

# Analisis Pengaruh Kerusakan Mesin dan Ketidaktersediaan Perkakas Potong Terhadap *Overall Equipment Effectiveness* ada *Flexible Manufacturing System* Mesin Paralel

Ari Setiawan<sup>1</sup>, Kristy<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Harapan Bangsa  
Jalan Dipati Ukur 80-84 Bandung, Indonesia

<sup>1</sup>ari\_setiawan@ithb.ac.id

<sup>2</sup>kristy1807@yahoo.com

**Abstract**— Kerusakan mesin atau ketidaktersediaan perkakas potong seringkali menjadi masalah di lantai produksi yang membuat keefektifan mesin menjadi tidak maksimal. Tingkat keefektifan mesin atau *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat dihitung dengan cara menghitung tingkat availabilitas, performansi dan kualitasnya. Objek penelitian pada penelitian ini adalah FMS yang terdiri dari empat mesin CNC *milling* indentik yang tersusun secara paralel. Setiap mesin memiliki empat perkakas potong yang bertugas untuk memproduksi 15 *part* yang berbeda-beda setiap harinya. Pada penelitian ini dilakukan 12 percobaan yang merupakan kemungkinan dari kerusakan mesin dan ketidaktersediaan perkakas potong tersebut. Masing-masing percobaan dihitung nilai availabilitas dan performansinya. Hasil percobaan menunjukkan bahwa faktor *availability* dipengaruhi oleh kerusakan mesin dan faktor *performance* dipengaruhi oleh kerusakan mesin dan ketidaktersediaan perkakas potong. Nilai OEE yang paling besar adalah ketika tidak terdapat mesin ataupun perkakas potong yang rusak jika hanya diperbolehkan 1 *shift* dalam satu hari. Namun, jika terdapat 2 *shift*, maka eksperimen ke-11 (mesin 3 dan 4 dalam keadaan rusak) memiliki nilai OEE yang terbaik. Dari percobaan juga diperoleh bahwa perkakas potong D yang tidak siap mengakibatkan turunnya nilai OEE yang paling besar dibanding dengan perkakas potong lainnya. Hal ini karena perkakas potong D memproduksi *part* yang membutuhkan waktu proses paling lama. Karena itu, langkah yang perlu dilakukan perusahaan adalah menerapkan *preventive maintenance* pada keempat mesin dengan memperhatikan perkakas potong D lebih dari perkakas potong lainnya.

**Keywords**— *overall equipment effectiveness, availability, mean time to failure, performance, FMS*

**Abstrak**— Kerusakan mesin atau ketidaktersediaan perkakas potong seringkali menjadi masalah di lantai produksi yang membuat keefektifan mesin menjadi tidak maksimal. Tingkat keefektifan mesin atau *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat dihitung dengan cara menghitung tingkat availabilitas, performansi dan kualitasnya. Objek penelitian pada penelitian ini adalah FMS yang terdiri dari empat mesin CNC *milling* indentik yang tersusun secara paralel. Setiap mesin memiliki empat perkakas potong yang bertugas untuk memproduksi 15 *part* yang berbeda-beda setiap harinya. Pada penelitian ini

dilakukan 12 percobaan yang merupakan kemungkinan dari kerusakan mesin dan ketidaktersediaan perkakas potong tersebut. Masing-masing percobaan dihitung nilai availabilitas dan performansinya. Hasil percobaan menunjukkan bahwa faktor *availability* dipengaruhi oleh kerusakan mesin dan faktor *performance* dipengaruhi oleh kerusakan mesin dan ketidaktersediaan perkakas potong. Nilai OEE yang paling besar adalah ketika tidak terdapat mesin ataupun perkakas potong yang rusak jika hanya diperbolehkan 1 *shift* dalam satu hari. Namun, jika terdapat 2 *shift*, maka eksperimen ke-11 (mesin 3 dan 4 dalam keadaan rusak) memiliki nilai OEE yang terbaik. Dari percobaan juga diperoleh bahwa perkakas potong D yang tidak siap mengakibatkan turunnya nilai OEE yang paling besar dibanding dengan perkakas potong lainnya. Hal ini karena perkakas potong D memproduksi *part* yang membutuhkan waktu proses paling lama. Karena itu, langkah yang perlu dilakukan perusahaan adalah menerapkan *preventive maintenance* pada keempat mesin dengan memperhatikan perkakas potong D lebih dari perkakas potong lainnya.

