

Redesain Truk Kontainer Dingin Menggunakan Refrigerasi Kombinasi Tenaga Surya

Syariful Manar Hrp¹, I Dewa Made Cipta Santosa, I Wayan Temaja²

¹ Sarjana terapan TRU, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

² Sarjana terapan TRU, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

³ Sarjana terapan TRU, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

*Corresponding Author: syarifulmanar46@gmail.com

Abstrak: Penggunaan sistem refrigerasi berbasis kompresi uap menjadi salah satu alat yang sangat umum digunakan oleh masyarakat, contohnya kulkas yang rata-rata masih menggunakan refrigeran yang mengandung CFC (*chloro Fluoro Carbon*). Perlu dikembangkan sistem pendingin alternatif yang lebih ramah lingkungan dan juga menggunakan sumber energi terbarukan untuk melestarikan lingkungan. Salah satunya adalah mesin refrigerasi untuk truk refrigerasi menggunakan tenaga surya sebagai energi utama, dimana sebelumnya masih menggunakan mesin diesel sebagai penggerak atau energi utama yang digunakan pada truk refrigerasi konvensional pada umumnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan inovasi pada energi terbarukan pada truk refrigerasi dengan mengkombinasikan solar panel untuk mengangkut bahan baku makanan, baik itu ikan, daging, buah, dan sayur-sayuran. Perancangan ini meliputi proses pembuatan desain kontainer pada truk refrigerasi, perakitan sistem pendingin, serta mengkombinasikan penggunaan solar panel terhadap sistem.

Kata Kunci: desain Kontainer Dingin, Truk Refrigerasi, Sistem Hybrid

Abstract: The use of a vapor compression-based refrigeration system is one of the most common tools used by the public, for example a refrigerator which on average still uses refrigerants containing CFC (*chloro Fluoro Carbon*). It is necessary to develop alternative cooling systems that are more environmentally friendly and also use renewable energy sources to preserve the environment. One of them is the refrigeration engine for refrigeration trucks using solar power as the main energy, which previously still used diesel engines as the main driving force or energy used in conventional refrigeration trucks in general.

The purpose of this research is to develop innovations in renewable energy in refrigeration trucks by combining hybrid solar panels to transport food raw materials, be it fish, meat, fruit, and vegetables. This design includes the process of making a container design on a refrigeration truck, assembling a cooling system, and combining the use of solar panels system.

Keywords: cold container design, refrigeration truck, hybrid system

Informasi Artikel: Pengajuan Repository pada September 2022/ Submission to Repository on September 2022

Pendahuluan

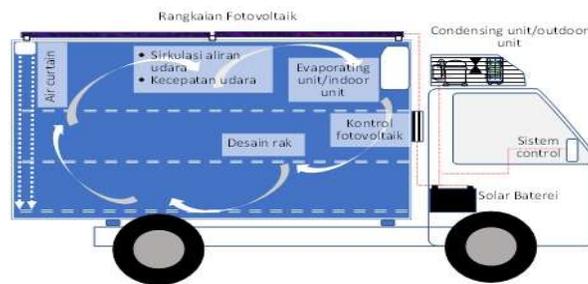
Pada saat ini distribusi buah-buahan, sayur dan makanan segar lainnya masih di angkut menggunakan dengan alat transportasi konvensional tanpa menggunakan sistem pendingin, sehingga produk yang di distribusikan masih rendah kualitasnya karena sangat rawan terhadap pembusukan dari udara luar yang panas dan kotor. Sedangkan sistem mini truk yang menggunakan sistem refrigerasi masih jarang ditemukan, karena faktor mesin yang tidak kuat dalam menggerakkan alat tambahan berupa kompresor untuk pendingin dan memerlukan investasi yang mahal serta masih jarang ditemukan beroperasi di jalan raya untuk truk refrigerasi menggunakan tenaga surya.[1]. Pengertian desain adalah kegiatan kreatif untuk merencanakan dan merancang sesuatu yang umumnya fungsional dan tidak ada sebelumnya dalam rangka menyelesaikan suatu masalah tertentu agar memiliki nilai lebih dan menjadi lebih bermanfaat bagi penggunaannya[2]. Kata “desain” adalah kata baru yang indonesiakan dari Bahasa Inggris: *design*. Sebetulnya kata “rancang” atau “merancang” adalah terjemahan yang dapat digunakan. Namun dalam perkembangannya kata “desain” menggeser makna kata “rancang” karena kata tersebut tidak dapat mawadahi kegiatan, keilmuan, keluasan dan pamor profesi atau kompetensi Desainer [3,4] Solar Cell atau solar panel adalah perangkat yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik arus searah (DC) menggunakan semikonduktor dengan menggunakan prinsip fotovoltaik.

