



**TUGAS AKHIR - DP184838**

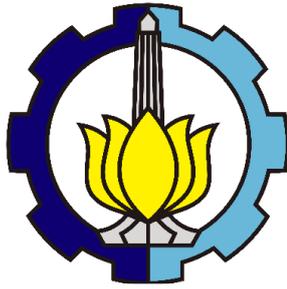
# **RANCANG BANGUN MAINAN MODULAR DENGAN TEMA PENGENALAN KAPAL**

**TIO YUDHA PRASETYA  
0831124000143**

**Dosen Pembimbing :  
Drs. Taufik Hidayat, MT**

**Program Studi Desain Produk  
Fakultas Arsitektur, Desain dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2019**





Tugas Akhir – DP 184838

**RANCANG BANGUN MAINAN MODULAR DENGAN TEMA  
PENGENALAN KAPAL**

Oleh:

**Tio Yudha Prasetya  
NRP. 0831124000143**

Pembimbing:

**Drs. Taufik Hidayat, MT**

**Program Studi Desain Produk  
Fakultas Arsitektur, Desain, dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2019**



*Final Project – DP 184838*

***MODULAR TOY DESIGN FOR INTRODUCING SHIPS***

*By:*

***Tio Yudha Prasetya***

***NRP. 0831124000143***

*Lecturer:*

***Drs. Taufik Hidayat, MT***

***Industrial Design Programme***

***Faculty of Architecture, Design, dan Planning***

***Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya***

***2019***

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**RANCANG BANGUN MAINAN MODULAR DENGAN TEMA**  
**PENGENALAN KAPAL**

**TUGAS AKHIR (DP 184838)**

Disusun untuk Memenuhi Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Desain (S.Ds)  
pada  
Program Studi S-1 Desain Produk  
Fakultas Arsitektur, Desain, dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**Tio Yudha Prasetya**  
**NRP. 08311240000143**

Surabaya, 07 Agustus 2019  
Periode Wisuda 120 (September 2019)

Mengetahui,

Kepala Departemen Desain Produk



**Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D.**

**NIP. 19751014 200312 2001**

Disetujui,

Dosen Pembimbing

**Drs. Taufik Hidayat, M.T.**

**NIP. 19580218 198701 1001**

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS TUGAS AKHIR

Saya mahasiswa Program Studi Desain Produk, Fakultas Arsitektur, Desain, dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, dengan identitas:

Nama Mahasiswa : Tio Yudha Prasetya

NRP : 08311240000143

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis Tugas Akhir yang saya buat dengan judul **“RANCANG BANGUN MAINAN MODULAR DENGAN TEMA PENGENALAN KAPAL”** adalah:

1. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan sebagai kutipan/referensi dengan cara yang semestinya.
2. Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan data-data hasil pelaksanaan tugas akhir dalam proyek tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dan jika saya terbukti tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan diatas, maka saya bersedia tugas akhir ini dibatalkan

Surabaya, 7 Agustus 2019

Yang Membuat Pernyataan



Tio Yudha Prasetya

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Rancang Bangun Mainan Modular dengan Tema Pengenalan Kapal”** sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana dari Program Studi Desain Produk, Fakultas Desain, Arsitektur, dan Perancangan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis berharap laporan dan hasil dari tugas akhir ini untuk kedepannya dapat bermanfaat bagi berbagai pihak. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan dan sangat jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat terbuka untuk menerima kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi masukan untuk berkembang menjadi lebih baik kedepannya.

Surabaya, 7 Agustus 2019

Tio Yudha Prasetya

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas Akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan oleh penulis tanpa bantuan serta dukungan dari berbagai pihak selama Tugas Akhir berlangsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis, yang selalu memberikan segala bantuan, doa, juga kepercayaannya kepada penulis dalam setiap keputusan yang diambil oleh penulis, serta bantuan dalam hal materi selama penulis menjalankan pendidikan sarjana di ITS.
2. Seluruh keluarga penulis yang memberikan dukungan moral untuk dapat menyelesaikan tugas akhir dan menyelesaikan pendidikan sarjana di ITS.
3. Kepala Departemen Desain Produk Industri ITS, Ibu Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D. yang telah memberikan bimbingan serta dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Dosen Pembimbing, Bapak Drs. Taufik Hidayat, M.T. yang telah dengan sabar mendukung, membimbing, serta mengoreksi penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir.
5. Dosen Penguji Bapak Ari Dwi Krisbianto, S.T., M.Ds. dan Bapak Djoko Kuswanto, S.T., M.Biotech yang telah memberikan bimbingan, koreksi, serta dukungan pada penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Departemen Desain Produk Industri yang telah memberikan bantuan ilmu dan wawasan kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikan sarjana.
7. Pengrajin Kayu, Pak Anwar dan kolega, yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan bantuan tenaga dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Beiergo Id, Mas Radian dan kolega, yang memberikan bantuan, dukungan, ilmu, dan wawasan pada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Teman-teman penulis, Grup Nanda Curhat Ae, Komunitas Cosplay Surabaya, Penghuni Warkop Kuning, dan orang-orang terdekat penulis, yang mendampingi dan memberikan bantuan motivasi pada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis bersyukur mendapat kesempatan bertemu dan mengenal semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian Tugas Akhir. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada semua pihak tersebut.

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## ABSTRAK

Mainan bongkar-pasang atau biasa disebut dengan *construction toys*, dalam pasar mainan global, adalah salah satu jenis mainan yang cukup tinggi potensi bisnisnya. Mainan bongkar-pasang atau *construction toys*, yang menggunakan sistem modular, adalah salah satu jenis mainan yang biasa digunakan sebagai media edukasi pada anak-anak, karena dapat melatih motorik dan kognitif anak. Kesuksesan *construction toys* sebagai media edukasi juga tidak lepas dari tema yang disisipkan didalamnya. salah satu tema yang potensial untuk diangkat adalah tentang pengenalan kapal, karena Indonesia adalah negara yang telah diakui secara internasional sebagai negara maritim di UNCLOS 1982, sehingga Indonesia memiliki potensi yang besar di industri pelayaran dan perkapalannya, namun, potensi tersebut dapat hilang dalam beberapa tahun ke depan apabila generasi penerus tidak memiliki ketertarikan dan minat terhadap dunia maritim dan perkapalan. Pengembangan desain mainan bongkar-pasang dengan tema pengenalan kapal dengan sistem modular dilakukan dengan mengeksplorasi bentuk modul dan sistem sambungan. Bahan baku yang *sustainable* juga menjadi pertimbangan, sehingga bahan kayu limbah menjadi pilihan karena mudah didapatkan dan jumlahnya berlimpah. Metode produksi *rapid-prototyping* juga menjadi alternatif dalam proses produksi untuk mendapatkan metode produksi yang paling efektif secara waktu dan biaya. Proses desain dilakukan, mulai dari pengumpulan data, *artefact analysis*, eksplorasi, hingga pengembangan konfigurasi antar modul, agar aspek-aspek tersebut dapat digabungkan sehingga menghasilkan varian desain yang dapat mengenalkan bentuk-bentuk kapal secara sederhana. Luaran desain dalam perancangan ini adalah desain modul-modul yang dapat disusun menjadi bentuk yang merepresentasikan kapal berserta 5 varian desain konfigurasi modul untuk kapal dengan bentuk spesifik, kapal perang, kapal kargo kering, kapal kargo kontainer, kapal *ro-ro*, kapal *ferry*, dan 1 varian desain set modul yang dapat dikonfigurasi menjadi bentuk yang merepresentasikan kapal-kapal kecil.

**Kata kunci:** Mainan modular, Kapal, Kayu limbah, *Rapid-prototyping*

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## ABSTRACT

*Construction toys, in the toys global market, is a type of toys that has high business potential. Construction toys, that use a modular system, are commonly used as educational medium for children, because they can train child's motor and cognitive. Theme is implied in the construction toys design to add the value. One of the potential theme to be raised is about ship introduction, because Indonesia is an internationally recognized as a maritime country at UNCLOS 1982, so that Indonesia has great potential in shipping industry, however, this potential can be lost in a few years ahead if the next generation has no interest in the maritime and shipping. Development of modular toys design, with ship introduction theme, are carried out by exploring the form of modules and connector system. Sustainable raw materials are also considered, so that wood waste is a potential option because it is abundant and easily obtained. Production method rapid-prototyping is also used as an alternative in the production process to get the effective production process. The design process starts from data collection, artefact analysis, exploration, to developing, configurations between modules, so they can be combined to produce design variants that can introduce some simple ship shapes. The output of this design is modules that can be arranged to represent some simple ships along with 5 variants of module configuration design for ships with forms, like warship, bulker ship, container ship, ro-ro ship, ferry, and a variant of modules set that can be configurated to form small vessels or ships.*

**Key Words:** *Modular toys, Ships, Wood waste, Rapid-prototyping*

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>BAB 1</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.1.1 Besarnya Potensi Pasar Mainan Global di Indonesia. ....	1
1.1.2 Eksistensi <i>Modularity</i> dan Kategori <i>Construction Toys</i> dalam Industri Mainan. ...	2
1.1.3 Penggunaan Mainan sebagai Media Edukasi pada Pendidikan Anak Usia Dini.....	4
1.1.4 Peluang Menyisipkan Konten Edukatif “Pengenalan Kapal” dalam Mainan Anak.....	5
1.1.5 Peluang Pemanfaatan Bahan Kayu Limbah dan Metode Rapid Prototyping. ....	7
1.2 Rumusan Masalah .....	9
1.3 Batasan Masalah.....	9
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	10
1.4.1 Tujuan .....	10
1.4.2 Manfaat .....	10
<b>BAB 2</b> .....	11
<b>STUDI PUSTAKA</b> .....	11
2.1 Mainan: Pengertian, Fungsi dan Klasifikasinya.....	11
2.1.2 Mainan bagi Perkembangan Anak-anak .....	12
2.1.3 Klasifikasi Mainan .....	16
2.2 Tinjauan Sistem <i>Modularity</i> .....	17
2.2.1 Klasifikasi Modul berdasarkan Fungsi .....	18
2.2.2 Jenis-jenis <i>Modularity</i> .....	19
2.3 Tinjauan Kapal .....	19

2.3.1 <i>Frigate</i> (Kapal Perang) .....	19
2.3.2 <i>Ferry</i> (Kapal Penumpang) .....	20
2.3.3 <i>Bulk Carrier</i> (Kapal Kargo Kering) .....	21
2.3.4 <i>Feeder Container</i> (Kapal Kontainer) .....	21
2.4 Regulasi dan Standarisasi pada Mainan .....	22
2.5 Tinjauan Produk di Pasaran .....	24
2.6 Tinjauan Produk Acuan .....	28
<b>BAB 3</b> .....	<b>31</b>
<b>METODE DESAIN</b> .....	<b>31</b>
3.1 Skema Penelitian.....	31
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	32
3.2.1 Studi Literatur.....	32
3.2.2 Observasi .....	33
3.2.3 Eksplorasi .....	34
<b>BAB 4</b> .....	<b>37</b>
<b>STUDI DAN ANALISIS</b> .....	<b>37</b>
4.1 Studi Pasar .....	37
4.1.1 Analisa Fitur Produk.....	37
4.1.2 Benchmarking.....	39
4.2 Analisis Pembagian Modul .....	41
4.2.1 Eksplorasi Pembagian Modul.....	41
4.2.2 Mockup.....	47
4.3 Studi Model.....	67
4.3.1 3D Model .....	67
4.3.2 Purwarupa Awal .....	77
4.3.3 Analisa Alternatif Sistem Sambungan .....	80
<b>BAB 5</b> .....	<b>83</b>
<b>IMPLEMENTASI DESAIN</b> .....	<b>83</b>
5.1 Implementasi Konsep Desain .....	83
5.1.1 Komposisi Modul untuk Varian Kapal Perang .....	83
5.1.2 Komposisi Modul untuk Varian Kapal Kontainer .....	85
5.1.3 Komposisi Modul untuk Varian Kapal <i>Bulker</i> .....	88
5.1.4 Komposisi Modul untuk Varian Kapal <i>Ro-Ro</i> .....	90

5.1.5 Komposisi Modul untuk Varian Kapal <i>Ferry</i> .....	93
5.1.6 Komposisi Modul untuk <i>Basic Set</i> dan Penerapan Tingkat Kesulitan .....	95
5.2 Proses Produksi Purwarupa .....	100
5.2.1 Proses Produksi dengan Metode Modelisasi Manual .....	100
5.2.2 Proses Produksi dengan Mesin <i>CNC Milling</i> .....	102
5.2.3 Proses Produksi dengan <i>Mesin Laser Cutting</i> .....	103
5.2.4 Proses Produksi dengan Mesin <i>3D Printing</i> .....	104
5.3 Konsep <i>Branding</i> .....	104
5.3.1 Logo .....	104
5.3.2 Kemasan .....	106
5.3.3 Edukasi secara Eksplisit dengan <i>Storytelling</i> .....	107
5.4 Konsep Bisnis .....	108
5.4.1 Serapan Bahan Baku Kayu Limbah .....	108
5.4.2 Model Bisnis .....	109
<b>BAB 6</b> .....	<b>113</b>
<b>PENUTUP</b> .....	<b>113</b>
6.1 Kesimpulan .....	113
6.2 Saran .....	115
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>117</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>121</b>
<b>BIODATA PENULIS</b> .....	<b>130</b>

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peningkatan pasar mainan global diolah berdasarkan data dari The NPD Group.....	1
Gambar 1.2 Negara dengan pertumbuhan pasar <i>construction toys</i> tercepat 2013 berdasarkan data dari Euromonitor International.....	3
Gambar 1.3 Modul balok LEGO (A) dan LEGO bertema <i>Minecraft</i> (B).....	3
Gambar 1.4 Mainan edukatif balok kayu dapat melatih imajinasi dan kreativitas.	4
Gambar 1.5 Pengrajin mebel kayu (kiri) dan limbah sisa potongan kayu (kanan)..	7
Gambar 1.6 Implementasi <i>3D printing</i> oleh <i>industrial manufacturer</i> tahun 2014 berdasarkan data dari <i>PwC and ZPryme survey and analysis</i> .....	8
Gambar 2.1 Automoblox™ C9-R Sportscar.....	28
Gambar 2.2 LEGO® City Coast Guard Head Quarters.....	28
Gambar 2.3 IKEA Lillabo Toy Vehicle.....	29
Gambar 2.4 Early Learning Centre Wooden Bricks 50 Pcs.....	30
Gambar 3.1 Skema penelitian desain mainan kapal modular.....	31
Gambar 3.2 <i>Artefact Analysis</i> terhadap produk di pasaran.....	33
Gambar 3.3 <i>Affinity Diagram</i> .....	34
Gambar 3.4 Sketsa eksplorasi bentuk modul.....	34
Gambar 3.5 Model dengan bahan substitusi.....	35
Gambar 4.1 <i>Benchmarking</i> berdasarkan Harga.....	39
Gambar 4.2 <i>Benchmarking</i> berdasarkan Ukuran Modul.....	39
Gambar 4.3 <i>Benchmarking</i> berdasarkan Sistem, Mekanisme, dan Cara Main.....	40
Gambar 4.4 <i>Benchmarking</i> berdasarkan Bentuk Konfigurasi.....	40
Gambar 4.5 Eksplorasi pembagian modul alternatif 1-15.....	41
Gambar 4.6 Eksplorasi pembagian modul 16-30.....	42
Gambar 4.7 3D model desain mainan kapal modular.....	67
Gambar 4.8 3D model konfigurasi utuh kapal <i>Ferry</i> .....	68
Gambar 4.9 3D model konfigurasi pecah kapal <i>ferry</i> .....	68
Gambar 4.10 3D model konfigurasi utuh kapal ro-ro.....	69
Gambar 4.11 3D model konfigurasi pecah kapal ro-ro.....	69
Gambar 4.12 3D model konfigurasi utuh kapal perang.....	70
Gambar 4.13 3D model konfigurasi pecah kapal perang.....	70
Gambar 4.14 3D model konfigurasi kapal bulker.....	71
Gambar 4.15 3D model konfigurasi pecah kapal bulker.....	71
Gambar 4.16 3D model konfigurasi pecah kapal kontainer.....	72
Gambar 4.17 3D model konfigurasi pecah kapal kontainer.....	72
Gambar 4.18 3D model konfigurasi bebas dari modul.....	73
Gambar 4.19 Prototype modul dengan metode <i>laser cutting</i> .....	79
Gambar 4.20 Purwarupa awal yang sudah disusun ke bentuk kapal utuh.....	80
Gambar 5.1 Varian desain modul untuk kapal perang utuh.....	83

Gambar 5.2 Varian desain modul untuk kapal perang urai.....	84
Gambar 5.3 Rincian modul untuk kapal perang 1.....	84
Gambar 5.4 Rincian modul untuk kapal perang 2.....	85
Gambar 5.5 Rincian modul untuk kapal perang 3.....	85
Gambar 5.6 Varian desain modul untuk kapal <i>container</i> utuh.....	86
Gambar 5.7 Varian desain modul untuk kapal <i>container</i> urai.....	86
Gambar 5.8 Rincian modul untuk kapal <i>container</i> 1.....	87
Gambar 5.9 Rincian modul untuk kapal <i>container</i> 2.....	87
Gambar 5.10 Rincian modul untuk kapal <i>container</i> 3.....	88
Gambar 5.11 Varian desain modul untuk kapal <i>bulker</i> utuh.....	88
Gambar 5.12 Rincian modul untuk kapal <i>bulker</i> 1.....	89
Gambar 5.13 Rincian modul untuk kapal <i>bulker</i> 2.....	89
Gambar 5.14 Rincian modul untuk kapal <i>bulker</i> 3.....	90
Gambar 5.15 Varian desain modul untuk kapal <i>ro-ro</i> utuh.....	90
Gambar 5.16 Varian desain modul untuk kapal <i>ro-ro</i> urai.....	91
Gambar 5.17 Rincian modul untuk kapal <i>ro-ro</i> 1.....	91
Gambar 5.18 Rincian modul untuk kapal <i>ro-ro</i> 2.....	92
Gambar 5.19 Rincian modul untuk kapal <i>ro-ro</i> 3.....	92
Gambar 5.20 Varian desain modul untuk kapal <i>ferry</i> utuh.....	93
Gambar 5.21 Varian desain modul untuk kapal <i>ferry</i> urai.....	93
Gambar 5.22 Rincian modul untuk kapal <i>ferry</i> 1.....	94
Gambar 5.23 Rincian modul untuk kapal <i>ferry</i> 2.....	94
Gambar 5.24 Rincian modul untuk kapal <i>ferry</i> 3.....	95
Gambar 5.25 Varian desain representatif kapal kecil.....	95
Gambar 5.26 Orientasi dasar dan kelas modul.....	96
Gambar 5.27 Matriks untuk penghitungan modul.....	96
Gambar 5.28 Rincian modul untuk <i>basic set</i> 1.....	97
Gambar 5.29 Rincian modul untuk <i>basic set</i> 2.....	98
Gambar 5.30 Rincian modul untuk <i>basic set</i> 3.....	98
Gambar 5.31 Metode untuk penentuan tingkat kesulitan.....	99
Gambar 5.32 Modul yang dibuat dengan metode <i>laser cutting</i> .....	99
Gambar 5.33 Modul yang dibuat dengan mesin <i>3D printing</i> .....	103
Gambar 5.34 Eksplorasi logo monokrom.....	104
Gambar 5.35 Alternatif logo dengan warna.....	105
Gambar 5.36 Logo terpilih dan variasi aplikasinya.....	105
Gambar 5.37 Susunan modul sebagai dasar desain kemasan.....	105
Gambar 5.38 Kemasan dengan bahan MDF dan <i>cover</i> label.....	106
Gambar 5.39 Kayu limbah sisa potongan bahan untuk pintu.....	106
Gambar 5.40 Penghitungan ketersediaan bahan.....	108
Gambar 5.41 Penghitungan jumlah modul yang dapat dibuat.....	109

Gambar 5.42 Kanvas model bisnis.....	110
Gambar 6.1 Varian desain kapal perang.....	113
Gambar 6.2 Varian desain kapal kontainer.....	114
Gambar 6.3 Varian desain kapal <i>bulker</i> .....	114
Gambar 6.4 Varian desain kapal <i>ro-ro</i> .....	114
Gambar 6.5 Varian desain kapal <i>ferry</i> .....	115
Gambar 6.6 Varian desain <i>basic set</i> .....	115

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter standar mainan.....	22
Tabel 2.2 Daftar pos tarif (HS code) mainan.....	23
Tabel 2.3 Tinjauan produk di pasaran.....	24
Tabel 4.1 Analisa fitur produk terhadap produk <i>existing</i> .....	37
Tabel 4.2 Analisa pembagian modul.....	42
Tabel 4.3 Proses pembuatan <i>mockup</i> awal.....	47
Tabel 4.4 Analisa <i>mockup</i> awal.....	49
Tabel 4.5 Proses pembuatan <i>mockup</i> kedua.....	62
Tabel 4.6 Analisa <i>mockup</i> kedua.....	65
Tabel 4.7 Rincian kebutuhan modul tiap konfigurasi.....	73
Tabel 4.8 Rincian <i>prototype</i> modul dengan metode <i>FDM</i> .....	77
Tabel 4.9 Analisa alternatif sistem sambungan.....	81
Tabel 5.1 Metode produksi modelisasi manual.....	100
Tabel 5.2 Metode produksi dengan mesin <i>CNC milling</i> .....	102

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

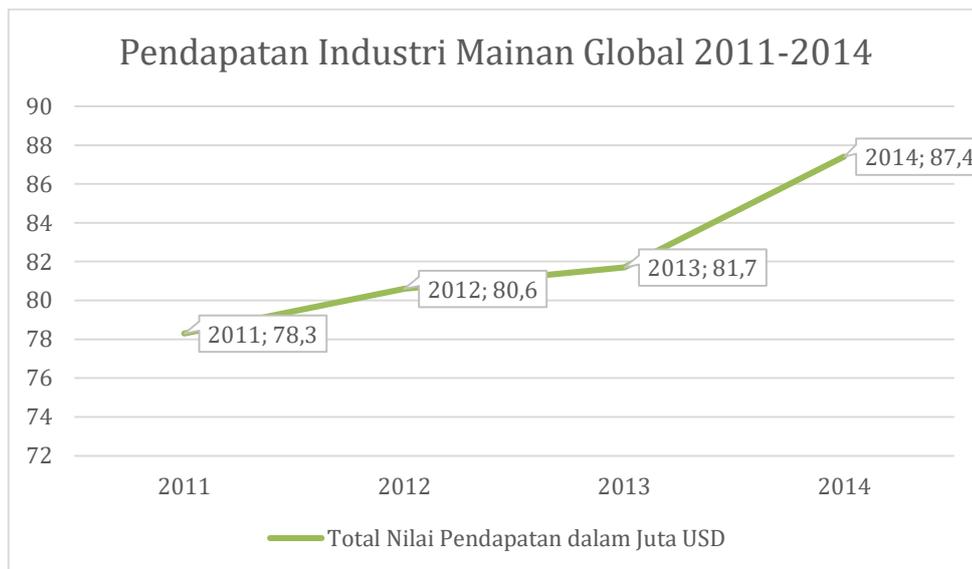
# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

#### 1.1.1 Besarnya Potensi Pasar Mainan Global di Indonesia.

Bermain merupakan hal yang tidak bisa lepas dari kehidupan anak-anak, begitu juga dengan mainan sebagai alat yang digunakan untuk bermain. Berdasarkan artikel yang dimuat di *toyassociation.org* (13 Desember 2016), pendapatan industri mainan sejak tahun 2011 hingga tahun 2015 terus mengalami peningkatan dan diperkirakan nilainya akan menembus 90 juta dollar pada tahun 2016. Data tersebut didapatkan dari laporan oleh *The NPD Group* dan *International Council of Toy Industries (ICTI)*, *The 2016 NPD/ICTI Global Toy Market Report*.



Gambar 1.1 Peningkatan pasar mainan global diolah berdasarkan data dari The NPD Group

Menurut Utku Tansel dalam artikelnya yang dimuat dalam *euromonitor.com* pada 11 Mei 2013, industri mainan mulai mengarahkan penjualannya ke negara-negara berkembang karena dirasa lebih menguntungkan. Pada tahun 2006 hingga tahun 2011, rata-rata pertumbuhan pasar pada negara maju adalah 1%, sedangkan pada negara berkembang rata-ratanya adalah 13%. Utku menyatakan bahwa, pertumbuhan penghasilan adalah faktor utama yang mendukung laju pertumbuhan pasar mainan di negara berkembang.

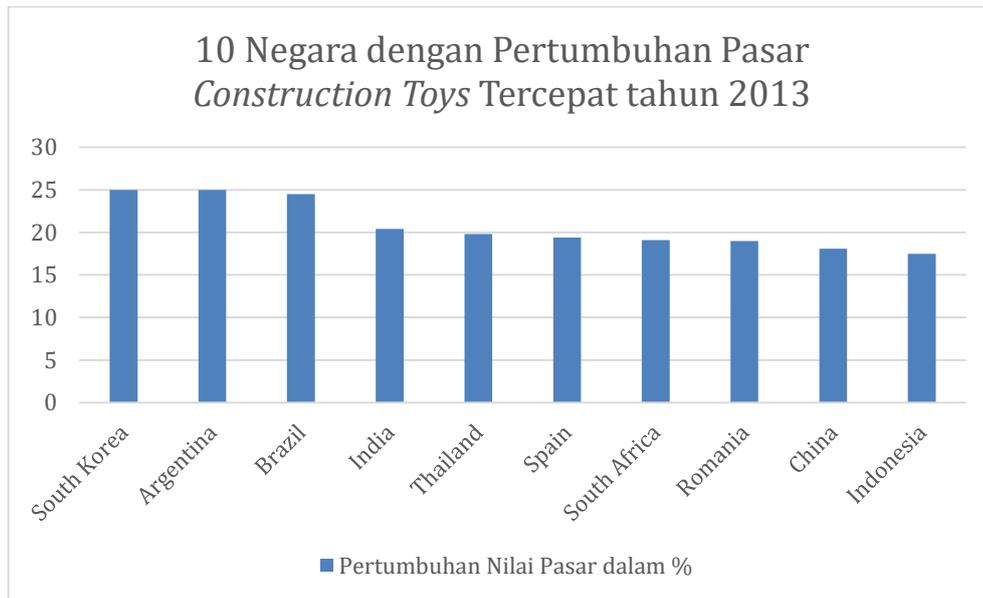
Dari data dalam artikel tersebut, Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang diakui potensinya dalam pertumbuhan pasar mainan

(*euromonitor.com*, Mei 2013). Menurut artikel yang dimuat dalam *kontan.co.id* pada 24 Oktober 2011, pada periode Januari-September 2011, impor mainan anak naik hingga 27,9% dari periode sama pada tahun sebelumnya, menjadi US\$ 55,21 juta atau sekitar 742 milyar rupiah. Hal ini membuktikan bahwa kebutuhan Indonesia terhadap mainan anak semakin besar.

Dalam artikel di *bisnis.com* oleh Anissa Margrit pada 24 November 2016 menyatakan bahwa, nilai impor mainan pada Januari-Oktober 2016, berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), meningkat 22,76% menjadi US\$ 160,26 juta atau sekitar 2,16 triliun rupiah dari periode yang sama pada tahun sebelumnya yaitu US\$ 130,54 juta atau sekitar 1,75 triliun rupiah, walaupun ekspor dalam periode yang sama berkurang hingga 21,47%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pasar mainan di Indonesia terus tumbuh dan semakin besar.

### **1.1.2 Eksistensi *Modularity* dan Kategori *Construction Toys* dalam Industri Mainan.**

Menurut Jose (2005), *Modularity* mengarah pada pembagian komponen dalam sebuah modul yang memiliki tujuan tertentu pada proses produksi. Saat ini, modularisasi dan standarisasi adalah alat bantu yang sangat berguna untuk perancangan *product family* atau produk sejenis, karena dapat membantu untuk merancang variasi produk dengan menggunakan komponen modul yang sama yang disebut *platform*, modul yang sudah distandarisasi agar dapat digunakan pada produk yang berbeda. Dalam industri mainan, sistem modular digunakan oleh mainan-mainan yang memiliki variasi produk. Penggunaan sistem modular paling jelas terlihat pada mainan dengan jenis *construction toys*. *Construction toys* adalah kumpulan dari bagian-bagian terpisah yang dapat disambungkan membentuk sebuah model (George, 2010).



Gambar 1.2 Negara dengan pertumbuhan pasar *construction toys* tercepat 2013 berdasarkan data dari Euromonitor International

Berdasarkan artikel di *euromonitor.com* yang dipublikasikan pada tanggal 4 Desember 2014, *construction toys* merupakan kategori yang pertumbuhan nilainya sangat cepat, dalam 6 tahun beruntun hingga 2013, dalam pasar mainan tradisional dengan pertumbuhan nilai mencapai 8% secara global. Sejak 2007, pasar mainan konstruksi didominasi oleh LEGO, perusahaan mainan terbesar di Eropa dan terbesar ketiga di dunia, dengan *market share* mencapai 65% dalam nilai penjualan secara global. Pesaing utamanya adalah Mega Brands yang menduduki peringkat kedua dalam pasar mainan konstruksi, diikuti oleh Meccano, K'NEX, dan perusahaan mainan lain.



Gambar 1.3 Modul balok LEGO (kiri) dan LEGO bertema *Minecraft* (kanan)

(Sumber: *lego.com*)

### 1.1.3 Penggunaan Mainan sebagai Media Edukasi pada Pendidikan Anak Usia Dini.

Mainan tidak bisa lepas dari dunia anak-anak, termasuk dalam dunia pendidikan atau biasa disebut dengan mainan edukatif. Menurut George (2010), mainan edukatif adalah mainan yang membantu proses belajar anak, baik perkembangan kognitif maupun motorik, diluar pendidikan sekolah. Anak usia dini merupakan pasar yang sangat potensial bagi industri mainan. Menurut artikel yang dimuat di *bisnis.com* (7 Mei 2017), penjualan mainan edukatif mengalami pertumbuhan yang pesat, yaitu sebesar 20% pada kuartal pertama tahun 2017 dibandingkan dengan periode yang sama tahun sebelumnya berkat proyek pengadaan pemerintah untuk pendidikan anak usia dini di Jakarta dan sekitarnya.



Gambar 1.4 Mainan edukatif balok kayu dapat melatih imajinasi dan kreativitas

(Sumber:<https://www.weareteachers.com/educational-toys-for-preschoolers/>)

Mainan menjadi primadona dalam media pembelajaran bagi anak-anak karena sesuai dengan fase perkembangan mereka, baik kognitif maupun motorik. Menurut Kurniati (2006), Media pembelajaran untuk anak usia dini harus sesuai perkembangan mereka terkait aspek kognitif, bahasa, emosi, sosial, serta fisik. Proses penyampaian harus sesuai dengan dunia anak, yaitu bermain. Karena bermain adalah cara mereka belajar dan mempersiapkan diri untuk masuk ke dunia selanjutnya. Bermain juga merupakan cara mereka untuk memperoleh pengetahuan tentang sesuatu.

Menurut Teori Perkembangan Kognitif dari Jean Piaget (1936), Perkembangan kognitif pada anak-anak dibagi menjadi 4 tahap. Tahap *sensorimotor*, atau tahap dimana anak-anak dapat memahami eksistensi suatu benda, pada usia 0 sampai 2 tahun, pada tahap ini anak-anak baru mengenal dunia dan mulai memahami keberadaan semua hal yang dapat

ditangkap oleh inderanya. Tahap *preoperational*, atau tahap dimana anak-anak berpikir secara simbolis terhadap hal-hal yang diketahuinya, pada usia 2 sampai 7 tahun, pada tahap ini imajinasi anak-anak sangat tinggi namun cara berpikirnya sangat sederhana dengan merepresentasikan bentuk yang rumit ke bentuk yang lebih sederhana. Tahap *concrete operational*, atau tahap dimana anak-anak mulai dapat berpikir lebih logis, pada usia 7 sampai 11 tahun, pada tahap ini anak-anak dapat memahami jumlah angka, masa, dan berat sehingga dapat memahami bahwa sesuatu dapat memiliki jumlah yang sama meskipun dalam bentuk susunan yang berubah-ubah. Tahap *formal operational*, atau tahap dimana anak-anak sudah mulai dapat menggunakan logikanya dapat memahami semua hal sehingga mulai dapat mengikuti instruksi dan dapat memikirkan sebab-akibat dari hal yang akan dilakukan, pada usia 11 tahun atau lebih.

