

# ANALISA BIAYA DAN PERANCANGAN ALAT PEMASANG *BUSHING* PADA *ATTACHMENT* PC 400 DENGAN METODE VDI 2221

Razul Harfi<sup>1)</sup>, Ucok Mulyo Sugeng<sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Industri Institut Sains dan Teknologi Nasional

Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta 12640, Indonesia

Email : [razul@istn.ac.id](mailto:razul@istn.ac.id), [ucok@istn.ac.id](mailto:ucok@istn.ac.id)

## ABSTRAK

Pembuatan sebuah alat harus mencakup minimal 3 (tiga) hal yaitu realistik, estetika dan ergonomi. Pembuatan *tool* untuk memperkecil *lead time* suatu pekerjaan, mengurangi kerja ulang (*Re-Do*) dan mengurangi *accident* dari pekerjaan tersebut sangatlah diperlukan sebagai salah satu solusi dalam melakukan efisiensi biaya dari suatu kegiatan produksi.

Metode perancangan VDI 2221 digunakan untuk menyelesaikan permasalahan serta mengoptimalkan penggunaan material dan teknologi. Beberapa tahapan perancangannya adalah klasifikasi tugas, perancangan konsep produk, perancangan wujud produk, dan perancangan terinci.

Alat pemasangan *bushing* dapat dibuat dengan material-material standar serta menggunakan peralatan-peralatan yang sudah tersedia di *workshop*. Proses perakitan, pemasangan, serta pengoperasian *relative* mudah. Konsep bentuk variasi terpilih adalah variasi I dengan tekanan maksimum 441 kg/cm<sup>2</sup> dengan biaya produksi Rp 11.242.100,-

**Kata kunci:** *Pengurangan lead time, pengurangan accident, pengurangan kerja ulang, VDI 2221*

## 1. PENDAHULUAN

PT Kalimantan Prima Persada adalah anak perusahaan PT PAMA Persada Nusantara (PAMA Group) yang bergerak dibidang *Integrated Mining Service*. Area kerja PT Kalimantan Prima Persada terletak di Pulau Kalimantan (Kalsel, Kalteng, Kaltim, Kaltara). Bila dilihat dari aktivitas pekerjaannya meliputi perencanaan tambang, *land clearing & top soil removal, coal getting, hauling pit to ROM, hauling ROM to port, barging* dengan komoditi adalah batu bara (*coal*).

Dalam kegiatan bertambang tersebut membutuhkan *reliability* dan *avability* dari

unit alat berat yang optimal. Kegiatan *repair* dan *maintenance* yang meliputi *service, midlife, remove and install (R & I),* fabrikasi dan *overhaul*, harus dilakukan secepat dan seefisien mungkin tanpa harus mengurangi kualitas dari *repair* dan *maintenance* itu sendiri. Salah satu kegiatan yang membutuhkan waktu yang lama dari aktivitas *repair* dan *maintenance* adalah *remove and install* (*Rattachment* alat berat meliputi kegiatan mengganti *bushing* dan *pin* pada *attachment* alat berat. Dalam kegiatan R & I *bushing* dan *pin* terutama *bushing* dibutuhkan tingkat akurasi dan kepresisian part (*bushing*) yang akan di pasang (diinstall), bila sedikit saja tidak presisi (diluar standard toleransi)

maka tidak akan terpasang pada *attachment*. Banyak masalah terjadi *bushing* tidak terpasang dengan presisi atau tidak dapat terpasang pada *attachment* yang disebabkan kesalahan dalam proses instalisasi salah satunya dengan dilakukan pemukulan dengan palu pada *bushing* tsb agar masuk pada lubang *attachment* padahal dengan dilakukan proses pemukulan tsb selain dapat merusak *part*, proses tersebut juga tidak aman (*unsafe*) karena dengan proses pemukulan terjadi benturan antara 2 logam (*bushing* & palu) sehingga menyebabkan *gram/chip* yang mana bila *gram/chip* tsb terlempar/melenting dan mengenai tubuh kita maka akan berakibat *accident* baik, *minor accident*, hingga *fatal accident*.

Dengan melihat masalah yang sering terjadi tsb dilapangan maka harus segera dicarikan solusinya untuk proses instalisasi *bushing* pada *attachment* yang efisien dan *safety*. Analisa dan perancangan alat (*special tool*) yang dapat digunakan untuk menjadi solusi dari problem tsb sangatlah penting sehingga dapat menurunkan *lead time* pengerjaan dan tetap selamat dalam bekerja (*safety*). Hal ini juga diperparah dengan fakta pasar dimana seiring berjalannya waktu harga batu bara mengalami penurunan dimana pada Juli 2014 adalah US\$ 73,66 / ton dan pada Juli 2015 harganya US\$ 63,88 / ton sehingga para pemilik tambang dan juga kontraktor pertambangan harus melakukan efisiensi agar bisa bertahan.

Berdasarkan latar belakang yang terjadi, maka dapat ditarik permasalahan-permasalahan yang timbul yaitu *lead time* instalisasi *bushing* yang membutuhkan waktu yang lama, *unsafe action* dalam proses instalisasi *bushing* pada *attachment*. Cara mengatasi masalah tersebut agar diharapkan dapat menurunkan *lead time* pengerjaan dan menghindari kecelakaan kerja yang disebabkan kegiatan yang tidak aman.

Melalui kegiatan pembuatan *special tool* dengan metode VDI 2221, diharapkan akan terjadi penurunan *lead time* pengerjaan instalisasi *bushing* pada *attachment* dan

dapat menghindari seorang pekerja dari kecelakaan kerja akibat proses pekerjaan yang tidak aman..

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daftar Kehendak

Untuk mengatasi masalah diatas maka dicarikan ide-ide yang dikehendaki sebagai kesimpulan kehendak-kehendak untuk pemecahan masalah tersebut seperti dibawah ini :

1. Dapat memasang *bushing* dengan mudah
2. Dapat memasang *bushing* tanpa menggunakan tenaga yang besar
3. Alatnya sederhana
4. Alatnya bisa dibongkar pasang
5. Bisa dilakukan maksimal oleh 2 orang
6. Material mudah didapatkan
7. Alat-alat memakai alat yang ada di perusahaan
8. Aman untuk penggunaanya
9. Tidak memerlukan keahlian khusus untuk mengoperasikannya
10. Cara kerjanya sederhana
11. Dibuat di Workshop sendiri

Dari urutan tersebut, kemudian disusun secara sistimatis kedalam daftar yang disebut daftar kehendak, kemudian dibagi menjadi dua kategori kehendak *Demands* (D) dan *Wishes* (W) untuk dibuat abstraksi agar meminimalisir tujuan kuantitatif menjadi tujuan yang kualitatif dalam perancangan alat tersebut menjadi Alat pemasang *bushing* pada *attachment* PC 400 dengan menggunakan tenaga dorong yang dapat dibongkar pasang, Mudah dioperasikan, mudah perawatan dan aman

### 2.2 Struktur Fungsi

Struktur fungsi menunjukkan secara urutan - urutan yang terjadi pada fungsi yang berkaitan antara input dan out put dari suatu sistim dalam menentukan tugas pekerjaan. Langkah untuk fungsi merupakan tugas

pengukuran yang memecah tugas secara bebas dengan rumusan secara abstrak

**2.3 Prinsip Solusi**

Pencarian Prinsip solusi untuk memenuhi sub fungsi. Dalam pencarian prinsip solusi untuk memenuhi sub fungsi, digunakan daftar berikut sebagai pedoman:

1. Pencarian *literature*
2. Analisa dari keberadaan dari *test rig* serba guna
3. Diantaranya metoda dengan intuitif bias
4. *Brainstroming*
5. Diantaranya metoda dengan diskursir bias
6. Pencarian sistimatis dengan bantuan skema klasifikasi
7. Variasi dari jenis energi, gerak dan permukaan
8. Menggunakan katalog perancangan dari prinsip-prinsip transformasi gaya

Prinsip solusi dikombinasikan dengan menggunakan skema klasifikasi. Sebab - sebab keterbatasan ruangan dan waktu, hanya sub fungsi yang terpenting dari prinsip solusi yang dimasukkan. Prinsip solusi alat pemasang *bushing attachment* pada PC 400 (Alat berat) menggunakan sketsa, dari sub fungsi yang berupa daya tekan, proses terjadinya gaya dalam pemasangan *bushing* pada *attachment* PC 400.

Dengan dicari beberapa prinsip solusinya maka akan didapat kombinasi gerak dari struktur fungsi, yang pada prinsipnya dapat melaksanakan sub fungsi sub fungsi tersebut. Prinsip solusi untuk alat pemasang *bushing* pada *attachment* PC 400 (Alat Berat)

**2.4 Struktur Modul**

Suatu sistim yang terdiri dari bagian-bagian pokok bentuk dasar hingga terbentuk

susunan organ kerja atau merupakan pengatur/penyusun beberapa prinsip solusi, sehingga mempunyai alternatif kombinasi yang kemudian diseleksi lagi untuk dapat diwujudkan dalam pilihan yang tepat.

**5. Pilihan Kombinasi Yang Cocok dari Kombinasi Prinsip Solusi**

Berikut data *brainstorming* terhadap rekan-rekan Plant Dept. di area ASMI & TOPB yang digunakan untuk mengumpulkan parameter yang akan dirangkum dalam tabel pemilihan kombinasi prinsip solusi.

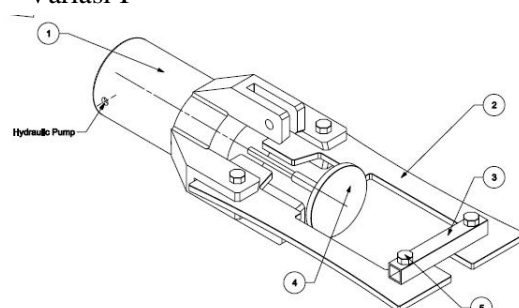
**Tabel 1** Pemilihan kombinasi prinsip solusi

STARATA SATU	TABEL PEMILIHAN ALAT EMASANG BUSHING ATTACHMENT PPC 400							
	KEPUTUSAN							
(+)Ya	(+)Ya							
(X) Tidak	(X) Tidak							
(?) Kurang Informasi	(?) Kurang Informasi							
(!) Periksa Sesifikasi	(!) Periksa							
Alternative Pilihan	Sesifikasi Parameter							Hasil
	Cocok dengan semua kehendak	Ketersediaan material/bahan	Kesulitan perakitan	Mudah dipelihara	Dapat dioperasikan oleh operator	Dapat dioperasikan oleh operator	Informasi	
Variasi 1	+	+	+	+	+	+	+	+
Variasi 2	+	+	+	+	X	+	X	X
Variasi 3	X	+	X	X	X	X	!	X
Variasi 4	X	X	+	X	X	X	X	X

Dari alternatif kombinasi prinsip-prinsip solusi yang ada dapat kita pertimbangkan dengan faktor sebagai berikut :

1. Ketersediaan Material/Bahan
2. kekuatan Bahan
3. kesulitan perakitan
4. pengubahan cara pengoperasian
5. kemudahan dalam perawatan
6. memenuhi keharusan dari daftar kehendak.

Maka dari data-data diatas, kita dapat menentukan Variasi yang terbaik, yaitu Variasi I



Gambar 1 Bentuk Variasi 1

Gambar 2 Puller

## 6. Analsa Kekuatan Teknik

### a. Hydranlic Pump

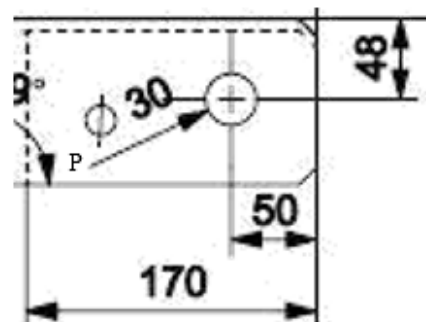
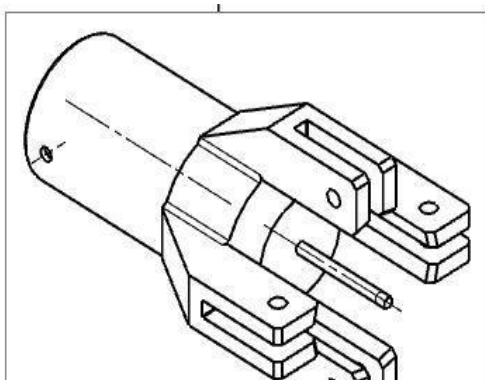
Tenaga yang digunakan dalam rancangan alat ini adalah tenaga yang dihasilkan oleh satu unit Hidrolik dengan tekanan yang dihasilkan sebesar 400 Bar setara dengan 441 kg/cm<sup>2</sup> dan kemudian dalam perhitungan dibulatkan menjadi 500 kg/cm<sup>2</sup> tekanan sebesar ini disalurkan melalui *puller* yang akan menekan *bushing*.

### b. Puller

*Puller* adalah bagian dari peralatan mekanik yang digunakan untuk melakukan pemasangan atau pelepasan *bushing* dengan cara kerja mendorong *bushing*. Alat ini akan terhubung dengan pompa hidrolik yang nantinya berfungsi untuk memasang *bushing*.

*Puller* merupakan bagian utama dari peralatan *special tool install bushing* yang bersentuhan langsung dengan *bushing* yang ingin dipasang atau dilepaskan ketika penggunaan. Alat ini memang memiliki bermacam-macam jenis dan juga ukuran, oleh karena itu untuk pemasangan atau pelepasan *bushing* dengan ukuran yang berbeda, harus menggunakan *puller* yang berbeda juga, agar hasilnya yang lebih baik dan juga tidak merusak komponen lainnya. Alat ini terbuat dari bahan-bahan yang kuat dan juga anti karat, sehingga akan tahan lama dan awet.

Analisa kekuatan *puller*:



Gambar 3 Gambar Penampang Puller

Dimana :

$$P = \text{Tekanan} = 500 \text{ (Kg/Cm}^2\text{)}$$

$$F = \text{Gaya Tekan ( N )} = ? \text{ N} = W = m \cdot g$$

$$A = \text{Luas Penampang} = 1632 \text{ (Cm}^2\text{)}$$

$$P = \frac{F}{A}$$

$$500 = \frac{F}{1632}$$

$$F = 500 \times 1632$$

$$F = 816000 \text{ newton}$$

maka  $m = 816000/10$  dianggap  $g = 10 \text{ m/dt}^2$

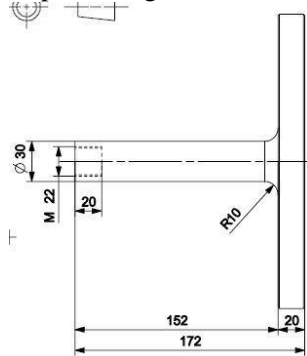
$$m = 81600 \text{ kg}$$

$$m = 81,6 \text{ ton}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat bahwa gaya yang diteruskan oleh puller adalah gaya yang seberat 81,6 ton dibulatkan 82 ton Dibulatkan gaya tekan yang diteruskan menjadi 82 newton

c. *Extention up*

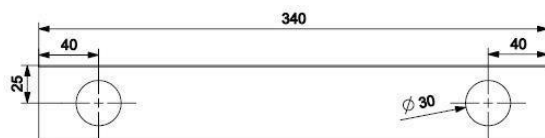
Fungsi *Extention* adalah memegang produk yang akan dipasang atau dilepas bushing agar tidak merusak komponen lain pada saat pemasangan.



Gambar 4 *Extention up*

d. *Stopper*

*Stopper* adalah bagian dari *special tool* *install bushing* yang berfungsi untuk menahan *extention up* pada saat *puller* menekan *bushing* pada saat pemasangan.



Gambar 5 *Stopper*

Dimana :C

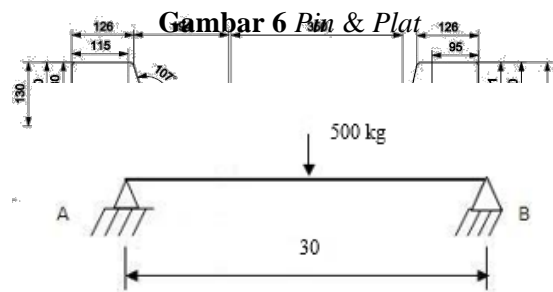
P = Tekanan (kg/cm<sup>2</sup>)

F = Gaya Tekan = 41 000 kg  
 A = Luas Penampang (cm<sup>2</sup>) = LK = P x l  
 = 340 x 50  
 = 1700 Cm<sup>2</sup>

$$P = \frac{41000}{1700} = 24,118 \text{ Kg/Cm}^2$$

a. *Pin dan Plat*

Digunakan untuk mendorong *bushing* dengan bantuan *puller*.



$$P = 500 \text{ kg} = 0,5 \text{ Ton}$$

$$\sum AB = 0$$

$$P \times 0,003\text{m} = 0$$

$$0,5 \times 0,003 = 0$$

$$RAB = 0,0015 \text{ Ton}$$

3. METODE PENELITIAN

Proses pengembangan alat yang umum terdiri dari enam tahap, proses ini diawali dengan suatu fase perencanaan, yang berkaitan dengan kegiatan-kegiatan pengembangan teknologi dan penelitian tingkat lanjut.

