SKRIPSI – ME184834

ANALISA PENGGUNAAN *SOLAR POWER* PADA *CONTAINER* BERPENDINGIN UNTUK PENGANGKUT BUAH

Priyo Herri Nugroho
NRP. 04211240000088

Dosen Pembimbing :
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

SKRIPSI – ME184834

ANALISA PENGGUNAAN *SOLAR POWER* PADA *CONTAINER* BERPENDINGIN UNTUK PENGANGKUT BUAH

Priyo Herri Nugroho
NRP. 04211240000088

Dosen Pembimbing :
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

FINAL PROJECT – ME184834

ANALYSIS OF THE USE OF SOLAR POWER IN REFRIGERATED CONTAINERS FOR FRUIT TRANSPORT

Priyo Herri Nugroho
NRP. 04211240000088

Bachelor Thesis Supervisor :
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

DEPARTEMEN OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGGUNAAN *SOLAR POWER* PADA *CONTAINER* BERPENDINGIN UNTUK PENGANGKUT BUAH

SKRIPSI.

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi Marine Machinery and System (MMS)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

PRIYO HERRI NUGROHO

NRP 04211240000088

Disetujui oleh Pembimbing Skripsi :

Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil.
NIP. 196809281991021001

Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197510062002121003

SURABAYA
Januari, 2020

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGGUNAAN SOLAR POWER PADA CONTAINER BERPENDINGIN UNTUK PENGANGKUT BUAH

TUGAS AKHIR
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi *Marine Machinery Fluid and System (MMS)*
Program S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Priyo Herri Nugroho
NRP 04211240000088

Disetujui Oleh,
Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

Beny Cahyono, ST, MT, Ph.D.
NIP 197903192008011008

SURABAYA
AGUSTUS 2020

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

“Pada laporan tugas akhir yang saya susun ini, tidak terdapat tindakan plagiarisme dan menyatakan dengan sukarela bahwa semua data, konsep rancangan, bahan tulisan dan materi yang ada di laporan tersebut merupakaan milik Laboratorium Marine Machinery and System (MMS) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan ITS yang merupakan hasil studi penelitian dan berhak dipergunakan untuk pelaksanaan kegiatan kegiatan penelitian lanjutan serta pengembangannya”.

Nama	: Priyo Herri Nugroho
NRP	: 04211240000088
Judul Tugas Akhir	: Analisa Penggunaan *Solar Power* pada *Container* Berpendingin Untuk Pengangkut Buah
Departemen	: Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas	: Fakultas Teknologi Kelautan ITS

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat tindakan plagiarisme, maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnyadan menerima sanksi yang diberikan oleh ITS sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Surabaya , 10 Januari 2020

Priyo Herri Nugroho

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

ANALISA PENGGUNAAN *SOLAR POWER* PADA *CONTAINER* BERPENDINGIN UNTUK PENGANGKUT BUAH

Nama Mahasiswa	:	Priyo Herri Nugroho
NRP	:	04211240000088
Dosen Pembimbing	:	1. Ir. Agoes Santoso , M.Sc., M.phil. 2. Sutopo Purwono Fitri S.T., M.Eng., Ph.D.

ABSTRAK

Ekspor buah ke berbagai negara menjadi peluang bagi meningkatnya penggunaan *reefer container* di dalam negeri untuk memenuhi kebutuhan ekspor. *Reefer Container* menjadi tempat untuk menyimpan buah untuk ekspor pada jalur darat dan menggunakan kapal. Permasalahan dan tantangan sekarang adalah penggunaan energi terbarukan. Tenaga surya menjadi salah satu energi alternatif terbarukan dengan tantangan menggunakan pada beban daya yang relatif besar. Ekspor pisang menggunaka pedoman sertifikasi ekspor disebutkan agar disimpan pada suhu 12°-14° dengan kelembapan relatif ≤ 90 %. Beban yang diperlukan untuk pengeksporan pisang tersebut adalah 18,28 kW. Daya yang maksimum yang dapat dihasilkan oleh solar powe adalah 2,25 kW pada cuaca yang memungkinkan. Daya tersebut dialokasikan untuk suplai pada komponen sistem kontainer berpendingin. Daya tersebut tidak memungkinkan untuk mencukupi kebutuhan kondensor,evaporator. Namun daya tersebut mampu untuk mensuplai daya motor yang bekerja pada kompressor. Dalam pembahasan tugas akhir ini mendapatkan simpulan bahwa daya yang dihasilkan oleh *Solar Power* yang ditempatkan pada atap tidak mampu untuk menjadi sumber daya utama dari sistem kontainer berpendingin untuk pengangkuatan buah pisang karena hanya mampu untuk mensuplai beban dari satu komponen utama yaitu kompressor.

Kata kunci : *reefer container*, *Solar Power*, energi terbarukan

ANALYSIS OF THE USE OF *SOLAR POWER* IN *REEFER CONTAINER*S FOR FRUIT TRANSPORT

Student Name	:	Priyo Herri Nugroho
NRP	:	04211240000088
Bachelor Thesis Supervisor	:	1. Ir. Agoes Santoso , M.Sc., M.phil. 2. Sutopo Purwono Fitri S.T., M.Eng., Ph.D.

ABSTRACT

Fruit export to various countries is an opportunity for the increasing use of *reefer container*s in the country to meet export needs. *Reefer Container* is a place to store fruit for export on land and using ships. The problem and challenge now is the use of renewable energy. *Solar Power* has become one of the renewable alternative energies with the challenge of using it at a relatively large power load. Banana exports using export certification guidelines are stated to be stored at a temperature of 12 ° -14 ° with relative humidity ≤ 90%. The load required for banana exporting is 18.28 kW. The maximum power that can be generated by *Solar Power* is 2.25 kW in possible weather. The power is allocated to supply the *reefer container* system components. The power is not possible to meet the needs of the condenser, evaporator. But the power is able to supply motor power that works on the compressor. In the analysis of this thesis get the conclusion that the power generated by *Solar Power* that is placed on the roof is not able to be the main resource of the *reefer container* system for the banana carrying because it is only able to supply the load of one main component, namely the compressor.

Keywords: *reefer container*, *Solar Power*, renewable energy

KATA PENGANTAR

Puji syukur panjatkan kepada Allah SWT. Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugasa Akhir Sebagai syarat untuk lulus memperoleh gelar sarjana si Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan Judul :

"Analisa Penggunaan *Solar Power* Pada *Container* Berpendingin Untuk Pengangkut Buah"

Terselesaikannya tugas akhir ini terkait dengan bantuan berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Keluarga yang selalu memberikan bantuan dan dorongan, sehingga tugas akhir bisa terselesaikan. Khusunya untuk Ibu yang ada dirumah selalu memberikan do'a untuk terselesaikannya tugas akhir ini.

2. Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil. Selaku dosen pembingbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan dan memberikan bantuan yang banyak pada penyusunan tugas akhir ini.

3. Sutopo Purwono Fitri S.T., M.Eng., Ph.D. Selaku dosen pembimbing kedua yang juga telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS, yang telah memberikan kesempatan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis sadar bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu adanya kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan guna kebaikan di penulisan selanjutnya.

Akhir kata, semoga tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi tambahan ilmu dan pedoman untuk penulisan selanjutya.

Surabaya, Januari 2020
Penulis

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**

LEMBAR PENGESAHAN ..... **iii**

ABSTRAK ..... **ix**

ABSTRACT ..... **x**

KATA PENGANTAR ..... **xi**

DAFTAR ISI ..... **xiii**

DAFTAR GAMBAR ..... **xvii**

DAFTAR TABEL ..... **xix**

BAB I PENDAHULUAN **1**

I.1 Latar Belakang 1
I.2 Rumusan Masalah 2
I.3 Batasan Masalah 2
I.4 Tujuan Skripsi 3
I.5 Manfaat 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**

II.1 Peti Kemas/ Kontainer 5
II.1.1 Perkembangan Kontainer 5
II.2 *Reefer Container* / Peti Kemas Berpendingin 8
II.2.1 Cara Kerja *Reefer Container* 9
II.2.2 Perhitungan Beban Pendingin 10
II.2.3 Komponen Sistem Refrigerasi 11
II.3 Energi 15
II.3.1 Potensi Sumber Energi Terbarukan di Indonesia 15
II.3.2 Sel Surya 17

II.3.3 Komponen Panel Surya 18
II.3.4 Perhitungan Daya Panel Surya 19
II.4 Penyimpanan Produk Ekspor 20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 21

III.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah 22
III.2 Studi Literatur 22
III.3 Pengumpulan Data 22
III.4 Analisa dan Perencanaan 23
III.5 Kesimpulan 23

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN 25

IV.1 Perencanaan *Solar Power* Pada *Container* 25
IV.1.1 Penempatan Panel Surya 26
IV.2 Perhitungan Daya Panel Surya 28
IV.2.1 Perhitungan Daya Total Pada Atap 29
IV.2.2 Daya Seluruh Luasan Atap 29
IV.3 Perhitungan Beban Pendinginan Total 31
IV.3.1 Beban Transmisi 31
IV.3.2 Beban Produk 32
IV.3.3 Beban Internal 34
IV.3.4 Beban Infiltrasi 36
IV.3.5 Beban Pendinginan Total 36
IV.4 Perhitungan Komponen Sistem Pendingin 37
IV.4.1 Perhitungan Kompressor 37
IV.4.2 Perhitungan Evaporator 40
IV.4.3 Perhitungan Kondensor 40
IV.5 Analisa Pemanfaatan *Solar Power* pada Sistem Refrigasi *Container*. 41
IV.5.1 Perbandingan Kebutuhan Power Kondensor Terhadap *Solar Power* 41
IV.5.2 Perbandingan Kebutuhan Power Evaporator Terhadap *Solar Power* 42
IV.5.3 Perbandingan Kebutuhan Kompresor Terhadap *Solar Power* 43
IV.5.4 Perbandingan Keseluruhan Beban Pendinginan Terhadap *Solar Power* 44

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 47

V.1 Kesimpulan 47
V.2 Saran 47

DAFTAR PUSTAKA 49

LAMPIRAN 51

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Container.....5

Gambar 2.1 Insulated *Container*.....6

Gambar 2.2 *Reefer* Container.....8

Gambar 2.3 Compressor.....12

Gambar 2.5 Evaporator.....13

Gambar 2.4 Kondensor.....14

Gambar 2.7 Panel Surya.....17

Gambar 4.1 Dimensi Panel Surya, Centcys 250 W.....26

Gambar 4.2 Tampak Atas Container.....27

Gambar 4.3 Tampak Atas Container Dengan Panel Surya.....28

Gambar 4.4 Visualisasi Pada Seluruh Luasan.....29

Gambar 4.5 Visualisasi Pada Seluruh Luasan.....30

Gambar 4.6 Reefer Container dengan Panel Surya.....31

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Flow Chart Metode Penelitian.....21

Tabel 4.1 Dimensi Dalam dari *Reefer Container*, Hapag Loyd 25

Tabel 4.2 Dimensi Luar *Container*, Hapag Loyd.. 26

Tabel 4.3 Thermal Properties of Foods.....33

Tabel 4.4 Heat Equivalent of Occupancy.....35

Tabel 4.5 Resume Beban Pendinginan Total 34

Tabel 4.6.Diagram P-h Refrigerant R22 38

Tabel 4.7 Tabel Daya *Solar Power* Terhadap Kondensor 42

Tabel 4.8 Tabel Daya *Solar Power* Terhadap Evaporator.....43

Tabel 4.9 Tabel Daya Solar Panel Terhadap Daya Kompressor 44

Tabel 4.10 Tabel Daya Solar Panel Terhadap Seluruh Komponen Refrigerasi.....45

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

BAB I
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia mempunyai hasil pertanian dan perkebuanan yang layak diekspor untuk meningkatkan pendapatan perekonomian negara. Hasil perkebunan memang menjadi salah satu komoditi unggulan Indonesia. Selain dari hasil perkebunan juga ada hasil buah yang potensial menjadi komoditi ekspor yang cukup besar. Buah pisang masih menjadi komoditi potensial sehangga menjadi peluang emas. Peluang tersebut akan dimaksimalkan oleh pemerintah guna mendongkrak perkembangan perokonomian indonesia.

Produk produk buah juga menjadi peluang yang menjajikan untuk mendongkrak kapasitas ekspor indonesia. Produk yang memerlukan penanganan tidak terlalu rumit dalam pengiriman ke luar negeri. Dengan penyimpanan produk produk buah yang tidak membutuhkan suhu dibawah 0° C karena memang sesuai dari kriteria produk yang dianjurkan. Sehingga secara otomatis daya yang dibutuhkan untuk mengekspor jauh lebih sedikit jika dibandingkan produk makanan yang membutuhkan penyimpanan pada titik beku sebagai contoh adalah ikan. Dengan kondisi tersebut bisa dicoba suatu eksperimen penggunaan energi yang mulai populer untuk menyuplai kebutuhan energi manusia.

Ekspor produk menggunakan reefer *container* menjadi populer pada industri buah untuk saat ini. Reefer *container* dapat menjaga kondisi buah pada standar kualitas yang ditentukan. Fasilitas dari industri pelayaran juga telah merambah pada fasilitas untuk pengangkutan khusus buah. Jadi jika dalam industri pelayaran sudah menggunakan reefer kontainer maka perlu dilakukan penelitian bagaimana alernatif energi yang mungkin bisa digunakan dalam perkembangannya.

Penggunaan renewable energi juga menjadi trend populer saat ini. Penggunaan solar cell sebagai salah satu renewable energi menjadi salah satu energi alternatif saat ini. *Solar Power* sudah banyak digunakan pada fasilitas fasilitas umum di indonesia seperti penerangan. Selain digunakan pada fasilitas umum juga digunakan secara personal pada fasilitas privat seperti pendingin ruangan. *Solar Power* menggunakan tenaga dari matahari kemudian dikonversikan menjadi listrik. Pengguanaan solar cell dapat membantu pengurangan penggunaan energi yang tidak terbarukan.

Jika kita menggabungkan ketiga hal yaitu ekspor buah, reefer *container*, dan *Solar Power* maka akan menjadi solusi kedepan dalam pemanfaatan peluang dan pengurangan penggunaan energi tidak terbarukan. Penggunaan *Solar Power* memang

sebagai alternatif energi dari energi tidak terbarukan seperti bahan bakar fosil. Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis akan melakukan penelitian berjudul "ANALISA PENGGUNAAN *SOLAR POWER* PADA *CONTAINER* BERPENDINGIN UNTUK PENGANGKUT BUAH " .

Penggunaan *Solar Power* pada kontainer sudah dilakukan di beberapa penyedia jasa kontainer. Sehingga perlu dilakukan kajian eksperimental dari penggunaan *Solar Power* tersebut pada daya *reefer* kontainer yang diperkirakan mencapai puluhan kilowatt dengan luasan tertentu. Untuk mengikuti perkembangan kemajuan penggunaan energi terbarukan dan bergerak ke arah tersebut.

Dalam perkembangannya perlu juga diketahui efektifitas dari penggunaan energi terbarukan tersebut sebagai sumber daya untuk sistem pendingin. Seberapa jauh *Solar Power* mampu untuk mensuplai kebutuhan kebutuhan energi. Sehingga dalam skripsi ini akan dikaji tentang penerapan penggunaan *Solar Power* untuk mensuplai refrigerator *container*.