Sedangkan menurut Teori Perkembangan Kognitif dari Jerome Bruner (1966), anak-anak memiliki 3 tahap dalam memahami dan merepresentasikan informasi. Tahap *enactive*, atau tahap memahami dan merepresentasikan informasi dalam bentuk gerakan atau aksi, pada usia 0 sampai 1 tahun. Tahap *Iconic*, atau tahap memahami dan merepresentasikan informasi dalam bentuk gambar yang terekam dalam ingatan, pada usia 1 sampai 7 tahun. Tahap *symbolic*, atau tahap memahami dan merepresentasikan informasi dalam bentuk susunan simbol, kode, kata atau suatu bahasa, pada usia 7 tahun atau lebih. Dari beberapa teori perkembangan kognitif tersebut, tidak heran jika mainan, terutama mainan edukatif, memiliki potensi pasar yang besar di dunia pendidikan anak usia dini, karena dapat memberikan informasi secara sederhana dan menarik.

#### **1.1.4 Peluang Menyisipkan Konten Edukatif “Pengenalan Kapal” dalam Mainan Anak.**

Berdasarkan artikel yang dimuat di *bpkm.go.id*, Indonesia adalah negara yang telah diakui secara internasional sebagai negara maritim di UNCLOS 1982, sehingga Indonesia memiliki potensi yang besar di industri pelayaran dan perkapalannya. Berdasarkan *Roadmap* Industri Perkapalan tahun 2010 hingga 2025 yang tercantum dalam situs yang sama, Indonesia dijadwalkan sebagai berikut,

- Adanya galangan kapal nasional yang memiliki fasilitas produksi berupa *building berth/graving dock* yang mampu membangun kapal dan mereparasi kapal/*docking repair* sampai dengan kapasitas 300.000 DWT untuk memenuhi kebutuhan di dalam maupun luar negeri (*world class industry*).

- Meningkatnya kemampuan industri perkapalan/galangan kapal nasional dalam membangun kapal untuk berbagai jenis dan ukuran seperti Korvet, *Frigate*, *Cruise Ship*, *LPG Carrier* dan kapal khusus lainnya.
- Meningkatnya pertumbuhan dan perkembangan industri komponen kapal nasional untuk mampu men-*supply* kebutuhan komponen kapal dalam negeri.
- Pusat Desain dan Rekayasa Kapal Nasional (PDRKN)/*National Ship Design and Engineering Centre* (NaSDEC) semakin berkembang dan semakin kuat dalam mendukung industri perkapalan/galangan kapal nasional.

Dalam situs *kemenperin.go.id*, juga disebutkan bahwa kebutuhan kapal dipastikan akan terus meningkat sehubungan dengan meningkatnya sektor pertambangan dan perdagangan, apalagi sejak 2015 ketika diberlakukannya perdagangan bebas di Asia Tenggara melalui *Asean Economic Community*. Namun sangat disayangkan jika generasi penerus di Indonesia tidak mengenal dunia maritim sejak awal.

Berdasarkan yang dituliskan dalam *viva.co.id* (23 Juli 2017), sebuah jaringan profesional, LinkedIn, telah melakukan survei tentang pekerjaan impian di masa kecil. Survei ini melibatkan lebih dari 1000 responden dari seluruh Indonesia. Dalam survei yang diikuti pelajar usia 16-23 tahun dan profesional muda usia 25-36 tahun tersebut, lima pekerjaan impian bagi pelajar adalah pengusaha, spesialis di bidang IT, akuntan, perbankan, dan ilmuwan atau insinyur. Sedangkan bagi profesional muda pekerjaan impian tersebut adalah dokter atau suster, pengusaha, guru atau dosen, polisi atau tentara, dan ilmuwan atau insinyur. Hampir setengah dari responden pelajar menyatakan bahwa pekerjaan impian tersebut berarti bagi mereka, 30 persen diantaranya menyatakan bahwa seseorang atau sesuatu menginspirasi mereka.

Menurut Schoon & Parsons (2002), cita-cita atau penentuan karir adalah sebuah proses dimana orang mencari lingkungan yang cocok dengan karakteristiknya masing-masing. Dalam prosesnya, menentukan cita-cita atau karir tidak memenuhi batasan norma sosial karena banyak individu yang memilih berdasarkan peluang yang tersedia daripada pilihannya. (Roberts, 1981). Jadi semakin banyak informasi tentang dunia kerja sejak dini, semakin banyak pilihan karir dan peluang yang tersedia.

Seorang filsuf Yunani kuno, Plato, menggambarkan bahwa seorang arsitek handal adalah yang bermain rumah-rumahan semasa kecilnya (Hills, 1959).

Sedangkan menurut George (2010), set mainan konstruksi sangat menarik bagi anak-anak yang suka bekerja dengan tangannya, kreatif, dan imajinatif. Selain membantu dalam perkembangan otot jari dan tangan, serta meningkatkan kemampuan koordinasi mata dan tangan, *construction toys* juga memberikan peluang anak untuk bersosialisasi dengan kelompoknya dan meningkatkan kemampuan sosialisasinya. Mereka juga dapat mempelajari dan membandingkan ukuran, bentuk, warna, dan aspek lain dari sebuah bangunan. Dari ulasan tersebut, terdapat sebuah peluang untuk mengembangkan mainan bertema ‘pengenalan kapal’ berbentuk *construction toys*.

### **1.1.5 Peluang Pemanfaatan Bahan Kayu Limbah dan Metode Rapid Prototyping.**

Industri yang bergerak di bidang pembuatan mebel kayu di Indonesia merupakan salah satu industri yang jumlahnya sangat banyak dan pertumbuhannya sangat bagus, baik industri yang skala besar maupun skala kecil. Airlangga Hartanto, Menteri Perindustrian, menyatakan bahwa industri mebel nasional didukung oleh sumber bahan baku yang melimpah dan pengrajin yang terampil (*bisnis.com*, 28 Maret 2017). Berdasarkan artikel yang dimuat di *kontan.co.id* (12 November 2017), industri ini setidaknya menggerakkan sekitar 2,7 juta lapangan pekerjaan dan memiliki nilai ekspor hingga sebesar 1,26 miliar US Dollar pada Agustus 2017. Sebagai contoh, di Jepara terdapat 15.271 unit perusahaan yang bergerak di bidang mebel kayu dengan rincian 14.091 unit kecil, yang berupa bengkel sebanyak 12.202 unit, 871 unit menengah, yang berupa bengkel sebanyak 435 unit, dan 309 unit besar, yang berupa bengkel 126 unit (Jean-Marc *et al*, 2017). Namun seiring banyaknya industri mebel, semakin banyak juga kayu limbah atau sisa potongan yang terlalu kecil untuk diolah menjadi mebel. Biasanya sisa-sisa potongan ini dibuang atau dijadikan kayu bakar.

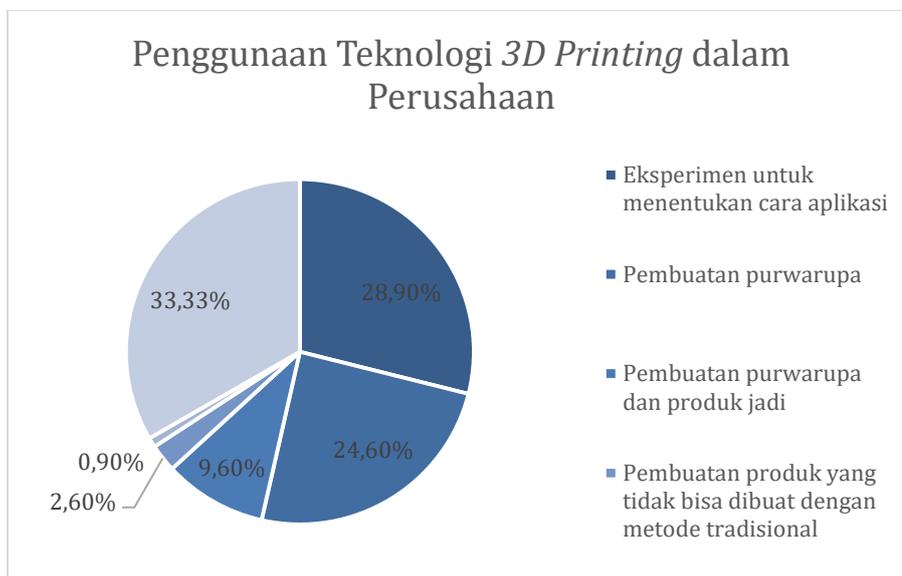


Gambar 1.5 Pengrajin mebel kayu (kiri) dan limbah sisa potongan kayu (kanan)

(sumber: penulis)

Sejak pertama kali mesin *rapid prototyping* (RP), atau biasa dikenal dengan *stereolithography*, dikenalkan secara komersil pada tahun 1986, banyak sistem-sistem baru berkaitan dengan mesin *rapid prototyping* yang dikembangkan dan diperjual-belikan di seluruh penjuru dunia (Jacobs, 1996). Menurut Lee *et al* (2005), *rapid prototyping* saat ini menjadi teknologi yang sangat penting dalam perancangan produk, karena dapat mempersingkat waktu untuk membuat purwarupa dalam bentuk fisik, alat-alat bantu, dan model. Pada umumnya, *rapid prototyping* merupakan metode yang lebih flexibel dan dapat dengan mudah dirubah dalam melakukan perancangan produk daripada metode cetak konvensional. Salah satu jenisnya adalah *Fused Deposition Modeling* (FDM) yang membentuk purwarupa dari bahan plastik seperti ABS dengan cara menyusun *fillament* dengan jalur yang sudah diprogramkan *layer* demi *layer* dari bawah ke atas.

Berdasarkan artikel di *usblogs.pwc.com* yang dipublikasikan pada 21 Agustus 2016, tren teknologi yang berkembang melibatkan mesin *rapid prototyping*, *3D printer*, mulai banyak berkembang dikalangan pelaku industri. Berdasarkan survei terbaru yang dilakukan oleh PwC terhadap lebih dari 100 *industrial manufacturer*,  $\frac{2}{3}$  dari keseluruhan sudah mulai menggunakan teknologi *3D printing*.



Gambar 1.6 Implementasi *3D printing* oleh *industrial manufacturer* tahun 2014 berdasarkan data dari PwC and ZPryme survey and analysis

Walaupun *3D printing* memiliki kelemahan, yaitu kurang sempurna untuk dijadikan barang siap jual atau produksi dalam jumlah besar (*usblogs.pwc.com*, 21 Agustus 2016), tapi teknologi ini sangat berguna untuk mempersingkat waktu dalam pembuatan purwarupa, terutama jika variasi

produk beragam dan butuh banyak *prototyping*. Sehingga metode *rapid prototyping* dengan jenis *Fused Deposition Modeling* (FDM) merupakan opsi yang patut dipertimbangkan dalam pengembangan mainan bertema ‘pengenalan kapal’ yang butuh bermacam-macam bentuk kapal. Selain itu metode *rapid prototyping* lain seperti *CNC Modeling* dan *Laser Cutting* juga dipertimbangkan sebagai alternatif.

## 1.2 Rumusan Masalah

- a. Pasar mainan di Indonesia, yang dikuasai oleh produk impor karena harganya yang sangat murah, membutuhkan pengembangan desain dengan harga produksi yang rendah untuk dapat bersaing, dengan memanfaatkan bahan baku kayu limbah dan metode *rapid prototyping*.
- b. Pasar mainan konstruksi, yang dikuasai oleh LEGO, membutuhkan pengembangan desain sistem *modular* yang tidak terkesan mirip atau bahkan meniru LEGO, lebih mengarah ke bentuk balok kayu susun namun dengan sistem sambungan antar komponennya.
- c. Target pengguna utamanya regional Indonesia, membutuhkan pemilihan jenis kapal yang dijadikan acuan harus tidak asing dan dapat ditemukan di pelabuhan, seperti Kapal Perang Angkatan Laut jenis *frigate*, kapal penumpang jenis *ferry*, kapal kargo dan kapal kontainer yang berukuran kecil.
- d. Target pengguna, anak-anak (usia 6-12 tahun) dengan jenis kelamin laki-laki, membutuhkan desain yang mudah dioperasikan, atau *simple*, dan dapat menarik perhatian target pengguna.
- e. Target konsumen, orang tua (usia 20-30 tahun) dengan kelas ekonomi menengah keatas, membutuhkan produk yang memiliki ciri khas yang berbeda dari produk lain sejenis dan tidak terkesan murah.

## 1.3 Batasan Masalah

- a. Hasil rancangan berupa set varian produk dalam bentuk *prototype* yang siap diproduksi massal.
- b. Ranah desain meliputi bentuk produk secara utuh, sistem pembagian modul, dan sistem sambungan antar modul.
- c. Hasil rancangan harus mengikuti *brief design* ‘*Simple, Constructive & Educative*’.
- d. Hasil rancangan tidak berbahaya bagi anak-anak umur 4-8 tahun.
- e. Hasil rancangan mengusung konsep edukatif secara eksplisit.

## **1.4 Tujuan dan Manfaat**

### **1.4.1 Tujuan**

- a. Menghasilkan desain mainan anak yang dapat mengenalkan bermacam-macam kapal.
- b. Menghasilkan desain sistem *modular* yang memiliki ciri khas.
- c. Menghasilkan varian desain yang dapat dikembangkan menjadi barang koleksi.
- d. Menciptakan efek jangka panjang untuk menghasilkan generasi yang bangga terhadap kemaritiman Indonesia.

### **1.4.2 Manfaat**

- a. Sebagai sarana bagi generasi muda untuk mengenal jenis-jenis kapal secara tidak langsung.
- b. Sebagai sarana pengembangan desain sistem *modularity* yang dapat dikembangkan pada produk selanjutnya.
- c. Sebagai kontribusi terhadap perkembangan industri mainan tradisional yang diharapkan dapat memancing calon pelaku usaha lain untuk bergerak.
- d. Sebagai portofolio desain yang memiliki nilai jual untuk dilanjutkan sebagai bidang usaha.

## BAB 2

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Mainan: Pengertian, Fungsi dan Klasifikasinya

##### 2.1.1 Pengertian dan Sejarah Mainan

Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), mainan adalah alat yang digunakan untuk bermain atau barang yang dipergunakan. (*kbbi.web.id*, Oktober 2017). Sedangkan arti kata mainan menurut *Oxford Dictionary* dengan kata kunci 'Toy',

*An object for a child to play with, typically a model or a replica of something.*

Atau mainan adalah sebuah objek yang digunakan anak-anak untuk bermain, biasanya sebuah model atau replika dari suatu benda. (*en.oxforddictionaries.com*, Oktober 2017). Dan menurut *Encyclopedia Britannica* dengan kata kunci yang sama,

*Toy, plaything, usually for an infant or child; often an instrument used in a game. Toys, playthings, and games survive from the most remote past and from a great variety of cultures. The ball, kite, and yo-yo are assumed to be the oldest objects specifically designed as toys. Toys vary from the simplest to the most complex things, from the stick selected by a child and imagined to be a hobbyhorse to sophisticated and complex mechanical devices. Coordination and other manual skills develop from cumulative childhood experiences received by manipulating toys such as marbles, jackstones, and other objects that require the use of hands and bodies. Mental agility, beginning in childhood, is challenged by puzzles of spatial relationships.*

Atau mainan adalah instrumen yang digunakan dalam permainan oleh anak-anak atau bayi. Mainan merupakan benda yang membantu dalam perkembangan fisik, seperti perkembangan koordinasi tubuh dan kemampuan fisik, dan mental, seperti pengendalian diri dan kemampuan spasial, anak-anak sejak zaman dahulu, mulai dari yang paling sederhana hingga yang mewah dan mekanik yang rumit. (*britannica.com*, Oktober 2017).

Mainan memiliki sejarah yang sama tuanya dengan peradaban manusia itu sendiri (George, 2010). Menurut George, mainan telah ditemukan pada situs peradaban kuno; mainan gerobak, peluit berbentuk seperti burung, dan mainan monyet yang dapat meluncur dengan tali, yang ditemukan di Peradaban *Indus*

*Valley* (3000-1500 BC). Banyak lagi mainan yang ditemukan di peradaban kuno seperti Mesir, Romawi, dan Yunani. Berdasarkan bukti arkeologis, mainan yang digunakan memiliki kesamaan dengan yang digunakan oleh anak-anak saat ini. Berabad-abad yang lalu, anak-anak di Roma, Babylonia, Mesir, dan Yunani memiliki bola, mainan bayi, boneka, mainan berbentuk hewan, mainan berbentuk simpai, layang-layang, kelereng, jangkungan, dan gasing. Mainan-mainan pada zaman dahulu terbuat dari bahan yang dapat ditemukan di alam seperti batu, kayu, tanah liat, logam, gading, keramik, dan kain. Namun seiring perkembangannya bahan seperti lilin, adonan dengan serbuk kayu, dan adonan bubur kertas juga digunakan. Hingga saat ini, plastik menjadi bahan yang paling banyak digunakan, walaupun banyak juga yang masih menggunakan bahan alami.

### **2.1.2 Mainan bagi Perkembangan Anak-anak**

Menurut George (2010:55), bermain mainan adalah sesuatu yang universal, setiap anak dari semua zaman pasti bermain. Meskipun berbeda-beda cara bermain pada setiap zaman, dari generasi ke generasi, namun bermain merupakan sesuatu yang berkaitan dengan *instinct*, bagian penting dalam pertumbuhan. Walaupun telah ada sejak zaman dahulu, akhir-akhir ini baru diakui pentingnya bermain dalam pertumbuhan dan perkembangan anak. Mainan edukasi memegang peran penting dalam perkembangan anak-anak, serta memberikan kesempatan dalam berinteraksi dengan teman-temannya. Banyak ahli yang menyatakan bahwa melalui mainan, anak dapat berkembang dalam aspek fisik, mental, sosial, emosional, dan kreativitas yang dibutuhkan untuk menjalani hidup. Mainan dengan variasinya merupakan alat yang membantu dalam setiap proses pembelajaran, dengan kebutuhan-kebutuhan yang berbeda untuk setiap jenjang pertumbuhan dan perkembangan kemampuan. Mainan, meliputi mainan manipulatif, *puzzles*, mainan koleksi, *matching games*, dan permainan lain yang dapat dimainkan sendiri maupun dengan orang lain. George menyatakan bahwa mainan dapat mengembangkan setiap aspek dari anak-anak sebagai berikut,

#### **a. Perkembangan Sosial dan Emosi (*Social/Emotional Development*)**

Mainan dapat mengembangkan kemampuan anak dalam bersosialisasi. Perkembangan kemampuan sosial dapat mempengaruhi disiplin, empati, kerja sama dan berbagi. Mainan dapat membantu anak-anak untuk mengekspresikan ide dan berdiskusi dengan temannya, belajar bekerja sama untuk mencapai tujuan, memahami potensi dirinya dan menikmati kesuksesan, serta mengembangkan emosi dengan memahami nilai-nilai kehidupan. (George, 2010:57).

#### **b. Perkembangan Fisik (*Physical Development*)**

Beberapa jenis mainan dapat membantu anak-anak untuk mengembangkan kemampuan fisiknya. Misalnya dengan mainan mencocokkan dapat membantu mengembangkan koordinasi mata, dengan mainan konstruksi dapat membantu mengembangkan koordinasi otot halus, serta dengan mainan aktivitas yang dapat membantu perkembangan kemampuan fisik anak-anak. (George, 2010:57).

**c. Perkembangan Kognitif (*Cognitive Development*)**

Kemampuan kognitif seperti persepsi, intuisi, dan pengambilan keputusan pada anak-anak dapat ditingkatkan dengan bermain. Semua proses perkembangan anak-anak dalam menghimpun atau mendapatkan ilmu dapat terbantu dengan menggunakan mainan. Ketika anak-anak bermain dengan balok-balok, mereka bereksperimen tentang konstruksi, inovasi, serta penyelesaian masalah secara kreatif. Mereka juga dapat mengasah kemampuan logika seperti kemampuan berhitung, mencocokkan pola, dan kemampuan klasifikasi melalui mainan. Anak-anak juga memiliki kesempatan untuk menjadi pengambil keputusan dan penyelesai masalah yang lebih kreatif dengan bermain menggunakan imajinasinya. (George, 2010:57).

**d. Perkembangan Edukasi (*Educational Development*)**

Mainan sangat terkait dengan proses edukasi pada anak-anak, karena setiap anak terlahir dengan kemauan yang kuat untuk belajar hal-hal baru sekaligus bermain. Mainan-mainan yang dengan konten edukatif atau yang biasa disebut dengan mainan edukatif membantu anak-anak untuk dalam proses pembelajarannya atau menyiapkan mereka untuk tingkat pendidikan yang lebih lanjut. Bermain dengan setiap jenis mainan juga membuat anak-anak belajar tentang bentuk, ukuran, warna, tekstur, dan berbagai aspek lain. Bermain dan merapikan kembali mainannya juga dapat mengarajarkan anak tentang tanggung jawab. (George, 2010:58).

**e. Perkembangan Moral (*Moral Development*)**

Bermain, bagi anak-anak adalah salah satu cara untuk mendapatkan pendidikan moral. Mereka dapat belajar tentang sesuatu yang benar dan salah. Dengan mainan, mereka juga dapat belajar tentang kejujuran, keadilan, cara mengendalikan diri, dan menjadi pribadi yang lebih sportif. Beberapa mainan juga dapat mengajarkan tentang orientasi seksual mereka tanggung jawabnya dalam kehidupan sosial. (George, 2010:59).

**f. Merangsang Imajinasi dan Kreativitas (*Stimulating the Imagination and Creativity*)**

Mainan sebagai media bagi anak-anak untuk menyalurkan imajinasi dan mengembangkannya. Mainan-mainan seperti balok susun dan semacamnya dapat meningkatkan daya imajinasi anak dan membuatnya menjadi semakin

kreatif, begitu pula mainan-mainan yang digunakan anak-anak untuk meniru kegiatan orang dewasa seperti memasak, minum teh, bekerja, dan sebagainya. (George, 2010:59).

**g. Bermain Interaktif (*Interactive Plays*)**

Dalam perkembangan anak, salah satu hal yang penting adalah kemampuan berinteraksi dengan orang lain, dan mainan dapat mendorong mereka untuk belajar cara berinteraksi dengan orang disekitarnya. Beberapa mainan sengaja dibuat untuk membantu anak-anak mengasah ketrampilan bersosialisasi dengan orang lain, karena harus dimainkan dengan orang lain. Mainan biasanya juga digunakan oleh orang tua agar lebih dekat dengan anaknya, yaitu dengan cara bermain bersama, atau media interaksi anak terhadap anak-anak lain dilingkungannya. (George, 2010:59).

**h. Perkembangan Saintifik dan Teknologi (*Scientific and Technological Development*)**

Pertumbuhan pada anak mendorong mereka untuk mempelajari banyak hal, termasuk dalam hal sains dan teknologi. Melakukan berbagai percobaan dengan mainan dapat meningkatkan kemampuan berpikir mereka terkait dengan yang sedang dimainkannya. Mainan-mainan dengan tema sains sering digunakan untuk media belajar bagi anak, misal set alat laboratorium kimia, mikroskop, teleskop, dan mainan robotik. Selain itu juga banyak mainan yang menggunakan tema untuk mengembangkan minat anak-anak, misal dengan merakit kelistrikan sederhana, merangkai mobil-mobilan, atau rumah-rumahan, anak-anak dapat lebih menggemari hal-hal tersebut. (George, 2010:60).

**i. Perkembangan Anak dengan Gangguan Penglihatan (*Visual Disabilities*)**

Anak-anak dengan gangguan penglihatan biasanya lebih peka dalam menggunakan inderanya yang lain. Sehingga mainan-mainan yang tidak menggunakan unsur penglihatan sebagai daya tariknya akan lebih digemari oleh mereka, seperti pada mainan yang menghasilkan suara, mainan dengan getaran, atau mainan dengan tekstur khusus. Mainan-mainan dengan warna-warna kontras atau menggunakan cahaya yang terang juga membantu bagi anak yang memiliki gangguan penglihatan tidak total. Berbagai variasi material dan tekstur pada mainan, seperti boneka, balok-balok kayu, atau mainan dari plastik, dapat membantu anak dengan gangguan penglihatan dalam proses eksplorasinya. (George, 2010:60).

**j. Perkembangan Anak dengan Gangguan Pendengaran (*Hearing Impairments*)**

Sama halnya dengan anak dengan gangguan penglihatan, mereka yang memiliki gangguan pendengaran cenderung lebih peka dengan inderanya yang lain. Mainan-mainan dengan fitur-fitur seperti memancarkan cahaya, *volume* suara yang dapat diatur, permukaan dengan tekstur khusus, atau fitur unik lainnya yang dapat dinikmati oleh anak dengan gangguan pendengaran, akan sangat membantu bagi perkembangan mereka. Sebagai contoh, *puzzle* atau mainan yang terdiri dari beberapa bagian dan mengharuskan penggunaannya untuk merakit akan dapat dinikmati oleh anak dengan gangguan pendengaran dan dapat merangsang perkembangan pikirannya. (George, 2010:61).

**k. Perkembangan Anak dengan Gangguan Motorik (*Motor Disabilities*)**

Pada dasarnya mainan tidak bisa lepas dari perkembangan anak-anak. Namun beberapa dari mereka memiliki gangguan pada fungsi motoriknya, baik syaraf motorik kasar maupun motorik halus, sehingga mengalami kesulitan dalam bermain. Untuk menghindari resiko yang berlebihan pada anak-anak dengan gangguan fungsi motorik, beberapa mainan dibuat khusus untuk mereka. Mainan-mainan yang digunakan anak-anak dengan gangguan fungsi motorik dibuat seringan mungkin dan diberi bantalan di sisi-sisinya atau karet agar mudah untuk dipegang, karena dengan gangguan fungsi syaraf motorik halus membuat mereka susah untuk memegang sesuatu. Gangguan pada syaraf motorik kasar membuat mereka susah untuk bergerak, sehingga biasanya mainan-mainan untuk mereka biasanya diletakkan pada tempat khusus yang mudah dijangkau. (George, 2010:61).

**l. Perkembangan Anak dengan Gangguan Kognitif (*Cognitive Disabilities*)**

Anak-anak dengan gangguan fungsi kognitif atau gangguan mental biasanya lebih menikmati mainan yang tidak rumit. Mainan yang sederhana seperti balok-balok dengan magnet, *puzzle* yang terbagi menjadi sedikit bagian, serta mainan yang dapat merespon terhadap sentuhan atau suara akan sangat membantu dalam perkembangan kognitif mereka. Perkembangan mental anak-anak meliputi pembangunan pola pikir, termasuk mengingat, menyelesaikan masalah, dan mengambil keputusan. Dengan mainan-mainan yang cocok, biasanya mereka dapat lebih terlatih untuk berpikir dan dapat mengurangi gangguan fungsi kognitif yang diderita. (George, 2010:62).

**m. Perkembangan Anak dengan Kesulitan Belajar (*Learning Disabilities*)**

Kesulitan belajar pada anak bisa jadi merupakan gangguan terhadap syaraf neuron di otaknya, sehingga mereka kesulitan untuk mencerna makna kata-kata yang diterimanya atau justru tertukar maknanya antar kata. Mainan dapat membuat anak-anak berpikir kritis dan memprediksi, serta memahami hubungan sebab-akibat suatu masalah. Anak-anak yang memiliki kesulitan

belajar ini akan sangat terbantu dengan mainan menyusun huruf atau angka, karena dapat meningkatkan kemampuan berpikir logis bagi mereka. (George, 2010:62).

#### **n. Perkembangan Anak dengan Gangguan Ganda (*Multiple Disabilities*)**

Anak-anak dengan lebih dari satu gangguan, baik secara fisik maupun mental, biasanya tidak dapat bergerak dan berpikir secara normal. Mainan yang cocok untuk mereka adalah mainan-mainan yang secara khusus dibuat untuk membantu mereka berkembang. Saat ini mulai banyak mainan untuk anak-anak yang mengalami gangguan tersebut meskipun biasanya harus memesan terlebih dahulu. (George, 2010:63).

### **2.1.3 Klasifikasi Mainan**

Sejak lahir, manusia memiliki kecenderungan untuk bermain. Bayi yang baru lahir selalu tertarik dengan hal-hal yang dapat dilihat di sekitarnya, tidak dapat dipungkiri bahwa mereka merupakan pengamat yang handal. Untuk mengakomodasi ketertarikan mereka terhadap hal yang dilihatnya, banyak mainan-mainan yang diciptakan untuk mereka. Seiring bertambahnya usia anak-anak, selera mereka terhadap mainan juga semakin terbentuk, tidak seperti saat bayi ketika semuanya merupakan hal baru bagi mereka. Mulai dari mainan yang sederhana seperti bola karet, boneka binatang, mainan yang dapat berbunyi, balok-balok susun, hingga mainan-mainan rumit yang mereka lihat di televisi atau dari teman-teman mereka. Produsen mainan juga semakin lama semakin banyak menghujani pasar dengan mainan-mainan varian terbaru mereka. Berikut ini adalah beberapa klasifikasi mainan oleh Andrew George, pada *A Study of Consumer Behaviour of Toys Market in Kerala* (2010), yang telah dipilah sesuai dengan kebutuhan data literatur sebagai tinjauan untuk perancangan ini.

#### **a. Teka-teki Susun (*Puzzles*)**

Mainan yang berupa teka-teki merupakan salah satu jenis yang cukup berpengaruh bagi perkembangan pikiran anak-anak. Mainan teka-teki sangat berguna untuk melatih kemampuan menyelesaikan masalah dan berpikir logis bagi anak-anak, misal dengan mencocokkan pola atau membuat susunan bentuk tertentu. Dalam menyelesaikan teka-teki dibutuhkan kecerdasan berpikir dan kemampuan deduksi yang baik dari anak, sehingga semakin banyak mereka bermain akan semakin terlatih untuk berpikir logis. Mainan teka-teki memiliki banyak jenis, seperti teka-teki konstruksi, teka-teki sistem mekanis, teka-teki batang, teka-teki rantai, teka-teki alat transportasi, teka-teki geser, teka-teki logika, teka-teki gambar, teka-teki kunci, dan teka-teki lainnya. Sekarang, mainan teka-teki mulai bergeser fungsinya sebagai media hiburan. Seiring banyaknya film kartun yang disukai oleh anak-anak, industri mainan juga

semakin banyak membuat mainan teka-teki susun gambar dari tokoh kartun tersebut. (George, 2010:84).

**b. Mainan Edukasi (*Educational Toys*)**

Walaupun mainan sebenarnya dapat membantu proses belajar anak-anak, seperti melatih konsentrasi, kemampuan menyelesaikan masalah, dan kemampuan berimajinasi, tapi industri mainan membuat segmen tersendiri dalam mainan edukasi. Mainan edukasi adalah mainan yang membantu anak-anak dalam proses belajar diluar sekolah, sehingga dengan bermain mereka dapat mendalami kembali materi yang dipelajarinya di sekolah. Pendidikan dasar seperti berhitung, membaca, maupun pendidikan moral seperti tanggung jawab, dapat diperoleh anak-anak dengan bermain. Anak-anak yang keluarganya memiliki mainan edukasi di rumah juga cenderung lebih akrab dengan keluarganya, cenderung lebih mudah mencerna dalam proses pendidikannya, dan cenderung lebih menghargai nilai-nilai. (George, 2010:85).

**c. Mainan Konstruksi (*Construction Toys*)**

Mainan konstruksi adalah mainan yang berbentuk bagian-bagian yang dapat disusun menjadi model bentuk tertentu, bisa bentuk yang spesifik seperti mobil, pesawat, kapal, dan sebagainya, atau bentuk-bentuk sesuai imajinasi dari anak-anak. Mainan konstruksi yang paling sederhana dan sudah ada sejak zaman dahulu adalah balok-balok kayu, baik yang diberi warna-warna mencolok maupun yang natural, yang dapat disusun sesuai kreativitas yang memainkannya. Anak-anak yang bermain dengan mainan konstruksi akan cenderung lebih terlatih dalam hal penyelesaian masalah, menuangkan imajinasinya, dan jeli dalam mengamati suatu bentuk. Selain itu, mainan konstruksi juga membantu dalam perkembangan fungsi motorik anak-anak, terutama pada tangan dan jari-jari, serta melatih koordinasi mata-tangan. Dalam segi sosial, anak-anak juga akan belajar bersosialisasi dengan kelompoknya saat menggunakan mainan konstruksi ini secara bersama-sama. (George, 2010:86).

