

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MODEL RUMAH
BERPINDAH *EXPANDABLE* HORIZONTAL BERBAHAN
DASAR PETI KEMAS**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Fadel Ibrahim

No. Mahasiswa : 15525052

NIRM : 2015011742

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2021

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MODEL RUMAH
BERPINDAH EXPANDABLE HORIZONTAL BERBAHAN
DASAR PETI KEMAS
TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :

Nama : Fadel ibrahim
No. Mahasiswa : 15525052
NIRM : 2015011742

Yogyakarta, 11 Oktober 2021

Dosen Pembimbing



Santo Aje Dhewanto,ST.,MM.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MODEL RUMAH
BERPINDAH EXPANDABLE HORIZONTAL BERBAHAN
DASAR PETI KEMAS
TUGAS AKHIR

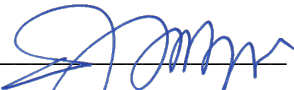
Disusun Oleh :

Nama : Fadel Ibrahim
No. Mahasiswa : 15525052
NIRM : 2015011742

Tim Penguji

Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M


Ketua



Tanggal : 13 Desember 2021

Irfan Aditya Dharma, S.T., M.Eng., Ph.D.

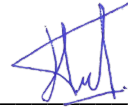
Anggota I



Tanggal : 9 Desember 2021

Donny Suryawan, ST., M.Eng

Anggota II




Tanggal : 9 Desember 2021

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin




Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

PERNYATAAN ASLI

PERNYATAAN ASLI

“Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam laporan tugas akhir tidak dapat karya yang pernah dijadikan orang lain untuk memperoleh gelar sarjana disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu didalam penulisan naskah ini dan disebutkan sebgaia preferensi. Apabila dikemudian hari ada terbukti pernyataan ini tidak benar saya sanggup menerima sanksi atau hukuman sesuai hukum yang berlaku”

Yogyakarta 9 Desember 2021



Fadel Ibrahim
NIM: 15525052

HALAMAN PERSEMBAHAN



Karyaku ini ku persembahkan teruntuk :

Bapak dan Ibu, yang aku sayang selalu. Yang telah memberikan dukungan, doa, materi dan kasih sayang maupun perhatiannya. Sehingga aku dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Maaf jikalau memang anakmu ini sedikit terlambat daam menempuh gelar sarjana, namun aku tetap berusaha semaksimal mungkin. Kepada seluruh keluarga dan rekan-rekan ku, aku harap aku jadi anak yang berguna untuk kalian semua. Semoga apa yang telah diekspektasikan terhadap ku, dapat terwujudkan.

HALAMAN MOTTO

“JANGAN MALU JIKA JADI BERBEDA, KARENA SEMUA DAPAT
DILIHAT DARI CONTOH KEHIDUPAN SEPERTI BEBEK JALAN
BERBONDONG, SEDANGKAN ELANG TERBANG SENDIRI, HIDUPLAH
SEPERTI ELANG YANG BISA MANDIRI DAN BANGGA MENJADI BEDA
SENDIRI”

(tuan tigabelas)

“JANGAN MENJELASKAN TENTANG DIRIMU
KEPADA SIAPAPUN. KARENA YANG MENYUKAIMU
TIDAK BUTUH ITU, DAN YANG MEMBENCIMU TIDAK
PERCAYA ITU.”

(ali bin abi thalib)

“ .. Allah meninggikan orang yang beriman diantara kamu
dan orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat .. “

QS Al Mujaadilah : 11

“RAIN YOUR MIND TO SEE THE GOOD IN
EVERYTHING. POSITIVITY IS A CHOICE. THE HAPPINESS
OF YOUR LIFE DEPENDS ON THE QUALITY OF YOUR
THOUGHTS.”

(marcandangel)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena hanya dengan rahmat dan hidayah-Nya, Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tanpa halangan berarti. Keberhasilan dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang mana dengan tulus dan ikhlas memberikan masukanguna sempurnanya Tugas Akhir ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, dengankerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Risdiyono, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Santo Ajie Dhewanto, S.T, M.M selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bantuan, bimbingan, serta arahan dalam Tugas Akhir ini,
3. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, yang tidak bisa disebutkan satu-satu, atas ilmu dan bimbingannya selama penulis berkuliah di Jurusan Teknik Mesin FTI UII,
4. Ibu dan Bapak yang selama ini telah sabar membimbing, mengarahkan, dan mendoakan penulis tanpa kenal lelah untuk selama-lamanya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Kritik dan saran dapat ditujukan langsung pada e-mail saya. Akhir kata penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila ada kekeliruan di dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 11 Oktober 2021



Fadel Ibrahim

ABSTRAK

Rancangan rumah *expandable* kontainer yang sesuai kebutuhan, di mana rancangan dapat memenuhi kebutuhan penghuninya pada saat ini dan penghuni serta lingkungannya di masa yang akan datang. Rancangan yang berkelanjutan diterapkan dengan tujuan untuk menghargai lingkungan dan sumber daya alam dengan meminimalkan penggunaannya. Rumah kontainer dirancang secara menyeluruh dengan mempertimbangkan faktor pengelolaan air, sampah dan listrik. Interaksi sosial dan hubungan antar penghuni terhadap lingkungan dan kawasan sekitarnya juga diharapkan dapat berkesinambungan. Dengan kebutuhan penghuni kota Yogyakarta yang beragam dan padat, rumah kontainer pun dirancang dengan menggunakan sistem modular, dengan material kontainer menyesuaikan kebutuhan penghuninya. Penggunaan sistem modular ini berfungsi agar rumah dapat berkembang, dapat dibongkar pasang dengan mudah dan materialnya dapat dipergunakan kembali. Proses prafabrikasi juga akan diterapkan, Dengan demikian ragam rancangan rumah berkelanjutan dengan sistem modular di kawasan Yogyakarta dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dan juga berperan untuk menjaga kelestarian lingkungan.

Keywords: *Expandable container house, Cargotecture, Peti Kemas, Pemodelan*

ABSTRACT

The design of an expandable container house that meets the needs, where the design can meet the needs of its current occupants and the occupants and their environment in the future. Sustainable design is implemented with the aim of respecting the environment and natural resources while minimizing their use. The container house is designed thoroughly by considering the factors of water, waste and electricity management. Social interactions and relationships between residents with the environment and the surrounding area are also expected to be sustainable. With the diverse and dense needs of the residents of the city of Yogyakarta, the container house is also designed using a modular system, with container materials according to the needs of the occupants. The use of this modular system functions so that the house can grow, can be disassembled easily and the materials can be reused. A prefabrication process will also be implemented. Thus, a variety of sustainable house designs with a modular system in the Yogyakarta area can meet the needs of the community and also play a role in preserving the environment.

Keyword: *Expandable container house, Cargotecture, Container, Modeling*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan dosen Penguji	iii
Pernyataan Asli	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar	vii
Abstrak	viii
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Notasi	xv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	4
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	4
1.6 Sistematika Penelitian inian	5
Bab 2 Tinjauan Pustaka	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Rumah	7
2.2.2 Peti kemas	9
2.2.3 Jenis-jenis Peti kemas	10
2.2.4 Cargotecture	10
Bab 3 Metode Penelitian	13
3.1 Alur Penelitian	13
3.2 Kriteria Desain	14
3.3 Peralatan dan Bahan	16
Bab 4 Hasil dan pembahasan	18
4.1 Perancangan	18

4.1.1	Studi Masalah	18
4.1.2	Penyesuaian Desain Sesuai Peraturan	19
4.2	Pembuatan Dan Penyesuaian Kriteria Desain.....	20
4.2.1	Mekanisme	22
4.3	Analisis	23
4.3.1	Analisis Pemindahan Menggunakan Forklift	24
4.4	Hasil Perancangan.....	27
4.5	Pembuatan Pemodelan	33
4.5.1	Proses Pembuatan Rangka Model	33
4.5.2	Proses Pembuatan Bodi	36
4.5.3	Proses Pembuatan Part 3D Printing.....	38
4.5.4	Hasil Pembuatan Model	39
4.6	Pembahasan	40
Bab 5	Penutup.....	42
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran	43
	Daftar Pustaka	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3.2-1 kriteria desain <i>Expandable Container House</i>	14
Tabel 3.3-1 Alat Pembuatan Skala Model <i>Expandable Container House</i>	16
Tabel 3.3-2 Bahan Pembuatan Skala Model <i>Expandable Container House</i>	17
Tabel 4.1-1 Dimensi Peti kemas.....	18
Tabel 4.2-1 Data dimensi rangka utama.....	20
Tabel 4.2-2 Data dimensi rangka extend	21
Tabel 4.2-3 Dimensi rangka dalam posisi rumah peti kemas terbuka (<i>expand</i>)...	22
Tabel 4.3-1 <i>Interior Expandable Container House</i>	24
Tabel 4.4-1 Tabel ukuran hasil perancangan.....	28
Tabel 4.4-2 <i>Part interior</i>	28
Tabel 4.5-1 Ukuran dan jumlah <i>aluminium hollow</i>	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.4-1 Contoh tipologi ruang peti kemas (<i>Oloto dan Adebayo, 2012</i>)..	11
Gambar 2.2.4-1 Diagram Alir Perancangan	13
Gambar 2.2.4-1 Assembly Pembuatan Desain Awal	14
Gambar 2.2.4-2 Rangka Utama Awal	15
Gambar 2.2.4-3 Rangka <i>Expand</i> Bagian Kanan.....	15
Gambar 2.2.4-4 Rangka <i>Expand</i> Bagian Kiri.....	16
Gambar 4.1.2-1 Rangka Utama	20
Gambar 4.1.2-2 Rangka <i>extend</i>	21
Gambar 4.1.2-3 Rangka tertutup	21
Gambar 4.1.2-4 Rangka terbuka.....	22
Gambar 4.2.1-1 <i>Heavy Duty Linear Guide Slides</i>	23
Gambar 4.3.1-1 Kalmar Fotklift	25
Gambar 4.3.1-2 Proses pemindahan menggunakan forklift	25
Gambar 4.3.1-3 Posisi Penempatan Titik Beban.....	26
Gambar 4.3.1-4 <i>Stress analisis</i> menggunakan forklift.....	26
Gambar 4.3.1-5 <i>Displacement analisis</i> menggunakan forklift	27
Gambar 4.3.1-6 <i>Strain analisis</i> menggunakan forklift	27
Gambar 4.3.1-1 Hasil perancangan rumah kontainer kondisi tertutup.....	32
Gambar 4.3.1-2 Hasil rancangan rumah kontainer kondisi terbuka	33
Gambar 4.5.1-1 <i>Alumunium hollow</i>	34
Gambar 4.5.1-2 <i>Corner fitting</i> menggunakan <i>3dprinting</i>	34
Gambar 4.5.1-3 Pemodelan rangka utama.....	35
Gambar 4.5.1-4 <i>corner fitting</i> yang telah tempelkan	35
Gambar 4.5.1-5 <i>Assembly</i> rangka kondisi tertutup.....	36
Gambar 4.5.1-6 <i>Assembly</i> rangka kondisi terbuka	36
Gambar 4.5.2-1 Proses Laser Cutting Akrilik	37
Gambar 4.5.2-2 Proses Laser Cutting Triplek.....	37
Gambar 4.5.3-1 Proses Pembuatan dengan Software Ultimaker Cura.....	38
Gambar 4.5.3-2 Hasil <i>3dprinting interior</i>	38
Gambar 4.5.4-1 Rumah Kontainer <i>Expandable</i> Kondisi Tertutup.....	39
Gambar 4.5.4-2 Rumah Kontainer <i>Expandable</i> Kondisi Terbuka.....	39

Gambar 4.5.4-3 <i>Interior</i> Pemodelan Rumah Kontainer <i>Expandable</i>	40
Gambar 4.5.4-1 Analisis safety factor menggunakan forklift	41

DAFTAR NOTASI

<i>Kg</i>	= satuan berat
<i>mm</i>	= ukuran
<i>N</i>	= satuan pada tekanan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah adalah sesuatu bangunan yang tidak dapat di pisahkan dari kehidupan manusia karena rumah merupakan kebutuhan *primer* bagi manusia sebagai tempat berlindung manusia dari berbagai gangguan dari luar, selain itu jika kita lihat dari beberapa pengertian rumah juga berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian, tempat manusia melangsungkan kehidupannya, tempat manusia berumah tangga dan sebagainya.

Di Indonesia khususnya pada provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, tercatat jumlah pemukiman dari tahun 2016 – 2019 di provinsi Yogyakarta terjadi kenaikan 1.3%, dimana semakin banyaknya lahan yang digunakan untuk membangun rumah permanen sehingga terjadinya pengurangan lahan dan perusakan lahan di provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (Badan Perancangan Pembangunan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta). Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta juga merupakan salah satu destinasi pariwisata dan provinsi yang menjadi tujuan mahasiswa di Indonesia dimana tercatat dari tahun 2014 - 2018 terjadi kenaikan 12,3% wisatawan dan penempat sementara yang datang ke provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (Bappeda Daerah Istimewa Yogyakarta dan Dinas Kepariwisata Daerah Istimewa Yogyakarta). Rumah Sederhana adalah Rumah tinggal sederhana adalah tempat tinggal berlantai satu untuk berlindung dan bernaung dari pengaruh keadaan alam sekitarnya yang secara fisik tidak mengandung unsur-unsur kemewahan, namun tidak juga mengenyampingkan keindahan atau estetika.

