

PERANCANGAN *FIXTURE* PROSES GURDI UNTUK PRODUKSI KOMPONEN *BRAKE PADS*

Suci Rahmawati SY¹, Vivi Triyolanda², Neta Harimeni³, Meutia Syarah⁴

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

Email : sucai_boim@yahoo.com¹, vivitriyolanda@yahoo.co.id², muggle_tha@yahoo.com³, meutiasyarah@yahoo.com⁴

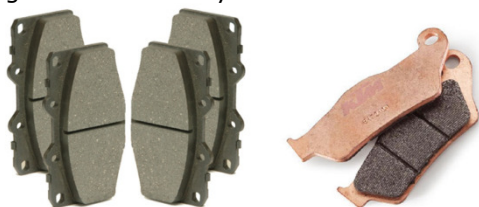
Abstract

Brake pads is used to stop the rapid of vehicle while braking process is done. In making process if brake pads is needed a tool to make a operator work easier and can produce the brake pads component more precision, especially in making a hole process. A tool which is designed in drilling process in production of brake pads component use locator 3-2-1 principt in a placement the locator, using clamping to grip the component, and construction of jig dan fixture that is designed must be suitable with needs of making a hole process this brake pads component. To produce this tool, the cost must be calculated, such as direct cost, indirect cost and fixed cost to cover the 1200 lot sizes of this brake pads component. Based on design of this tool, it can be concluded that a tool which design of the drilling process can give benefit because it can help the operator in their work and it can produce the brake pads component more precision, and the rejected product can be minimized presisi. In addition, the set up time can be decreased and the cost be reduced.

Keywords: *Brake pads, design, jig dan fixture, tool*

1. PENDAHULUAN

Brake pads (bantalan rem) merupakan bagian pada sepeda motor yang berfungsi untuk menghentikan laju kendaraan tersebut saat dilakukan pengereman. Prinsip kerja dari *brake pads* ini adalah dengan mengkonversikan energi kinetik dari mobil atau sepeda motor menjadi energi panas yang ditimbulkan oleh gesekan. Karakteristik *brake pads* setiap jenis kendaraan tidaklah sama. Hal ini tergantung kebutuhan dan rancangan yang ditetapkan oleh setiap produsen. Contohnya *brake pads* pada truk tidak mungkin sama dengan *brake pads* pada sepeda motor. Karena energi kinetik yang ditahan keduanya tidaklah sama.



Gambar 1. *Brake Pads*

Material yang sering digunakan dalam pembuatan *brake pads* ini adalah baja paduan, yang bersifat tahan aus. Baja paduan merupakan baja yang diperoleh dari perpaduan dua unsur atau lebih untuk mendapatkan sifat mekanik tertentu yang diinginkan. Jadi komponen *brake pads* ini terbuat dari baja paduan tahan aus, yang

bertujuan untuk menahan energi kinetik dari laju kendaraan.

Untuk mempermudah proses pemesinan dalam proses produksi *brake pads* ini maka diperlukan sebuah alat bantu. Perancangan alat bantu ini hanya bisa digunakan untuk satu proses pemesinan, yaitu pada pembuatan lubang dengan mesin gurdi. Dengan alat bantu yang dirancang ini maka dapat memudahkan proses pembuatan lubang pada komponen *brake pads*, meminimalkan waktu produksi komponen *brake pads*, meminimalkan biaya produksi komponen *brake pads* dan dapat mendapatkan hasil yang lebih presisi serta dapat menghindari kecacatan yang mungkin terjadi pada benda kerja.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proses Produksi

Proses produksi dapat dibedakan berdasarkan peralatan dan perkakas yang digunakan dalam proses produksi tersebut. Terdapat beberapa kategori proses produksi yaitu sebagai berikut [3].

1. Proses pemesinan (*machining*)
2. Proses pembentukan (*forming*)
3. Proses penuangan/pengecoran (*casting*)
4. Proses penyambungan (*joining*)

2.2. Locator dan Clamping

2.3.1 Locator

Locator memiliki beberapa peranan penting dalam proses pembuatan sebuah komponen. *Locator* memiliki fungsi yang sangat penting, antara lain adalah sebagai berikut [2].

1. Menjamin posisi peletakkan benda kerja.
2. Menjamin kemudahan proses *loading* dan *unloading*.
3. Menjamin kondisi *foolproof*.