Dari Suplai tersebut ingin diketahui mampu atau tidak dan juga besar daya yang dapat diberikan oleh matahari melewati panel surya untuk mensuplai dari beban beban pendinginan dan peralatannya. Sehingga dapat dilakukan pengembangan berikutnya jika dalam kajian ini dapat mendapatkan hasil.

I.2 Rumusan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini dimulai dengan masalah yang melatar belakangi terjadinya penulisan. Sehingga perlu dilakukan acuan dalam membahas penulisan ini. Perumusan masalah yang muncul dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana penerapan solar panel pada *container* berpendingin untuk pengangkutan buah?
2. Bagaimana besaran daya solar panel untuk suplai komponen *container* berpendingin yang mengangkut buah?

I.3 Batasan Masalah

Agar menjadikan penulisan skripsi ini terfokuskan maka digunakan acuan untuk membatasi ruang lingkup dalam skripsi ini. Adapun batasan masalah pada penelitian ini :

1. Tanpa mertimbangkan perhitungan biaya karena hanya menitik beratkan pada kecukupan daya yang dihasilkan dari *Solar Power* untuk suplai pada *reefer* kontainer

2. Tanpa perbandingan dengan jenis pengangkut yang lain, maksudnya tanpa membandingkan dengan *reefer container* untuk mengangkut selain jenis buah pisang.
3. Tidak membuat prototype dari kontainer berpendingin dan prototype kapal yang menggunakan *Solar Power*.
4. Perancangan *reefer* kontainer tidak menghitung dari kekuatan konstruksi dari *reefer* kontainer yang dirancang.
5. Perhitungan *Solar Power* yang digunakan hanya berupa satu jenis tanpa perbandingan dengan jenis yang lain.

I.4 Tujuan Skripsi

Dalam melakukan suatu penulisan dan penelitian diharapkan untuk mempunyai tujuan dari penulisan atau penelitian tersebut. Sehingga arah yang akan dicapai setelah penyelesaian tugas akhir tersebut dapat menjadi sebuah hal yang baik atau manfaat . Sehingga dengan adanya acuan arah tersebut dapat terhindar dari penulisan yang kurang bermanfaat. Dari hal tersebut perlu dibuat sebuah tujuan dari skripsi ini. Pada penulisan tugas akhir ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Menganalisa besaran suplai penggunaan *Solar Power* pada kontainer berpendingin untuk mengangkut buah pisang
2. Menganalisa besaran power dari solar panel pada kapal kontainer untuk mensuplai komponen kontainer berpendingin.

I.5 Manfaat

Diharapkan skripsi ini mampu memberikan manfaat dalam beberapa hal. Penulis kali ini mengharapkan manfaat yang akan diperoleh dari kajian pada tugas akhir ini adalah :

1. Membantu perkembangan penelitian dengan adanya hasil analisis penggunaan kontainer berpendingin sebagai media angkut buah pisang.
2. Menjadi refensi untuk peningkatan energi terbarukan pada sektor pengangkutan menggunakan kontainer berpendingin.
3. Mengetahui potensi digunakannya *Solar Power* pada sistem pendingin pada *reefer* kontainer.

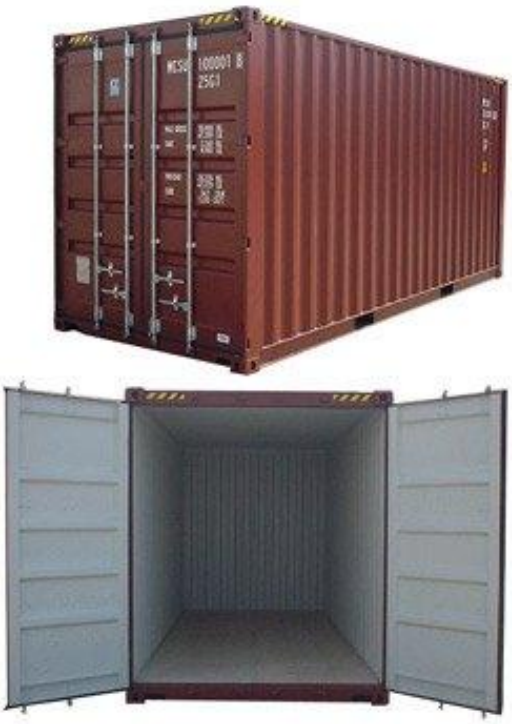
"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Peti Kemas/ Kontainer

Peti Kemas adalah bagian dari alat angkut yang berbentuk kotak serta terbuat dari bahan yang memenuhi syarat, bersifat permanen dan dapat dipakai berulang ulang, yang memiliki pasangan sudut serta dirancang secara khusus untuk memudahkan angkutan barang satu atau lebih moda transportasi, tanpa harus dilakukan pemuatan kembali. (Peraturan Menteri Perhubungan PM 53 Tahun 2018).



Gambar 2.5 *Container*

II.1.1 Perkembangan Kontainer

Dengan demikian, tergantung pada jenis produk yang akan dikirim atau layanan khusus yang diperlukan dari mereka, unit kontainer dapat bervariasi dalam dimensi, struktur, bahan, konstruksi dll. Berbagai jenis kontainer pengiriman sedang digunakan saat ini

untuk memenuhi persyaratan semua jenis pengiriman barang. Beberapa jenis kontainer pengiriman yang paling umum digunakan saat ini disebutkan di bawah ini.

- Dry storage *container*. Kontainer pengiriman yang paling umum digunakan; mereka datang dalam berbagai dimensi yang distandarisasi oleh ISO. Mereka digunakan untuk pengiriman bahan kering dan datang dalam ukuran 20 ft, 40 ft dan 10 ft.

- Flat Rack *Container*. Dengan sisi yang dapat dilipat, ini seperti wadah pengiriman penyimpanan sederhana di mana sisi dapat dilipat sehingga membuat rak datar untuk pengiriman berbagai barang.

- Open Top *Container*. Dengan atasan konversi yang dapat sepenuhnya dilepas untuk membuat atasan terbuka sehingga bahan dari ketinggian berapa pun dapat dikirim dengan mudah.

- Open Side *Container*. Unit penyimpanan ini dilengkapi dengan pintu yang dapat berubah menjadi sisi yang benar-benar terbuka menyediakan ruang yang jauh lebih luas untuk memuat bahan.

- *Container* Pintu Ganda. Mereka adalah jenis unit penyimpanan yang dilengkapi dengan pintu ganda, membuat ruang lebih luas untuk bongkar muat material. Bahan bangunan termasuk baja, besi dll dalam ukuran standar 20 ft dan 40f t.

- *Reefer ISO Container*. Ini adalah wadah pengiriman yang diatur suhunya yang selalu memiliki suhu rendah yang terkontrol dengan hati-hati. Mereka secara eksklusif digunakan untuk pengiriman zat yang mudah rusak seperti buah-buahan dan sayuran dalam jarak jauh.

-

Gambar 2.6 Insulated *Container*

-

- Insulated or thermal *container*s. Ini adalah wadah penyimpanan pengiriman yang datang dengan kontrol suhu yang diatur memungkinkan mereka untuk mempertahankan suhu yang lebih tinggi

  Pemilihan material dilakukan agar umurnya panjang tanpa rusak oleh paparan suhu tinggi yang konstan. Mereka paling cocok untuk transportasi produk jarak jauh.

- Tangki. Unit penyimpanan kontainer yang sebagian besar digunakan untuk transportasi bahan cair, mereka digunakan oleh sebagian besar industri perkapalan. Mereka sebagian besar terbuat dari baja yang kuat atau bahan anti korosif lainnya yang memberi mereka umur panjang dan perlindungan terhadap bahan tersebut.

- *Cargo* storage roll *container*. Wadah yang dapat dilipat, ini adalah salah satu unit wadah khusus yang dibuat untuk tujuan mengangkut set atau tumpukan bahan. Mereka terbuat dari kawat baja tebal dan kuat bersama dengan rol yang memungkinkan gerakan mudah mereka. Ketersediaan dalam berbagai jerat kawat berwarna membuat unit-unit kontainer pengiriman ini sedikit lebih baik.

- Half height *container*s. Jenis lain dari kontainer pengiriman termasuk kontainer setengah tinggi. Sebagian besar terbuat dari baja, wadah ini setengah tinggi dari wadah ukuran penuh. Digunakan terutama untuk batu bara, batu, dll yang membutuhkan bongkar muat yang mudah.

- Car carriers . Pengangkut mobil adalah unit penyimpanan kontainer yang dibuat khusus untuk pengiriman mobil jarak jauh. Mereka datang dengan sisi yang dapat dilipat yang membantu mobil masuk dengan pas di dalam wadah tanpa risiko rusak atau bergerak dari tempat itu.

- Intermediate bulk shift *container*s. Ini adalah kontainer pengiriman khusus yang dibuat khusus untuk tujuan pengiriman barang setengah jadi. Mereka dirancang untuk menangani sejumlah besar bahan dan dibuat untuk tujuan pengiriman bahan ke tujuan di mana mereka dapat dikemas lebih lanjut dan dikirim ke tempat terakhir.
- Drum. Seperti namanya, wadah pengiriman melingkar, terbuat dari bahan pilihan seperti baja, logam ringan, serat, plastik keras dll. Mereka paling cocok untuk transportasi massal bahan cair. Ukurannya lebih kecil tetapi karena bentuknya, mungkin membutuhkan ruang ekstra.

- Special purpose *container*s . Bukan wadah biasa, ini adalah unit kontainer, yang dibuat khusus untuk keperluan khusus. Sebagian besar, mereka digunakan untuk layanan profil tinggi seperti pengiriman senjata dan pembakaran. Dengan demikian, konstruksi dan komposisi material mereka tergantung pada tujuan khusus yang mereka butuhkan. Tetapi dalam kebanyakan kasus, keamanan tetap menjadi prioritas utama.

- Swap Bodies. Mereka adalah jenis wadah khusus yang digunakan sebagian besar di Eropa. Tidak dibuat sesuai dengan standar ISO, mereka bukan unit pengiriman kontainer standar tetapi sangat berguna. Mereka dilengkapi dengan bagian bawah yang

kuat dan bagian atas yang dapat dikonversi sehingga cocok untuk pengiriman berbagai jenis produk. (www.marineinsight.com).

II.2 *Reefer Container* / Peti Kemas Berpendingin

Refrigator *container* adalah salah satu jenis *container* yang dilengkapi dengan pendingin atau refrigeration unit tertutup. Dari fungsi dan kegunaanya *reefer container* adalah peti kemas yang di dalamnya memiliki system refrigerasi (sistem pendingin) yang fungsinya untuk menjaga kondisi suhudi dalam ruangan peti kemas. Sehingga temperature komoditi atau barang kiriman tidak rusak. Temperatur pendigin dapat diatur sesuai keperluan.

Reefer/*reefer container* merupakan kontainer pelayaran yang digunakan pada intermoda angkutan barang yang didinginkan untuk menunjang kegiatan transportasi pada muatan barang tertentu yang sensitif terhadap perubahan temperatur lingkungan. Pada umumnya, sebuah *reefer container* memiliki data logger tersendiri untuk mencatat dan merekam perubahan temperatur yang terjadi di dalam kontainer. Disamping itu, *reefer container* juga memiliki unit mesin pendingin sendiri yang komponennya telah terpasang jadi satu dengan kontainernya, namun kerja dari unit mesin pendingin tersebut bergantung pada sumberdaya listrik yang ada di kapal maupun di dermaga.

Pada beberapa *reefer container* dilengkapi dengan sistem pendingin dengan media air, yang dapat digunakan jika kontainer disimpan di bawah geladak kapal tanpa lubang ventilasi yang memadai untuk menghilangkan dan membuang panas yang bersumber dari peralatan maupun muatan yang diangkut.

Namun pada kenyataannya, penggunaan sistem pendingin dengan media air cukup mahal, sehingga pada kapal kapal *reefer* yang modern lebih mengandalkan pada ventilasi untuk membuang panas dari dalam *cargo* holds
sehingga penggunaan sistem pendingin dengan media air ini menjadi lebih berkurang.

Gambar 2.7 *Reefer Container*

Sumber : *reefercontainer*pros.com

II.2.1 Cara Kerja *Reefer Container*

Pada prinsipnya *reefer container* atau kontainer berpendingin bekerja untuk menjaga kesegaran produk yang diangkut. Pada saat *reefer container* akan digunakan maka ruangan pendingin dikondisikan dengan mengatur suhunya *(setting temperature)* sesuai dengan persyaratan suhu yang dibutuhkan oleh komoditas yang akan diangkut. Kemudian, komoditas muatan tersebut dipindahkan ke dalam ruang pendingin *reefer container* dalam keadaan persyaratan temperatur yang telah tercapai, selanjutnya *reefer container* ditutup rapat agar kondisi temperatur yang telah diatur sebelumnya tetap terjaga.

Sirkulasi udara di dalam kontainer sangat penting dalam menjaga suhu. Udara dari luar masuk ke dalam kontainer melalui lubang ventilasi. Pada *reefer container* terdapat sensor flow rate yang jumlahnya akan tertera pada panel monitor. Jumlah flow rate yang masuk dipengaruhi oleh bukaan ventilasi. Udara masuk didinginkan dengan melalui kumparan evaporator di dalam unit mesin pendingin kontainer tersebut. Udara yang telah dingin kemudian mengalir melalui kisi kisi yang ada di bagian bawah kontainer. Kemudian udara dingin mengalir melalui muatan hingga pada akhirnya sampai pada bagian atas kontainer.

Pada *reefer container*, panas yang ditimbulkan tidak hanya berasal dari luar, tetapi panas yang ditimbulkan dapat berasal juga dari kargo/muatan yang diangkut. Untuk *reefer container* yang mengangkut buah dan sayur tentu dibutuhkan adanya sirkulasi udara. Hal ini dikarenakan untuk muatan seperti buah dan sayuran dapat menghasilkan panas saat respirasi. Panas ini tentu harus dihilangkan karena bisa merusak muatan.

II.2.1.1 *Reefer Cargo*

Reefer cargo adalah muatan peti kemas yang memerlukan penangaan khusus dalam masalah suhu udara terutama proses pendinginan. Macam-macam refeer *cargo* dibagi kedalam 3 golongan, yaitu :

II.2.1.2 *Frozen Cargo*

Golongan *frozen cargo* dikapalkan dalam peti kemas dalam keadaan beku kerasuntuk menghindari adanya pertumbuhan bakteri yang dapat merusak muatan. *Frozen cargo* digunakan untuk memuat produk tertentu seperti daging dan ikan yang membutuhkan suhu yang dingin yaitu sampai -26℃ (Rowbotham, 2014 : 72)

II.2.1.3 *Chilled Cargo*

Pengertian chilled *cargo* artinya didinginkan dengan segera. Pengangkutan muatan ini sebagai contohnya adalah daging tergantung dari suhu yang diatur tanpa adanya perubahan suhu yang kecil. Setiap kenaikan suhu yang mungkin akan menimbulkan uap air yang akan berkondensasi pada dinding-dinding tersebut dan akan menyebabkan pertumbuhan bakteri. Ruangan-ruangan diberi lapisan seperti pada lapisan *frozen cargo*.