Peti kemas atau dikenal juga sebagai peti kemas *intermodal*, adalah peti kemas besi daur ulang standarisasi yang digunakan untuk penyimpanan yang aman dan pemindah material berat dan hasil produksi yang digunakan di seluruh dunia, di bawah sistem transportasi intemodal peti kemas berstandar. Diperkirakan terdapat sekitar 17 juta intermodal peti kemas di seluruh dunia dengan berbagai bentuk untuk digunakan dalam berbagai tipe pengiriman kargo. Setiap unit peti kemas, di kedelapan sudutnya mempunyai kait *twistlock* yang berfungsi untuk menumpuk unit satu dengan unit lainnya, mengunci unit dengan galangan kapal

atau kargo, dan untuk mengait unit dengan *crane*. Ketika sebuah peti kemas sudah tidak digunakan dalam kargo lagi, sebuah unit peti kemas dapat dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan manusia, dengan tujuan untuk menghemat energi dan mendaur ulang. Sebuah peti kemas besi beratnya 3.629 kg, dan membutuhkan energi sebesar 8000 kWh untuk meleleh. Pengalihan fungsi peti kemas bekas adalah solusi yang sangat tepat untuk masalah ekologis maupun masyarakat (Sawyer, 2005, 2008). Penelitian dan pembuatan mengenai rumah sederhana maupun pemanfaatan hasil limbah industri di Indonesia masih sangat minim, hal ini dapat diketahui melalui literatur-literatur yang sedikit ditemukan penduduk yang mempunyai tempat tinggal sederhana dan tanpa memakai lahan yang luas. Penelitian di bidang ini masih sangat sedikit dikarenakan kurangnya wawasan pada pemanfaatan peti kemas dan juga ekonomi setiap negara yang berbeda yang menjadi dampak tingginya harga jual peti kemas bekas. Banyak penduduk terutama pendatang yang ingin memiliki tempat tinggal harus membeli atau menyewa tempat tinggal permanen yang sudah tersedia dan juga semakin sedikit lahan yang ada di Indonesia terutama di daerah Daerah Istimewa Yogyakarta. Jika ada pemanfaatan hasil limbah industri tersebut masih bersifat penggunaan untuk penghasilan industri rumahan (*home industry*). Bangunan hasil dari industri rumahan masih dirasa sangat rendah kualitas pemanfaatannya.

Rumah Peti kemas adalah pemanfaatan dan pemodifikasian peti kemas yang di ubah menjadi tempat tinggal semi permanen dan ramah lingkungan tanpa harus memakai lahan yang besar dan juga tanpa merusak lahan yang tempati. Pada rumah peti kemas memiliki beberapa jenis atau bisa disebut tipe berdasarkan keinginan konsumen dan lahan yang digunakan diantaranya adalah rumah peti kemas dengan tipe *expandable horizontal (Expandable Horizontal Container House)*, rumah peti kemas dengan tipe *expandable vertical (Expandable Vertikal Container House)* dan juga rumah peti kemas dengan tipe tunggal (*One Case Container House*).

Rumah peti kemas yang ada di Indonesia masih sangat sedikit pengembangannya. Banyak penggunaan peti kemas yang hanya digunakan untuk tempat bisnis atau tempat berjualan dengan hanya menggunakan sebagian kecil dari peti kemas tersebut. Dan juga harga yang masih sangat mahal dan mindset

orang Indonesia yang beranggapan untuk membangun rumah permanen dibanding membuat rumah peti kemas dengan alasan biaya yang mahal dan penggunaan yang sulit. Hal itu mengakibatkan konsumen dari rumah peti kemas tersebut masih sedikit sehingga banyak peti kemas yang dibuang dan tidak digunakan kembali.

Dari penelitian ini akan dapat dilakukan analisis perancangan rumah peti kemas *expandable* secara *horizontal* yang mudah dioperasikan dan layak untuk dijadikan tempat tinggal. Penelitian ini dilakukan mulai dari desain, analisis, serta simulasi yang nantinya dapat di jadikan acuan dalam melakukan pembuatan rumah peti kemas (*Container House*). Penelitian ini akan memfokuskan pada desain *expandable container house* yang dapat dioperasikan dengan mudah, layak tinggal dan juga mempunyai inovasi yang sesuai dengan konsumen. Perancangan *expandable container house* ini akan menyesuaikan kebutuhan masyarakat dan bentuk permukaan tanah Indonesia berfokus pada daerah Daerah Istimewa Yogyakarta. Diharapkan skala model dari penelitian ini dapat membantu industri rumah peti kemas dan meningkatkan penggunaan rumah peti kemas sehingga dapat di produksi secara massal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut terdapat beberapa masalah yang di ambil untuk di jadikan rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana kriteria perancangan desain *Expandable Container House Horizontal* yang sesuai dengan kebutuhan dan layak huni?
2. Bagaimana mekanisme sistem *expandable* yang mudah dioperasikan dan memberikan ruang huni tambahan yang layak dalam *Expandable Container House* tersebut?
3. Bagaimana Kekuatan dan Inovasi yang diterapkan dalam *Expandable Container House Horizontal* tersebut?
4. Ukuran skala model yang cocok untuk pembuatan *Expandable Container House Horizontal* sehingga dapat mempresentasikan dengan jelas?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah ini memiliki fungsi agar ruang lingkup pembahasan dalam penelitian menjadi jelas dan tidak meluas ke hal-hal yang tidak diinginkan. Pembatasan masalah yang dimaksud meliputi beberapa hal, yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pembuatan desain, serta simulasi *expandable Container House Horizontal* dengan menggunakan *software Solidworks 2018*.
2. Pada proses analisis kekuatan rangka rumah peti kemas, analisis tersebut juga menggunakan *software Solidworks 2018*.
3. Desain dikhususkan untuk penghuni tunggal seperti mahasiswa atau wisatawan.
4. Tahapan pembuatan hanya dilaksanakan hingga pembuatan skala model tanpa memperhatikan kekuatan dari material dalam pembuatan skala model.
5. Tidak membahas dan membandingkan parameter pada hasil 3d print.
6. Tidak membahas dan menghitung penggunaan daya pemakaian listrik dan kompartimen yang dipakai.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan dari penelitian perancangan rumah peti kemas horizontal yang dapat diperluas (*expandable container house*) ini bertujuan untuk mendesain, mensimulasikan, menganalisis kekuatan, dan membuat skala model dari rumah peti kemas (*container house*) yang dapat di *expand* pada dua sisi lebar peti kemas sesuai dengan kebutuhan mahasiswa dan wisatawan di Indonesia terutama di daerah Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat dari penelitian perancangan rumah peti kemas diperluas secara horizontal (*expandable container house horizontal*) ini adalah untuk mendapatkan desain serta skala model *container house* yang dapat di *expand* dan dioperasikan oleh konsumen. Selain itu manfaat penelitian perancangan ini juga dapat menambah referensi pembuatan rumah peti kemas minimalis (*simple peti kemas house*) yang biasanya memakan waktu lama karena dengan penelitian ini di harapkan perancangan rumah peti kemas (*container house*) lebih mudah dan cepat.

Meskipun dalam penelitian perancangan ini hanya sampai desain dan skala model namun di harapkan dengan adanya penelitian perancangan ini dapat menjadi

acuan dalam mengembangkan rumah peti kemas (*container house*) yang mudah dioperasikan sehingga nantinya dapat di produksi massal untuk membantu pembangunan rumah sederhana ramah lingkungan di Indonesia terutama didaerah Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.6 Sistematika Penelitian inian

Bagian ini berisikan mengenai urutan dan sistematika penelitian inian pada laporan tugas akhir ini. Setiap bab akan dijabarkan secara umum sehingga dapat diketahui gambaran dari masing-masing bab secara berurutan. Penelitian inian sistematika tugas akhir ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam pembahasan dari laporan ini. Penelitian inian sistematika tugas akhir ini dapat dijabarkan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penelitian inian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini berisi kajian pustaka dan menjelaskan dasar teori yang yang digunakan dalam penelitian dan perancangan yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian dan metode penelitian yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi tentang hasil dan pembahasan berdasarkan penelitian dan perancangan yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bagian ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan yang dilakukan serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dengan premis *go green* yang semakin populer di seluruh dunia, semakin banyak orang yang beralih ke kargo struktur wadah untuk alternatif ramah lingkungan. Ada banyak sekali peti kemas kosong di seluruh dunia yang hanya duduk di dermaga pengiriman yang menghabiskan ruang. Penelitian ini juga menggunakan peti kemas sebagai bagian yang dapat di *expandable*, struktur bangunan menciptakan istilah dalam dunia arsitektur yang disebut *Cargotecture*. Peti kemas dalam banyak hal merupakan bahan bangunan yang ideal karena kuat, tahan lama, *stackable*, *cuttable*, *movable*, *modular*, berlimpah, dan relatif murah. Arsitek serta orang awam menggunakannya untuk membangun berbagai jenis bangunan seperti rumah, kantor, apartemen, sekolah, asrama, studio seniman, dan tempat penampungan darurat (*Asian Green Buildings, 2014*)

Sebagai hasil dari komposisi strukturalnya, peti kemas pengiriman, selain bentuk kubus biasa, & ukuran modularnya, banyak fungsi di dalam gedung atau bahkan gedung lengkap bisa mudah dibuat dengan menggunakan kembali peti kemas ini, beberapa contoh sudah ada di seluruh dunia untuk pembangunan menggunakan peti kemas ini. Umumnya, peti kemas dapat digunakan kembali untuk membangun jenis gedung / fungsional seperti perumahan, tempat penampungan darurat krisis, tempat tinggal darurat bencana alam, gedung sekolah, bangunan tempat tinggal dan komersial, studio, toko, museum keliling, cabang bank, apotek, kamar tidur, mall dan toilet umum. Berbicara lebih spesifik tentang proyek kehidupan nyata, mereka telah digunakan di seluruh dunia dalam membuat berbagai proyek, dan di berbagai negara mencoba dengan skala dan fungsi yang berbeda, (*Ahmed Hosney Radwan, 2015*)

Modularitas adalah penggunaan modul yang sama dalam banyak konfigurasi, menghasilkan besar berbagai alternatif desain, dengan membawa beberapa keuntungan antara lain: mengurangi waktu konstruksi, biaya, pemeliharaan dan elemen penggantian. Dapat di *upgrade*, diservis dan fleksibel.

Hasilnya, desain modular mendorong produktivitas dalam pembuatan desain. Beberapa upaya telah dilakukan untuk mengembangkan cara mengajar

siswa Teknik menggunakan modularitas dalam desain, yang paling populer adalah menggunakan *Grid*. Namun terdapat masalah besar dengan jenis teknologi yang membosankan, kurang menarik atau tidak menyenangkan, terutama dengan revolusi perangkat lunak dan percepatan waktu. Akibatnya, sebagian besar siswa tidak memperdulikan bagian ini dan mulai membuat desain langsung dengan menggunakan file CAD kosong tanpa mengikuti aturan yang tertera. Di sisi lain, arsitektur peti kemas kargo modern berasal dari konsep menggunakan peti kemas dalam arsitektur yang telah dikembangkan selama 300 tahun terakhir. Peti kemas memiliki daya tahan dan juga bisa memiliki umur panjang hingga 20 tahun jika tidak terkena keras, kondisi yang ekstrim seperti hujan badai yang mengakibatkan terjadinya korosi pada badan dan rangka container tersebut. Peti kemas terkadang bertahan hampir 56% dari masa pakainya, baik dalam keadaan diam atau diposisikan ulang saat kosong. Biaya yang mahal untuk mengirim kembali peti kemas kosong ke asalnya. Dengan demikian, menggunakannya kembali dapat menurunkan jejak karbon dan totalnya energi yang terkandung dalam konstruksi. (Ebtehal Galal El-Deen Mohamed, 2017)

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Rumah

Rumah atau tempat tinggal adalah salah satu kebutuhan pokok (*primer*) manusia disamping sandang dan pangan. Banyak faktor yang mempengaruhi setiap orang untuk memilih rumah tinggal diantaranya adalah harga rumah, luas tanah, luas bangunan, model rumah, jarak rumah ke jalan raya, jarak rumah ke tempat kerja, jarak rumah ke sekolah anak, adanya fasilitas keamanan lingkungan, jarak rumah dengan tempat belanja dan lain sebagainya. Faktor-faktor ini terkadang saling bertentangan sebagai contoh rumah yang dekat dengan pusat keramaian harganya mahal atau rumah yang cocok dari segi harga, ukuran dan lokasi namun tidak tersedia tempat ibadah yang dekat dalam kompleks atau lingkungan tersebut. Sehingga, apabila satu faktor terpenuhi maka faktor yang lain tidak terpenuhi. Kemungkinan solusi terbaik adalah dengan berusaha mendapatkan titik penyelesaian yang optimal dengan mempertimbangkan semua faktor yang ada walaupun tidak paling memuaskan pada salah satu faktor.

