

# Pengembangan Material Kerangka Produk Portable Hammock Set

(Aspek Material)

## Development of Portable Hammock Set Frame

(Material Perspective)

Nanda Hanni Larasaty

Prodi S1 Desain Produk, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom

nandahannie@gmail.com, fajarsadika@telkomuniversity.ac.id, dandiyunidar@telkomuniversity.ac.id

---

### Abstrak

Perancangan Portable Hammock Set ini bertujuan untuk memperbaiki produk yang sudah ada. Masalah yang ditemukan pada produk ini pada bagian bentuk material kerangka. Produk ini memiliki masalah yaitu di bagian kerangka yang tidak kuat. Kerangka yang tidak kuat itu terlihat ketika diduduki pengguna, kerangka hammock ini tidak kuat menahan beban tubuh si pengguna dan mengakibatkan kerangka bengkok. Bentuk material yang dipakai untuk pembuatan kerangka Portable Hammock Set adalah Aluminium Pipe. Metode Penelitian yang dipakai menggunakan metode penelitian komparasi. Metode penelitian komparasi yaitu dilakukan untuk membandingkan suatu variabel (objek penelitian), antara subjek yang berbeda atau waktu yang berbeda dan menemukan hubungan sebab-akibatnya. Selain data lapangan berdasarkan percobaan secara langsung, data literatur tentang bentuk material yang cocok untuk diaplikasikan pada kerangka portable hammock set. Seluruh data tersebut akan ditarik kesimpulan untuk memperbaiki bentuk material produk.

Kata kunci: Hammock, Material kerangka, Baja

---

### Abstract

*A designer of a Portable Hammock Arranges this to improve existing products. Problems found in this product are in the form of material. This product has a problem with the part that is not strong. A non-strong framework that is visible makes users, and this cannot be used. Material The form used for the manufacture of portable Hammock Sets is Aluminum Pipes. The research method used uses comparative research methods. The comparative research method is carried out to test variables (object of research), between different or different subjects and find a causal relationship. In addition, literature data on the form of materials suitable for application on the portable hammock set. All the data will be deduced from the product form.*

Keywords: Hammock, anti-material, steel

---

## 1. Pendahuluan

Portable Hammock Set adalah perancangan produk yang dilakukan pada mata kuliah Studio Desain Produk 5. Studio Desain Produk 5 membahas tentang perancangan produk yang mengacu pada potensi pasar. Portable Hammock Set merupakan perancangan produk yang mengutamakan potensi pasar. Perancangan ini bertujuan sebagai fasilitas wisata yang mempermudah pengguna dalam menggunakan dan mengoperasikan hammock di tempat wisata dengan lebih nyaman tanpa perlu mencari pohon sebagai tiang pengikatnya. Produk ini berupa kerangka dengan yang sistem lipat, disertai atap (tudung) dan pengait untuk mengaitkan hammock.

KJ Method atau Jiro Kawakita Method yaitu metode yang menggunakan cara Affinity diagram yang bertujuan untuk mengumpulkan data dari gagasan, opini dari sejumlah narasumber yang bersifat verbal, kemudian hasil dari opini tersebut dapat menghasilkan sebuah masalah dan akan menyusun strategi pelaksanaan pemecahan dari masalah produk tersebut. Metode ini digunakan untuk mengetahui masalah yang ada pada produk Portable Hammock Set.

Dari hasil hipotesa awal KJ Method terhadap Portable Hammock Set menunjukkan bahwa produk ini memiliki masalah yaitu di bagian kerangka yang tidak kuat. Kerangka yang tidak kuat itu terlihat ketika diduduki pengguna, kerangka hammock ini tidak kuat menahan beban tubuh si pengguna dan mengakibatkan kerangka bengkok. Pengguna yang menaiki produk hammock tersebut malah terjatuh. Sedangkan dari segi bentuk material, kerangka produk menggunakan plat stainless steel. Stainless steel adalah paduan besi yang mengandung minimal 12 % kromium untuk ketahanan korosi. Stainless steel termasuk dalam kategori baja tahan karat dan contoh pengaplikasiannya dapat kita temui di kehidupan sehari-hari seperti peralatan masak, perlengkapan rumah tangga dan sebagainya. (hima-tl.ppns.ac.id,2015)

