

# **UPAYA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS OPERATOR MESIN CNC MILLING DENGAN *PRODUCTIVITY EVALUATION TREE (PET)* MODEL**

OLEH :  
REZA MUHAMAD IQBAL  
NIM 12.10207  
reza\_bigboy@yahoo.com

## **ABSTRAK**

Dengan semakin berkembangnya dunia otomotif di Indonesia, PT. Astra Otoparts sebagai perusahaan yang memproduksi komponen otomotif roda dua dan roda empat terus berusaha untuk memenuhi permintaan pasar di Indonesia. Peningkatan permintaan ini tentunya harus diimbangi dengan peningkatan produktivitas semua bagian. Salah satunya Department Dies and Mold Center Divisi Engineering Development Center yang bertugas untuk membuat cetakan komponen otomotif. 50 % Pembentukan produk melalui proses permesinan CNC Milling. Sehingga proses permesinan ini memiliki peran yang besar untuk peningkatan produksi. Melalui upaya perbaikan dan peningkatan produktivitas dengan menggunakan PET Model maka produktivitas operator mesin CNC Milling dapat ditingkatkan.

## **1.PENDAHULUAN**

### **1.1.Latar Belakang**

Industri otomotif Indonesia menunjukkan trend yang positif 6 tahun terakhir, --data penjualan dan produksi--- baik kendaraan roda dua maupun roda empat. Indonesia merupakan pusat perakitan dengan kapasitas terbesar untuk beberapa merk. Tentunya dengan perkembangan ini pelaku industri lokal tidak ingin kehilangan moment untuk ikut berperan dalam perkembangan dunia otomotif di Indonesia.

PT. Astra Otoparts, Tbk merupakan salah satu perusahaan Indonesia yang bergerak dibidang komponen otomotif menyambut baik moment ini. Melalui Department Dies & Mould Center dibawah Divisi Engineering Development Center, PT. Astra Otoparts berupaya untuk menambah kekuatan daya saing industri lokal dalam pembuatan dies & mould Salah satunya Department Dies and Mold Center Divisi Engineering Development Center yang bertugas untuk membuat cetakan komponen otomotif. 50 % Pembentukan produk melalui proses permesinan CNC Milling. Sehingga proses permesinan ini memiliki peran yang besar untuk peningkatan produksi. Melalui upaya perbaikan dan peningkatan produktivitas dengan menggunakan PET Model maka produktivitas operator mesin CNC Milling dapat ditingkatkan.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah tingkat produktivitas operator CNC Milling saat ini?
- b. Apakah faktor yang menghambat produktivitas operator CNC Milling?
- c. Perbaikan seperti apa yang dapat meningkatkan produktivitas operator CNC Milling?

### 1.3.Pembatasan Masalah

Dalam penelitian upaya peningkatan produktivitas, peneliti membatasi ruang lingkup permasalahan pada:

- a. Penelitian peningkatan produktivitas dilakukan pada proyek pembuatan dies yang sedang dilaksanakan di PT. Astra Otoparts Tbk Divisi Engineering Development Center Department Dies & Mold Center.
- b. Upaya perbaikan melingkupi alur proses yang terjadi di seksi CNC Milling PT. Astra Otoparts Tbk Divisi Engineering Development Center Department Dies & Mold Center.
- c. Perbaikan diterapkan pada pengelolaan pelaksanaan proyek dies dengan asumsi perencanaan, pengendalian pelaksanaan proyek sesuai dengan sistem manajemen proyek di PT. Astra Otoparts Tbk Divisi Engineering Development Center Department Dies & Mold Center .