**Kata Kunci**— *overall equipment effectiveness, availability, mean time to failure, performance, FMS*

## I. PENDAHULUAN

Industri manufaktur merupakan salah satu bidang usaha yang terus berkembang di Indonesia. Industri manufaktur ini tidaklah lepas dari mesin dan peralatan yang ada di dalamnya untuk mendukung proses produksi. Salah satu hal yang menjadi masalah dari mesin dan peralatan tersebut adalah utilisasi yang seringkali tidak maksimal. Perusahaan perlu mengetahui utilisasi atau tingkat efektivitas mesin tersebut agar dapat mengambil tindakan untuk meningkatkan kinerja perusahaan. Mesin-mesin ini juga tidak terlepas dari adanya gangguan, baik kerusakan pada mesin maupun ketidaktersediaan dari perkakas potongnya. Hal ini mempengaruhi faktor *availability* dan *performance*, yang juga berpengaruh terhadap nilai OEE. Terdapat banyak kemungkinan kombinasi kerusakan mesin dan ketidaktersediaan perkakas potong yang menghasilkan tingkat efektivitas yang berbeda-beda. Hasil perhitungan ini dapat menjadi dasar bagi perusahaan untuk mengambil langkah

## Analisis Pengaruh Kerusakan Mesin dan Ketidakterersediaan Perkakas Potong Terhadap *Overall Equipment Effectiveness* pada *Flexible Manufacturing System* Mesin Paralel

yang paling baik dengan tujuan memaksimalkan efektivitas mesinnya. Sehingga penelitian ini membahas beberapa percobaan perhitungan serta analisis pengaruh kerusakan mesin dan ketidakterersediaan perkakas potong terhadap nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada *Flexible Manufacturing System* mesin paralel.

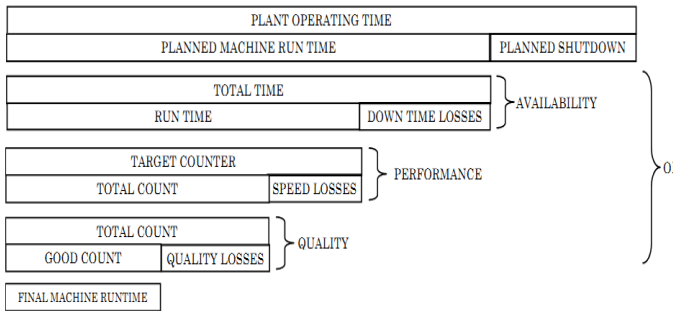
### II. TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE merupakan ukuran untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin/peralatan secara teoritis. Menurut Jardine (2001), OEE mengukur efektivitas pabrik setelah mengurangi kerugian karena *downtime* baik yang terjadwal maupun tidak, performansi alat dan kualitas. Pengukuran ini berguna untuk mengetahui faktor apa yang harus ditingkatkan atau diperbaiki untuk memperoleh mesin yang lebih produktif. Rumus matematis dari OEE dirumuskan sebagai berikut:

$$OEE = Availability Rate \times Performance Rate \times Quality Rate \quad (1)$$

Berikut ini merupakan gambaran penjelasan OEE:



Gambar 1 Penjelasan OEE

#### B. Availability

Faktor *availability* menunjukkan tingkat ketersediaan mesin untuk beroperasi. Faktor ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Availability = \frac{uptime}{uptime + downtime} \times 100\% \\ = \frac{MTTF}{MTTF + MDT} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

MTTF = Mean Time To Failure

MDT = Mean downtime

#### C. Distribusi Weibull

Distribusi kerusakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah distribusi *weibull*. Distribusi ini memiliki dua parameter, yaitu parameter bentuk ( $\beta$ ) dan parameter skala ( $\theta$ ). Parameter bentuk menunjukkan karakteristik dari fungsi kerusakan. Sedangkan parameter skala menunjukkan mean dan

sebaran data dari distribusi tersebut. Fungsi keandalan dari distribusi ini memiliki persamaan sebagai berikut:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} \quad (3)$$

Dimana:

$\beta$  = parameter bentuk

$\theta$  = parameter skala

$t$  = satuan waktu

Adapun nilai *mean time to failure* untuk distribusi weibull adalah:

$$MTTF = \theta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (4)$$

Dimana  $\Gamma(x)$  merupakan fungsi gamma

Perhitungan parameter bentuk dan skala dapat dilakukan dengan persamaan:

$$Y_i = a + bX_i \quad (5)$$

Dimana:  $y_i = \ln(t_i)$

$$X_i = \ln[\ln\{1 - F(t_i)\}^{-1}]$$

$$a = \frac{\sum Y_i}{N} - b \frac{\sum X_i}{N}$$

$$b = \frac{N \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$\beta = \frac{1}{b}$$

$$\theta = \exp(a)$$

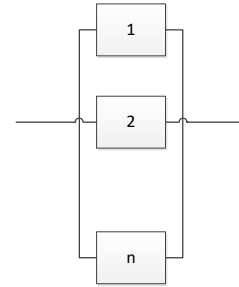
Dimana:

$i$  = data waktu kerusakan ke- $i$

$N$  = jumlah data waktu kerusakan

#### C. Konfigurasi Paralel

Suatu sistem dikatakan paralel jika dua atau lebih komponen terkonfigurasi jika semua komponen berhenti maka sistem akan berhenti. Namun, jika satu atau lebih komponen beroperasi, maka sistem akan tetap dapat beroperasi. Sistem paralel dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2 Komponen dalam Sistem Paralel

Sistem produksi yang bersifat job shop atau paralel dengan komponen yang independen dapat menghitung reliabilitasnya dengan menggunakan rumus:

$$R_p = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - R_i(t)] \quad (6)$$

Dengan syarat:

$$R_p(t) \geq \max\{R_1(t), R_2(t), \dots, R_n(t)\}$$

#### D. Konfigurasi Seri

Konfigurasi seri adalah dimana seluruh komponen harus dalam keadaan berfungsi agar sistem secara keseluruhan juga berfungsi. Dalam konfigurasi ini tidak diijinkan adanya satupun komponen yang rusak agar sistem tetap berfungsi dengan baik. Berikut ini merupakan gambaran dari konfigurasi seri:



Gambar 3 Konfigurasi Seri

Karena reliabilitas berupa probabilitas, reliabilitas sistem ( $R_s$ ) dapat ditentukan dari reliabilitas komponennya sebagai berikut:

$$R_s(t) = R_1(t) \times R_2(t) \times \dots \times R_n(t) \leq \min \{R_1(t), R_2(t), \dots, R_n(t)\} \quad (7)$$

#### E. Performance

Faktor *performance* merupakan presentase dari kecepatan produksi yang aktual dengan kecepatan produksi ideal. Hal ini menunjukkan presentase kecepatan mesin yang pada kondisi nyata dengan yang idealnya (kapasitas terpasang).

Dengan kata lain, *performance* merupakan perbandingan antara waktu produksi aktual dengan waktu produksi yang diharapkan. Untuk waktu produksi aktual yang melebihi waktu produksi yang diharapkan, maka rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Performance} = \frac{(\text{duedate} - \text{start time}) - \text{lateness}}{(\text{duedate} - \text{start time})} \times 100\% \quad (8)$$

Sedangkan jika waktu produksi aktual kurang dari waktu produksi yang diharapkan, maka rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Performance} = \frac{\text{completion time}}{(\text{duedate} - \text{start time})} \times 100\% \quad (9)$$

#### F. Shortest Processing Time

*Shortest Processing Time* merupakan metode penjadwalan yang mengurutkan pekerjaan dari waktu proses yang terpedek hingga yang terpanjang. Metode SPT ditujukan untuk meminimalkan *flow time*.

Dalam metode *Shortest Processing Time* berlaku syarat sebagai berikut:

$$t_{[1]} \leq t_{[2]} \leq \dots \leq t_{[n-1]} \leq t_{[n]} \quad (10)$$

Penjadwalan dengan metode *Shortest Processing Time* pada mesin yang disusun paralel memiliki algoritma sebagai berikut:

- 1) Urutkan pekerjaan dari yang waktu prosesnya paling pendek hingga yang paling panjang (menggunakan metode SPT).
- 2) Jadwalkan pekerjaan tersebut satu per satu pada mesin yang memiliki beban minimum. Jika beban mesin sama, pilih sembarang.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Objek Penelitian

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah empat buah mesin CNC yang disusun secara paralel membentuk *flexible manufacturing system*.

#### B. Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan adalah data yang berasal dari penelitian sebelumnya, yaitu Budiyanto, 2003, dan Susan, 2014. Data-data tersebut adalah:

TABEL II  
KEBUTUHAN DATA

| Data                  | Jenis data      | Cara pengukuran                          |
|-----------------------|-----------------|------------------------------------------|
| Waktu antar kerusakan | Rasio, kontinyu | Data sekunder dari penelitian sebelumnya |
| Waktu perbaikan       | Rasio, kontinyu | Data sekunder dari penelitian sebelumnya |
| Waktu proses          | Rasio, kontinyu | Data sekunder dari penelitian sebelumnya |
| Jumlah mesin          | Rasio, diskrit  | Data sekunder dari penelitian sebelumnya |