Selain 3 klasifikasi tersebut, klasifikasi mainan yang lainnya ada boneka (*dolls*), mainan yang menggunakan baterai (*battery toys*), mainan dengan sistem mekanis (*mechanical toys*), mainan yang mendukung aktivitas fisik (*activity toys*), mainan lembut atau lunak (*soft toys*). (George, 2010:84-89).

## **2.2 Tinjauan Sistem *Modularity***

Kata *modularity* sering digunakan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan penggunaan ‘unit’ yang sama untuk menghasilkan variasi produk (Huang dan Kusiak, 1998). Menurut Huang dan Kusiak, kata ini

ditujukan untuk mengidentifikasi suatu komponen, yang independen, berstandar, dan dapat dipadu padankan, yang dapat memenuhi varietas fungsi suatu produk. Komponen atau kumpulan komponen yang telah dijadikan satu kesatuan dalam sistem modular biasanya disebut modul. Modul ditujukan untuk mengimplementasikan bentuk atau fungsi jika dikombinasikan dengan modul lainnya.

### **2.2.1 Klasifikasi Modul berdasarkan Fungsi**

Berdasarkan jurnal yang ditulis oleh Huang dan Kusiak (1998:66), yang mengacu pada buku *Engineering Design* (Pahl dan Beitz, 1988), modul terbagi menjadi *function module* dan *production module*. *Function module*, atau modul fungsi, yaitu modul untuk membantu mengimplementasikan fungsi secara independen atau fungsi gabungan dengan modul lain. Sedangkan *production module*, atau modul produksi, yaitu modul yang didesain untuk memiliki fungsi khusus dan dipecah hanya berdasarkan pertimbangan produksi saja. Modul fungsi diklasifikasikan kedalam:

#### **a. Basic Module**

*Basic module* atau modul dasar merupakan modul yang mengimplementasikan fungsi dasar. Fungsi dasar atau fungsi utama dari modul ini secara prinsip tidak berubah-ubah dan dapat menjadi dasar dari sebuah produk atau sistem.

#### **b. Auxillary Module**

*Auxiliary module* atau modul tambahan merupakan modul yang terkait dengan fungsi tambahan, yang dapat dihubungkan dengan modul dasar, untuk menghasilkan bermacam-macam produk lain dari gabungan modul-modul tersebut.

#### **c. Adaptive Module**

*Adaptive module* atau modul adaptif merupakan modul yang memberikan fungsi adaptif. Fungsi adaptif digunakan untuk penyesuaian suatu bagian atau sistem dengan produk atau sistem lainnya. Modul adaptif ini digunakan untuk menyelesaikan masalah terhadap batasan-batasan tak terduga dalam suatu produk atau sistem.

#### **d. Nonmodule**

*Nonmodule* adalah modul khusus, yang sengaja dibuat untuk memenuhi fungsi spesifik yang dibutuhkan pelanggan, yang ada karena pengembangan desain yang sangat detail. Modul ini harus didesain secara pribadi terhadap kebutuhan spesifik suatu pelanggan.

### 2.2.2 Jenis-jenis Modularity

Juga berdasarkan jurnal yang ditulis oleh Huang dan Kusiak (1998:66), yang mengacu pada artikel “*Fundamentals of Modularity Desain*” di *Issues in Design/Manufacture 1991* (Ulrich dan Tung, 1991), *modularity* pada produk dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan interaksi atau hubungannya dalam membentuk sebuah produk:

#### a. *Component-swapping Modularity*

*Component-swapping Modularity* adalah ketika dua atau lebih alternatif komponen utama dapat digabungkan dengan komponen modular yang sama dan menghasilkan berbagai varian produk dalam keluarga produk yang sama.

#### b. *Component-sharing Modularity*

*Component-sharing Modularity* adalah kasus yang berlawanan dengan *component-swapping modularity*, yaitu ketika berbagai macam komponen modular dapat dihubungkan dengan komponen utama yang sama dan menghasilkan berbagai varian produk dalam keluarga produk yang berbeda-beda.

#### c. *Bus Modularity*

*Bus modularity* adalah ketika sebuah modul, dengan dua muka atau lebih, dapat dipasangkan dengan beberapa macam komponen yang dipilih dari kumpulan komponen utama. Setiap muka modul harus dapat menyesuaikan dengan kombinasi komponen utama. Dalam *bus modularity* dapat menghasilkan banyak variasi dari jumlah komponen utama dan lokasi peletakkannya, sedangkan dalam *component-swapping modularity* dan *component-sharing modularity* variasinya dibatasi oleh tipe komponen utamanya.

## 2.3 Tinjauan Kapal

### 2.3.1 *Frigate* (Kapal Perang)

Istilah *frigate* sebenarnya sudah banyak digunakan untuk menjelaskan berbagai macam kapal perang yang pernah digunakan dalam sejarah, mulai dari sebuah kapal layar berukuran kecil yang dipenuhi oleh senjata pada abad ke 17 hingga sebuah kapal di jaman modern yang dilengkapi oleh alat pendeteksi kapal selam yang digunakan untuk menjaga kapal dagang atau kapal perang lainnya. Secara umum, kata *frigate* digunakan untuk menjelaskan tentang sebuah kapal berukuran kecil, lebih kecil dari kapal perang *destroyer*, yang dilengkapi oleh alat pendeteksi kapal selam dan anti aircraft. Keunggulan dari kapal perang jenis *frigate* ini terletak pada ukurannya yang kecil sehingga kapal ini memiliki mobilitas yang tinggi dan sangat sesuai untuk dilibatkan dalam konvoi yang berisi kapal dagang atau kapal perang lain.

### 2.3.2 Ferry (Kapal Penumpang)

Ferry adalah sebuah kapal yang digunakan sebagai alat transportasi untuk mengantarkan penumpang dan kendaraan lain melewati perairan. Pada umumnya, hal yang membedakan kapal ferry dengan kapal penumpang lain seperti kapal pesiar terletak pada jarak yang ditempuh dan tujuan penggunaan kapal. Kapal ferry pada umumnya memiliki jarak tempuh tidak lebih dari 24 jam perjalanan sehingga kapal ferry memiliki sebuah jadwal yang teratur, sedangkan kapal pesiar pada umumnya memiliki jarak tempuh di atas 24 jam. Perihal tujuan penggunaan kapal, kapal ferry pada umumnya berfungsi sebagai alat untuk menyebrangi sebuah perairan, sehingga penumpang pada umumnya akan turun dan terus berganti begitu kapal tersebut bersandar di sebuah pelabuhan, sedangkan kapal pesiar memiliki tujuan hiburan dimana kapal ini pada umumnya akan melakukan perjalanan memutar sebuah perairan hingga pada akhirnya kembali ke tempat mereka pertama kali sandar untuk menurunkan penumpang, sehingga penumpang yang naik pada umumnya akan kembali ke pelabuhan tempat mereka pertama kali naik. Kapal ferry sendiri memiliki beberapa tipe tergantung pada bentuk dan fungsinya, diantaranya adalah:

- Catamaran: kapal catamaran adalah jenis kapal ferry yang umum digunakan dan sering digunakan sebagai kapal penumpang. Kelebihan dari kapal ini adalah kecepatannya yang tinggi meskipun kapal ini berukuran besar dan mampu mengangkut banyak penumpang sehingga kapal ini sangat diminati oleh berbagai jenis penumpang
- Channel ferry: channel ferry adalah sebutan untuk kapal ferry yang beroperasi di dalam kanal. Kapal ini pada awalnya umum digunakan untuk menyebrangi kanal Inggris. Kapal ini memiliki ciri – ciri berukuran kecil dan lebih cepat dari kapal ferry lain.
- Ro-Ro Ferry: Roll On – Roll Off Ferry atau yang lebih dikenal sebagai Ro – Ro ferry adalah sebuah ferry yang memiliki fungsi untuk membawa kendaraan. Jadi, tidak hanya mampu membawa penumpang, kapal ferry ini memiliki tempat untuk menyimpan kendaraan sehingga penumpang dapat membawa kendaraan mereka sendiri ke pelabuhan tujuan.
- Double – Ended Ferry: Kapal ferry ini memiliki keunikan dimana haluan dan buritan yang dimiliki kapal ini dapat ditukar, sehingga saat kapal ini akan berlayar, sisi yang sebelumnya adalah buritan kapal dapat menjadi haluan kapal, jadi kapal ini dapat dibilang menjadi lebih efisien dibandingkan kapal ferry lain karena kapten kapal tidak perlu memutar kapal untuk mulai berlayar.

### **2.3.3 Bulk Carrier (Kapal Kargo Kering)**

Kapal yang disebut sebagai kapal bulk carrier adalah sebuah kapal yang berfungsi sebagai alat transportasi kargo yang dikirimkan dalam bentuk curah dan sudah mulai digunakan sejak jaman dahulu. Seiring berjalannya waktu, kapal ini mengalami banyak perubahan hingga pada akhirnya, kapal bulk carrier pada jaman sekarang sudah di desain untuk memaksimalkan kekuatan, kapasitas, keselamatan, dan efisiensi kerjanya. Yang membedakan bentuk kapal ini dengan kapal lain pada umumnya adalah, kapal ini memiliki satu atau lebih palka yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan kargo curah yang dibawa oleh kapal. Kapal ini sendiri dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan ukurannya yang di ukur dalam bentuk DWT (dead weight ton).

- Handysize: DWT 10 000 – 35 000
- Handymax/Supramax: DWT 35 000 – 59 000
- Panamax: DWT 60 000 – 80 000
- Capesize: DWT 80 000 ≤

Selain itu, kapal ini juga dibedakan lagi menjadi dua jenis bergantung pada ada tidaknya alat berat yang terpasang pada kapal tersebut. Kapal yang memiliki alat berat terpasang di atas kapal disebut sebagai “Geared Bulk Carriers” sedangkan yang tidak terpasang alat berat disebut “Gearless Bulk Carriers”.

### **2.3.4 Feeder Container (Kapal Kontainer)**

Kapal kontainer, sesuai namanya, adalah sebuah kapal yang berfungsi untuk mengangkut dan mengantarkan barang – barang atau kargo dalam jumlah besar yang di kirimkan menggunakan sebuah box kontainer. Kapal jenis kontainer ini adalah salah satu kapal yang memiliki pengaruh besar dalam bidang perekonomian karena banyak digunakan sebagai sebuah sarana untuk mengirimkan barang dalam jumlah besar. Kapal ini sudah di desain khusus untuk membawa kargo dalam jumlah yang besar, sehingga, beberapa kapal kontainer termasuk sebagai salah satu kapal terbesar di dunia. Berdasarkan kapasitas dan trayek perjalanannya, kapal kontainer dapat dibedakan menjadi dua jenis, mother vessel dan feeder vessel. Kapal kontainer jenis mother vessel adalah kapal berukuran besar yang mampu membawa muatan ribuan kontainer. Tidak hanya itu, meskipun memiliki ukuran yang besar, mother vessel mampu melaju dengan kecepatan tinggi. Hanya saja, meskipun mampu untuk berlayar jarak jauh, mother vessel hanya mampu untuk mengunjungi pelabuhan utama saja, sedangkan untuk trayek menuju pelabuhan kecil akan diserahkan kepada feeder vessel. Bila dibandingkan dengan mother vessel, feeder vessel memiliki ukuran yang lebih kecil dan

lebih lambat. Namun, feeder vessel mampu menjangkau pelabuhan kecil sehingga feeder vessel berfungsi untuk membawa kargo antar pelabuhan kecil atau membawa kargo dari pelabuhan utama ke pelabuhan kecil atau sebaliknya.

#### 2.4 Regulasi dan Standarisasi pada Mainan

Seluruh mainan yang beredar di Indonesia harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Standarisasi untuk produk yang digunakan oleh penulis mengacu pada Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia nomor 24/M-IND/PER/4/2013 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) Mainan secara Wajib dan Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia nomor 55/M-IND/PER/11/2013 tentang Perubahan Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia nomor 24/M-IND/PER/11/2013 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) Mainan secara Wajib. Standar Nasional Indonesia (SNI) pada Mainan yang wajib diberlakukan sebagai berikut:

- a. SNI ISO 8124-1:2010; Keamanan Mainan; Bagian 1: Aspek keamanan yang berhubungan dengan sifat fisis dan mekanis.
- b. SNI ISO 8124-2:2010; Keamanan Mainan; Bagian 2: Sifat mudah terbakar
- c. SNI ISO 8124-3:2010; Keamanan Mainan; Bagian 3: Migrasi unsur tertentu.
- d. SNI ISO 8124-4:2010; Keamanan Mainan; Bagian 4: Ayunan, seluncuran dan mainan aktivitas sejenis untuk pemakaian di dalam dan di luar lingkungan tempat tinggal.
- e. SNI IEC 62115:2011; Mainan Elektrik; Keamanan.
- f. Sebagian Parameter:

Tabel 2.1 Parameter standar mainan

No	Standar	Parameter	Persyaratan
1.	EN71-5	Ftalat	$\leq 0,1\%$
2.	SNI 7617:2010	Non Azo	tidak digunakan
3.	SNI 7617:2010	Formaldehida	maksimal 20 ppm

pada jenis Mainan dengan nomor Pos Tarif (HS Code) sebagai berikut:

Tabel 2.2 Daftar pos tarif (HS code) mainan

No	Jenis Mainan	Pos Tarif / HS
1.	Baby Walker. dari logam dari plastik	Ex 9403.20.90.00 9403.70.10.00
2.	Sepeda roda tiga, skuter, mobil berpedal dan mainan beroda semacam itu; kereta boneka	9503.00.10.00
3.	Boneka; bagian dan aksesorisnya	9503.00.21.00 9503.00.22.00 9503.00.29.00
4.	Kereta elektrik, termasuk rel, tanda, dan aksesoris lainnya	9503.00.30.00
5.	Perabot rakitan model yang diperkecil ("skala") dan model rekreasi semacam itu, dapat digerakkan atau tidak	9503.00.40.10 9503.00.40.90
6.	Perangkat konstruksi dan mainan konstruksional lainnya, dari bahan selain plastik	9503.00.50.00
7.	<i>Stuffed toy</i> menyerupai binatang atau selain manusia	9503.00.60.00
8.	<i>Puzzle</i> dari segala jenis	9503.00.70.00
9.	Blok atau potongan angka, huruf atau binatang; perangkat penyusun kata; perangkat penyusun dan pengucap kata; <i>toy printing set</i> ; <i>counting frame</i> mainan (abaci); mesin jahit mainan; mesin tik mainan	9502.00.91.00
10.	Tali lompat	9503.00.92.00

11.	Kelereng	9503.00.93.00
12.	Mainan lainnya selain sebagaimana yang disebut pada angka 2 sampai dengan 11 terbuat dari semua jenis material baik dioperasikan secara elektrik maupun tidak: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balon, pelampung renang untuk anak atau mainan lainnya yang ditiup/dipompa, yang terbuat dari karet dan/atau plastik.</li> <li>• Senapan/Pistol mainan.</li> <li>• Mainan lainnya</li> </ul>	9503.00.99.00

## 2.5 Tinjauan Produk di Pasaran

Mainan bongkar pasang telah beredar dengan berbagai pilihan jenis miniatur kapal, varian bentuk komponen, dan fitur. Berikut ini beberapa mainan bongkar pasang kapal yang dijual di Indonesia:

Tabel 2.3 Tinjauan produk di pasaran

No.	Gambar	Komponen
1.		



**EMCO : Yacht**  
Harga : Rp 299.900  
Material : Plastik  
Massa : 250 gram  
Jumlah komponen : 187 Pcs  
Distributor: Kidz Station

2.



**EMCO : S.W.A.T Sea Recon**

	<p>Harga : Rp 99.900  Material : Plastik  Massa : 125 gram  Jumlah komponen : 144 pcs  Distributor: Kidz Station</p>	
<p>3.</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">   </div> <p><b>K Building Blocks : Armored Corps</b>  Harga : @Rp 30.000  Material : Plastik  Massa : @46 gram  Jumlah komponen : 60 pcs  Distributor: Toko Hidayah</p>	
<p>4.</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">   </div> <p><b>LEGO Classic Red</b>  Harga : Rp 95.000  Material : Plastik  Massa : 28 gram</p>	

	<p>Jumlah komponen : 55 Pcs Distributor: Early Learning Centre</p>	
	<div data-bbox="549 432 911 701" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="549 719 911 920" data-label="Image"> </div> <p><b>Wooden Building Blocks</b>          Harga : Rp 115.000          Material : Kayu          Massa : ... gram          Jumlah komponen : 50 Pcs          Distributor: Toko AJ Toys</p>	<div data-bbox="1050 432 1374 669" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1037 687 1385 947" data-label="Image"> </div>
	<div data-bbox="572 1220 885 1453" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="572 1471 885 1653" data-label="Image"> </div> <p><b>Ocean Block</b>          Harga : Rp 34.000          Material : Plastik          Massa : ... gram          Jumlah komponen : 74 Pcs          Distributor: Toko AJ Toys</p>	<div data-bbox="1037 1220 1385 1480" data-label="Image"> </div>

(sumber: penulis)

## 2.6 Tinjauan Produk Acuan

### a. Automoblox



Gambar 2.1 Automoblox™ C9-R Sports car

(sumber:<https://www.onedayonly.co.za/award-winning-interchangeable-wooden-cars.html>)

Automoblox™ adalah mainan modular yang menginterpretasikan bentuk mobil. Mainan yang didesain oleh Patrick Calello ini berbahan dasar kayu, dengan kombinasi bahan plastik pada sambungan dan aksesorisnya, serta bahan karet pada bannya. Berikut ini adalah rincian produk Automoblox™ yang dijadikan acuan.

Nama Produk : Automoblox™ C9-R Sports car

Produsen : Automoblox Company

Harga : \$39.99 (playmonster.com) atau sekitar Rp. 567.698,04 jika ditukar dengan kurs rupiah.

Bahan : Kayu, plastik, dan karet

### b. LEGO City



Gambar 2.2 LEGO® City Coast Guard Head Quarters

(sumber:<https://www.brickowl.com/catalog/lego-coast-guard-headquarters-set-60167>)

LEGO® City adalah seri mainan yang diproduksi oleh LEGO. Mainan modular ini merepresentasikan bangunan atau kendaraan yang umum dalam kehidupan nyata, namun ada juga beberapa varian yang menggambarkan suasana alam seperti hutan, samudra, dan kutub. Berikut ini adalah rincian produk LEGO® City yang dijadikan acuan.

Nama Produk : LEGO® City Coast Guard Head Quarters

Produsen : LEGO

Harga : \$119.99 (lego.com) atau Rp. 1.703.378,04 jika ditukar dengan kurs rupiah.

Bahan : Plastik

### c. IKEA Lillabo



Gambar 2.3 IKEA Lillabo Toy Vehicle

(sumber:<https://www.ikea.com/us/en/catalog/products/40171472/>)

IKEA Lillabo adalah seri mainan yang diproduksi oleh IKEA. Mainan modular ini dapat membantu anak-anak melatih kemampuan motoriknya. Berikut ini adalah rincian produk IKEA Lillabo yang dijadikan acuan.

Nama Produk : IKEA Lillabo Toy Vehicle Pack

Produsen : IKEA

Harga : \$12.99 (ikea.com) atau Rp. 184.406,04 jika ditukar dengan kurs rupiah.

Bahan : Kayu dan plastik

### d. Early Learning Centre Wooden Bricks



Gambar 2.4 Early Learning Centre Wooden Bricks 50 Pcs

(sumber:<https://www.ebay.co.uk/itm/ELC-WOODEN-BUILDING-BRICKS-KIDS-TODDLER-EARLY-LEARNING-CENTRE-TOYS-BABY-/263586716760>)

Early Learning Centre (ELC) adalah merk dagang yang menaungi produk-produk mainan untuk pengembangan minat dan bakat anak-anak, khususnya untuk pendidikan anak usia dini. Berikut ini adalah rincian produk Early Learning Centre yang dijadikan acuan.

Nama Produk : Early Learning Centre Wooden Bricks 50 Pcs

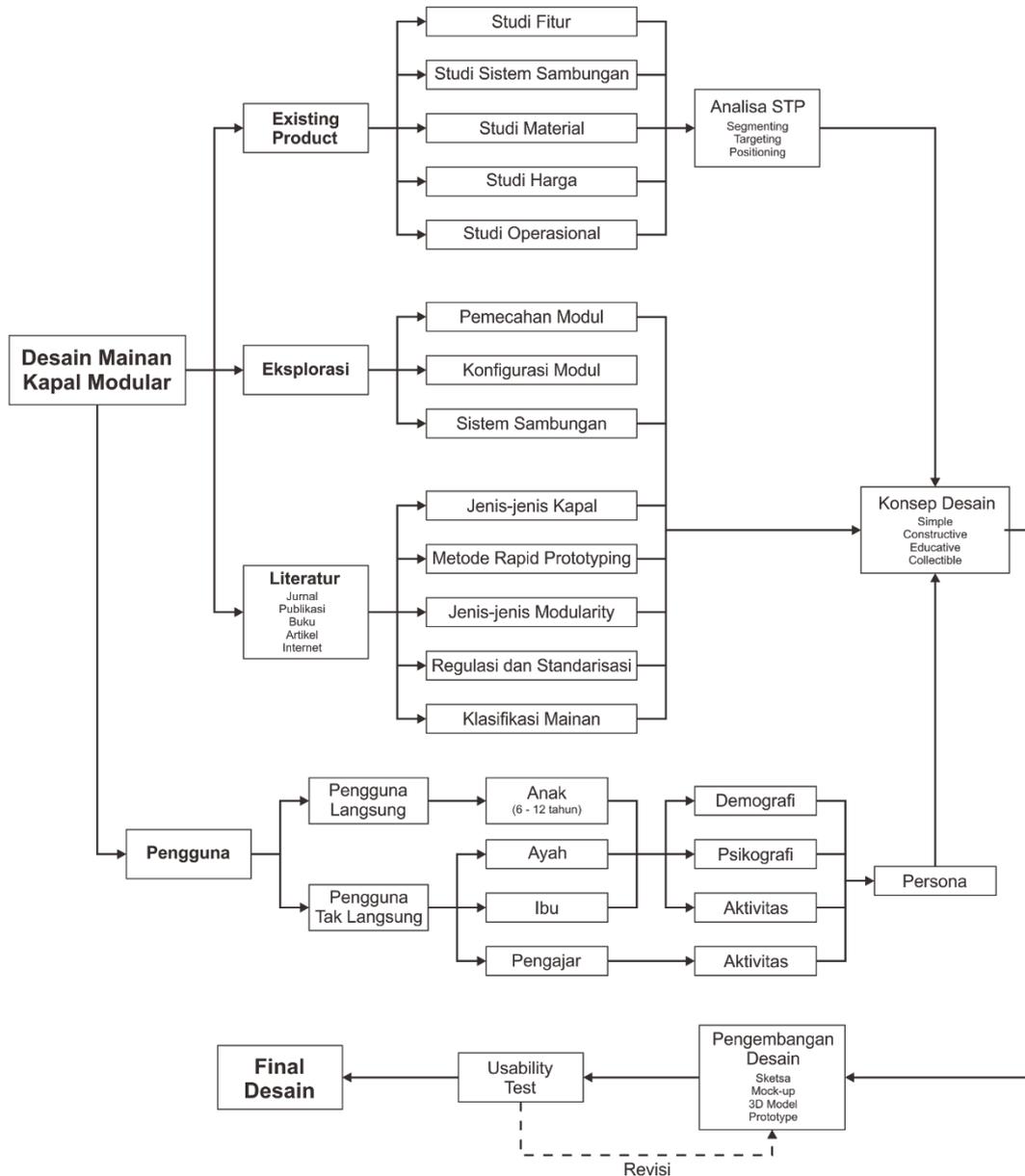
Produsen : Early Learning Centre

Harga : \$18 (amazon.com) atau Rp. 255.528,00 jika ditukar dengan kurs rupiah.

Bahan : Kayu

## BAB 3 METODE DESAIN

### 3.1 Skema Penelitian



Gambar 3.1 Skema penelitian desain mainan kapal modular

(sumber: penulis)

Penelitian atau proses desain dilakukan secara paralel, yaitu dengan meninjau *existing product*, melakukan eksplorasi desain, dan meninjau beberapa literatur, serta dengan mempertimbangkan pengguna. Setelah konsep desain terdefinisi, barulah dapat dilakukan pengembangan desain yang lebih

terarah. *Usability Test* digunakan untuk mendapatkan timbal balik dari pengguna, sehingga desain dapat diperbaiki jika terdapat kesalahan dan dapat dikembangkan lagi sesuai dengan masukan dari pengguna. Setelah dilakukan revisi dan *usability test* hingga desain dirasa sudah memenuhi tujuan, maka hasil akhirnya diharapkan adalah desain *final* yang siap untuk diproduksi.

### **3.2 Metode Pengumpulan Data**

Dalam mengumpulkan data untuk mendefinisikan masalah, dan mencari cara atau metode untuk menyelesaikannya, penulis menggunakan data dari berbagai sumber dan referensi. Data primer, atau data yang didapatkan secara langsung, didapat melalui observasi produk yang ada di pasar untuk mendapatkan data tentang detail produk dan *usability test* untuk mendapatkan timbal balik langsung dari pengguna. Data sekunder, atau data yang didapat melalui sumber atau literatur dengan kredibilitas tinggi seperti jurnal ilmiah, buku, publikasi, dan artikel, untuk mendapatkan data tentang sistem, teknologi, dan data-data pendukung yang dibutuhkan dalam proses desain.

#### **3.2.1 Studi Literatur**

Literatur yang ditinjau dalam proses desain ini meliputi beberapa jurnal ilmiah, buku, artikel, publikasi, dan website. Data yang didapat digunakan sebagai acuan dan pendukung dalam proses desain agar dapat menghasilkan desain yang terarah.

##### **a. Jurnal**

Dari jurnal, penulis mendapatkan tinjauan data-data yang dapat digunakan sebagai dasar saat melakukan proses desain. Tinjauan yang didapatkan meliputi tentang sistem modular, penggunaan metode *rapid prototyping*, pembelajaran berbasis permainan, penentuan karir pada anak, serta psikologis generasi *millennials*, serta perilaku pasar terhadap mainan.

##### **b. Buku**

Dari buku, penulis mendapatkan tinjauan data-data yang dapat mendukung proses desain. Tinjauan yang berhubungan dengan metode desain dan pengumpulan data, serta tentang kapal dan variabel-variabel lain yang dapat digunakan untuk mendukung tema perancangan, dapat diperoleh melalui buku.

##### **c. Publikasi**

Sebagai acuan dalam proses desain, penulis juga meninjau beberapa publikasi tentang mainan anak-anak. Dari sumber ini, penulis mendapatkan tinjauan data tentang metode yang digunakan, sistem dan teknologi yang diterapkan, serta kendala-kendala yang terjadi dalam prosesnya.

#### **d. Artikel**

Beberapa data didapatkan dari artikel di berbagai media. Dari sumber-sumber ini, penulis mendapatkan data tentang pergerakan pasar mainan secara global, perkembangan teknologi, dan berbagai data statistik dalam pasar mainan baik secara global maupun regional.

#### **e. Internet**

Sebagai pelengkap, beberapa data didapatkan dari berbagai sumber di internet. Data seperti detail jenis kapal, katalog online untuk mainan, dan berbagai data lain yang dapat digunakan sebagai pendukung untuk menghasilkan desain yang baik, didapatkan melalui situs-situs yang tersebar di internet.

### **3.2.2 Observasi**

Dalam proses desain ini dilakukan pengamatan yang melibatkan beberapa produk yang ada di pasar untuk mendapatkan data-data seperti kelas produk, dimensi produk, sistem atau teknologi, serta material-material yang digunakan. Data-data tersebut akan digunakan sebagai acuan saat melakukan proses desain, sehingga desain dapat berkompromi dengan produk yang telah beredar di pasaran.

#### **a. Benchmarking**

*Benchmarking* digunakan untuk menentukan posisi produk yang di desain, agar dapat bersaing dengan produk yang sudah ada sebelumnya, dengan mengamati beberapa produk yang sudah ada sebagai acuan. Dengan metode ini diharapkan penulis mendapat data tentang harga, kelas produk, dan kualitas produksi dari produk-produk tersebut.

#### **b. Artefact Analysis**



Gambar 3.2 *Artefact Analysis* terhadap produk di pasaran

(sumber: penulis)

Untuk mendapatkan data secara langsung tentang sistem sambungan, material, dimensi-dimensi secara detail, dan konfigurasi antar modul pada mainan-mainan yang ada di pasaran, penulis melakukan pengamatan secara langsung terhadap beberapa jenis mainan yang dapat dijadikan acuan. Dengan merangkai mainan secara langsung, diharapkan data yang diperoleh dapat dengan mudah diterapkan dalam proses desain.

### c. Affinity Diagram



Gambar 3.3 Affinity Diagram

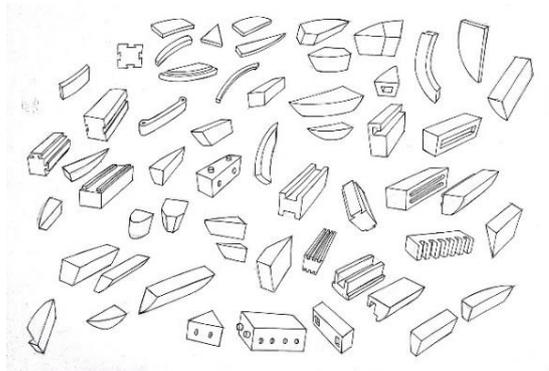
(sumber: penulis)

*Affinity diagram* digunakan untuk mendefinisikan kebutuhan yang akan dipertimbangkan dalam proses desain. Dengan melakukan metode ini diharapkan penulis dapat menuliskan ulang data-data yang didapatkan sebelumnya kedalam bentuk yang lebih umum dan mudah dipahami, yang kemudian akan dikelompokkan berdasarkan kategori kebutuhan dan digunakan sebagai acuan dalam proses desain.

### 3.2.3 Eksplorasi

Berdasarkan tinjauan yang didapatkan pada metode sebelumnya, penulis melakukan eksplorasi untuk mendapatkan garis besar desain yang dapat digunakan sebagai acuan dalam proses desain.

#### a. Brainstorming



Gambar 3.4 Sketsa eksplorasi bentuk modul

(sumber: penulis)

Untuk mendapatkan garis besar desain, *brainstorming* dilakukan untuk mendapatkan referensi sebanyak-banyaknya tentang bentuk modul, serta sistem sambungan, yang dapat dikembangkan dalam proses desain selanjutnya.

**b. Mockup**



Gambar 3.5 Model dengan bahan substitusi

(sumber: penulis)

Untuk mendapatkan bentuk dan ukuran awal secara cepat, agar dapat segera terlihat kelebihan dan kekurangannya, dan dapat segera dikembangkan. Dengan data yang didapat dari *mockup*, penulis dapat mendapat referensi sebanyak-banyaknya tentang konsep konfigurasi antar modul.