### 1.4.Tujuan dan Manfaat

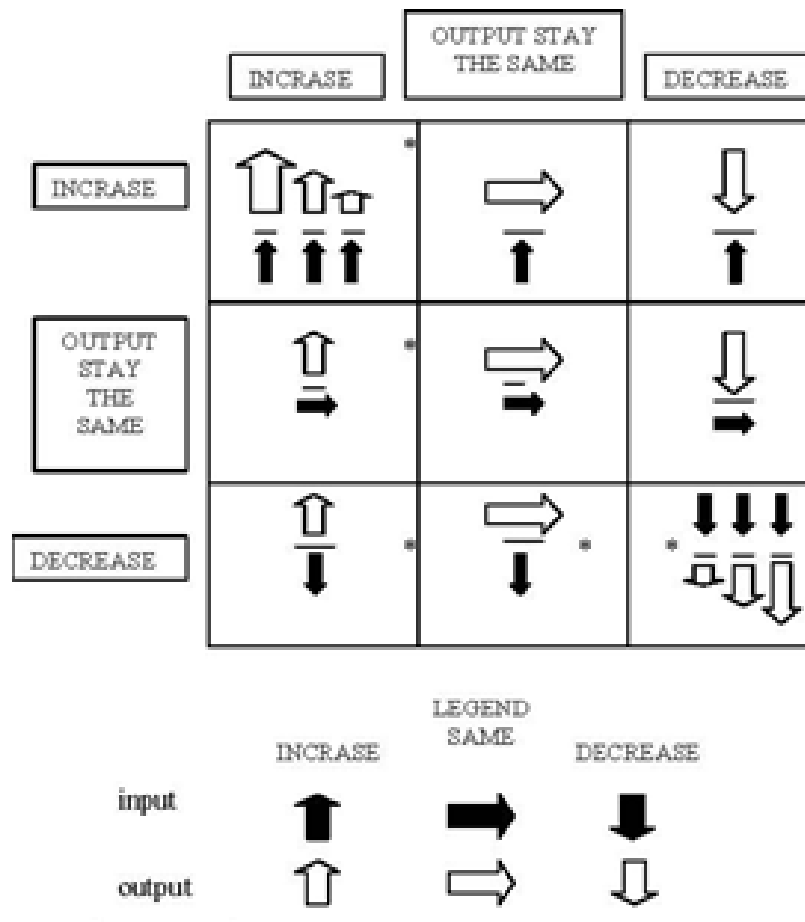
Dalam proses penelitian peningkatan produktivitas operator CNC Milling di PT. Astra Otoparts, peneliti mempunyai dengan tujuan sebagai berikut:

- a. Mengukur produktivitas operator CNC Milling saat ini.
- b. Mengetahui faktor penghambat produktivitas operator CNC Milling.
- c. Memberikan usulan upaya perbaikan agar produktivitas operator CNC Milling dapat meningkat.

## 2.Tinjauan Pustaka

**Model *productivity evaluation tree* (PET)** merupakan salah satu metode dalam membuat perencanaan produktivitas jangka pendek dengan menggunakan pohon evaluasi produktivitas. Metode ini merupakan suatu metode yang mengandalkan pada keputusan manajerial terutama dalam mengidentivikasi dan menguji alternatif yang mungkin serta memutuskan alternatif mana yang sebaiknya dilakukan dalam penetapan target produktivitas total dimasa datang. Jadi penetapan tingkat produktivitas dimasa yang akan datang tidak semata-mata hanya berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan data masa lalu.

Usaha pengembangan alternatif dan pembuatan pohon evaluasi dapat dilakukan dengan menggunakan dasar kombinasi alternatif dalam peningkatan produktivitas seperti yang dapat dilihat ada gambar 1



Gambar 1

Pada umumnya terdapat 5 strategi yang dapat digunakan dalam menyusun usaha perbaikan produktivitas yaitu:

1. Meningkatkan input dan output, dimana perubahan/peningkatan output > daripada input.
2. Menurunkan input dan output, dimana perubahan/penurunan input > daripada output.
3. Input tetap output meningkat.
4. Input turun, output tetap.
5. Input turun, output meningkat.

Aspek penting dalam model productivity evaluation tree (PET) ini selain pada pengembangan dan pengujian alternatif diatas adalah syarat yang harus diperhatikan dalam mengaplikasikan model ini pada sebuah perusahaan. Beberapa formula yang berkaitan dengan model ini adalah:

$$TPF_t = \frac{\sum_{i=1}^n O_{it}}{\sum_{i=1}^n I_{it}} \quad \dots(1)$$

$$TP_{it} = \frac{O_{it}}{\sum_j I_{ijt}} \quad \dots(2)$$

$$\Delta \hat{O}_{it+1} = \hat{O}_{it+1} - O_{it} \quad \dots(3)$$

$$\Delta \hat{I}_{it+1} = \hat{I}_{it+1} - I_{it} \quad \dots(4)$$

$$\Delta \hat{TP}_{it+1} = \hat{TP}_{it+1} - TP_{it} \quad \dots(5)$$

$$\Delta \hat{TPI}_{it+1} = \hat{TP}_{it+1} / TP_{it} \quad \dots(6)$$

Keterangan:

$TPF_t$  = produktivitas total perusahaan pada periode t

$O_{it}$  = nilai output/keluaran produk i pada periode t

$I_{it}$  = nilai input/masukan untuk produk i pada periode t

n = jumlah variasi produk

j = input yang digunakan

$TP_{it}$  = produktivitas total untuk produk i pada periode t

$\hat{O}_{it+1}$  = estimasi nilai output produk i pada periode t + 1

$\hat{I}_{it+1}$  = estimasi nilai input produk i pada periode t + 1

$\Delta \hat{O}_{it+1}$  = estimasi besar perubahan output produk i pada periode t + 1

$\Delta \hat{I}_{it+1}$  = estimasi besar perubahan input pada produk i pada periode t + 1

$\hat{TP}_{it+1}$  = estimasi produktivitas total untuk produk i pada periode t + 1

$\Delta \hat{TP}_{it+1}$  = estimasi besar perubahan produktivitas total produk i pada periode t + 1

$\hat{TPI}_{it+1}$  = estimasi indeks produktivitas total produk i pada periode t + 1







### 3. Metodologi Penelitian

Masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah tahapan proses dalam aktivitas machining yang memiliki presentase dengan kegiatan *non-cutting*. Seperti setting benda kerja, setting tools dan checking, karena pada kegiatan non cutting ini dikerjakan langsung oleh operator CNC milling dan dapat mempengaruhi kegiatan cutting yang dilakukan oleh mesin CNC milling.

Langkah pertama dengan menggunakan model Productivity Evaluation tree (PET) adalah dengan pengembangan alternative dan pembuatan pohon evaluasi menggunakan dasar kombinasi alternative dalam peningkatan produktivitas. seperti yang dapat dilihat pada gambar 1.

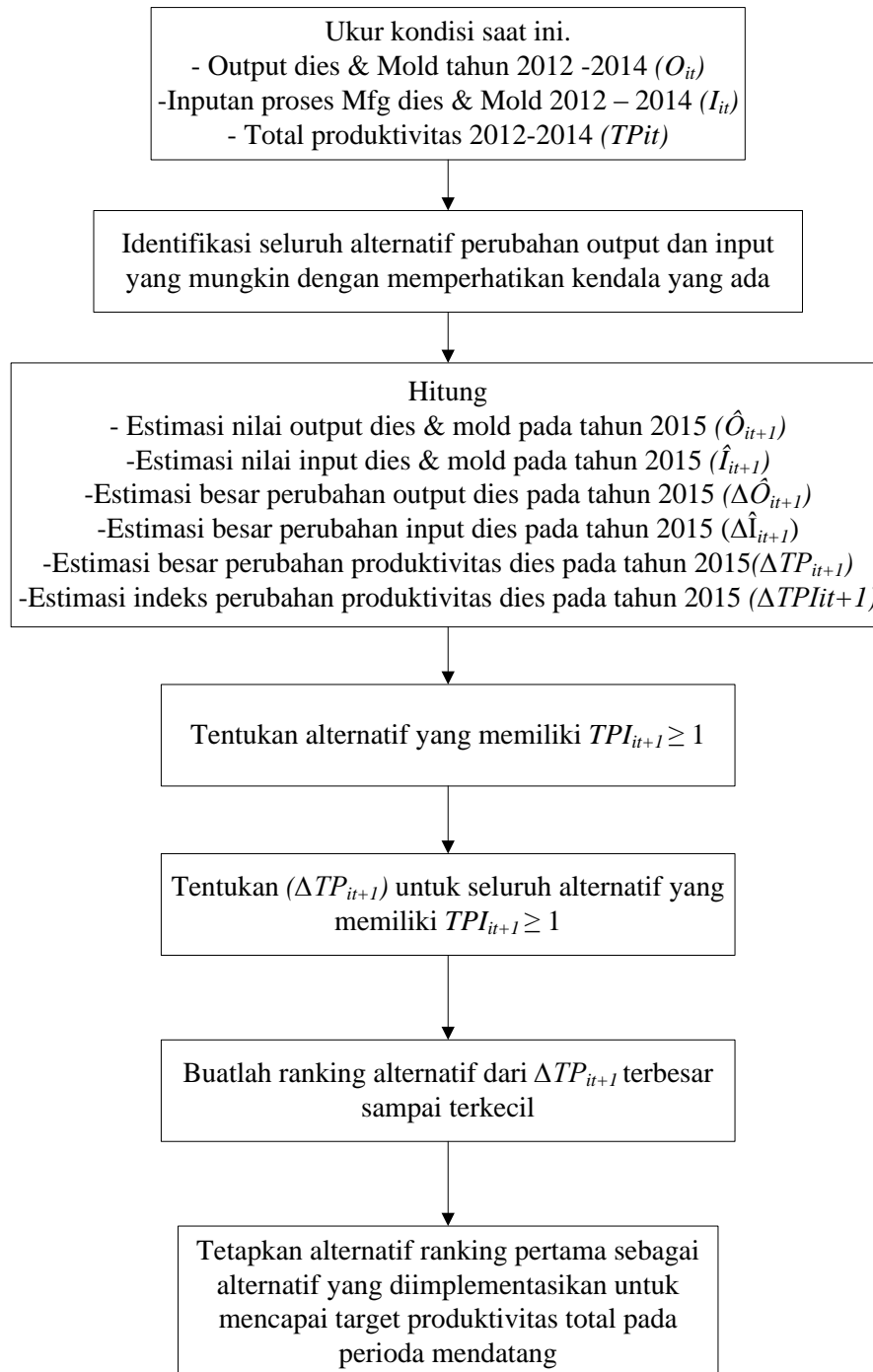
Untuk upaya peningkatan produktivitas operator CNC Milling ini strategi yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 1 Strategi Peningkatan Produktivitas

| No. | Upaya Peningkatan                               | Item yang diperlukan                  | Input   | Output  | Strategi                      |
|-----|---|---------------------------------------|---|---|-------------------------------|
| 1   | <i>Automatic tool changer (ATC)</i>             | Tidak ada, hanya optimasi fitur mesin |    |    | Input tetap, output meningkat |
| 2   | <i>Automatic tool length measurement (ATLM)</i> | Tidak ada, hanya optimasi fitur mesin |    |    | Input & output meningkat      |
| 3   | Standarisasi proses mesin dan tools             | Tidak ada                             |  |  | Input tetap, output meningkat |

Strategi pertama adalah penggunaan system Automatic tool changer. Sistem ini tidak memerlukan investasi tambahan apapun karena system ini sudah ada dalam fitur mesin, namun diperlukan operator yang kompetensi dasar machiningnya sudah baik. Maka dari itu strategi pertama ini memiliki nilai input yang tetap dan diharapkan output yang meningkat. Strategi ke – dua menerapkan system Automatic tool length measurement, system ini memerlukan alat tambahan di luar mesin berupa sensor. Maka diperlukan investasi awal untuk sensor ATLM dan diharapkan *output* bisa meningkat. Strategi ketiga adalah standarisasi proses mesin dan tools, dimana mesin dikelompokan berdasarkan jenis proses *CNC Milling*, yaitu terdiri proses *roughing*, *finishing*, dan *drilling*.