Penempatan *locator* dalam proses pembuatan sebuah benda kerja, perlu memperhatikan beberapa hal, antara lain adalah sebagai berikut.

1. *Locator* sebisa mungkin harus selalu bersentuhan dengan permukaan benda kerja selama proses pemesinan untuk menghasilkan penempatan yang akurat dan menjamin pengulangan (*repeability*).
2. *Repeability* adalah kemampuan *tool* untuk menghasilkan hasil proses pemesinan yang seragam pada n buah part (dalam batas toleransi yang diijinkan).
3. Jarak antar *locator* didesain sedemikian sehingga memberikan jumlah *locator* yang minimum dan menjamin kontak dengan seluruh permukaan benda kerja.
4. Peletakkan *locator* harus menjamin bebasnya benda kerja dari gangguan geram dan benda lain.

2.3.2 Clamping

Clamping adalah bagian *jig/ fixture* yang berfungsi mencekam benda kerja sehingga posisi benda kerja tidak berubah selama proses pemesinan. Kondisi yang harus dipenuhi dalam *clamping* adalah sebagai berikut [2] :

1. Cukup kuat untuk memegang benda kerja dan menahan pergeseran benda kerja
2. Tidak merusak/mendeformasi benda kerja
3. Menjamin *loading* dan *unloading* benda kerja dengan cepat

3. BAHAN DAN PROSES PRODUKSI

3.1. Bahan Teknik Produk

Brake pads merupakan alat yang harus mampu menahan energi kinetik yang dihasilkan oleh laju kendaraan. Oleh karena itu *brake pads* harus terbuat dari material yang kuat dan tahan aus. Karena gesekan yang ditimbulkan saat *brake pads* bekerja dapat menyebabkan material cepat aus. Material yang sering digunakan dalam pembuatan *brake pads* ini adalah baja paduan, yang bersifat tahan aus.

Karakteristik material yang digunakan dalam pembuatan *brake pads*, antara lain adalah sebagai berikut sebagai berikut.

- a. Memiliki kekuatan yang tinggi.
- b. Material yang tahan aus.
- c. Material yang tahan terhadap korosi.
- d. Material yang murah dan mudah didapatkan.
- e. Mampu melewati proses pemesinan dengan baik.

3.2. Proses Produksi

Proses produksi komponen *brake pads* dilakukan dengan beberapa proses pemesinan. Proses pemesinan yang dilakukan antara lain adalah proses freis, proses pemotongan, dan proses gurdi (pembuatan lubang).

1. Proses Freis (*Milling*)

Proses freis adalah suatu proses permesinan yang digunakan untuk membuat produk dengan bentuk prismatic, *spie*, dan roda gigi. Pada proses produksi *brake pads* jenis proses freis yang digunakan adalah freis selubung (*slab milling*), karena seluruh bagian benda kerja mengalami proses freis untuk mendapatkan ukuran komponen yang diinginkan. Melalui proses ini, dimensi material yang awalnya 80 mm x 45 mm x 6 mm dibuat menjadi 77 mm x 42 mm x 4 mm. Pahat yang digunakan untuk proses ini yaitu jenis HSS yang memiliki diameter 20 mm.

2. Proses Pemotongan

Proses pemotongan pada pembuatan *brake pads* dilakukan dengan menggunakan mesin gergaji. Rincian proses pemotongan dalam pembuatan komponen *brake pads* adalah sebagai berikut.

a. Pemotongan bagian bawah



(a) Sebelum dipotong

(b) Setelah dipotong

Gambar 2. Pemotongan Bagian Bawah

b. Pemotongan bagian atas



(a) Sebelum dipotong

(b) Setelah dipotong

Gambar 3. Pemotongan Bagian Atas

3. Proses Gurdi

Proses gurdi adalah suatu proses permesinan untuk proses pembuatan lubang atau memperbesar lubang pada sebuah objek dengan diameter tertentu. Proses

gurdi pada komponen *brake pads* bertujuan untuk membuat empat buah lubang pada *brake pads* yang memiliki diameter 7 mm sebanyak dua buah lubang dan 3,5 mm sebanyak dua buah lubang lagi.

