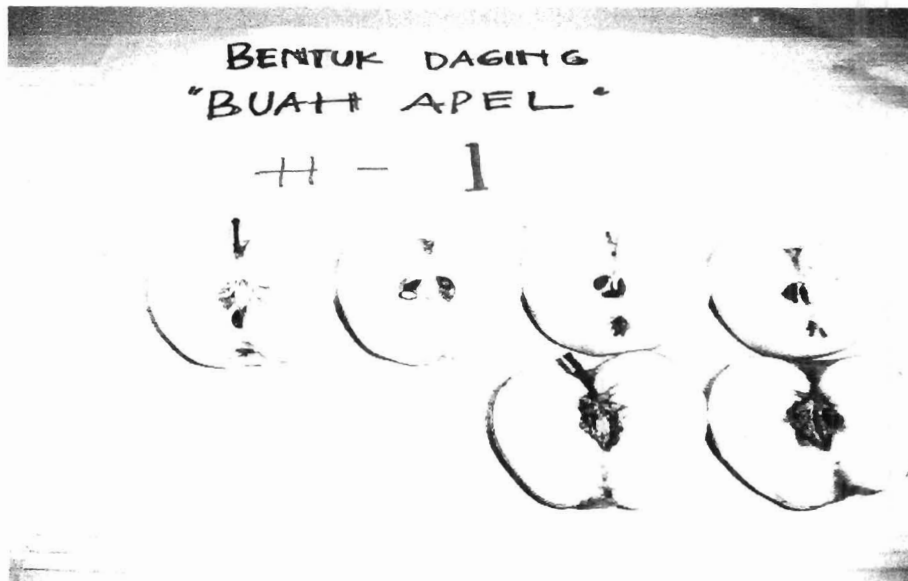
Gambar 3. Buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case



Gambar 4. Buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case
Hari pertama



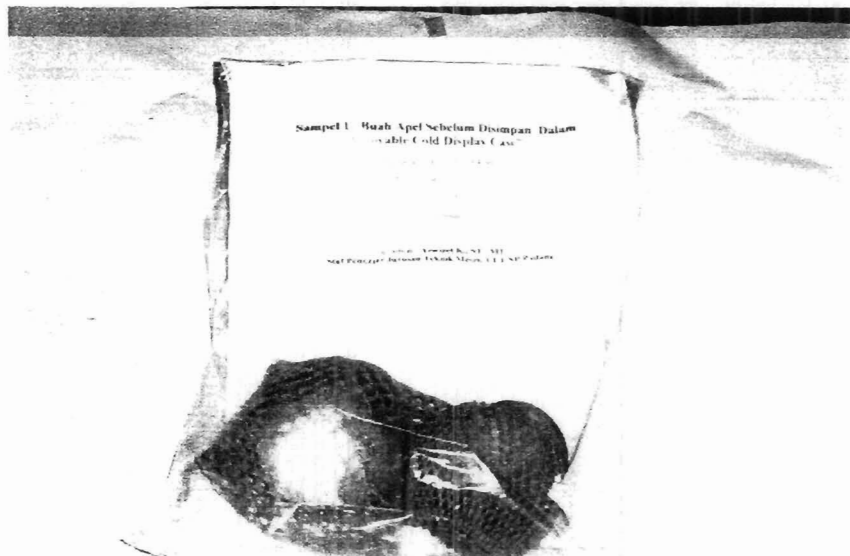
Gambar 5. Bentuk volume tubuh, warna kulit buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah 1 hari



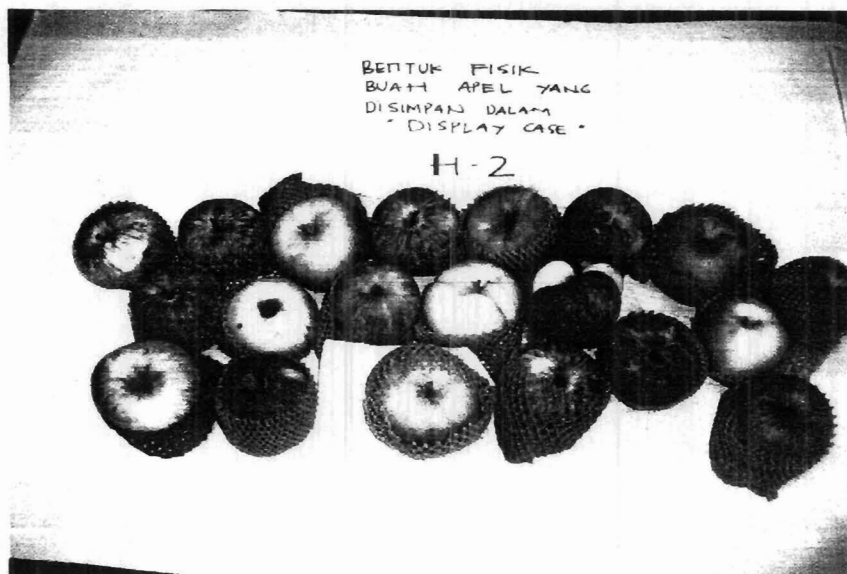
Gambar 6. Bentuk daging buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah 1 hari



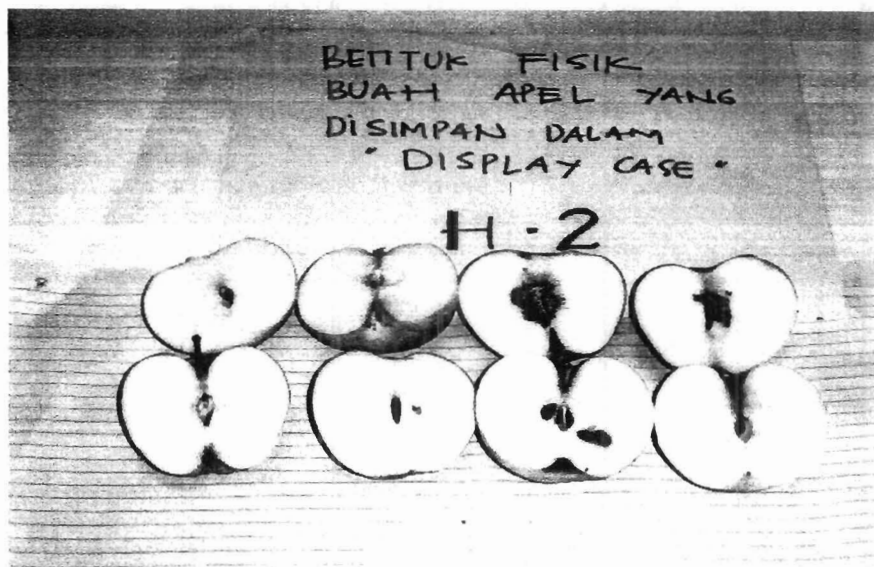
Gambar 7. Bentuk fisik buah apel yang disimpan di luar Movable Display Case setelah 1 hari (di udara terbuka tanpa pendinginan)



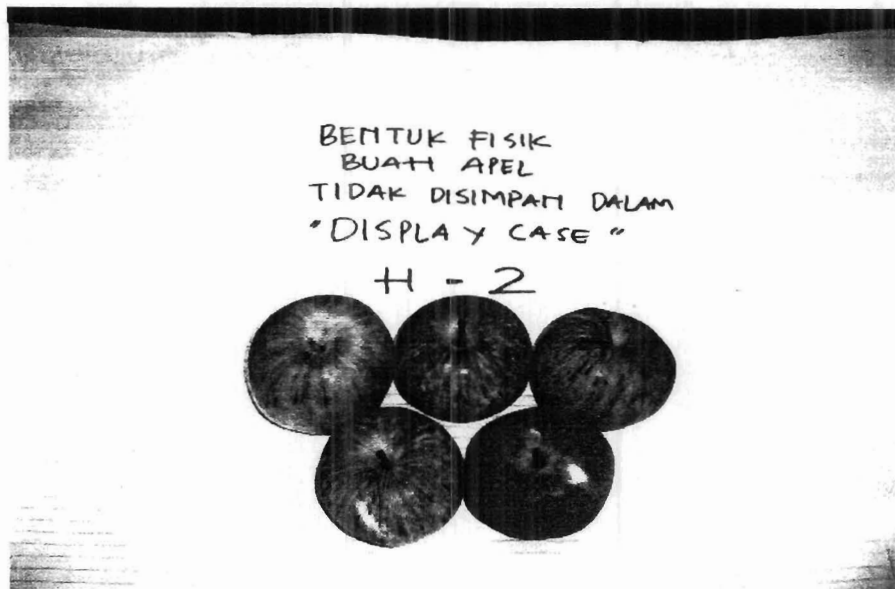
Gambar 8. Sampel buah apel yang akan diuji karakteristik kimiawinya di Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan di Komplek LIK Ulu Gadut Kota Padang



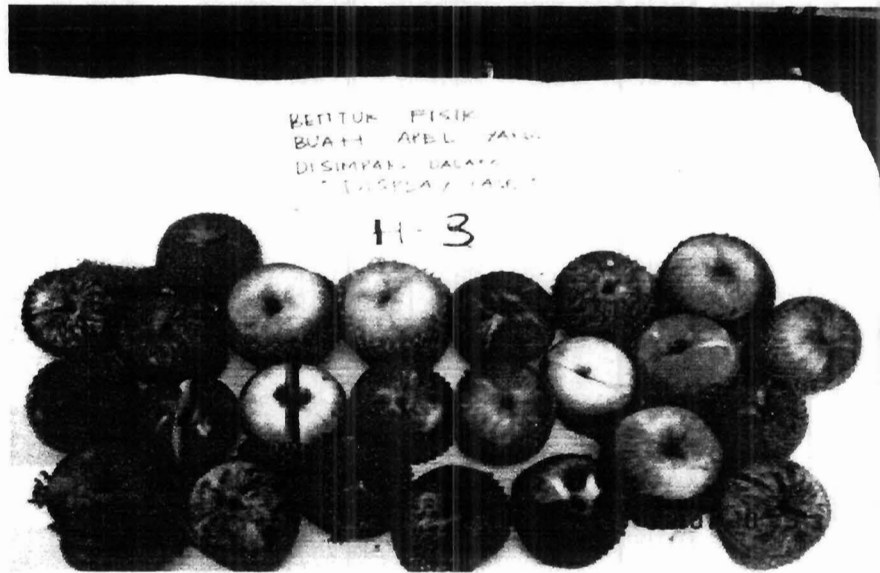
Gambar 9. Bentuk volume tubuh, warna kulit buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah 2 hari