Langkah – langkah perencanaan produktivitas operator dengan PET Modela adalah sebagai berikut:



Gambar 2

Langkah-langkah perencanaan PET

#### 4. Pengumpulan & Pengolahan Data

Output pada penelitian tugas akhir ini adalah jumlah dies & mold. Sehingga jumlah dies dan mold yang diproduksi oleh operator menunjukkan produktivitas dari operator. Department Dies and Mold harus melihat kebutuhan dies & mold yang dibutuhkan oleh perusahaan yang memproduksi komponen di dalam Astra Otoparts Group. Sehingga bisa menetapkan targetnya untuk memproduksi dies dan mold sesuai kapasitasnya saat ini. Tabel dibawah ini merupakan data kebutuhan dies dan mold tahun 2014.

Tabel 2 Kebutuhan dies dan mold tahun 2014 Astra Otoparts Group

| No    | Bulan     | Dies | Mold | Demand |
|-------|-----------|------|------|--------|
| 1     | Januari   | 8    | 3    | 11     |
| 2     | Februari  | 6    | 3    | 9      |
| 3     | Maret     | 7    | 3    | 10     |
| 4     | April     | 7    | 4    | 11     |
| 5     | Mei       | 9    | 5    | 14     |
| 6     | Juni      | 9    | 4    | 13     |
| 7     | Juli      | 10   | 3    | 13     |
| 8     | Agustus   | 8    | 3    | 11     |
| 9     | September | 6    | 2    | 8      |
| 10    | Oktober   | 6    | 3    | 9      |
| 11    | November  | 9    | 4    | 13     |
| 12    | Desember  | 10   | 3    | 13     |
| Total |           | 95   | 40   | 135    |

Pada tabel 3 dibawah ini menjelaskan data produksi department dies dan mol center dari tahun 2012 sampai 2014.

Tabel 3 Data Produksi Department Dies dan Mold Center

| No. | Uraian/Tahun                       | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----|------------------------------------|------|------|------|
| 1   | Jumlah Dies & Mold yang diproduksi | 3    | 6    | 23   |
| 2   | Jumlah Operator                    | 6    | 6    | 12   |
| 3   | Jumlah Operator/ Shift             | 6    | 3    | 4    |
| 4   | Jumlah mesin yang tersedia         | 10   | 10   | 11   |
| 5   | Jumlah mesin yang dioperasikan     | 6    | 6    | 8    |
| 6   | Target Produksi Dies & Mold        | 5    | 10   | 25   |

Pada tabel 3 menjelaskan bahwa tahun 2014 department dies dan mold center memiliki jumlah dies dan mold terbanyak, sebesar 23 buah dengan inputan jumlah operator 12 orang berjalan 3 shift, sehingga ada 4 orang operator dalam setiap shiftnya. Pada tahun 2014 mesin yang tersedia adalah 11 buah, namun jumlah mesin yang dioperasikan 8 buah. Hal ini dikarenakan setiap operator diberi tugas untuk menjalankan 2 buah mesin. Pada tahun 2014, department dies dan mold center memiliki target untuk memproduksi 25 buah dies

dan mold. Berarti dalam hal ini, department dies dan mold center belum dapat memenuhi targetnya 100%.

Tabel 4 Data Produktivitas 2012 -2014

| No. | Uraian/Tahun                     | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----|----------------------------------|------|------|------|
| 1   | Produktivitas Operator per Tahun | 0.5  | 1    | 1.92 |
| 2   | Produktivitas Operator/ Bulan    | 0.04 | 0.08 | 0.16 |
| 3   | Pencapaian Target Produksi (%)   | 60   | 60   | 92   |

Peningkatan produktivitas didapat dari kapasitas hasil bagi estimasi kapasitas operator 2015 dan operator 2013 – 2014. Setelah itu perhitungan estimasi produktivitas dan estimasi output dies 2015. Estimasi output dies terbesar dihasilkan alternative ke 3 dengan output mencapai 94. Selanjutnya adalah menentukan alternative yang memiliki estimasi perubahan produktivitas lebih dari 1.