Photovoltaik merupakan fenomena dimana muncul tegangan listrik karena adanya hubungan dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya.[5].

Pada dasarnya sistem pengaplikasian solar panel terbagi menjadi 2 yaitu; Sistem solar panel yang tidak terjangkau oleh jaringan PLN (*Off-Grid*), sistem ini hanya mengandalkan energy matahari sebagai satu-satunya energy utama. Sistem solar panel yang tetap terhubung dengan jaringan PLN (*On-Grid*) dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi solar. Ada banyak jenis berbeda dari sistem fotovoltaik sesuai dengan jenis dan metode koneksi ke jaringan, atau cara menyimpan energi pada sistem fotovoltaik.[6]. Beberapa jenis peti kemas yang digunakan dalam sistem pengantaran muatan memiliki beberapa spesifikasi khusus. Berbagai bentuk kontainer disesuaikan dengan kebutuhan dari muatan yang akan dibawa dan proses muat dan bonkar muat yang akan dilakukan [7]. Perpindahan panas adalah perpindahan energi akibat adanya perbedaan suhu di antara dua tempat yang berbeda. Bahasan utama dalam perpindahan panas ialah cara energi di dalam panas dapat berpindah tempat dan laju perpindahannya dalam kondisi tertentu[8]. Perpindahan panas meliputi proses pemasukan dan pengeluaran panas, perpindahan kalor memiliki 3 macam perpindahan [9]. Pengkondisian udara nyaman adalah proses perlakuan terhadap udara untuk mengatur suhu,kelembaban, kebersihan, dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang ada di dalamnya. (Jones, W Jerold and Stoecker, F Wilbert, Terj. Supratman Hara, 1994, hal 1). Sistem tata udara pada umumnya dibagi menjadi tiga [10]. Sistem Tata Udara untuk Kenyamanan. Mengkondisikan udara dari ruangan untuk memberikan kenyamanan bagi orang yang melakukan kegiatan. Sistem Tata Udara untuk Industri, udara dari ruangan karena diperlukan oleh proses bahan, peralatan dan barang yang ada di dalamnya. Sistem Tata Udara untuk Penggunaan Khusus Mengkondisikan udara dari ruangan karena diperlukan untuk kondisi khusus, seperti ruang bedah, ruang Optik, ruang ICU, ruang perawatan khusus bayi, dan lain-lain.

Metode

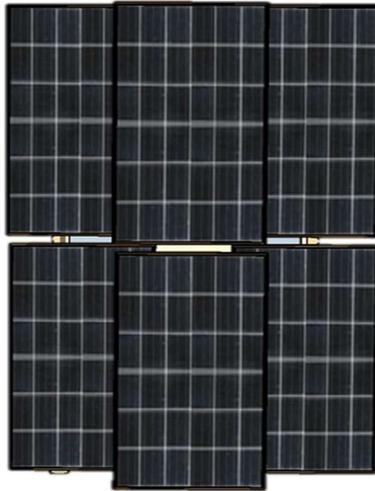
Jenis penelitian yang digunakan pada skripsi ini adalah metode penelitian berupa redesain (rancang bangun ulang) sebuah desain kontainer pendingin pada truk refrigerasi kombinasi tenaga surya, dimana nantinya proyek penelitian ini akan digabungkan dengan mesin mobil konvensional serta nantinya akan *compotible* dengan mobil listrik



Gambar 1. Desain truk refrigerasi kombinasi tenaga surya

Keterangan penempatan komponen utama :

Teknologi yang dikembangkan pada produk penelitian ini mempunyai kebaruan berupa kombinasi komponen dan sistem kontrol kelembapan dan temperatur yang digunakan lebih berorientasi untuk penghematan energi. Rancangan prototipe secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 3.1, yang lebih lanjut akan di gambar dengan detail dengan gambar tiga dimensi (3D). pada saat penelitian akan dihasilkan desain yang sangat mendetail berdasarkan hasil dari rancang bangun masing-masing bagian pada sistem.