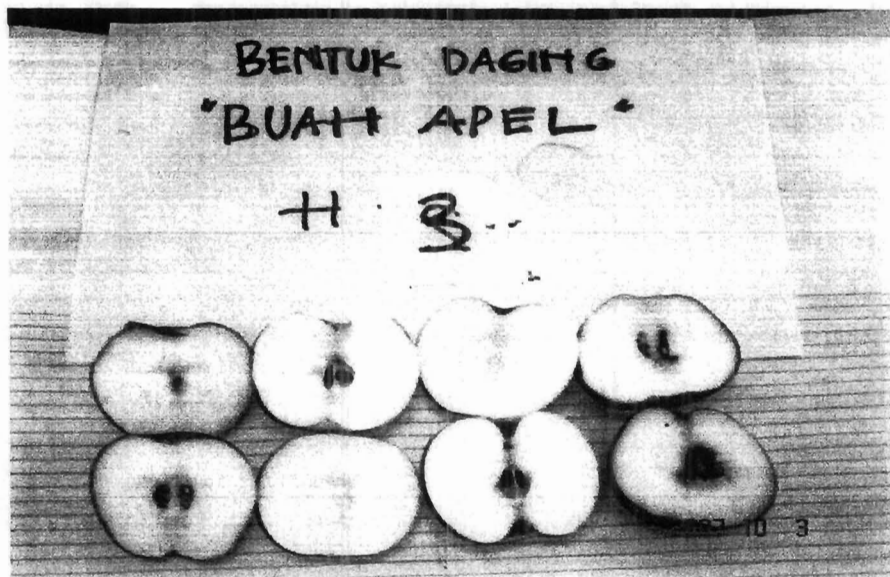
Gambar 10. Bentuk daging buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah 2 hari



Gambar 11. Bentuk fisik buah apel yang disimpan di luar Movable Display Case setelah 2 hari (di udara terbuka tanpa pendinginan)



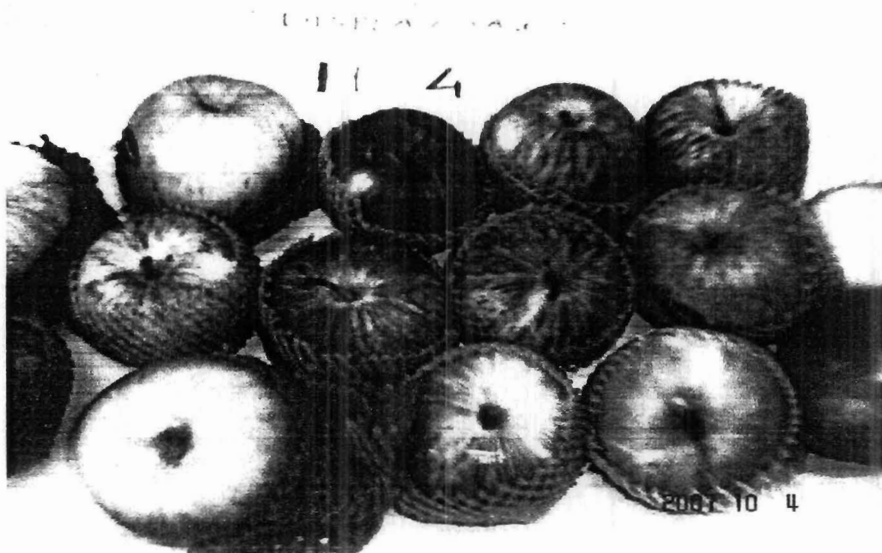
Gambar 12. Bentuk volume tubuh, warna kulit buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah 3 hari



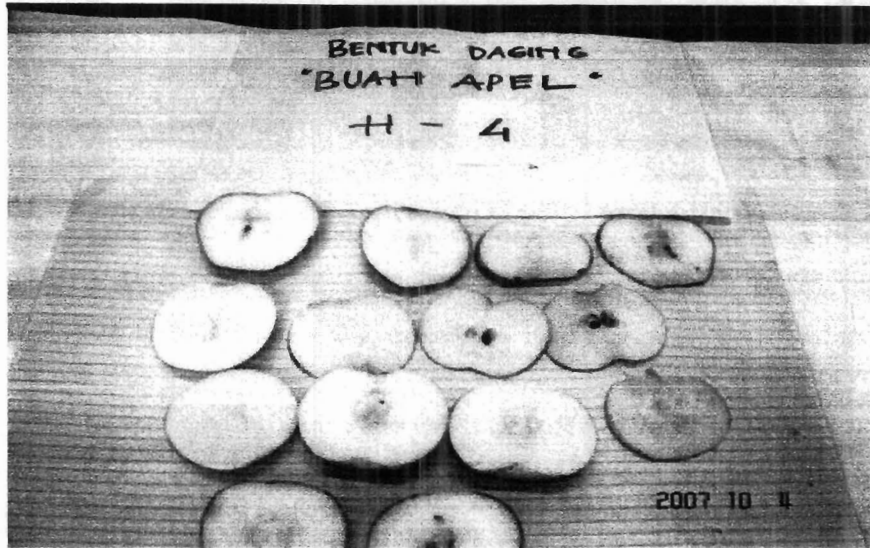
Gambar 13. Bentuk daging buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah 3 hari



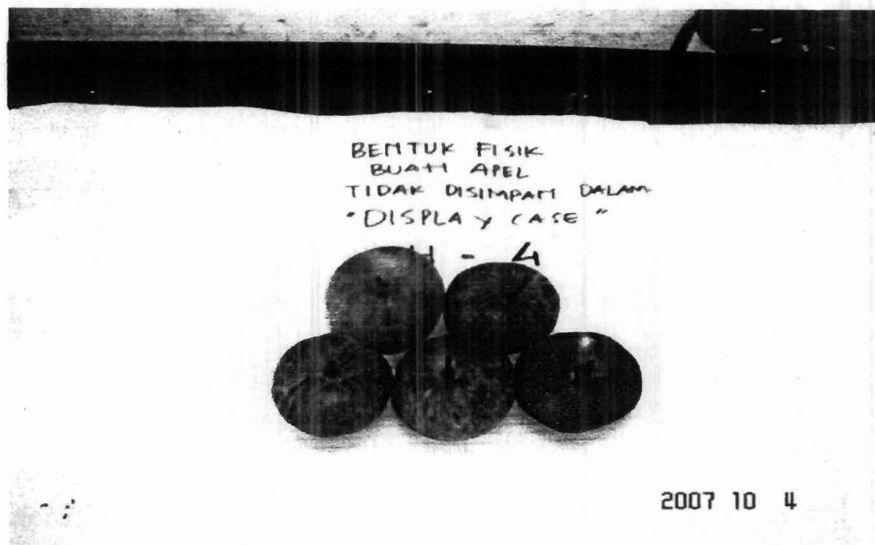
Gambar 14. Bentuk fisik buah apel yang disimpan di luar Movable Display Case setelah 3 hari (di udara terbuka tanpa pendinginan)



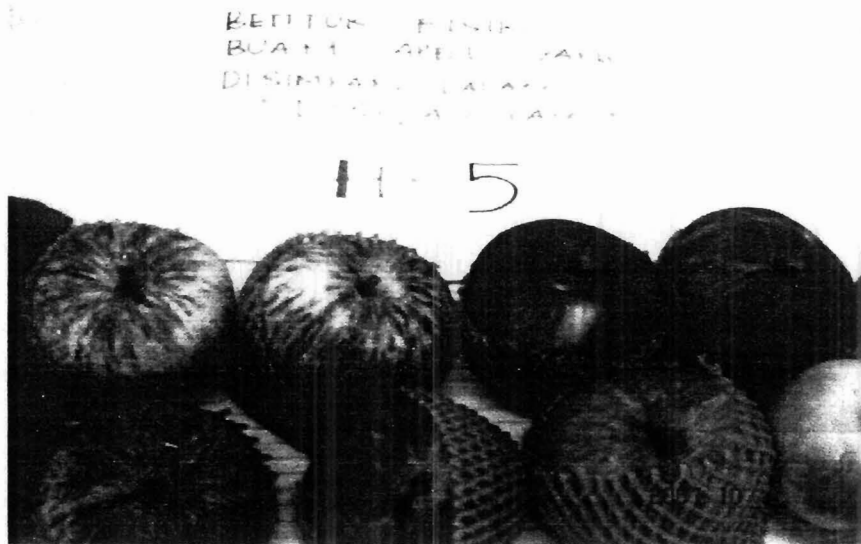
Gambar 15. Bentuk volume tubuh, warna kulit buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah 4 hari



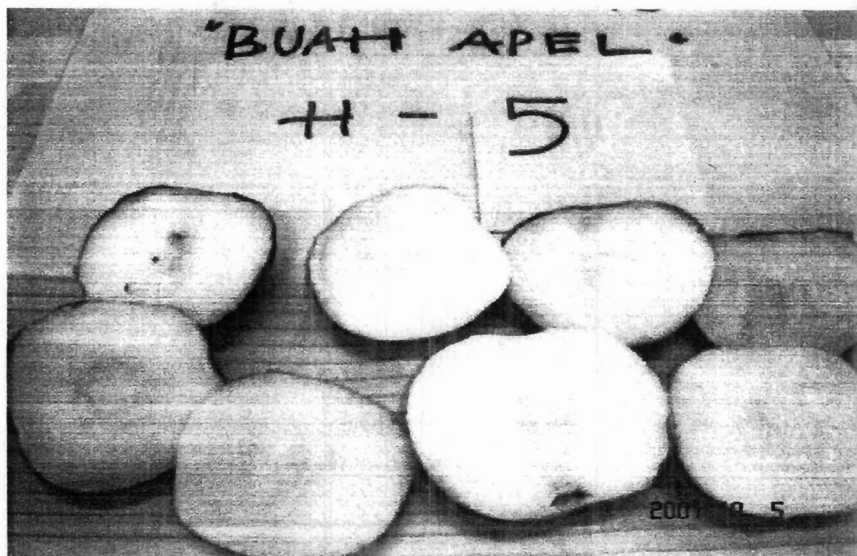
Gambar 16. Bentuk daging buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah 4 hari



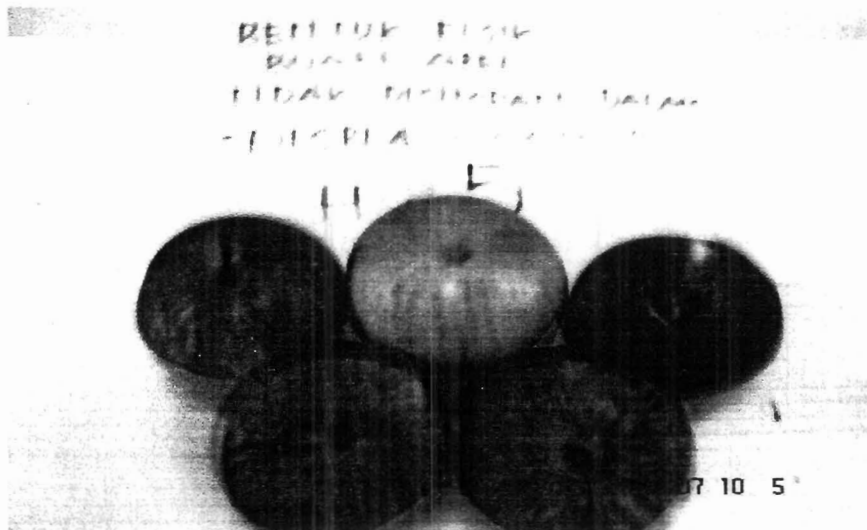
Gambar 17. Bentuk fisik buah apel yang disimpan di luar Movable Display Case setelah 4 hari (di udara terbuka tanpa pendinginan)