Chilled *cargo* digunakan untuk memuat produk dairy atau peternakan sapi seperti susu dan keju, serta produk yang mudah rusak lainnya yang membutuhkan suhu rendah (Rowbotham, 2014 : 72).

II.2.1.4 *Temperature Regulated Cargo*

Cargo ini digunakan untuk mengangkut buah dan biasanya dimuat dalam kondisi setengah matang sehingga buah tersebut akan mengalami proses pematangan di kapal dengan suhu yang tetap terjaga (Rowbotham, 2014 : 72).

II.2.2 Perhitungan Beban Pendingin

Beban pendingin dapat didefinisikan sebagai suatu beban yang dihasilkan oleh sumber energi panas yang nantinya dapat mempengaruhi kapasitas sistem pendingin. Beban merupakan sumber energi panas yang terdiri dari : beban produk, beban infiltrasi, dan beban transmisi.

II.2.2.1 Beban Produk

Beban produk adalah panas yang dilepaskan oleh produk untuk menjaga temperatur produk agar tetap konstan. Dengan asumsi bahwa massa produk merupakan massa total dari store box dalam keadaan penuh. Pada tahap ini terdapat tahap pendinginan. Dimana tahapan pendinginan
merupakan tahapan terjadinya penurunan temperatur dari temperatur awal produk ke temperatur pendinginannya. Beban panas sensibel yang dibuang sebesar :

$$Q = m \times Cp \times \Delta T$$

Dimana :
m = Massa produk (kg)
Cp = Panas spesifik diatas titik beku produk (kJ/kgoC)
ΔT = Perbedaan temperatur awal dan akhir (oC)

II.2.2.2 Beban Infiltrasi

Masuknya udara luar ke dalam ruangan mempengaruhi suhu udara dan tingkat kelembaban di ruangan tersebut. Pada saat pintu *container* dibuka, maka udara luar akan masuk. Temperatur dan kelembaban udara luar yang tinggi harus diturunkan hingga mencapai kondisi temperatur yang diinginkan tercapai. Jadi beban infiltrasi merupakan beban pendinginan yang perlu diatasi oleh alat pendingin. Besarnya beban infiltrasi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Qif = m \times (ho-hi)$$

Dimana :
Qif = beban panas akibat pertukaran udara (kW)

m = massa udara yang masuk ke dalam ruangan (L/s)
ho = enthalpy udara luar (kJ/L)
hi = enthalpy udara dalam (kJ/L)

II.2.2.3 Beban Transmisi

Akibat adanya perbedaan temperatur antara *reefer container* dengan udara luar, maka sejumlah panas akan mengalir. Besarnya panas yang mengalir dipengaruhi oleh beberapa hal seperti letak, bahan material dan udara lingkungan sekitar *reefer container*.
Beban transmisi dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = A \times U \times \Delta T$$

Dimana :
Q = Laju perpindahan panas (W)
A = Luas permukaan (m2)
U = Koefisien perpindahan panas total (W/m2K)
ΔT = Perbedaan temperatur udara luar dan
dalam *reefer container* (oK)

II.2.3 Komponen Sistem Refrigerasi

Pada sebuah sistem refrigerasi terdapat komponen komponen yang menjadi bagian utama berjalannya sistem refrigerasi. Komponen komponen tersebut mempunyai fungsinya masing masing sehingga saling berkesinambungan untuk mencapai tujuan sistem refrigerasi tersebut. Pada komponen komponen sistem refrigerasi selalu berhubungan dengan suhu,tekanan,entalphy dan lainnya. Sehingga dalam komponen refrigerasi selalu berhubungan dengan kalor karena memang dalam sistem refrigerasi itu sendiri menjadi sistem penukar kalor.

Komponen komponen menjalankan fungsinya dalam menukar kalor tersebut. Adapun komponen komponen dalam sistem refrigerasi adalah sebagai berikut.

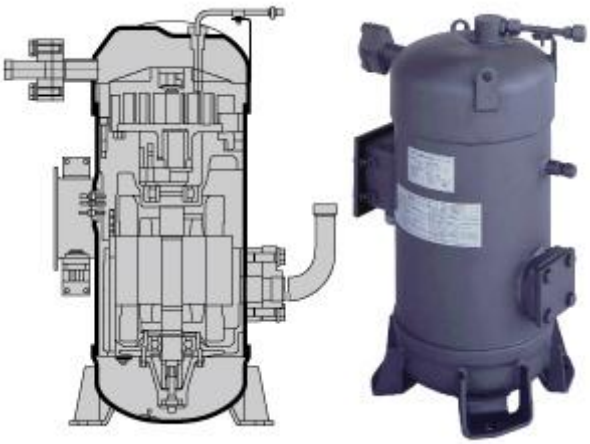
II.2.3.1 Kompresor

Kompresor merupakan jantung dari sistem refrigerasi. Pada saat yang sama kompresor menghisap uap refrigeran yang bertekanan rendah dari evaporator dan memampatkannya menjadi uap bertekanan tinggi, sehingga uap akan tersirkulasi. Fungsi utama dari kompresor adalah untuk menaikkan tekanan fluida dalam hal ini refrigeran, yaitu dengan cara memampatkan fluida kerja yang berasal dari evaporator untuk kemudian dialirkan ke kondensor sehingga bersuhu dan tekanan tinggi .

Persamaan daya kompresor pada kondisi superheated vapor dapat dirumuskan dengan :

$$W_{comp} = m_{ref} \cdot (h_2 - h_1)$$

Dimana :
W comp = Daya kompresor (kW)
m ref = laju aliran massa refirgerant (kg/s)
h = enthalpy (kJ/kg)



Gambar 2.8 Compressor

Sumber : www.daikin*reefer*.com

II.2.3.2 Evaporator

Pada evaporator ini, refrigeran menyerap kalor dari ruangan yang didinginkan. Penyerapan kalor ini menyebabkan refrigeran mendidih dan berubah wujud dari cair menjadi uap (kalor laten). Untuk perhitungan Q yang masuk ke dalam evaporator (tekanan rendah) atau QL, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

QL = m ref . (h1 – h4)

Dimana :
QL = Panas yang diserap evaporator (kJ/s)
m ref = laju aliran massa refirgerant (kg/s)
h = enthalpy (kJ/kg)

Dalam siklus refrigerasi, evaporator berperan untuk mendinginkan udara sekitar dengan menyerap kalor yang dihasilkan ruangan oleh fluida refrigeran. Pada perancangan ini evaporator memiliki konstruksi berupa pipa pipa berpendingin yang terdiri dari koil pipa yang pada bagian luarnya bersirip. Koil yang dipakai adalah jenis ekspansi langsung, dimana refrigeran diuapkan secara langsung di dalam pipa pipa evaporator.

Karena sebagian dari pipa terisi oleh uap refrigeran, maka perpindahan panas yang terjadi tidak terlalu besar. Untuk menaikkan koefisien perpindahan panas maka pipa pipa evaporator dilengkapi dengan sirip pada permukaan luarnya, dengan tujuan untuk memperbesar luasan permukaan yang berhubungan dengan udara. Pipa pipa evaporator dan sirip nya terbuat dari bahan tembaga.

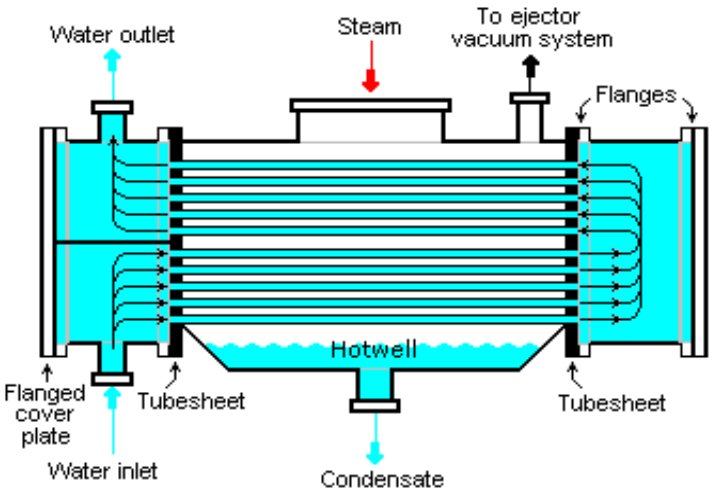
Gambar 2. 9 Evaporator
Sumber : www.spectrapremium.com

Pertimbangan dalam pemilihan material tembaga sebagai pipa evaporator adalah :

- Konstruksinya ringan, kuat, tidak mudah berkarat dan mudah ditekuk
- Memiliki nilai konduktivitas thermal yang besar sehingga mudah menghantarkan panas dari pipa ke sirip.

II.2.3.3 Kondensor

Kondensor merupakan salah satu komponen utama dari sebuah mesin pendingin. Pada kondensor terjadi perubahan wujud refrigeran dari uap super-heated (panas lanjut) bertekanan tinggi ke cairan sub-cooled (dingin lanjut) bertekanan tinggi. Agar terjadi perubahan wujud refrigeran (pengembunan/condensing), maka kalor harus dibuang dari uap refrigeran.



Gambar 2. 10 Kondensor
Sumber : sv.wikipedia.org

Untuk mendapatkan Q kondensor (tekanan tinggi), QH dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

QH = m ref . (h2 – h3)

Dimana :
QH = Q kondesor (kJ/s)
m ref = laju aliran massa refirgerant (kg/s)
h = enthalpy (kJ/kg)

Pada perancangan sistem refrigerasi di *reefer container* ini akan digunakan kondensor berpendingin udara atau air cooled condensor.

Ciri ciri kondensor pendinginan udara sebagai berikut :

- Tidak memerlukan komponen pompa air, pipa air pendingin, penampung air, dan media fluida air
- Dapat dipasang dimana saja, asal berhubungan dengan udara bebas
- Tidak mudah terjadi korosi karena permukaan koil yang kering.

II.2.3.4 Katup Expansi

Katup ekspansi digunakan untuk mengekspansi cairan refrigeran secara adiabatik dari temperatur dan tekanan tinggi sampai mencapai temperatur dan tekanan rendah. Selain itu, katup ini dapat digunakan juga untuk mengontrol pemasukan refrigeran sesuai beban pendinginan yang harus ditangani oleh evaporator. Katup ekspansi yang digunakan berjenis thermostatic expansion valve karena cocok untuk sistem refrigerasi berukuran kecil atau sedang. Beberapa jenis katup ekspansi yang dikenal adalah pipa kapiler, katup ekspansi otomatis, dan katup ekspansi termostatik.

II.2.3.5 Pengering dan Saringan (Filter Dryer)

Salah satu komponen pada aplikasi mesin pendingin, baik itu refrigerator, cold storage maupun *reefer container* yang dapat menyerap uap air dan kotoran di dalam sistem pendinginan disebut dryer / pengering. Di dalam pengering ini berisi bahan pengering dan kawat saringan, yang dapat menyerap uap air, asam dan campuran, endapan minyak pelumas dan menyaring partikel patikel kotoran di dalam sistem. Peletakkan komponen dryer / pengering ini pada sisi tekanan tinggi dari sistem, yaitu pada saluran cair/liquid line, di dekat katup ekspansi dan sebaiknya dipasang pada posisi tegak berdiri, dengan lubang masuk pada bagian bawah. Umumnya pengering dipasang permanen dan dilakukan penggantian apabila bahan pengering tidak dapat menyerap lagi.

II.2.3.6 Saringan

Saringan berguna untuk menyaring bahan pendingin cair sebelum masuk ke katup ekspansi agar kotoran yang ikut terbawa bahan pendingin cair tidak masuk ke dalam katup. Saringan harus mampu menyaring semua kotoran pada sistem, namun tidak boleh menyebabkan penurunan tekanan atau membuat sistem buntu.

II.3 Energi

II.3.1 Potensi Sumber Energi Terbarukan di Indonesia

II.3.1.1 Energi Panas Bumi

Sebagai daerah vulkanik, wilayah Indonesia sebagian besar kaya akan sumber energi panas bumi. Jalur gunung berapi membentang di Indonesia dari ujung Pulau Sumatera sepanjang Pulau Jawa, Bali, NTT, NTB menuju Kepulauan Banda, Halmahera, dan Pulau Sulawesi. Panjang jalur itu lebih dari 7.500 km dengan lebar berkisar 50-200 km dengan jumlah gunung api baik yang aktif maupun yang sudah tidak aktif berjumlah 150 buah. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di sepanjang jalur itu, terdapat 217 daerah prospek panas bumi. Potensi energi panas bumi total adalah 19.658 MW dengan rincian di Pulau Jawa 8.100 MW, Pulau Sumatera 4.885 MW, dan sisanya tersebar di Pulau Sulawesi dan kepulauan lainnya. Sumber panas bumi yang sudah dimanfaatkan saat ini adalah 803 MW. Biasanya data energi panas bumi dapat dikelompokkan ke dalam data energi cadangan dan energi sumber.

II.3.1.2 Energi Air

Indonesia memiliki potensi besar untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga air. Itu disebabkan kondisi topografi Indonesia bergunung dan berbukit serta dialiri oleh banyak sungai dan daerah daerah tertentu mempunyai danau/waduk yang cukup potensial sebagai sumber energi air. Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) adalah salah satu teknologi yang sudah terbukti (proven), tidak merusak lingkungan, menunjang diversifikasi energi dengan memanfaatkan energi terbarukan, menunjang program pengurangan pemanfaatan BBM, dan sebagian besar memakai kandungan lokal.

II.3.1.3 Energi Tumbuhan

Tahun 2025 menargetkan penggunaan bahar bakar alternatif biofuel sebesar dua puluh lima persen . target lima persen dicapai tahun 2010, meningkat menjadi 20 persen pada tahun 2020, dan 25 persen pada tahun 2025

II.3.1.4 Energi Samudra/Laut

Di Indonesia, potensi energi samudra/ laut sangat besar karena Indonesia adalah negara kepulauan yang terdiri dari 17.000 pulau dan garis pantai sepanjang 81.000 km, terdiri dari laut dalam , laut dangkal. dan sekitar 9.000 pulau-pulau kecil yang tidak terjangkau arus listrik Nasional, dan penduduknya hidup dari hasil laut.

Energi samudra ada empat macam, yaitu energi panas laut, energi pasang surut, energi gelombang, energi arus laut. Prinsip kerja masing-masing :
1. Energi panas laut yaitu dengan menggunakan beda temperatur antara temperatur di permukaan laut dan temperatur di dasar laut.
2. Energi pasang surut dengan menggunakan beda ketinggian antara laut pasang terbesar dan laut surut terkecil.
3. Energi gelombang adalah dengan menggunakan besar ketinggian gelombang dan panjang gelombang.
4. Energi arus laut prinsip kerjanya persis sama dengan turbin angin. Dengan menggunakan turbin akan dihasilkan energi listrik.

II.3.1.5 Angin

Secara umum Indonesia masuk kategori negara tanpa angin, mengingat bahwa kecepatan angin minimum rata-rata yang secara ekonomis dapat dikembangkan sebagai penyedia jasa energi adalah 4m/ dt. Kendatipun demikian ada beberapa wilayah dimana sumber energi angin kemungkinan besar layak dikembangkan. Wilayah tersebut antara lain Nusa Tenggara Timur (NTT), Nusa Tenggara Barat (NTB), Sulawesi Selatan dan Tenggara, Pantai Utara dan Selatan Jawa dan Karimun Jawa.