Gambar 2 Desain Panel Surya



Gambar 1 Desain Rak Kontainer Pendingin

Untuk memastikan kesegaran buah, sayur dan bahan baku mudah rusak lainnya selama transportasi, truk berpendingin harus memiliki fungsi menjaga suhu rendah. Jika produk tidak selalu disimpan dalam lingkungan suhu rendah yang sesuai, makanan dapat rusak karena panas ketika suhu lingkungan melebihi kisaran suhu yang dapat diterima. Masalahnya diperburuk oleh paparan suhu tinggi yang berkepanjangan.

Menambah kerumitan faktor-faktor ini adalah kenyataan bahwa truk berpendingin melewati siklus buka-tutup-buka yang berulang saat proses kargo atau proses mengangkut atupun menurunkan barang dari truk. Namun, agar efisiensi pendinginan kendaraan menjadi praktis, seseorang harus mengatasi masalah pendinginan selama membuka dan menutup pintu.

Hasil dan Pembahasan

Pada proses pembuatan kontainer dingin untuk truk refrigerasi dengan kombinasi tenaga surya dilakukan dengan proses pembuatan desain, dan pengukuran kapasitas agar pada proses perakitan mendapatkan hasil yang baik dan penggunaan bahan serta kapasitas pendinginan dapat bekerja dengan optimal.

Perhitungan dimensi yang dilakukandalam menentukan ukuran rancangan yang akan dibuat. Perhitungan dimensi ini mengacu pada hasil perhitungan persentil yang telah dilakukan sebelumnya. Perhitungan dimensi yang diperlukan yaitu dimensi tinggi pada karoseri kontainer truk berpendingin. Dimensi yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan ukuran rancangan adalah batas maksimum kebolehan di dalam peraturan lalu lintas serta keselamatan dalam berkendara. Sebagai acuan perancangan ukuran tinggi, lebar dan panjang kontainer truk pendingin mengikuti ukuran dari rangka sasis jenis truk yang digunakan. Setelah menentukan dimensi rancangan rangka sasis mobil dengan membandingkan desain yang sudah ada sebelumnya berdasarkan dimensi tersebut. Maka rancangan secara keseluruhan dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Dimensi desain truk kontainer

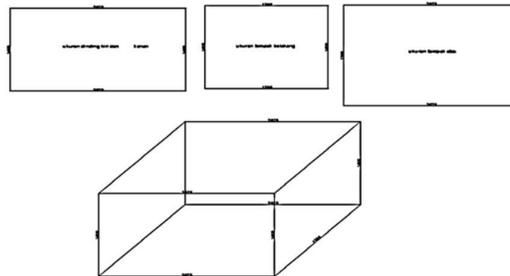
No	Dimensi Rancangan	Ukuran
1	Tinggi Kontainer	1400 mm
2	Panjang Kontainer	2425 mm
3	Lebar Kontainer	1700

Penyusunan Konsep Perancangan

Desain konsep diperlukan dalam sebuah perancangan. Desain konsep meliputi bentuk dasar, dimensi utama yang fungsional, dan mekanisme kerja. Konsep perancangan ini memberikan gambaran awal mengenai alat yang akan dibuat dan bagaimana sistem pendingin dapat bekerja optimal di dalam kabin dengan mempertimbangkan kesesuaian dengan beban yang akan didinginkan serta kemudahan dalam proses kargo. Konsep Desain.

Konsep desain dari perancangan ulang truk kontainer dingin ini adalah gambaran secara garis besar mengenai truk kontainer pendingin menggunakan refrigerasi kombinasi tenaga surya yang akan dibuat, mempermudah perhitungan teknik seperti penentuan dimensi kontainer. Dan peletakan komponen pendukung itu sendiri. Adapun spesifikasi dari Redesain truk pendingin menggunakan refrigerasi dengan kombinasi tenaga surya.

Kontainer Truk Pendingin :
 Panjang : 2425 mm
 Lebar : 1700 mm
 Tinggi : 1400 mm
 Solar Panel 250 WP :
 Panjang : 1640 mm
 Lebar : 992 mm
 Tinggi : 40 mm

**Gambar 4** Konsep Karoseri Box Kontainer Mobil

Pada redesain truk kontainer dingin menggunakan refrigerasi kombinasi tenaga surya ini meninjau dari truk refrigerasi yang sebelumnya hanya menggunakan energi pada mesin utama, pada proyek akhir ini penulis meredesain konsep yang sebelumnya kemudian dikombinasikan dengan panel surya dalam upaya untuk mendapatkan kinerja yang optimal serta memanfaatkan energi surya sebagai energi untuk membantu *charging* pada baterai mobil truk. Serta pemanfaatan energi baru terbarukan.