*(Halaman ini Sengaja Dikосongkan)*

## BAB 4

### STUDI DAN ANALISIS

#### 4.1 Studi Pasar

##### 4.1.1 Analisa Fitur Produk

Tabel 4.1 Analisa fitur produk terhadap produk *existing*

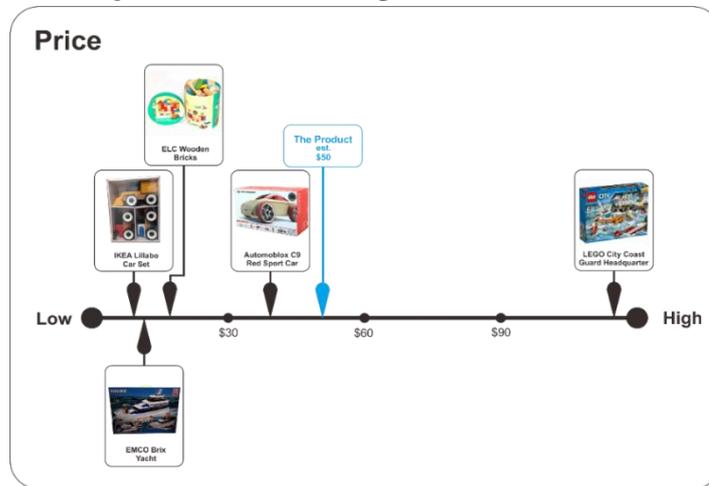
No	Parameter	EMCO Brix Yacht	K Armored Corps	LEGO Classic Red	Wooden Building Blocks	Ocean Block	Produk Hasil Desain
1.	Ukuran Modul	Paling kecil: 8 x 8 x 6 mm  Paling besar: 400 x 106 x 58 mm	Paling kecil: 8 x 8 x 3 mm  Paling besar: 32 x 28 x 10 mm	Paling kecil: 8 x 8 x 3 mm  Paling besar: 48 x 16 x 6 mm	Paling kecil: 22 x 44 x 6 mm  Paling besar: 60 x 28 x 28 mm	Paling kecil: 28 x 28 x 14 mm  Paling besar: 84 x 28 x 28 mm	Paling kecil: 20 x 10 x 10 mm  Paling besar: 60 x 20 x 20 mm
2.	Jumlah Titik Sambungan	1 titik + 1 titik -	1 titik + 1 titik -	1 titik + 1 titik -	0	1 titik + 1 titik -	± 4 titik
3.	Jenis Sistem Sambungan	1 titik + (tenon berbentuk susunan tabung 3 x 3 x 2 mm)  1 titik - (mortis)	1 titik + (tenon berbentuk susunan tabung 3 x 3 x 2 mm)  1 titik - (mortis)	1 titik + (tenon berbentuk susunan tabung 3 x 3 x 2 mm)  1 titik - (mortis)	<i>Butt Joint</i> (tidak ada sistem kuncian)	1 titik + (tenon berbentuk susunan tabung 10 x 10 x 9 mm)  1 titik - (mortis)	± 4 titik multifungsi (bisa - semua dengan tambahan kuncian + 2 arah atau + dan - sekaligus)

4.	<b>Orientasi Sistem Sambungan</b>	Sisi atas (+) bertemu dengan sisi bawah (-) / bertumpuk seperti susunan bata.	Sisi atas (+) bertemu dengan sisi bawah (-) / bertumpuk seperti susunan bata.	Sisi atas (+) bertemu dengan sisi bawah (-) / bertumpuk seperti susunan bata.	Semua sisi dapat disambungkan (tidak ada kuncian) / susun mengandakan gaya gravitasi	Sisi atas (+) bertemu dengan sisi bawah (-) / bertumpuk seperti susunan bata.	$\pm 4$ sisi dapat disambungkan (memiliki sistem kuncian)
5.	<b>Jumlah Komponen</b>	187 pcs	60 pcs	55 pcs	50 pcs	74 pcs	$\pm 150$ pcs
6.	<b>Variasi Hasil Rakit tiap Kemasan (sesuai acuan)</b>	3	3	3	$\infty$	$\infty$	$\pm 4$
7.	<b>Kebutuhan terhadap Panduan.</b>	Sangat Butuh	Sangat Butuh	Butuh	Tidak Butuh	Tidak Butuh	Butuh, tetapi bisa disusun sesuai imajinasi

(sumber: penulis)

## 4.1.2 Benchmarking

### a. *Benchmarking* berdasarkan Harga.

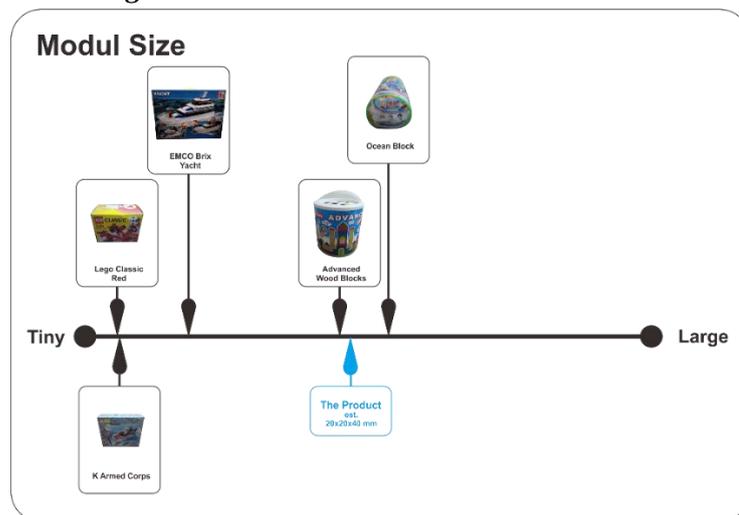


Gambar 4.1 *Benchmarking* berdasarkan Harga

(sumber: penulis)

Dari benchmarking tersebut, didapatkan kelas produk. Produk diharapkan dapat mengisi kelas menengah keatas, namun tidak setinggi LEGO® □, dengan kisaran harga awal sekitar tujuh ratus ribu rupiah. Kelas yang akan dicapai ini akan menjadi patokan untuk proses desain sehingga, walaupun untuk harga dapat berubah seiring berjalannya proses desain.

### b. *Benchmarking* berdasarkan Ukuran Modul.



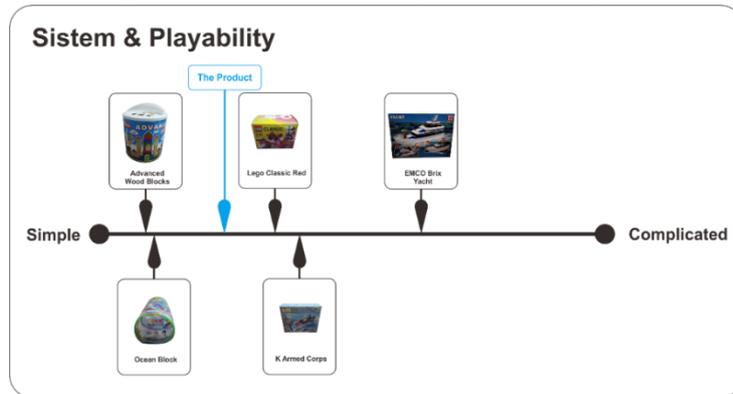
Gambar 4.2 *Benchmarking* berdasarkan Ukuran Modul

(sumber: penulis)

Dari *benchmarking* tersebut, didapatkan ukuran awal dari modul produk yang akan didesain. Ukurannya tidak berbeda jauh dengan balok susun, yang

modul utamanya berukuran 20 mm x 20 mm x 20 mm, namun dengan ukuran panjang 40 mm karena orientasi kapal juga memanjang. Ukuran ini hanya menjadi patokan awal dan dapat berubah seiring dengan berjalannya proses desain.

**c. Benchmarking berdasarkan Sistem, Mekanisme, dan Cara Bermain.**

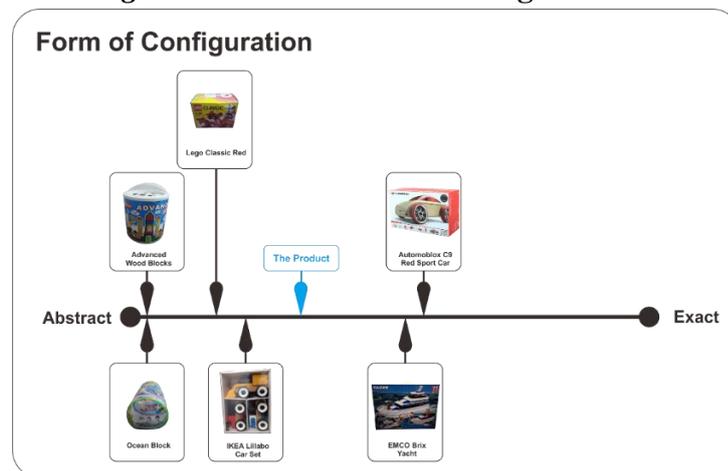


Gambar 4.3 Benchmarking berdasarkan Sistem, Mekanisme, dan Cara Main

(sumber: penulis)

Dari *benchmarking* tersebut didapatkan acuan konsep *simple*. Produk ini diharapkan dapat menjadi sarana bermain sekaligus belajar yang dapat melatih motorik dan dapat dimainkan berulang ulang. Sehingga modul-modul harus dapat dirangkai dengan atau tanpa gambar acuan.

**d. Benchmarking berdasarkan Bentuk Konfigurasi.**



Gambar 4.4 Benchmarking berdasarkan Bentuk Konfigurasi

(sumber: penulis)

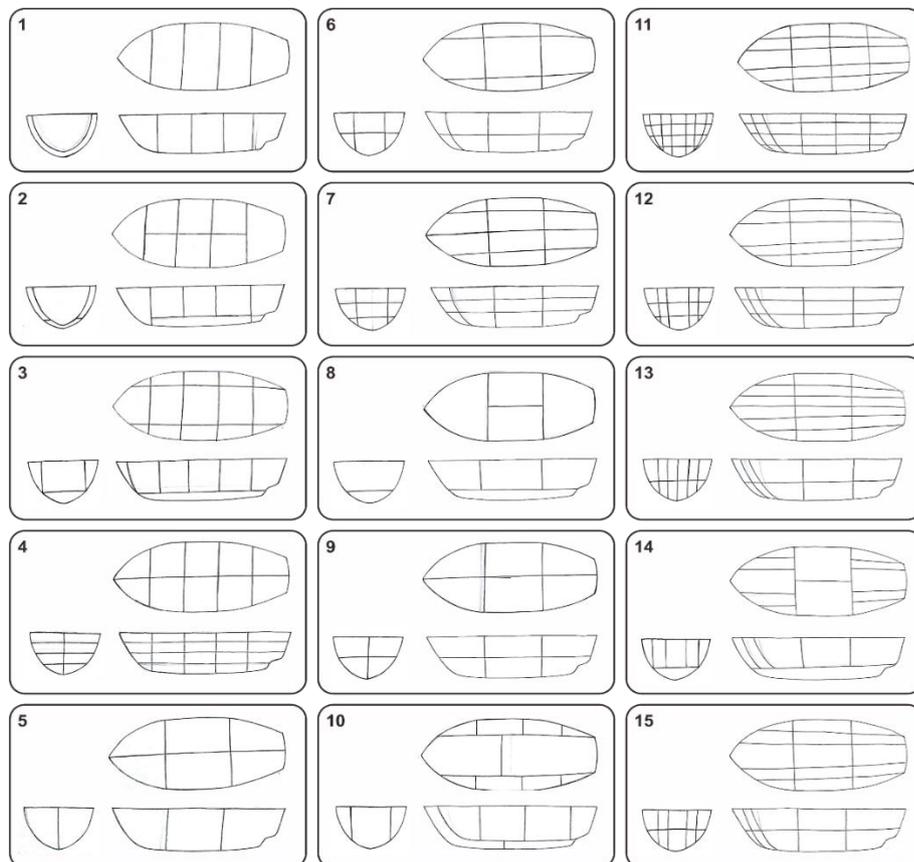
Dari *benchmarking* tersebut didapatkan konsep bentuk konfigurasi, atau bentuk setelah disusun. Karena mainan ditujukan sebagai sarana bermain sambil belajar, sehingga produk ini harus memiliki nilai untuk meningkatkan

daya imajinasi. Konsep bentuk yang dituju adalah bentuk yang dapat merepresentasikan bentuk kapal secara sederhana, namun juga tidak terlalu mendikte anak pada bentuk kapal secara detail dan rumit, sehingga modul-modul dapat digunakan sesuai dengan imajinasi anak.

## 4.2 Analisis Pembagian Modul

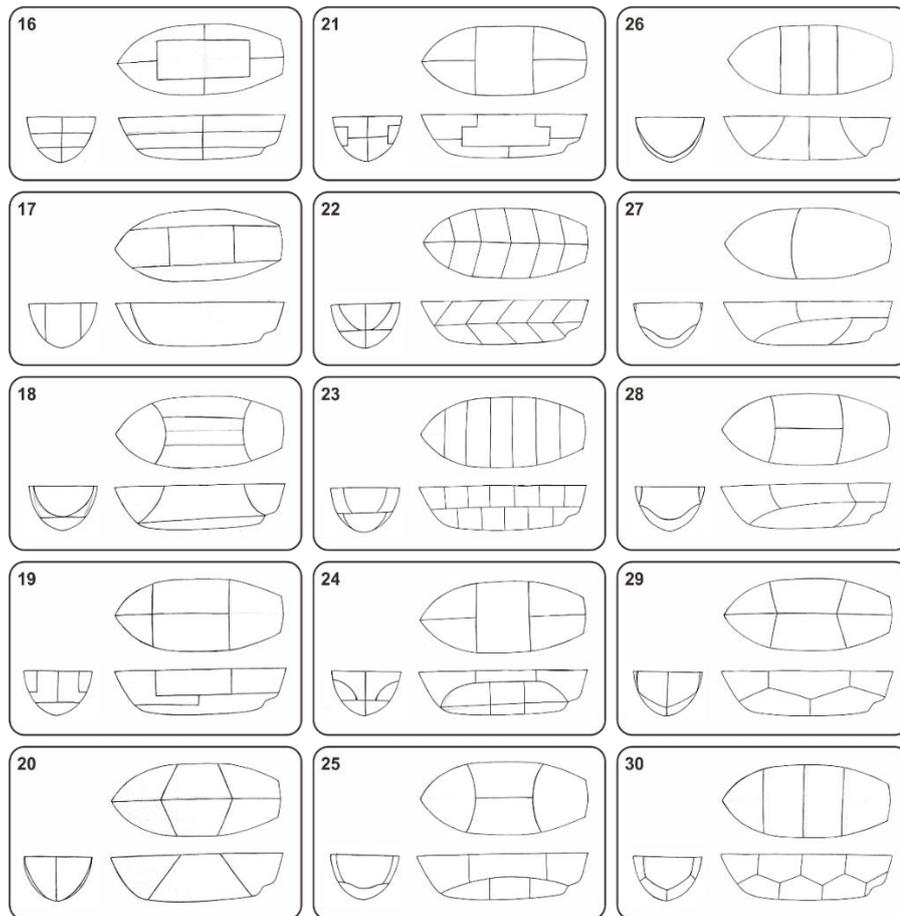
### 4.2.1 Eksplorasi Pembagian Modul

Eksplorasi pembagian modul dilakukan untuk menemukan alternatif bentuk modul yang sesuai dengan konsep. Dalam tahap ini jumlah komponen dan variasi bentuk modul tidak dibatasi, agar bisa mendapatkan varian alternatif pembagian modul sebanyak-banyaknya. Metode yang digunakan adalah *brainstorming*.



Gambar 4.5 Eksplorasi pembagian modul alternatif 1-15

(sumber: penulis)



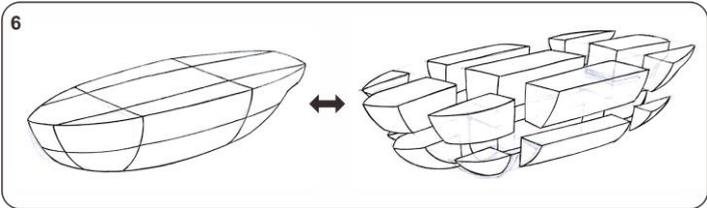
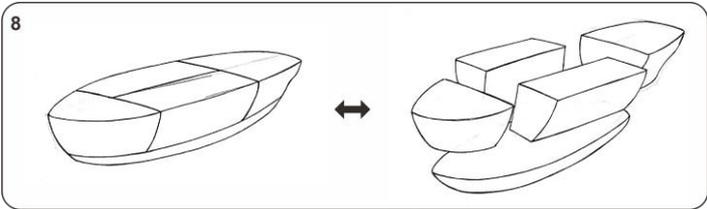
Gambar 4.6 Eksplorasi pembagian modul 16-30

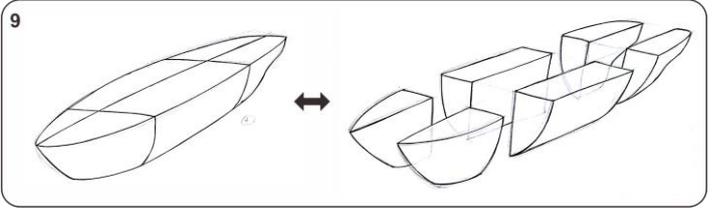
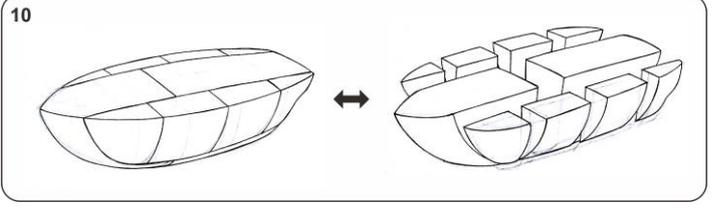
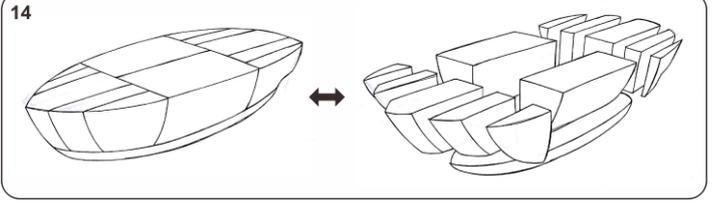
(sumber: penulis)

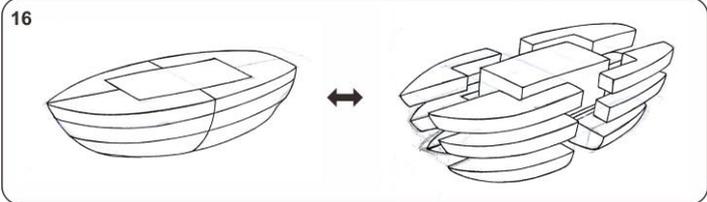
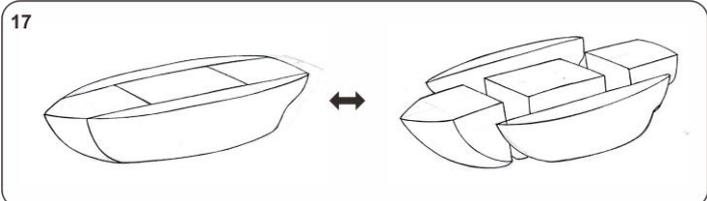
Dari 30 sketsa hasil *brainstorming*, dipilih beberapa alternatif yang sesuai dengan konsep *simple* untuk dikembangkan menjadi gambar perspektif. Aspek yang digunakan sebagai pertimbangan adalah jumlah komponen dan kemudahan konfigurasi antar komponen.

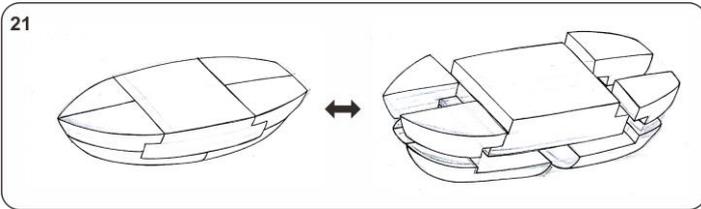
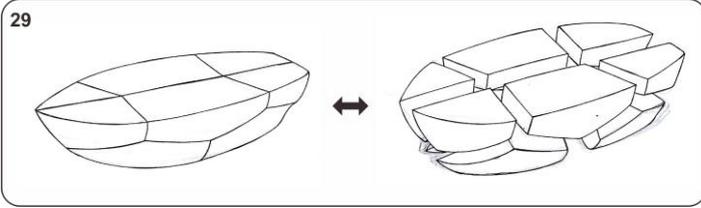
Tabel 4.2 Analisa pembagian modul

No	Gambar	Deskripsi
1.		<p>Sumbu Pemotongan: 1 sumbu potong (x) Jumlah segmen sumbu x : 5 Jumlah segmen</p>

		<p>sumbu y : 1</p> <p>Jumlah segmen sumbu z : 1</p> <p>Jumlah komponen : 5</p>
2.	<p>6</p> 	<p>Sumbu Pemotongan:</p> <p>3 sumbu potong (x,y,z)</p> <p>Jumlah segmen sumbu x : 3</p> <p>Jumlah segmen sumbu y : 3</p> <p>Jumlah segmen sumbu z : 2</p> <p>Jumlah komponen : 18</p>
3.	<p>8</p> 	<p>Sumbu Pemotongan:</p> <p>3 sumbu potong (x,y,z)</p> <p>Jumlah segmen sumbu x : 3</p> <p>Jumlah segmen sumbu y : 2</p> <p>Jumlah segmen sumbu z : 2</p> <p>Jumlah komponen : 5</p>

<p>4.</p>	<p>9</p> 	<p>Sumbu Pemotongan: 2 sumbu potong (x,y)</p> <p>Jumlah segmen sumbu x : 3</p> <p>Jumlah segmen sumbu y : 2</p> <p>Jumlah segmen sumbu z : 1</p> <p>Jumlah komponen : 6</p>
<p>5.</p>	<p>10</p> 	<p>Sumbu Pemotongan: 2 sumbu potong (x,y)</p> <p>Jumlah segmen sumbu x : 4</p> <p>Jumlah segmen sumbu y : 3</p> <p>Jumlah segmen sumbu z : 1</p> <p>Jumlah komponen : 10</p>
<p>6.</p>	<p>14</p> 	<p>Sumbu Pemotongan: 3 sumbu potong (x,y,z)</p> <p>Jumlah segmen sumbu x : 3</p> <p>Jumlah segmen sumbu y : 5</p> <p>Jumlah segmen sumbu z : 2</p>

		Jumlah komponen : 13
7.	<p>16</p> 	<p>Sumbu Pemotongan: 3 sumbu potong (x,y,z)</p> <p>Jumlah segmen sumbu x : 3</p> <p>Jumlah segmen sumbu y : 2</p> <p>Jumlah segmen sumbu z : 3</p> <p>komponen : 13</p>
8.	<p>17</p> 	<p>Sumbu Pemotongan:: 2 sumbu potong (x,y)</p> <p>Jumlah segmen sumbu x : 3</p> <p>Jumlah segmen sumbu y : 3</p> <p>Jumlah segmen sumbu z : 1</p> <p>Jumlah komponen : 5</p>

<p>9.</p>	<p>21</p> 	<p>Sumbu Pemotongan: 3 sumbu potong (x,y,z)</p> <p>Jumlah segmen sumbu x : 3</p> <p>Jumlah segmen sumbu y : 2</p> <p>Jumlah segmen sumbu z : 2</p> <p>Jumlah komponen : 9</p>
<p>10.</p>	<p>29</p> 	<p>Sumbu Pemotongan: 5 sumbu potong (xy,-(xy),y, xz,-(xz))</p> <p>Jumlah segmen sumbu x : 3</p> <p>Jumlah segmen sumbu y : 2</p> <p>Jumlah segmen sumbu z : 2</p> <p>Jumlah komponen : 10</p>

(sumber: penulis)

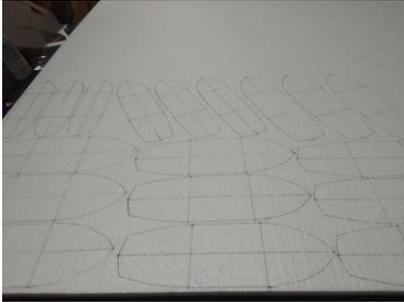
### Kesimpulan:

Sketsa 3D menghasilkan alternatif jumlah komponen dan orientasi pemotongan pola modul. Dari beberapa alternatif tersebut dipilih pola yang pemotongan segmennya dapat merepresentasikan modul dasar (*basic modul*) dan modul tambahan (*auxiliary modul*) dengan cukup jelas. Dan pola yang dipilih sebagai alternatif tidak memiliki lebih dari 3 sumbu potong, karena semakin banyak sumbu potongnya akan membuat konfigurasi antar modul semakin rumit.

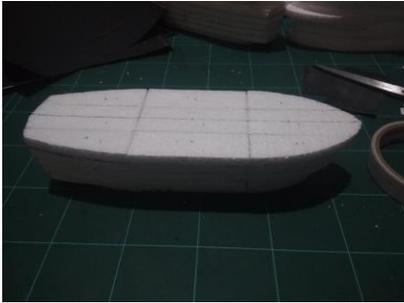
### 4.2.2 Mockup

*Mockup* dilakukan untuk menerapkan ukuran pada beberapa alternatif pola pembagian modul yang telah didapatkan dari tahap sebelumnya. Dalam tahap ini bahan yang digunakan untuk membuat *mockup* ada 2 jenis. *Mockup* pertama menggunakan bahan styrofoam dengan tebal 10 mm tanpa sambungan, yang kedua menggunakan bahan kayu balsa dengan tebal 5 mm dan menggunakan sistem sambungan sederhana.

Tabel 4.3 Proses pembuatan *mockup* awal

No.	Proses Pembuatan	Keterangan	Kendala
1.	Penentuan dimensi ( <i>blueprints</i> )	Sebelum membuat <i>mockup</i> , ukuran total dan bentuk dasar terlebih dulu ditentukan dan dibuat dalam bentuk gambar tampak atas, samping, dan depan.	Bentuk menjadi sedikit berbeda dari tahap brainstorming untuk mengurangi lekukan di bagian buritan dan memperbaiki proporsi.
2.	Pembuatan cetakan 	Membuat cetakan dari kertas yang nantinya akan diterapkan ke lembaran styrofoam.	Karena bahan yang digunakan adalah gabus dengan tebal 10 mm dan tinggi <i>mockup</i> adalah 60 mm, maka perlu cetakan untuk 6 lapisan styrofoam.
3.	Pengemalan 	Penerapan cetakan ke lembaran styrofoam untuk 5 alternatif <i>mockup</i> .	-

4.	<p>Pemotongan dasar</p> 	<p>Bentuk yang telah dicetak kemudian dipotong sesuai garis cetak, hasilnya adalah bentuk dasar yang belum ada pembagian modul.</p>	-
5.	<p>Pemotongan sesuai pola</p> 	<p>Setelah dipotong sesuai bentuk dasar, gabus dipotong sesuai dengan pola pada masing masing alternatif yang dibuat <i>mockup</i>.</p>	<p>Karena tiap alternatif memiliki pola potong yang berbeda-beda, sehingga pemotongan dilakukan khusus.</p>
6.	<p>Perangkaian potongan gabus</p> 	<p>Potongan-potongan gabus dirangkai sesuai dengan setiap pola pembagian modul menggunakan lem gabus.</p>	-
7.	<p>Perangkaian modul</p> 	<p>Modul-modul, yang sudah ditempel dengan lem, dirangkai menjadi bentuk dasar. Modul ditempelkan menggunakan <i>double tape</i>, sehingga dapat dilepas atau dibongkar.</p>	<p><i>Double tape</i> dapat merusak styrofoam, sehingga harus lebih berhati-hati saat akan menempelkan atau melepaskannya.</p>

8.	<p>Merapikan bentuk</p> 	<p>Setelah dirangkai sementara, bentuk yang masih berupa lapisan-lapisan dirapikan agar membentuk kurva dengan menggunakan amplas.</p>	-
9.	<p>Membuat alternatif yang lain</p> 	<p>Dengan mengulangi tahap 5-8, membuat <i>mockup</i> untuk pola pembagian modul yang lain.</p>	-

(sumber: penulis)

Berikut ini adalah detail penjelasan dari masing-masing pola pembagian modul yang dijadikan *mockup*.

Tabel 4.4 Analisa *mockup* awal

No.	Gambar	Modul	Dimensi	Titik Sambungan
1.		<p>Modul 1 (aux)</p> 	<p>120 x 40 x 34 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 1 ke modul 6 dan modul 1 ke <i>deck</i>), hingga 5 titik (modul 1 ke modul 2, modul 1 ke modul 3, modul 1 ke modul 4, modul 1 ke modul 6, dan modul 1 ke <i>deck</i>)</p>

		<p>Modul 2 (aux)</p> 	<p>120 x 40 x 34 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 2 ke modul 6 dan modul 2 ke <i>deck</i>), hingga 5 titik (modul 2 ke modul 1, modul 2 ke modul 3, modul 2 ke modul 5, modul 2 ke modul 6, dan modul 2 ke <i>deck</i>)</p>
		<p>Modul 3 (aux)</p> 	<p>120 x 40 x 34 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, 3 titik (pada modul 3 ke modul 6 dan modul 3 ke modul 7, dan modul 3 ke <i>deck</i>), hingga 7 titik (modul 3 ke modul 1, modul 3 ke modul 2, modul 3 ke modul 4, modul 3 ke modul 5, modul 3 ke modul 6, modul 3 ke modul 7 dan modul 1 ke <i>deck</i>)</p>
		<p>Modul 4 (aux)</p> 	<p>120 x 40 x 34 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 4 ke modul 7 dan modul 4 ke <i>deck</i>), hingga 5 titik (modul 4 ke modul 5, modul 4 ke modul 3, modul 4 ke modul 1, modul 4 ke modul 7, dan modul 4 ke <i>deck</i>)</p>

		<p>Modul 5 (basic)</p> 	<p>120 x 40 x 34 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 5 ke modul 7 dan modul 5 ke <i>deck</i>), hingga 5 titik (modul 5 ke modul 4, modul 5 ke modul 3, modul 5 ke modul 2, modul 5 ke modul 7, dan modul 5 ke <i>deck</i>)</p>
		<p>Modul 6 (aux)</p> 	<p>95 x 60 x 16,5 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, atau 4 titik (pada modul 6 ke modul 1, modul 6 ke modul 2, modul 6 ke modul 3, dan modul 6 ke modul 7)</p>
		<p>Modul 7 (aux)</p> 	<p>115 x 60 x 16,5 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, atau 4 titik (pada modul 7 ke modul 4, modul 7 ke modul 5, modul 7 ke modul 3, dan modul 7 ke modul 6)</p>
2.		<p>Modul 1 (aux)</p> 	<p>70 x 25 x 24,75 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 1 ke modul 10 dan modul 1 ke <i>deck</i>), hingga 4 titik (pada modul 1 ke modul 2, modul 1 ke modul 4, modul 1 ke modul 10 dan</p>

				modul 1 ke <i>deck</i> )
		<p>Modul 2 (aux)</p> 	80 x 30 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 2 ke modul 11 dan modul 2 ke <i>deck</i> ), hingga 5 titik (modul 2 ke modul 1, modul 2 ke modul 3, modul 2 ke modul 5, modul 2 ke modul 11, dan modul 2 ke <i>deck</i> )
		<p>Modul 3 (aux)</p> 	70 x 25 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 3 ke modul 12 dan modul 3 ke <i>deck</i> ), hingga 4 titik (pada modul 3 ke modul 2, modul 3 ke modul 6, modul 3 ke modul 12, dan modul 3 ke <i>deck</i> )
		<p>Modul 4 (aux)</p> 	80 x 25 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 4 ke modul 13, dan modul 4 ke <i>deck</i> ), hingga 5 titik (pada modul 4 ke modul 6, modul 4 ke modul 1, modul 4 ke modul 7, modul 4 ke modul 13, dan modul 4 ke <i>deck</i> )
		<p>Modul 5 (basic)</p>	80 x 30 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik

				(pada modul 5 ke modul 14, dan modul 5 ke <i>deck</i> ), hingga 6 titik (pada modul 5 ke modul 2, modul 5 ke modul 4, modul 5 ke modul 6, modul 5 ke modul 8, modul 5 ke modul 14, dan modul 5 ke <i>deck</i> )
		Modul 6 (aux) 	80 x 25 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 6 ke modul 15, dan modul 6 ke <i>deck</i> ), hingga 5 titik (pada modul 6 ke modul 5, modul 6 ke modul 3, modul 6 ke modul 9, modul 6 ke modul 15, dan modul 6 ke <i>deck</i> )
		Modul 7 (aux) 	75 x 25 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 7 ke modul 16, dan modul 7 ke <i>deck</i> ) hingga 4 titik (pada modul 7 ke modul 4, modul 7 ke modul 8, modul 7 ke modul 16 dan modul 7 ke <i>deck</i> )
		Modul 8 (aux)	80 x 30 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 8 ke modul 17, modul 8

				ke <i>deck</i> ), hingga 5 titik (pada modul 8 ke modul 7, modul 8 ke modul 9, modul 8 ke modul 5, modul 8 ke modul 17, dan modul 8 ke <i>deck</i> )
		Modul 9 (aux) 	75 x 25 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 9 ke modul 18, dan modul 9 ke <i>deck</i> ) hingga 4 titik (pada modul 9 ke modul 18, modul 9 ke modul 8, modul 9 ke modul 6 dan modul 9 ke <i>deck</i> )
		Modul 10 (aux) 	55 x 20 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 10 ke modul 11, dan modul 10 ke modul 1), hingga 3 titik (pada modul 10 ke modul 11, modul 10 ke modul 13, dan modul 10 ke modul 1)
		Modul 11 (aux) 	65 x 30 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, hingga 4 titik (pada modul 11 ke modul 10, modul 11 ke modul 12, modul 11 ke modul 14, dan modul 11 ke modul 2)