Jenis bentuk material yang digunakan dalam industri sangat banyak jenisnya, misalnya pipe/silinder, round tube, square tube, round bar logam dan paduannya. Bentuk material kerangka produk yang bengkok ini dapat dibahas dalam aspek bentuk material. Menurut buku Disain Produk 3 karangan Bram Palgunadi, aspek bentuk material mempelajari tentang peran material terhadap pembuatan suatu produk. Sebagian besar tampilan akhir produk karena bisa sangat dipengaruhi oleh bentuk material yang dipilih perencana untuk digunakan pada rancangannya.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa produk portable hammock set memiliki masalah pada bentuk material kerangkanya. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk membahas Tugas Akhir (TA) mencari bentuk material yang tepat serta kuat untuk diaplikasi pada portable hammock set menggunakan metode komparasi, dengan cara membandingkan beberapa bentuk material yang kuat digunakan untuk menahan beban tubuh manusia dengan judul "Pengembangan Material Kerangka Produk Portable Hammock Set (Aspek Material)"

Perancangan ini bertujuan untuk menerapkan keilmuan desain produk dalam memecahkan suatu masalah yang ada pada produk, menambah informasi, pengetahuan dan kekayaan desain dibidang keilmuan desain produk, untuk memberikan solusi pada kerangka produk Portable Hammock Set agar lebih kokoh.

Penelitian ini di identifikasikan masalah berdasarkan hasil hipotesa awal, produk *Portable Hammock Set* memiliki masalah dari segi kerangka, kerangka pada produk Portable Hammock Set tidak kuat karena bentuk material mudah roboh ketika didirikan, tidak kuat tersebut dari bentuk material yang digunakan pada Portable Hammock Set terlalu tipis sehingga produk tersebut tidak dapat berdiri dengan tegak, metode yang akan dipakai adalah metode komporasi dengan membandingkan bentuk material kerangka dari produk portable hammock yang ada di pasaran.

## 2. Tinjauan Umum

### 2.1 Landasan Teoritik

#### a. Perancangan

Perancangan dan pembuatan produk merupakan bagian besar dari semua kegiatan teknik yang ada. Kegiatan perancangan dimulai dengan didapatkannya persepsi tentang kebutuhan manusia, kemudian disusul oleh penciptaan konsep produk, kemudian diakhiri dengan pembuatan dan pendistribusian produk (Rosnani Ginting, 2010).

#### b. Kerangka

Kerangka memiliki kata dasar yaitu rangka. Rangka adalah rangkaian material yang saling bersambungan secara teratur dan membentuk suatu struktur. Rangka akan saling bekerja sama membentuk sebuah sistem rangka. Sistem rangka adalah suatu kesatuan yang memberikan dukungan yang disusun oleh sejumlah material. Material disini berupa Kayu, Stainless dan lainnya ([www.artikelsiana.com/2014/11/pengertian-rangka-fungsi-rangka-manusia.html](http://www.artikelsiana.com/2014/11/pengertian-rangka-fungsi-rangka-manusia.html))

#### c. Material

Menurut Callister&William, (2014) Material adalah sesuatu yang disusun atau dibuat oleh bahan. Menurut Mulyadi, (2000) Pengertian material adalah bahan baku yang diolah perusahaan industri dapat diperoleh dari pembelian lokal, impor atau pengolahan yang dilakukan sendiri. Material adalah sebagai beberapa bahan yang dijadikan untuk membuat suatu produk atau barang jadi yang lebih bermanfaat ([http://sir.stikom.edu/2127/4/BAB\\_II.pdf](http://sir.stikom.edu/2127/4/BAB_II.pdf)).

#### d. Faktor Penentuan Material Produk

Pemilihannya harus di dasarkan pada kriteria-kriteria tertentu, misalnya harga, sifat-sifat mekanis seperti kekuatan, kekerasan, dan lain-lain. Dengan sendirinya kriteria tersebut didasarkan pada kondisi kerja yang dikenakan pada produk tersebut. Material untuk konstruksi tidak sama kriterianya dengan material untuk komponen mesin, demikian juga dengan material untuk peralatan elektronik, material untuk peralatan rumah tangga, material untuk pesawat terbang dan lain sebagainya.

#### e. Metode Penelitian Komparasi

Metode komparasi adalah suatu metode yang digunakan untuk membandingkan data-data yang ditarik ke dalam konklusi baru. Komparasi sendiri dari bahasa inggris, yaitu compare, yang artinya membandingkan untuk menemukan persamaan dari kedua konsep atau lebih.

Komparasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia diartikan sebagai perbandingan. Menurut Winarno Surakhmad dalam bukunya Pengantar Pengetahuan Ilmiah (1986 : 84), komparasi adalah penyelidikan deskriptif yang berusaha mencari pemecahan melalui analisis tentang hubungan sebab akibat, yakni memilih faktor-faktor tertentu yang berhubungan dengan situasi atau fenomena yang diselidiki dan membandingkan satu faktor dengan faktor lain

Dengan menggunakan metode komparasi ini peneliti bermaksud untuk menarik sebuah konklusi dengan cara membandingkan material produk agar mengetahui persamaan dan perbedaan dari produk portable hammock yang sudah ada di pasaran dengan produk portable hammock set peneliti yang akan diperbaiki dalam segi material kerangka produk.

## 2.2 Landasan Empirik

### a. Analisa pada Produk *portable hammock set* Kuisisioner

Kuisisioner menggunakan 100 orang responden, dengan memberi pertanyaan dan jawaban dari responden. Pada hasil data lapangan, dalam hasil kuisisioner diatas usia responden dari umur 20-30 tahun dengan hasil persentase 58%, pada usia 16-20 tahun dengan hasil persentase 27%, dan usia 10-15 tahun dengan hasil persentase 15%. Hobi responden yang terbanyak adalah berwisata dengan perolehan persentase 65%, hoki hiking 20%, dan hobi *camping* sebesar 15%. Hasil kuisisioner, pernahkah responden saat menggunakan dan memasang hammock sendiri? Dan hasil dari jawaban responden yang menjawab pernah menggunakan dan memasang hammock sendiri adalah 55% dan yang tidak pernah sebesar 45%. Hasil kuisisioner responden menggunakan hammock di perkemahan sebanyak 19%, pegunungan sebanyak 17%, tempat wisata alam sebesar 17%, pantai sebesar 16%, hutan sebanyak 15%, rumah sebesar 15 persen dan di dalam rumah sebesar 1%. Responden yang mengetahui hammock pada gambar diatas sebesar 90% dan yang tidak mengetahui sebesar 10%. Kendala yang dialami dalam menggunakan *hammock* beragam yaitu 31% menemukan pohon terdekat, 23% menentukan cara mengikat tali *hammock* agar kuat dinaiki, 17% menentukan ketinggian ikatan *hammock* yang sesuai, 13% menentukan tegangan ayunan hammock, dan 10% menaiki *hammock* untuk pertama kali.

### b. Percobaan Portable hammock Set

Pada tahap ini penulis meminta seorang responden untuk mencoba menggunakan Portable Hammock Set. Diketahui bahwa pengguna memiliki berat badan 57 kg, tinggi badan 163cm dan usia pengguna adalah 21 tahun. Dari percobaan tersebut ditemukan beberapa hal yang terjadi, antara lain berikut:

- 1) Pengguna duduk pada *hammock* dengan bantuan dua orang.  
Percobaan pengguna menduduki *hammock* dengan bantuan dua orang untuk memegang kedua ujung tiang *hammock*. Pada percobaan ini pengguna mampu duduk dengan baik diatas *hammock* meski dengan ekspresi was-was karena merasakan kerangka yang mulai bergetar ketika menahan beban pengguna. Dalam hal ini posisi kerangka tetap lurus dan tegak.
- 2) Pengguna berbaring pada *hammock* namun masih bertumpu pada satu kaki.  
Dari percobaan pengguna mencoba menggunakan *hammock* dengan posisi berbaring. Dalam percobaan ini pengguna hanya mencoba berbaring dengan posisi kaki satu tetap di atas tanah dan satu lagi pada ayunan. Dalam posisi ini kerangka masih terlihat lurus dan tegak dan masih dibantu oleh dua orang untuk memegang kedua ujung kerangka.
- 3) Pengguna berbaring dengan posisi kaki di atas ayunan  
Pada bagian ini pengguna mencoba menggunakan *hammock* dengan posisi tubuh 100% berada di atas ayunan *hammock* dan tanpa bantuan untuk memegang kerangka. Hasilnya kerangka *hammock* tersebut bengkok ke dalam akibat beban pengguna. Selain itu, salah satu ujung kerangka yang tidak dipegangi pun tampak melayang di atas tanah dan tak lama kemudian pengguna terjatuh ke tanah akibat getaran dari *hammock* tersebut.  
Dari percobaan penggunaan *hammock* ini dapat disimpulkan bahwa kerangka *Portable Hammock Set* ini memang belum bisa digunakan secara maksimal karena kerangka tersebut tidak kuat menopang beban dari pengguna. Sedangkan diketahui pengguna tersebut hanya memiliki berat badan 57kg di usia 21 tahun, yaitu di sekitar persentil 50 menurut buku *Human Dimension For Interior Design* (2017: 104).