Gambar 18. Bentuk volume tubuh, warna kulit buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah 5 hari



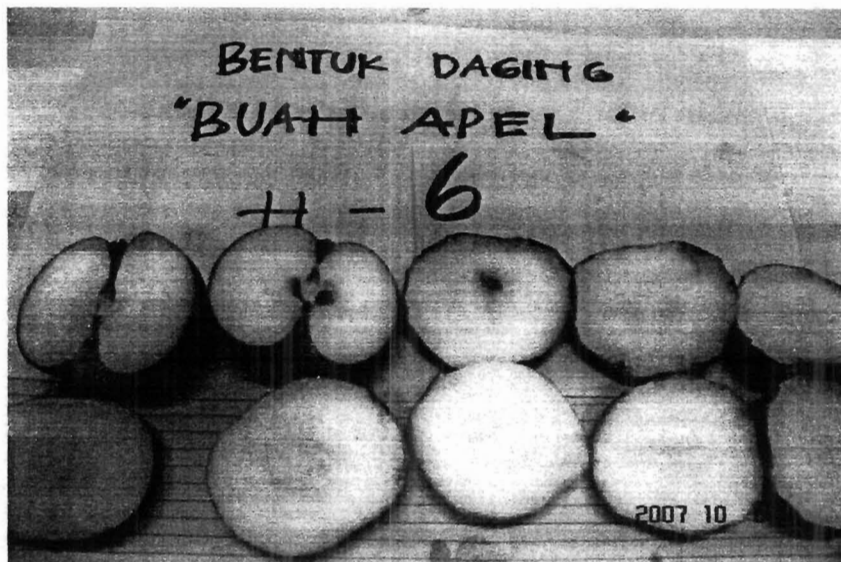
Gambar 19. Bentuk daging buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah 5 hari



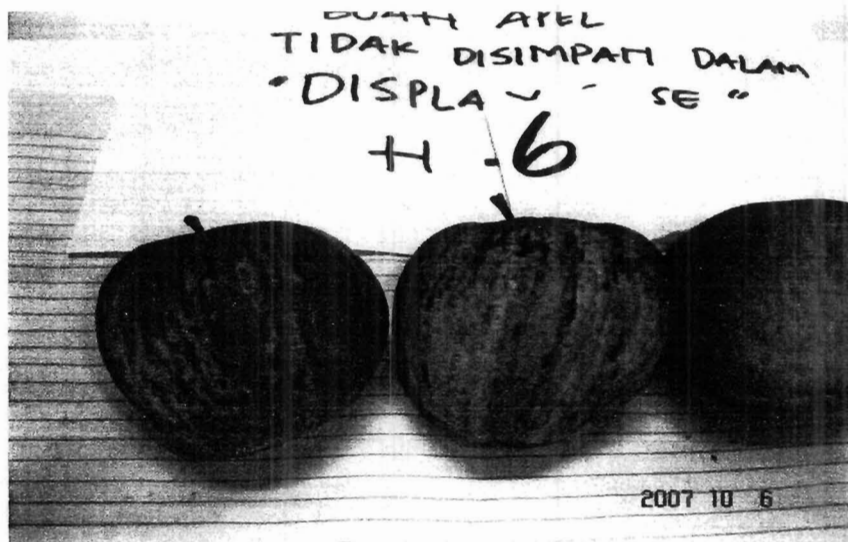
Gambar 20. Bentuk fisik buah apel yang disimpan di luar Movable Display Case setelah 5 hari (di udara terbuka tanpa pendinginan)



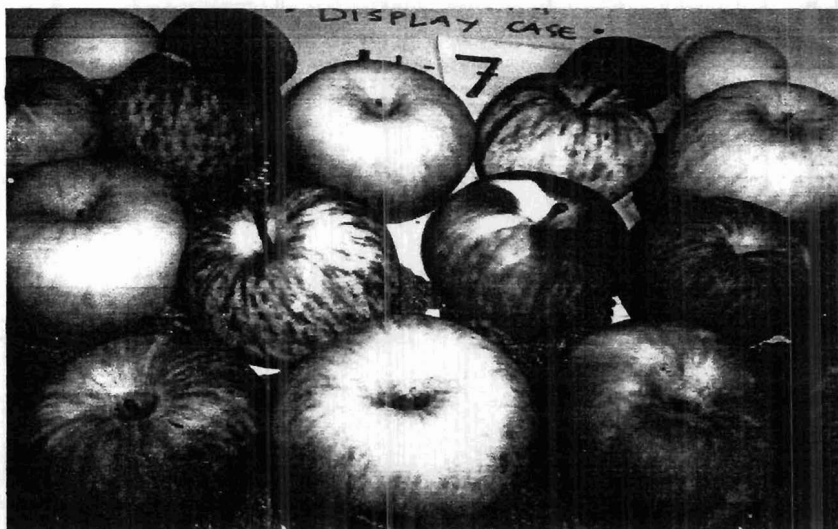
Gambar 21. Bentuk volume tubuh, warna kulit buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah 6 hari



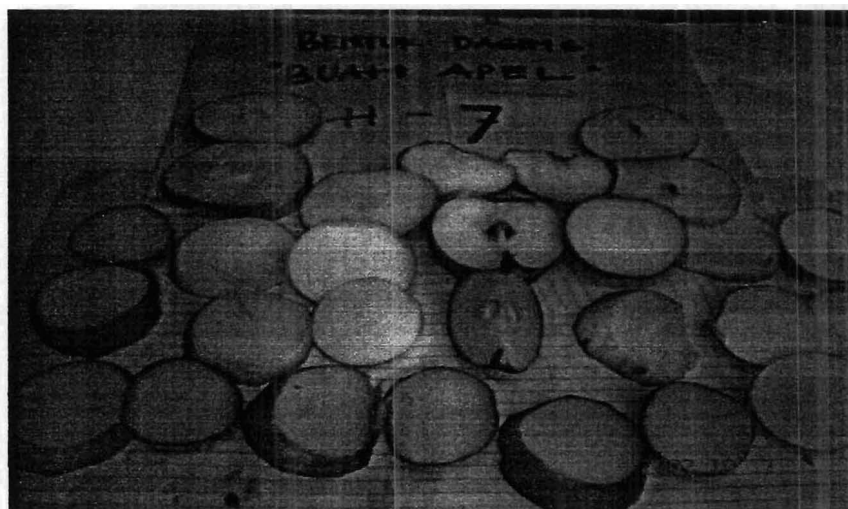
Gambar 22. Bentuk daging buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah 6 hari

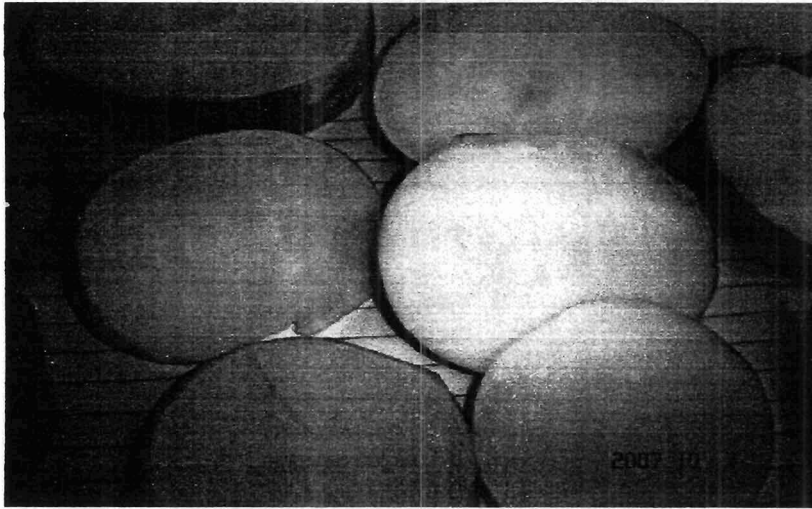


Gambar 23. Bentuk fisik buah apel yang disimpan di luar Movable Display Case setelah 6 hari (di udara terbuka tanpa pendinginan)

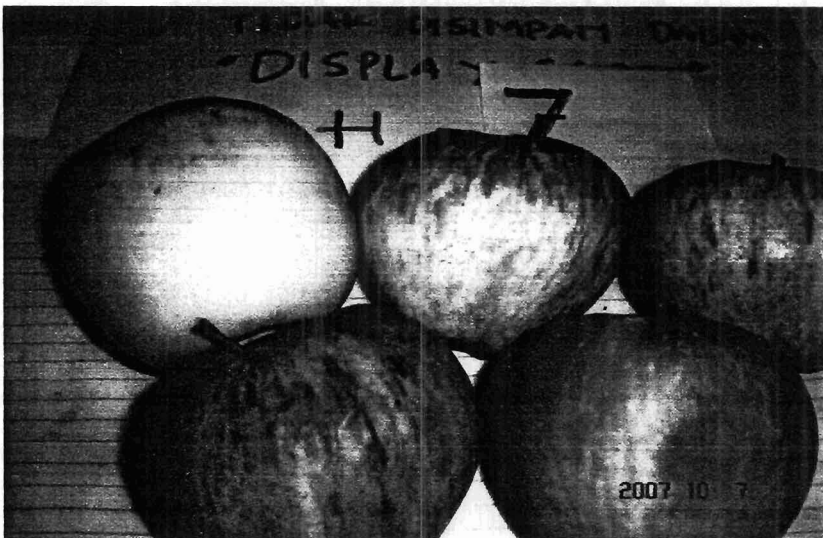


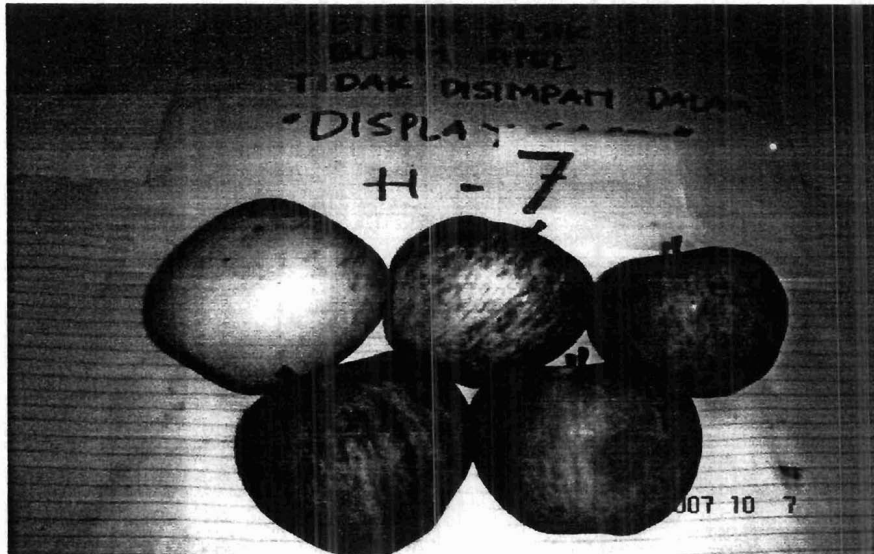
Gambar 24. Bentuk volume tubuh, warna kulit buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah 7 hari (hari ke delapan sore)