II.3.1.6 Surya

Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia menunjukan bahwa radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturutturut untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran :
• Kawasan barat Indonesia (KBI) = 4.5 kWh/m2 .hari, variasi bulanan sekitar 10%
• Kawasan timur Indonesia (KTI) = 5.1 kWh/m2.hari, variasi bulanan sekitar 9%
Rata-rata Indonesia = 4.8 kWh/m2 .hari, variasi bulanan sekitar 9%. Hal ini mengisyaratkan bahwa:
• radiasi surya tersedia hampir merata sepanjang tahun,
• kawasan timur Indonesia memiliki penyinaran yang lebih baik.

Energi surya dapat dimanfaatkan melalui dua macam teknologi yaitu energi surya termal dan surya fotovoltaik.

II.3.2 Sel Surya

Sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaic, oleh karenanya dinamakan juga sel fotovoltaic *(Photovoltaic cell* – disingkat PV)). Tegangan listrik yang dihasilkan oleh sebuah sel surya sangat kecil, sekitar 0,6V tanpa beban atau 0,45V dengan beban. Untuk mendapatkan tegangan listrik yang besar sesuai keinginan diperlukan beberapa sel surya yang tersusun secara seri.

Gambar 2. 11 Panel Surya

Dari sel surya yang ada sekarang ada beberapa macam jenis sel surya atau solar panel yang ada di pasaran. Adapun tipe atau macam macamnya dapat dijabarkan dibawah ini.

II.3.2.1 Jenis Jenis Panel Surya

Adapun jenis jenis panel surya adalah sebagai berikut :

II.3.2.1.1 Monokristal (*Mono-crystalline*)

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang

beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya mataharinya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

II.3.2.1.2 Polikristal (*Poly-Crystalline*)

Merupakan Panel Surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel suraya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah.

II.3.2.1.3 *Thin Film Photovoltaic*

Merupakan Panel Surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokristal-silicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokristal & polykristal. Inovasi terbaru adalah *Thin Film Triple Junction Photovoltaic* (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang ditera setara.

II.3.3 Komponen Panel Surya

Adapun bagian bagian dari sebuah panel surya adalah sebagai berikut :

II.3.3.1 Substrat

Substrat adalah material yang menopang seluruh komponen panel surya. Material ini harus memiliki konduktifitas listrik yang baik karena struktur ini juga akan berfungsi sebagai kontak termal positif panel surya. Umumnya material yang digunakan adalah metal atau logam seperti alumunium atau molybdenum. Untuk panel surya dye-sensitizied (DSSC) dan panel surya organik, substrat ini juga berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya.

II.3.3.2 Material Semikonduktor

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari panel surya yang mempunyai lapisan tipis. Adapun fungsi dari material semikonduktor ini adalah untuk menyerap cahaya dan sinar matahari. Bagian semikonduktor tersebut terdiri dari junction atau gabungan dari dua material semikonduktor yaitu semikonduktor tipe (+) dan tipe (-) yang membentuk p-n junction. Selain substrat sebagai kontak positif, pada permukaan material semikonduktor biasanya dilapiskan material metal transparan sebagai kontak negatif yang disebut dengan contact grid.

II.3.3.3 Lapisan Antireflektif

Material anti-refleksi adalah lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya belok ke arah semikoduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan kembali. Adapun fungsi dari komponen ini adalah untuk mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor.

II.3.3.4 Enkapsulasi

Enkapsulasi merupakan bagian yang berfungsi untuk melindungi modul surya dari hujan atau kotoran. Struktur inilah yang mejadikan panel surya menjadi mudah untuk dibersihkan dan tidak memerlukan perawatan oleh ahli khusus.

II.3.4 Perhitungan Daya Panel Surya

Panel surya ditempatkan menghadap ke arah matahari sebagai sumber energinya. Sehingga dari pancaran sinar matahari yang mengenai panel surya dan akan memberikan daya yang ditangkapnya. Dari daya yang ditangkap tersebut dapat dihitung dengan mengunakan persamaan :

Daya Input : Perhitungan daya input dapat menggunakan persamaan

$$Pin = G \times A$$

Dimana:
Pin = Daya input akibat Radiasi matahari (Watt)
G = Intensitas radiasi matahari (Watt/m2)
A= Luas area permukaan photovoltaic module (m2)

Daya output : Perhitungan daya output dapat menggunakan persamaan

$$Pout = Vmax \times Imax$$

Dimana :
Vmax= Tegangan pada daya maksimum (Volt)
Imax = Arus pada daya maksimum (Ampere)

II.3.5 Baterai

Baterai merupakan alat menyimpan energi listrik melalui proses elektrokimia. Proses elektrokimia adalah di dalam baterai terjadi perubahan kimia menjadi listrik (proses pengosongan) dan listrik menjadi kimia dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda pada baterai yaitu dengan melewatkan arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan pada sel.

Menentukan kapasitas baterai/aki :

Kapasitas Baterai : ((n x total pemakaian harian)/Vdc))/DOD
Keterangan :
n = Efisiensi harian
Vdc = Tegangan Sistem
DOD = Depth of discharge

II.4 Penyimpanan Produk Ekspor

Buah pisang segar memiliki masa simpan yang cukup pendek. Proses penyimpanan merupakan salah satu tahap kritis terjadinya penurunan kualitas buah dan kemungkinan re-infestasi OPT serta kontaminasi kotoran dan cemaran pada buah nanas pisang segar siap ekspor. Mitigasi OPT selama penyimpanan buah pisang segar siap ekspor sebagai berikut:

II.4.1 Pertama

Buah pisang segar siap ekspor harus disimpan di ruangan, yang bersih, sejuk, bebas banjir, dan tertutup untuk melindungi buah dari cemaran biologis, mekanis, dan re-infestasi OPT.

II.4.2 Kedua

Buah pisang segar siap ekspor harus disimpan pada ruangan dengan suhu penyimpanan buah yang baik adalah berkisar pada suhu 12-14 °C dan kelembaban relatif ≤ 90%. Buah pisang segar siap ekspor disimpan dengan susunan kotak karton kemasan maksimum 4 lapis.

II.4.3 Ketiga

Penyimpanan buah menggunakan sistem *First In First Out* (FIFO), yaitu buah yang disimpan/masuk lebih dahulu harus dikeluarkan lebih dahulu pula.

II.4.4 Keempat

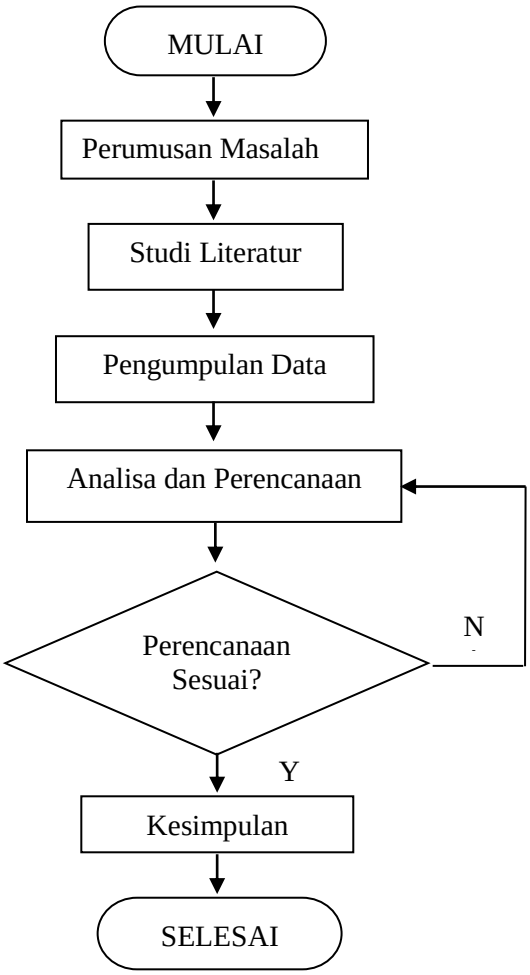
Selama penyimpanan harus dipastikan ruang penyimpanan selalu dalam keadaan tertutup, bersih, serta pekerja yang melakukan penyimpanan menggunakan pakaian yang bersih dan khusus untuk mencegah terjadinya kontaminasi OPT.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Dalam sebuah perencanaan diperlukan langkah terstruktur untuk mencapai hasil yang dituju. Dalam Tugas akhir ini berupa studi perancangan yang berbasis studi literatur serta data pendukung yang diperoleh melalui bahan pustaka maupun kegitan penyusunan laporan sebagai acuan untuk penyelesaiaan pekerjaan.Jadi dalam penelitian ini diperlukan metode agar dapat mencapai titik hasil yang diharapkan. Dalam sebuah metode, dirincikan setiap tahapan sehingga akan diketahui langkah untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Dalam skripsi ini tahapan yang direncanakan secara ringkas dapat dilihat pada diagram alir sebagai berikut :

Flowchart Metodelogi Penelitian

Diagram 3.1 Flow Chart Metode Penelitian



III.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Awal mula dari sebuah penelitian adalah identifikasi sebuah hal yang menarik . Dari ketertarikan akan suatu hal akan ditentukan suatu masalah pada hal tersebut. Dari hasil identifikasi maka akan menemukan suatu masalah spesifik . Hasil dari penemuan masalah yang spesifik tersebut kemudian akan ditindak lanjuti dengan pencarian informasi . Dari masalah tersebut kemudian melakukan perumusan masalah, batasan dan tujuan penelitian. dari pengerjaan suatu penelitian. Masalah pada skripsi ini adalah "Analisa Penggunaan *Solar Power* Pada *Container* Berpendingin untuk Buah".

III.2 Studi Literatur

Permasalahan yang telah didapat kemudian akan ditindak lanjuti dengan studi literatur. Jadi dari studi literatur dapat diketahui masalah masalah yang sama dari hal spesifik yang berbeda. Selain itu dapat juga dengan mencari referensi dari teori teori yang menunjang dari penyelesaian masalah tersebut. Fungsi dari studi literatur sangat berperan dalam pemecahan suatu masalah karena dapat dijadikan referensi terhadap masalah "Analisa Penggunaan *Solar Power* Pada *Container* Berpendingin untuk Buah". Jadi studi literatur yang diperlukan adalah literatur yang berhubungan dengan instalasi turbin kaplan . Sehingga dengan adanya studi literatur yang didapat mampu menyelesaikan masalah yang akan dipecahkan.

Pada studi literatur pula dideskripsikan rumus rumus yang dipakai dalam analisa penyelesaian tugas akhir ini. Lalu dari rumus rumus tersebut digunakan dalam perhitungan yang akhirnya digunakan dalam sebuah analisa. Studi literatur yang digunakan bersumber dari media seperti :

- Buku / Modul /e –book/ HandBook
- Publikasi artikel ilmiah (jurnal dan paper)
- Tugas Akhir, Thesis
- Media Online

Sedangkan untuk pencarian beberapa pustak tersebut bisa dilakukan di beberapa tempat , antara lain :

- Perpustakaan ITS
- Ruang Baca FTK
- Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem , Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS.

III.3 Pengumpulan Data

Pada permasalahan ini memerlukan data yang harus diketahui untuk menunjang pengerjaan skripsi. Data yang dibutuhkan antara lain :

- Data ukuran dan spesifikasi kontainer berpendingin atau *reefer container*
- Data Panel Surya dan Peralatan
- Data Standar Pendinginan Buah

- Data peralatan kontainer berpendingin

III.4 Analisa dan Perencanaan

Sertelah mendapatkan data dan informasi dari pengumpulan maka dapat dimulai analisa dan perencanaan desain yang meliputi :

- Perencanaan penempatan *Solar Power* pada *container*
- Perhitungan daya yang dihasilkan dari perencanaan
- Kebutuhan daya pada sistem pendingin
- Perhitungan sistem *reefer container*
- Analisa besaran daya yang dihasilkan untuk daya yang dibutuhkan sistem *reefer container*

III.5 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa desain dan perencanaan kemudian akan dijabarkan pula kesimpulan dalam tugas akhir ini. Kesimpulan nantinya akan mencakup hasil hasil analisa yang menyeluruh dan disajikan secara ringkas dan mengakomodir.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini data data yang sudah diperoleh pada tahap studi literatur dan pengumpulan data sehingga dapat dilakukan desain, perhitungan dan analisa dari masalah yang akan diselesaikan dari tugass akhir yaitu penerapan *Solar Power* untuk *container* berpendingin.

Perhitungan meliputi beban yang dibutuhkan untuk *container* berpendingin sebagai pengangkut buah pisang. Kemudian daya yang dihasilkan dari *Solar Power* pada single *container* dan juga penggunaan *Solar Power* yang dipasangkan pada kapal.

Selain melakukan perhitungan juga mendesain peletakan *Solar Power* pada kapal tanpa melakukan perhitungan pada konstruksi yang dibutuhkan pada pemasangan tersebut. Desain hanya berupa konsep peletakan posisi pada kapal yang akan digunakan sebagai analisa power.

IV.1 Perencanaan *Solar Power* Pada *Container*

Pada tahap ini akan digambarkan desain dari peletakan *Solar Power* pada kontainer . Akan pula digambarkan peletakan *Solar Power* pada bagian atas sebuah *container*. Ukuran *container* pada tugas akhir ini adalah *container* 20ft. Perlu diketahui pula dimensi dari *reefer container* yang telah ada tersebut :

Tabel 4.1 Dimensi Dalam dari *Reefer Container*, Hapag Loyd

	Inside dimensions				Door openings		Weights			Capacity		
9' 6" high	Length mm ft	Width mm ft	Height mm ft	Max. stow. height (to load line) mm ft	Width mm ft	Height mm ft	Max. gross kg lbs	Tare kg lbs	Max. payload kg lbs	m³ ft³	Hapag-Lloyd serial number excerpt	
	11,578 37' 11¾"	2,280 7' 5¾"	2,525 8' 3⅜"	2,425 7' 11½"	2,276 7' 5⅝"	2,535 8' 3¾"	34,000 74,957	4,300 9,480	29,700 65,477	66.7 2,356	HLXU	676100 - 676599
	11,599 38' ¼"	2,290 7' 6⅛"	2,545 8' 4⅛"		2,290 7' 6⅛"	2,557 8' 4⅝"	34,000 74,956	4,420 9,744	29,580 65,212	67.6 2,387	HLXU	877530–880529
	11,580 37' 11⅞"	2,290 7' 6⅛"	2,540 8' 4"	2,420 7' 11¼"		2,569 8' 5⅛"	34,000 74,957	4,450 9,810	29,550 45,146	67.3 2,380	HLXU	870000–872099
Controlled atmosphere technology (ExtraFresh)	11,590 38' ¼"	2,290 7' 6⅛"	2,540 8' 4"	2,420 7' 11 1/4"			34,000 74,956	4,570 10,075	29,430 64,881	67.4 2,381	HLBU	904000–904999
Controlled atmosphere technology (EverFresh)		2,280 7' 5¾"					34,000 74,956	4,800 10,582	29,200 64,374	67.4 2,380	LNXU	965000–965999
Non-Foodstuff	11,580 37' 11⅞"	2,290 7' 6⅛"	2,543 8' 4⅛"	2,423 7' 11⅜"	2,294 7' 6¼"	2,550 8' 4⅜"	34,000 74,957	4,550 10,031	29,450 64,925	67.4 2,380	HLXU	777000–777484
	11,590 38' ¼"	2,294 7' 6¼"	2,594 8' 6⅛"	2,474 8' 1⅜"	2,290 7' 6⅛"	2,569 8' 5⅛"	34,000 74,956	4,660 10,273	29,340 64,683	67.9 2,398	HLXU	777500–777699