Ada beberapa jenis proses gurdi yang dilakukan pada pembuatan *brake pads*, diantaranya adalah sebagai berikut:

- Gurdi (*Drilling*)
- Perluasan Lubang (*Boring*)
- Penghalusan Lubang (*Reaming*)

Sedangkan untuk lubang dengan diameter 3,5 mm hanya dilakukan proses drilling dengan ukuran mata pahat sesuai ukuran lubang, yaitu 3,5 mm.

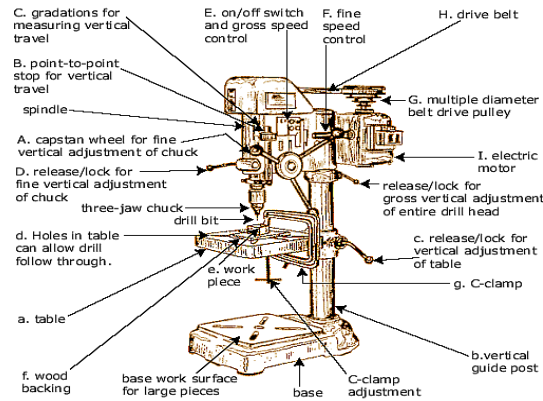


(a) Sebelum digurdi (b) Setelah digurdi

Gambar 4. Proses Gurdi

3.3. Spesifikasi Mesin pada Proses Terpilih

Mesin yang digunakan pada proses pembuatan lubang dengan menggunakan mesin gurdi adalah tipe *Computer Numeric Control (CNC) Drilling Machine*.



Gambar 5. Mesin Gurdi [3]

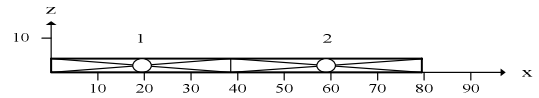
4. PERANCANGAN JIG DAN FIXTURE

4.1. Pemilihan Jenis Locator dan Penempatannya

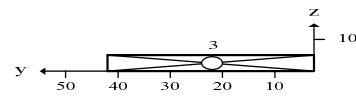
Prinsip penempatan *locator* yang digunakan pada alat bantu ini adalah prinsip *locator* 3-2-1. *Locator* ditempatkan tiga buah pada sisi yang berukuran 77 mm x 42 mm, dua buah *locator* pada sisi yang berukuran 77 mm x 4 mm, dan satu *locator* pada sisi yang berukuran 42 mm x 4 mm.

Penempatan *locator* untuk komponen sambungan karbu ke mesin ini

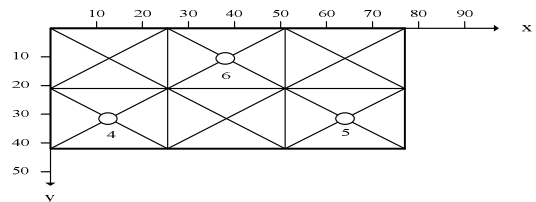
menggunakan prinsip 3-2-1 Pemberian *locator* ini bertujuan untuk menahan arah gerak bebas dari komponen sambungan karbu ke mesin. *Locator* primer sebanyak 3 buah dengan koordinat (38,5; 10,5; 0), (12,8; 31,5; 0) dan (64,17; 31,5; 0). *Locator* sekunder sebanyak 2 buah memiliki koordinat (19,25; 0; 2) dan (57,75; 0; 2). Sedangkan 1 buah *locator* tersier memiliki koordinat (0; 21; 2).



Gambar 6. Koordinat *Locator* Sumbu x dan z (Lokator Sekunder)



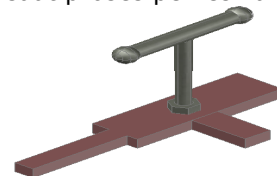
Gambar 7. Koordinat *Locator* Sumbu y dan z (Lokator Tersier)



Gambar 8. Koordinat *Locator* Sumbu x dan y (Lokator Primer)

4.2. Pemilihan Jenis Clamping dan Penempatannya

Berdasarkan alat bantu yang telah dirancang *clamping* yang digunakan adalah jenis *clamping screw clamp*. Karena pengecam yang digunakan berupa baut yang menggunakan bentuk ulir. Bagian *clamping* yang mencemam benda kerja juga dilengkapi dengan bahan tambahan, yang bertujuan agar benda kerja tidak rusak saat dicekam oleh *clamping*. Selain itu dengan pengecaman yang lebih luas pada bagian permukaan benda kerja dapat menahan gaya dan menjaga posisi benda kerja tetap *rigid* pada saat proses pemesinan.