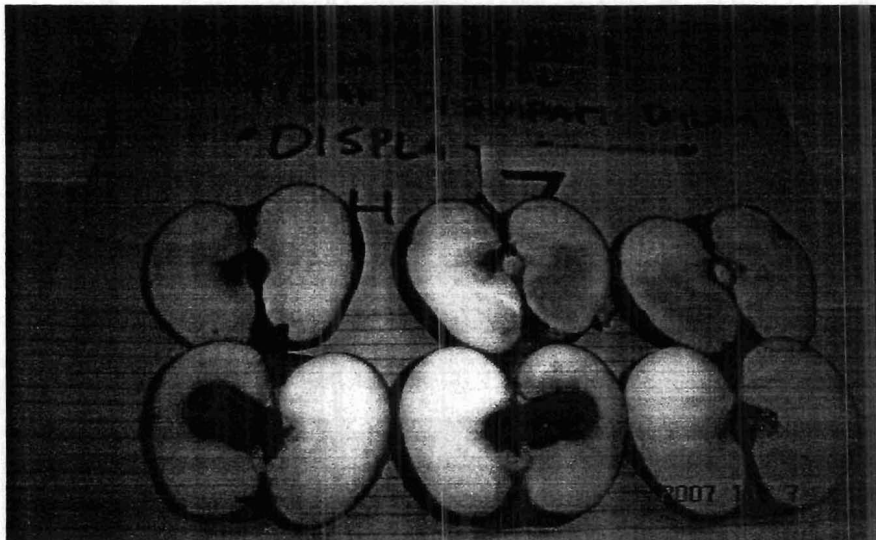


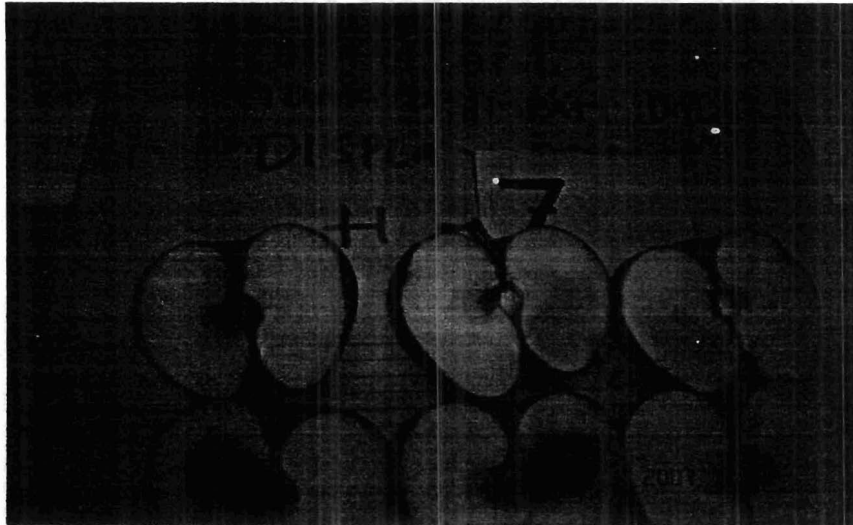
Gambar 25. Bentuk daging buah apel yang disimpan dalam Movable Display Case setelah setelah 7 hari (hari ke delapan sore)





Gambar 26. Bentuk fisik buah apel yang disimpan di luar Movable Display Case setelah 6 hari (di udara terbuka tanpa pendinginan) (hari ke delapan sore)

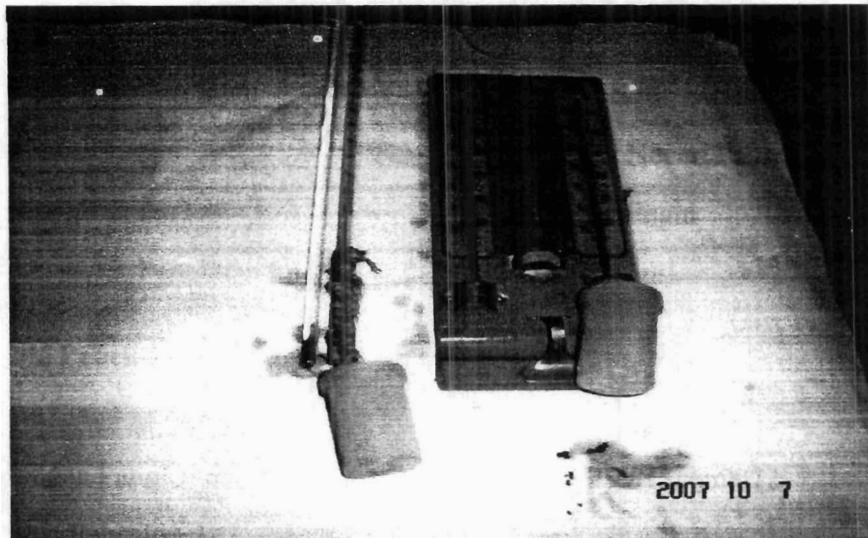




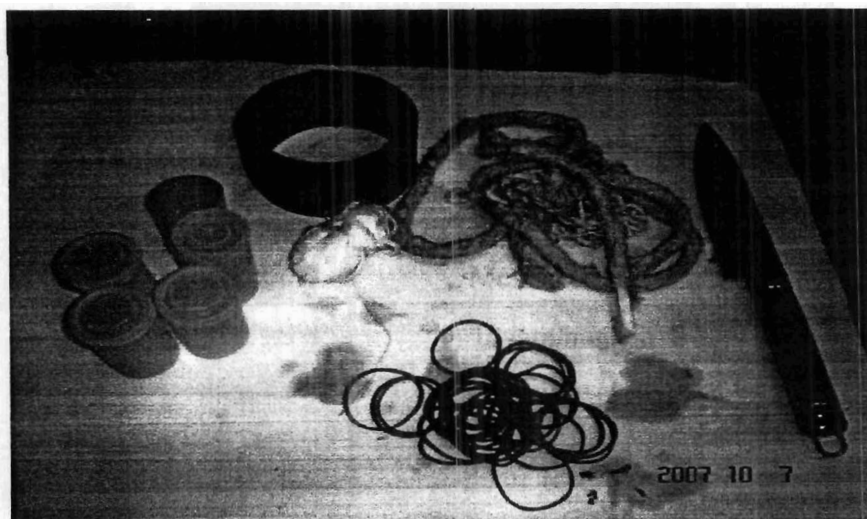
Gambar 27. Bentuk daging buah apel yang disimpan di luar Movable Display Case setelah setelah 7 hari (hari ke delapan sore)



Gambar 28. Alat ukur massa buah apel (timbangan)



Gambar 29. Alat ukur temperature (T_{db} dan T_{wb})



Gambar 30. Perlengkapan proses pengujian Movable Display Case

PERSONALIA PENELITIAN

1. Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap dan Gelar : Arwizet K, ST. MT
- b. Golongan Pangkat dan NIP : Penata /IIIc/132206169
- c. Jabatan Fungsional : Lektor
- d. Jabatan Struktural : Sekretaris Lab. Perencanaan dan Pengujian Mesin (PPM)
- e. Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Mesin
- f. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang
- g. Bidang Keahlian : Teknik Pendingin
- h. Waktu untuk Penelitian ini : 15 jam/minggu

2. Anggota Peneliti

- a. Nama Lengkap dan Gelar : Drs. Muhakir, MP
- b. Golongan Pangkat dan NIP : Penata / IIIc/ 131669072
- c. Jabatan Fungsional : Lektor
- d. Jabatan Struktural : Ketua Lab. Perencanaan dan Pengujian Mesin (PPM)
- e. Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Mesin
- f. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang
- g. Bidang Keahlian : Perancangan Konstruksi Mesin-
Mesin Pertanian
- h. Waktu untuk Penelitian ini : 10 jam/minggu

**DAFTAR ALAT YANG DIGUNAKAN
(INSTRUMENTASI PENGUJIAN)**

| No | Nama ALat | Spesifikasi | Jumlah | Ket |
|----|--|---------------------|---------|--|
| 1 | Termometer gelas | Alkohol & Air Raksa | 14 buah | |
| 2 | Termometer digital | Magic | 2 buah | Sebagai pembanding/kali brasi |
| 2 | Ampere meter (alat pencatat arus listrik) | | 1 buah | |
| 3 | Multimeter (alat pencatat tegangan listrik) | | 1 buah | |
| 4 | Timbangan | | 1 | |
| 5 | Senter (alat penerang) | | 1 | |
| 6 | Alat uji kimiawi (kadar air, vitamin C dan kadar gula) | | 1 set | Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan di Ulu Gadut Padang Sumatera Barat |
| 7 | Alat dokumentasi/Camera Digital | Sonny DSC-L1 | 1 buah | |

B. DRAF ARTIKEL ILMIAH

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *MOVABLE DISPLAY CASE* SERTA UJI KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIAWI BUAH APEL HASIL PENYIMPANAN

Arwizet K¹⁾ dan Muhakir²⁾

Abstracts

Like known, apple represent one of the easy fruits decay type if its do not be kept in a place with low temperature. Mikroorganisme in apple will quickly expands, so that apple will seen wilting and finally decay. For that needed by depository appliance at the same time place of dress window that is display case. The objective of this research is to know performance of movable display case and to know what depository influence it to physical and chemistry characteristic of the apple. This research is experiment of the research. Sample of the research is the apple that selected by random in traditional market. In this research depository method with two way of that is depository of the apple in and outside movable display case. This matter is conducted to know difference of apple characteristic from two depository model. The result of examination to movable display case obtained that lower dry ball temperature (T_{db}) and wet ball temperature (T_{wb}) is $3^{\circ}C$ and $2^{\circ}C$. Relative humidification of air range from 85% till 88% and coefficient of performance (COP) is 1,3. Physical characteristic of the apple at examination final kept in movable display case; husk colour, colour and hardness of flesh and also form apple physical, seen is shinier, turn white cleanness and ossify circular and also perfection and fresh. While the apple kept outside of movable display case that is squeezing like decaying, turn white soft and blur and also dwindle. And from the result of analysis to characteristic chemistry of apple, for apple kept in movable display case; its water rate is 85,27%; vitamin of C is 0,43 mg / 100gr; sugar rate is 9,57%. For apple kept outside movable display case; its water rate is 84,84%; vitamin of C is 0,58 mg / 100gr; and sugar rate is 9,58%. As comparison, characteristic of chemistry the fresh apple before kept in, its water rate is 86,09%; vitamin of C is 0,76 mg / 100gr; sugar rate is 9,41%

Kata kunci: Display Case, Relative Humidification (RH), Coefficient Of Performance (COP), Dry Ball Temperature (T_{db}), Wet Ball Temperature (T_{wb})

PENDAHULUAN

Dewasa ini usaha yang dilakukan masyarakat modern dalam pemenuhan akan kebutuhan pangannya telah mengalami banyak pergeseran dibanding pada masa

lampau, kala dimana makanan yang dikonsumsi berasal dari produk yang diambil langsung dari alam dalam kondisi asli dan asri. Dalam masyarakat modern seperti sekarang, disebabkan oleh karena kesibukan aktivitas mereka yang tinggi maka semboyan dalam pemenuhan kebutuhan pangannya berubah menjadi kata-kata "*praktis dan efisien*" alias cepat saji. Orang-orang cenderung tidak lagi memperdulikan kandungan gizi, kesegaran dan adanya zat pengawet dalam makanan tersebut.