Dari tabel tersebut belum dapat diambil dimensi bagian luar untuk dilakukan perencanaan atau drafting bagian yang mungkin untuk dipasang *Solar Power* atau solar

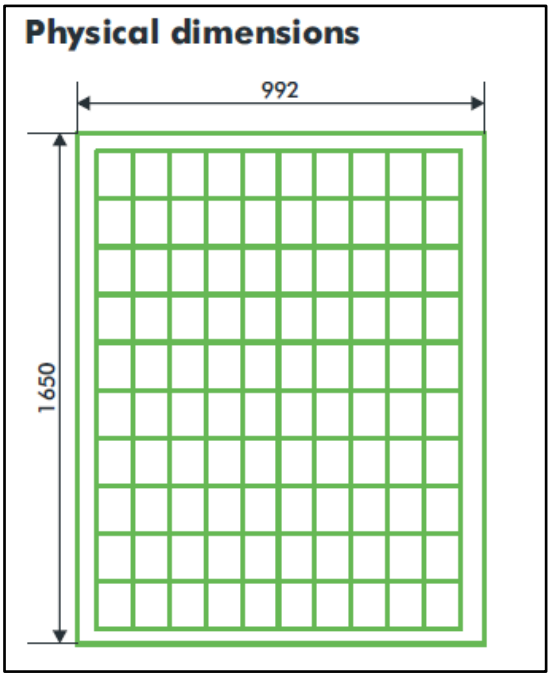
panel. Dalam tabel tersebut terdapat internal dimension yang nantinya digunakan untuk perhitungan daya yang dibutuhkan untuk *container* berpendingin. Jadi menjadi acuan kapasitas volume dari kontainer yang sudah ada untuk pengangkutan buah pisang. Lalu akan ada tabel berikutnya yang memperlihatkan dimensi bagian luar dari kontainer standar. Kontainer harus memenuhi ukuran yang mengacu pada ISO 668. Berikut data dimensi luar :

Tabel 4.2 Dimensi Luar *Container*, Hapag Loyd

	Length			Width	Height	
	mm ft	mm ft	mm ft	mm ft	mm ft	mm ft
Dimensions	20' 6,058	40' 12,192	45' 13,716	8' 2,438	8' 6'' 2,591	9' 6'' 2,896
Minimum internal dimensions	5,898 19' 4 1/8"	12,029 39' 5 1/2"	13,556 44' 5 5/8"	2,350 7' 8 1/2"	2,350 7' 8 1/2"	2,667 8' 9"
Minimum door opening dimensions				2,337 7' 8"	2,261 7' 5"	2,565 8' 5"

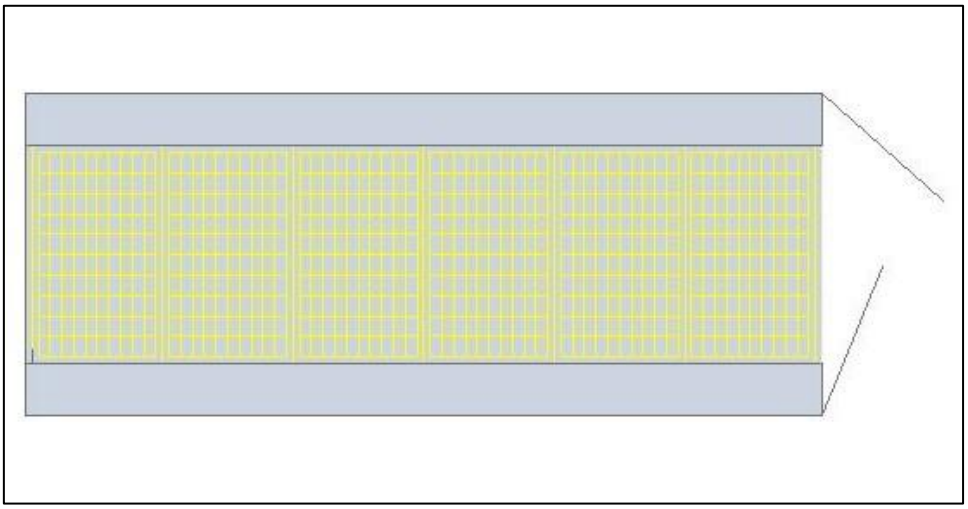
IV.1.1 Penempatan Panel Surya

Dimensi dari panel surya yang akan dipakai pada gambar berikut ini.



Gambar 4. 1 Dimensi Panel Surya, Centcys 250 W

Dari gambar dibawah ini adalah gambaran luasan dari atap *container* yang memungkinkan untuk menerima sinar dari matahari dengan luasan atap *container* adalah 14, 7694 m2 . Dari tampak atas tersebut kemudian digambarkan bentuk penampakannya dalam rasio berikut dengan keterangan gambar tanpa skala.*Container* tampak atas yang digambarakan :



Gambar 4. 2 Tampak Atas *Container*

Dari gambar diatas merupakan gambaran rasio bentuk dari atap *container*. Diketahui dari data ukuran panjang dan lebar dari tampak atas *container* tersebut adalah dengan panjang 6058mm dan lebar 2438mm. Dengan luasan yang yang didapat dari perkalian panjang dan lebar atas kontainer tersebut 14, 7694 m2.

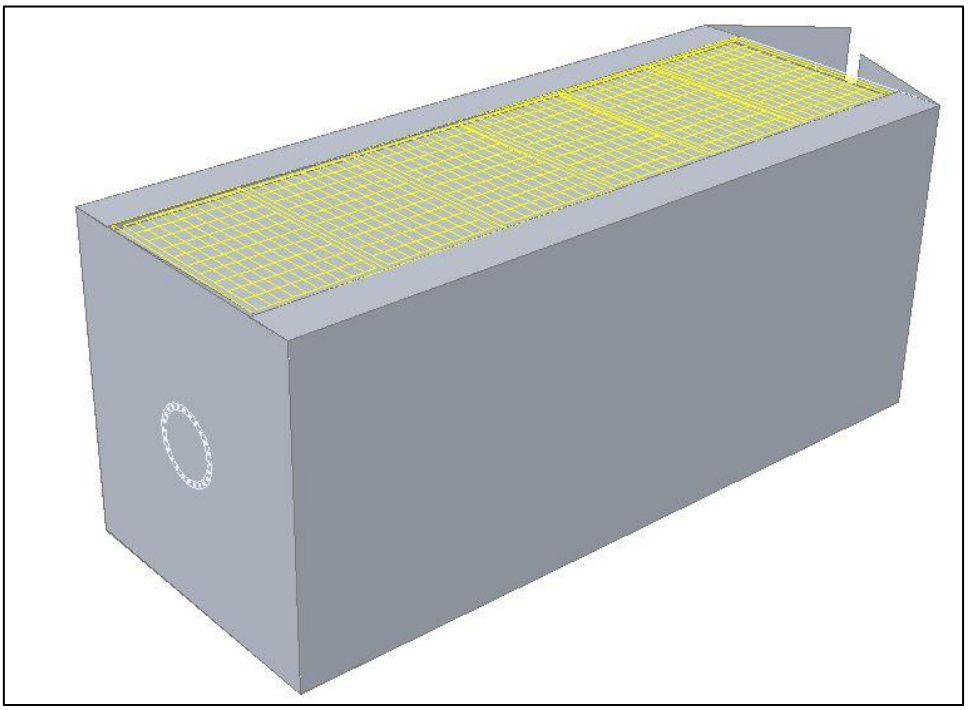
Alasan dimensi luar *container* yang digambarkan adalah tampak atas dikarenakan pertimbangan untuk sisi samping dan sisi depan belakang tidak selalu terkena matahari karena posisinya kemungkinan sangat besar untuk terhalang. Terhalangnya sisi samping ini dikarenakan oleh continer yang lainnya pada tumpukan tumpukan *container*. Sehingga penempatan *container* ini hanya berada pada tumpukan *container container* lain.

Karena alasan tersebut perancangan kontainer pendingin ini hanya bisa dijadikan tanpa tumpukan. Karena sangat tergantung oleh posisinya yang harus berada pada posisi paling atas ataupun posisi satu tanpa tumpukan diatasnya. Selain itu container pendingin ini juga tidak memanfaatkan penempatan untuk sisi pelebaran dari atap. Maksudnya melebarkan atap menggunakan penyangga.

Dari sisi atap *container* inilah nantinya akan direncanakan panel surya yang dapat dimanfaatkan suplainya.Penempatan paling efektif adalah pada sisi atap *container* ini. Sisi atap menjadi penempatan yang dipilih karena pertimbangan tersebut.

Dari tampak atas *container* akan dilakukan perencanaan penempatan *Solar Power* yang akan ditempatkan pada bagian atas *container* tersebut tetapi harus mengetahui ukuran panel surya tersebut.

Dari ukuran panel surya tersebut kemudian melakukan pengefittan panel surya pada atap *container*. Sehingga kemungkinan terbanyak pengefittan panel surya tersebut adalah sebanyak 6 buah panel.



Gambar 4. 1 Tampak Atas *Container* Dengan Panel Surya

Penempatan Panel Surya diatas disesuaikan dengan panel surya yang sudah yang terdapat ukurannya diatas dengan dimensi atap *container*. Sehingga maksimal kemungkinan dipasang adalah 6 buah. Dan tidak bisa dengan skenario yang lain.

Penggunaan dengan skenario yang lain adalah dengan memesan sesuai dengan bentuk luasan atas atau dengan membeuat solar panel sesuai dengan yang luasan yang digunakan.

IV.2 Perhitungan Daya Panel Surya

Perhitungan dilakukan kepada panel surya yang telalh dipasang pada atap *reefer container* . Dilakukan perhitungan untuk menentukan besaran daya yang dihasilkan dari panel surya.

IV.2.1 Perhitungan Daya Total Pada Atap

Rumus daya yang dihasilkan adalah :

Daya = Jumlah Unit x Wp

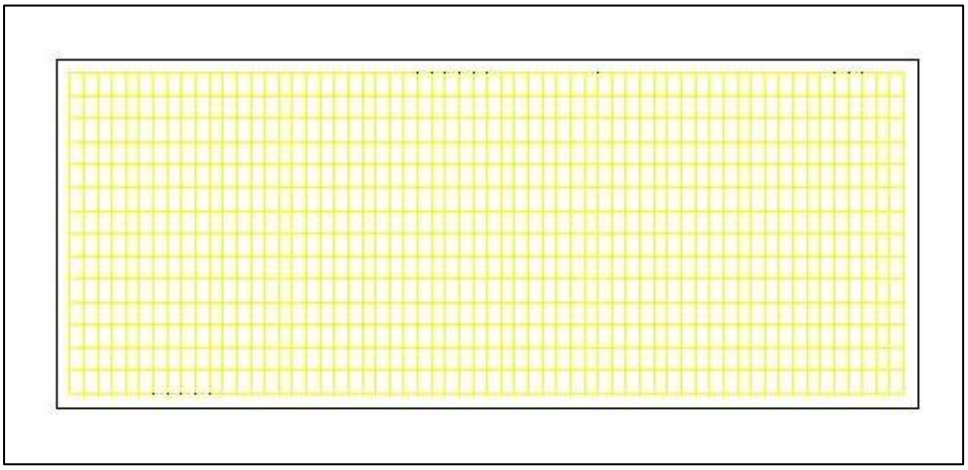
Jumlah unit yang mungkin terpasang adalah 6 unit dan daya per unit adalah 250 watt

Daya = 6 x 250
Sehingga Daya yang dihasilkan adalah : 1500 watt, atau hanya menghasilkan 1,5 kW. Daya tersebut akan dipenuhi per jam dalam puncak pemanasan atau sekitar 5 jam per hari. Atau dalam waktu dari pukul 09.00-15.00 dalam cuaca yang cerah.

Alasan mengapa dipilih pada jam ini adalah dikarenakan pertimbangan waktu matahari sudah efektif untuk mengenai panel surya yang ada dan memungkinkan untuk diserap oleh *Solar Power*.

IV.2.2 Daya Seluruh Luasan Atap

Dari sumber solarpowerrocks mengatakan bahwa satu foot bisa menghasilkan 15 watt daya. Dengan asumsi tersebut dan melakukan perencanaan penempatan pada atap container tanpa menghitung kekuatan konstruksi maka rencana yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.4 Visualisasi Pada Seluruh Luasan

Dari perencanaan pad tampak diatas Solar panel dipasang pada seluruh luasan atap container dengan memperhatikan dari frame solar power itu sendiri. Jika memanfaatkan dari seluruh luasan atap container maka diharapkan mampu untuk mendapatkan daya

maksimum dari luasan tersebut. Penempatan pada atap container tersebut meliputi seluruh luasan pada atap container.
Daya yang dapat dihasilkan dari design penempartan dari continer dapat diketahui dengan melakukan perhitungan . Sehingga daya yang bisa dihasilkan adalah :

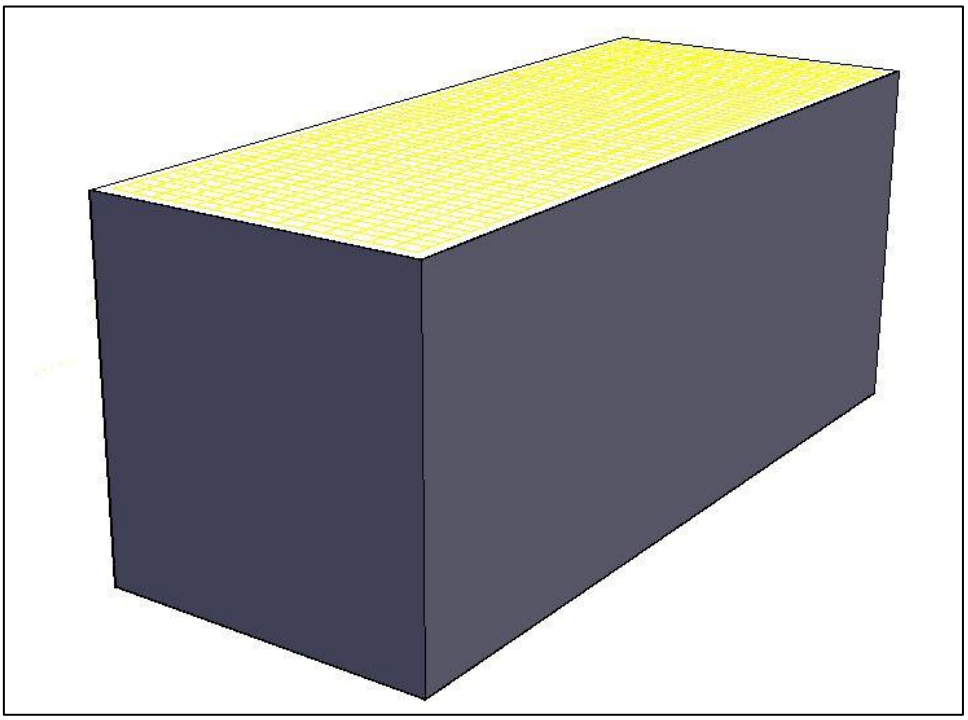
P = L x P (per feet)

Dimana :
Luasan Atap *Container* : 150,14 ft2

Sehingga :

P = 150,14 x 15
P = 2252 W
P = 2,25 kW

Sehingga daya yang dihasilkan adalah perkalian Luasan dengan 15watt maka akan menghasilkan sebesar 2252 watt atau hanya sebesar 2,25 kW. Dari perhitungan diatas diketahui besaran daya yang dihasilkan dari penempatan soar power pada seluruh atap container. Penempatan solar power pada atap container divisualisasikan dengan gambar dibawah ini.