		<p>Modul 12 (aux)</p> 	<p>55 x 20 x 24,75 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 12 ke modul 11, dan modul 12 ke modul 3), hingga 3 titik (pada modul 12 ke modul 11, modul 12 ke modul 15, dan modul 12 ke modul 3)</p>
		<p>Modul 13 (aux)</p> 	<p>80 x 20 x 24,75 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 13 ke modul 14, dan modul 13 ke modul 4), hingga 4 titik (pada modul 13 ke modul 14, modul 13 ke modul 10, modul 13 ke modul 16, dan modul 13 ke modul 4)</p>
		<p>Modul 14 (basic)</p> 	<p>80 x 30 x 24,75 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, hingga 5 titik (pada modul 14 ke modul 13, modul 14 ke modul 15, modul 14 ke modul 11, modul 14 ke modul 17, dan modul 14 ke modul 5)</p>
		<p>Modul 15 (aux)</p>	<p>80 x 20 x 24,75 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 15 ke modul 14, dan modul 15 ke modul 6), hingga 4 titik</p>

				(pada modul 15 ke modul 14, modul 15 ke modul 12, modul 15 ke modul 18, dan modul 15 ke modul 6)
		Modul 16 (aux) 	72 x 20 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 16 ke modul 17, dan modul 16 ke modul 7), hingga 3 titik (pada modul 16 ke modul 17, modul 16 ke modul 13, dan modul 16 ke modul 7)
		Modul 17 	75 x 30 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, hingga 4 titik (pada modul 17 ke modul 16, modul 17 ke modul 18, modul 17 ke modul 14, dan modul 17 ke modul 8)
		Modul 18 	72 x 20 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 18 ke modul 17, dan modul 18 ke modul 9), hingga 3 titik (pada modul 18 ke modul 17, modul 18 ke modul 15, dan modul 18 ke modul 9)

3.		<b>Modul 1 (aux)</b> 	95 x 40 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 1 ke modul 6 dan modul 1 ke <i>deck</i> ), hingga 4 titik (modul 1 ke modul 2, modul 1 ke modul 3, modul 1 ke modul 6, dan modul 1 ke <i>deck</i> )
		<b>Modul 2 (aux)</b> 	95 x 40 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 2 ke modul 7 dan modul 2 ke <i>deck</i> ), hingga 4 titik (modul 2 ke modul 1, modul 2 ke modul 3, modul 2 ke modul 7, dan modul 2 ke <i>deck</i> )
		<b>Modul 3 (basic)</b> 	80 x 80 x 34 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 5 titik (pada modul 3 ke modul 6, modul 3 ke modul 7, modul 3 ke modul 8, modul 3 ke modul 9, dan modul 3 ke <i>deck</i> ), hingga 9 titik (modul 3 ke modul 1, modul 3 ke modul 2, modul 3 ke modul 4, modul 3 ke modul 5, modul 3 ke modul 6, modul 3 ke modul 7, modul 3 ke modul 8, modul 3 ke modul 9, dan modul 3 ke <i>deck</i> )

		<p>Modul 4 (aux)</p> 	<p>95 x 40 x 24,75 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 4 ke modul 8 dan modul 4 ke <i>deck</i>), hingga 4 titik (modul 4 ke modul 5, modul 4 ke modul 3, modul 4 ke modul 8, dan modul 4 ke <i>deck</i>)</p>
		<p>Modul 5 (aux)</p> 	<p>95 x 40 x 24,75 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 5 ke modul 9 dan modul 5 ke <i>deck</i>), hingga 4 titik (modul 5 ke modul 4, modul 5 ke modul 3, modul 5 ke modul 9, dan modul 5 ke <i>deck</i>)</p>
		<p>Modul 6 (aux)</p> 	<p>105 x 34 x 24,75 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 6 ke modul 3 dan modul 6 ke modul 1), hingga 3 titik (modul 6 ke modul 7, modul 6 ke modul 3, dan modul 6 ke modul 1)</p>
		<p>Modul 7 (aux)</p> 	<p>105 x 34 x 24,75 mm</p>	<p>Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 7 ke modul 3 dan modul 7 ke modul 2), hingga 3 titik (modul 7 ke modul 6, modul 7 ke modul 3, dan modul</p>

				7 ke modul 2)
		<b>Modul 8 (aux)</b> 	112 x 34 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 8 ke modul 3 dan modul 8 ke modul 9), hingga 3 titik (modul 8 ke modul 9, modul 8 ke modul 3, dan modul 8 ke modul 4)
		<b>Modul 9 (aux)</b> 	112 x 34 x 24,75 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 9 ke modul 3 dan modul 9 ke modul 8), hingga 3 titik (modul 9 ke modul 8, modul 9 ke modul 3, dan modul 9 ke modul 5)
4.		<b>Modul 1 (aux)</b> 	80 x 40 x 49,5 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 1 ke modul 2, dan modul 1 ke <i>deck</i> ), hingga 4 titik (modul 1 ke modul 2, modul 1 ke modul 4, modul 1 ke modul 5, dan modul 1 ke <i>deck</i> )
		<b>Modul 2 (basic)</b> 	80 x 40 x 49,5 mm	5 titik (pada modul 2 ke modul 1, modul 2 ke modul 3, modul 2 ke modul 4, modul 2 ke modul 5, dan modul 1 ke <i>deck</i> )

		<p>Modul 3 (aux)</p> 	80 x 40 x 49,5 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 3 ke modul 2, dan modul 3 ke <i>deck</i> ), hingga 4 titik (modul 3 ke modul 2, modul 3 ke modul 4, modul 3 ke modul 5, dan modul 3 ke <i>deck</i> )
		<p>Modul 4 (aux)</p> 	214 x 20 x 49,5 mm	1 titik (pada modul 4 ke modul 2), hingga 4 titik (modul 3 ke modul 1, modul 4 ke modul 2, modul 4 ke modul 3, dan modul 4 ke <i>deck</i> )
		<p>Modul 5 (aux)</p> 	214 x 20 x 49,5 mm	1 titik (pada modul 5 ke modul 2), hingga 4 titik (modul 5 ke modul 1, modul 5 ke modul 2, modul 5 ke modul 3, dan modul 5 ke <i>deck</i> )
5.		<p>Modul 1 (aux)</p> 	80 x 80 x 34 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 1 ke modul 5, dan modul 1 ke <i>deck</i> ), hingga 4 titik (modul 1 ke modul 2, modul 1 ke modul 3, modul 1 ke modul 5, dan modul 1 ke <i>deck</i> )
		<p>Modul 2 (aux)</p>	80 x 40 x 34 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik

				(pada modul 2 ke modul 5, dan modul 2 ke <i>deck</i> ), hingga 5 titik (modul 2 ke modul 3, modul 2 ke modul 1, modul 2 ke modul 4, modul 2 ke modul 5 dan modul 2 ke <i>deck</i> )
		Modul 3 (aux) 	80 x 40 x 34 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 3 ke modul 5, dan modul 3 ke <i>deck</i> ), hingga 5 titik (modul 3 ke modul 2, modul 3 ke modul 1, modul 3 ke modul 4, modul 3 ke modul 5 dan modul 3 ke <i>deck</i> )
		Modul 4 (aux) 	80 x 80 x 34 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 2 titik (pada modul 4 ke modul 5, dan modul 4 ke <i>deck</i> ), hingga 4 titik (modul 4 ke modul 2, modul 4 ke modul 3, modul 4 ke modul 5, dan modul 4 ke <i>deck</i> )
		Modul 5 (basic)	210 x 60 x 16,5 mm	Minimal tanpa titik sambungan, 4 titik (modul 5 ke modul 1, modul 5 ke modul 2, modul 5

				ke modul 3, dan modul 5 ke modul 4)
--	--	---	--	-------------------------------------

(sumber: penulis)

### Kesimpulan:

*Mockup* pertama menghasilkan analisa fleksibilitas ekspansi dan keleluasaan konfigurasi modul bagi setiap alternatif pola pembagian modul. Dari 5 alternatif yang ada dipilih 2 alternatif yang dapat mewakili konsep awal. Salah satu aspek pertimbangannya adalah bentuk modul *basic*-nya tidak rumit namun fleksibel untuk dikonfigurasi dengan modul-modul lain, dengan titik sambungan sekitar 5 titik hingga 7 titik dan bentuknya masih cukup bebas untuk dikembangkan. Aspek pertimbangan lainnya adalah kemampuan pola untuk dapat diekspansi, memanjang, melebar atau meninggi, tanpa perlu merubah modul *basic* secara signifikan.

Setelah mengerucutkan pemilihan alternatif pembagian modul, *mockup* dibuat lagi dengan bahan, metode pembuatan, dan ukuran yang berbeda. Selain itu *mockup* juga dibuat memiliki sistem sambungan sederhana agar mudah untuk dibongkar-pasang. Berikut ini adalah rincian proses pembuatan *mockup* dengan bahan kayu balsa dan metode *laser cutting*.

Tabel 4.5 Proses pembuatan *mockup* kedua

No.	Proses Pembuatan	Keterangan	Kendala
1.	Penentuan dimensi ( <i>blueprints</i> ) dan pembuatan pola potong	Sebelum membuat <i>mockup</i> , ukuran total dan bentuk dasar terlebih dulu ditentukan dan dibuat dalam bentuk gambar tampak atas, samping, depan, dan pola potongnya.	Dimensi dan proporsi modul berbeda dari <i>mockup</i> sebelumnya. Bahan dengan tebal 5 mm, perbedaan ukuran antar lapisan menjadi sangat tipis.

2.	<p>Pemotongan bahan</p> 	<p>Lembaran kayu balsa dipotong sesuai dengan pola yang sudah dibuat sebelumnya dengan metode <i>laser cutting</i></p>	-
3.	<p>Pengelompokan hasil potong</p> 	<p>Hasil potong dikelompokkan sesuai alternatif <i>mockup</i> yang akan dibuat.</p>	<p>Karena perbedaan ukuran antar lapisan sangat tipis, urutannya menjadi rawan untuk tertukar.</p>
4.	<p>Perangkaian modul</p> 	<p>Potongan-potongan kayu yang telah dikelompokkan, lalu dirangkai menjadi modul menggunakan lem.</p>	<p>Beberapa titik lem ada yang mengering, perlu dirapikan dengan silet dan amplas.</p>

			
<p>5.</p>	<p>Merapikan bentuk</p> 	<p>Setelah modul terangkai, modul-modul disusun sesuai dengan pasangannya. Setelah tersusun, bentuk modul dirapikan dengan amplas untuk menghasilkan kurva.</p>	<p>-</p>

(sumber: penulis)

Berikut ini adalah perbandingan antara alternatif 1 dan 2 terhadap konsep awal untuk menemukan alternatif yang paling cocok untuk dikembangkan.

Tabel 4.6 Analisa *mockup* kedua

No.	Konsep Desain	Alternatif 1	Alternatif 2
1.	<p><b>Simple</b></p> <p>Berdasarkan jumlah komponen, kemudahan produksi, dan kemudahan penyusunan.</p>	<p>4</p> <p>Jumlah modul sedikit, 1 modul <i>basic</i> dan 6 modul <i>auxiliary</i> yang berbeda. Proses produksi cukup mudah walaupun banyak garis bersudut dan ukuran modul cukup besar. Rangkai modul sangat mudah, sambungannya hanya disisi atas dan/atau bawah.</p>	<p>3</p> <p>Jumlah modul cukup banyak, 2 modul <i>basic</i> yang identik dan 16 modul <i>auxiliary</i> yang berbeda. Proses produksi mudah karena ukuran modul tidak terlalu besar dan tidak banyak garis bersudut di tiap modulnya, rangkai modul cukup mudah karena orientasinya jelas, walaupun sambungan ada di semua sisi modul yang bersentuhan dengan modul lainnya.</p>
2.	<p><b>Constructive</b></p>	<p>2</p>	<p>3</p>

	Berdasarkan kemampuan modul untuk dikonfigurasi dengan modul lainnya	Modul terlalu eksklusif, sehingga tidak bisa di konfigurasi dengan modul lain yang bukan pasangannya. Ukuran kapal dapat diekspansi dengan menambahkan modul baru.	Modul cukup fleksibel, sehingga beberapa modul dapat dipasangkan. Ukuran kapal dapat diekspansi dengan menambahkan modul baru dan/atau modul tertentu yang sudah ada.
3.	<b>Educative</b>	3	3
	Berdasarkan kemampuan modul untuk menjadi alat peraga edukasi.	Modul yang dirangkai dapat menjadi media pengenalan kapal secara sederhana. Namun karena bentuknya yang simple, sehingga kurang bisa untuk merepresentasikan secara detail.	Modul yang dirangkai dapat menjadi media pengenalan kapal secara sederhana. Namun karena bentuknya yang simple, sehingga kurang bisa untuk merepresentasikan secara detail.
4.	<b>Collectible</b>	3	4
	Berdasarkan kemampuan modul untuk dikembangkan menjadi berbagai varian.	Untuk dikembangkan ke berbagai varian kapal, alternatif ini membutuhkan modul baru untuk ekspansi ukurannya. Tambahan modul tergantung dengan orientasi ekspansinya, melebar, memanjang, atau meninggi. Bisa juga dengan mengganti modul, namun karena ukuran modulnya besar sehingga pergantian juga besar.	Untuk dikembangkan ke berbagai varian kapal, alternatif ini butuh modul baru dan/atau menambah modul tertentu yang sudah ada, tergantung dengan orientasi untuk ekspansi ukurannya. Untuk ganti modul, karena ukuran modulnya lebih kecil, sehingga bisa lebih spesifik dalam mengganti modul.

(sumber: penulis)

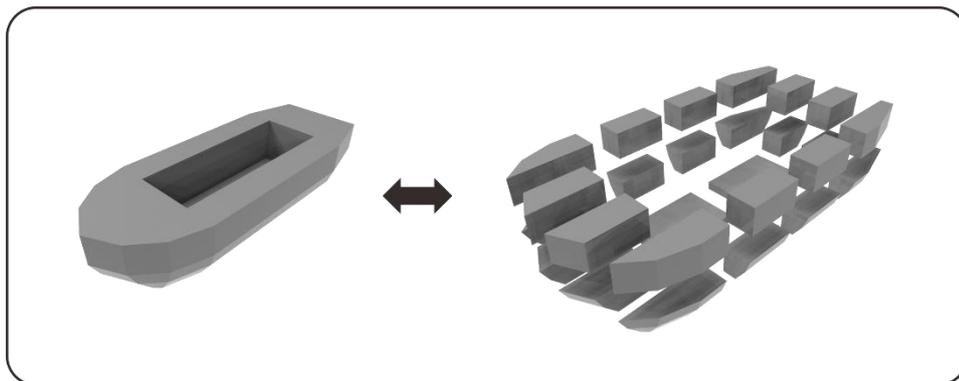
Dari alternatif tersebut, alternatif 2 dipilih untuk dikembangkan lebih lanjut. Hal yang perlu diperhatikan berdasarkan analisa *mockup* di atas, diantaranya adalah:

1. Dimensi tiap modul terlalu besar, sehingga ketika ada repetisi modul pertambahan ukuran secara keseluruhan akan meningkat drastis.
2. Perbandingan antar modul kurang proporsional.
3. Terlalu banyak kurva, membuat modul kurang fleksibel untuk diaplikasikan dalam ekspansi, sehingga akan dibutuhkan terlalu banyak jenis modul.

### 4.3 Studi Model

#### 4.3.1 3D Model

Alternatif pembagian modul yang terpilih menjadi dasar dari tahap berikutnya, pengembangan modul. Pengembangan ini dilakukan dengan membuat model 3 dimensi secara virtual. Dalam pembuatannya, model ini menggunakan sistem sambungan tanpa struktur (*butt joint*) dan menerapkan pengembangan modul berkala sesuai dengan kebutuhannya pada konfigurasi yang menginterpretasikan kapal tertentu.



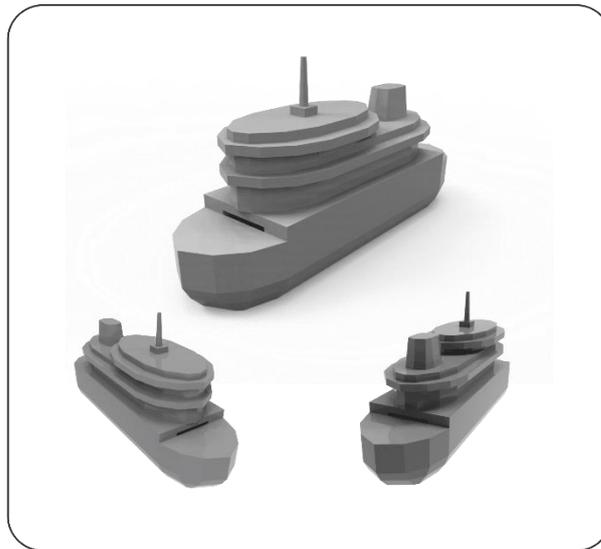
Gambar 4.7 3D model desain mainan kapal modular

(sumber: penulis)

Dari model dasar tersebut, modul-modulnya akan dikembangkan dengan disusun menjadi bentuk yang menginterpretasikan kapal tertentu, sehingga akan ada modul-modul baru yang muncul seiring dengan kebutuhan bentuk dari kapal-kapal tersebut. Berikut ini adalah beberapa konfigurasi yang dilakukan sebagai pengembangan desain:

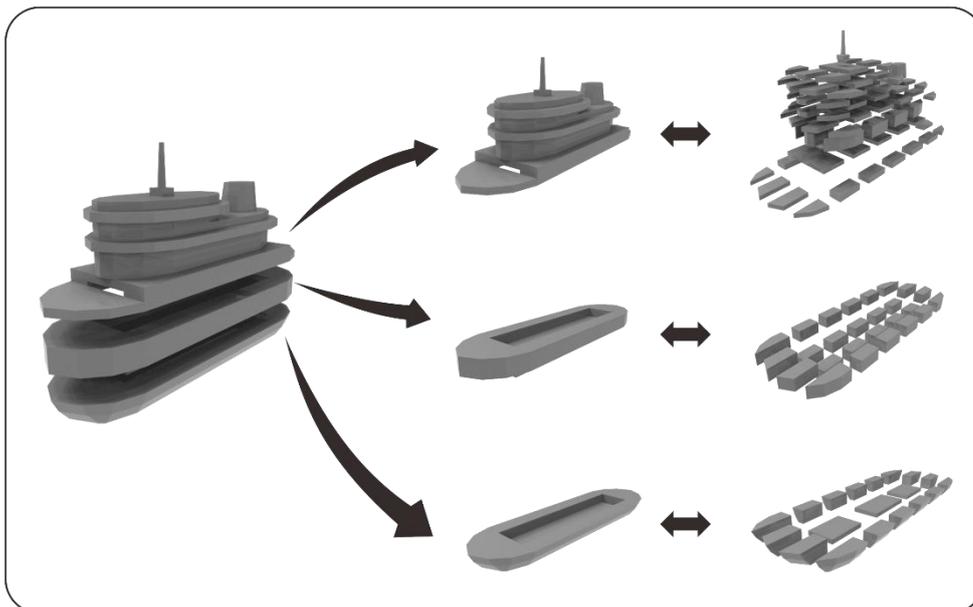
#### a. Konfigurasi untuk Kapal Penumpang

Dari modul-modul tersebut, disusun menjadi bentuk yang dapat menginterpretasikan kapal penumpang. Jenis kapal penumpang yang dijadikan acuan adalah kapal penumpang jenis ferry, pertimbangannya adalah jenis ini paling mudah untuk dijumpai di Indonesia.



Gambar 4.8 3D model konfigurasi utuh kapal *Ferry*

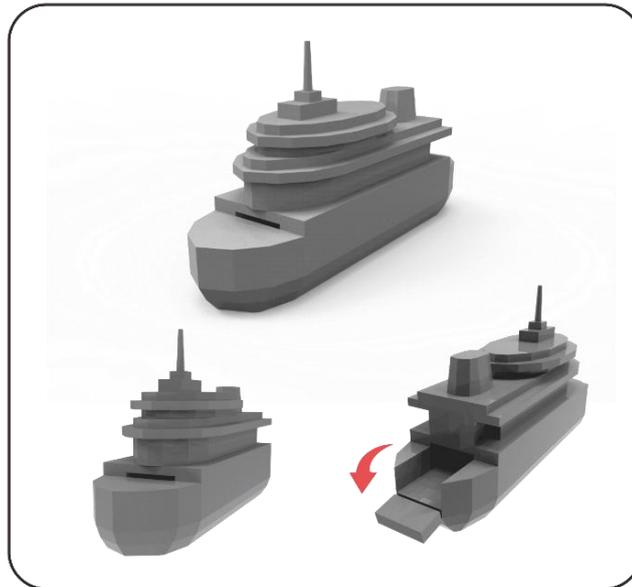
(sumber: penulis)



Gambar 4.9 3D model konfigurasi pecah kapal *ferry*

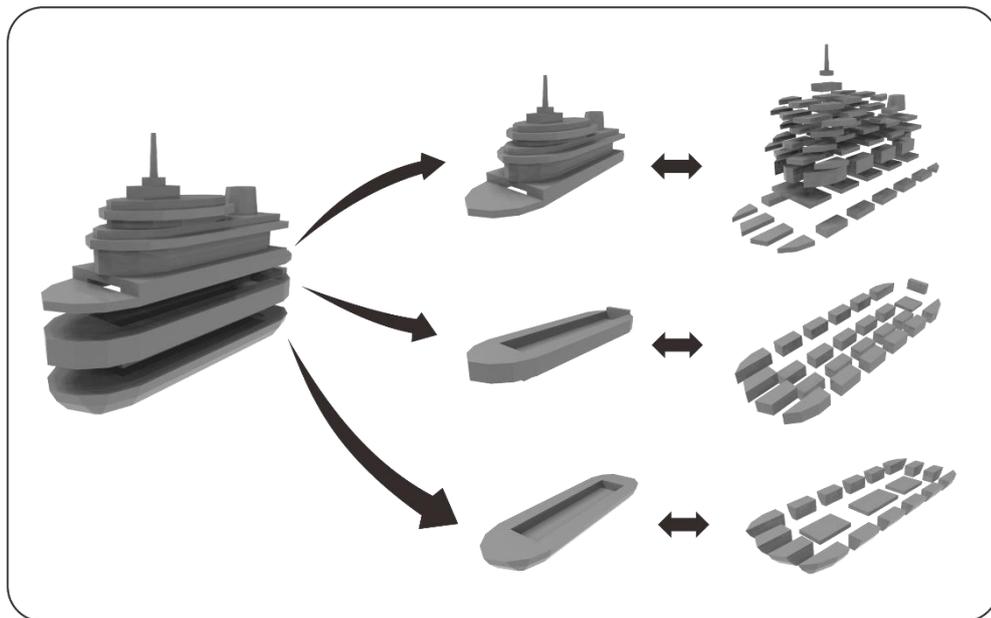
(sumber: penulis)

Selain itu, modul juga dapat disusun menjadi bentuk yang menginterpretasikan kapal penumpang yang sekaligus dapat mengangkut kendaraan, atau biasa disebut dengan kapal ro-ro.



Gambar 4.10 3D model konfigurasi utuh kapal ro-ro

(sumber: penulis)

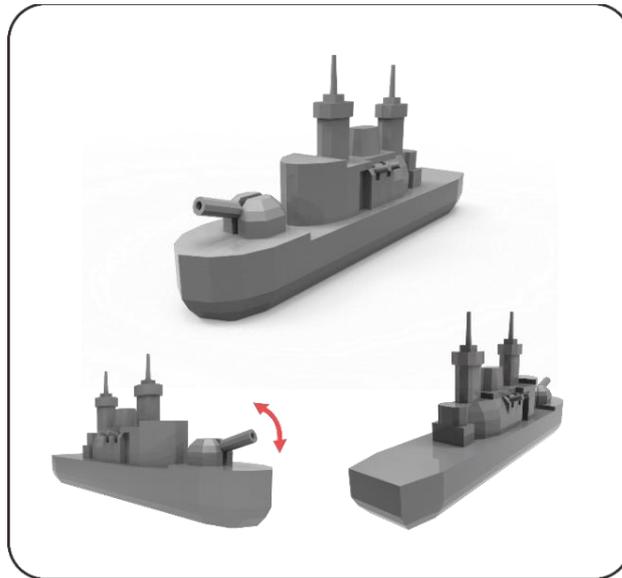


Gambar 4.11 3D model konfigurasi pecah kapal ro-ro

(sumber: penulis)

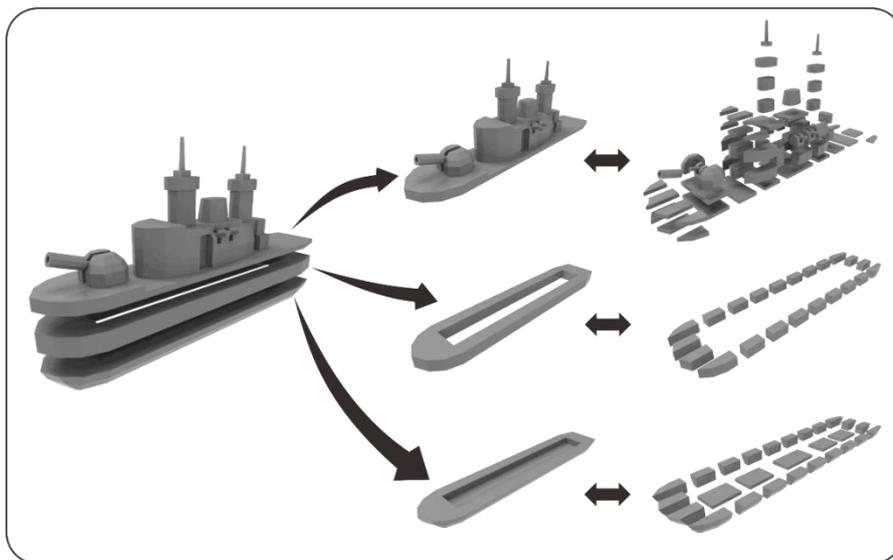
### b. Konfigurasi untuk Kapal Perang

Selain disusun menjadi bentuk yang menginterpretasikan kapal penumpang, modul yang sama juga disusun menjadi bentuk yang menginterpretasikan kapal perang untuk mengembangkan modul baru jika diperlukan dan menambah varian konfigurasi. Kapal yang jadi acuan adalah kapal perang jenis *frigate*.



Gambar 4.12 3D model konfigurasi utuh kapal perang

(sumber: penulis)

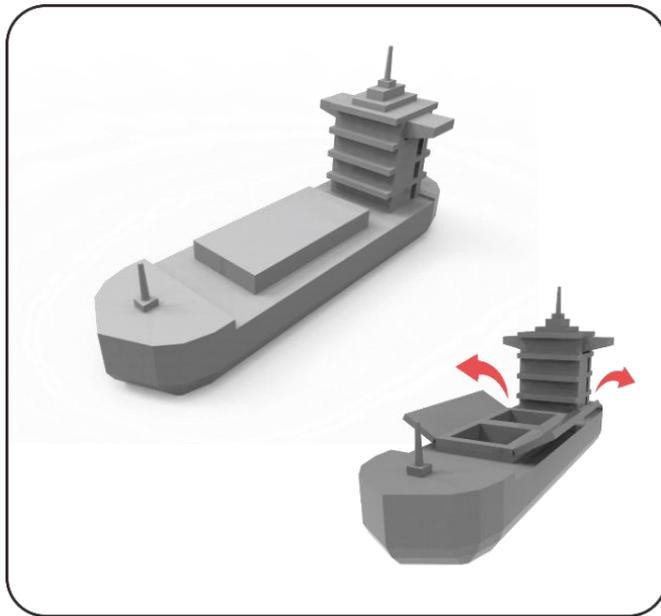


Gambar 4.13 3D model konfigurasi pecah kapal perang

(sumber: penulis)

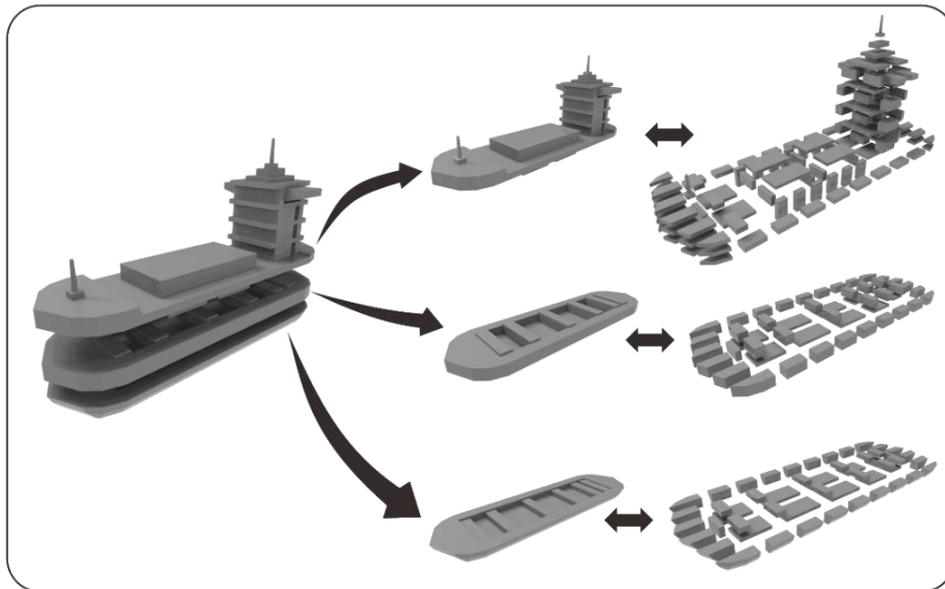
**c. Konfigurasi untuk Kapal Kargo *Bulker***

Bentuk selanjutnya yang akan dicapai menggunakan modul-modul yang sama adalah bentuk yang menginterpretasikan kapal kargo jenis *bulker*.