Namun seiring dengan meningkatnya ilmu pengetahuan tentang kesehatan dan kesadaran masyarakat akan pentingnya nilai gizi makanan untuk kebutuhan tubuh, maka orang saat sekarang cenderung kembali ke alam. Artinya makanan-makanan yang digemari tidak semata-mata praktis dan efisien saja, tetapi nilai gizinya, bentuk dan rasanya juga harus tidak berubah seperti seakan-akan baru saja langsung diambil dari alam, tak terkecuali untuk buah-buahan dan sayur-sayuran. Maka untuk pemenuhan kondisi tersebut perlu suatu usaha dan pengembangan teknologi ke arah kondisi demikian.

Sumatera Barat dilihat dari kondisi geografisnya termasuk daerah agraris. Sumatera Barat merupakan salah satu daerah sentra produksi sayur-sayuran dan buah-buahan terbesar di pulau Sumatera (Effendi, 2004). Jenis sayur-sayuran yang dihasilkan berupa; cabe, kubis, lobak (kol), tomat dan sebagainya. Sedangkan yang berupa buah-buahan seperti; jeruk, sawo, mangga, markisa, strawberi, manggis, durian dan lain-lain.

Permasalahan utama yang dirasakan oleh petani menurut (Effendi, 2004) dalam hal sayur-sayuran dan buah-buahan adalah masalah penyimpanan (*storage*). Seperti kita ketahui bahwa sayur-sayuran dan buah-buahan sangatlah cepat membusuk atau berubah bentuk fisiknya, jika tidak disimpan di tempat yang dingin. Kondisi seperti ini menyebabkan kerugian bagi petani. Untuk mengatasi hal demikian, perlu kiranya dikembangkan teknologi ke arah itu sehingga dapat menjadi solusi dari permasalahan yang dialami oleh para petani tersebut di atas.

Di pasar-pasar tradisional (konvensional), banyak sekali dijumpai pedagang yang menjual sayur-sayuran dan buah-buahan. Buah-buahan yang banyak dijumpai di sana selain buah lokal seperti; jeruk, markisa, mangga, dan sebagainya, juga dijumpai buah-buahan dari daerah lain bahkan buah-buahan dari luar negeri seperti;

apel, anggur, pear, kiwi, melon, lengkeng, dan sebagainya. Permasalahan utama yang dialami oleh para pedagang buah adalah cepatnya buah-buahan tersebut membusuk atau menjadi rusak fisiknya (warna kulit, bentuk badan dan dagingnya). Kalau kondisinya sudah seperti ini, maka tentu buah-buahan tersebut tidak lagi laku dijual atau diminati oleh para pembeli sehingga pedagang menjadi rugi.

Apalagi untuk buah-buahan yang berasal dari daerah luar seperti; buah apel, anggur, kiwi, melon, pear dan lengkeng selain harganya relatif mahal, tempat asalnya juga relatif jauh. Pertanyaannya adalah apa usaha yang harus dilakukan agar buah-buahan dari luar daerah atau negeri ini dapat bertahan lama dan selalu ada dipasaran? Selain tahan lama seharusnya buah-buahan tersebut ditempatkan di tempat yang terjaga kebersihannya, terhindar dari debu dan kotoran, akan tetapi tidak mengurangi kepraktisan dalam pemajangan untuk penjualannya.

Dengan kemajuan teknologi, maka dibutuhkan suatu alat yang dapat berfungsi sebagai tempat penyimpanan produk buah-buahan agar tidak cepat busuk sekaligus sebagai tempat pemajangannya agar terlihat lebih bersih, indah dan praktis dengan tidak mengurangi nilai gizi, rasa, dan aromanya. Salah satu alat yang dapat berfungsi seperti yang disebutkan di atas untuk penyimpanan buah-buahan dalam jangka waktu tertentu serta sekaligus tempat pemajangan produk kepada konsumen yang bersih, indah dan praktis adalah *display case*.

Display case adalah suatu bentuk kabinet yang merupakan suatu pengembangan dan modifikasi dari lemari pendingin, yang digunakan untuk penyimpanan suatu produk dapat berupa; buah-buahan, sayur-sayuran, minuman segar dan lain-lainnya, agar terlihat bersih, indah dan praktis oleh konsumen (Dossat, Roy J., 1981).

Subjek dalam perancangan ini adalah buah apel dengan beberapa pertimbangan teknis dan ekonomis. Buah apel adalah salah satu dari buah-buahan yang sangat disukai oleh masyarakat Indonesia pada umumnya dan masyarakat Sumatera Barat khususnya. Buah apel salah satu buah yang harganya relatif mahal dan didatangkan dari luar Propinsi Sumatera Barat. Buah apel juga cepat membusuk jika tidak disimpan di tempat yang sejuk atau dingin.

Untuk mendapatkan hasil yang optimal pada penyimpanan dan penampilan produk perlu dirancang *display case* dengan bentuk dan konstruksi semenarik

mungkin yang pada akhirnya akan memperbaiki tampilan produk. Beberapa pertimbangan yang penulis rencanakan dalam merancang bangun *display case* buah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Cara pelayanan lebih praktis dan otomatis jika ditinjau dari segi teknis dan mekanismenya.
2. Memiliki bentuk yang indah dan tidak terlalu banyak memerlukan ruang untuk digunakan di toko-toko swalayan, restoran dan khususnya ditempat penjual buah.
3. Beban pendinginannya yang rendah (*minimal*) sehingga dapat menekan *operating cost* (biaya operasi) diwaktu pengoperasian *display case* ini.
4. Mudah dibawa-bawa ke tempat yang diinginkan (*movable*).

Pengertian Display Case

Display case adalah suatu bentuk kabinet yang merupakan suatu pengembangan dan modifikasi dari lemari pendingin (*refrigerator*), yang digunakan untuk penyimpanan suatu produk berupa; buah-buahan, sayur-sayuran, minuman segar, dan lain-lain (Dossat, Roy J., 1981). Dimana penyimpanan ini bertujuan selain untuk menjaga keawetan dan kesegaran produk juga sebagai tempat untuk memperlihatkan. memajangkan produk-produk tersebut kepada para konsumen secara efektif dan efisien sehingga terlihat lebih bersih, indah dan praktis.

Biasanya sebuah *display case* dirancang berdasarkan satu jenis produk tertentu, sehingga temperatur rancangan harus disesuaikan dengan sifat produk tersebut, sehingga produk tidak terkena *chilling injury* yang dapat merusak produk.

Jenis-Jenis Display Case

Ada beberapa jenis *display case* yang diketahui sebagai berikut:

1) Berdasarkan Segi Pelayanan

a) *Self Service Display Case*

Pada *Display case* jenis ini, dimana konsumen dapat mengambil produk yang diinginkan secara langsung tanpa dilayani.

b) *Service Display Case*

Pada jenis ini konsumen harus dilayani dalam memilih produk yang diinginkan.

2) Berdasarkan Segi Konstruksi

a) Single Display Case (*Glass Enclosed Display Case*)

Single Display Case merupakan jenis *display case* tertutup kaca atau bahan lain yang dilengkapi dengan rak-rak tempat penyimpanan produk. Pada jenis ini biasanya letak evaporator di bagian atas sehingga terjadi konveksi alami dan menghasilkan temperatur ruang yang merata.

b) Double Duty Single Display Case (*Glass Enclosed and Enclosed Storage Cabinet*)

Display case jenis ini mempunyai 2 (dua) ruang yaitu ruang display dan ruang tambahan tempat penyimpanan produk cadangan yang diinginkan.

c) *Open display case*

Merupakan suatu *display case* terbuka sehingga konsumen dapat mengambil produk yang diinginkan secara langsung tanpa dilayani. Sebagai pengganti kaca (penutup) biasanya digunakan tirai udara, tetapi ada juga yang tidak menggunakan tirai udara. Adapun produk-produk yang bisa disimpan pada *open display case* adalah sebagai berikut:

- ❖ Buah-buahan, sayur-sayur segar (*fresh product*)
- ❖ Makanan beku (*frozen foods*)
- ❖ Daging-daging segar (*fresh meats*)
- ❖ Produk-produk pabrik untuk konsumsi sehari-hari (*dairy product*)

Open display case untuk frozen foods dan ice cream dibedakan juga atas 2 (dua) macam yaitu :

(a) Chest Type Open Display Case

Merupakan sebuah jenis *display case* dengan menggunakan tirai udara yang terbuka pada bagian atasnya.

(b) Up Right Open Display Case

Yaitu jenis *display case* dengan menggunakan tirai udara yang terbuka pada bagian depan *display* tersebut.

3) Berdasarkan Letak Evaporator

a) Overhead Display Case

Overhead display case adalah jenis *display case* dimana posisi evaporator (sumber udara dingin) berada pada bagian atas *display case*. *Display case* jenis ini biasanya banyak dijumpai di toko-toko swalayan dan restoran-restoran.

b) Base Display Case

Display case ini dimana posisi evaporatornya (sumber udara dingin) berada pada posisi lantai dari *display case*. Jenis ini biasanya digunakan untuk mendinginkan daging, ikan di toko-toko swalayan dan restoran-restoran.

Display case yang akan dirancang bangun pada penelitian ini jika dilihat dari segi konstruksi adalah jenis *Single Display Case*. *Display Case* model ini dapat dipindah-pindahkan ke tempat yang diinginkan (*movable*) selagi sumber energi listrik ada pada tempat tersebut. Maka dalam penelitian ini *display case* jenis ini disebut dengan *movable display case*.