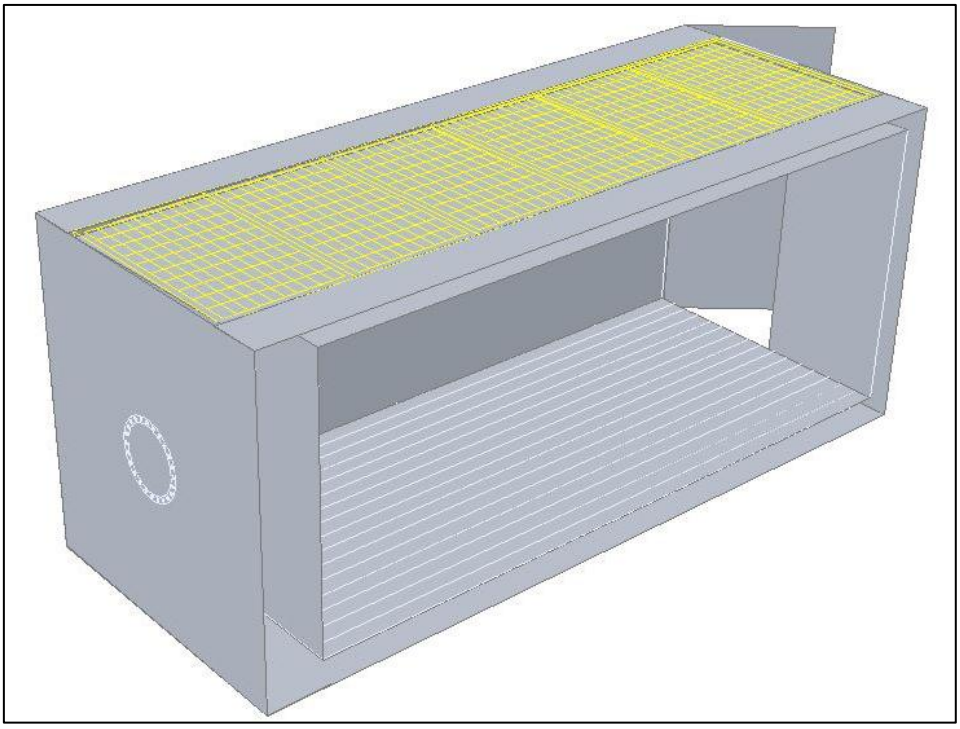


Gambar 4.5 Visualisasi Pada Seluruh Luasan

IV.3 Perhitungan Beban Pendinginan Total

Dalam perancangan *reefer container* terdapat hal yang perlu diperhatikan terhadap beban pendinginan yang berpengaruh. Hal yang perlu dihitung adalah beban pendinginan total sebagai acuan untuk spesifikasi pemilihan komponen dan peralatan yang akan digunakan. Komponen komponen tersebut nantinya akan dipertimbangkan untuk mendapat suplai power dari *Solar Power*. Tapi perhitungan beban menjadi hal utama karena sesuai dengan fungsi utama dari *reefer container* tersebut. Komponen beban pendingin terdiri dari :

-Beban Transmisi
-Muatan /Produk yang diangkut
-Beban Internal
-Sumber panas lain, yang bersumber dari pekerja, lampu, mesin refrigasi, dll.



Gambar 4.6 Reefer Container dengan Panel Surya

IV.3.1 Beban Transmisi

Beban Pendinginan transmissi adalah beban pendinginan yang berasal dari wadah atau tempat untuk mengangkut, dalam perhitungan ini berupa produk buah pisang, Produk disini diangkut dengan ketebalan dinding dan insulasi dengan jumlah besaran adalah 204 mm .

Perhitungan beban transmissi menggunakan rumus

$Q = U \times A \times \Delta T$

Dimana :

Q = Panas yang didapat
U = overall heat transfer coeefficent
A = Area luar dari bagian
ΔT = Perbedaan temperatur luar dan dalam

Sebelum menghitung beban transmisi perlu dihitung terlebih dahulu nilai dari U dengan menggunakan rumus :

U = 1/((1/h1)+(x/k)+(1/h0))

x = wall thickness
k = thermal conductivity
h1 = 1,6 udara
h0 = 6 jika angin 15mph

maka nilai dari U adalah

U = 1/((1/1,6)+(0,204/0,026)+(1/6)
U = 0,1158

Sekarang menghitung nilai dari Q dimana:

ΔT = 20 °C
A = 59,96 m2
U = 0,1158

Beban pendinginan transmissi menggunakan rumus:
Q = U x A x (Temp out – Temp in)
Q = 0,1158 x 59,96 x 20
Q = **0,14** KW

IV.3.2 Beban Produk

Beban pendingin akibat produk dipertimbangkan karena buah yang dihitung tersebut sudah dalam packing rapi dan siap untuk dipasaarkan . Beban produk adalah hal utama yang harus dipergitungkan.

Q = m x c1 x (t1-t2)

Dimana :
m = massa produk dalam kg
c1 = Specific Heat Capacity of product diatas beku (kJ/kg.°C)

Temp enter = the entering temperature of the products (°C)
Temp store = the temperature within the store (°C)

Nilai dari c1 didapat dari tabel ASHRAE 1998 REFRIGERATION HANDBOOK Chapter 8

Tabel 4.3 Thermal Properties of Foods

Thermal Properties of Foods **8.3**

Table 3 Unfrozen Composition Data, Initial Freezing Point, and Specific Heats of Foods[a]

Food Item	Moisture Content, % x_{wo}	Protein, % x_p	Fat, % x_f	Carbohydrate, % x_c	Fiber, % x_{fb}	Ash, % x_a	Initial Freezing Point, °F	Specific Heat Above Freezing, Btu/lb·°F	Specific Heat Below Freezing Btu/lb·°F
Vegetables									
Artichokes, Globe	84.9	3.27	0.15	10.51	5.40	1.13	29.8	0.87	0.45
Artichokes, Jerusalem	78.0	2.00	0.01	17.44	1.60	2.54	27.5	0.83	0.44
Asparagus	92.4	2.28	0.20	4.54	2.10	0.57	30.9	0.94	0.48
Beans, snap	90.3	1.82	0.12	7.14	3.40	0.66	30.7	0.94	0.47
Beans, lima	70.2	6.84	0.86	20.16	4.90	1.89	30.9	0.73	0.40
Beets	87.6	1.61	0.17	9.56	2.80	1.08	30.0	0.90	0.40
Broccoli	90.7	2.98	0.35	5.24	3.00	0.92	30.9	0.92	0.47
Brussels sprouts	86.0	3.38	0.30	8.96	3.80	1.37	30.6	0.88	0.40
Cabbage	92.2	1.44	0.27	5.43	2.30	0.71	30.4	0.94	0.47
Carrots	87.8	1.03	0.19	10.14	3.00	0.87	29.5	0.90	0.46
Cauliflower	91.9	1.98	0.21	5.20	2.50	0.71	30.6	0.93	0.47
Celeriac	88.0	1.50	0.30	9.20	1.80	1.00	30.4	0.91	0.46
Celery	94.6	0.75	0.14	3.65	1.70	0.82	31.1	0.95	0.48
Collards	90.6	1.57	0.22	7.11	3.60	0.55	30.6	0.92	0.46
Corn, sweet, yellow	76.0	3.22	1.18	19.02	2.70	0.62	30.9	0.79	0.42
Cucumbers	96.0	0.69	0.13	2.76	0.80	0.41	31.1	0.98	0.49
Eggplant	92.0	1.02	0.18	6.07	2.50	0.71	30.6	0.94	0.48
Endive	93.8	1.25	0.20	3.35	3.10	1.41	31.8	0.94	0.48
Garlic	58.6	6.36	0.50	33.07	2.10	1.50	30.6	0.79	0.42
Ginger, root	81.7	1.74	0.73	15.09	2.00	0.77	—	0.92	0.46
Horseradish	78.7	9.40	1.40	8.28	2.00	2.26	28.8	0.78	0.42
Kale	84.5	3.30	0.70	10.01	2.00	1.53	31.1	0.89	0.46
Kohlrabi	91.0	1.70	0.10	6.20	3.60	1.00	30.2	0.92	0.47
Leeks	83.0	1.50	0.30	14.15	1.80	1.05	30.7	0.95	0.46
Lettuce, iceberg	95.9	1.01	0.19	2.09	1.40	0.48	31.6	0.96	0.48
Mushrooms	91.8	2.09	0.42	4.65	1.20	0.89	30.4	0.93	0.47
Okra	89.6	2.00	0.10	7.63	3.20	0.70	28.8	0.92	0.46
Onions	89.7	1.16	0.16	8.63	1.80	0.37	30.4	0.90	0.46
Onions, dehydrated flakes	3.9	8.95	0.46	83.28	9.20	3.38	—	—	—
Parsley	87.7	2.97	0.79	6.33	3.30	2.20	30.0	0.86	0.46
Parsnips	79.5	1.20	0.30	17.99	4.90	0.98	30.4	0.84	0.46
Peas, green	78.9	5.42	0.40	14.46	5.10	0.87	30.9	0.79	0.42
Peppers, freeze dried	2.0	17.90	3.00	68.70	21.30	8.40	—	—	—
Peppers, sweet, green	92.2	0.89	0.19	6.43	1.80	0.30	30.7	0.94	0.47
Potatoes, main crop	79.0	2.07	0.10	17.98	1.60	0.89	30.9	0.87	0.44
Potatoes, sweet	72.8	1.65	0.30	24.28	3.00	0.95	29.7	0.75	0.40
Pumpkins	91.6	1.00	0.10	6.50	0.50	0.80	30.6	0.92	0.47
Radishes	94.8	0.60	0.54	3.59	1.60	0.54	30.7	0.95	0.48
Rhubarb	93.6	0.90	0.20	4.54	1.80	0.76	30.4	0.96	0.48
Rutabaga	89.7	1.20	0.20	8.13	2.50	0.81	30.0	0.91	0.47
Salsify (vegetable oyster)	77.0	3.30	0.20	18.60	3.30	0.90	30.0	0.83	0.44
Spinach	91.6	2.86	0.35	3.50	2.70	1.72	31.5	0.94	0.48
Squash, summer	94.2	0.94	0.24	4.04	1.90	0.58	31.1	0.96	0.48
Squash, winter	87.8	0.80	0.10	10.42	1.50	0.90	30.6	0.91	0.46
Tomatoes, mature green	93.0	1.20	0.20	5.10	1.10	0.50	30.9	0.95	0.48
Tomatoes, ripe	93.8	0.85	0.33	4.64	1.10	0.42	31.1	0.95	0.48
Turnip greens	91.1	1.50	0.30	5.73	3.20	1.40	31.6	0.94	0.47
Turnip	91.9	0.90	0.10	6.23	1.80	0.70	30.0	0.93	0.47
Watercress	95.1	2.30	0.10	1.29	1.50	1.20	31.5	0.96	0.48
Yams	69.6	1.53	0.17	27.89	4.10	0.82	—	0.84	0.42
Fruits									
Apples, fresh	83.9	0.19	0.36	15.25	2.70	0.26	30.0	0.86	0.44
Apples, dried	31.8	0.93	0.32	65.89	8.70	1.10	—	0.54	0.27
Apricots	86.3	1.40	0.39	11.12	2.40	0.75	30.0	0.88	0.46
Avocados	74.3	1.98	15.32	7.39	5.00	1.04	31.5	0.91	0.49
Bananas	74.3	1.03	0.48	23.43	2.40	0.80	30.6	0.80	0.42

Dari tabel diatas maka didapat nilai dari c1 adalah : 3,56

Setelah mendapatkann nilai dari c1 dari tabel tersebut kemudian dapat melakukan perhitungan berikutya yaitu nilai dari Q perhitungannya sbb:

Q = 8250 x 3,56 x 15
Q = 440550

Kemudian nilai Q ini dihitung selanjutnya dengan menggunakan rumus

q = Q/(3600.n)

dimana n adalah waktu yang dibutuhan dalam satuan jam. Disini ditentukan waktu yang dibutuhkan adalah 12 jam
maka nilai dari beban produk adalah :

q =440550/(3600 x 12)
q =10,20 kW

Jadi beban kalor produk yang dikalkulasikan dalam waktu pendinginan sampai titik 10 derajat adalah 10,2 kW. Besaran tersebut adalah kalor yang diperlukan untuk mendinginkan produk tersebut atau kalor yang bekerja pada produk tersebut.

IV.3.3 Beban Internal

Pada bagian beban internal meliputi beban dari electric motor yang menghasilkan panas faktor orang yang bekerjamemuat barang dan beban penerangan dari dalam sistem pendingin.

-Beban akibat elektrik motor

Beban panas dari elektrik motor itu adalah 1,5 HP
Beban dari elektrik motor juga sudah

-Beban akibat orang
qp = 272 -6t

dimana:
t = temperatur dari ruangan pendingin

qp =272 -6.10
qp =272 -60
qp =212 Watt

Bisa juga beban dari orang yang bekerja didalamnya dihitung menggunakan tabel yang bisa langsung mendapatkan nilai bebannya. Penggunaan tabel juga lebih

mensederhanakan dalam perhitungannya . Dengan menggunakan tabel dapat diketahui nilai dari q.

Jika nilai q didat dari tabel :

Tabel 4.4 Heat Equivalent of Occupancy

Refrigerated Space Temperature, °C	Heat Equivalent/Person, W
10	210
5	240
0	270
–5	300
–10	330
–15	360
–20	390
Note: Heat equivalent may be estimated by $q_p = 272 - 6t$(°C)	

Temperatur ruangan dingin adalah 10°. Dari tabel diatas maka didapat nilai W adalah : 210 Watt

Atau beban dari orang adalah 0,21 kW

Jadi beban orang yang berada dalam ruangan ketika melakukan kegiatan bongkar atau muat adalah 0,21 kW per orang. Jika dalam pengerjaan penataan hanya dibutuhkan satu orang secara bergantian selama beberapa jam maka beban yang ditentukan tetap sebesar itu.

-Beban akibat penerangan

Penerangan juga menghasilkan kalor, sehingga penerangan juga perlu dihitung dalam penentuan beasaran beban.

Beban akibat penerangan dapat dihitung menggunakan rumus :

Qlp = n x (t/24)

Dimana :

Qlp = Beban panas akibat penerangan
N = daya lampu pijar
T = Lama penggunaan lampu

Lama penggunaan lampu disini saat melakukan proses muat adalah 3 jam maka

Qlp = 4 x 50 x (3/24)

Qlp = 0,025 kW

Jadi beban penerangan sebesar 0,025 kW

IV.3.4 Beban Infiltrasi

Beban infiltrasi adalah beban yang terjadi akibat masuknya suhu luar ruangan ke dalam ruangan yang diakibatkan dari terbukanya pintu *reefer container*. Perubahan buka tutup ruangan ini juga perlu dihitung karena akan mempengaruhi beban yang harus didinginkan selain beban produk.