### c. Percobaan Metode Kawakita Jiro

Dalam membuktikan bahwa suatu produk memiliki permasalahan, metode Kawakita Jiro merupakan metode yang dapat memudahkan dalam memetakan fokus permasalahan pada suatu produk tersebut. Metode ini menggunakan pendapat responden sebagai tolak ukur permasalahan yang akan disimpulkan.

Dalam melaksanakan metode ini penulis menyiapkan sticky note, pulpen dan sebuah papan untuk menempel hasil pendapat responden. Setelah itu memasang produk Portable Hammock

Set tak jauh dari lokasi pelaksanaan penelitian, yaitu di samping gedung Telkom University Convention Hall. Tempat ini dipilih karena banyaknya mahasiswa yang lalu lalang di sekitar tempat tersebut. Sehingga responden dari penelitian ini adalah mahasiswa Telkom University.

- 1) Pembagian dan Pengisian *Sticky Note*  
 Dalam tahap ini penulis dan tim membagikan *sticky note* pada responden mahasiswa yang berada di sekitar lokasi. Responden menulis 2 kata pada 2 lembar *sticky note* dalam pelaksanaan penelitian ini.
- 2) Pengelompokan Kata  
 Setelah proses pengisian *sticky note* oleh responden, penulis mengelompokkan kata-kata yang memiliki sudut pandang maupun arti kata senada dengan kata-kata yang lain.
- 3) Pembuatan Charta & Penentuan Aspek  
 Setelah kata-kata tersebut dikelompokkan, penulis menamai kelompok tersebut menjadi 5 aspek bahasan, yaitu aspek visual, aspek kenyamanan, aspek bentuk, aspek persepsi dan aspek kerangka. Setelah dinamai, penulis memposisikan aspek tersebut pada *chart* sesuai dengan sifat kata yang ditulis. Apakah negatif, positif maupun positif negatif.
- 4) Hasil Metode KJ  
 Hasil dari metode KJ ini terlihat bahwa masalah yang paling berat pada produk ini ialah di bagian kerangka. Karena menurut responden, kerangka produk ini seram, mengerikan, ringkih, dan lain-lain. Sehingga penulis menyimpulkan bahwa produk *Portable Hammock Set* ini memiliki masalah dari segi kerangka dari metode KJ yang telah dilaksanakan.

### 2.3 Gagasan Awal Perancangan

Perancangan portable hammock set berawal dari produk mata kuliah studio 5 yang memiliki kekurangan dalam segi kerangka. Bentuk material kerangka produk tidak kuat menahan beban tubuh pengguna ketika berada di atas portable hammock set. Hasil tersebut didapatkan dari percobaan dilapangan pada responden sekaligus meneliti dengan menggunakan analisis KJ Method. Bentuk material kerangka produk portable hammock terbuat dari plat stainless steel. Karena ternyata bentuk material plat kerangka produk hammock tidak kuat untuk menopang beban yang diberikan oleh pengguna dan juga bentuk material dari kerangkanya mengalami deformasi ketika diberi tekanan. Maka dari itu penulis ingin memperbaiki perancangan dari bentuk material kerangka, sehingga produk tersebut menjadi lebih kokoh ketika dinaiki oleh pengguna.

## 3. Pembahasan

### 3.1 Aspek Bentuk Material

Bentuk material portable hammock set yang pernah dirancang menggunakan plat stainless steel 316L. Ukuran plat yang dipakai yaitu tebal 5mm dan lebar 5cm serta panjang 120cm. Dengan panjang kerangka bawah 210 cm, tinggi kerangka samping 100cm, panjang kerangka bawah ke belakang 60cm, panjang atap 240cm, panjang ayunan hammock 240cm, lebar atap 140cm, tinggi kerangka atap atas 100cm, panjang kerangka atap atas 100cm, tinggi atap dari atas tanah 60cm, panjang tali dari ayunan ke tiang kerangka samping 20cm, sudut ayunan 35 derajat. Bentuk material plat di atas tidak sesuai dengan kerangka portable hammock set karena bentuk tersebut lebih ke penggunaan medis dan peralatan lainnya dan bukan untuk perancangan konstruksi. Maka dari itu penulis akan merekomendasikan bentuk material yang cocok dan dapat diaplikasikan pada perbaikan perancangan kerangka portable hammock set.