Beban Pendingin

Beban pendinginan pada *movable display case* dihitung ditujukan untuk menentukan kapasitas mesin pendingin yang akan diperlukan. Adapun beban pendinginan dalam perancangan *movable display case* ini meliputi (Dossat, Roy J., 1981):

a. Beban Transmisi (*Wall Gain Load*)

Beban transmisi yang terjadi pada *movable display case* pada rancangan penelitian ini dapat melalui beberapa bagian yaitu :

- a. Bagian dinding atas.
- b. Bagian dinding belakang.
- c. Bagian dinding kaca.
- d. Bagian dinding antara ruang *display* dengan ruang kondensing unit.

Besarnya beban panas yang ditransmisikan melalui dinding ruangan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T \quad (1)$$

dimana:

U = koefisien perpindahan panas menyeluruh ($W/m^2.K$)

A = luas penampang (m^2)

ΔT = perbedaan temperatur antara dua sisi berlawanan ($^{\circ}C$)

Sedangkan besar dari koefisien perpindahan panas menyeluruh U,

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{f_1} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{1}{f_0} \quad (2)$$

dimana :

$1/f_1$ = koefisien konveksi di dalam ruangan, (m.K/W)

$1/f_0$ = koefisien konveksi di luar, (m.K/W)

x_1 dan k_1 = ketebalan dan konduktivitas termal bahan pertama, (m) dan (W/m.K)

x_2 dan k_2 = ketebalan dan konduktivitas termal bahan kedua, (m) dan (W/m.K)

b. Beban Produk

Suatu produk pada saat disimpan akan mempunyai temperatur yang lebih tinggi dari pada temperatur ruang *movable display case*, sehingga kalor dari produk tersebut akan diserap oleh evaporator yang berada pada ruang *movable display case*.

Beban produk pada *movable display case* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (3)$$

dimana:

Q_u = besarnya panas yang diserap, (kJ)

m = masa produk, (kg)

c_p = panas jenis produk di atas titik beku, (kJ/kg.K)

ΔT = perubahan temperatur produk dari temperatur awal ke temperatur saat akan mencapai titik beku, ($^{\circ}C$)

c. Beban pendinginan produk persatuan waktu

Persamaan di bawah ini adalah persamaan untuk menentukan berapa kJ/dt panas yang diserap oleh media pendingin dari produk yang akan didinginkan .

$$q = \frac{Q_{total}}{n \cdot 3600} \quad (4)$$

dimana :

q = jumlah panas yang diserap media pendingin tiap detik, (kW)

n = chilling time (waktu pendinginan), (jam)

Persamaan (4) di atas menyatakan daya serap mesin pendingin untuk setiap jam, tetapi pada kenyataannya beban pendingin akan terkonsentrasi pada awal-awal pendinginan. Artinya beban pendinginan pada jam pertama lebih besar dari pada jam kedua dan seterusnya. Supaya kapasitas peralatan mampu menangani beban yang lebih besar diawal pendinginan, maka dalam perhitungan beban produk yang digunakan faktor koreksi yang disebut *Chilling Rate Factor (RF)*, sehingga persamaan (4) menjadi,

$$q = \frac{Q_{total}}{n \cdot 3600 \cdot RF} \quad (5)$$

dimana :

RF = chilling rate factor (nilai RF dapat diperoleh dari table buku teknik pendingin)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimen dengan menggunakan mesin pendingin sebagai pendingin buah apel di dalam ruang *movable display case*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi tepat guna berupa sebuah alat penyimpan buah apel sekaligus tempat pemajangannya.

Wilayah Penelitian dan Waktu Penelitian

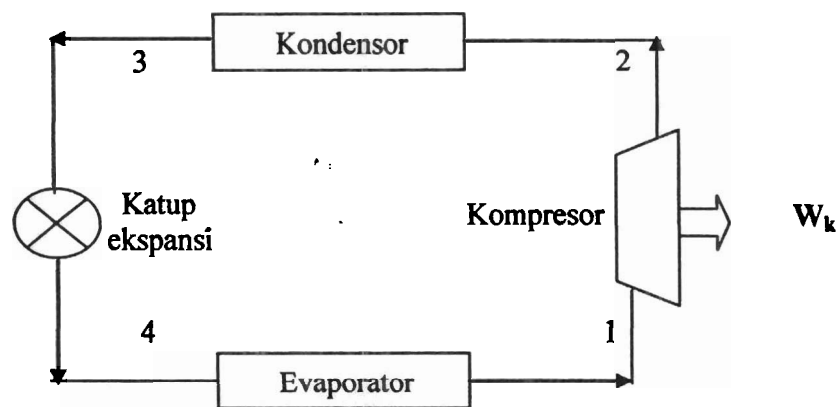
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Perencanaan dan Pengujian Mesin, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik (FT) Universitas Negeri Padang. Sedangkan waktu pelaksanaan penelitian ini, mulai dari pembuatan alat hingga selesai penulisan laporan penelitian direncanakan minimal selama 10 bulan.

Populasi dan Sampel

Topik penelitian ini adalah rancang bangun *movable display case* untuk perbaikan sistem penyimpanan dan pemajangan buah apel, sehingga sebagai objek

dari penelitian ini adalah *movable display case* dan apa pengaruh penyimpanan terhadap kondisi fisik dan kimiawi buah apel hasil penyimpanan dalam *movable display case*. Perlakuan dalam proses penyimpanan buah apel dibedakan atas dua macam yaitu penyimpanan di dalam *movable display case* dan penyimpanan di luar *movable display case*. Pada penelitian ini buah yang akan disimpan difokuskan kepada buah apel, yang dibeli dipasaran dan dipilih secara acak dalam suatu tumpukan dengan jenis yang sama. Populasi dalam penelitian ini adalah tidak terbatas (*unlimited*), dalam arti sepanjang sistem dan prosedur mengikuti penelitian ini, maka generalisasi hasil penelitian ini masih dapat digunakan.

Komponen utama sistem pendinginan dalam *movable display case* dapat dilihat pada gambar 1,



Gambar 1. Siklus refrigerasi kompresi uap

Keterangan:

Proses 1-2: Proses Kompresi (Pemampatan)

Proses ini terjadi di kompresor. Fasa refrigeran yang masuk ke kompresor adalah uap jenuh, dengan temperatur tinggi dan tekanan rendah. Lalu refrigeran dipompakan oleh kompresor sehingga tekanannya naik dan temperatur bertambah tinggi, refrigeran keluar dari kompresor berfasa uap super panas.

Proses 2-3: Proses Kondensasi (Pengembunan)

Temperatur refrigeran yang tinggi hasil dari proses kompresi mengalir menuju ke kondensor. Pada kondensor ini, karena temperatur refrigeran lebih tinggi

dari temperatur lingkungan, maka terjadi pelepasan panas melalui dinding pipa kondensor ke udara lingkungan. Pada saat uap refrigeran yang berasal dari kompresor masuk ke kondensor, uap super panas tersebut akan dikondensasi pada keadaan cair jenuh (*saturated liquid*) dengan temperatur lebih rendah, tetapi tekanan tetap tinggi.

Proses 3-4 : Proses Ekspansi (Penurunan Tekanan)

Proses ini terjadi pada katup ekspansi. Setelah refrigeran melepaskan panas kondensor, refrigeran berfasa cair akan mengalir menuju katup ekspansi untuk diturunkan tekanannya sehingga temperaturnya juga turun. Dengan rendahnya temperatur refrigeran saat masuk ke evaporator, refrigeran dapat menyerap panas pada ruang pendingin.

Proses 4-1: Proses Evaporator (Penguapan)

Proses ini terjadi di evaporator. Temperatur di evaporator dibuat lebih rendah dari temperatur ruang pendingin, sehingga dapat menyerap panas dari lingkungan atau media yang diinginkan. Pada evaporator inilah refrigeran akan mengalami penguapan sehingga fasanya akan berubah dari fasa cair menjadi fasa uap jenuh.

Parameter Pada Sistem Refrigerasi Kompresi Uap.

Parameter utama pada sistem refrigerasi kompresi uap adalah: kerja kompresi efek pendinginan dan *Coefficient Of Performance (COP)* dari sistem.

Kerja Kompresi

Kerja kompresi merupakan perubahan enthalpi pada proses kompresi dari kenaikan temperatur dan tekanan yang disebabkan oleh kerja yang diberikan oleh kompresor. Besar kerja kompresi oleh kompresor dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} W_k &= m. (h_2 - h_1) & (6) \\ &= V. I \cos \phi \end{aligned}$$

dimana:

m = laju aliran massa refrigeran, (kg/dt)

h_1 = enthalpi refrigeran masuk kompresor, (kJ/kg)

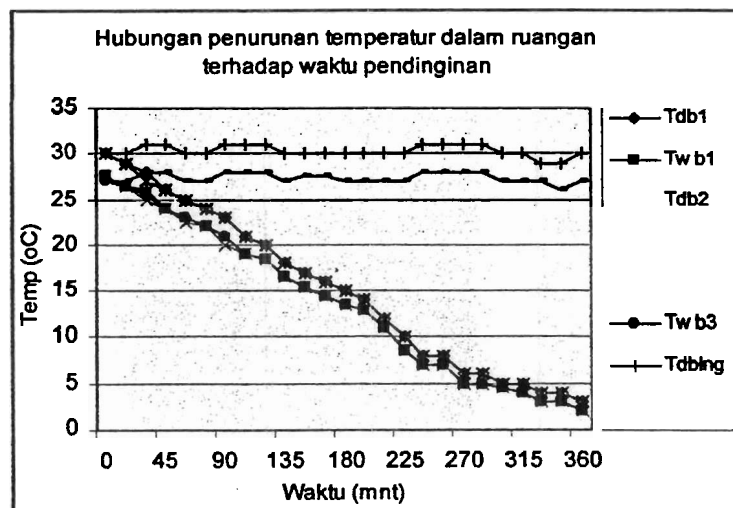
delapan hari kerja berturut-turut. Setiap 15 (lima belas) menit data-data pengukuran dicatat dan ditabulasikan. Untuk setiap akhir dari 1 (satu) hari pengujian dilakukan pengecekan terhadap kondisi fisik buah apel; bentuk kulit, daging, dan bentuk fisik (tubuh) buah apel, lalu difhoto untuk dokumentasi.