Gambar 9. *Clamping* pada Alat Bantu

4.3. Konstruksi Jig dan Fixture Keseluruhan

Konstruksi *jig* dan *fixture* secara keseluruhan dapat dibedakan menjadi empat bagian, yaitu sebagai berikut.

1. Tool body (Landasan)

Tool body yang sesuai dengan alat bantu yang telah dirancang untuk komponen *brake pads* ini adalah *tool body* yang terbuat dari baja karena komponen *brake pads* yang terbuat juga dari material baja. *Tool body* untuk alat bantu ini memiliki ukuran panjang 114 mm, lebar 74 mm, dan tinggi 10 mm.



Gambar 9. Tool Body Alat Bantu

Selain itu juga dibutuhkan sambungan yang kuat antara *tool body* dari alat bantu ini. Selain itu dengan pengelasan alat bantu juga dapat bertahan lebih lama serta dapat meminimalkan *lead time* jika dibandingkan dengan proses *built-up* (*built up tool bodies*).



Gambar 10. Sambungan Tool Body Alat Bantu

Pada bagian *tool body* alat bantu juga terdapat penyangga dinamis yang menggunakan engsel. Hal ini berguna untuk tempat memasukkan benda kerja yang akan diproses. Melalui pemberian pintu ini desain alat bantu akan lebih ergonomis dan dapat meminimalkan waktu set up.

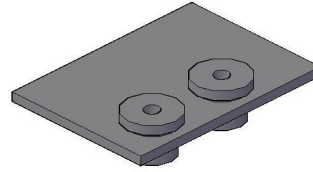


Gambar 11. Penyangga Dinamis

2. Drill Bushing

Drill bushing yang digunakan pada alat bantu ini berfungsi untuk mengarahkan mata pahat pada saat proses pemesinan serta menjaga kepresisian lubang yang dihasilkan. *Drill bushing* ini berjumlah dua buah sesuai lubang yang ingin dibuat. Diameternya

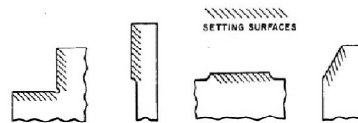
disesuaikan dengan diameter yang ingin dihasilkan, yaitu 3,5 mm.



Gambar 11. Drill Bushing pada Alat Bantu

3. Set Block

Set block disebut juga *setup gauge* yang digunakan untuk setup posisi benda kerja dan pahat pada *fixture*.



Gambar 12. Typical Uses Of Set Blocks

4. Fastening Device (Pengencang)

Pengencang berfungsi untuk menyatukan berbagai bagian *fixture* atau *jig*. Alat bantu pengencang yang dirancang untuk komponen *brake pads* ini, umumnya dihubungkan dengan baut.

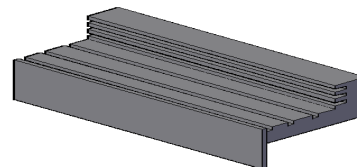


Gambar 13. Baut pada Alat Bantu

Selain konstruksi di atas, alat bantu yang dirancang juga dilengkapi dengan alat yang berfungsi untuk memasang alat bantu ke mesin *drill*. Hal ini dapat lebih memudahkan penggunaan alat bantu oleh operator. Bagian-bagian alat pemasang alat bantu ke mesin *drill* adalah sebagai berikut.

1. Tool Body

Tool body untuk alat pemasang alat bantu ke mesin *drill* ini berbentuk rel di bagian bawah dan belakangnya. Hal ini berfungsi agar alat bantu yang dipasang dapat digeser atau dinamis saat proses *drill* yang dilakukan pada pembuatan lubang pertama dan lubang kedua.



Gambar 14. Tool Body

2. Sambungan ke mesin

Sambungan alat ini ke mesin bertujuan untuk menguatkan pemasangannya ke mesin *drill*. Sehingga alat ini berada dalam posisi yang *rigid*.



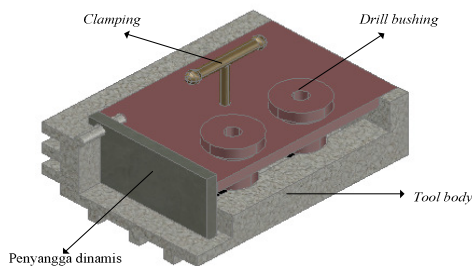
Gambar 15. Sambungan antara Alat Bantu dan Mesin

- Pengencang
Pengencang alat ini ke mesin menggunakan baut. Dengan demikian alat ini cukup mudah untuk dibongkar pasang, tetapi saat dipasang juga cukup kuat menahan gaya yang dihasilkan proses pemesinan.



Gambar 16. Pengencang

Konstruksi alat bantu ini secara keseluruhan dapat diketahui melalui gambar berikut ini.



Gambar 17. Konstruksi Alat Bantu Secara Keseluruhan

4.4. Prinsip Kerja Jig dan Fixture

Prinsip kerja *jig* dan *fixture* pada alat bantu yang telah dirancang untuk proses gurdi komponen *brake pads* ini cukup sederhana. Prinsip kerja alat bantu ini dapat diuraikan sebagai berikut.

- Alat bantu dipasangkan pada mesin *drill* yang digunakan untuk proses pembuatan lubang pada komponen *brake pads*.
- Clamping* pada alat bantu dilonggarkan hingga posisinya memberi ruang untuk memposisikan benda kerja.
- Penyangga dinamis dari alat bantu dibuka agar komponen atau benda kerja yang akan *didrill* dapat diposisikan pada alat bantu.
- Setelah benda kerja diposisikan dengan tepat penyangga dinamis alat bantu ditutup kembali agar posisi benda kerja di dalam alat bantu tidak bergeser.
- Clamping* dikencangkan hingga bersentuhan dengan benda kerja, sehingga benda kerja berada dalam posisi yang *rigid*.

- Setelah benda kerja terpasang sempurna dalam alat bantu proses pemesinan mulai dilakukan.
- Drill bushing* pada alat bantu digunakan untuk mengarahkan mata pahat pada pembauatan lubang, serta menjaga agar lubang yang dihasilkan lebih presisi.
- Setelah proses pemesinan selesai dilakukan, maka *clamping* pada alat bantu kembali dilonggarkan.
- Pengangga dinamis alat bantu kembali dibuka untuk mengeluarkan benda kerja yang telah selesai diproses.
- Benda kerja dikeluarkan dari alat bantu.

4.5. Estimasi Waktu Manufaktur Proses Terpilih

Estimasi waktu manufaktur pada proses pengedrillan ini dapat ditentukan dengan menggunakan metode MOST (*Maynard Operation Sequence Time*). Hal ini ditentukan dengan melihat elemen-elemen gerakan yang dilakukan oleh operator dalam mengoperasikan alat bantu ini. Berdasarkan perhitungan estimasi waktu untuk proses pengedrillan dua buah lubang pada komponen *brake pads* adalah sebesar 35,21 menit.

4.6. Analisis Ekonomi Teknik

Pembuatan alat bantu untuk komponen *brake pads* ini perlu diketahui estimasi biayanya, agar dapat dianalisis kelayakan apakah alat bantu ini dapat memberikan manfaat dari segi ekonomi.

- Estimasi Biaya-Biaya Langsung

- Biaya Material

Dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Estimasi Biaya Komponen Penyusun Alat Bantu

No	Nama Bagian	Jumlah	Ukuran (mm)	Berat (kg)	Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
1	<i>Tool body</i>	1	114 x 84 x 36	1,5	37500	37500
2	Penutup atas alat bantu	1	97 x 68 x 5	1	25000	25000
3	Penyangga dinamis	1	64 x 34 x 5	0,8	20000	20000
4	Penahan <i>clamping</i>	1	74 x 30 x 4	0,8	20000	20000
5	Dudukan alat bantu ke mesin <i>drill</i>	1	220 x 88 x 60	2	50000	50000
6	Pencekam dudukan alat bantu ke mesin (samping)	2	61 x 33 x 2	0,6	15000	30000
7	Pencekam dudukan alat bantu ke mesin (depan)	1	220 x 62 x 4	1,2	30000	30000
8	<i>Locator</i>	6	8 x 7 x 7	0,3	7500	45000
Total (Rp)						257500