### 3.2 T.O.R (Term of Reference)

#### 3.2.1 Pertimbangan Desain (Design Considerations)

- a) Rata-rata material produk di pasaran didesain menggunakan bentuk material pipe/silinder sebagai Kerangka Portable Hammock
- b) Tiga dari lima produk yang dikomparasi memakai bentuk material Pipe/ silinder untuk kerangka portable hammock.
- c) Material kerangka hammock memakai Aluminium untuk mempermudah merakit kerangka portable hammock.

#### 3.2.2 Batasan Desain (Design Constraints)

- a) Pengembangan yang dilakukan pada kerangka produk hanya difokuskan pada bentuk material kerangka yang akan diperbaiki.
- b) Penelitian ini ditujukan untuk pengguna portable hammock bertubuh besar di persentil 95.

- c) Permasalahan yang diperbaiki dari penelitian ini adalah bentuk material kerangka Portable Hammock Set saja.
- d) Pembuatan produk pada penelitian ini dibuat dalam bentuk prototype 1:1 dan diproduksi satuan, sehingga bentuk material yang digunakan bentuk material yang sesungguhnya. Bentuk material yang digunakan adalah Pipe/ silinder alumunium. Bentuk material pipe/ silinder alumunium yang dipakai merupakan bentuk material yang kokoh dan dapat menahan tubuh pengguna, tahan terhadap korosi, ringan lebih mudah dibentuk dan dapat ditemukan dipasaran untuk proses pembuatan portabel hammock set dalam jumlah sedikit. Maka penulis memakai bentuk material yaitu Pipe/ Silinder Alumunium Dural dengan diameter luar 3cm, tebal 5mm, dan diameter dalam 2,5cm

### 3.2.3 Kebutuhan Desain (Design Requirements)

- a) Kerangka produk harus mampu menahan berat tubuh pengguna serta membuat kerangka portable hammock berdiri tegak.
- b) Kerangka harus mampu menahan beban maksimal 125 kg.

### 3.2.4 Deskripsi Produk (Product Statement)

- a) Material kerangka produk ini adalah baja tahan karat yang anti korosi.
- b) Pengguna yang dapat menggunakan produk ini ialah pengguna dengan beban maksimal yaitu 125kg.

## 3.3 Gagasan Awal Perancangan

Perancangan ini melanjutkan dan memperbaiki masalah dari perancangan portable hammock set pada mata kuliah studio desain produk 5. Permasalahan terdapat pada kerangka portable hammock set yang tidak kuat menahan bobot tubuh manusia. Penelitian dilakukan pada seorang wanita yang memiliki berat badan 57kg tinggi 163cm umur 22 tahun. Bentuk material kerangka hammock set pada perancangan sebelumnya memakai Plat lebar 5cm dan tebal 5mm. Bentuk material plat menunjukkan bahwa bentuk material tersebut tidak dapat menahan bobot tubuh responden dan perlu adanya perbaikan dalam segi bentuk material kerangka. Bentuk material kerangka harus mempunyai kekuatan yang dapat menahan bobot tubuh pengguna ketika dinaiki. Sehingga solusi dari penelitian ini penulis menentukan kembali material untuk produk harus dapat menahan berat maksimal 125kg sesuai dengan data ergonomi.

## 3.4 Deskripsi Produk

Dari hasil penelitian ini membahas pada bagian bentuk material kerangka hammock. Bentuk kerangka menggunakan Pipe/ silinder Alumunium Dural. Bentuk material Pipe/ silinder akan dibuat untuk memperbaiki kerangka, sehingga bentuk material kerangka dapat lebih kokoh dan mampu menahan beban tubuh pengguna. Bentuk material pipe/ silinder Alumunium Dural tersebut beratnya lebih ringan dari yang direkomendasikan sebelumnya. Selain itu bentuk material Pipe/ silinder diketahui banyak dipakai untuk pembuatan kerangka kontruksi industri.

## 4. Kesimpulan

Pada perancangan ini masalah yang dibahas adalah kerangka portable hammock set yang tidak dapat menahan bobot tubuh pengguna sehingga perlu lakukan perbaikan kerangka. Perbaikan dilakukan dalam segi bentuk material kerangka, karena bentuk material yang dipakai dalam penelitian ini lebih kokoh dan dapat menahan beban tubuh pengguna. Bentuk kerangka menggunakan Pipe/ silinder Alumunium Dural. Bentuk material pipe/ silinder Alumunium Dural tersebut beratnya lebih ringan dari material sebelumnya. Selain itu bentuk material Pipe/ silinder banyak dipakai untuk pembuatan kerangka kontruksi industri. Jadi penulis memustuskan material yang digunakan untuk pembuatan prototype 1:1 memakai bentuk material pipe/silinder alumunium dural.