Redesain yang dilakukan dengan pembentukan pola terhadap karoseri truk kontainer pendingin serta pemilihan material penyusun kontainer dingin dengan mempertimbangkan bahan isolasi yang baik serta material yang ringan, dimana material terbaik yang akan digunakan dikarenakan adanya penambahan panel surya di atas karoseri kontainer pendingin sehingga mempengaruhi berat dari karoseri tersebut.

Pada pembuatan rangka kontainer pendingin ini menggunakan material ringan serta isolasi yang baik diharapkan sistem dapat bekerja secara optimal. Dengan demikian energi untuk pendinginan dapat dipenuhi melalui generator dari mesin utama dibantu dengan panel surya yang ditambahkan pada sistem tersebut. Pada redesain ini penulis juga mendesain rak untuk penataan di dalam kontainer pendingin, dimana tujuan

dibuatnya rak tersebut untuk mendapatkan sirkulasi dan pendinginan yang merata ke seluruh area dalam kabin pendinginan. Pada beberapa area juga akan dipasang lapisan PCM yang berguna untuk membantu pendinginan sehingga temperatur dapat tetap terjaga dan membantu meringankan kinerja mesin refrigerasi, seperti area infiltrasi pada pintu dikarenakan terdapat aktifitas buka tutup untuk kebutuhan *loading*, pada area pintu juga dipasang *air curtain* untuk mencegah udara masuk serta udara yang ada didalam kabin tetap terjaga temperaturnya.

Setelah mengetahui ukuran karoseri yang akan dibuat, langkah selanjutnya dengan menentukan bahan material yang akan digunakan sehingga dapat memperhitungkan ukuran yang akan di desain agar hasil yang diharapkan sesuai dengan hasil aslinya. Dikarenakan setiap jenis bahan yang digunakan memiliki spesifikasi yang telah ditentukan. Adapun bahan material yang digunakan pada redesain karoseri ini adalah sebagai berikut.

Tabel 2 Spesifikasi material kontainer truk

Material	Panjang	Lebar	Tinggi	Tebal
Fiberglass <i>Reinforced Plastic</i>	250 cm	170 cm	140 cm	10 cm
Polyurethane <i>PU Inject</i>	-	-	-	10 cm
Konstruksi <i>Chassis</i> Besi UNP	600 m	10 cm	5 cm	0.29 cm
Engsel / Grendel <i>Steel Galvanized</i>	75 cm	100 cm	10cm	-
Besi Hollow Stainless	4 cm	4 cm	-	0.50 cm
Plat Datar Aluminium	450 cm	80 cm	-	1.5 cm
Pintu Standar 1 Layer Model Wing	-	100 cm	110 cm	10 cm

Langkah selanjutnya adalah menentukan komponen-komponen utama sebagai penyusun rancangan desain truk kontainer pendingin menggunakan refrigerasi kombinasi tenaga surya yaitu:



Gambar 5 Panel dan Karoseri Box Kontainer Mobil

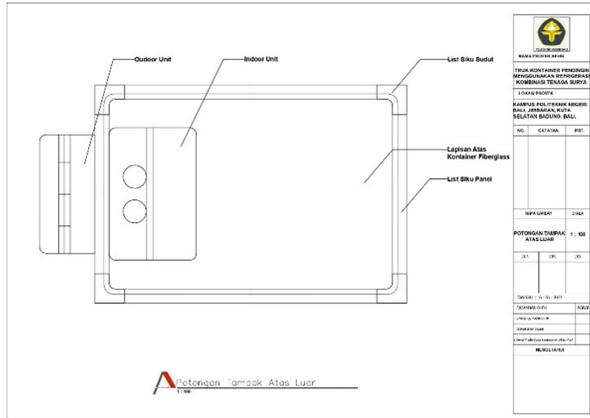


Gambar 6 Karoseri Box Kontainer Mobil

Adapun keterangan mengenai komponen yang ada pada perancangan truk kontainer pendingin menggunakan refrigerasi kombinasi tenaga surya dijelaskan dibawah ini :