Tambahan biaya material pendukung:

- Komponen baut sebanyak 12 buah + 1 buah pencekam t-locks = Rp 8.500,00
 - Drill bushing* sebanyak 2 buah = Rp 10.000,00
 - Engsel = Rp 2.000,00
- Biaya Mesin
Biaya sewa mesin = @ Rp 50.000 x 3 = Rp 150.000

c. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja = Rp 455.213,00

Jadi total biaya langsung :

Biaya total = Rp 278.800,00 + Rp
150.000,00 + Rp 27.213,00
= Rp 455.213,00

2. Estimasi Biaya Tetap dan Tidak Langsung

a. Biaya depresiasi mesin = Rp 0

(karena mesin diasumsikan disewa)

b. Biaya listrik = Rp 2.850,00

c. Biaya *designer* alat bantu = Rp 200.000
(biaya ini dapat diabaikan karena
menyusut seiring dengan
meningkatnya produksi alat bantu)

d. Biaya *supervisor* = Rp 125.000/hari
= Rp 17.857/jam

Jadi total keseluruhan biaya tetap dan
biaya tidak langsung :

Biaya total = Rp 2.850 + Rp 17.857
= Rp 20.707,00

3. Analisis Titik Impas

Lot size pembuatan komponen yang akan
diproduksi dengan menggunakan alat bantu
ini diasumsikan sebanyak 1200 buah. Maka
titik impas dari produksi alat bantu ini adalah
sebagai berikut.

$$BEP = \frac{TC}{Cp_1 - Cp_2}$$

$$BEP = \frac{Rp\ 475.920}{Rp\ 6.857,14 - Rp\ 4.070,07}$$

$$BEP = 171$$

Jadi harus diproduksi 171 unit produk
berupa komponen *brake pads* untuk
menutupi biaya produksi alat bantu yang
dirancang ini.

5. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penulisan laporan ini,
maka dapat ditarik beberapa kesimpulan
sebagai berikut.

1. Alat bantu yang dirancang untuk proses
gurdi pada pembuatan komponen *brake
pads* ini sangat bermanfaat karena dapat
membantu operator dalam bekerja.
2. Waktu siklus yang dibutuhkan untuk
proses gurdi dengan menggunakan alat
bantu lebih cepat dibandingkan dengan
hanya menggunakan ragum.
3. Lubang yang dihasilkan pada komponen
brake pads dengan menggunakan alat
bantu ini akan lebih presisi, karena posisi
komponen yang *rigid* saat proses gurdi
berlangsung serta adanya *drill bushing*
untuk mengarahkan mata pahat.
4. Kecacatan yang terjadi pada pembuatan
komponen *brake pads* dapat

diminimumkan apabila menggunakan alat
bantu ini, karena alat bantu ini dirancang
dengan memperhatikan ketahanan benda
kerja, seperti dengan memberi pembatas
antara benda kerja dan *clamping*.

5.2. Rekomendasi

Rekomendasi yang dapat diberikan untuk
kelancaran dan kemajuan dalam
perancangan alat bantu ini di masa yang
akan datang adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya dapat dirancang alat bantu
untuk komponen yang mengalami proses
pemesinan yang lebih kompleks.
2. Sebaiknya alat bantu yang dirancang ini
dapat digunakan pada pembuatan
komponen-komponen lainnya.
3. Sebaiknya alat bantu pada proses
pembuatan komponen *brake pads* ini
dapat dikembangkan untuk proses
pemesinan freis dan pemotongan.
4. Sebaiknya dapat dihasilkan alat bantu
dengan ukuran yang lebih presisi dengan
toleransi yang lebih minimum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. P. Degarmo dkk, *Materials and
Processes in Manufacturing*. New York:
Macmillan Publishing Company, 1990.
- [2] E. K. Henrik, *Jig and Fixture Design
Manual*. New York: Industri Al Press Inc,
1980.
- [3] T. Rochim. *Proses Pemesinan*. Jakarta:
Higher Education Development Support
Project, 1980.
- [4] R. Smith dkk, *Rules of Thumb
Maintenance and Reliability Engineers*.
New York: Gulf Publishing Company,
2001.