### Saran

Dalam Penelitian kali ini masih banyak ditemukan kendala dalam prosesnya terutama dalam segi material yang digunakan untuk pembuatan prototype 1:1. Perlu adanya pencarian lebih dalam lagi tentang bentuk-bentuk material yang tepat untuk diaplikasikan pada kerangka hammock, sehingga produk hammock akan lebih baik lagi dan dapat menemukan bentuk material yang tepat untuk menahan beban tubuh manusia pada kerangka hammock

### Daftar Pustaka:

- [1] Amanto, Hari, dan Daryanto. 1999. Ilmu Bahan Cetak Kedua. PT. Bumi Aksara. Jakarta.

- [2] T.Sofyan, Bondan.2011. Pengantar Material Teknik. Jakarta : Salemba Teknika
- [3] Suarsana, I KT.2017. Ilmu Material Teknik, Bali: Udayana
- [4] Surdia Ta, Saito Shinroku.1999. Pengetahuan Bahan Teknik,Pradnya Paramita
- [5] Universitas Lampung. <http://digilib.unila.ac.id/21128/17/BAB%20II.pdf>
- [6] Universitas Indonesia.  
<http://staff.ui.ac.id/system/files/users/ir.mahmud/material/pipa.pdf>
- [7] PT Karyawaja Ekamulia “Besi plat strp”.  
[http://www.karyawaja.com/file\\_pdf/produk.pdf](http://www.karyawaja.com/file_pdf/produk.pdf)
- [8] Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.  
<http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/15594/BAB%20I.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- [9] PT Yuening Steel. [http://www.yueningsteel.com/product\\_detail/316&316l-stainless-steel-pipe-15030180761850928.html](http://www.yueningsteel.com/product_detail/316&316l-stainless-steel-pipe-15030180761850928.html)
- [10] Akbar, Bakhrol. Toko Lisati Indonesia. <http://www.plat-aluminium.com/>
- [11] Aerodynamic Metals Pte. Ltd. <http://www.aerodynamicmetals.com/our-products/aluminium-alloy-tube-6061.html>
- [12] CV Sinhoat. <https://www.indonetwork.co.id/product/square-tube-besi-hollow-pipa-kotak-4529805>
- [13] Aluminium Extrusi. <http://www.trinityaluminum.com/ROUND-BAR.html>
- [14] PT Niki Four. <https://nikifour.co.id/karakteristik-plat-aluminium-dan-pemanfaatannya/>
- [15] Jinan Zhaoyang Aluminium Industry Co, Ltd.  
<http://indonesian.aluminiumalloysheet.com/sale-8389335-multi-function-aluminum-extrusion-tube-aluminium-round-tube-customized-sizes.html>
- [16] Universitas Indonesia.  
<http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/127715-D%2000990%20%20Pengaruh%20titanium.%20Literatur.pdf>
- [17] Universitas Indonesia. <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/125041-R040864-Pengaruh%20penambahan-Literatur.pdf>
- [18] Universitas Komputer Indonesia.  
[http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/709/jbptunikompp-gdl-sandysepti-35442-6-10\\_uniko-i.pdf](http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/709/jbptunikompp-gdl-sandysepti-35442-6-10_uniko-i.pdf)
- [19] Beyond Steel.  
[http://metal.beyond-steel.com/download/besi\\_kotak\\_pipa\\_hollow\\_square\\_tubes\\_rectangular\\_beyond\\_steel.pdf](http://metal.beyond-steel.com/download/besi_kotak_pipa_hollow_square_tubes_rectangular_beyond_steel.pdf)
- [20] Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan.  
[http://pustaka.stipap.ac.id/files/ta/1102341\\_170720105127\\_Bab\\_II.pdf](http://pustaka.stipap.ac.id/files/ta/1102341_170720105127_Bab_II.pdf)
- [21] Politeknik Negeri Sriwijaya.  
<http://eprints.polsri.ac.id/1909/3/03.%20BAB%20II.pdf>
- [22] Toko Besi Jaya Maju.  
<http://tbjayamaju.com/10-perbedaan-antara-aluminium-dan-stainless-steel/>