1. Bagian Desain Luar Atas Karoseri Kontainer

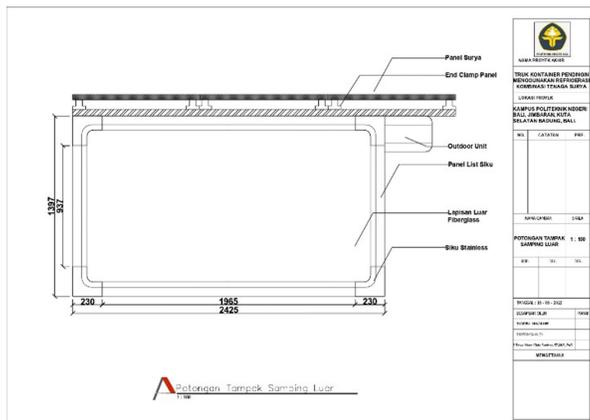
Karoseri kontainer dingin yang berfungsi sebagai penyimpan bahan baku yang akan di angkut dan juga sebagai media penyimpanan, bahan dasar dinding yang digunakan pada desain ini adalah fiberglass, alasan pemilihan bahan ini adalah mudah di bentuk serta bobotnya yang cukup ringan. Disamping itu fiberglass ini memiliki kemampuan isolasi yang cukup baik serta ketahanannya dalam berbagai cuaca pada iklim tropis. Kemudian bagian kerangka utamanya menggunakan besi UNP, pemilihan bahan ini memiliki ketahan dan kekuatan dalam menahan beban.



Gambar 7 Denah Karoseri Box Kontainer

2. Bagian Desain Luar Samping Karoseri Kontainer

Pada lapisan dinding karoseri ini dilapisi berbahan fiberglass sama halnya seperti potongan desain luar yang ada pada bagian atas karoseri, dengan menggunakan konstruksi besi ringan serta pemasangan besi list pada setiap sisi penghubung menggunakan besi list alumunium untuk menambah estetika pada bagian potongan desain tersebut.

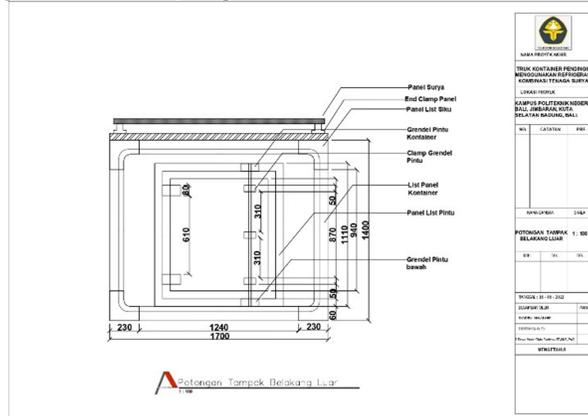


Gambar 8 Tampak Samping Karoseri Box Kontainer

3. Bagian Desain Luar Belakang Karoseri Kontainer

Pada bagian luar tampak belakang terdapat lapisan fiberglass sama seperti lapisan bagian atas dan samping kiri dan kanan. Pada bagian belakang tampak diperlihatkan ukuran dan dipasang list padi bagian potongan sisi serta penambahan siku yang berbahan alumunium sebagai pengaman dan unsur estetika pada bagian penghubung pada setiap bagian sisinya. Pada tampak belakang ini juga dilengkapi pintu untuk kemudahan akses aktivitas bongkar muat atau kebutuhan kargo, pintu dibuat dengan model wing 1 layer. Memiliki ukuran yang sudah ditampilkan pada desain gambar tersebut. Serta memiliki list panel pintu yang dibuat serta ditambahkan karet panel pintu guna untuk menjaga kerapatan

pintu sehingga tidak ada udara yang bisa masuk maupun keluar dari celah panel pintu yang dibuat. Ditambahkan engsel dan grendel model penguncian kontainer berbahan besi galvanis.



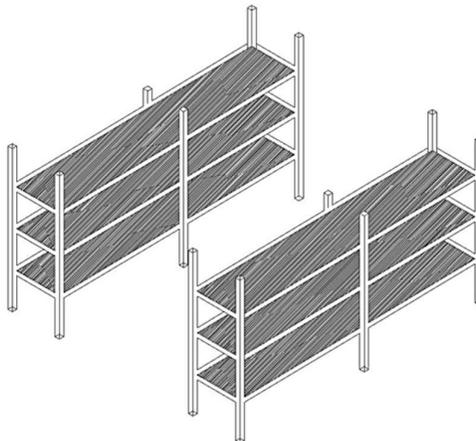
Gambar 9 Tampak Belakang Karoseri Box Kontainer