Rumah sebagai tempat tinggal, menurut merupakan suatu institusi bukan sekedar suatu rangkaian tersusun dari bahan bangunan dan struktur (*Rapoport. 1969*). Rumah dibuat berdasarkan serangkaian pertimbangan dan tujuan yang sangat kompleks. Bentuk dan susunan rumah sangat dipengaruhi oleh lingkungan budaya yang dimiliki penghuninya. Rumah pada hakekatnya merupakan kebutuhan dasar (*basic needs*) manusia selain sandang, pangan, pendidikan dan kesehatan. Kebutuhan akan rumah atau tempat tinggal merupakan salah satu motivasi untuk pengembangan kehidupan yang lebih tinggi lagi, maka dengan kata lain bahwa tempat tinggal pada dasarnya merupakan wadah bagi manusia atau keluarga dalam melangsungkan kehidupannya (*Maslow. 1970*). Peran tempat tinggal bagi kelangsungan kehidupan yang dinamis sangat mutlak karena tempat tinggal bukan sekedar tempat bernaung, namun merupakan tempat untuk melindungi diri dari kondisi alam yang tidak selamanya menguntungkan. Lingkungan fisik, sosial, ekonomi dan budaya yang berbeda memunculkan respon sikap dan idea arsitektural dari masyarakat yang sangat variatif. Respon tersebut secara bertahap akan mengalami perubahan dan penyesuaian, seiring dengan perkembangan waktu.

Ruang berarti luasan, berarti rongga yang dibatasi atau dikelilingi oleh bidang, rongga yang tidak terbatas (angkasa), dan rongga yang terisi (massa). Secara matematis, ketentuan ruang terjadi dalam tiga dimensi. Ruang juga memiliki hubungan dengan waktu. Waktu sebagai penunjuk atas adanya suatu perubahan. Perubahan tersebut dalam hubungannya dengan ruang dapat bermacam-macam pengertiannya. Dari mulai perubahan fungsi sampai ke interior dalam ruang tersebut (*Frick, 1998*).

Alasan seseorang melakukan perubahan ruang berasal dari hubungan timbal balik antara penghuni dengan tempat tinggalnya (*Kellet, et.al. 1993*). Alasan ini juga bergantung kepada kondisi penghuni, aspek fisik dari tempat tinggal, dan persyaratan sosial budaya dari penghuni itu sendiri. Para penghuni memperbaiki dan mengubah struktur fisik rumah berdasarkan harapan dan kebutuhan mereka masing-masing. Perubahan dalam aspek fisik juga memperlihatkan kemampuan dan kapabilitas pemakai dalam melakukan perubahan tempat tinggal. Keuntungan yang diperoleh dalam melakukan perubahan rumah yaitu dapat memperbaiki

standar kualitas rumah, seperti memperbaiki penampilan fisik rumah (konstruksi, bahan, finishing), menyediakan ruang yang lebih luas kepada rumah tangga inti (*main household*), tersedianya ruang yang lebih banyak per orang, dan dapat meningkatkan kepuasan pemilik dan penghuni rumah itu sendiri (*Tipple, 1999*). Selain hal tersebut di atas, perubahan rumah ini memberi dampak yang positif terhadap ekonomi. Manusia melakukan perubahan terhadap rumah tinggalnya merupakan keputusan yang diambil karena beberapa alasan dan pertimbangan yang melatar belakangnya. Secara internal faktor yang berpengaruh antara lain berupa faktor mikro seperti riwayat keluarga, struktur keluarga, hobi, pergaulan dan kognisi. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh dalam perubahan suatu rumah tinggal meliputi faktor makro antara lain kondisi ekonomi, sosial dan budaya.

2.2.2 Peti kemas

Berdasarkan pengertian, peti kemas adalah suatu kemasan yang dirancang secara khusus dengan ukuran tertentu dan disamakan berdasarkan standar internasional yang ditetapkan didalam *Customs Convention on Containers*, terbuat dari bahan baja sehingga dapat dipakai berulang kali, dipergunakan untuk menyimpan dan sekaligus mengangkut muatan (*United Nation, 1972*). Peti kemas juga sering disebut dengan kontainer. Pengiriman barang menggunakan peti kemas memiliki banyak keunggulan. Bentuk dan ukuran peti kemas yang disamakan secara internasional membuat peti kemas mendukung pengiriman barang secara multimoda transportasi. Peti kemas dapat dimuat atau diangkut menggunakan truk, kereta api maupun kapal laut. Hal inilah yang menyebabkan peralihan angkutan barang umum atau muatan-muatan *general cargo* menjadi angkutan barang dengan menggunakan peti kemas pada akhir-akhir ini. Selain itu nampak jelas bahwa perkembangan sarana dan pra-sarana peti kemas di pelabuhan sangat signifikan, adapun alasan yang diungkapkan bahwa pengiriman muatan menggunakan peti kemas lebih ekonomis sehubungan dengan kecepatan bongkar muat yang efektif. Ukuran muatan dalam pembongkaran/pemuatan kapal peti kemas dinyatakan dalam TEUS (*twenty equivalent unit*). Oleh karena ukuran standar dari peti kemas dimulai dari panjang 20 feet, maka satu peti kemas 20' dinyatakan sebagai 1 TEUS

dan peti kemas 40' dinyatakan sebagai 2 TEUS atau sering juga dinyatakan dalam FEUS (*fourty equivalent unit*).

2.2.3 Jenis-jenis Peti kemas

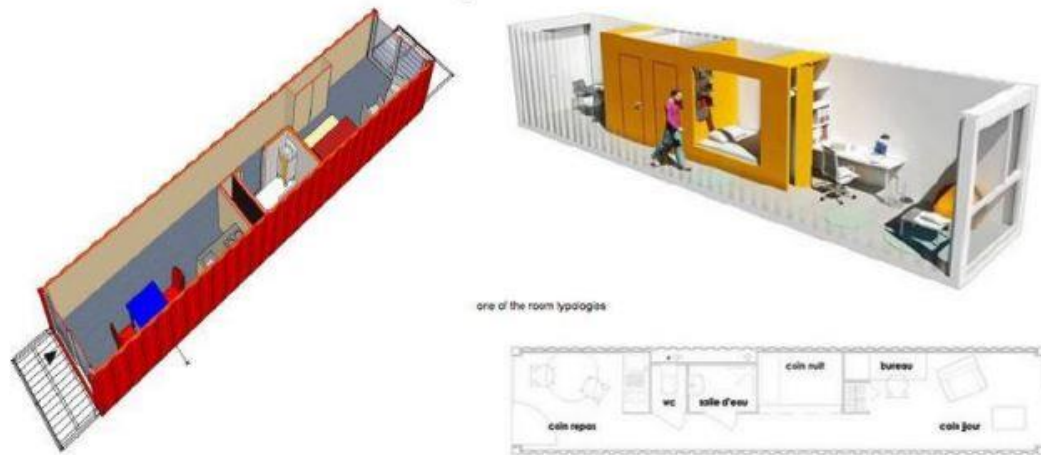
Buku Manajemen bisnis pelabuhan menjelaskan, jenis jenis peti kemas yaitu:

1. *Dry Cargo Container/General Cargo* adalah peti kemas yang digunakan untuk mengangkut bermacam-macam muatan yang tidak memerlukan perhatian secara khusus.
2. *Reefer Container* adalah peti kemas ini dioperasikan untuk mengangkut muatan yang harus didinginkan sampai -30 derajat *celcius* seperti daging, ikan buah-buahan, obat-obatan, minuman.
3. *Bulk Container* adalah peti kemas yang digunakan untuk mengangkut muatan curah kering, misalnya beras, gandum. Dan ditempat tujuan peti kemas ini dikosongkan dengan menggunakan peralatan hidrolik.
4. *Open Side Container* adalah peti kemas yang dapat dibuka dari samping. Juga diberi pintu pada salah satu ujungnya (*end door*) untuk memudahkan keluar/masuk barang yang berukuran normal. Pada dinding yang dapat dibuka, diberi pelindung dari terpal yang cukup kuat untuk melindungi muatan secara efektif.
5. *Open Top Container* adalah peti kemas yang digunakan untuk mengangkut barang yang ukurannya sangat besar yang cara memasukkan muatan ke dalam peti kemas dari atas peti kemas.
6. *Flat Rack Container* adalah peti kemas yang digunakan untuk mengangkut muatan berat seperti mesin dan *spare part*. Bentuk datar tanpa dinding di samping kanan, kiri dan atas.
7. *Tank Container* yaitu peti baja yang dibangun didalam kerangka peti kemas digunakan untuk mengangkut tanki yang di dalamnya memuat barang-barang yang berbahaya, misalnya gas, minyak, dan bahan kimia yang mudah meledak.

2.2.4 Cargotecture

Cargotecture adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan seni arsitektur peti kemas disejumlah kota yang ditandai dengan beberapa perkembangan peti kemas pengiriman, cargotecture masih belum menjadi praktik

umum karena peti kemas masih belum dipandang sebagai ruang yang dapat dihuni (Vergara, 2013). Bidang arsitektur ini telah menimbulkan perdebatan kontroversial dan banyak sekali pembahasan tentang kegunaannya untuk keperluan perumahan.



Gambar 2.2.4-1 Contoh tipologi ruang peti kemas (Oloto dan Adebayo, 2012)

Ada sejumlah keuntungan dan kerugian *cargotecture* yang telah ditangkap dan bagian ini akan menguraikan faktor-faktor tersebut untuk mengungkapkan kedua pandangan di kedua sisi perdebatan spektrum

1. Kekuatan Cargotecture

Peti kemas dianggap sebagai salah satu *mobile structure* dan *modular* terkuat dibangun untuk menahan angin kencang dan cuaca laut yang berat. Peti kemas arsitektur juga dipandang lebih ramah lingkungan karena memungkinkan adanya modul dibongkar dan direlokasi dengan sedikit jejak kaki, sehingga membantu dalam pelestarian alam. Penggunaan peti kemas sebagai mekanisme bangunan juga menguntungkan dalam arti, mereka mudah diangkut, fleksibel dan dapat diakses. juga menunjukkan bahwa mereka menawarkan proses konstruksi yang singkat sehingga menghemat sumber daya, waktu produksi dan modal (Silva, 2013).

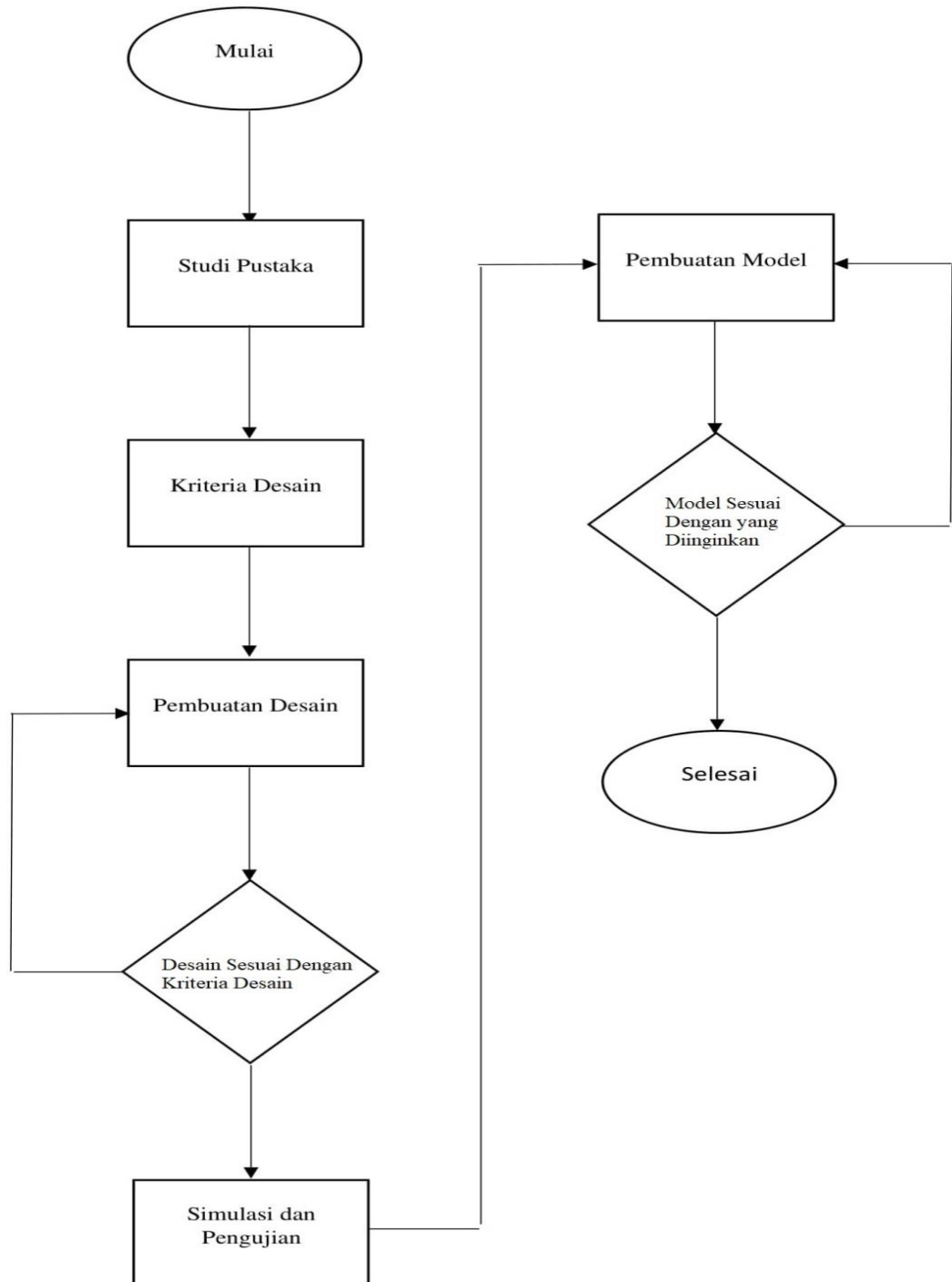
2. Batasan Cargotecture

Meskipun perkembangan peti kemas memiliki beberapa keuntungan, penggunaan peti kemas pengiriman dalam arsitektur masih memiliki banyak keterbatasan yang menjadi penghalang untuk sering digunakan perumahan. Peti kemas yang telah dicatat memiliki masa hidup lebih sedikit dari lima puluh tahun (Cabrera Vergara, 2013). Dari catatan tersebut, dapat disimpulkan bahwa peti kemas memiliki umur yang lebih pendek dari pada bangunan yang dibangun secara

konvensional. Kelemahan yang telah terdapat dalam proses produksi terhadap perkembangan peti kemas juga termasuk factor untuk menuntut dilakukannya isolasi termal yang intensif untuk memastikan bangunan atau unit tetap dingin dan hangat jika dibutuhkan. Selain itu, cargotecture membutuhkan tenaga kerja yang berbeda yang lebih berpengalaman dengan jenis bahan bangunan biasa. Para ahli teori memaparkan bahwa peti kemas juga dipandang sebagai bahan bangunan yang bermutu rendah (*inferior*) dibandingkan dengan bahan bangunan konvensional batu bata.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 2.2.4-1 Diagram Alir Perancangan