Output fase perencanaan adalah pernyataan misi proyek, yang merupakan input yang dibutuhkan untuk memulai tahap pengembangan konsep dan merupakan suatu petunjuk untuk tim pengembangan, penyelesaian dari proses pengembangan produk adalah peluncuran produk, dimana produk tersedia untuk dibeli dipasar.

Salah satu cara untuk berpikir tentang proses pengembangan adalah sebagai kreasi pendahuluan dari sekumpulan alternatif konsep produk dan kemudian mempersempit alternatif-alternatif dan menambah spesifikasi produk hingga produk dapat diandalkan dan diproduksi ulang dalam system produksi. Sebagai catatan,

kebanyakan fase pengembangan didefinisikan berdasarkan keadaan produk, meskipun proses produksi dan rencana pemasaran, yang merupakan output –output berwujud yang lain, juga turut berproses mengikuti kemajuan pengembangan.

Cara lain untuk berpikir tentang proses pengembangan adalah sebagai sistem pemrosesan informasi, proses dimulai dengan input, seperti sasaran perusahaan dan kemampuan teknologi yang tersedia, platform produk dan sistem produksi. Berbagai kegiatan memproses informasi pengembangan, memformulasi spesifikasi, konsep dan desain detail. Proses dimulai ketika seluruh informasi yang dibutuhkan untuk mendukung produksi dan penjualan yang telah dirancang dan dikomunikasikan.

Mengidentifikasi kegiatan-kegiatan utama dan tanggung jawab dari fungsi-fungsi organisasi yang berbeda pada setiap fase pengembangan karena keterlibatan yang berkesinambungan dalam proses, Representatif dari fungsi-fungsi lainnya, seperti penelitian, financial, umum dan penjualan, juga memainkan peran kunci pada Sbagian titik-titik proses.

#### 4. HASIL DAN PERHITUNGAN

Dalam perancangan *special tool install bushing* perlu memperhitungkan waktu produksi dan pembiayaan alat untuk pemasangan *bushing* dimana perhitungan ini diperlukan untuk menghitung harga dari alat ini, alat ini terdiri dari beberapa bagian yaitu:

##### a. Hydraulic Pump

Untuk *Hydraulic Pump* sudah tersedia dipasaran dengan harga ± Rp 3.500 000,-  
b. *Puller Puller* dibuat dengan menggunakan mesin–mesin yang ada di *Workshop (Fabrikasi)*,  
Spesifikasi *Puller* :

- a. Jenis Material yang digunakan adalah jenis Besi Pelat dan Baja VCN 150
- b. Diameter material : Ø 240 mm L : 500 mm
- c. Tebal Plat t : 30 mm Uk : 170 x 96 mm  
Jumlah : 8 pcs
- d. Harga Baja VCN 150 = Rp 586.500 ,-
- e. Harga Besi Pelat = Rp 3.128.000 ,-
- f. Sub total harga material = Rp 3.714.500,-

##### b. Extention

1. Jenis Material yang digunakan adalah Besi Pelat jenis ST 37
2. Tebal Plat t : 20 mm Uk : 830 x 210 mm  
Jumlah : 2 pcs
3. Baut M 30 x 1,25 Jumlah : 4 pcs = Rp 30.500,-
4. Harga Besi Pelat ST 37 = Rp 2.821.000 ,-
5. Sub total harga material = Rp 5.764 000,-

##### c. Stopper Spesifikasi

1. Jenis Material yang digunakan adalah Besi Hollow.
2. Tebal Hollow t : 5 mm Uk: 400 x 50 mm  
Jumlah : 1 Pcs.
3. Harga Besi Hollow = Rp 315.000 ,-.
4. Sub total harga material = Rp 315.000,-

##### d. Pin pelat Spesifikasi

1. Jenis Material yang digunakan adalah jenis Baja VCN 150.
2. Diameter material : Ø 220 mm L : 180 mm
3. Harga material = Rp 328.000 ,-.
4. Sub total harga material = Rp 328.000,-

#### Biaya Produksi Alat Pemasang *Bushing Attachment PC 400*

**Tabel 2 Waktu Produksi Komponen**

No	Komponen	Waktu		Harga
		Non Produktif (menit)	Produktif (menit)	Bahan Baku
1	Hydraulic Pump			Rp3,500,000
2	Puller	70	80	Rp3,714,500
3	Extention Up	55	45	Rp2,821,000
4	Stopper	40	15	Rp315,000
5	Pin Plat	55	35	Rp328,000
6	Total	220	175	Rp10,678,500