Pembuatan Truk Kontainer Pendingin

Pada pembuatan karoseri ini mengikuti desain yang telah dibuat secara detail pada setiap bagiannya pada bagian ini memperlihatkan setiap potongan yang akan memperlihatkan material yang digunakan serta ketebalan dinding, panjang bahan yang digunakan. Dalam desain ini diharapkan pembaca dapat memahami desain yang dibuat oleh penulis. Berikut penjelasan desain yang akan di desain

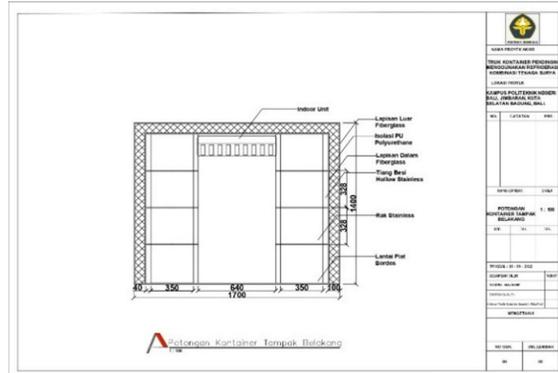
1. Potongan Atas Desain Karoseri Kontainer

Pada desain yang diperlihatkan berikut ini memiliki sudut pandangan dari sisi atas, dimana desain ini dipotong dan memperlihatkan masing masing bagian terlihat. Desain tersebut terlihat denah masing-masing material serta penentuan ukuran yang telah dibuat, pada desain tersebut memperlihatkan penentuan letak evaporator yang berada di bagian depan center atas pada karoseri, pada bagian dinding terlihat lapisan luar dan dalam menggunakan bahan fiberglass. Sementara itu pada bagian isolasi menggunakan bahan *polyurethane PU Inject* dengan ketebalan 10 cm, meliputi bagian: atas, samping kiri-kanan, maupun depan-belakang dinding karoseri tersebut. Pada bagian dalam kabin pendinginan terdapat rak yang dibuat untuk membuat sirkulasi udara didalam dapat merata, ada 12 titik kerangka besi hollow di sisi kiri dan kanannya dengan lebar 35 cm, dengan panjang rak 218 cm membentang memanjang dari sisi kiri dan kanan didalam kontainer. Selanjutnya pada bagian bawah desain terdapat potongan pintu kontainer dengan model wing 1 layer dengan lebar 110 cm serta memakai isolasi yang sama dengan bagian dinding kontainer dengan total ketebalan 10 cm.



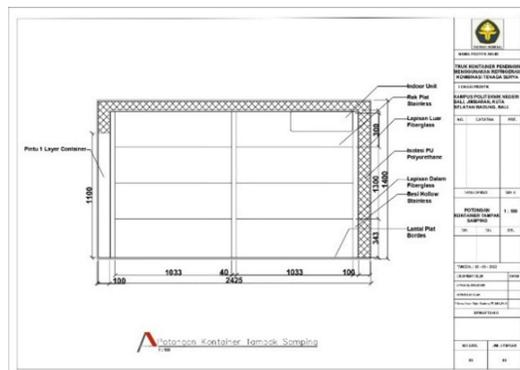
Gambar 10 Rak Karoseri Box Kontainer

Pada desain gambar ini memperlihatkan bentuk dan wujud rak yang ada didalam kontainer tersebut, adapun bahan material yang digunakan yaitu, tiang menggunakan material besi hollow ukuran 4x4 cm stainless, dan rak dari rak dari plat datar stainless. Panjang ukuran rak tersebut 218 cm, dengan lebar 35 cm serta memiliki tinggi 130 cm, memiliki 3 level rak



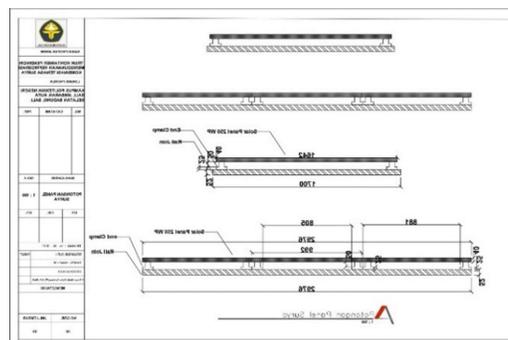
Gambar 11 Bagian belakang Karoseri Box Kontainer

Pada desain gambar ini memperlihatkan bentuk dan wujud rak yang ada didalam kontainer tersebut, adapun bahan material yang digunakan yaitu, tiang menggunakan material besi hollow ukuran 4x4 cm stainless, dan rak dari rak dari plat datar stainless. Panjang ukuran rak tersebut 218 cm, dengan lebar 35 cm serta memiliki tinggi 130 cm, memiliki 3 level rak.