Tabel 5 Tabel besar perubahan produktivitas dan indeks perubahan produktivitas

| Alternatif | $\hat{O}_{it+1}$ | $(\hat{I}_{it+1})$ | $\Delta\hat{O}_{it+1}$ | $\Delta\hat{I}_{it+1}$ | TPit+1 | $\Delta\text{TPit}+1$ | $\Delta\text{TPIit}+1$ |
|------------|------------------|--------------------|------------------------|------------------------|--------|-----------------------|------------------------|
|            | Estimasi Output  | Estimasi Input     |                        |                        |        |                       |                        |
| 1          | 63               | 12                 | 40                     | 0                      | 5.24   | 3.32                  | 2.73                   |
| 2          | 56               | 12                 | 33                     | 0                      | 4.69   | 2.77                  | 2.44                   |
| 3          | 94               | 12                 | 71                     | 0                      | 7.87   | 5.95                  | 4.10                   |

Bila dilihat dari tabel 5 semua alternative memiliki nilai perubahan produktivitas dan indeks perubahan produktivitas lebih dari sama dengan 1. Maka semua alternative tidak ada yang di eliminasi sebagai sebuah alternative perbaikan dari setting benda kerja. Tahap selanjutnya adalah membuat peringkat semua alternative, peringkat diurutkan dari nilai perubahan produktivitas tertinggi hingga terendah.

Tabel 6 Ranking Alternatif perbaikan

| Alternatif | $\hat{O}_{it+1}$ | $(\hat{I}_{it+1})$ | $\Delta\hat{O}_{it+1}$ | $\Delta\hat{I}_{it+1}$ | TPit+1 | $\Delta\text{TPit}+1$ | $\Delta\text{TPIit}+1$ | Ranking |
|------------|------------------|--------------------|------------------------|------------------------|--------|-----------------------|------------------------|---------|
|            | Estimasi Output  | Estimasi Input     |                        |                        |        |                       |                        |         |
| 3          | 94               | 12                 | 71                     | 0                      | 7.87   | 5.95                  | 4.10                   | 1       |
| 1          | 63               | 12                 | 40                     | 0                      | 5.24   | 3.32                  | 2.73                   | 2       |
| 2          | 56               | 12                 | 33                     | 0                      | 4.69   | 2.77                  | 2.44                   | 3       |

Tabel 6 menunjukkan bahwa alternative ke-3 memiliki besar perubahan terbesar dan menjadi ranking 1 untuk alternative perbaikan setting benda kerja. Berarti cara standarisasi mesin dan tools akan menjadi alternative yang akan diimplementasikan untuk mencapai target produktivitas total pada perioda mendatang. Dengan estimasi produktivitas operator 7.87 dies & mold / operator dalam satu tahun atau 0.65 dies & mold / operator dalam sebulan.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil pengumpulan data dan pengolahan data tahun 2014 tentang pengukuran produktivitas di PT. Astra Otoparts Tbk. Divisi Engineering Development Center, Department Dies and Mold Center dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:



1. Tingkat produktivitas operator CNC Milling dari tahun 2012 hingga tahun 2014 adalah 0.5 Dies per operator pada tahun 2012 dengan jumlah operator 6 orang dan menghasilkan 3 dies. Lalu meningkat menjadi 1 Dies per operator pada tahun 2013 dengan jumlah operator 6 orang dan menghasilkan 6 dies dan mold. Pada tahun 2014 meningkat 1.92 dies per operator, dengan jumlah operator 12 orang dan memproduksi 23 dies dan mold.
2. Berdasarkan pengolahan data aktivitas harian operator pada tahun 2013 dan 2014 terdapat 4 aktivitas yang dilakukan operator, yaitu setting benda kerja, *cutting process*, tunggu *tools* dan tunggu program. Semakin besar presentase *cutting process*nya semakin besar produktivitas operator. Berarti untuk meningkatkan produktivitas maka harus mengecilkan presentase kegiatan setting benda kerja, tunggu *tools* dan tunggu program. Berdasarkan pengolahan data (dapat dilihat tabel 4.4) kegiatan yang menghambat produktivitas dengan presentasi terbesar adalah setting benda kerja, dengan presentase 24.7% pada tahun 2013 dan 27.19% pada tahun 2014. Dengan rata-rata 25.95%, berarti tahapan setting benda kerja memerlukan upaya perbaikan agar produktivitas operator dapat meningkat, sehingga kapasitas operator mengoperasikan mesin lebih banyak dan dies yang diproduksi meningkat.
3. Melihat faktor penghambat produktivitas terbesar ada pada setting benda kerja, maka ada 3 alternatif yang akan di ujicoba untuk memperbaiki masalah ini dan akan dievaluasi dengan *Productivity Evaluation Tree Model*. Alternatif pertama adalah dengan menggunakan fitur *automatic tool changer (ATC)*. Fitur ini sudah terpasang di semua mesin yang dimiliki *Department Dies and Mold Center*, namun memerlukan kompetensi dasar permesinan yang baik pada operator. Alternatif kedua adalah menggunakan alat *automatic tool length measurement*. Cara ini mengurangi waktu saat setting benda kerja dengan cara *tools* akan diukur panjangnya secara otomatis setelah dimasukkan kedalam spindle mesin. Alternatif ke 3 adalah dengan standarisasi mesin berdasarkan proses dan *tools*, sehingga *tools* yang ada didalam mesin sudah diisi sesuai standard dan proses pada mesin. Operator tidak perlu setting *tools* dari awal setiap benda kerja akan diproses. Dari ketiga alternative tersebut setelah diujicoba dan dievaluasi menggunakan *Productivity Evaluation Tree Models* didapatkan hasil bahwa alternative ke-3 memiliki tingkat perubahan produktivitas dan indeks perubahan terbesar, dengan nilai produktivitas 5.95 dies/ operator dan indeks perubahan 4.10. Sehingga alternative ke-3 mendapatkan ranking pertama untuk evaluasi produktivitas dengan tingkat produktivitas 7.87 dies/operator. Ranking 2 ada alternative ke-1 dengan tingkat produktivitas 5.24 dies/ operator dan alternative ke-3 dengan produktivitas 4.69 dies/operator. Sehingga alternative ke-3 merupakan alternative yang disarankan untuk meningkatkan produktivitas operator.

## 6. Daftar Pustaka

- Sinungan, Muchdarsyah, 1997, *Produktivitas Apa dan Bagaimana*, Bumi Aksara, Jakarta
- Sumanth, David.J, 1984, *Productivity Engineering and Management*, Tata McGraw Hill Publishing Company Limited, New York.
- Anis, Muchlison, Siti Nandiroh, Agung Supriyanto, 2007, *Usaha Peningkatan Produktivitas Dengan Productivity Evaluation Tree (PET) Models*, Jurnal Ilmiah Teknik Industri Vol. 5 No. 3.
- Y. L. Cheng, A. S. F Chiu, M.L. Tseng, Y.H. Lin, *Evaluation of Worker Productivity Improvement Using ISM and FAHP*, Department of Information Management, Wu-Feng Institute of Technology, Taiwan. Department of Industrial Engineering, De La Salle University, Philippines. Department of Business Administration, Ming-Dao University, Taiwan.
- Rochman, Taufiq, Rahmaniyah Dwi Astuti, Rahadian Patriansyah, 2010, *Peningkatan Produktivitas Kerja Operator melalui Perbaikan Alat Material Handling dengan Pendekatan Ergonomi*, Jurnal Ilmiah Teknik Industri Vol.9 No.1: 1-10.