Beban infiltrasi dapat dihitung menggunakan rumus :

$q = 0{,}577\ W\ H^{1,5}(QS/A)(1/Rs)$

Dimana :
q = kalor laten sensibel dari beban pendinginan
Qs/A = tekanan udara sensibel per meter persegi
W = lebar dari pintu 2,276 m
Rs = Rasio panas sensible , 0,87 m
H = Tinggi pintu 2,525 m

Maka beban dari infiltrasi ini adalah

q =4,45 kW

Jadi besaran beban infiltrasi sebesar 4,45 kw yang menambah beban pendinginan dari sistem refrigasi dalam *reefer container*.

IV.3.5 Beban Pendinginan Total

Perhitungan beban pendinginan total adalah dapat terangkum pada tabel dibawah ini. Seluruh beban yang telah dihitung sebelumnya kemudian dikalkulasikan dan memberikan nilai sebesar :

Tabel 4.5 Resume Beban Pendinginan Total

Beban Transmisi	0,14	**kW**
Beban Produk	10,20	**kW**
Internal Load	3,488	**kW**
Beban Infiltrasi	4,45	**kW**
Beban Total	**18,28**	**KW**

Jadi beban pendingin total yang dihasilkan adalah 18,28 kW. Beban tersebut yang akan digunakan untuk melakukan perhitungan komponen komponen dalam sistem pendingin

selanjutnya. Pada tabel diatas beban pendingin terdapat beban total yang merupakan hasil dari penjumlahan masing masing beban yang telah dikalkulasi sebelumnya. Dari beban beban tersebut beban produk menjadi beban yang paling besar.

Alasan beban produk menjadi beban yang paling besar karena beban tersebut adalah beban utam dari suatu sistem pendingin. Beban utama yang harus didinginkan. Dan menjadi point penting besarnya beban. Beban diatas adalah hasil perhitungan dari beban produk berupa buah pisang yang didinginkan dalam waktu 12 jam.

Setiap produk mempunyai beban yang akan berbeda karena dipengaruhi oleh massa dan kapasitas panas spesifik dari masing masing produk itu sendiri. Dimisalkan adalah perbandingan produk buah pisang dengan buah yang lain mempunyai kapasitas panas spesifik yang berbeda.

IV.4 Perhitungan Komponen Sistem Pendingin

Sistem pendingin ini dibutuhkan untuk mengetahui jumlah daya yang diperlukan untuk proses pendinginan di dalam *reefer container*. Proses pendinginan dalam *reefer* kontainer membutuhkan daya tertentu untuk setiap komponennya. Masing masing kebutuhan daya setiap komponen perlu diketahui untuk dilakukan analisa berikutnya. Dari perhitungan komponen pada sistem pendingin ini akan diketahui besaran setiap masing masing komponen dalam sistem pendingin.

Komponen yang dihitung disini yaitu kompresor,kondensor, dan evaporator. Dalam perhitungan ini tidak menghitung katup expansi dikarenakan bukan merupakan bagian yang berpengaruh banyak dalam kebutuhan daya dari sistem pendingin di *reefer container*. Jadi daya yang dihasilkan dari panel surya nantinya akan dialokasikan pada komponen sistem pendingin yang bisa disuplai dari panel surya. Besaran daya yang dihasilkan dari konponen komponen sistem pendingin perhitungannya sebagai berikut.

IV.4.1 Perhitungan Kompressor

Pada bagian ini dilakukan perhitungan kompresor dengan dilakukan penentuan dari refrigerant yang digunakan pada *reefer* continer ini. Refrigerant yang digunakan pada sistem ini adalah refrigerant R22. Berdasarkan referensi yang ada refrigerant ini sesuai dengan jenis food service (Sumantono,1985). Disamping sesuai dengan food servis sesuai dalam skripsi ini untuk pengangkutan buah pisang, terdapat kelebihan dari refrigerant ini yaitu tidak mudah terbakar dan tidak beracun.

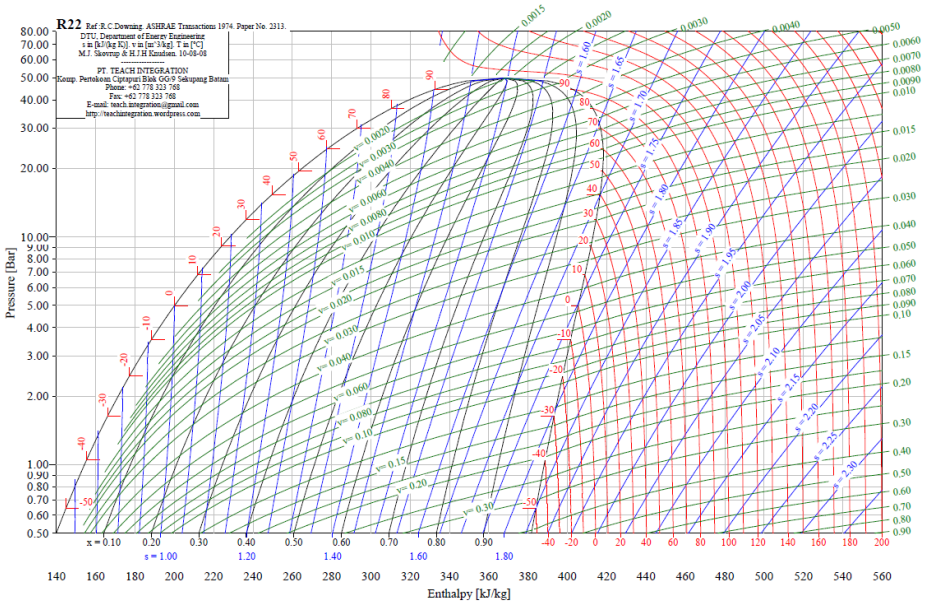
Data karakteristik dari refrigerant tipe R22 adalah :

1. Rumus kimia : CHCIF2
2. Tekanan penguapan : 6 kg/cm2 . abs
3. Tekanan pengembunan : 17.71 kg/cm2 .abs
4. Temperatur kritis : 960 C
5. Tekanan kritis : 49.12 kg/cm2.abs
6. Kalor spesifik cair : 0.335 kal/g. 0C

7. Kalor laten penguapan : 55.92 kal/g. 0C
8. Volume spesifik cair : 0.883 m3/kg

Dari data diatas refrigerant ini juga mempunyai diagram pressure enthalpy yang menjadi karakteristik dari refrigerant R22 :

Tabel 4.6.Diagram P-h Refrigerant R22



Dari diagram diatas kemudian dapat diketahui nilai dari enthalphy yang kemudian akan dipakai untuk melakukan perhitungan kebutuhan daya yang dibutuhkan oleh kompressoor dalam sistem *reefer container* ini. Nilai Enthalphy yang dicari dari diagram ini adalah :

Nilai h1 (temperatur evaporator) = 10° C

Fase pada h1 berupa fase uap, Sehingga didapatkan besaran enthalpy untuk dase uap adalah 410 Kj/Kg

Nila h2 (temperatur kondensor) = 40° C

Fase pada h2 adalah fase uap , Sehingga didapatkan besaran enthalpy untuk dase uap adalah 410 Kj/Kg

Nila h3 temperatur = 40° C

Karena fase h3 adalah cair maka didapatkan besarnya enthalpy untuk fase cair adalah 250 kj/kg

Nilai h4 temperatur 10° C

Karena fase h4 adalah cair maka didapatkan besarnya enthalpy untuk fase cair adalah 250 kj/kg

Data awal :

Total Beban Pendingin : 18,47 KW
Effisiensi Kompressor : 0,75 – 0,8

Refrigeran Efek

RE = h1-h3
= 410 – 250
= 160 kj/kg

MF = Beban Pendingin/RE
= 18,47/160
= 0,177964 kg/s

Kerja Kompresi

= h2-h1
= 418-410
= 8 kj/kg

Daya untuk mensirkulasikan refrigerant

= Massflow x Kerja Kompresi
= 1,423712 kW

Daya Kompressor

W = Daya sirkulasi x effisiensi kompressor
= 1,13987 kW

Perhitungan daya yang dibutuhkan oleh motor penggerak kompressor

N’ = N/(c x m)
N’ = 1,353801936 kW

Jadi daya yang dibutuhkan oleh komponen kompresor sebesar 1,13987 kW dan daya yang dibutuhkan motor penggerak kompresor sebesar 1,35 kW

IV.4.2 Perhitungan Evaporator

Evaporator mengubah cair menjadi bentuk uap jadi dalam bekerjanya sistem refrigasi ini refrigerant R22 diubah menjadi uap dalam evaporator. Perubahan tersebut menyerap panas dari luar evaporator untuk menjadikan refrigerant dalam kondisi uap. Sehingga dari kondisi tersebut maka energi yang bekerja adalah energi non listrik atau perputaran refrigerant tersebut sudah dipengaruhi oleh kondensor.

Jadi perhitungan evaporator disini melakukan perhitungan :

QL = m ref . (h1 – h4)

Dimana :
QL = Panas yang diserap evaporator (kJ/s)
m ref = laju aliran massa refirgerant (kg/s)
= 0,114227

h = enthalpy (kJ/kg)
= h1-h4
= 410 – 200
= 210

QL = m ref . (h1 – h4)
= 0,114227.(410-200)
= 23,98 kj/s

IV.4.3 Perhitungan Kondensor

Energi yang diperlukan oleh kondensor dapat dihitung dengan besaran peralatan kondensor tersebut dalam perpindahan panasnya

Data Awal :

Temperatur Evaporator :10°C

Temperatur Kondensor : 40°C

Temperatur udara pendingin : 30°C

Beban Pendinginan total : 18,28 kW = 11332,76 kcal/hr

Pcompressor : 1,13987 kW

Perhitungan Kalor Pengembunan

Qload(kcal.jam) – (Pcomp,kW x 860 ((kcal/jam)kW)

Qload = 1132,76 – (1,13987 x 860)

Qload = 10168,49 kcal/h

= 16,39871 kW

Jadi didapat nilai dari kalor pengembunan kondensor adalah 16,399 kW. Nilai terbeut nantinya akan dijadikan pertimbangan beban yang akan disuplai oleh *Solar Power*.

IV.5 Analisa Pemanfaatan *Solar Power* pada Sistem Refrigasi *Container*.

Pada pembahasan kali ini akan dibahas hal hal yang telah diperhitungkan dalam perhitungan beban beban dan akan dilakukan pembahasan dalam hal yang perlu dibahas dalam lingkup batasan skripsi ini. Bahasan bahasan yang dimaksuda merupakan perbandingan perbandingan dan hasil daya yang telah ada dalam perhitungan perhitungan yang telah dilakukan. Pembahasan yang dicakup kali ini antara lain adalah pembahasan mengenai jumlah power yang dihasilkan pada sistem *Solar Power*. Pembahasan mencakup daya yang dihasilkan dari solar panel yang telah dirancang pada sub bab sebelumnya.

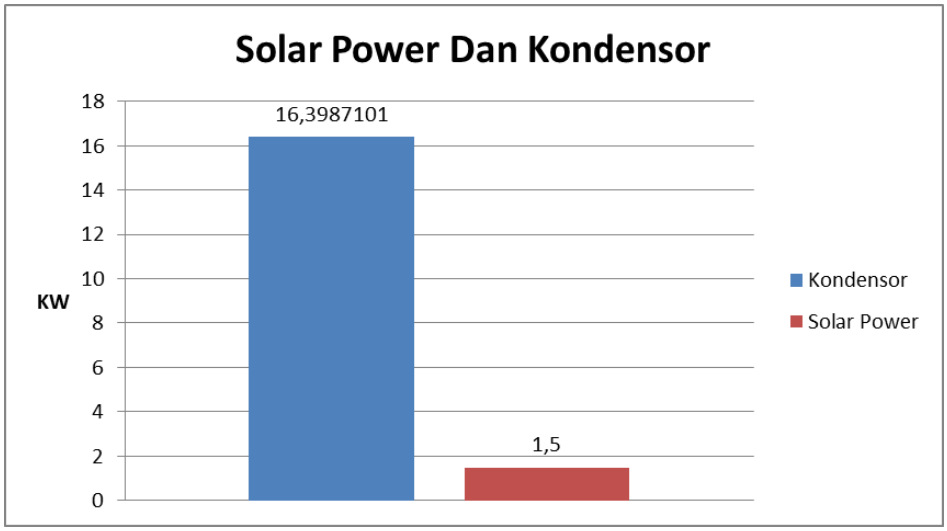
IV.5.1 Perbandingan Kebutuhan Power Kondensor Terhadap *Solar Power*

Dari tabel di bawah ini menunjukkan pada besaran Kilowatt, daya dari *Solar Power* adalah 1,5 Kw kemudian kaor yang bekerja pada kondensor adalah 16,34 kW kalor. Sehingga jika energi listrik yang besarnya 1,5 kW dari *Solar Power* jika dikonversikan untuk menangani panas yang bekerja pada sistem pendingin akan tidak memenuhi karena jika dilakukan konversi energi dari daya listrik menjadi panas sebesar 1,5 kW maka tidak mencukupi untuk pemenuhan daya yang diperlukan pada kalor kondensor.

Sehingga kecukupan dari daya yang dihasilkan nantinya tidak memenuhi dari daya yang diperlukan oleh kondensor. Terlihat juga dari hasil tersebut daya output dari *Solar Power* tidak dapat memenuhi jika dibandingkan dengan kebutuhan hanya dari sisi beban yang terjadi di kondensor.

Lalu pemasangan *Solar Power* tidak dimungkinkan untuk memenuhi bebaban dalam berjalannya kondensor.

Tabel 4.7 Diagram Daya *Solar Power* Terhadap Kondensor



Maksud dari perbandingan ini adalah untuk mengetahui besaran daya yang dibutuhkan oleh kondensor yang berada dalam sistem *reefer* kontainer . Setelah besaran daya kondensor diketahui kemudian dibandingkan dengann besaran daya yang dihasilkan dari *Solar Power* yang ada

IV.5.2 Perbandingan Kebutuhan Power Evaporator Terhadap *Solar Power*

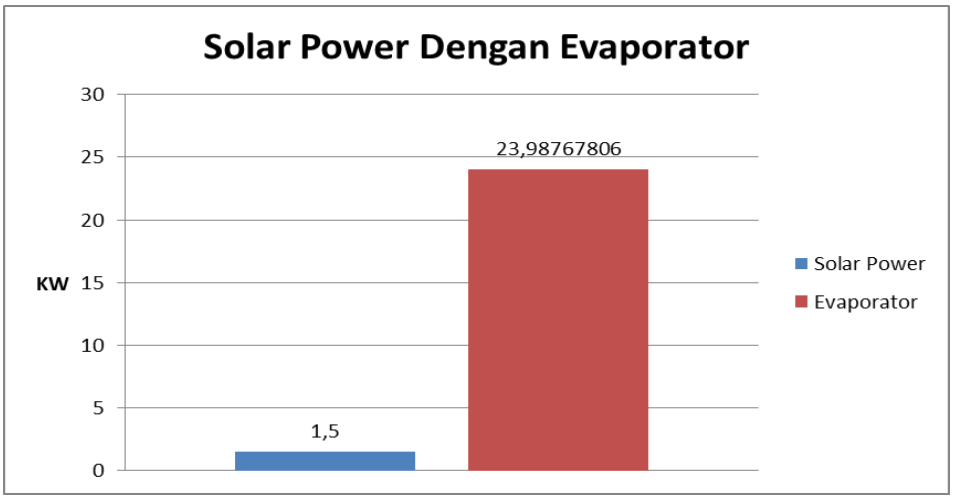
Dari tabel di bawah ini menunjukkan pada besaran Kilowatt, daya dari *Solar Power* adalah 1,5 Kw kemudian kaor yang bekerja pada evaporator adalah 23,98 kW kalor. Sehingga jika energi listrik yang besarnya 1,5 kW dari *Solar Power* jika dikonversikan untuk menangani panas yang bekerja pada sistem pendingin akan tidak memenuhi karena jika dilakukan konversi energi dari daya listrik menjadi panas sebesar 1,5 kW maka tidak mencukupi untuk pemenuhan daya yang diperlukan pada kalor kondensor.