Gambar 4.14 3D model konfigurasi kapal bulker

(sumber: penulis)

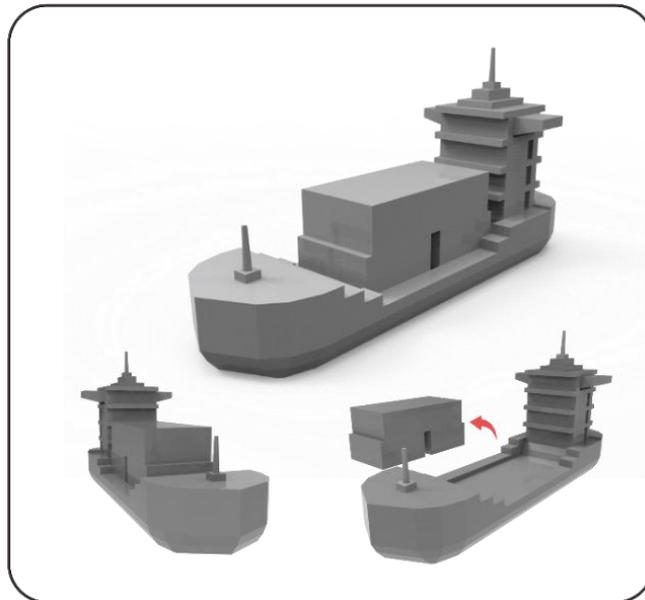


Gambar 4.15 3D model konfigurasi pecah kapal bulker

(sumber: penulis)

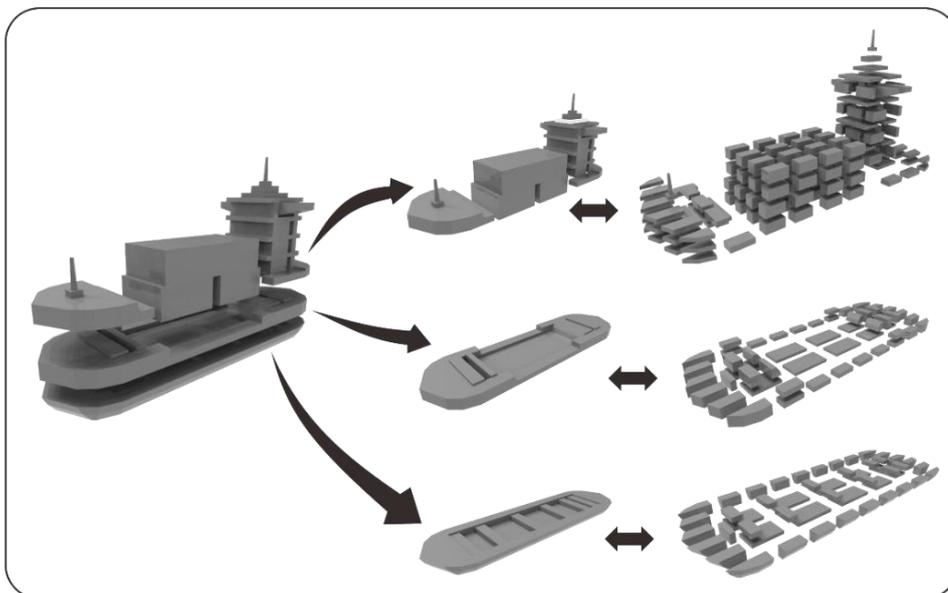
**d. Konfigurasi untuk Kapal Kargo *Container***

Selain kapal kargo jenis *bulker*, modul-modul yang sama akan disusun menjadi bentuk kapal kargo jenis *container* yang bentuknya tidak berbeda jauh.



Gambar 4.16 3D model konfigurasi pecah kapal kontainer

(sumber: penulis)

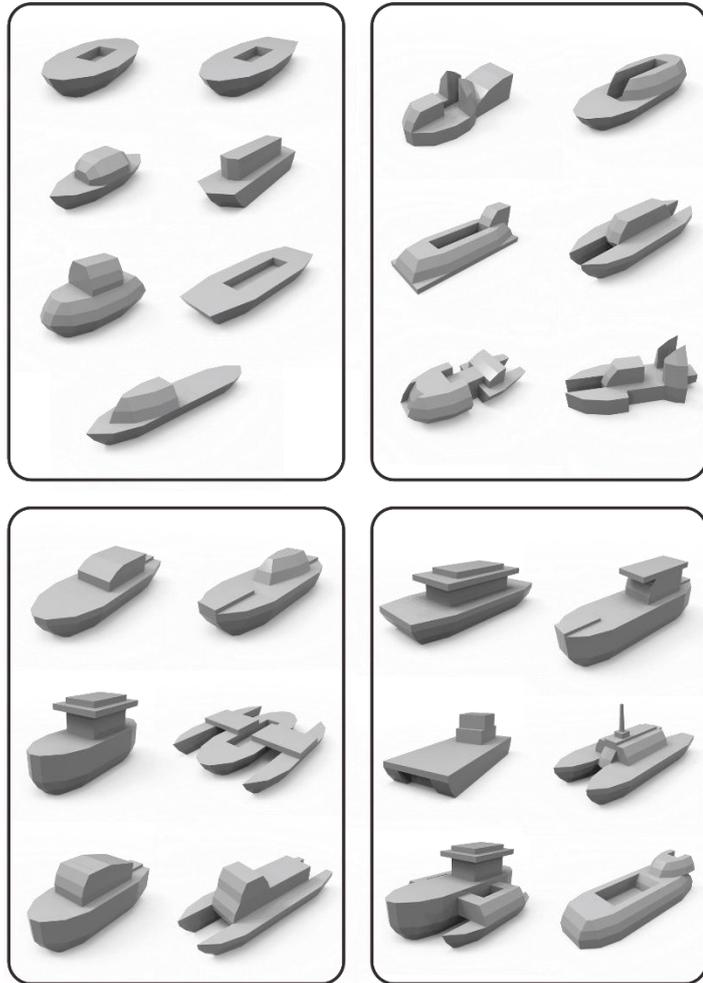


Gambar 4.17 3D model konfigurasi pecah kapal kontainer

(sumber: penulis)

#### e. Eksplorasi Konfigurasi Lain

Selanjutnya akan dilakukan simulasi konfigurasi dengan modul-modul tersebut untuk menyusun bentuk kapal yang tidak terlalu mengacu pada bentuk kapal tertentu. Sehingga modul dapat dikembangkan menjadi lebih fleksibel untuk dikonfigurasi dengan modul lainnya.



Gambar 4.18 3D model konfigurasi bebas dari modul

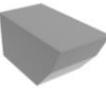
(sumber: penulis)

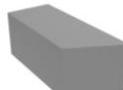
**Kesimpulan:**

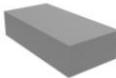
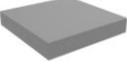
Dari penyusunan modul menjadi bentuk yang merepresentasikan kapal-kapal tersebut, didapatkan bentuk modul-modul baru yang dibutuhkan dalam penyusunan bentuk kapal. Berikut ini adalah rincian modul yang digunakan dalam menyusun bentuk yang merepresentasikan kapal-kapal tersebut.

Tabel 4.7 Rincian kebutuhan modul tiap konfigurasi

No.	Gambar Modul	Dimensi Total	Jumlah Modul					
								

1		90 x 30 x 30 mm	0	0	1	0	0
2		90 x 30 x 30 mm	0	0	1	0	0
3		60 x 30 x 30 mm	0	2	2	0	0
4		90 x 30 x 30 mm	0	0	2	4	4
5		60 x 30 x 10 mm	0	0	2	0	0
6		90 x 30 x 30 mm	2	2	1	2	2
7		90 x 30 x 30 mm	2	2	2	2	2
8		75 x 30 x 30 mm	2	1	2	4	4
9		75 x 30 x 30 mm	2	1	1	4	4

10		90 x 30 x 30 mm	8	6	8	4	4
11		75 x 30 x 30 mm	4	2	2	8	8
12		60 x 30 x 10 mm	22	18	8	8	8
13		75 x 30 x 10 mm	12	8	4	20	20
14		65 x 30 x 30 mm	0	0	0	0	0
15		65 x 30 x 30 mm	2	1	2	0	0
16		65 x 30 x 10 mm	6	4	2	0	0
17		60 x 30 x 30 mm	8	8	14	14	18
18		60 x 30 x 30 mm	22	25	23	35	81

19		60 x 30 x 15 mm	10	12	0	66	49
20		60 x 60 x 10 mm	0	1	1	0	0
21		90 x 30 x 10 mm	7	8	6	15	9
22		120 x 30 x 10 mm	10	11	10	18	18
23		60 x 40 x 40 mm	1	1	1	0	0
24		50 x 30 x 30 mm	0	0	4	0	0
25		60 x 40 x 20 mm	0	0	2	0	0
26		20 x 20 x 60 mm	1	1	2	2	2
27		60 x 30 x 40 mm	0	0	2	0	0

28		30 x 30 x 55 mm	0	0	5	0	0
29		10 x 10 x 50 mm	0	0	1	0	0

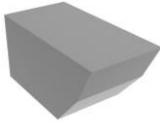
(sumber: penulis)

### 4.3.2 Purwarupa Awal

Percobaan purwarupa awal dilakukan untuk mendapatkan kesan bentuk dan ukuran modul secara nyata. Pembuatan purwarupa awal ini dilakukan dengan metode FDM atau *3D printing*. Dalam tahap ini, tidak semua modul dibuat prototypenya menggunakan metode *3D printing*.

Tabel 4.8 Rincian *prototype* modul dengan metode *FDM*

No.	3D Model	Prototyping (3D Print)	Dimensi	Jumlah	Massa
1			90 x 30 x 30 mm	1	20 gram
2			90 x 30 x 30 mm	1	20 gram
3			75 x 30 x 30 mm	1	22 gram

4			75 x 30 x 30 mm	1	22 gram
5			90 x 30 x 30 mm	1	22 gram
6			90 x 30 x 30 mm	1	21 gram
7			75 x 30 x 30 mm	2	40 gram
8			60 x 40 x 40 mm	1	24 gram
9			60 x 30 x 40 mm	2	42 gram

					
10			30 x 30 x 55 mm	5	86 gram
11			10 x 10 x 50 mm	1	10 gram
12			20 x 20 x 60 mm	2	11 gram

(sumber: penulis)

Modul-modul lain dibuat menggunakan bahan kayu balsa dan metode *laser cutting* untuk mendapatkan bentuk yang sesuai dengan yang diharapkan



Gambar 4.19 Prototype modul dengan metode *laser cutting*

(sumber: penulis)

Setelah semua modul jadi, modul diberi warna yang sama agar tidak terlalu mencolok perbedaannya dan menjadi bias ketika mengevaluasi komposisi dan proporsinya. Modul-modul disusun menjadi bentuk kapal utuh.



Gambar 4.20 Purwarupa awal yang sudah disusun ke bentuk kapal utuh

(sumber: penulis)

### **Kesimpulan:**

Dari hasil prototyping, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Harga yang dibutuhkan dalam proses prototyping, yang nantinya akan dipertimbangkan sebagai proses produksi, terlalu tinggi. Sehingga perlu metode pembuatan lain untuk hasil akhirnya.
2. Hasil akhir modul yang dibuat dengan metode 3D printing kurang menarik. Karena jika dibandingkan dengan produk industri masal berbahan dasar plastik, yang harga produksinya jauh lebih murah, tidak akan terlihat perbedaan yang signifikan. Sehingga perlu inovasi lain untuk membuat hasil akhirnya berbeda dengan produk industri masal berbahan dasar plastik.
3. Beberapa modul (modul 1, modul 2, modul 5, dan modul 6) tidak dapat berdiri secara seimbang. Sehingga diperlukan perubahan ukuran alasnya.
4. Ukuran cukup sesuai dengan yang diharapkan.

### **4.3.3 Analisa Alternatif Sistem Sambungan**

Karena pada prototype belum ada sistem sambungannya, maka pada tahap berikutnya dilakukan pembuatan alternatif untuk sistem sambungan antar modul. Bahan yang digunakan sebagai model adalah kayu balsa dengan tebal 5mm dan diolah dengan metode *laser cutting* untuk mendapatkan bentuk sistem sambungan yang detil dan ukuran yang presisi. Berikut ini adalah analisis terhadap alternatif-alternatif sistem sambungan.

Tabel 4.9 Analisa alternatif sistem sambungan

No.	Parameter	Alternatif 1 	Alternatif 2 	Alternatif 3 	Alternatif 4 
1	Jumlah Titik Sambungan	2 titik, 1 tenon dan 1 mortis	4 titik	6 titik	6 titik
2	Bentuk Sistem Sambungan	1 sisi (atas) tenon dengan bentuk 4 persegi panjang, 1 sisi (bawah) mortis.	4 sisi dengan kuncian negatif yang dapat ditambahkan balok untuk menjadi kuncian positif	6 sisi dengan lubang yang tembus terhadap sisi yang berlawanan. Kuncian menggunakan teknik ikat dengan tali yang dimasukkan ke lubang tersebut.	6 sisi dengan lubang sebagai kuncian negatif, dapat ditambahkan dowel untuk menjadi kuncian positif
3	Proses Produksi	CNC, pahat	CNC, Table saw (membuat celah) 4 kali	Bor tembus 6 kali	Bor tidak tembus 6 kali

4	Kemudahan Penyusunan	Mudah	Sangat Mudah	Susah	Sangat Mudah
---	----------------------	-------	--------------	-------	--------------

(sumber: penulis)

**Kesimpulan:**

Dari tabel tersebut didapatkan, bahwa alternatif 4 merupakan sistem sambungan yang cukup efisien untuk diterapkan. Alternatif 2 dan alternatif 3 juga bisa dipertimbangkan, namun butuh pengembangan lebih banyak untuk menjadi lebih efisien.

## BAB 5

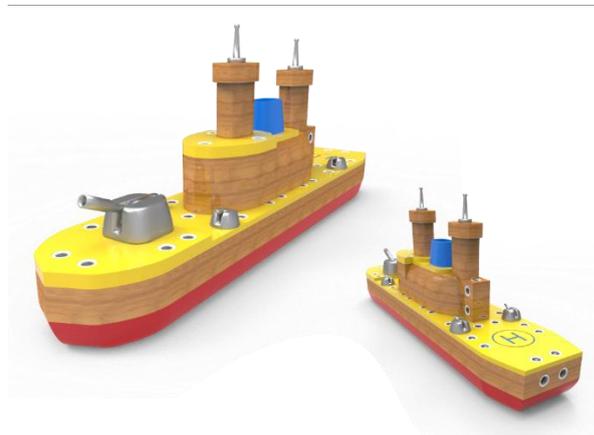
### IMPLEMENTASI DESAIN

#### 5.1 Implementasi Konsep Desain

Dalam *brief design*, yang telah tercantum konsep *simple*, *constructive*, dan *educative*, menjadi elemen penting dalam implementasi hasil desain. Data-data hasil eksperimen juga menjadi pertimbangan dalam pengolahan bentuknya, sehingga dalam proyek desain ini dapat dihasilkan modul-modul, komposisinya dalam 5 jenis kapal spesifik, serta komposisi dasar yang dapat membentuk kapal-kapal secara sederhana. Desain yang dihasilkan dalam proyek ini adalah komposisi modul untuk kapal perang, komposisi modul untuk kapal kontainer, komposisi modul untuk kapal kargo kering, komposisi modul untuk kapal *ro-ro*, komposisi modul untuk kapal *ferry*, serta komposisi dasar modul yang dapat disusun merepresentasikan bentuk kapal-kapal kecil secara sederhana.

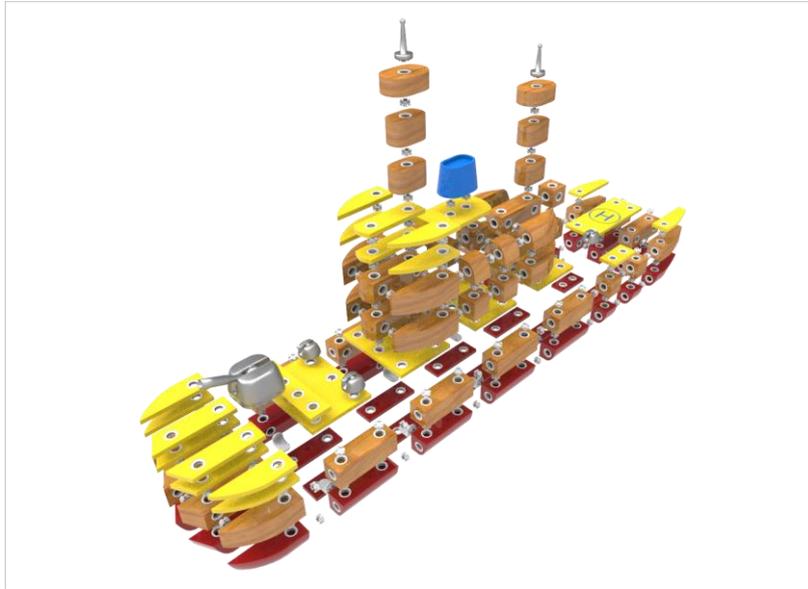
##### 5.1.1 Komposisi Modul untuk Varian Kapal Perang

Pada setiap varian desain yang menjadi *output* dari proyek ini, jumlah dan komposisi modulnya pun berbeda-beda. Kapal Perang menjadi varian awal yang digunakan untuk menentukan jumlah dan jenis modul apa saja yang akan digunakan, dan yang selanjutnya dapat digunakan kembali pada varian-varian lainnya dengan susunan komposisi yang berbeda.



Gambar 5.1 Varian desain modul untuk kapal perang utuh

(sumber: penulis)



Gambar 5.2 Varian desain modul untuk kapal perang urai

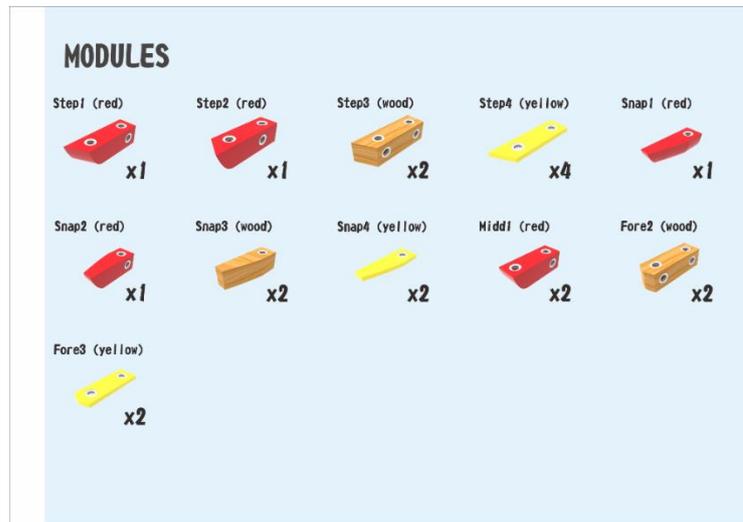
(sumber: penulis)

Modul-modul yang digunakan adalah modul dasar yang dapat digunakan di varian lain, serta beberapa modul khusus yang hanya digunakan untuk varian kapal perang. Rincian modul-modul yang digunakan adalah sebagai berikut.



Gambar 5.3 Rincian modul untuk kapal perang 1

(sumber: penulis)



Gambar 5.4 Rincian modul untuk kapal perang 2

(sumber: penulis)



Gambar 5.5 Rincian modul untuk kapal perang 3

(sumber: penulis)

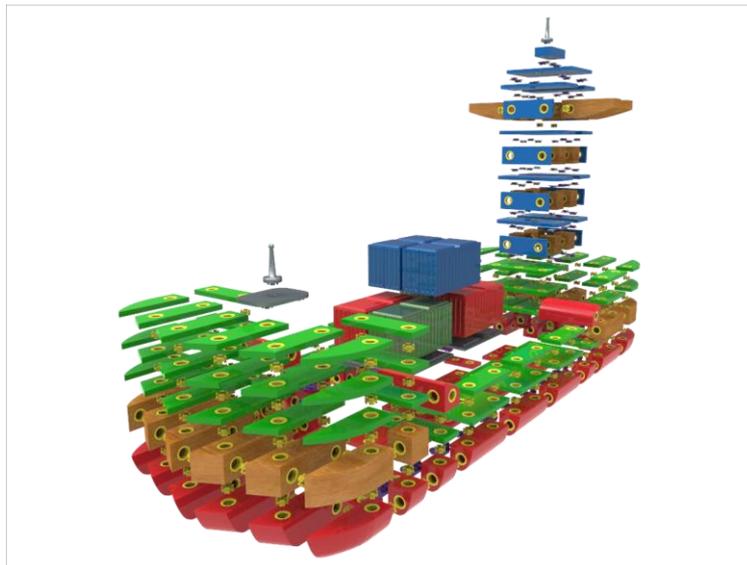
### 5.1.2 Komposisi Modul untuk Varian Kapal Kontainer

Varian selanjutnya adalah kapal kontainer. Walaupun varian ini banyak menggunakan modul-modul yang sama dengan kapal perang, namun komposisi dan jumlahnya berbeda. Secara dimensi, kapal ini lebih panjang dan lebih lebar daripada kapal perang sehingga membutuhkan beberapa modul tambahan untuk mengembangkan ukurannya.



Gambar 5.6 Varian desain modul untuk kapal *container* utuh

(sumber: penulis)



Gambar 5.7 Varian desain modul untuk kapal *container* urai

(sumber: penulis)

Modul-modul yang digunakan hampir sama dengan yang digunakan di varian kapal perang, hanya saja jumlahnya berbeda dan ada beberapa modul dasar yang tidak digunakan di kapal perang, serta beberapa modul khusus yang hanya digunakan di varian kapal kontainer. Rincian modul-modul yang digunakan adalah sebagai berikut.



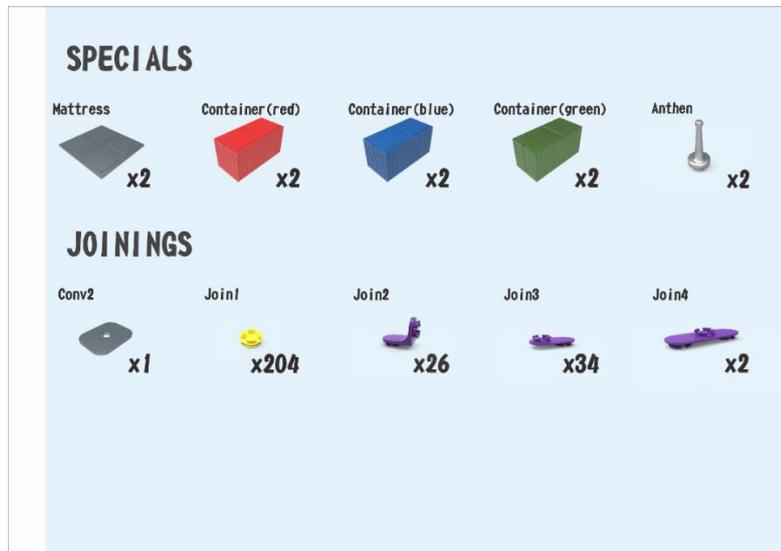
Gambar 5.8 Rincian modul untuk kapal *container 1*

(sumber: penulis)



Gambar 5.9 Rincian modul untuk kapal *container 2*

(sumber: penulis)

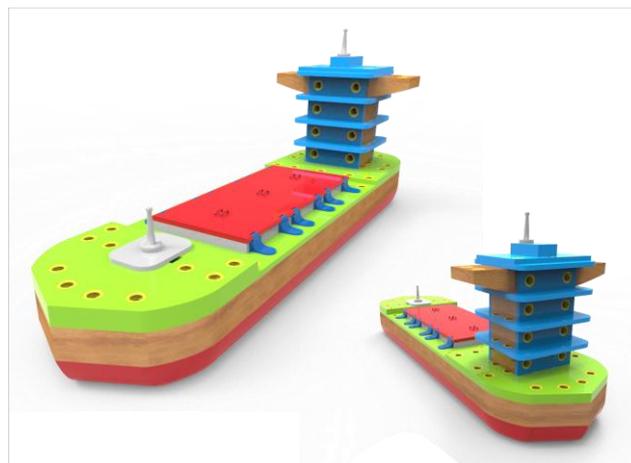


Gambar 5.10 Rincian modul untuk kapal *container* 3

(sumber: penulis)

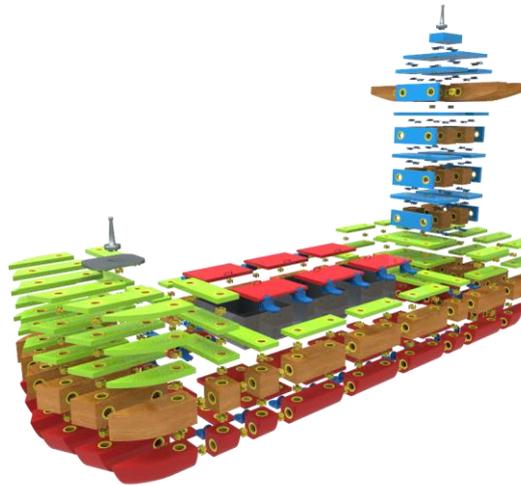
### 5.1.3 Komposisi Modul untuk Varian Kapal *Bulker*

Varian selanjutnya adalah kapal kargo kering atau *bulker*. Varian ini menggunakan modul-modul dengan komposisi yang hampir sama dengan kapal kontainer, namun berbeda di bagian tengah kapal di bagian yang merepresentasikan cara mengangkat kargo. Dimensinya identik dengan kapal kontainer, sehingga jumlah modul dan komposisinya di beberapa bagian kapal juga sama.



Gambar 5.11 Varian desain modul untuk kapal *bulker* utuh

(sumber: penulis)



Gambar 5.12 Varian desain modul untuk kapal *bulker* urai

(sumber: penulis)

Modul-modul yang digunakan juga hampir sama persis dengan yang digunakan di varian kapal kontainer, hanya bagian tengah kapal yang menggunakan modul-modul yang berbeda, serta modul-modul khusus yang hanya digunakan oleh varian kapal kargo kering, seperti bak kargo dan pintu kargo. Rincian modul-modul yang digunakan adalah sebagai berikut.



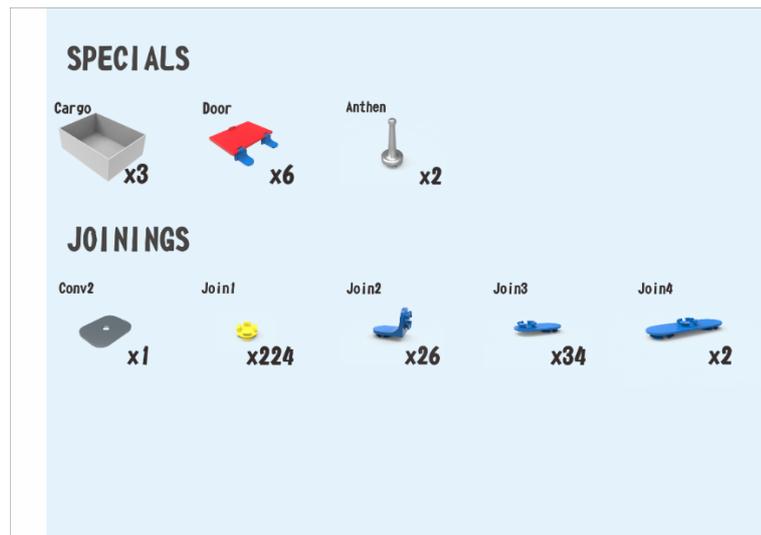
Gambar 5.13 Rincian modul untuk kapal *bulker* 1

(sumber: penulis)



Gambar 5.14 Rincian modul untuk kapal *bulker 2*

(sumber: penulis)



Gambar 5.15 Rincian modul untuk kapal *bulker 3*

(sumber: penulis)

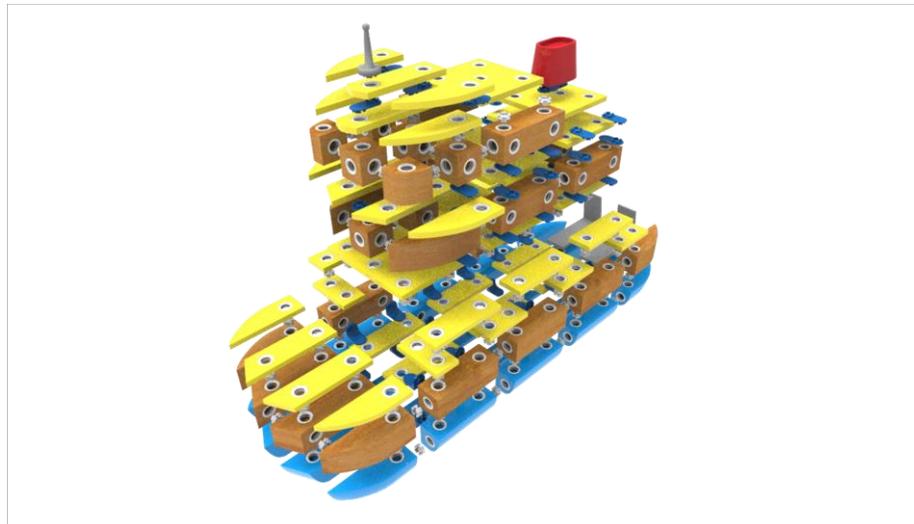
### 5.1.4 Komposisi Modul untuk Varian Kapal *Ro-Ro*

Varian yang selanjutnya adalah kapal penumpang jenis *roll in roll out* yang dapat mengangkut kendaraan, atau biasa disebut dengan *Ro-Ro*. Secara dimensi, varian kapal ini ukurannya lebih kecil dari kapal kontainer, kapal *bulker*, dan kapal perang, sehingga komposisi modul-modul yang digunakan juga berbeda dengan varian kapal lainnya.



Gambar 5.16 Varian desain modul untuk kapal *ro-ro* utuh

(sumber: penulis)



Gambar 5.17 Varian desain modul untuk kapal *ro-ro* urai

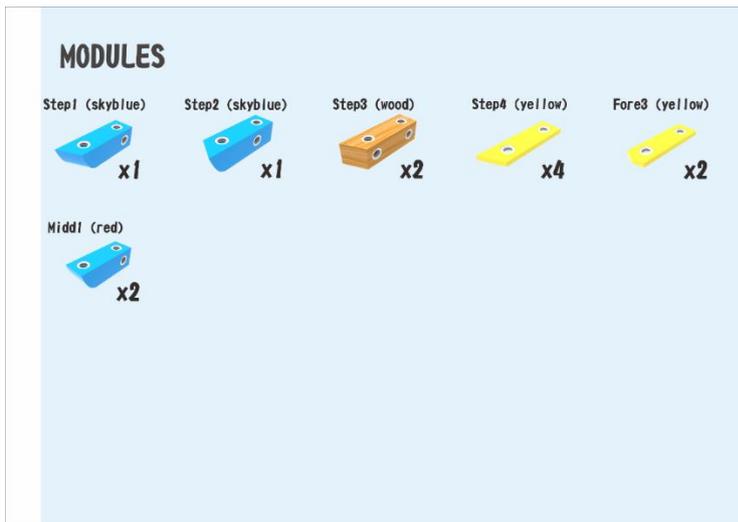
(sumber: penulis)

Modul-modul dasar yang digunakan juga merupakan jenis modul yang sama yang membentuk varian lain, namun dengan jumlah dan susunan yang berbeda, serta ditambah dengan modul-modul khusus yang digunakan untuk varian ini. Rincian modul-modul yang digunakan adalah sebagai berikut.



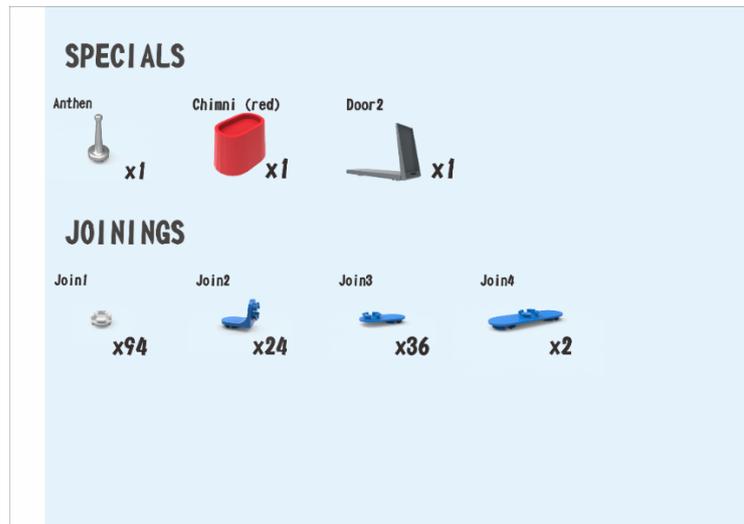
Gambar 5.18 Rincian modul untuk kapal *ro-ro* 1

(sumber: penulis)



Gambar 5.19 Rincian modul untuk kapal *ro-ro* 2

(sumber: penulis)



Gambar 5.20 Rincian modul untuk kapal *ro-ro* 3

(sumber: penulis)

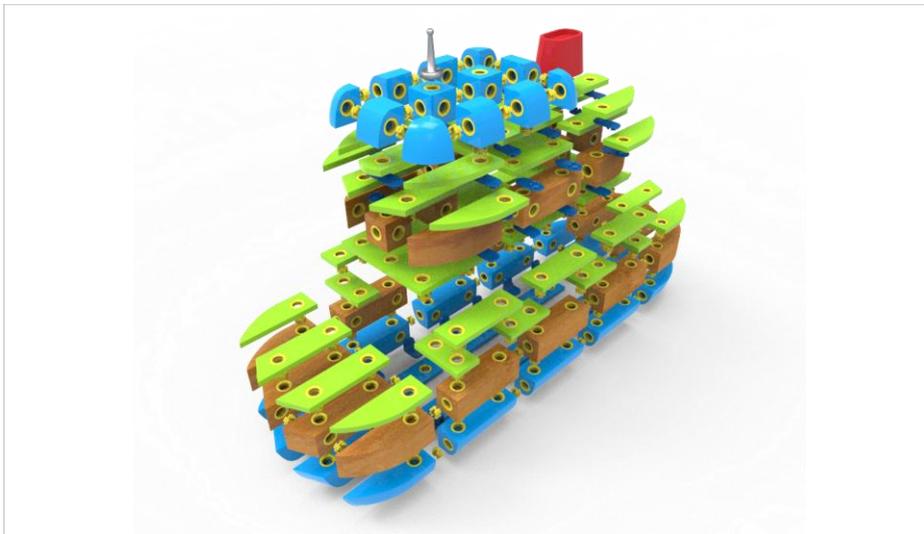
### 5.1.5 Komposisi Modul untuk Varian Kapal *Ferry*

Jenis kapal penumpang lain yang dijadikan varian desain adalah jenis *ferry*. Secara ukuran dan bentuk dasar tidak terlalu berbeda dengan varian kapal *ro-ro*, sehingga komposisi modulnya juga hampir sama kecuali dibagian *deck* keatas. Varian ini ditargetkan menjadi varian kapal khusus dengan komposisi modul-modul paling sederhana.