Biaya Kerja = (Waktu Produktif + Waktu Produktif) x Rp /jam

1. (220 menit + 175 menit) x Rp 40.000/jam
2. (3,67 jam + 2,92 jam) x Rp 40.000/jam
3. 6,59 jam x Rp 40.000/jam
4. Rp 263.600

Biaya Alat = Rp 150.000/hari x 2 hari = Rp 300.000

Biaya Produksi = Harga Bahan Baku + Biaya Kerja + Biaya Alat

Rp 10.678.500 + Rp 263.600 + Rp 300.000  
Rp 11.242.100

Pembulatan = Rp 11.250.000

**Kondisi Setelah Pembuatan Tools**

Kondisi sebelum dibuatkan *tool install bushing* pada *attachment* PC 400 adalah waktu rata-rata pengerjaan instalasi *bushing* terhadap 11 unit PC 400 di area ASMI & TOPB adalah 6,005 jam, *accident* (LTI) sebanyak 2x dan *Re-Do* sebanyak 6x namun setelah dilakukan *improvement*, hasil yang didapat adalah sebagai berikut :

**Tabel 3 Lead Time Instalasi Bushing Setelah Improvement**

No	Jenis Unit	Kode Unit	Site	Tanggal	Lead Time Instalasi Bushing (jam)	Jumlah Mekanik	Keterangan
1	PC 400	PC 401	TOPB	7-Jul-15	1.8	2	
2	PC 400	PC 401	TOPB	19-Jul-15	1.6	2	
3	PC 400	PC 403	TOPB	26-Jul-15	2	2	
4	PC 400	PC 404	TOPB	1-Aug-15	1.8	2	
5	PC 400	PC 405	TOPB	8-Aug-15	1.4	2	

Setelah *Improvement*

**5. KESIMPULAN**

Sesuai hasil pemilihan kombinasi-kombinasi prinsip solusi, maka Variasi 1 merupakan konsep bentuk variasi terpilih

1. Alat pemasang *bushing* pada *attachment* PC 400 dirancang memiliki tekanan maksimal 441 kg/cm<sup>2</sup> dengan biaya produksi Rp 11.242.100
2. Sebelum adanya *tool* tersebut, *lead time* pengerjaan instalasi *bushing attachment* terhadap 11 unit PC 400 di area ASMI & TOPB adalah 6,005 jam, *accident* (LTI) sebanyak 2x dan *Re-Do* (*bushing* lip pecah) sebanyak 6x dan setelah digunakan *special tools* adalah 1,72 jam (bila *head to head* dibandingkan dengan data 5 unit yang sama sebelum *improvement* maka waktu rata-rata pengerjaannya adalah 5,81 jam), tidak ada *accident* (*zero incident*) dan tidak ada *Re-Do* atau *bushing lip* pecah.

**DAFTAR PUSTAKA**

Alfonsus Sirait, Herman Wibowo. (1997). Akuntansi Biaya dan Harga Pokok Perencanaan dan Pengendalian, Saduran dari *Cost Accounting Planning and Control*, Adolf Matz dan Milton F.

Karl T. , Ulrich dan Steven D. Eppinger, “*Perancangan dan Pengembangan Produk*”, 2001.

KMMS, “*Management Maintenance*”, 2015. Third Edition.

KOMATSU, “*Shop Manual PC 400*”, 2014. Thirtieth Edition.

Mulyadi. 2000. Akuntansi Biaya Edisi 5. Yogyakarta: Aditya Media.

Prof. Ir Tata Surdia MS. Met E. Dan Prof. DR  
Shinroku Saito, “*Pengetahuan Bahan  
Teknik*”, PT. Pradnya Paramitha,  
Jakarta, 2005.

PT. Kalimantan Prima Persada, “*Data Lead  
Time Install Bushing Attachment PC  
400*”, 2015. Plant Departement

Sularso, “*Dasar Perencanaan dan Pemilihan  
Elemen Mesin*”, PT. Pradnya  
Paramitha, Jakarta, 1997.

Supriyono, R.A. 1999. *Manajemen Biaya  
Suatu Reformasi Pengelolaan Bisnis.*  
BPFE, Yogyakarta

Usry, Lawrence H. Hammer, Edisi 9. Jakarta:  
Erlangga.