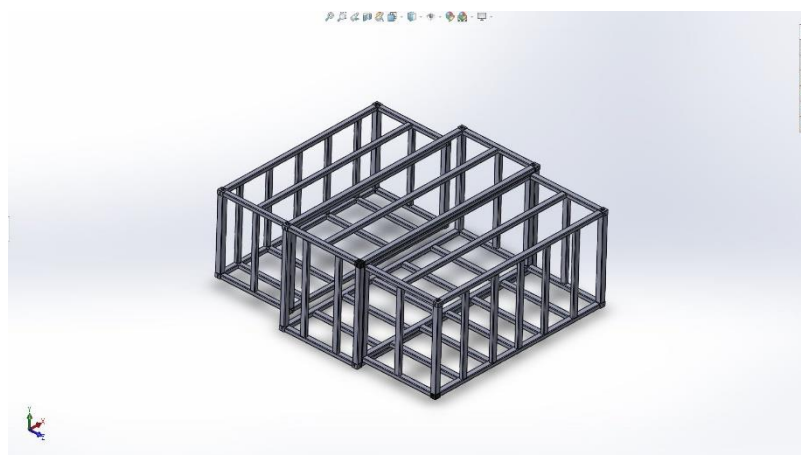
3.2 Kriteria Desain

Kriteria desain adalah tahap setelah dilakukannya studi pustaka. Kriteria Desain ini ditentukan berdasarkan kebutuhan dari pengguna yang menjadi acuan minimal dari desain yang telah di buat. Kriteria desain ini juga menjadi penilaian akhir dari sebuah desain yang menjadikan desain tersebut sesuai atau tidak dengan permasalahan yang ada. Dalam kasus ini kriteria desain *expandable container house* di buat dalam bentuk table di bawah ini.

Tabel 3.2-1 kriteria desain *Expandable Container House*

No	Kriteria	Deskripsi
1	Kuat	Dapat menahan beban pengguna termasuk interior yang terdapat didalamnya. Beban yang dapat ditampung sebuah kontainer sebesar 28.200 kg atau 28,2 ton
2	Sederhana	Memiliki desain yang simple tetapi tidak menghilangkan estetika didalam bangunannya.
3	Perubahan	Perubahan lebar yang dapat dilakukan sebesar 1.200 mm disetiap sisi.
4	Nyaman	Ruang huni yang sesuai dengan kebutuhan dan nyaman untuk dihuni.

Proses pembuatan desain dimulai dengan pembuatan desain rangka rumah container yang diinginkan. Proses pembuatan desain rangka menggunakan *software solidwork 2018*. Desain yang dibuat pertama seperti berikut:

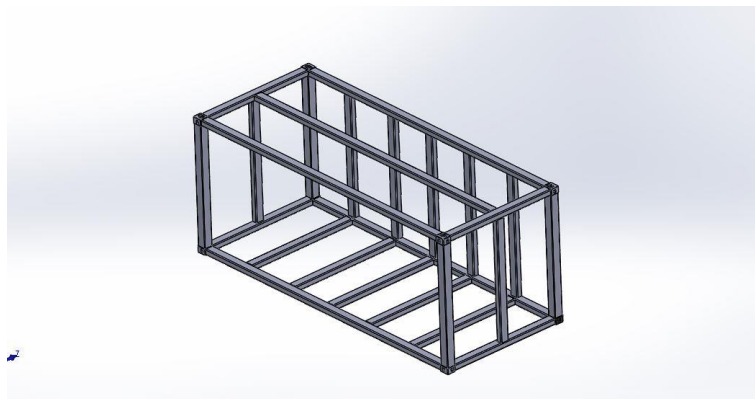


Gambar 2.2.4-1 Assembly Pembuatan Desain Awal

Rangka utama ISO 20 ft mempunyai dimensi P: 6.070 mm, T: 2.600 mm, dan dikonversi dengan mengambil konsep awal lebar container yang dikalikan 2 sehingga menghasilkan L: 6.800 mm. Desain rangka ini terdapat 3 komponen yaitu:

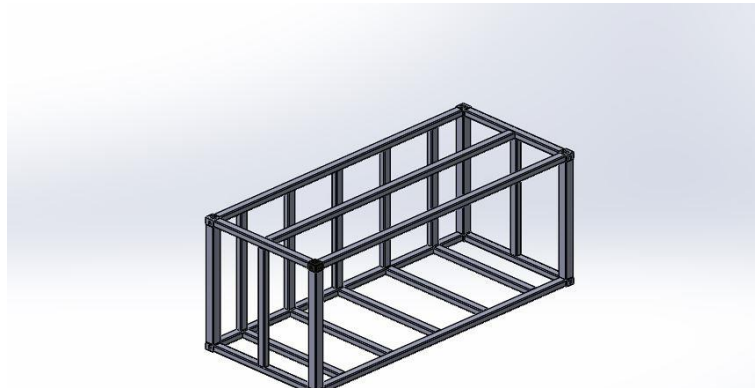


Gambar 2.2.4-2 Rangka Utama Awal



Gambar 2.2.4-3 Rangka *Expand* Bagian Kanan

Rangka *expand* bagian kanan memiliki dimensi P: 5.700 mm, T: 2.400 mm, dan L: 2400 mm, dimana dimensi tersebut disesuaikan dari dimensi dalam yang terdapat pada rangka utama peti kemas.



Gambar 2.2.4-4 Rangka *Expand* Bagian Kiri

Rangka *expand* bagian kiri memiliki dimensi yang diambil dari dimensi bagian dalam rangka *expand* kanan, sehingga rangka ini memiliki dimensi P: 5.300 mm, T: 2.100 mm, dan L: 2.300 mm. sehingga rangka bagian kiri terbentuk ruang yang kecil.

3.3 Peralatan dan Bahan

Dalam melakukan perancangan dan pembuatan model dalam penelitian ini, terdapat beberapa peralatan dan bahan yang digunakan. Peralatan dan bahan tersebut di jelaskan dibawah ini:

Tabel 3.3-1 Alat Pembuatan Skala Model *Expandable Container House*

No	Alat	Deskripsi
1	Komputer	Digunakan sebagai perangkat utama dalam penelitian.
2	Software Solidworks 2018	Penggunaan software ini untuk pembuatan desain dan analisis <i>expandable container house</i> . Solidworks di pilih karena <i>interface</i> yang lebih mudah serta arahan dari dosen pembimbing untuk menggunakan <i>software</i> ini.
3	3D Printing	3D printer digunakan untuk pembuatan bagian – bagian part tertentu dalam model karena bisa membuat bentuk yang lebih kompleks dengan sasaran untuk membuat model mirip dengan peti kemas aslinya serta dengan waktunya yang lebih cepat.

4	Laser Cutting	Laser <i>cutting</i> digunakan untuk emotongan dari bodi yang sesuai dengan yang diinginkan.
5	Peralatan Kerja Bangku	Peralatan seperti gergaji, ragam, amplas, dll berguna untuk proses pemotongan dan finishing pembuatan model <i>expandable container house</i> .

Tabel 3.3-2 Bahan Pembuatan Skala Model *Expandable Container House*

No	Bahan	Deskripsi
1	Filament 3D Printer	Material utama dari <i>joint</i> penghubung rangka peti kemas dan <i>interior</i> , tidak ada spesifikasi khusus dari filament yang digunakan, dapat menggunakan PLA atau ABS yang ada banyak di pasaran atau menggunakan jenis material yang lain.
2	Alumunium Hollow	Alumunium Hollow berukuran 10 mm x 15 mm menjadi material yang digunakan dalam sistem pembuatan model rangka pada peti kemas dikarenakan bentuk alumunium hollow yang mempunyai kemiripan dengan bentuk rangka asli pada peti kemas.
3	Akrilik dan Triplek	Menggunakan ukuran 3 mm dan berfungsi sebagai bahan bodi pada skala model.
4	Bahan pendukung	bahan pendukung seperti epoxy, cat, kain dll sebagai tambahan yang digunakan dalam proses pembuatan <i>expandable container house</i> .

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan

4.1.1 Studi Masalah

Pada perancangan skala model *expandable container house (horizontal)* ini, tahapan pertama yang dilakukan adalah menentukan peti kemas yang digunakan dan juga mencatat ukuran peti kemas yang digunakan. Dari penentuan ukuran peti kemas tersebut kemudian menentukan suatu konsep perancangan dengan beberapa tahapan untuk ditetapkan sebagai konsep akhir pada perancangan skala model.

Tabel 4.1-1 Dimensi Peti kemas

(source: *Technical Information on ISO Shipping Container*)

		20' container		40' container	
		imperial	metric	imperial	metric
external dimension	length	19' 10 1/2"	6.058 m	40' 0"	12.192 m
	width	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m
	height	8' 6"	2.591 m	8' 6"	2.591 m
internal dimension	length	18' 8 13/16"	5.710 m	39' 5 45/64"	12.032 m
	width	7' 8 19/32"	2.352 m	7' 8 19/32"	2.352 m
	height	7' 9 57/64"	2.385 m	7' 9 57/64"	2.385 m
door aperture	width	7' 8 1/8"	2.343 m	7' 8 1/8"	2.343 m
	height	7' 5 1/2"	2.280 m	7' 5 1/2"	2.280 m
volume		1,169 ft ³	33.1 m ³	2,385 ft ³	67.5 m ³
maximum gross mass		66,139 lb	30,400 kg	66,139 lb	30,400 kg
empty weight		4,850 lb	2,200 kg	8,380 lb	3,800 kg
net load		61,289 lb	28,200 kg	57,759 lb	26,600 kg

Peti kemas yang digunakan yaitu peti kemas berukuran 20 ft yang mempunyai ukuran panjang sebesar 6,05 meter dengan tinggi 2,6 meter dan lebar 2,4 meter.

Tahapan yang kedua yaitu menentukan sasaran pengguna dari perancangan desain *expandable container house (horizontal)*, penelitian ini menepatkan sasaran pengguna ke mahasiswa rantauan yang akan menetap di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) untuk beberapa waktu, dan juga sasaran pengguna pada pasangan suami istri yang baru saja menikah. Tetapi sasaran kedua tersebut hanya sebagai opsi tambahan, sasaran yang penelitian ini lebih tujukan kepada mahasiswa rantauan yang akan menetap disuatu daerah tersebut.