Gambar 5.21 Varian desain modul untuk kapal *ferry* utuh

(sumber: penulis)



Gambar 5.22 Varian desain modul untuk kapal *ferry* urai

(sumber: penulis)

Modul-modul dasar yang digunakan dalam kapal *ferry* juga merupakan jenis modul yang sama yang membentuk varian lain, namun dengan jumlah dan susunan yang berbeda, serta ditambah dengan modul-modul khusus yang digunakan untuk varian ini. Rincian modul-modul yang digunakan adalah sebagai berikut.



Gambar 5.23 Rincian modul untuk kapal *ferry* 1

(sumber: penulis)



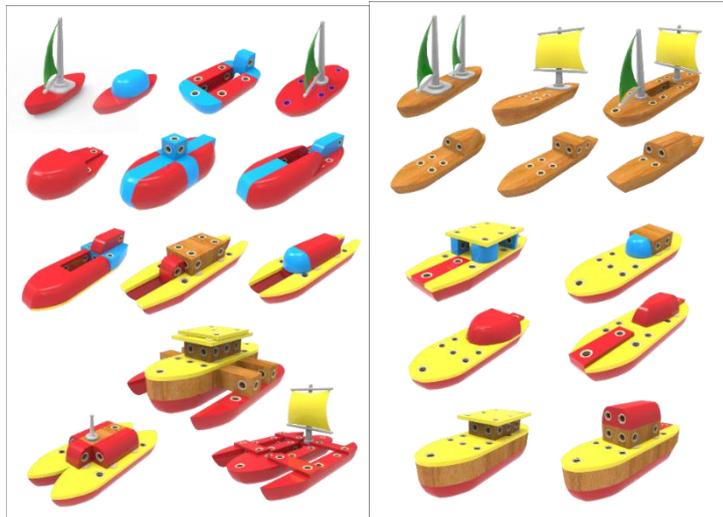
Gambar 5.24 Rincian modul untuk kapal *ferry 2*  
(sumber: penulis)



Gambar 5.25 Rincian modul untuk kapal *ferry 3*  
(sumber: penulis)

### 5.1.6 Komposisi Modul untuk *Basic Set* dan Penerapan Tingkat Kesulitan

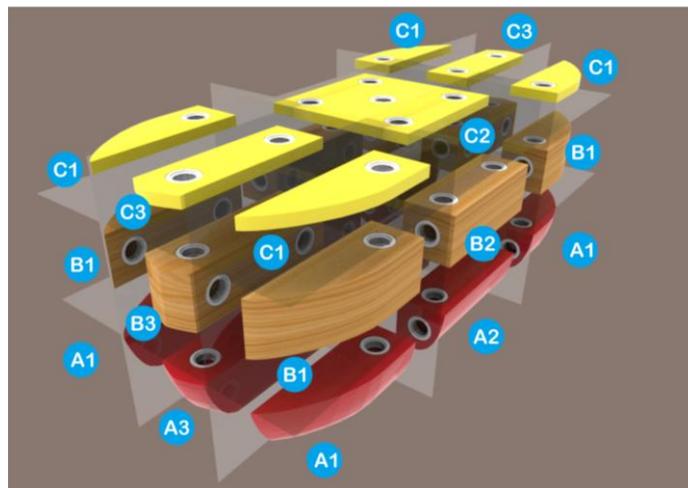
Selain 5 kapal khusus tersebut, desain modul juga dapat di implementasikan dalam komposisi modul-modul dasar yang dapat merepresentasikan bentuk kapal-kapal kecil secara sederhana, atau varian *basic set*.



Gambar 5.26 Varian desain representatif kapal kecil

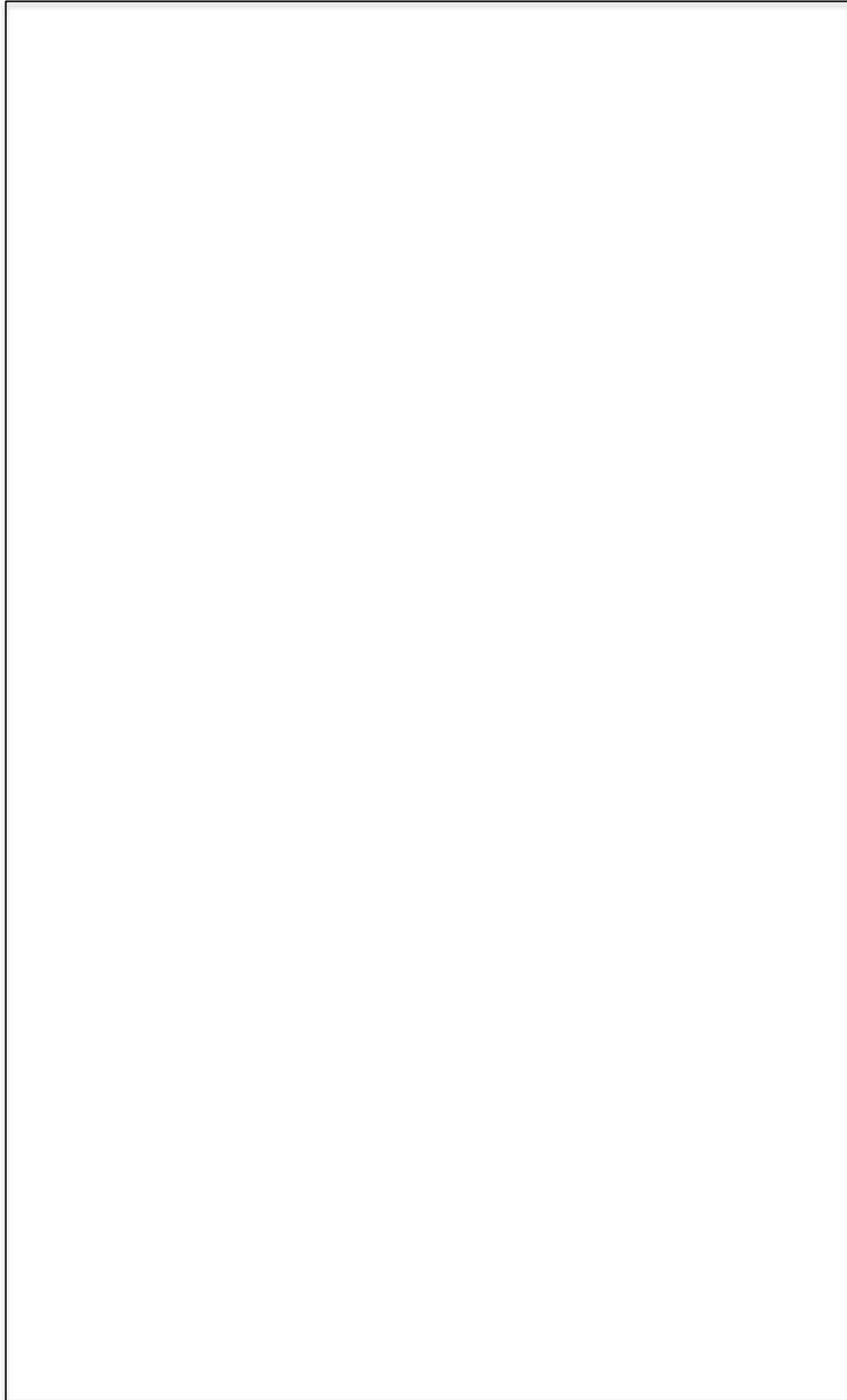
(sumber: penulis)

Untuk menghitung jumlah dan komposisi modul yang terdapat dalam 1 set, maka perlu dibuat matriks dari alternatif-alternatif kapal kecil. Matriks ini dapat mendefinisikan kebutuhan modul tiap alternatif sehingga dapat membantu untuk menentukan jumlah dan komposisi modul yang paling efektif dimasukkan ke dalam *basic set*. Selain untuk menentukan jumlah komposisi modul untuk varian *basic set*, matriks ini juga dapat digunakan untuk menerapkan tingkat kesulitan. Beberapa variabel yang dibutuhkan untuk diaplikasikan kedalam matriks adalah jumlah masing masing modul, variasi kapal, dan orientasi dasar modul.



Gambar 5.27 Orientasi dasar dan kelas modul

(sumber: penulis)



Gambar 5.28 Matriks untuk penghitungan modul

(sumber: penulis)

Dari matriks tersebut dapat didefinisikan jumlah komposisi modul yang akan digunakan dalam varian *basic set*, yang dapat digunakan dengan efektif untuk membentuk variasi bentuk yang merepresentasikan kapal-kapal kecil sederhana.



Gambar 5.29 Rincian modul untuk *basic set 1*

(sumber: penulis)



Gambar 5.30 Rincian modul untuk *basic set 2*

(sumber: penulis)



Gambar 5.31 Rincian modul untuk *basic set 3*

(sumber: penulis)

Selain komposisi untuk varian tersebut, dari matriks juga dapat diperoleh metode untuk menentukan tingkat kesulitan dalam merangkai modul, sehingga dapat digunakan untuk menentukan *level* dari variasi bentuk kapal yang tersedia.

- ★ = Menggunakan modul kelas A1 + 1 macam join.
- + ★ = Menggunakan modul ekspansi kelas A2 dan A3.
- + ★ = Menggunakan modul spesial kelas 1.
- + ★ = Menggunakan modul yang tidak sesuai orientasi, dan lebih dari 1 macam join.
- + ★ = Menggunakan modul ekspansi kelas B dan C.
- + ★ = Menggunakan modul spesial kelas 2.

- ★ = Basic
- ★★ = Easy
- ★★★ = Intermediate
- ★★★★ = Hard
- ★★★★★ = Advanced
- ★★★★★★ = Master

Gambar 5.32 Metode untuk penentuan tingkat kesulitan

(sumber: penulis)

Tingkat kesulitan *Basic*, *Easy*, *Intermediate*, dan *Hard* ditujukan agar dapat dimainkan oleh anak-anak sendiri, sedangkan untuk tingkat kesulitan

*Advanced* dan *Master* ditujukan agar ada pendampingan orang dewasa, atau remaja yang kognitifnya sudah lebih berkembang, dalam proses bermain.

## 5.2 Proses Produksi Purwarupa

Dalam implementasi desain ke dalam proses produksi, menghasilkan beberapa alternatif proses produksi yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk jadi maupun sebagai purwarupa. Proses produksi yang diterapkan untuk pengimplementasian desain modul adalah modelisasi manual, produksi menggunakan mesin *CNC Milling*, produksi dengan mesin *Laser Cutting*, serta produksi menggunakan mesin *3D Printing*.

### 5.2.1 Proses Produksi dengan Metode Modelisasi Manual

Dalam penerapan desain, salah satu metode produksi yang digunakan adalah modelisasi manual oleh pengrajin kayu. Kelebihan dari metode ini adalah tidak menggunakan mesin dengan teknologi tinggi, sehingga dapat dilakukan oleh setiap pengrajin kayu, namun kelemahannya adalah waktu dan kualitas produksi sangat tergantung pada kemampuan dan ketrampilan tiap individu pengrajin kayu yang mengerjakan, dan untuk bentuk-bentuk rumit susah untuk dicapai. Metode ini direkomendasikan untuk memproduksi bentukan-bentukan sederhana yang kurang efektif, secara biaya atau waktu, jika dikerjakan oleh mesin produksi otomatis.

Tabel 5.1 Metode produksi modelisasi manual

No.	Gambar	Kegiatan	Waktu	Masalah dan Kebutuhan
1.		Memotong bahan dengan gergaji meja.	15 detik per potongan.	Membutuhkan mal yang presisi agar setiap hasil potongan rata dan tidak berbeda ukuran, tapi juga membutuhkan mal yang dapat diatur agar dapat mengakomodasi perbedaan ukuran modul.

2.		Memotong bahan sesuai pola dengan <i>jigsaw</i> .	15 - 30 detik per potongan.	Kualitas hasil potongan sangat tergantung pada kemampuan dan keterampilan pengrajin.
3.		Menghaluskan modul dengan <i>grinder</i> .	15 - 30 detik per sisi.	Kualitas hasil tergantung dari kemampuan dan keterampilan pengrajin, namun juga dapat dipasang jig untuk mempermudah prosesnya.
4.		Membuat lobang untuk sistem sambungan dengan mesin bor duduk.	15 detik per lobang.	Membutuhkan jig atau <i>holder</i> yang kokoh agar modul tetap pada tempatnya dan titik bor tidak berubah posisi, namun juga membutuhkan jig yang bisa diatur agar dapat digunakan pada berbagai bentuk modul.
5.		Membuat lobang sistem sambungan dengan mesin bor tangan.	30 detik per lobang.	Membutuhkan jig atau <i>holder</i> yang kokoh agar modul tetap pada tempatnya dan titik bor tidak berubah posisi, namun juga

				membutuhkan jig yang dapat di lepas pasang sesuai dengan kebutuhan modul, serta jig agar bor tetap di jalurnya.
6.		Melapisi modul dengan vernish atau cat dengan menggunakan kompresor	30 detik per lapisan.	Kualitas hasil dipengaruhi waktu, dan cuaca. Kualitas alat juga mempengaruhi namun tidak terlalu signifikan. Membutuhkan <i>holder</i> untuk meminimalkan kontak dengan tangan.

(sumber: penulis)

### 5.2.2 Proses Produksi dengan Mesin *CNC Milling*

Salah satu metode yang digunakan adalah dengan sistem otomasi produksi menggunakan mesin *CNC Milling*. Jenis mesin yang digunakan adalah mesin dengan 3 axis. Kelebihan dari metode ini adalah dapat mencapai bentuk yang rumit dengan cukup presisi secara otomatis berdasarkan bentuk yang telah dibuat secara digital. Kelemahannya adalah mesin 3 axis tidak bisa mencapai bentuk yang tergolong *undercuts* atau berada dibawah bentukan lain, waktu pembuatannya juga memakan waktu yang cukup lama.

Tabel 5.2 Metode produksi dengan mesin *CNC milling*

No.	Gambar	Ukuran Bahan	Waktu Proses	Rincian Modul
1.		p: 390 mm l: 120 mm t: 38 mm	15.22 - 23.52 ( <i>pause</i> ) 10.36 - 12.42 (selesai)	9 modul dengan ukuran 9 mm x 3 mm x 3 mm 6 modul

				dengan ukuran 3 mm x 3 mm x 3 mm
2.		p: 320 mm l: 110 mm t: 50 mm	12.57 - 20.12 (selesai)	6 modul dengan ukuran 9 mm x 3 mm x 3 mm
3.		p: 200 mm l: 100 mm t: 40 mm	09.18 - 13.16 (selesai)	4 modul dengan ukuran 8 mm x 3 mm x 3 mm

(sumber: penulis)

### 5.2.3 Proses Produksi dengan *Mesin Laser Cutting*

Proses produksi dengan metode *laser cutting* memiliki kelebihan dan kelemahan dalam penerapannya. Kelebihannya adalah metode ini dapat menghasilkan potongan kayu dengan ukuran dan pola yang cukup presisi sesuai dengan pola yang sudah digambar secara digital, namun kelemahannya adalah jika diterapkan pada kayu dengan tebal lebih dari 5 milimeter akan menjadi terlalu lama prosesnya dan mengakibatkan kemungkinan bagian bawah kayu terbakar. Metode ini cocok diterapkan jika pembuatan modul mengkombinasikan dari lapisan kayu dengan tebal 5 milimeter atau kurang.

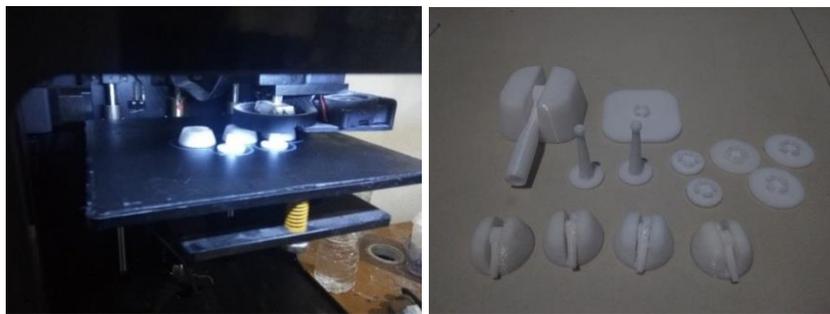


Gambar 5.33 Modul yang dibuat dengan metode *laser cutting*

(sumber: penulis)

### 5.2.4 Proses Produksi dengan Mesin *3D Printing*

Bagian yang coba diproduksi dengan mesin *3D Printing* adalah modul spesial dan sistem sambungan, karena metode ini kurang efektif jika digunakan untuk membuat modul dengan bentuk yang sederhana. Kelebihan metode ini adalah mampu membuat obyek 3 dimensi dengan bentuk yang rumit dengan cukup presisi, namun kelemahannya adalah biaya produksi yang cukup mahal jika dibandingkan dengan metode produksi lainnya. Metode ini cocok diterapkan pada modul yang memiliki bentuk yang rumit dan susah dicapai dengan metode lainnya, terutama bentukan bentukan yang berongga.



Gambar 5.34 Modul yang dibuat dengan mesin *3D printing*

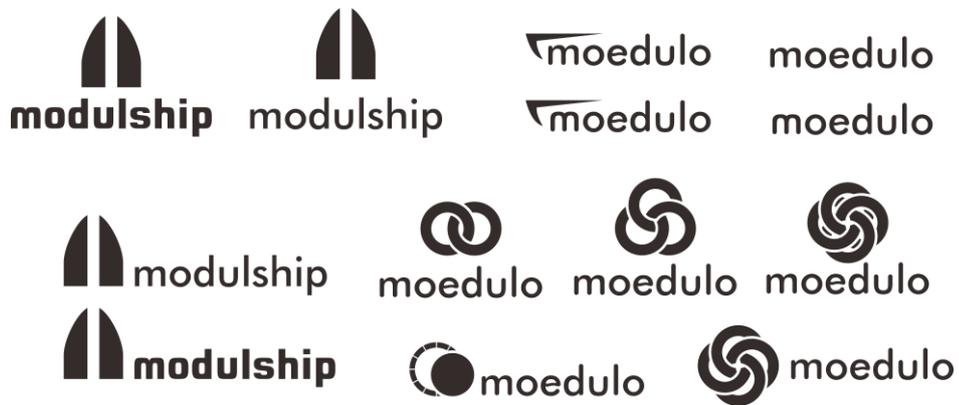
(sumber: penulis)

## 5.3 Konsep *Branding*

Dalam implementasi desain ke dalam proses produksi, menghasilkan beberapa alternatif proses produksi yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk jadi maupun sebagai purwarupa. Proses produksi yang diterapkan untuk pengimplementasian desain modul adalah modelisasi manual, produksi menggunakan mesin *CNC Milling*, produksi dengan mesin *Laser Cutting*, serta produksi menggunakan mesin *3D Printing*.

### 5.3.1 Logo

Logo menjadi hal yang penting dalam konsep *branding* pada produk. Karena logo dapat memperkuat kesan yang melekat dalam benak konsumen tentang produk hasil desain. Penentuan logo yang akan digunakan didapat dari eksplorasi dengan menggabungkan aspek-aspek desain yang diterapkan pada produk terkait.



Gambar 5.35 Eksplorasi logo monokrom

(sumber: penulis)



Gambar 5.36 Alternatif logo dengan warna

(sumber: penulis)

Konsep yang digunakan sebagai dasar untuk eksplorasi logo, berdasarkan konsep desain produk terkait, adalah *simple*, modular, edukasi dan *synergi* dari alam dan teknologi. Kata “Modulship” didapatkan dari penggabungan kata “modul”, “ship”, dan “relationship”, serta *logograph* yang merupakan siluet dari modul hasil desain, sedangkan “Moedulo” didapatkan dari kata “modulo” dan “edukasi” dengan memainkan bentuk-bentuk geometris lingkaran, yang juga merepresentasikan bentuk sistem *joining*, untuk *logograph*-nya.



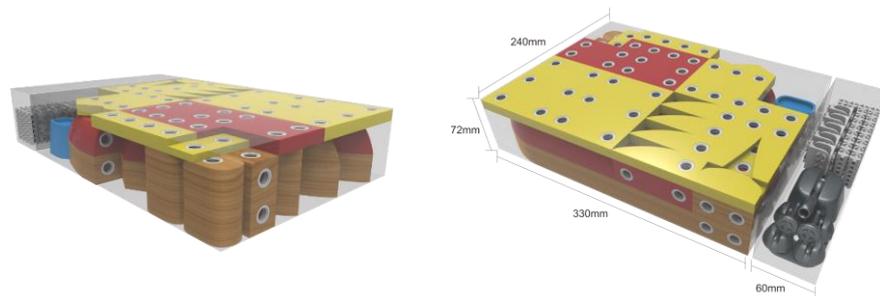
Gambar 5.37 Logo terpilih dan variasi aplikasinya

(sumber: penulis)

Logo yang dipilih merepresentasikan filosofi dari produk hasil desain. 2 lingkaran yang terhubung merepresentasikan rantai, yang melambangkan alat untuk mengikat atau menghubungkan, serta bentuk siluet dari sistem sambungan pada modul hasil desain. Gabungan dari bentuk geometris dan kontur organik juga melambangkan keselarasan antara teknologi dan alam. Warna yang digunakan adalah hijau, untuk mempertegas kesan ramah lingkungan, dan 3 lingkaran dengan warna dasar yang melambangkan perkembangan emosi, perkembangan kognitif, dan perkembangan sosial pada anak.

### 5.3.2 Kemasan

Kemasan produk juga menerapkan konsep *simple*, yaitu dengan bentuk dan ukuran yang disesuaikan dengan susunan modul ketika ditumpuk, namun tetap menyediakan toleransi ruang agar susunan modul dalam kemasan bisa lebih fleksibel.



Gambar 5.38 Susunan modul sebagai dasar desain kemasan

(sumber: penulis)

Konsep *branding* ramah lingkungan diterapkan pada desain kemasan dengan mengurangi penggunaan plastik. Bahan yang digunakan dalam pembuatan purwarupa kemasan adalah *Medium-density Fiberboard* atau MDF, yang nantinya dapat disubstitusi dengan material hasil pemanfaatan kayu limbah baik yang berbentuk kayu potongan atau hasil olahan dari serbuk kayu.



Gambar 5.39 Kemasan dengan bahan MDF dan *cover* label

(sumber: penulis)

### 5.3.3 Edukasi secara Eksplisit dengan *Storytelling*

Konsep *branding* sebagai mainan edukatif diterapkan secara eksplisit dengan menyisipkan cerita atau *storytelling*. Cerita yang disisipkan dibagi menjadi 2 jenis, yaitu *basic story* atau cerita dasar dari tujuan permainan dan *trivia* atau fakta acak yang disisipkan kedalam permainan.

#### a. Cerita Dasar

Cerita dasar yang disisipkan adalah pengandaian pemain sebagai sosok lain yang berperan penting dalam mencapai tujuan permainan, yaitu sebagai pembuat kapal muda yang mengerjakan proyek dari kapten kapal untuk membuat kapal perang, pebisnis sukses dunia untuk membuat kapal kargo, menteri perhubungan untuk membuat kapal penumpang, dan pengusaha kapal umum untuk membuat berbagai jenis kapal kecil. Contoh narasi yang digunakan untuk menyampaikan cerita adalah pesan berbentuk surat sebagai berikut.

*Hai Tuan \_\_\_\_\_ .*

*Aku dengar kau adalah seorang pembuat kapal yang handal. Reputasimu sungguh sangat baik dan aku yakin bukan aku saja yang ingin memesan kapal buatanmu. Perkenalkan, aku adalah Kapten Daka, seorang kapten kapal tempur yang membela negeri ini. Aku ingin memesan sebuah kapal perang yang hebat. Aku yakin kapal buatanmu akan menjadi salah satu kapal terbaik.*

*Salam Hangat,*

*Kapten Daka*

#### b. Trivia

Fakta-fakta acak yang disisipkan kedalam permainan berupa fakta yang sesuai dengan jenis kapal yang sedang dimainkan. Cara ini digunakan agar anak-anak mendapatkan informasi tentang kapal namun dengan cara yang santai. Contoh narasi yang disisipkan adalah sebagai berikut.

*Tahukah kamu?*

*Salah satu kapal perang Indonesia, KRI Yos Sudarso memiliki dimensi 113,42 meter x 12,51 meter x 4,57 meter dan berat total 2.941,9 ton, atau setara dengan sekitar seribu ekor gajah afrika.*

## 5.4 Konsep Bisnis

Dalam implementasi desain ke dalam konsep bisnis diterapkan melalui pemilihan bahan baku produksi dan model bisnis yang akan diterapkan. Hal-hal yang menjadi fokus dalam pengembangan desain, yang berhubungan dengan konsep bisnisnya, adalah serapan bahan baku kayu limbah, target konsumen, efektivitas produksi dan pengembangan lini produk kedepannya atau *sustainability*.

### 5.4.1 Serapan Bahan Baku Kayu Limbah

Dalam pemilihan dan pemilahan bahan baku kayu limbah yang akan digunakan, karena tidak semua kayu sisa potongan dapan digunakan, perlu adanya standarisasi yang cukup fleksibel agar kayu limbah dapat terserap sebanyak-banyaknya namun tetap dapat mempermudah proses produksi. Kayu limbah yang digunakan adalah yang memiliki ukuran kurang lebih lebar 10 cm, panjang 30 cm, dan tebal 4 cm, atau kayu limbah dengan ukuran kurang lebih lebar dan tebal 4 cm, dengan panjang sekitar 100 cm.



Gambar 5.40 Kayu limbah sisa potongan bahan untuk pintu

(sumber: penulis)

Berdasarkan keadaan kayu limbah di IKM tempat penulis melakukan penelitian, perbulannya terdapat sekitar 3 karung, yang digunakan adalah karung beras ukuran 25 kg, kayu limbah dengan berbagai ukuran. Dari seleksi kayu limbah yang dapat digunakan, terdapat sekitar 40% dari keseluruhan kayu limbah yang sesuai dengan kriteria dan dapat digunakan, sehingga dapat dilakukan

perkiraan perhitungan serapan kayu limbah terhadap jumlah modul yang dapat diproduksi sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 3 \text{ karung } 25 \text{ kg} &= 3 \times 25 \text{ liter} \\
 &= 3 \times 25000 \text{ cm}^3 \\
 &= 75000 \text{ cm}^3 \\
 \text{yang cocok } 40\% &= 75000 \text{ cm}^3 \times 40\% \\
 &= 30000 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

limbah kayu  
perbulan  
1 ikm

Gambar 5.41 Penghitungan ketersediaan bahan

(sumber: penulis)

$$\begin{aligned}
 \text{ukuran modul} &= 9 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3 \\
 &= 81 \text{ cm}^3 \\
 \text{terbuang } 30\% &= 30000 \text{ cm}^3 \times 30\% \\
 \text{(paska produksi)} &= 9000 \text{ cm}^3 \\
 \rightarrow \frac{30000 \text{ cm}^3 - 9000 \text{ cm}^3}{81 \text{ cm}^3} &= 259,25 \text{ modul}
 \end{aligned}$$

kapasitas produksi maksimal  
(1 bulan 1 ikm)

Gambar 5.42 Penghitungan jumlah modul yang dapat dibuat

(sumber: penulis)

Menurut perkiraan perhitungan tersebut, dalam sebulan satu ikm memiliki kapasitas produksi maksimal untuk dapat mengolah bahan menjadi sekitar 259 modul dengan ukuran 9cm x 3cm x 3cm. Namun angka ini masih dapat sangat disesuaikan dengan kemampuan produksi ikm dan ketersediaan bahan dari tempat lain.

#### 5.4.2 Model Bisnis

Untuk menjabarkan model bisnis yang akan diterapkan untuk desain yang dibuat, maka akan dibuat kanvas model bisnis. Metode ini digunakan karena dapat menceritakan konsep bisnis secara sederhana namun cukup untuk menjabarkan konsepnya secara umum.

<p><b>Key Partners</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ikm pengrajin kayu untuk produksi.</li> <li>• Ikm-ikm pengrajin kayu untuk ketersediaan bahan baku.</li> <li>• Penyedia jasa 3d printing dan mesin CNC milling.</li> <li>• Pembuat konten untuk memasarkan produk.</li> </ul>	<p><b>Key activities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengumpulkan dan mensortir kayu limbah.</li> <li>• Mengontrol kualitas produksi di ikm.</li> <li>• Memecah jaringan produksi.</li> <li>• Mengontrol kualitas akhir dan distribusi ke pelanggan.</li> </ul> <p><b>Key Resources</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kayu limbah sisa potongan.</li> <li>• Daftar ikm dan mitra produksi yang sesuai potensi.</li> <li>• Tenaga kerja berkompeten untuk pengembangan produk dan quality control.</li> </ul>	<p><b>Value Propositions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul dibuat dari kayu limbah sisa potongan dari ikm, sehingga dapat mengangkat isu ramah lingkungan dan memberdayakan potensi ikm.</li> <li>• Modul dapat disusun secara bebas untuk melatih kognitif anak terhadap bentuk kapal secara sederhana.</li> <li>• Ada varian kapal spesifik yang dapat dijadikan koleksi.</li> <li>• Jenis modul dan varian kapal masih sangat terbuka untuk dikembangkan.</li> </ul>	<p><b>Customer Relationship</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Customer Services Line yang tanggap dengan keluhan pelanggan.</li> <li>• Media promosi di media sosial dan personal web yang ramah dengan pelanggan.</li> </ul> <p><b>Channels</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Online store di marketplace, media sosial dan personal web dengan memanfaatkan jasa pengiriman.</li> <li>• penjualan secara langsung dan sistem pre-order di exhibition atau pameran.</li> </ul>	<p><b>Customer Segments</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anak-anak usia 6-12 tahun yang memiliki ketertarikan dengan mainan konstruksi.</li> <li>• Orang tua dewasa muda yang tertarik dengan isu-isu lingkungan dan edukasi.</li> <li>• Kolektor mainan yang tertarik dengan keragaman produk dari satu lini.</li> </ul>
<p><b>Cost Structures</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gaji karyawan.</li> <li>• Pembayaran jasa pengrajin dan mitra produksi.</li> <li>• Biaya sewa tempat usaha.</li> <li>• Biaya iklan media sosial dan domain personal web.</li> <li>• Biaya jaringan distribusi.</li> </ul>		<p><b>Revenue Streams</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penjualan produk dalam bentuk set varian.</li> <li>• Penjualan produk dalam bentuk modul tunggal.</li> <li>• Penjualan spare parts.</li> <li>• Penjualan produk dalam bentuk official merchandise.</li> </ul>		

Gambar 5.43 Kanvas model bisnis

(sumber: penulis)

Dalam kanvas model bisnis tercantum semua potensi-potensi bisnis yang dapat dijalankan, mulai dari nilai produk, segmen konsumen beserta cara menghubunginya dan cara produk didapatkan, partner bisnis beserta aktivitas bisnis dan sumber daya, hingga pendapatan beserta pengeluarannya. Berikut ini adalah pembahasan singkat untuk poin-poinnya.