B. Pembahasan

B.1. Pengujian *Movable Display Case* Dalam Kondisi Kosong

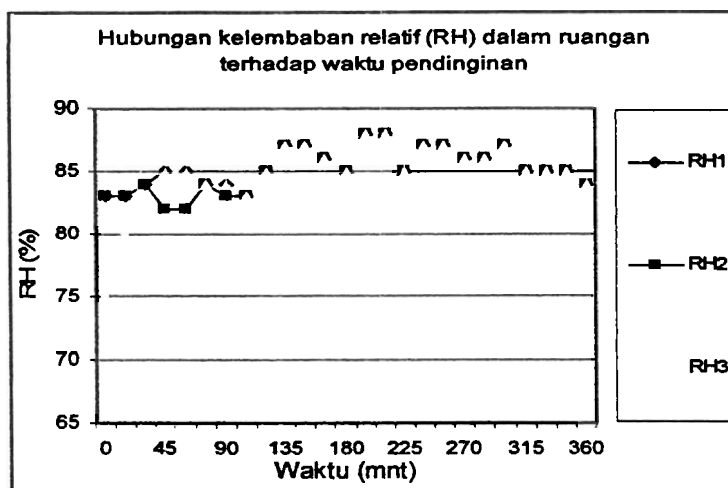
Dari data hasil pengujian *movable display case* dalam kondisi kosong terlihat bahwa; distribusi temperatur udara pendingin dalam ruangan *movable display case* cukup merata. Laju penurunan temperatur dari tiga titik yang diukur dalam ruangan *movable display case* tidak berbeda secara signifikan hanya berkisar 1°C . Setelah 6 jam pengujian, temperatur bola kering (T_{db}) dan bola basah (T_{wb}) dalam ruangan terukur bahwa dari tiga titik yang diukur adalah $T_{db1} = 3^{\circ}\text{C}$ dan $T_{wb1} = 3^{\circ}\text{C}$; $T_{db2} = 3^{\circ}\text{C}$ dan $T_{wb2} = 2^{\circ}\text{C}$; $T_{db3} = 3^{\circ}\text{C}$ dan $T_{wb3} = 2^{\circ}\text{C}$. Angka di atas menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang tajam (stratifikasi udara) dalam ruangan pendingin *movable display case*. Stratifikasi udara yang tajam akan membuat produk (buah) cepat menjadi rusak. Secara teknis ruang pendingin *movable display case* hasil rancangan ini layak digunakan sebagai tempat penyimpanan buah apel atau produk lainnya yang sesuai.

Gambar 2. menggambarkan laju penurunan temperatur pendinginan di dalam ruang pendinginan *movable display case*.



Gambar 2. Grafik hubungan temperatur dalam *movable display case* terhadap waktu pendinginan untuk pengujian kosong.

Fenomena itu terjadi, karena memang sudah menjadi karakteristik pendinginan udara atau produk, dimana laju penurunan temperatur lebih cepat di awal pendinginan dan setelah mendekati temperatur tertentu laju penurunan temperatur mulai lambat, perubahan angkanya tidak jauh berbeda. Gambar 3 menunjukkan distribusi kelembaban relatif udara (ϕ) dalam ruang penyimpanan dan pemajangan *movable display case*. Dari gambar 3 terlihat bahwa kelembaban relatif udara (ϕ) dalam ruang pendinginan *movable display case* terdistribusi cukup merata, dengan rentang 80% hingga 88%. Angka di atas, cukup sesuai dengan rekomendasi rancangan dalam penelitian ini yaitu 85% hingga 87%.



Gambar 3. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam *movable display case* terhadap waktu pendinginan untuk pengujian kosong.

Unjuk kerja atau *Coefficient Of Performance (COP)* dari *movable display case* tanpa pembebanan dihitung dengan menggunakan persamaan (8), maka didapatkan nilainya sebesar 1,3. Angka 1,3 belum lagi menunjukkan *performace* yang optimum dari sebuah alat pendingin tetapi juga tidak terlalu jelek. Hal demikian diperkirakan terjadi masih banyaknya kebocoran yang terjadi dibagian dinding dan pintu kaca *movable display case*.

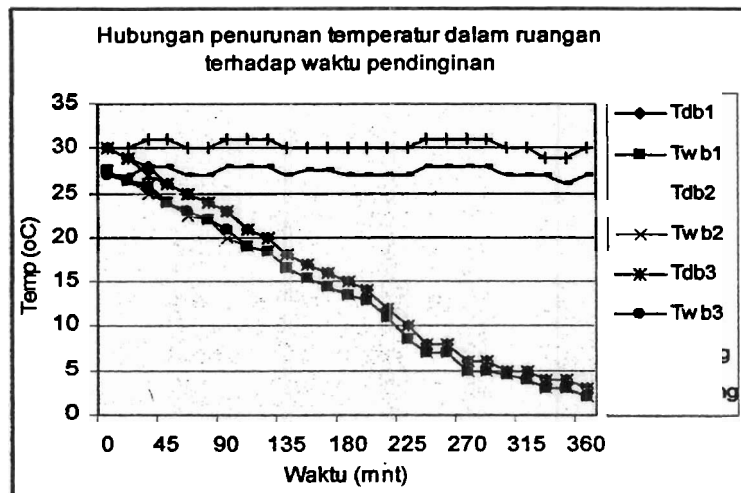
B.2. Pengujian *Movable Display Case* Dalam Kondisi Berisi Buah Apel

Pengujian *movable display case* dalam kondisi berisi buah apel dilakukan selama 8 (delapan) hari berturut-turut. Pengujian dilakukan setiap hari selama 6 jam

dan tiap 15 menit data-data pengujian dicatat dan ditabulasikan. Proses pengujian secara prosedur dan teknisnya yang dilakukan hampir sama untuk setiap harinya.

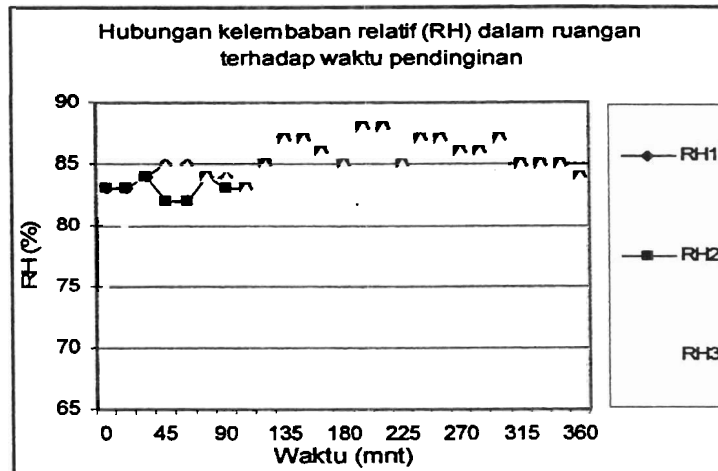
Hasil dari pengolahan data, terlihat bahwa hubungan penurunan temperatur dan kelembaban relatif (ϕ) dalam ruang *movable display case* terhadap waktu pendinginan kondisi berisi buah apel selama 8 (delapan) hari berturut-turut, secara grafis dapat dilihat pada Lampiran D (Laporan). Dari Tabel C.2 hingga Tabel C.9, laporan terlihat bahwa distribusi temperatur udara dalam ruangan *movable display case* relatif cukup merata. Dari tiga titik yang terukur baik untuk temperatur bola kering (T_{db}) maupun temperatur bola basah (T_{wb}) berkisar antara 1°C hingga 2°C . Perbedaan temperatur sebesar ini tidak terlalu berpengaruh terhadap buah yang disimpan dalam *Movable Display Case*.

Kelembaban relatif (ϕ) udara ruangan berkisar antara 80% hingga 88%. Unjuk kerja *Movable Display Case* atau *Coefficient Of Performance (COP)* dalam kondisi berisi buah apel, dihitung dari data pengujian dengan menggunakan persamaan (8), berkisar antara 1,2 hingga 1,3.



Gambar 4. Grafik hubungan temperatur dalam *Movable Display Case* terhadap waktu pendinginan untuk pengujian berisi buah apel hari pertama.

Pada gambar 4 dan 5 ditampilkan grafik hubungan antara penurunan temperatur dan kelembaban relatif (ϕ) udara dalam ruang *movable display case* terhadap waktu pendinginan pengujian berisi buah apel untuk hari pertama.



Gambar 5. Grafik hubungan kelembaban relatif (RH) dalam *Movable Display Case* terhadap waktu pendinginan untuk pengujian berisi buah apel hari pertama

Grafik hubungan antara penurunan temperatur dan kelembaban relatif (ϕ) udara dalam ruang *movable display case* terhadap waktu pendinginan untuk pengujian berisi buah apel untuk hari kedua, ketiga, keempat hingga sampai hari ke delapan dapat dilihat pada Lampiran D laporan ini. Terlihat pada Lampiran D, laju penurunan temperatur dan kelembaban relatif (ϕ) udara dalam ruang *movable display case* pada hari kedua, ketiga, keempat hingga ke delapan tidak jauh berbeda dengan kondisi pengujian berisi buah apel pada hari pertama.

Secara grafis hubungan laju penurunan temperatur udara dan kelembaban relatif (ϕ) udara dalam ruang *movable display case* pada hari kedua, ketiga, keempat hingga ke delapan tidak ditampilkan pada Bab ini, untuk melihat lebih lengkapnya grafis hubungan laju penurunan dan temperatur dan kelembaban relatif, dapat dilihat pada Lampiran D laporan ini.

Karena prosedur pengujian dan teknik pengambilan data untuk 8 (delapan) hari proses pengujian terhadap *Movable Display Case*, maka hasil yang didapat baik hubungan penurunan temperatur dalam *Movable Display Case* terhadap waktu pendinginan, maupun hubungan distribusi kelembaban relatif (ϕ) udara dalam ruangan terhadap waktu pendinginan, tidak berbeda secara signifikan.

B.3. Analisis Karakteristik Fisik dan Kimiawi Buah Apel Hasil Penyimpanan Dalam *Movable Display Case*

1) Analisis Karakteristik Fisik

Analisis karakteristik fisik buah apel hasil penyimpanan dalam *Movable Display Case* meliputi kondisi buah apel yaitu; warna kulit, warna dan kekerasan daging dan bentuk fisik (tubuh). Buah apel yang disimpan dalam *Movable Display Case* ini adalah buah apel yang dibeli di Pasar Raya Padang. Pembelian dilakukan pada suatu tumpukan apel dan dipilih secara acak dan ukuran fisiknya diupayakan sama (sesuai Standard SNI:01-3162-1992).

Untuk melihat unjuk kerja *movable display case* terhadap karakteristik fisik buah apel, maka sebagai pembandingan dilakukan juga penyimpanan buah apel dengan jenis yang sama, di dalam suatu wadah terbuka sehingga buah apel berkontak langsung dengan udara lingkungan. Pengecekan karakteristik fisik buah apel dilakukan, dengan membandingkan karakteristik fisik buah apel sebelum disimpan (baru) dengan buah apel yang disimpan di dalam dan di luar *movable display case*.

Perbandingan karakteristik fisik buah apel sebelum dan sesudah disimpan di dalam dan di luar *movable display case* secara visual dapat dilihat pada Lampiran E laporan ini. Tabel 1a dan 1b, menunjukkan perbandingan karakteristik fisik fisik buah apel yang disimpan di dalam *movable display case* dengan yang disimpan di luar *movable display case* (dalam ruang terbuka dan berkontak langsung dengan udara lingkungan).