4.1.2 Penyesuaian Desain Sesuai Peraturan

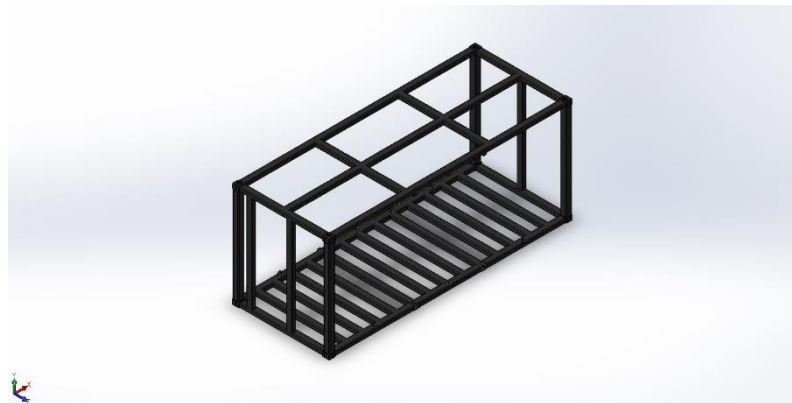
Setelah menentukan ukuran dari peti kemas yang digunakan yang ditunjukkan pada gambar (Tabel 4.1-2), penelitian ini mendeskripsikan kriteria desain untuk perancangan dan pembuatan skala model *Expandable Container House (Horizontal)*. Perancangan dan pembuatan skala model tersebut berdasarkan dari permasalahan yang ditentukan, dan sasaran pengguna rumah peti kemas yang dituju. Deskripsi kriteria desain untuk perancangan tersebut yang harus diterapkan pada desain terbaru yaitu :

1. Desain yang dirancang harus sesuai dengan bentuk peti kemas asli dan sesuai fungsi yang diinginkan.
2. Desain yang dibuat menggunakan dimensi asli peti kemas yang berada di Indonesia.
3. Mekanisme *expandable* berdasarkan pada sistem rel (*slider*), oleh karena itu, penambahan jarak untuk posisi pemasangan *slider* pada sistem *expandable* harus diperhitungkan berdasarkan ukuran *slider* yang digunakan berdasarkan kekuatan yang dibutuhkan dan ukuran *slider* yang digunakan.
4. Dimensi desain harus sesuai dengan regulasi yang telah ditetapkan di undang undang perhubungan pada pasal pengatur kereta tempelan (*trailer*) yaitu peraturan MENTERI PERHUBUNGAN NOMOR : 14 TAHUN 2007 KM. 74 Tahun 1990 tentang KENDARAAN PENGANGKUT PETI KEMAS DI JALAN pada pasal 4 yang berbunyi sebagai berikut :
 - a. Memiliki tinggi maximum kendaraan termasuk peti kemasnya tidak melebihi 4,2 meter
 - b. Dilengkapi dengan sumbu dan ban ganda untuk peti kemas 20 kaki
 - c. Dilengkapi dua sumbu dengan air bag suspension atau tiga sumbu (*triple*) dengan pegas daun (*leaf spring suspension*) dan wajib dilengkapi dengan ban ganda untuk peti kemas 40 kaki dan 45 kaki
 - d. Menggunakan ban yang sama ukurannya
 - e. Memiliki pesawat rem yang memenuhi persyaratan teknis dan dapat dikendalikan secara terpusat oleh pengemudinya

- f. Memiliki perangkat pengunci peti kemas (*twist lock*) yang memenuhi standar internasional (ISO) yang terpasang secara kokoh dan permanen pada kendaraan yang bersangkutan

4.2 Pembuatan Dan Penyesuaian Kriteria Desain

Proses penyesuaian desain dengan kriteria desain merupakan perubahan pada rangka untuk menghasilkan dimensi ruang yang sesuai dengan kebutuhan tanpa mengurangi banyak ruang seperti pada ukuran ruang yang dapat diciptakan di perancangan desain yaitu:



Gambar 4.1.2-1 Rangka Utama

Rangka utama diatas memiliki dimensi luar dan dalam seperti berikut :

Tabel 4.2-1 Data dimensi rangka utama

	Dimensi Luar	Dimensi Dalam
P	6.090 mm	5.780 mm
L	2.430 mm	2.110 mm
T	2.620 mm	2.410 mm

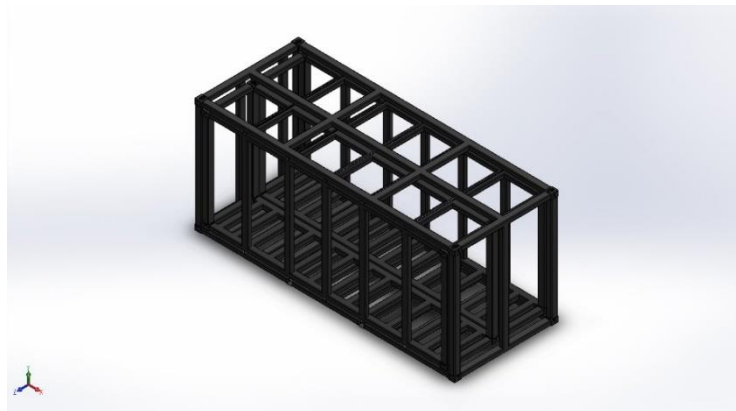


Gambar 4.1.2-2 Rangka *extend*

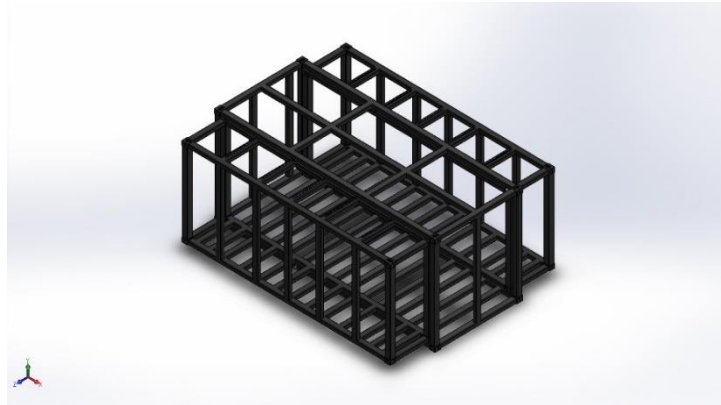
Rangka *extend* diatas merupakan bentuk desain akhir dari penyesuaian desain. Rangka tersebut memiliki dimensi luar dan dalam seperti berikut:

Tabel 4.2-2 Data dimensi rangka *extend*

	Dimensi Luar	Dimensi Dalam
P	5.760 mm	5.046 mm
L	1.210 mm	900 mm
T	2.410 mm	2.200 mm



Gambar 4.1.2-3 Rangka tertutup



Gambar 4.1.2-4 Rangka terbuka

Tabel 4.2-3 Dimensi rangka dalam posisi rumah peti kemas terbuka (*expand*)

	Dimensi Luar	Dimensi Dalam
P	6.090 mm	5.460 mm
L	4.850 mm	4.480 mm
T	2.620 mm	2.200 mm

Tabel diatas merupakan data dimensi hasil perancangan. Data P dan T mengalami pengurangan ukuran dikarenakan data tersebut diambil dari batas dimensi dalam rangka extend yang di ratakan, sedangkan pada rangka utama tidak ada pengurangan dimensi.

4.2.1 Mekanisme

Pada perancangan rumah kontainer *expandable* ini menggunakan mekanisme slider dimana pengoperasian expand pada rumah ini seperti sistem laci meja yang dapat dibuka dan ditutup dengan memberikan gaya tarik pada proses membuka dan memberi gaya dorong pada proses menutupnya. Untuk menjalankan proses ini, penelitian ini menggunakan produk yang disebut *heavy duty linear guide slides*. Produk ini dipilih dikarenakan sesuai dengan konsep mekanisme yang diinginkan dan juga dapat menahan beban yang diinginkan.



Gambar 4.2.1-1 *Heavy Duty Linear Guide Slides*

Produk ini disebut dengan *heavy duty linear guide slides*, dimana mempunyai mekanisme seperti laci meja. Produk ini memiliki beberapa jenis yang disesuaikan dengan beban yang akan diangkat. Slider pada Gambar 4.2.1-1 dipilih dengan alasan mampu menahan beban sebesar 500 kg. slider ini memiliki kode *QH series* dipilih karena mampu menahan beban hingga 18000 kg sesuai dengan ukuran yang diinginkan, kode yang dipilih yaitu QHW30CB yang memiliki daya angkut beban (*load*) sebesar 5940,87 kg pada beban dinamis dasar dan 6764,8 kg dengan catatan, kekuatan ini berlaku jika pemasangan linear guide dipasang dengan benar dan kuat.

4.3 Analisis

Pada penelitian ini juga menganalisis kekuatan struktur desain rumah kontainer menggunakan *software solidworks 2018* dengan pemilihan material *steel AISI 304* yang mirip dengan material rangka kontainer yang menggunakan *COR-Ten steel*. Tujuan dari analisis ini untuk menentukan daya tahan rumah kontainer jika melalui proses angkat jika ingin dipindahkan dengan beban struktur tambahan dan interior yang ditampungnya. Analisis ini dilakukan menggunakan tipe pemindahan *forklift*. Analisis ini hanya terbatas pada pemindahan dari tanah ke atas truk trailer yang telah disesuaikan pada peraturan Dinas Perhubungan Darat.

Pada perancangan ini, penelitian ini juga menempatkan beberapa *part interior* yang dijual dipasar Indonesia. Dimana *part* tersebut digunakan untuk menentukan barang-barang yang penelitian ini asumsikan akan dibutuhkan pengguna rumah peti kemas *expandable*. *Part interior* digunakan juga untuk mengasumsikan beban yang akan diterapkan pada rumah peti kemas sebagai guna

untuk pengujian kekuatan yang akan disimulasikan di aplikasi desain *Solidwork 2018*. *Part interior* yang diasumsikan seperti berikut:

Tabel 4.3-1 *Interior Expandable Container House*

NO	Nama Part	Beban
1	Kasur	23,5 kg
2	Meja Kerja 1	54,5 kg
3	<i>Box Laci</i>	24 kg
4	<i>Kitchen Set 1</i>	38,5 kg
5	Lemari <i>Kitchen Set</i>	30 kg
6	Kulkas	104,27 kg
7	Toilet	50 kg
8	4 Panel Surya	32 kg
9	Tandon Air 3000 Liter	98,5 kg
10	Lemari Pakaian	51 kg
11	Meja Makan	28 kg
12	Westafel	7 kg
13	TV 24"	2,35 kg

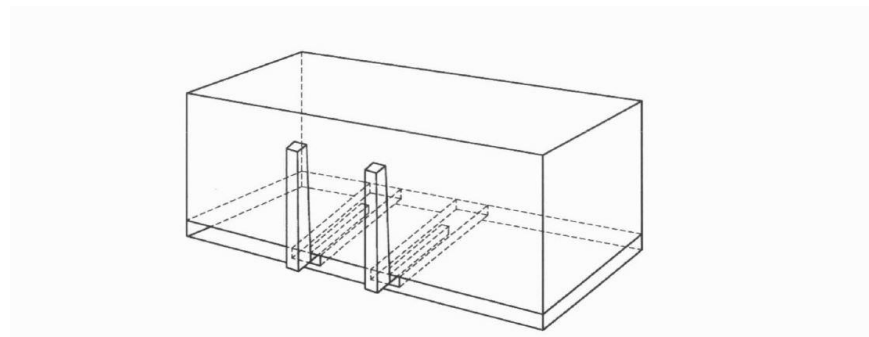
Penelitian pada bagian *interior* ini berdasarkan asumsi kebutuhan yang didata dari beberapa *part* yang biasanya terdapat pada rumah konvensional, dan bisa berubah sesuai dengan kebutuhan pengguna rumah ini, dan juga data juga bisa berubah sesuai dengan interior yang ditentukan oleh pengguna. Dapat dilihat dari Tabel 4.3-1 total beban yang terbentuk yaitu sebesar 543,62 kg.

4.3.1 Analisis Pemindahan Menggunakan Forklift

Pada analisis ini, pemindahan rumah kontainer menggunakan *forklift* yang mampu mengangkut kontainer dengan tipe ukuran 20 ft dan 10 ft. Pemindahan ini dengan cara memasukkan garpu (*fork*) ke *forklift pockets* yang telah tersedia pada kontainer.

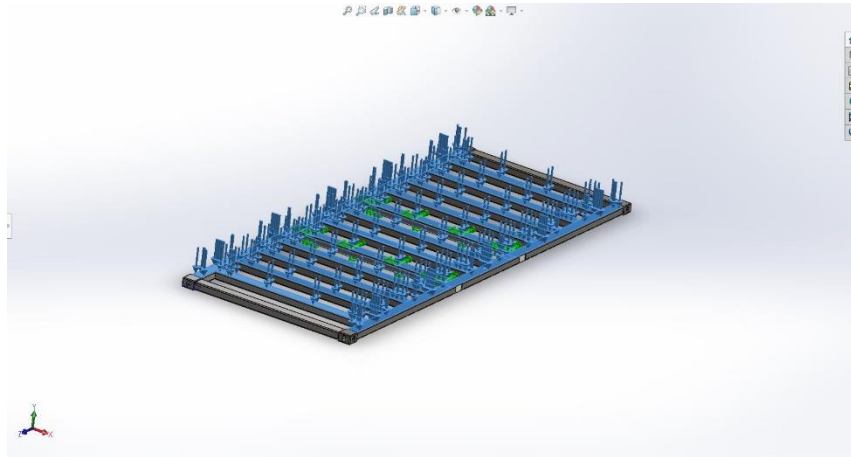


Gambar 4.3.1-1 Kalmar Fotklift

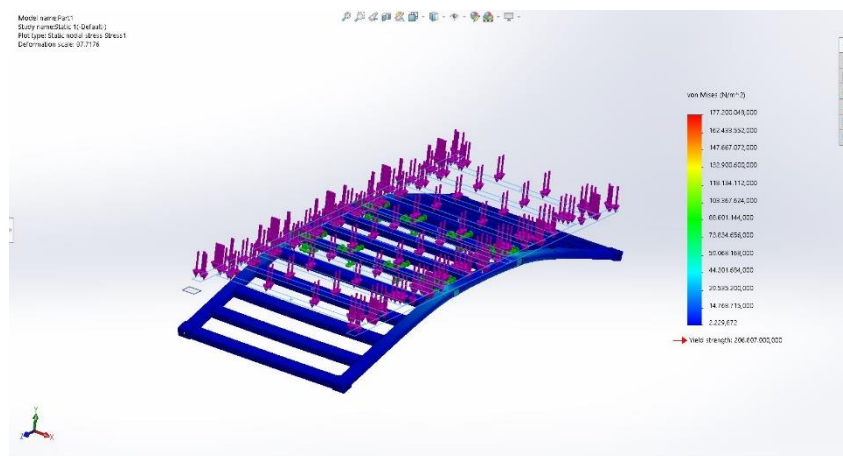


Gambar 4.3.1-2 Proses pemindahan menggunakan forklift

Analisis ini dilakukan menggunakan *software solidworks 2018* dengan memakai sistem *distributed mass* atau bisa disebut massa merata dimana ditinjau dari letak *extend* dan letak interior yang memberi beban merata. Letak titik beban dalam analisis ini dapat dilihat pada gambar 4.3.1-3

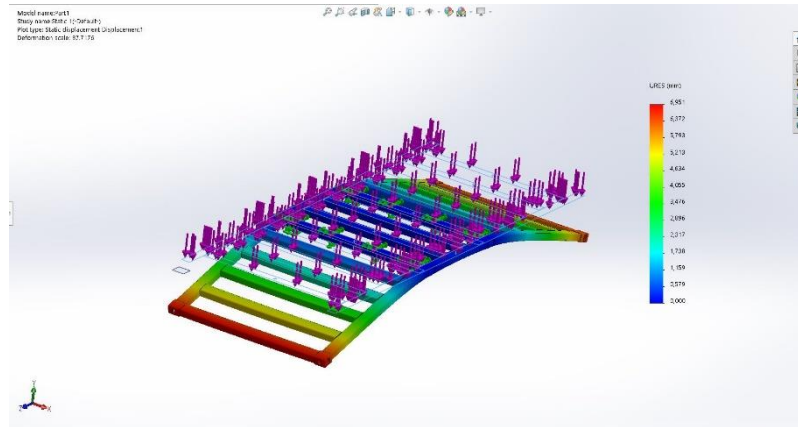


Gambar 4.3.1-3 Posisi Penempatan Titik Beban



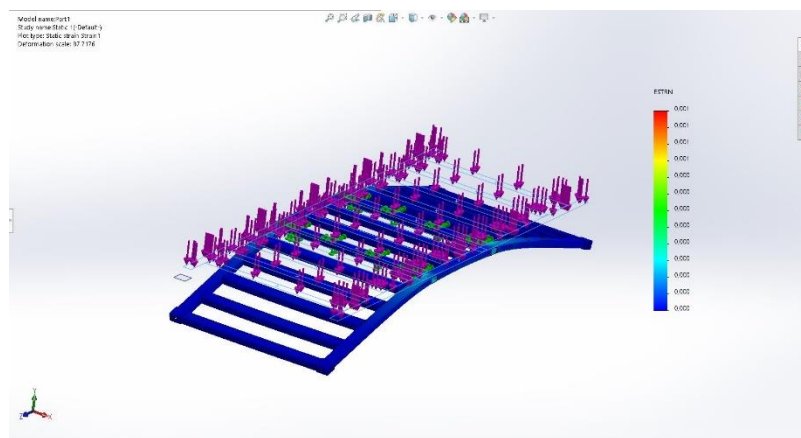
Gambar 4.3.1-4 *Stress analysis* menggunakan forklift

Data maksimum stress yang didapat sebesar $177.200.048 \text{ N/m}^2$ dengan beban yang sama yaitu sebesar $18.333,62 \text{ kg}$. Data ini merupakan total beban yang ditampung oleh kontainer, dimana terbagi dari beban *extend* sebesar 17.790 total kedua *extend*, beban atap penutup sebesar 100 kg total kedua atap, dan beban interior sebesar $543,62 \text{ kg}$. Tidak terdapat titik merah yang menandakan adanya stress yang berlebih.



Gambar 4.3.1-5 *Displacement analisis* menggunakan forklift

Pada Gambar 4.3.-5 merupakan analisis pertambahan panjang atau bagian elastisitas, didapat penambahan panjang maksimal sebesar 6,95 mm. *Displacement* ini merupakan perubahan posisi Y dari posisi awal yaitu 0.



Gambar 4.3.1-6 *Strain analisis* menggunakan forklift

Pada Gambar 4.3.-6 merupakan simulasi regangan (*strain*). Regangan merupakan perubahan relative ukuran atau bentuk suatu benda. Pada analisis ini didapat data *equivalent strain* minimum di 0 dan maximum di 0,001.

Material pada rumah kontainer ini merupakan Steel AISI 304 dengan kekuatan luluh sebesar (*yield strength*) 206.807.000 N/m².

4.4 Hasil Perancangan

Hasil perancangan *Expandable Container House Horizontal* telah melalui beberapa tahapan pencarian identifikasi masalah melalui proses diskusi. Terdapat beberapa saran dan masukan yang diberikan oleh dosen pembimbing dalam melakukan perancangan ini. Hasil perancangan ini mendapatkan penambahan

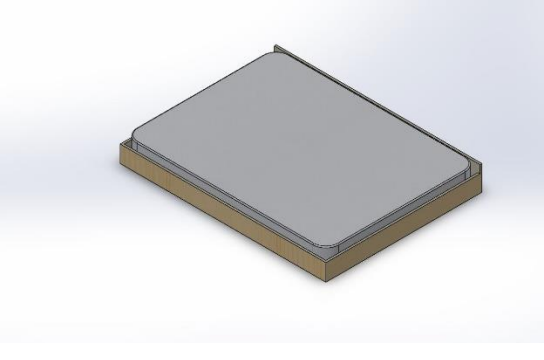

ukuran saat kondisi rumah kontainer expand. Pada posisi tertutup, rumah container ini tidak mengalami perubahan yang tertulis pada table berikut:


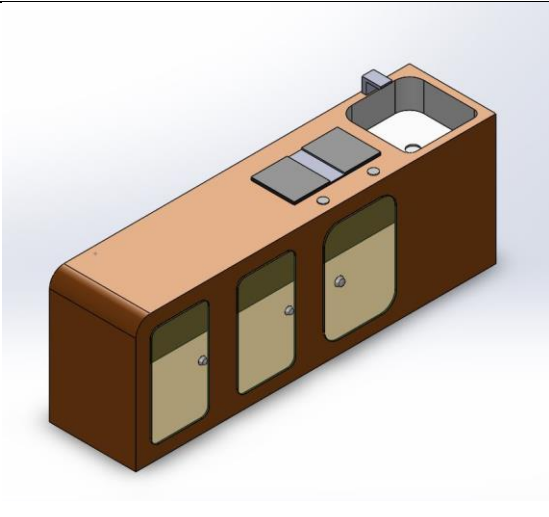
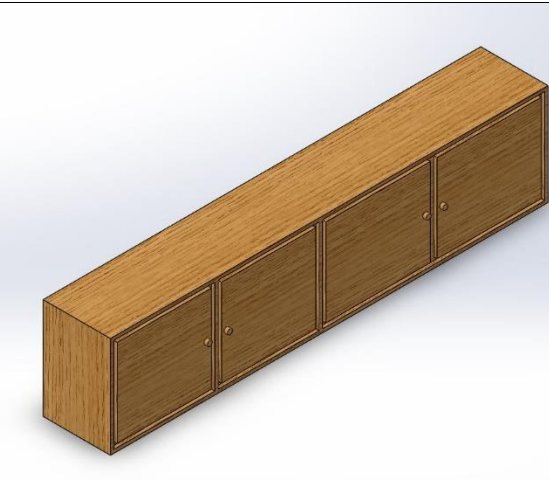
Tabel 4.4-1 Tabel ukuran hasil perancangan

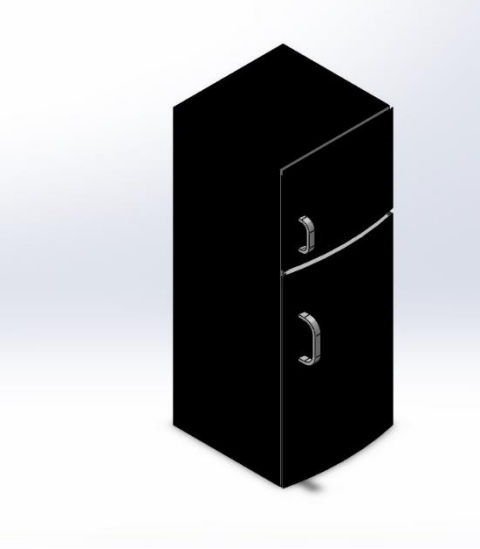
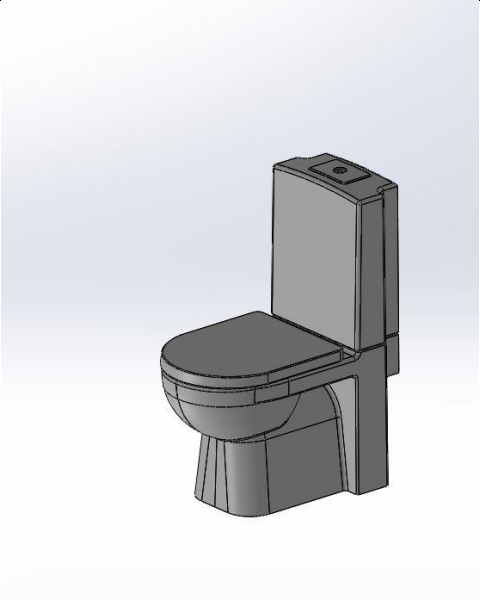
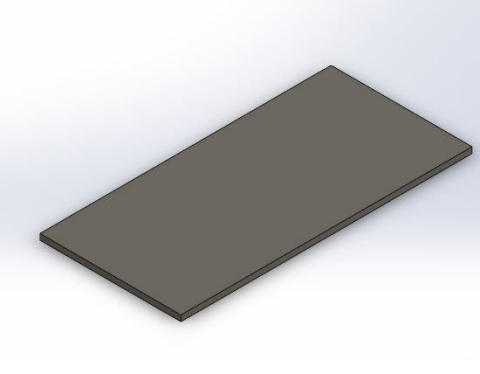
	Dimensi Luar	Dimensi Dalam
P	6.090 mm	5.460 mm
L	4.850 mm	4.480 mm
T	2.620 mm	2.200 mm

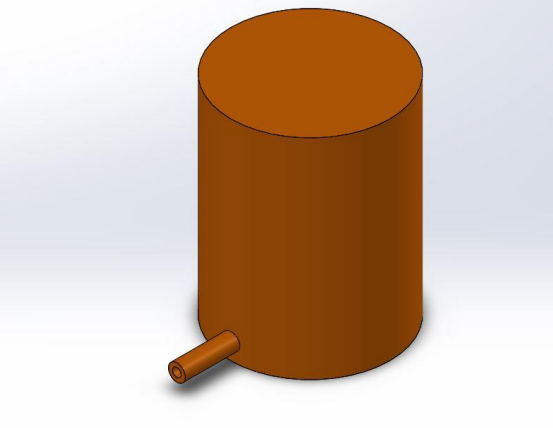

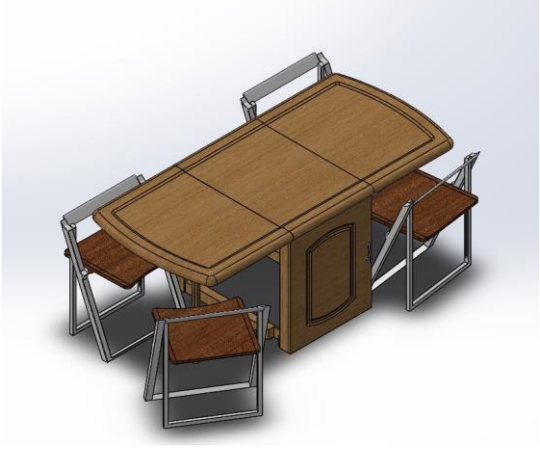
Ukuran pada Tabel 4.3.1-1 sudah termasuk penggantian bodi rumah kontainer dengan kayu. Inovasi yang dilakukan pada rumah kontainer ini meliputi penambahan ruang huni, interior yang digunakan sama dengan rumah konvensional dan juga memakai daya listrik ramah lingkungan yang ditampung dengan panel surya. Juga terdapat beberapa fasilitas yang telah di tempatkan didalam rumah sesuai dengan desain yang dirancang.

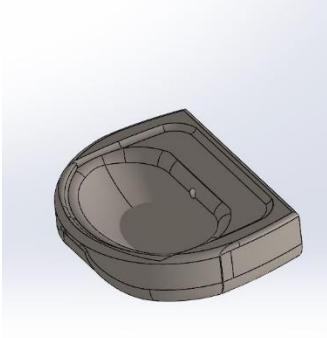

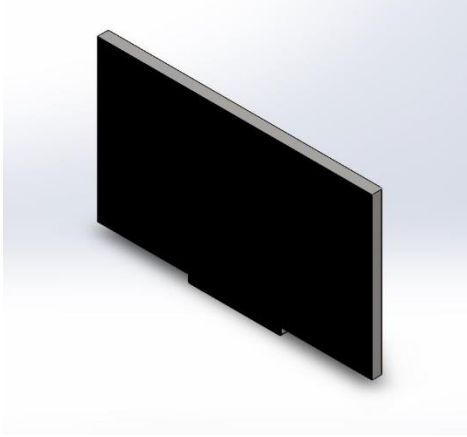
Tabel 4.4-2 *Part interior*

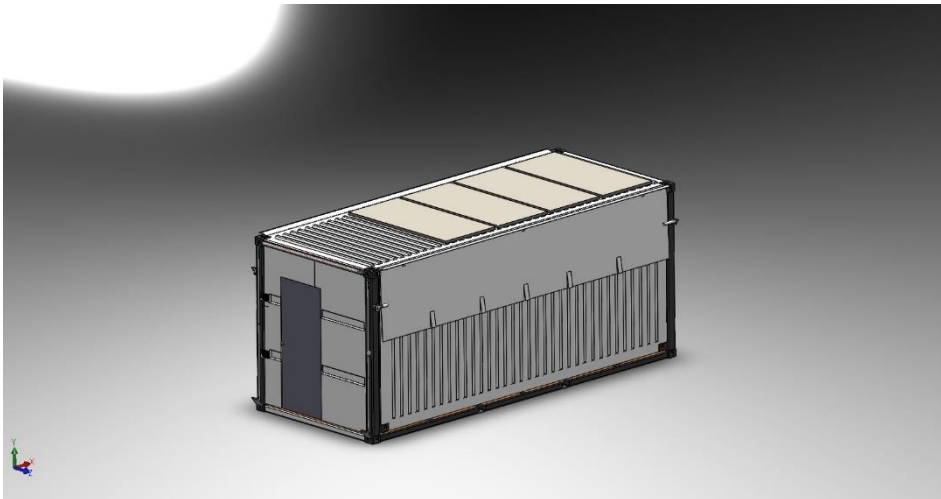
NO	<i>Part Interior</i>	Gambar
1	Kasur	
2	Meja Kerja 1	

3	<i>Box Laci</i>	
4	<i>Kitchen Set 1</i>	
5	<i>Lemari Kitchen Set</i>	

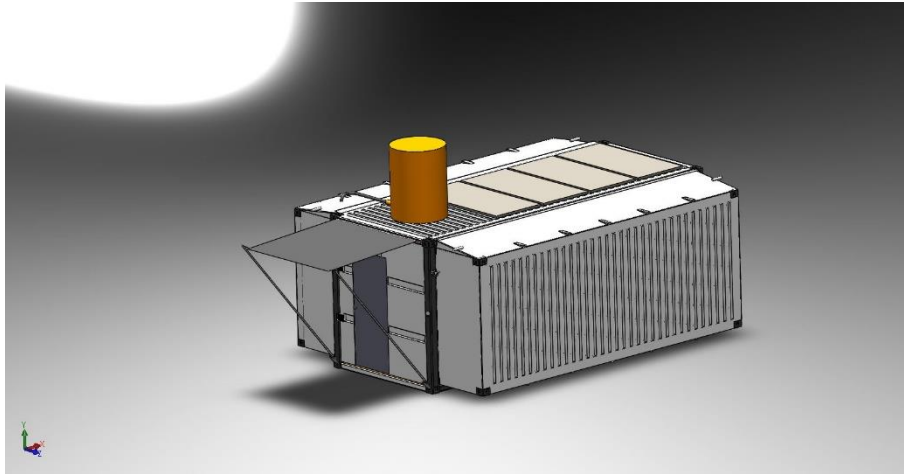
6	Kulkas	
7	Toilet	
8	Panel Surya	

9	Tandon Air 3000 Liter	
10	Lemari Pakaian	
11	Meja dan kursi lipat	

12	Wastafel	
13	Shower	
14	TV	



Gambar 4.3.1-1 Hasil perancangan rumah kontainer kondisi tertutup



Gambar 4.3.1-2 Hasil rancangan rumah kontainer kondisi terbuka

4.5 Pembuatan Pemodelan

Pada penelitian ini juga menentukan skala yang digunakan dalam pembuatan pemodelan untuk rumah kontainer ini. Penelitian ini menentukan skal 1:10 untuk pembuatan pemodelan. Skala 1:10 dipilih dikarenakan ukuran yang dihasilkan tidak terlalu besar dan juga masih terlihat jelas jika ingin dipresentasikan. Dan juga untuk mengurangi kesulitan saat pembuatan bagian bagian yang akan dibuat menggunakan *3Dprinting*.

4.5.1 Proses Pembuatan Rangka Model

Proses pembuatan ini mengacu pada desain yang sudah berskala 1:10 dari dimensi aslinya dan dikerjakan di laboratorium produksi. Pertama-tama membuat kerangka dasar dari bahan *aluminium hollow* dan pembuatan *corner fitting* yang dibuat menggunakan *3dprinting*.



Gambar 4.5.1-1 *Alumunium hollow*



Gambar 4.5.1-2 *Corner fitting* menggunakan *3dprinting*

Alumunium hollow akan dipotong menggunakan gerinda tangan dengan ukuran 1:10 dari yang telah dibuat dari desain, yaitu dengan ukuran sebagai berikut:

Tabel 4.5-1 Ukuran dan jumlah *alumunium hollow*

Nama	Rangka Utama	Jumlah	Rangka <i>Expand</i>	Jumlah
P	609 mm	6	275 mm	4

L	243 mm	8	104 mm	14
T	262 mm	5	213 mm	9

Untuk rangka *expand* akan dikalikan 2 dikarenakan terdapat rangka di sisi kanan dan kiri rangka utama. Selanjutnya penggabungan antara rangka yang telah dipotong sesuai dengan ukuran yang ditentukan dengan *corner fitting* yang telah dibuat dengan 3dprinting menggunakan lem korea dan juga *epoxy*. Jumlah *corner fitting* yang dibuat sebanyak 24 buah untuk setiap sudut rangka utama maupun rangka *expand*.

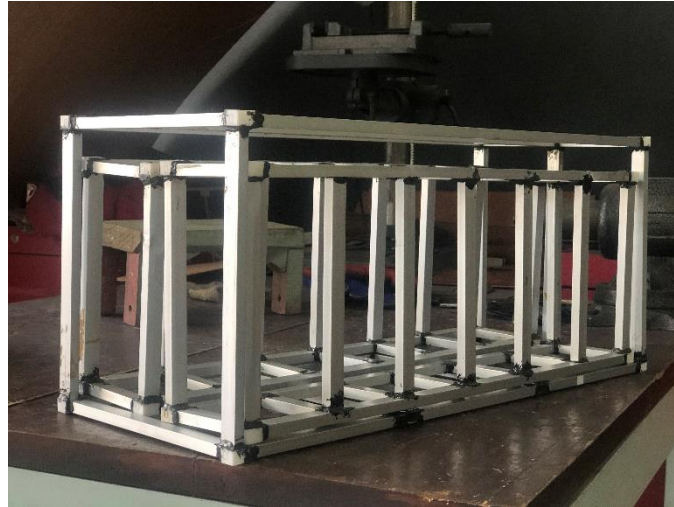


Gambar 4.5.1-3 Pemodelan rangka utama



Gambar 4.5.1-4 *corner fitting* yang telah tempelkan

Setelah rangka dan corner fitting telah digabungkan, beberapa rangka juga ditempelkan yaitu rangka expand dan juga rangka penguat sehingga membentuk rangka assembly dasar yang telah ditentukan.



Gambar 4.5.1-5 *Assembly* rangka kondisi tertutup



Gambar 4.5.1-6 *Assembly* rangka kondisi terbuka

4.5.2 Proses Pembuatan Bodi

Pada proses pembuatan bodi ini menggunakan laser cutting. Bahan yang digunakan yaitu triplek dan akrilik dengan ketebalan 3 mm dipotong sesuai dengan bodi desain yang telah diubah dalam skala 1:10.



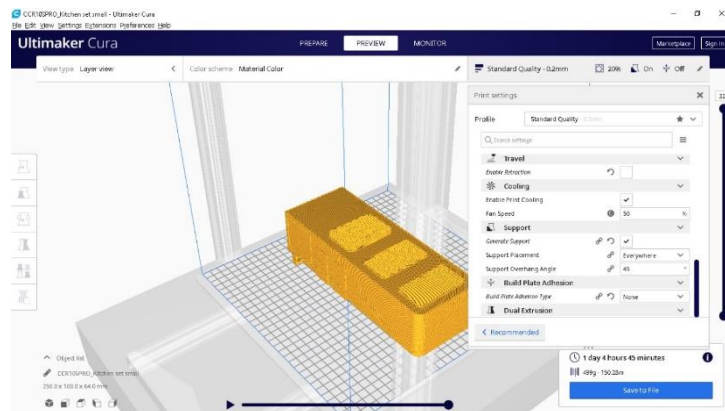
Gambar 4.5.2-2 Proses Laser Cutting Triplek



Gambar 4.5.2-1 Proses Laser Cutting Akrilik

4.5.3 Proses Pembuatan Part 3D Printing

Proses ini meliputi pembuatan interior dan mekanisme gerak yang diinginkan dalam penelitian ini, terdapat beberapa perubahan yang akan dimasukkan kedalam bab kendala.



Gambar 4.5.3-1 Proses Pembuatan dengan Software Ultimaker Cura



Gambar 4.5.3-2 Hasil 3dprinting interior

4.5.4 Hasil Pembuatan Model

Pada sub bab ini memperlihatkan hasil akhir dari proses pembuatan pemodelan dan *assembly* semua bagian proses pemodelan sampai membentuk *expandable container house horizontal* yang sesuai dengan desain yang telah dirancang.



Gambar 4.5.4-1 Rumah Kontainer *Expandable* Kondisi Tertutup



Gambar 4.5.4-2 Rumah Kontainer *Expandable* Kondisi Terbuka



Gambar 4.5.4-3 *Interior* Pemodelan Rumah Kontainer *Expandable*

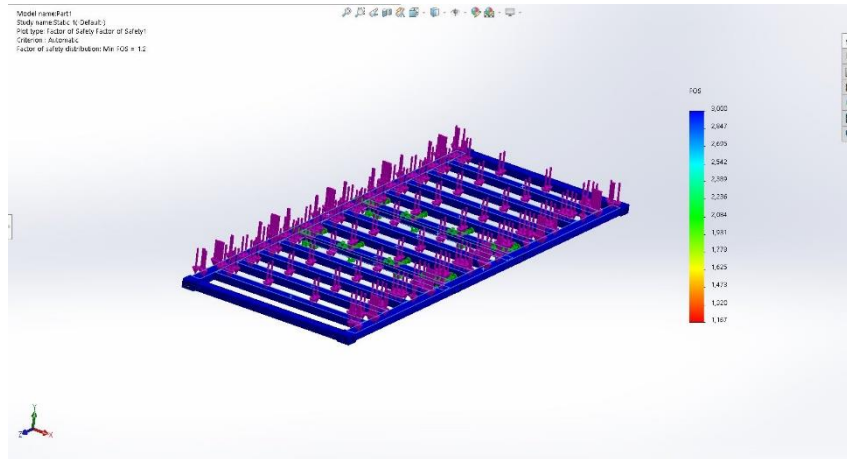
4.6 Pembahasan

Terdapat kendala dalam perancangan rumah kontainer expandable terutama dalam proses pemodelan yaitu:

1. Perubahan bentuk slider untuk mekanisme gerak rumah kontainer, kendala yaitu jika slider yang telah ditentukan dalam desain dibuat menggunakan *3Dprinting* sangat kecil dalam skala 1:10 dan akan sangat rapuh. Sehingga ditentukan bentuk slider baru untuk pemodelan dengan sistem mekanisme yang sama dengan desain yang telah dirancang, dan juga kendala kekuarangan dana saat pembuatan skala model.
2. Beberapa part interior yang tidak dapat dibuat menggunakan *3dprinting* karena terdapat mekanisme dalam part tersebut sehingga sangat rapuh untuk dibuat dalam skala 1:10 sebagai contoh meja makan lipat yang terdapat pada desain yang diambil *sample* dari tempat penjualan interior rumah.
3. Bahan pemodelan yang sulit dicari karena faktor ukuran yang tentukan sebagai contoh bodi pada desain dengan ketebalan 2 mm tetapi dipemodelan tersedia dengan ukuran 3 mm, sehingga adanya penyesuaian profil irisan yang berbeda antara desain dengan pemodelan.

Pada perancangan ini juga melakukan analisis safety factor dalam kondisi pemindahan yaitu menggunakan forklift. Dimana analisis juga menggunakan software *solidwork 2018*. Didapat hasil seperti berikut:

- a. Analisis safety factor menggunakan *forklift*.



Gambar 4.5.4-1 Analisis safety factor menggunakan forklift

Hasil data analisis pemindahan menggunakan forklift juga menunjukkan data yang sama yaitu yaitu minimum 1,167 dan maksimal 3. Pemanfaatan ini menambah masa pakai sebuah kontainer sebanyak 2 tahun dengan catatan awal jika grade A dengan kondisi baru yang diberikan oleh distributor dengan masa pakai selama 5 tahun, maka dengan adanya pemanfaatan dan pemodifikasian menjadi 7 tahun menurut jurnal *Cargotecture*.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Kriteria perancangan rumah *container expandable* yang sesuai dengan yang diinginkan adalah kuat dengan desain yang sederhana tetapi tetap mengandung unsur estetik, mudah dioperasikan dan nyaman untuk dihuni, yang menggunakan mekanisme *heavy duty linear guide slides* saat pengoperasian dengan cara memberikan gaya tarik jika ingin membuka rumah kontainer dan gaya dorong jika ingin menutup secara *horizontal* sangat mudah.
2. Kekuatan pada mekanisme *expand* bergantung juga pada pemasangan *heavy duty linear guide slides* yang benar dan kuat sehingga dapat menciptakan ruang huni sebesar 4.480 mm untuk lebar ruang dalam, dapat disimpulkan ukuran 2 kali dari lebar kontainer awal. Kekuatan rumah kontainer *expandable* ini dapat menahan beban dengan adanya penambahan struktur atau material tambahan untuk menambah kekuatan struktur rangka lantai, dan beban pasti hanya berlaku pada beban rangka tambahan sedangkan beban interior bisa berubah sesuai dengan material yang diinginkan oleh pengguna rumah.
3. Inovasi yang terdapat pada rumah kontainer ini termasuk atap dan *canopy* yang mudah dioperasikan tanpa melakukan proses pemasangan.
4. Pemilihan skala 1:10 untuk pemodelan sangat cocok untuk mempresentasikan hasil dari perancangan rumah kontainer dengan catatan beberapa *part* desain harus disesuaikan. Penggunaan *3dprinting* untuk pemodelan rumah kontainer *expandable* dengan skala 1:10 sudah mencukupi dengan catatan hanya berlaku untuk *part solid* dan besar, sedangkan untuk *part* berukuran kecil harus melakukan penyesuaian atau perubahan desain.

5.2 Saran

Pada penelitian ini masih terdapat beberapa hal yang belum tercapai, saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

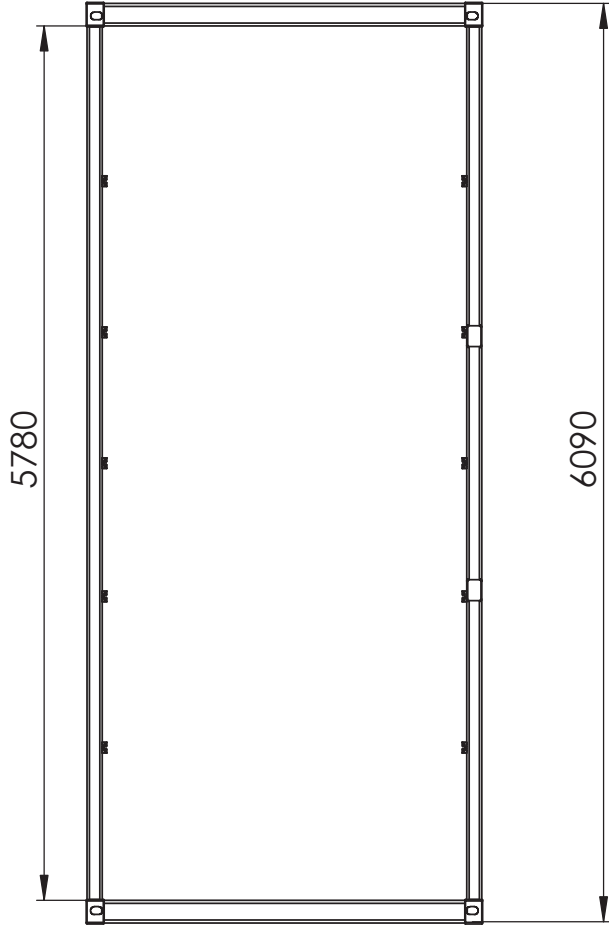
1. Mekanisme *expand* pada rumah kontainer *expandable* digerakkan secara otomatis agar memudahkan pengguna saat membuka atau menutup rumah kontainer.
2. Pada saat pembuatan pemodelan, menggunakan bahan yang ringan namun tetap kokoh dan kuat sehingga beban yang diberikan kepada otomatisasi tidak besar.
3. Daya listrik yang dibutuhkan untuk pengoperasian panel surya dan jumlah baterai yang dibutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Balogun, Abiodun Lukmon. 2018. *Shipping container as an alternative housing solution*
- Bevilacqua, Carmelina. 2019. *New metropolitan perspectives, knowledge dynamics and inovations-driven policies towards urban and regional transitions volume 2*. UK
- Group, SKF. 2012. *Linear mtion standard*
- Maphumulo, Minenhle. 2016. *Implications for using shipping containers to provide affordable housing*
- Onuorah, Uchechukwu John. 2017. *Study of shipping container housing as an alternative to sandcrete block and reinforced concrete in lagos*
- Powers, J Daniels. 2010. *Freight container lifting standard*
- Radwan, Hosney Ahmed. 2015. *Containers Architecture Reusing Shipping Containers in making creative Architectural Spaces*
- Sawyer, p. 2005,2008 . *intermodal shipping container small steel building*
- Smith, J D. *Shipping containers as building components*

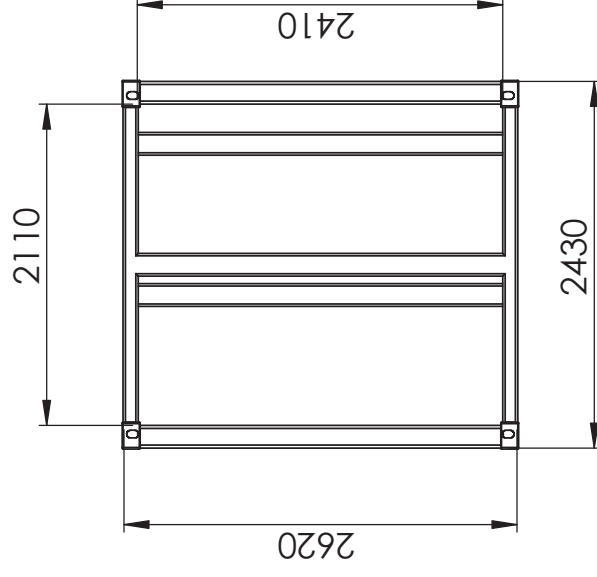
2

B

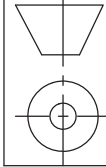


A

B



A



Skala : 1:50
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 10 Desember 2021

Nama : fodel ibrahim
 NIM : 15525052
 Diperiksa :

keterangan :

Teknik Mesin - UJI

2D Rangka Utama

NO.1

A4

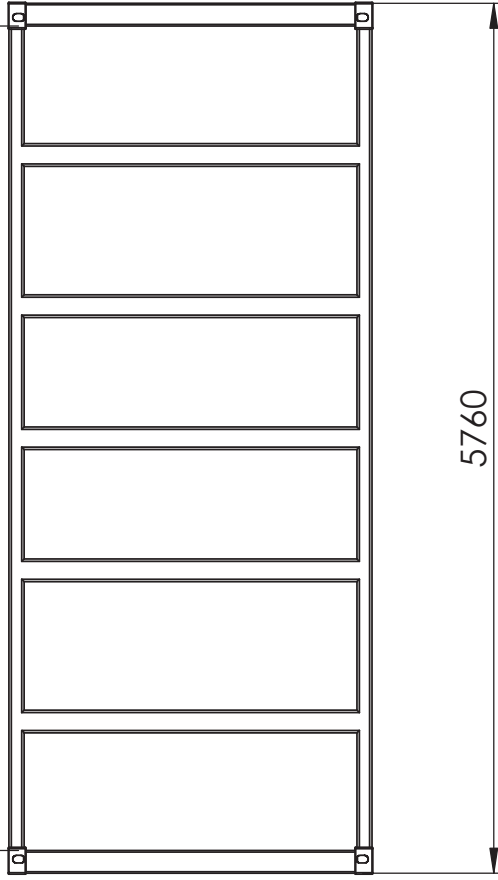
2

1

2

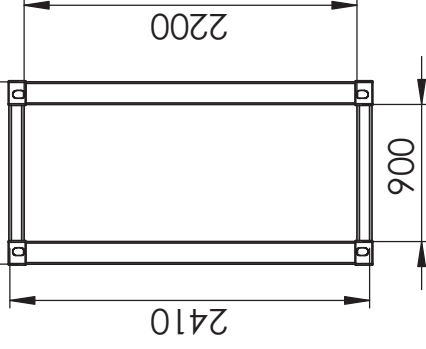
B

5046

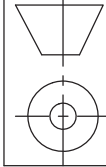


A

1210



A



Skala : 1:50
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 10 Desember 2021

Nama : fadel ibrahim
 NIM : 15525052
 Diperiksa :

keterangan :

Teknik Mesin - UII

2D Rangka Extend

NO.1

A4

2

1

2

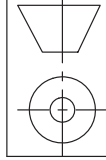
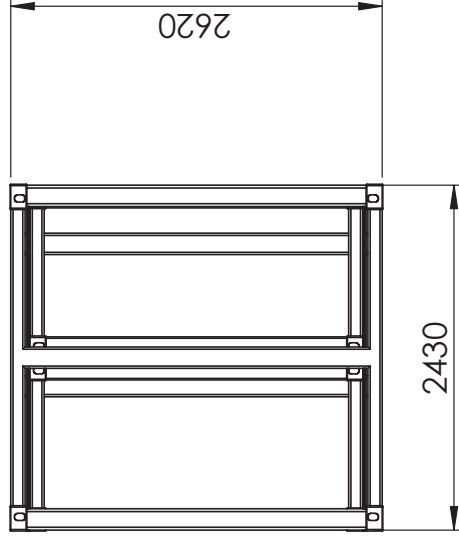
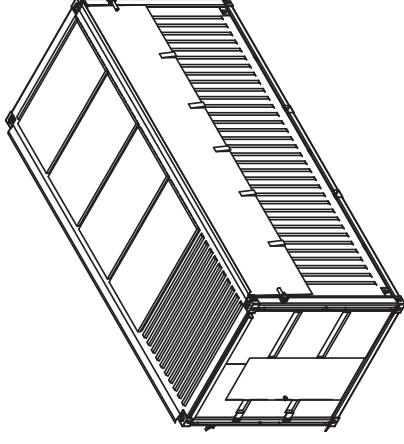
1

B

B

A

A



Skala : 1:50
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 10 Desember 2021

Nama : fadel ibrahim
 NIM : 15525052
 Diperiksa :

keterangan :

Teknik Mesin - U11

2D Tertutup

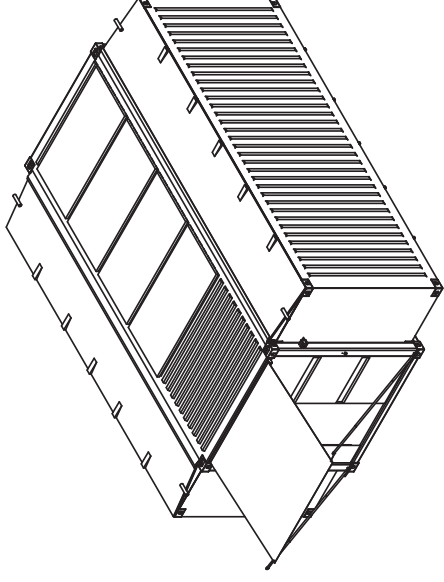
NO.1 A4

2

1

2

1

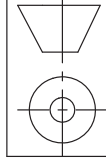
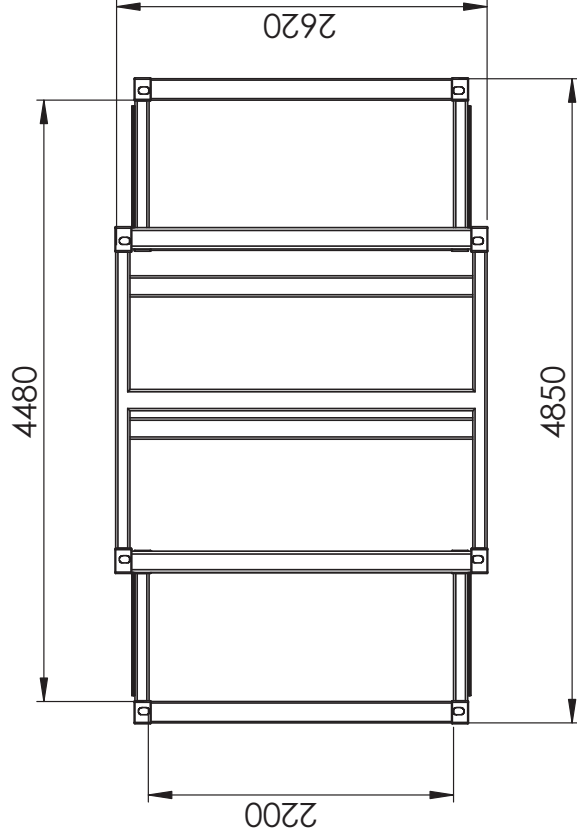


B

B

A

A



Skala : 1:50
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 10 Desember 2021

Nama : fadel ibrahim
 NIM : 15525052
 Diperiksa :

keterangan :

Teknik Mesin - U11

2D Rangka Terbuka

NO.1

A4

2

1