### c. Value Propositions

Nilai produk berasal dari konsep ramah lingkungan dan memberdayakan potensi ikm pengrajin kayu lokal karena memanfaatkan kayu limbah sisa potong dari pengrajin kayu. Selain itu, dari sisi desain, modul-modul dari mainan modular ini dapat disusun secara fleksibel untuk melatih kognitif anak-anak, serta ada varian bentuk spesifik yang bisa dikoleksi. Selain nilai yang sudah diterapkan, produk ini juga memiliki nilai potensi pengembangan desain dan varian-varian lainnya.

### d. Customer Segments

Dalam menentukan segmen konsumen, perlu diperhatikan bahwa jenis konsumen yang dituju terbagi menjadi 3, pengguna, pembeli, dan pembeli sekaligus pengguna. Target pengguna disini ditujukan untuk anak-anak yang memiliki ketertarikan pada mainan konstruksi, target pembelinya adalah orang tua dewasa muda yang memiliki wawasan dan ketertarikan terhadap isu-isu lingkungan dan model edukasi selain model konvensional,

serta orang dewasa atau remaja yang memiliki ketertarikan pada koleksi mainan sehingga mereka diasumsikan mampu membeli dan memainkannya sendiri.

*e. Customer Relationship*

Untuk memberikan kenyamanan hubungan pada konsumen, cara yang diterapkan adalah menyediakan jalur khusus pelayanan konsumen sehingga kritik dan saran tentang produk dapat tertampung dengan baik. Selain itu promosi di sosial media dirasa penting untuk menjangkau target konsumen.

*f. Channels*

Dalam hal distribusi, untuk memotong biaya operasional, media penjualannya menggunakan media penjualan berbasis dalam jaringan seperti *marketplace* dan *social media*, dan mengikuti pameran-pameran untuk menjangkau konsumen lebih dekat dan menyajikan pengalaman mencoba mainan secara langsung. Jika usaha sudah berjalan, toko fisik menjadi pertimbangan penting karena dirasa dapat menjangkau konsumen lebih dekat.

*g. Key Partners*

Mitra bisnis adalah hal yang penting dalam efektivitas biaya produksi. Proses produksi dilakukan oleh mitra namun tetap dipantau kualitasnya, sehingga hal ini diharapkan dapat memotong ongkos perawatan aset, biaya gaji pekerja, serta pajak perusahaan, dan dapat meningkatkan nilai produk sebagai produk yang memberdayakan ikm pengrajin kayu lokal.

*h. Key Activities*

Aktivitas yang dilakukan sebagian besar adalah melakukan pemantauan terhadap kualitas produk dan melakukan pengembangan desain, selain itu juga menjaga ketersediaan bahan baku dengan mengumpulkan dan mensortir bahan kayu limbah dari mitra ikm pengrajin. Untuk menjaga stabilitas produksi, kegiatan yang dirasa perlu adalah mengumpulkan *database* mitra produksi sebanyak banyaknya dan memecah jaringan produksi seefektif mungkin.

*i. Key Resources*

Sumber daya yang penting dalam nilai produk dan efektivitas biaya produksi adalah kayu limbah sisa potong, karena ketersediaannya banyak dan dapat didapatkan dengan harga relatif murah, namun kelemahannya adalah tidak ada tolak ukur yang pasti dalam menentukan harganya karena

ikm pengrajin kayu biasanya menetapkan harga yang berbeda-beda. Sumber daya lain yang penting adalah *database* mitra produksi dan mitra untuk ketersediaan bahan, serta tenaga kerja ahli untuk memantau kualitas produksi.

*j. Cost Structures*

Sebagian besar biaya yang akan dikeluarkan adalah untuk membayar gaji karyawan dan membayar tagihan dari mitra produksi, biaya selain itu dapat diminimalkan karena tidak membutuhkan terlalu besar. Biaya promosi dan jaringan distribusi juga dirasa cukup penting karena berkaitan langsung dengan menyampaikan nilai produk ke konsumen.

*k. Revenue Streams*

Pendapatan didapatkan dari hasil penjualan produk. Pembagian sumber pendapatan dilakukan dengan memecah jenis layanan produk yang dijual, yaitu varian set produk yang diperkirakan akan dijual dengan harga 250.000 hingga 800.000 rupiah sesuai dengan variannya, modul tunggal yang akan dijual dengan harga 8.000 hingga 10.000 rupiah tergantung dengan tingkat kerumitan modul, komponen pengganti yang dapan dipesan dan disesuaikan harganya, serta proyek produk kerja sama dengan pihak lain.

## BAB 6

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dalam melakukan perancangan ini ditujukan agar dapat menjawab rumusan masalah yang telah disebutkan dalam pendahuluan. Setelah melakukan analisa dan percobaan produksi, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Perancangan mainan modular dengan tema pengenalan kapal ini dibuat dengan memanfaatkan bahan baku kayu limbah atau kayu sisa potongan yang panjangnya lebih dari 10 cm, serta lebar, dan tingginya masih lebih dari 3 cm, sehingga dapat memangkas ongkos bahan baku karena kayu limbah sangat mudah didapatkan dan harga belinya sangat murah, bahkan ada yang bersedia memberikan secara cuma-cuma.
2. Proses produksi menggabungkan metode produksi dengan mesin *CNC Milling*, *Laser Cutting*, *3D Printing*, dan modelisasi manual sesuai dengan tingkat keefektifan produksi yang berbeda untuk tiap modul, sehingga proses produksi tidak bertumpu pada salah satu metode saja yang dapat mengakibatkan keterlambatan waktu produksi.
3. Desain mengacu pada sistem sambungan *snap joint* yang mudah dilepas-pasang sehingga target pengguna bisa lebih fleksibel karena dapat dioperasikan sendiri oleh anak-anak maupun orang tua yang menemani anaknya bermain.
4. Ranah desain meliputi jenis-jenis modul dan komposisinya untuk disusun menjadi 5 macam kapal yang spesifik dan 1 set komposisi dasar yang dapat disusun menjadi bentuk yang merepresentasikan kapal secara sederhana, sehingga fleksibilitas penyusunan modul hasil desain dapat terbukti secara jelas.



Gambar 6.1 Varian desain kapal perang

(sumber: penulis)



Gambar 6.2 Varian desain kapal kontainer

(sumber: penulis)



Gambar 6.3 Varian desain kapal *bulker*

(sumber: penulis)



Gambar 6.4 Varian desain kapal *ro-ro*

(sumber: penulis)



Gambar 6.5 Varian desain kapal *ferry*

(sumber: penulis)



Gambar 6.6 Varian desain *basic set*

(sumber: penulis)

## 6.2 Saran

Untuk pengembangan desain lebih lanjut atau pengembangan produk pendukung untuk desain terkait, sehingga tercipta desain yang baik, ada beberapa saran yang dapat dilakukan.

1. Perlu adanya pengembangan lebih lanjut dalam hal sistem sambungan, sehingga dapat tercipta sambungan yang mudah dilepas-pasang namun kokoh.
2. Adanya produk pendukung proses produksi akan sangat membantu dalam menambah keefektifan waktu dan biaya produksi.
3. Desain dapat dikembangkan secara luas dengan menambahkan varian-varian kapal baru, baik yang spesifik maupun yang abstrak.
4. Pengembangan modul untuk dapat diaplikasikan ke dalam desain komposisi selain kapal juga sangat memungkinkan

*(Halaman ini Sengaja Dikосongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardison, M. S. 2016. *Sejarah Pelayaran Nusantara*. Surabaya: Penerbit Stomata.
- Fernandes, Sónia A., dan Coelho, Denis A. 2013. Toy design: a methodological perspective. *The International Journal of Designed Objects*, 7(1).
- George, Andez. 2010. *A study of consumer behaviour in the toys market of Kerala*. Tesis. Kerala: Mahatma Gandhi University.
- Gershenson, J. K., Prasad, G. J., dan Zhang, Y. 2003. Product modularity: definitions and benefits. *Journal of Engineering design*, 14(3): 295-313.
- Ginting, Rosnani. 2010. *Perancangan Produk*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Harizenputri, Agdiz Ariyandha, Pambudi, Terbit Setya, dan Sadika, Fajar. 2017. Anlos, Mainan Edukasi Pengenalan Hewan Untuk Usia 3-5 Tahun. *eProceedings of Art & Design*, 4(3).
- Huang, Chun-Che, dan Kusiak, Andrew. 1998. Modularity in design of products and systems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 28(1): 66-77.
- Kotler, Philip, dan Keller, Kevin Lane. 2009. *Manajemen Pemasaran, Edisi Ketiga Belas, Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kurniati, Euis. 2011. *Program Bimbingan untuk Mengembangkan Keterampilan Sosial Anak Melalui Permainan Tradisional*. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Lavery, Brian. 2013. *The Conquest of the Ocean, an Illustrated History of Seafaring*. New York: DK Publishing.
- Lee, B. H., Abdullah, J., dan Khan, Z. A. 2005. Optimization of rapid prototyping parameters for production of flexible ABS object. *Journal of materials processing technology* 169(1): 54-61.
- Martin, Bella, dan Hanington, Bruce. 2012. *Universal Method of Design*. Beverly: Rockport Publisher.
- Gunarsa, Singgih D. 2008. *Psikologi Perkembangan Anak dan Remaja*. Jakarta: Gunung Mulia.
- Roda, Jean-Marc, dkk. 2007. *Atlas Industri Mebel Kayu di Jepara, Indonesia*. Bogor: Centre for International Forestry Research.
- Schoon, Ingrid, dan Parsons, Samantha. 2002. Teenage aspirations for future careers and occupational outcomes. *Journal of Vocational Behavior*, 60(2): 262-288.
- Train, H. C. 1942. *Ship Shapes, Anatomy and Types of Naval Vessels*. Washington, D. C.: Office of the Chief of Naval Intelligence.
- Watson, Mark, dan McMahan, Mary. 2005. Children's career development: A research review from a learning perspective. *Journal of Vocational Behavior*, 67(2): 119-132.

Yates, Raymond Francis. 1920. *Boys' Book of Model Boats*. New York: The Century Co.

<http://blog.euromonitor.com/2013/05/despite-higher-demand-for-toys-global-toymakers-yet-to-convert-market-growth-into-actual-sales-in-em.html>

<http://blog.euromonitor.com/2015/06/emerging-regions-drive-global-growth-in-traditional-toys-and-games.html>

<http://www.globaltoynews.com/posts-by-utku-tansel/>

<http://blog.euromonitor.com/2014/12/brick-2014-thrills-uks-lego-enthusiasts.html>

<https://seekingalpha.com/article/3392925-both-lego-and-mattels-mega-are-set-for-the-fourth-quarter>

<http://www.indomiliter.com/van-speijk-class-benteng-laut-nusantara-tiga-dasawarsa-flagship-armada-eskorta-tni-al/>

<http://www.mri-research-ind.com/berita-223-prospek-industri-pelayaran-dan-perkapalan-di-indonesia.html>

<http://m.viva.co.id/gaya-hidup/parenting/938483-hari-anak-nasional-ini-profesi-impian-waktu-kecil>

<http://usblogs.pwc.com/emerging-technology/the-road-ahead-for-3d-printing/>

<https://www.npd.com/wps/portal/npd/us/news/press-releases/2016/toys-tied-to-experiences-family-time-and-healthy-living-propel-industry-growth-through-the-holiday-season/>

<http://www.toyassociation.org/ta/research/reports/trends/toys/research-and-data/reports/trend-spotting.aspx?hkey=d4a13ea2-d774-48ea-b4a3-4bfdbdd14a0f>

<http://informasipelaut.blogspot.co.id/2011/06/nama-nama-kapal-dan-jenis-jenis-kapal.html>

<http://www.kemenperin.go.id/artikel/4689/Penjualan-Mainan-Edukatif-Capai-Rp-60-M>

<https://kbbi.web.id/main>

<https://en.oxforddictionaries.com/definition/toy>

<https://www.britannica.com/technology/toy>

<http://industri.bisnis.com/read/20170507/257/651515/bisnis-mainan-edukatif-naik>

<https://edukasi.kompas.com/read/2013/05/22/09232855/Perlukah.Anak.Diikuti.PAUD>

<https://www.simplypsychology.org/piaget.html>

<https://www.webmd.com/children/piaget-stages-of-development#1>

<https://study.com/academy/lesson/jerome-bruners-theory-of-development-discovery-learning-representation.html>

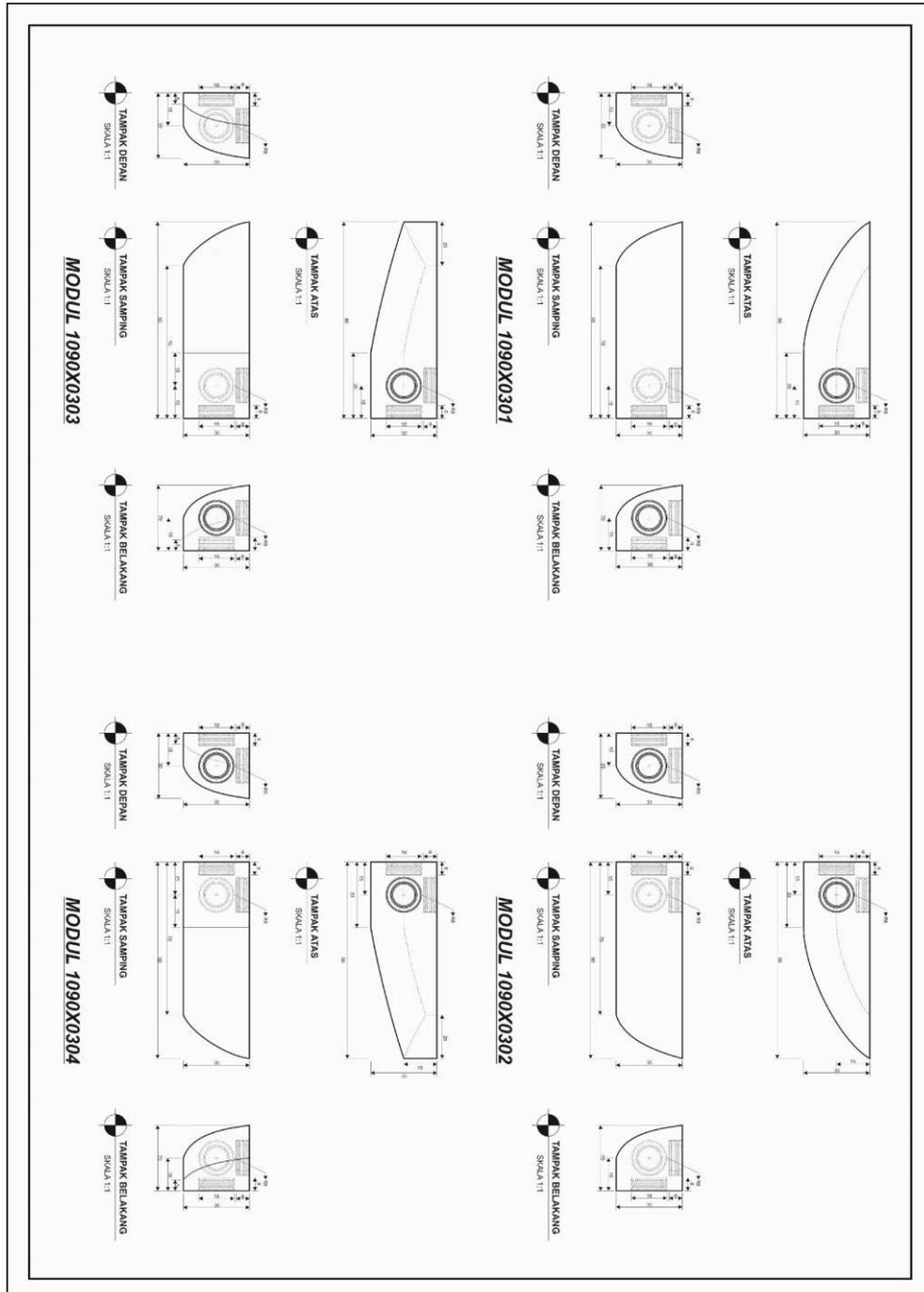
<https://www.simplypsychology.org/bruner.html>

<http://elhanalearningkit.com/fase-oral-pada-bayi>  
<http://www.parenting.co.id/bayi/fase-oral-pada-anak->  
<http://duniaanak.org/seputar-anak/pengertian-anak-usia-dini-yang-perlu-kita-ketahui.html>  
<https://www.toysrus.co.jp/s/dsg-451189100>  
<https://www.weareteachers.com/educational-toys-for-preschoolers/>  
<https://sains.kompas.com/read/2011/06/18/13253582/usia.berapa.anak.mulai.punya.memori>  
<https://industri.kontan.co.id/news/ekspor-mebel-diproyeksi-tumbuh-6-tahun-ini>  
<http://industri.bisnis.com/read/20170328/257/640836/industri-mebel-berpeluang-tumbuh-besar>  
<http://www.kemenperin.go.id/artikel/17344/Industri-Mebel-Nasional-Potensial-Tumbuh>  
<https://jateng.merdeka.com/industri/ini-cara-perajin-furnitur-jepara-atasi-kelangkaan-bahan-baku-170318b.html>  
<https://www.desainmodelfurniture.com/2017/12/cara-mudah-menghasilkan-uang-dari-limbah-jati.html>

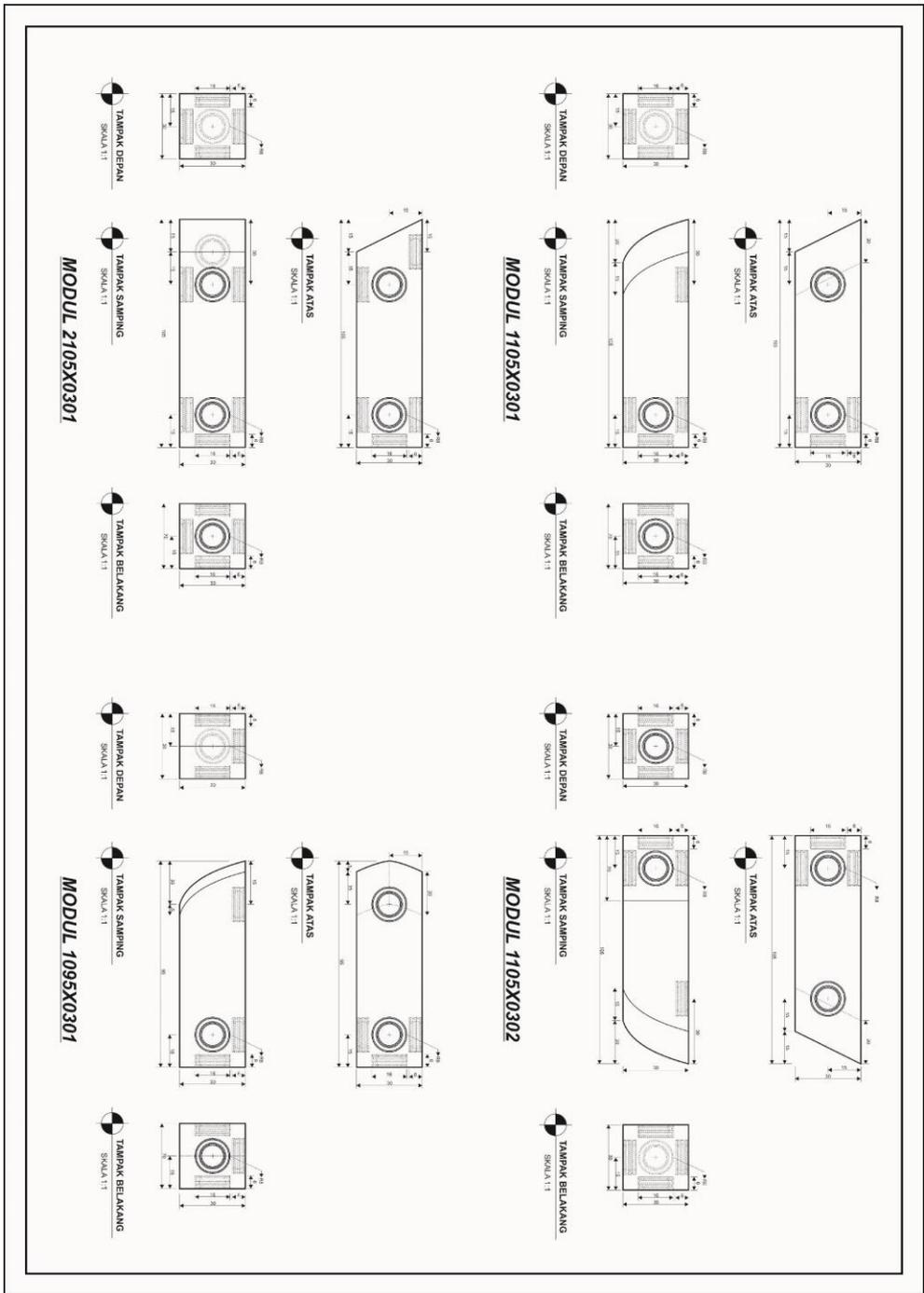
*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

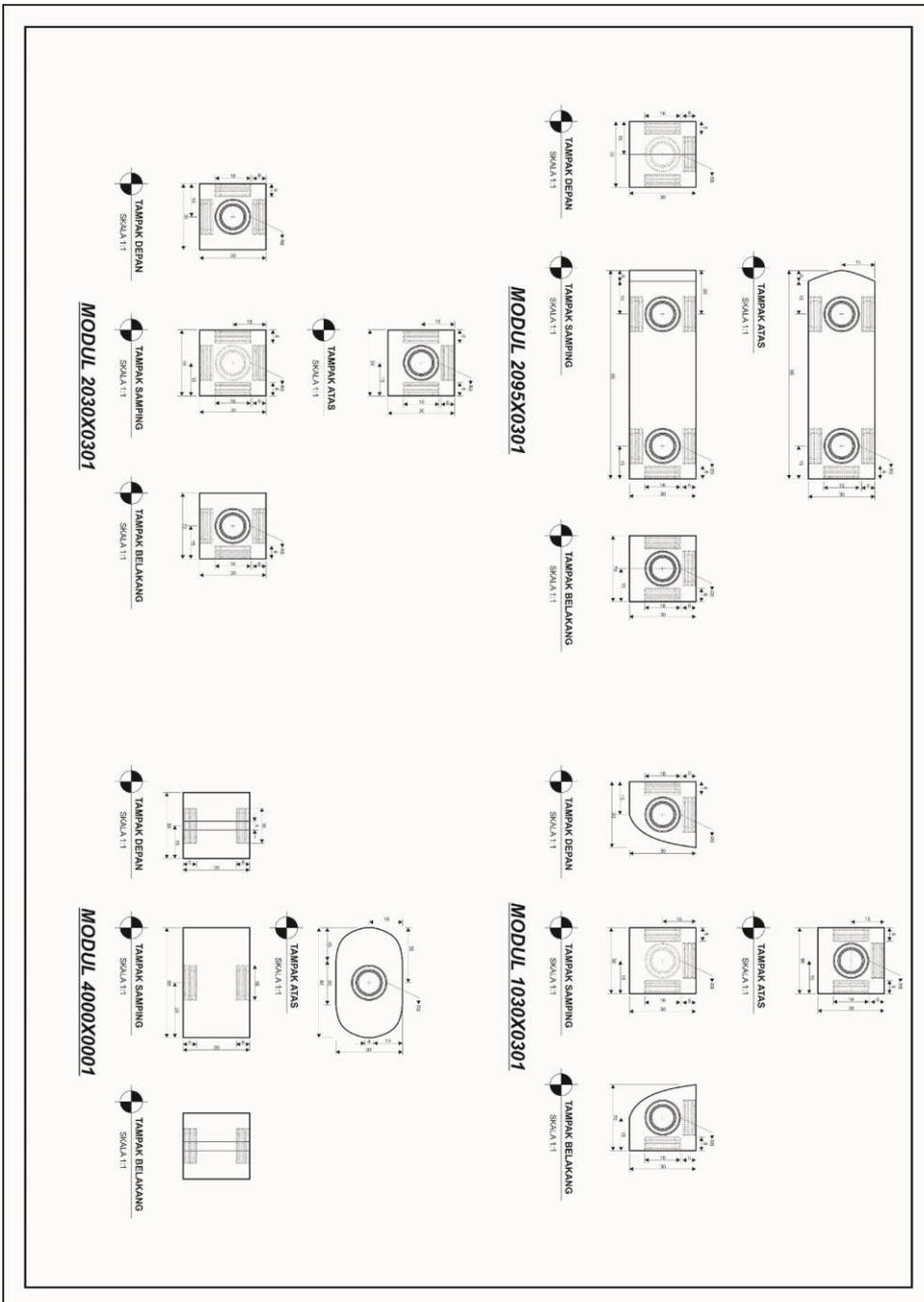
# LAMPIRAN

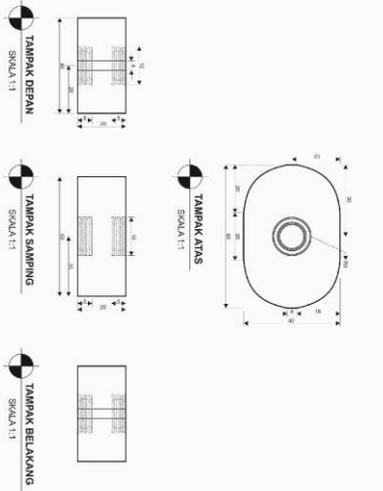
## 1. Gambar Teknik



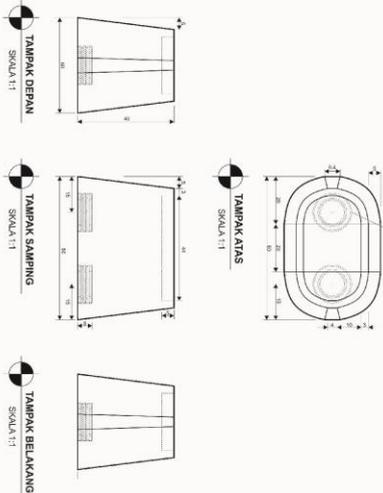




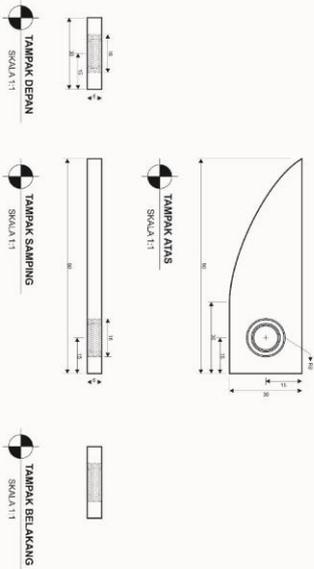




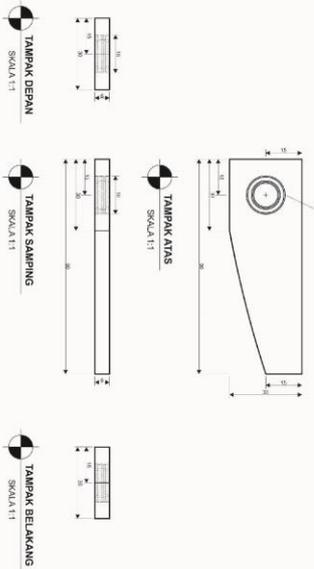
**MODUL 4000X0002**



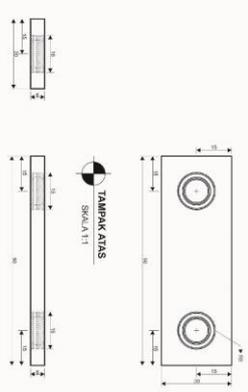
**MODUL 4000X0003**



**MODUL 3090X0301**



**MODUL 3090X0302**

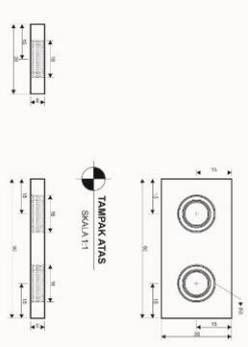


TAMPAK DEPAN  
SKALA 1:1

TAMPAK SAMPIING  
SKALA 1:1

TAMPAK BELAKANG  
SKALA 1:1

**MODUL 3090X0303**



TAMPAK DEPAN  
SKALA 1:1

TAMPAK SAMPIING  
SKALA 1:1

TAMPAK BELAKANG  
SKALA 1:1

**MODUL 3060X0301**



TAMPAK ATAS  
SKALA 1:1

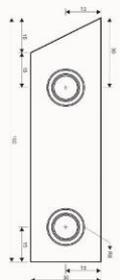


TAMPAK DEPAN  
SKALA 1:1

TAMPAK SAMPIING  
SKALA 1:1

TAMPAK BELAKANG  
SKALA 1:1

**MODUL 3095X0301**



TAMPAK ATAS  
SKALA 1:1



TAMPAK DEPAN  
SKALA 1:1

TAMPAK SAMPIING  
SKALA 1:1

TAMPAK BELAKANG  
SKALA 1:1

**MODUL 3105X0301**





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

DEPARTEMEN DESAIN PRODUK INDUSTRI  
FAKULTAS ARSITEKTUR, DESAIN DAN PERENCANAAN

UNTUK MAHASISWA

**LOG BOOK**

MATA KULIAH : \_\_\_\_\_  
NAMA MHS : \_\_\_\_\_  
NRP : \_\_\_\_\_

No	TANGGAL	URAIAN KEGIATAN	CEK	TANDA TANGAN
	05/10 2017	Asistensi Konsep Awal dan Latar Belakang  Perbaiki: - Cari referensi kapal tradisional / CAR: JENIS		
	21/02 2018	Asistensi Studi Model dan arah bentuk desain  Perbaiki: - Diarahkan ke bentuk balok susun KAPAL		
		Asistensi bentuk awal (komponen dan penyusunan)  Perbaiki: - Presentasi 5 bentuk utama - Sambungan (eksplorasi) - BAGI - 4 SURAH SELESA		
	09/05 2018	Asistensi Laporan, Proto-type awal, sistem sambungan + BAHAN KOMBINASI		

halaman ke: .....



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

DEPARTEMEN DESAIN PRODUK INDUSTRI  
FAKULTAS ARSITEKTUR, DESAIN DAN PERENCANAAN

UNTUK MAHASISWA

**LOG BOOK**

MATA KULIAH : \_\_\_\_\_  
NAMA MHS : \_\_\_\_\_  
NRP : \_\_\_\_\_

No	TANGGAL	URAIAN KEGIATAN	CEK	TANDA TANGAN
	11/18 /12	Asistensi 3D Model Modul + Assembly Perbaiki : - Alternatif sistem join - sistem produksi		
	29/11 /11	BUAT KEMASAN - BUAT BAMBANG PASANG DENGAN BERBAGAI ALTERNATIF (SEJANYAK BANYAK NYA)		

halaman ke : .....



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

DEPARTEMEN DESAIN PRODUK INDUSTRI  
FAKULTAS ARSITEKTUR, DESAIN DAN PERENCANAAN

UNTUK MAHASISWA

**LOG BOOK**

MATA KULIAH : \_\_\_\_\_  
NAMA MHS : \_\_\_\_\_  
NRP : \_\_\_\_\_

No	TANGGAL	URAIAN KEGIATAN	CEK	TANDA TANGAN
		Asistensi 3D Model Unit Komponen dan Assembly-nya  Pak Ari Dwi		 11/12 4.15
		Nomor modul pada tiap alternatif rakitan kapal Tambahkan orang- orangan (dummy)		 13.03 22/4

halaman ke : .....

**BIODATA PENULIS**



Tio Yudha Prasetya, biasa dipanggil Tio, lahir di Surabaya, Jawa Timur pada 9 Mei 1994. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Riwayat pendidikan formal yang ditempuh dimulai dari SD Hang Tuah 8 Surabaya pada tahun 2000-2006, lalu dilanjutkan di SMPN 16 Surabaya yang ditempuh pada tahun 2006-2009, dan SMAN 5 Surabaya pada tahun 2009-2012.

Pada tahun 2012 penulis diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Desain Produk, Fakultas Arsitektur, Desain, dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis memiliki ketertarikan terhadap desain produk terutama mainan dan kostum. Dengan ilmu dan pengalaman yang diperoleh selama perkuliahan dan program kerja praktik yang telah dijalani, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Mainan Modular dengan Tema Pengenalan Kapal”. Kedepannya penulis berharap karya hasil Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi masyarakat luas, khususnya untuk mengenalkan jenis-jenis kapal pada anak-anak.

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*