Gambar 12 Potongan Samping Karoseri Box Kontainer

Pada potongan desain ini memperlihatkan model yang memperlihatkan potongan unit evaporator (Indoor Unit) pada bagian dalam, serta posisi kondisi pintu serta lapisan material pada setiap lapisannya. Terlihat model rak 3 tingkat dengan jarak 38 cm serta memiliki 3 tiang pada sisi samping untuk konstruksi penyusun rak tersebut, dimana material tersebut merupakan besi hollow stainless yang berukuran 4x4 cm, dan memakai plat stainless.



Gambar 13 Panel Surya Karoseri Box Kontainer

Pada bagian ini menampilkan seluruh bagian panel surya berada di atas truk kontainer, selanjutnya pada bagian samping panel surya serta tampilan *rail join* dan *end clamp* yang mengikat solar panel agar melekat erat di atas permukaan truk kontainer.

Simpulan

Kesimpulan dari studi atau penelitian yang saya buat merupakan bahan referensi kepada pembaca dan juga bagi masyarakat bahwa tidak hanya truk pendingin konvensional namun ada juga truk pendingin yang menggunakan sistem *hybrid* atau penambahan tenaga surya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih atas bantuan, bimbingan, arahan dan dukungan dari ibu dosen pembimbing 1 dan bapak dosen pembimbing 2 sehingga penelitian ini dapat selesai dengan baik. Juga teman sejawat yang telah memberikan masukan serta dukungan dan juga seluruh dosen dan staf akademik yang telah membantu memberikan fasilitas dan ilmunya dalam penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Dekko, N. A. (2020). Aplikasi Solar Panel Roof Sebagai Alternatif Energi Refeer Container Yard PT. Terminal Peti Kemas Surabaya. Surabaya: Teknik Sistem Perkapalan ITS.
- [2] Fariadhie, J. (2007). Analisa Beban Pendinginan pada Cold Storage Room Pendingin Udang (Studi Kasus Pada Perusda Anwusa Unit Es Bonang Kabupaten Demak. TEKNIK - UNISFAT, Vol. 3, No. 1, September 2007 Hal 1 - 9, 1-9.
- [3] Marzaman, L. U., & Fisu, A. A. (2020). Hunian Vertikal Kontainer Buruh PT. Kimia dengan Konsep Arsitektur Humanis. Rumah Susun Layak Huni, 25-37.
- [4] prasetyo, Y. A. (2017). Sistem Pendingin Thermoelectric Cooler dan phase Change Material (PCM) pada Cool Box. Surabaya: Departemen Teknik Sistem Perkapalan fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh November.
- [5] Raharjo, D. G. (2016). Pengembangan Desain Mobil Unit Untuk Sarana Berjualan Buah Segar. Surabaya: Jurusan desain Produk Industri Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut teknologi sepuluh November.
- [6] Santoso, J. K., & Suprianto, F. D. (2021). Perancangan Boks Truk Pengangkut Buah-Buahan. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 18, No. 1, April 2021, 8–11, 8-11.
- [7] Sumeru, & Margana, A. S. (2008). Kajian Perhitungan Kebutuhan Modul Surya Sebagai Sumber energi Mesin Pendingin Pada Truk Transportasi Buah dan Sayuran. Seminar Nasional Teknik Mesin 3 30 April 2008, Surabaya, Indonesia, 69-75.
- [8] Widodo, S., & Hasan, S. (2008). Sistem Refrigerasi dan Tata Udara (Vol. Jilid 1). (W. A. Sukarno, Penyunt.) Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- [9] R Sondjana, A., R Darmawan, S., Hery, S., R kusherdiana, & Syaeful, M. (2020). Food Safety Management System. *tourism scientific jurnal*, 55-78.
- [10] Yulianti, A., Ade, M. S., & Apip, B. (2020). Analis Audit Energi Sistem Tata Udara Pada Chiller, cooling tower, dan air handling unit di gedung transmart buah batu. *IRWNS*, 26-27.