Sehingga kecukupan dari daya yang dihasilkan nantinya tidak memenuhi dari daya yang diperlukan oleh evaporator. Terlihat juga dari hasil tersebut daya output dari *Solar Power* tidak dapat memenuhi jika dibandingkan dengan kebutuhan hanya dari sisi beban yang terjadi di evaporator.

Jadi kecukupan daya output dari *Solar Power* tersebut tidak mampu untuk mencukupi beban yang diperlukan oleh evaporator. Beban yang bekerja pada evaporator hampir 16 kali dari daya yang dihasilkan pada *Solar Power* jika penggunaan skema *Solar Power* 6 panel. Jika menggunakan daya *Solar Power* yang dihasilkan dari pemasangan seluruh luasan maka akan menghasilkan daya sebesar 2,25 KW. Dan daya itu masih belum mencukupi untuk beban yang ada dalam evaporator. Sehingga pemasangan *Solar*

Power pada *reefer* continer dengan area luasan pemasangan terbatas tidak mencukupi untuk kebutuhan daya yang diperlukan dari komponen evaporator.

Tabel 4.8 Diagram Daya *Solar Power* Terhadap Evaporator

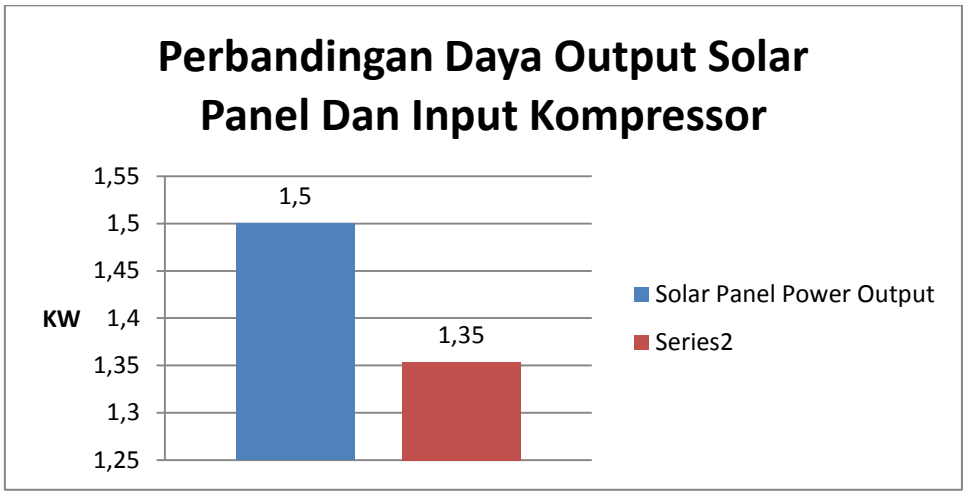


Perbandingan disini merupakan perbandingan daya beban evaporator untuk perannya dalam sistem pendingin lalu kemudian akan dihasilkan . Meskipun dalam keadaannya usaha yang dilakukan evaporator adalah usaha kalor akan tetapi jika dilakukan perbandingan dengan daya listrik yang dihasilkan masih tetap tidak mencukupi karena pada besaran daya yang ada energinya perbandingannya 16 kali daya *Solar Power* yang dihasilkan terhadap daya yang dibutuhkan evaporator.

IV.5.3 Perbandingan Kebutuhan Kompresor Terhadap *Solar Power*

Kompressor yang bekerja disini membutuhkan motor listrik untuk menjalankan kerjanya. Dari kerja yang dilakukan oleh kompressor adalah 1,135 kW dan daya yang dihasilkan oleh solar panel sebesar 1,5 kW . Daya yang dibutuhkan kompressor lebih kecil jika dibandingkan dengan besaran daya *Solar Power* yang akan dipasangkan dalam perancangan. Sehingga besaran daya dari *Solar Power* mampu untuk mensuplai kompressor dalam kerjanya. Penyuplaian ini juga berlangsung selama waktu efektif penghasilan daya dari solar panel. Pengisian daya dari solar panel adalah 6 jam, sehingga hanya dalam waktu 6 jam dari 24 jam kompressor bekerja dapat dipenuhi daya yang dibutuhkan oleh kompressor oleh panel surya. Daya yang dihasilkan oleh panel surya dan daya yang dibutuhkan oleh kompressor disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4.9 Diagram Daya Solar Panel Terhadap Daya Kompressor



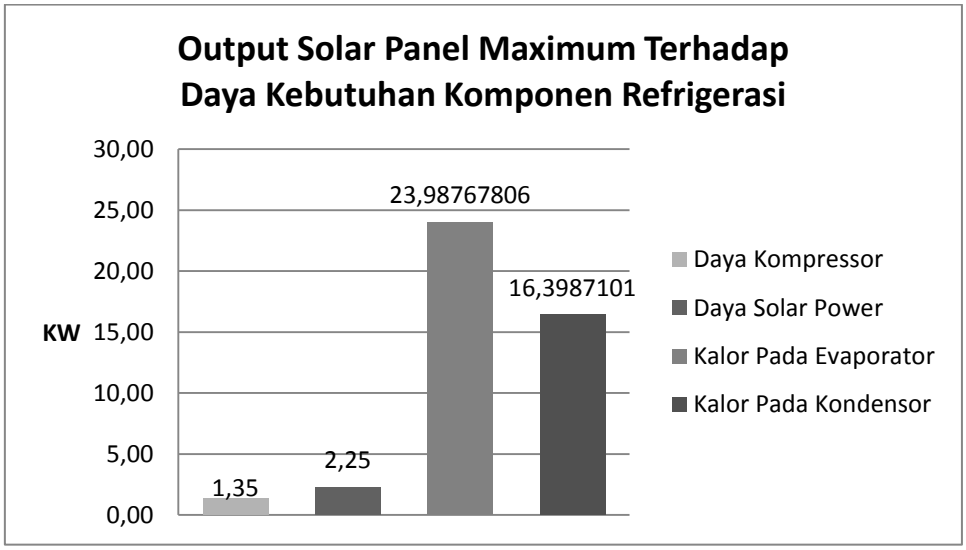
Pada perbandingan kali ini adalah perbandingan daya yang dibutuhkan kompressor terhadap daya yang dihasilkan pada *Solar Power*. Perbandingan tersebut untuk mengetahui dua besaran. Pertama adalah besaran hasil dari *Solar Power* yang kedua adalah daya yang dibutuhkan kompressor untuk bekerja sesuai dengan kebutuhan beban pendinginan dan untuk melakukan kompresi terhadap refrigerant.

Dari pemaparan tabel tersebut terlihat kecukupan untuk perbandingan dayanya dan bisa memenuhi atau atau tidaknya kebutuhan daya yang dihasilkan oleh kompressor.

IV.5.4 Perbandingan Keseluruhan Beban Pendinginan Terhadap *Solar Power*

Dalam tabel berikut diperlihatkan bahwa daya yang dihasilkan oleh *Solar Power*,daya yang dibutuhkan oleh kompressor, dan kalor yang berada pada evaporator dan komprossor. Beban beban pada peralatan yang digunakan dalam sistem pendingin *reefer container* ini dan kemudian beban yang dihasilkan oleh *Solar Power* dipaparkan. Perbandingan perbandingan besaran daya yang dihasilkan oleh *Solar Power* dengan kebutuhan daya terlihat dengan rangkuman dalam tabel dibawah ini sehingga hal hal masalah daya dapat dianalisa dan dibahas.

Tabel 4.10 Diagram Daya Solar Panel Terhadap Seluruh Komponen Refrigerasi



Dari tabel tabel diatas maka dapat dilihat jika daya dari *Solar Power* hanya memenuhi untuk kebutuhan kompressor. Kecukupan daya yang dipenuhi dari kompressor tersebut adalah 0,91 kW. Dari data hasil perhitungan besaran kompressor yang didapat maka suplai dari *Solar Power* itu akan dilakukan.

Dari pemasangan *Solar Power* pada luasan kontainer 14,7694 m2 sisi atapnya hanya mampu menghasilkan maksimal daya 2,25 kW. Itupun dengan pemasangan total keseluruhan dengan asumsi panas matahari yang ditangkap oleh *Solar Power* pada level maksimal dan tidak dalam posisi hujan. Jadi daya tersebut dihasilkan pada posisi sangat cerah. Jika menggunakan skema pemasangan *Solar Power* pada posisi atap dengan skema model 6 panel satuan yang disusun secara seri maka akan menghasilkan daya 1,5 kW saja. Daya tersebut dihasilkan pada asumsi kondisi matahari efektif pada posisi cerah.

Permasalahan yang ditimbulkan kembali adalah jika kondisi cuaca selalu kondisi hujan dan mendung. Maka daya yang ditangkap oleh *Solar Power* menjadi tidak ada atau sangat minim. Perhitungan tentang besaran daya yang ditangkap oleh *Solar Power* saat minim cahaya tidak dilakukan pada pembahasan kali ini. Pembahasan tentang hal tersebut bukanlah titik berat pada permasalahan ini.

Pembahasan kali ini bertujuan untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh *Solar Power* jika dipasangkan pada *reefer* kontainer untuk mencukupi kebutuhan *reefer container* tersebut. Dari hasil yang didapatkan maka *Solar Power* tidak memungkinkan untuk menjadi daya utama dari sistem *reefer container*.

Solar Power hanya mampu untuk menjadi daya pensuplai sebagian kecil dari daya yang dibutuhkan oleh *reefer container*. Sebagian kecil tersebut adalah untuk menyuplai daya dari bagian kompressor selama 6 jam waktu kerja kompressoer karena daya yang dihasilkan dari solar panel tergantung dari energi matahari.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisa dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, bisa dilakukan penyimpulan dari pembahasan tersebut. Penyimpulan dan saran berdasarkan hasil hasil yang didapat dalam analisa dan pembahasan tugas akhir ini. Saran saran berisi tentang kelanjutan perbaikan dalam penelitian tugas akhir ini

V.1 Kesimpulan

1. *Reefer container* yang menggunakan tenaga matahari sebagai penyuplai daya utama tidak dimungkinkan karena hasil daya dari solar panel tidak mencukupi untuk menyuplai beban pendinginan keseluruhan. Beban pendingina buah pisang pada suhu 12°C yang dihitung pada suhu 10° dalam estimasi 12 jam pendinginan sudah mencapai beban pendinginan sebesar 18,28 kW. Jika beban pendinginan diestimasikan selama 24 jam penuh maka beban pendinginan akibat produk akan mengecil akan tetapi power yang dihasilkan efektif oleh solar panel hanya 6 jam untuk menghasilkan daya maksimal. Sehingga sisa waktu tersebut jika solar panel menjadi daya utama tidak dimungkinkan karena kebutuhan akan pendinginan produk buah yang harus terus menerus selama 24 jam penuh. Jika disimpan dalam baterai pun tetap tidak akan bisa memenuhi kebutuhan listrik yang dibutuhkan oleh *reefer container* tersebut

2. Kemungkinan Terbaik untuk penggunaan *Solar Power* pada *reefer container* adalah untuk membantu suplai dari kompressor selama 6 jam dari 24 jam kompressor sistem refrigerasi yang terus bekerja pada saat digunakan . Beban dari kompressor hanya 1,35 kW dan daya yang dihasilkan dari panel surya adalah 1,5 kW. Untuk mencakup beban pendinginan yang harus disuplai ke evaporator dan kondensor , *Solar Power* tidak mampu untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

V.2 Saran

1. Perlu penelitian lebih lanjut jika terjadi peningkatan daya yang dapat dihasilkan oleh *Solar Power* jika daya yang dihasilkan *Solar Power* akan meningkat seiring dengan perkembangan teknologi dari *Solar Power* tersebut.

2. Penggunaan *Solar Power* pada luasan terbatas seperti *container* pendingin untuk beban pendinginan yang lebih berat belum dimungkinkan. Beban yang mungkin untuk digunakan suplai penuh dari *Solar Power* adalah beban pendinginan ringan dengan luas yang lebih besar atau area 1650 x 992 dengan daya kurang dari 250 watt masih sangat dimungkinkan sebagai sumber daya utama.

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

Hamburg SUD. (2010). "*Reefer* Guide : Stay Cool We Care".

Hamburg: Hamburg SUD Coorporation

Purwoto BH, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif" ,Jurnal Emitor Vol 18 no.1

Badan Karantina Pertanian, *Seri Pedoman Sertifikasi Fitosanitari Komoditas Ekspor Indonesia, 2017*

Carefully to Carry Consolidated Edition 2018

North Strength And Service Quality, Loss Prevention Brieving, 2013

Perutaran Menteri Perhubungan Nomor 53 tahun 2018

https://www.marineinsight.com/know-more/16-types-of-*container*-units-and-designs-for-shipping-*cargo*/

Wiranto Arismunandar, Heizo Kato, Penyegaran Udara, Pradnya Paramita Jakarta, 1994

Haryowidagdo, Herdito, "Kajian Teknis dan Ekonomis Perancangan *Reefer Container* Berbasis Phase Change Material Untuk Aplikasi di Kapal", Tugas Akhir,Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.

A. Alfitra Dwifajryn, Semin Sanuri, ST. MT, Ir. Soemartojo,"Studi Pembuatan Cold Storage Di Pelabuhan Perikanan Nusantara (Ppn) Untia Makassar Sebagai Penunjang Kebutuhan Ekspor Ikan". Teknik Sistem Perkapalan, ITS.

ASHRAEE Refrigeration Handbook ,1998.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BIODATA PENULIS

Priyo Herri Nugroho atau biasa dipanggil Priyo lahir di Magelang, 27 Juli 1994, Penulis merupakan anak ke tujuh dari delapan bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Grabag 4 (2000-2006), MtsN grabag (2006-2009), SMAN 1 Grabag (2009-2012). Setelah menyelesaikan pendidikan SMA pada tahun 2012 Setelah menyelesaikan pendidikan SMA pada tahun 2012 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi. Diterima di jenjang S1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2012 melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Nasional). Selama masa perkuliahan Penulis mulai berfokus pada bidang *Marine machinery and System* (MMS) pada tahun terakhir perkuliahan kemudian mengambil skripsi dalam lingkup bidang tersebut.

Priyo Herri Nugroho
04211240000088
priyoherrin@gmail.com