Buah apel yang disimpan dalam *movable display case* dari hari pertama hingga hari kedelapan tidak mengalami perubahan karakteristik fisik; warna kulit, warna dan kekerasan daging serta bentuk fisik (tubuh) yang signifikan. Artinya hampir tidak ada perubahan yang berarti selama proses penyimpanan selama delapan hari berturut-turut.

Sedangkan karakteristik fisik; warna kulit, warna dan kekerasan daging serta bentuk fisik (tubuh) buah apel yang disimpan di luar *Movable display case* untuk tiga hari pertama belum lagi tampak perubahan yang berarti, tetapi memasuki hari keempat warna kulitnya mulai berubah yang tadinya mengkilat sekarang menjadi agak buram, daging juga mulai melunak. Puncak perubahan karakteristik fisiknya terlihat pada hari kedelapan, dimana warna kulitnya buram atau pudar, warna daging

masih putih tetapi agak buram juga, daging melunak, dan bentuk fisiknya mengkerut.

Untuk lebih jelasnya secara visual karakteristik fisik buah apel hasil penyimpanan baik di dalam maupun hasil penyimpanan di luar *movable display case* dapat dilihat pada Lampiran E, laporan ini. Tabel 1a dan 1b memperlihatkan perbandingan karakteristik fisik buah apel yang disimpan di dalam dan di luar *movable display case*.

Tabel 1a. Perubahan karakteristik buah apel selama proses penyimpanan di dalam maupun di luar *movable display case* hari pertama hingga hari keempat

| No | Model Penyimpanan | Perubahan Bentuk Fisik Buah Apel | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|--|----------------------------|--------------------------|--|----------------------------|--------------------------|--|----------------------------|--------------------------|--|------------------------------|--------------------------|
| | | Hari 1 | | | Hari 2 | | | Hari 3 | | | Hari 4 | | |
| | | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh |
| 1 | Dalam Movable Display Case | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar |
| 2 | Di luar Movable Display Case | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah mulai buram Kuning agak keputihan mulai pudar | Putih bersih dan mulai lunak | Bulat mulai mengkerut |

Tabel 1b. Perubahan karakteristik buah apel selama proses penyimpanan di dalam maupun di luar *movable display case* hari kelima hingga hari kedelapan

| No | Model Penyimpanan | Perubahan Bentuk Fisik Buah Apel | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|--|------------------------------|--------------------------|--|----------------------------------|--------------------------|---|----------------------------|--------------------------|---|----------------------------|--------------------------|
| | | Hari 5 | | | Hari 6 | | | Hari 7 | | | Hari 8 | | |
| | | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh | Warna kulit | Warna dan kekerasan daging | Bentuk tubuh |
| 1 | Dalam Movable Display Case | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar | Merah segar Kuning agak keputihan mengkilat | Putih bersih dan keras | Bulat sempurna dan segar |
| 2 | Di luar Movable Display Case | Merah mulai buram Kuning agak keputihan mulai pudar | Putih bersih dan mulai lunak | Bulat mulai mengkerut | Merah buram Kuning agak keputihan pudar | Putih agak buram dan mulai lunak | Bulat mulai mengkerut | Merah seperti membusuk Kuning agak keputihan pudar | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut | Merah seperti membusuk Kuning agak keputihan pudar | Putih buram dan lunak | Bulat mengkerut |

2) Analisis Karakteristik Kimiawi

Analisis karakteristik kimiawi (kadar air, kadar asam (vitamin C), dan kadar gula (sakarosa) dilakukan dengan meminta bantuan tenaga ahli kimia organik di Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian, Komplek LIK Ulu Gadut Padang Sumatera Barat. Sampel pengujian dibedakan atas tiga macam yaitu: buah apel sebelum disimpan, sesudah disimpan di dalam dan di luar *movable display case*. Hasil pengujian karakteristik kimiawi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis karakteristik kimiawi buah apel sebelum disimpan, sesudah disimpan di dalam dan di luar *movable display case*

| No | Parameter Uji | Satuan | Hasil Analisa Buah Apel | | |
|----|---------------|----------|-------------------------|--------------------|----------------------|
| | | | Apel Segar | Disimpan Dalam MDC | Disimpan di Luar MDC |
| 1 | Kadar Air | % | 86,09 | 85,27 | 84,84 |
| 2 | Vitamin C | mg/100gr | 1,76 | 0,43 | 0,58 |
| 3 | Kadar Gula | % | 9,41 | 9,57 | 9,58 |

Sumber: Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian, Padang, Sumatera Barat (data terlampir)

Dari tabel 2, terlihat bahwa selama 8 (delapan) hari proses penyimpanan buah apel akan kehilangan kadar air 0,82% untuk yang disimpan di dalam *movable display case* dan 1,25% untuk buah apel yang disimpan di luar *movable display case*. Berdasarkan hasil diskusi dan rekomendasi staf dari Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian, Komplek LIK Ulu Gadut Padang Sumatera Barat, kehilangan air pada buah apel merupakan kunci utama dari mutu produk dan perubahan bentuk produk. Dari tabel 5.2 di atas juga terlihat bahwa kehilangan kadar air yang banyak mengakibatkan tingginya kadar keasaman (vitamin C dari buah apel) seperti terlihat pada hasil analisis kimia buah apel yang tidak

disimpan di dalam *movable display case* kadar vitamin C nya naik jika dibanding dengan buah apel yang disimpan dalam *movable display case*.

Perubahan kadar gula dalam buah apel yang disimpan di dalam *movable display case* maupun di luar *movable display case* tidak terlihat secara signifikan, hal ini dimungkinkan kadar gula (sakarosa) tidak larut dalam air sehingga disimpan di dalam maupun di luar *movable display case* pengaruhnya sedikit.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Movable Display Case* hasil rancangan ini dapat digunakan untuk penyimpanan dan sekaligus pemajangan buah apel, apel bisa bertahan lama dan terhindar dari kotoran atau debu.
2. Dari pengecekan terhadap karakteristik fisik; warna kulit, warna dan kekerasan daging serta bentuk fisik (tubuh) secara umum buah apel yang disimpan dalam *movable display case* lebih baik kualitasnya dibanding dengan buah apel yang disimpan atau dipajang di ruang terbuka.
3. Penyimpanan buah apel di dalam *movable display case* dapat mengurangi kandungan vitamin C buah apel, karena dalam *movable display case* kondisinya lembab dan vitamin C larut dalam air.
4. *Movable Display Case* ini dapat pula digunakan untuk menyimpan jenis buah lain selain buah apel seperti buah pear, jeruk, markisa, mangga, strawberi dan sebagainya karena persyaratan karakteristik pendinginan buah tersebut dapat dipenuhi oleh *movable display case* dengan rentang 2°C hingga 8°C.

SARAN

1. Dalam menyimpan beberapa jenis buah dalam *movable display case*, maka harus disesuaikan dengan kondisi fisik dan kimia buah tersebut.
2. Dalam pembuatan ruang pendingin *movable display case* gunakan bahan-bahan yang mempunyai tahanan termal yang tinggi, agar dapat mencegah atau memperkecil energi panas yang masuk dari lingkungan ke ruang pendingin.
3. Hindari penyimpanan dan pemajangan buah dalam *movable display case* terkena langsung sinar matahari, karena selain merusak produk juga akan memperbesar beban pada mesin pendingin.
4. Dalam melakukan pengambilan data waktu pengujian *movable display case* gunakan alat ukur yang akurat dan presisi agar data yang diukur betul-betul menunjukkan unjuk kerja sistem secara keseluruhan.
5. Peneliti menyarankan adanya penelitian lanjutan terhadap proses penyimpanan untuk berbagai jenis buah lainnya terutama buah-buahan lokal seperti mangga, jambu air, jambu ketulok, strawberi dan sebagainya, dengan cara dan teknik yang sama serta dengan cara dan teknik berbeda.
6. Peneliti juga menyarankan supaya adanya penelitian lanjutan tentang rancang bangun *movable display case* yang lebih baik, agar diperoleh informasi yang betul-betul akurat dan dapat jadi acuan bagi masyarakat penjual buah.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, S.A., (1959), "*Automatic Refrigeration*", MacLaren & Sons LTD, Danfoss, Nordborg, Denmark.
- Arwizet, K., (2003), "*Kaji Numerik dan Eksperimental Aliaran Udara Terkondisi Melalui Jet Swirling dan Difuser Grille*", Laporan Penelitian Pascasarjana, Teknik Mesin ITB Bandung.

- Arismunandar, W., (1986), "*Penyegaran Udara*", Pradnya Paramita, Jakarta.
- Arora, C.P., (2001), "*Refrigerating and Air Conditioning* ", Second Edition, McGraw-Hill Book Company Inc., New York
- ASHRAE Handbook, Fundamental Volume, American Society of Heating, (1977), "*Refrigerating and Air Conditioning Engineer*", Atlanta, Georgia.
- ASHRAE Psycrometrics Teory and Practice, American Society of Heating, (1996), "*Refrigerating and Air Conditioning Engineer*", Atlanta, Georgia.
- Bejan, A., (1982), "*Convection heat Transfer*", John Willey & Sons, New York.
- Carrier Handbook, (1982), "*Air Conditioning System Design*", McGraw-Hill Book Company Inc., New York,
- Darmanto, P.S. dan I Made Astina, (1999), "*Pengembangan Prototipe Mesin Pengkondisian Udara Tak Stasioner (Mobile AC Unit)*", Laporan Penelitian Hibah Bersaing VI/2.
- Dossat, Roy J., (1981), "*Principles of Refrigeration*", Second Edition John Wiley & Sons, New York.
- Effendi, (2004), "*Peluang Pemasaran Produksi Sayuran-sayuran dan buah-buahan Sumatera Barat*" (Makalah Seminar di BAPPEDA Sumatera Barat), BAPPEDA Sumatera Barat, Padang.
- Fox, Robert W. dan Alan T., (1994), "*Introduction to Fluid Mechanics*", John Willey & Sons, New York
- Incropera, Frank P., 1996, "*Introduction Of Heat Transfer*", John Willey & Sons, New York.
- _____, (2005), "*Ekspor Buah dan Sayur Sumatera Barat*" (Harian Singgalang, 13 Desember 2005), Harian Singgalang, Padang.
- Stocker, W.F. (1996), "*Refrigerantion and Air Conditioning*", McGraw-Hill Book Company Inc., New York.

C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk jenis buah-buahan lokal, dengan teknis penyimpanan yang bervariasi. Hal ini dimaksudkan agar penelitian tentang teknik penyimpanan buah ini betul-betul hendaknya dapat menjadi solusi bagi masyarakat daerah yang menjual di pasar tradisional yang mengeluhkan tentang cepatnya proses pembusukan pada buah-buahan yang mereka jual. Selanjutnya juga perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan membuat *movable display case* yang tidak hanya untuk menyimpan dan pemajangan buah-buahan tetapi hendaknya juga untuk penyimpanan sayur-sayuran, ikan, daging dan beberapa jenis minuman kaleng.

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG