

# PERANCANGAN KONSTRUKSI *PORTABLE BRIDGE* DAN ALAT BANTUNYA UNTUK MOBIL PERKEBUNAN (WINTOR) DENGAN MEKANISME LIPAT

Adies Rahman Hakim<sup>1</sup>, Naveed Ahmad<sup>2</sup>

(1) Dosen Jur. Teknik Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Jl. Kanayakan 21 Bandung 40135,  
email: [adies@polman-bandung.ac.id](mailto:adies@polman-bandung.ac.id)

(2) Mahasiswa D4 Polman Jur. Teknik Rekayasa dan Pengembangan Produk  
email: [naveedahmadblog@gmail.com](mailto:naveedahmadblog@gmail.com)

## Abstrak

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia termasuk kedalam tanaman perkebunan utama. Luas dalam satu area perkebunan dapat mencapai ribuan hektar. Dimana setiap perkebunan dibagi kedalam wilayah-wilayah yang dikelilingi oleh parit. Dalam masa panen, TBS (Tandan Buah Segar) kelapa sawit per hektar yang dihasilkan dapat mencapai 1 sampai dengan 1,5 ton. Pengangkutan TBS dari area perkebunan ke TPH (Tempat Pengumpulan Hasil) dilakukan menggunakan mobil perkebunan Wintor yang memiliki kapasitas sekali angkut mencapai 350 kg. Saat ini untuk mengangkut hasil panen dari area perkebunan ke area TPH, Wintor harus memutar area perkebunan yang dikelilingi oleh parit tersebut dengan lebar antara 4 – 5 meter. Untuk mempersingkat waktu tempuh, Wintor direncanakan dapat menyeberangi parit tersebut dengan menggunakan jembatan yang dapat dibawa-bawa (*portable bridge*) sehingga dapat digunakan di area manapun. Berat *portable bridge* yang dibuat, harus dapat diangkat oleh Wintor dan dapat menahan beban maksimal Wintor beserta muatan saat melewatinya. Dalam proses pengembangannya, terdapat beberapa alternatif bentuk dan dimensi *portable bridge* yang biasa digunakan dengan bentuk dan berat yang bervariasi. Untuk memperoleh bentuk dan dimensi yang optimal dilakukan optimasi pada bagian rangka jembatan dengan menggunakan *software Solidworks*. Selain itu, proses perakitan dan *handling* jembatan pada saat akan dibentangkan ke seberang parit dapat menggunakan alat bantu *handling*. Alat bantu tersebut dirancang dengan memenuhi standar *portable bridge* yang telah dioptimasi, yang juga bersifat *portable* dan dapat dibongkar pasang. *Portable bridge* dan alat bantu *handling* dapat terangkut pada bak Wintor saat kondisi tanpa muatan.

**Kata kunci:** *Wintor, Portable bridge, Alat bantu handling, Kelapa sawit*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan utama dan salah satu komoditas unggulan dalam sektor perkebunan serta merupakan komoditas ekspor yang berperan penting dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Pada masa panen, Tandan Buah Segar (TBS) di area perkebunan harus diangkut segera ke pabrik untuk segera diolah. Proses pengangkutan TBS terjadi dalam dua tahapan, pertama mengangkut dari area perkebunan menuju tempat pengumpulan hasil (TPH) dan tahapan kedua pengangkutan dari TPH ke pabrik.

Tahapan yang akan dikaji adalah pengangkutan TBS dari perkebunan menuju TPH. Proses pemindahan TBS dari lokasi perkebunan ke

lokasi TPH sangat beragam seperti dengan cara diangkut menggunakan tanggungan, kereta dorong, dll. Dengan cara tersebut kapasitas TBS yang bisa dibawa sekitar 4-6 TBS. Penggunaan kendaraan bermotor dapat meningkatkan produktivitas sekitar 40% atau dengan kata lain kapasitas yang dipindahkan hanya sekitar 7-9 TBS.



Gambar 1.1 Cara pengangkutan TBS.

Untuk meningkatkan produktivitas, perusahaan AOP divisi Winteq membuat suatu alat pengangkut TBS yang dapat meningkatkan produktivitas hingga 350% atau dapat memindahkan 15-22 TBS ke lokasi TPH dalam satu kali angkut. Alat angkut tersebut dinamai

Wintor adalah sebuah *farm kart* yang dibuat dengan kapasitas angkut sampai dengan 350 kg dengan berat kosong wintor sebesar 500 kg. Wintor memiliki keterbatasan berakselerasi pada medan yang menanjak dengan maksimal kemiringan  $10^0$  dan hanya dapat dinaiki oleh dua orang.

Area Perkebunan yang luas menyebabkan berbagai kendala pengangkutan ke TPH. Salah satu kendala terbesar adalah adanya parit yang membatasi/mengelilingi lokasi perkebunan dengan lebar parit berkisar 4-5 meter. Oleh karena itu, dibutuhkan jembatan untuk wintor agar dapat mencapai lokasi tersebut. Saat ini hanya terdapat satu jembatan pada gerbang masuk perkebunan. Jika jarak pengangkutan jauh dari gerbang masuk maka wintor harus berputar untuk mencapai lokasi panen yang cukup memakan banyak waktu.



**Gambar 1.2** Kondisi parit di area perkebunan.

Konsep awal untuk mengatasi masalah di atas adalah dengan membuat *portable bridge* yaitu jembatan yang mudah dibawa wintor. Konstruksi wintor hanya memiliki satu gerobak untuk TBS dan tidak ada tempat lain untuk menyimpan *portable bridge*, maka *portable bridge* dibawa oleh wintor saat gerobak tidak terisi, *portable bridge* dibawa wintor ketika menuju lokasi perkebunan. Kemudian *portable bridge* diturunkan dan dirakit menjadi jembatan bagi wintor untuk menyebrangi parit. Setelah itu wintor menuju ke lokasi perkebunan mengangkut TBS dan kembali melewati jembatan yang sama menuju TPH. Setelah wintor selesai mengangkut seluruh hasil panen wintor kembali ke area parit untuk membawa kembali *portable bridge* dan menyimpannya di gerobak yang kosong.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan kajian mengenai latar belakang, uraian permasalahan yaitu membuat rancangan

konstruksi *portable bridge* yang mampu dilewati wintor dengan beban maksimal serta mudah dalam perakitan dan penanganannya. Selain itu, *portable bridge* harus bisa disimpan di bak wintor untuk di bawa menuju lokasi .

## 1.3 Ruang Lingkup Kajian

Ruang lingkup kajian adalah menghitung seluruh konstruksi *portable bridge* yang dirancang mulai dari menentukan pembebanan maksimal hingga menentukan dimensi setiap komponen *bridge*. Selain itu dirancang pula alat bantu *handling* untuk proses pemasangan *portable bridge* di lokasi

## 1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan melakukan perancangan *portable bridge* utamanya adalah untuk meningkatkan produktivitas kerja dengan meminimalkan waktu tempuh dari TPH ke lokasi perkebunan dan meminimalkan jumlah pekerja yang mengangkut TBS pada satu area perkebunan.

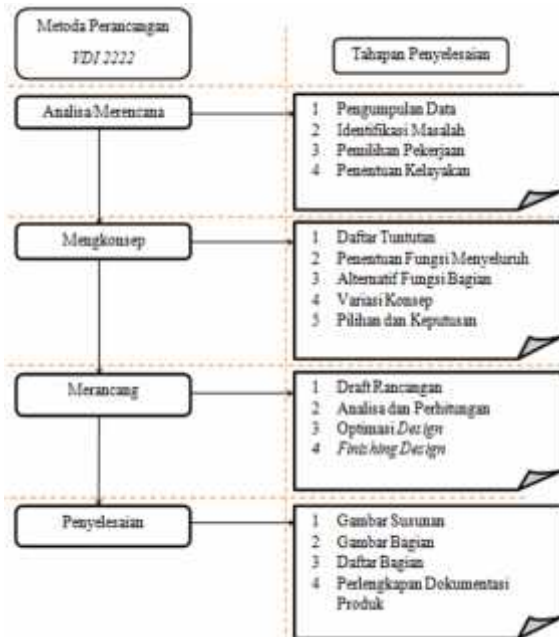
## 2. Proses Perancangan

### 2.1 Metodologi Perancangan

Metodologi perancangan yang digunakan adalah *VDI 2222*. Pada metodologi ini terdapat empat tahapan utama dalam penyelesaian suatu rancangan yaitu tahap merencana, mengkonsep, merancang, dan tahap penyelesaian.

### 2.2 Tahap Merencana

Dalam tahap merencana, dilakukan proses identifikasi pada wintor dari data yang diberikan oleh pihak AOP divisi Winteq. Data yang diperoleh adalah dimensi bak wintor yang akan difungsikan untuk menyimpan *portable bridge* yaitu sebesar 1168 x 1085 mm. Proses identifikasi dilakukan juga pada produk *portable bridge* dengan spesifikasi khusus yang telah ada dan juga terhadap produk yang dikembangkan di winteq. Hasil proses identifikasi akan dijadikan sebagai acuan dan pembandingan terhadap rancangan yang akan dibuat.



Gambar 2.1 Diagram metodologi perancangan berbasis VDI 2222.



Gambar 2.2 Portable bridge yang telah ada.



Gambar 2.3 Salah satu portable bridge yang sedang dikembangkan oleh winteq.

### 2.3 Tahap Mengkonsep

Proses pertama dalam tahap mengkonsep adalah membuat daftar tuntutan sebagai acuan pembuatan rancangan. Selanjutnya menentukan fungsi keseluruhan dari *portable bridge* dengan metode *black box* yang kemudian akan menghasilkan struktur fungsi bagian pada masing-masing sub fungsi bagian rancangan.

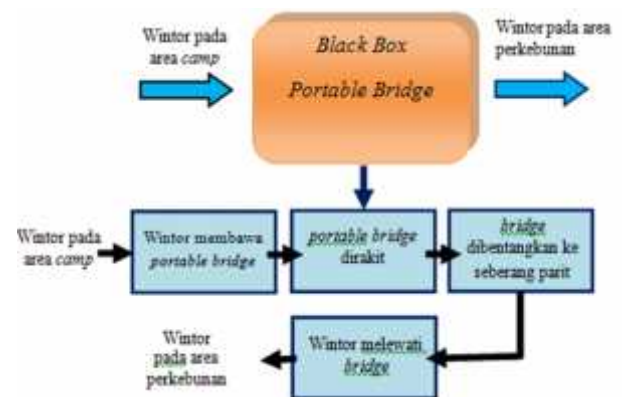
Pada daftar tuntutan, terdapat spesifikasi yang diberi tanda bintang (\*) yang merupakan dasar dimana selain *portable bridge* yang harus dirancang, alat bantu *handling* nya pun perlu dirancang. Dengan berat jembatan maksimum per panjang 6 meter seberat 120 kg pada

tuntutan pendukung dan proses perakitan dan *handling* maksimal dilakukan oleh 2 orang operator pada tuntutan utama, maka perlu adanya alat bantu untuk proses tersebut.

Tabel 2.1 Daftar Tuntutan.

No.	Daftar Tuntutan	Spesifikasi
<b>Tuntutan Utama</b>		
1	Beban maksimum jembatan	1 Ton
2	Panjang jembatan	6 Meter
3	Lebar roda wintor	250 mm
4	Perakitan & <i>handling</i> jembatan	Maksimal oleh 2 operator*
5	Mekanisme perakitan	Lipat
<b>Tuntutan Pendukung</b>		
1	Dimensi lain (lebar, <i>pre-assy</i> , dll.)	Disesuaikan dengan spesifikasi wintor
2	Jumlah segmen jembatan	3-4 segmen pada satu jembatan
3	Berat jembatan	Mak. 120 Kg/bagian (per 6 meter)*
<b>Keunggulan</b>		
1	Mudah dalam perakitan & <i>handling</i>	*
2	Mudah dalam perawatan	
3	<i>Lifetime</i> lama	
4	<i>Sparepart</i> terdapat banyak dipasaran	

Pada gambar 2.4 terdapat penjabaran mengenai isi *black box* untuk perancangan *portable bridge* dan alat bantu *handling*-nya. *Portable bridge* dan alat bantu dibawa oleh wintor dan ditempatkan pada bak wintor. Setelah wintor berada di area sekitar parit, *portable bridge* diturunkan dengan menggunakan alat bantu kemudian dirakit menjadi panjang 6 meter. kemudian jembatan dibentangkan ke seberang parit dengan menggunakan alat bantu agar operator lebih mudah dan lebih cepat untuk memasang jembatan. Sehingga wintor dapat melewati parit dengan stabil dan dapat mengangkut TBS dari lokasi perkebunan ke TPH dengan waktu yang lebih cepat.



Gambar 2.4 Black box konstruksi rancangan portable bridge.

Setelah *black box* terdefinisi kemudian dibuat struktur fungsi bagian. Struktur fungsi bagian dibuat pada rancangan *portable bridge* dan alat bantu.

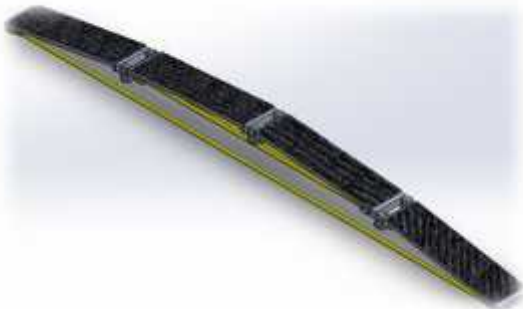


Gambar 2.5 Diagram fungsi bagian *portable bridge*.



Gambar 2.6 Diagram fungsi bagian alat bantu.

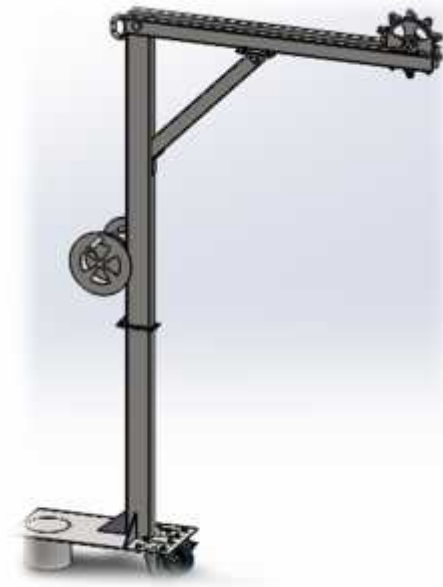
Setelah proses pembuatan alternatif dari masing-masing fungsi bagian dan menghasilkan beberapa konsep dari rancangan *portable bridge* dan alat bantu *handling*-nya maka didapatkanlah konsep terpilih melalui proses pemilihan konsep berdasarkan VDI 2222 dan memutuskan konsep ideal berdasarkan VDI 2225. Berikut merupakan konsep terpilih untuk rancangan *portable bridge* dan alat bantu *handling*.



Gambar 2.7 Konsep rancangan h.

Kelebihan pada konsep rancangan *portable bridge* terpilih tersebut adalah konstruksinya ringan karena batang yang mengalami beban tarik diganti dengan tali baja (sling). Selain dimensinya yang kecil juga mudah dalam proses perakitan dan penanganannya

Dan kelebihan untuk rancangan alat bantu yang dibuat terpisah adalah konstruksinya bisa dilipat sehingga ukurannya menjadi lebih kecil (tidak memakan banyak ruang), konstruksi lipat menggunakan sistem engsel dan togel yang menyatu dengan alatnya (tidak ada bagian yang terlepas), mengingat kondisi lapangan di lokasi perkebunan yang tidak bisa diprediksi

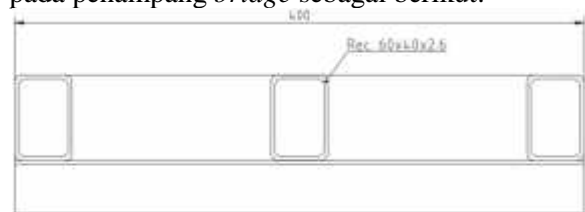


Gambar 2.8 Konsep rancangan alat bantu *handling* terpilih.

### 3. Perhitungan Rancangan

#### 3.1 Data Jembatan

Dari konsep terpilih telah ditentukan dimensi pada penampang *bridge* sebagai berikut:



Gambar 3.1 Bentuk penampang jembatan.

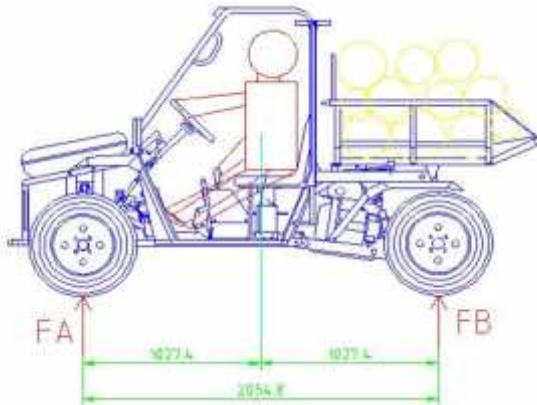
Dari penampang tersebut dapat diperoleh data besarnya momen inersia dan momen tahanan yang dimiliki penampang jembatan. Berikut data informasi penampang tersebut:

$$\begin{aligned} I_x &= 708000 \text{ mm}^4 \\ W_x &= 23580 \text{ mm}^3 \\ A &= 1458 \text{ mm}^2 \\ m' &= 3.81 \text{ kg/m} \\ \sigma_{iz} &= 120 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

#### 3.2 Penentuan Gaya Luar (DBB Wintor)

Gaya luar yang mempengaruhi pada perhitungan konstruksi jembatan adalah beban dari wintor. Wintor dihitung pada saat beban maksimal yaitu ketika wintor mengangkat TBS sebesar 350 kg dan dinaiki oleh dua operator. Berat wintor sendiri adalah 500 kg dan berat masing-masing operator adalah  $\sim 60$  kg. Berat total yang mengakibatkan gaya luar adalah sebesar 970 kg.

Untuk perhitungan beban digenapkan menjadi 1 ton atau 10 kN. Berikut DBB pada wintor saat mengangkut beban maksimal, titik berat diasumsikan di tangan-tengah :



Gambar 3.2 DBB pada wintor.

Pada gambar DBB wintor diatas, ditampakkan untuk setengah pandangan sehingga gaya luar menjadi 5000 N. Untuk gaya tumpuan ditentukan sebagai berikut:

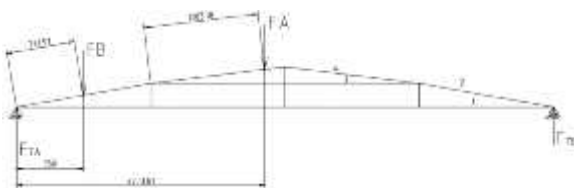
$$F_{aksi} = F_{reaksi} \quad (1)$$

Karena jarak tumpuan seimbang, maka  $FA = FB = F/2 = 2500 \text{ N}$ .

### 3.3 Penentuan Gaya Terbesar

Gaya terbesar yang diterima jembatan harus dicari terlebih dahulu karena wintor melewati jembatan dengan kecepatan tertentu pada setiap waktunya. Untuk menentukan gaya terbesar pada jembatan, dicari dalam 5 kondisi wintor saat melewati jembatan sebagai berikut:

- Kondisi 1 : Pada saat seluruh bagian wintor melewati jembatan
- Kondisi 2 : Pada saat ban belakang wintor berada pada posisi tengah-tengah batang 2
- Kondisi 3 : Pada saat ban belakang wintor berada pada sambungan batang 2 dan 4
- Kondisi 4 : Pada saat ban belakang wintor berada pada posisi tengah-tengah batang 4
- Kondisi 5 : Pada saat ban belakang wintor berada di tengah-tengah jembatan.



Gambar 3.3 DBB pada jembatan saat kondisi 2.

Berdasarkan perhitungan gaya-gaya yang terjadi pada masing-masing kondisi maka didapatkan gaya-gaya sebagai berikut:

Tabel 3.1 Gaya dan momen yang terjadi pada setiap kondisi.

Kondisi	Gaya tarik-tekan yang terjadi (N)				Momen yg terjadi (Mb)	
	Tali Baja 1 [T]	Batang 2 [C]	Tali Baja 3 [T]	Batang 4 [C]	Batang 2 Mb <sub>1</sub>	Batang 4 Mb <sub>2</sub>
1	23574.55	23938.25	10280.1	34100.9	-	852048.43
2	20030	20339	8734.46	28980.45	937492.67	480533.45
3	16411.65	16664.85	7156.6	23745.25	-	874009.57
4	15453.1	15691.2	6738.6	22358.35	-	827491.23
5	18997.65	19290.75	8284.25	27486.8	863654.79	-

### 3.4 Kontrol Dimensi

Berdasarkan tabel diatas, perhitungan kontrol dilakukan pada pembebanan terbesar untuk setiap kondisi. Untuk bentuk penampang yang telah dijelaskan sebelumnya, semua dimensi setelah dilakukan pengontrolan didapatkan hasil yang aman.

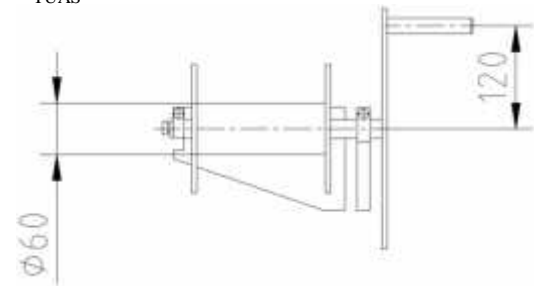
### 3.5 Penentuan Gaya Tangan Pada Alat Bantu

Gaya tangan yang diperlukan operator untuk memutar tuas agar jembatan dapat terangkat harus dibawah 1/3 berat badan rata-rata orang indonesia yaitu sekitar 200 N.. Gaya tangan harus menghasilkan torsi yang sama dengan gaya angkatnya. Berikut merupakan hasil konsep untuk tromol dan datanya,

$$F_{TALI} = 750 \text{ N}$$

$$R_{TROMOL} = 30 \text{ mm}$$

$$R_{TUAS} = 120 \text{ mm}$$



Gambar 3.4 Konsep dimensi pada tromol.

$$F_t = \frac{F_{tali} \cdot R_{tromol}}{R_{tuas}} \quad (2)$$

$$F_t = \frac{750 \text{ N} \times 30 \text{ mm}}{120 \text{ mm}}$$

$$F_t = 187.5 \text{ N}$$

Gaya tangan yang dihasilkan masih lebih kecil dari 200 N, maka gaya untuk memutar dapat dilakukan oleh operator. Dengan alat bantu ini, proses perakitan dan penanganan jembatan akan menjadi lebih ringan dan mudah.

#### 4. Kesimpulan

Hasil perancangan tersebut telah memenuhi tujuan yang diinginkan yaitu merancang struktur *portable bridge* dan alat bantu *handling* untuk meningkatkan produktivitas pengumpulan TBS sekitar 10-25%. Selain itu, dengan telah dibuatnya konstruksi ini, perusahaan dapat meminimalkan jumlah pekerja..

Pada bagian konstruksi *portable bridge*, terdapat satu tuntutan yang tidak terpenuhi yaitu berat dari konstruksi jembatan. Berat yang diinginkan maksimal 120 kg, sedangkan hasil rancangan didapatkan berat sekitar 150 kg. Tetapi karena telah dirancangnya alat bantu *handling*, maka masalah dari berat jembatan bisa diminimalisir karena *handling* operator untuk melakukan perakitan dan membentangkan jembatan menjadi lebih mudah. Jika tidak ada alat bantu *handling*, maka operator harus mengeluarkan gaya sekitar 600 N per operator untuk membentangkan jembatan, sedangkan dengan menggunakan alat bantu hanya dibutuhkan 1 orang operator untuk mengeluarkan gaya sekitar 190 N.

Berat konstruksi jembatan sekitar 150 kg dan konstruksi alat bantu adalah sekitar 28 kg. Total berat dari kedua konstruksi tersebut sekitar 328 kg, karena jembatan terdiri dari 2 buah. Kapasitas angkut wintor adalah 350 kg, jadi kedua konstruksi yang telah dirancang dapat diangkat oleh wintor. Konstruksi *portable bridge* berupa *re-assembling* sistem dan alat bantu pun memiliki mekanisme lipatan serta pada salah satu bagian bersifat *knock-down* sistem.

#### Daftar Pustaka

- [1] Böge, Alfred. 1992. *Das Techniker Handbuch 13. Auflage.* Vieweg. Deutschland.
- [2] Federal Highway Transportation. 2012. *Steel Bridge Design Handbook: Bridge Steels and Their Mechanical Properties.* Publication No. FHWA-IF-12-052-Vol.1. United States.
- [3] Hakim, A R., 2005, *Kekuatan Bahan Dasar*, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Bandung.
- [4] Kunwoo, Lee, 1999. *Principles of CAD/CAM/CAE System.* Addison Wisley Longman, Inc. Seoul National University, Korea.
- [5] Muhib, A.Z., 2010. *Mesin Pemindah Bahan: Material Handling Equipment,* Andi Publisher. Jakarta, Indonesia.
- [6] Pahl, G., Beitz, G., Feldhusen, J., Grote, K.H., 2004. *Engineering Design: A Systematic Approach, Third Edition.* Springer. Aachen. Deutschland.
- [7] Wittel, H., Muhs, D., Jannasch, D., Voßiek, J., 2007. *Roloff / Matek Maschinen-elemente: Normung, Berechnung, Gestaltung 21. Auflage.* Springer Vieweg. Deutschland.
- [8] Wurtemberger, G., 1982. *Tabellenbuch Metall.* Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer & Co. OHG. Berlin, Deutschland.
- [9] Yusuf, E. T., 2012. *Manajemen Pemanenan Tandan Buah Segar Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) Di Teluk Siak Estate, PT. Anekan Intipersada Minamas Plantations, Riau.* Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.
- [10] Borille, A. V and Gomes, J. de O., *Selection of Additive Manufacturing Technologies Using Decision Methods.* Technological Institute of Aeronautics – ITA, Brazil. <http://www.intechopen.com> (Diunduh pada 29 April 2014, 11:46 WIB)