#### C. Metodologi Penelitian

Penelitian ini mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Tahap Awal Penelitian
  - Menentukan topik penelitian
  - Membuat rumusan masalah dan tujuan penelitian
  - Menentukan batasan penelitian
  - Tinjauan pustaka
- 2) Pengumpulan Data
  - Mempelajari proses produksi dan sistem manufaktur pada objek penelitian
  - Mengumpulkan data-data sekunder dan penelitian sebelumnya
- 3) Pengolahan dan Analisis Data
 

Dalam pengolahan data terdapat beberapa percobaan yang menunjukkan status-status sebagai berikut:

  - $E1$  = status dimana keempat mesin dalam keadaan baik
  - $MnP_x$  = status saat perkakas potong  $x$  dalam keadaan tidak siap pada mesin  $n$
  - $E2$  = status dimana mesin 1 dalam keadaan rusak
  - $E3$  = status dimana mesin 2 dalam keadaan rusak

Analisis Pengaruh Kerusakan Mesin dan Ketidakterediaan Perkakas Potong Terhadap *Overall Equipment Effectiveness* ada *Flexible Manufacturing System* Mesin Paralel

| Status | $\beta$ | $\theta$ | $\Gamma$ | MTTF (hari) | MTTF (jam) | MDT (jam) | Availability |
|--------|---------|----------|----------|-------------|------------|-----------|--------------|
| E1     | 2.080   | 25.125   | 0.886    | 22.254      | 178.033    | 5.4       | 0.971        |
| E2     | 1.279   | 14.849   | 0.926    | 13.754      | 110.028    | 5.4       | 0.953        |
| E3     | 1.299   | 15.051   | 0.924    | 13.903      | 111.224    | 5.4       | 0.954        |
| E4     | 1.230   | 14.278   | 0.934    | 13.337      | 106.698    | 5.4       | 0.952        |
| E5     | 1.237   | 14.429   | 0.895    | 12.909      | 103.269    | 5.4       | 0.950        |

- o E4 = status dimana mesin 3 dalam keadaan rusak
- o E5 = status dimana mesin 4 dalam keadaan rusak
- o E6 = status dimana mesin 1 dan 2 dalam keadaan rusak
- o E7 = status dimana mesin 1 dan 3 dalam keadaan rusak
- o E8 = status dimana mesin 1 dan 4 dalam keadaan rusak
- o E9 = status dimana mesin 2 dan 3 dalam keadaan rusak
- o E10 = status dimana mesin 2 dan 4 dalam keadaan rusak
- o E11 = status dimana mesin 3 dan 4 dalam keadaan rusak
- o E12 = status dimana mesin 1, 2 dan 3 dalam keadaan rusak

- Menghitung nilai *availability* dari setiap percobaan
- Menghitung nilai *performance* dari setiap percobaan
- Menghitung nilai OEE
- Menganalisis pengaruh kerusakan mesin dan ketidakterediaan perkakas potong terhadap nilai OEE

4) Tahap Akhir

- Kesimpulan dan saran

#### IV. HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISIS

##### A. Perhitungan Mean downtime

Data *mean downtime* diperoleh dari hasil rata-rata waktu perbaikan seluruh mesin. *Mean downtime* untuk mesin 1, 2, 3, dan 4 diasumsikan sama yaitu 5,4 jam.

TABEL II  
MEAN DOWNTIME

|           | $t_i$ (jam) |         |         |         |
|-----------|-------------|---------|---------|---------|
|           | Mesin 1     | Mesin 2 | Mesin 3 | Mesin 4 |
| 1         | 2           | 3       | 2       | 2       |
| 2         | 3           | 4       | 5       | 3       |
| 3         | 5           | 6       | 7       | 6       |
| 4         | 6           | 8       | 7       | 7       |
| 5         | 8           | 8       | 8       | 8       |
| Rata-rata | 5,4         |         |         |         |

##### B. Availability

Dengan menggunakan rumus (2), diperoleh data sebagai berikut:

TABEL III  
AVAILABILITY STATUS E1- E5

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (3), (4), (5), diperoleh hasil *availability* untuk status E6 hingga E12 sebagai berikut:

TABEL III  
AVAILABILITY STATUS E6- E12

| Status | MTTF (hari) | MTTF (jam) | MDT (jam) | Availability |
|--------|-------------|------------|-----------|--------------|
| E6     | 18.311      | 146.491    | 5.4       | 0.964        |
| E7     | 18.958      | 151.663    | 5.4       | 0.966        |
| E8     | 18.766      | 150.125    | 5.4       | 0.965        |
| E9     | 18.822      | 150.573    | 5.4       | 0.965        |
| E10    | 18.634      | 149.075    | 5.4       | 0.965        |
| E11    | 19.292      | 154.339    | 5.4       | 0.966        |
| E12    | 32.324      | 258.590    | 5.4       | 0.980        |

##### C. Performance

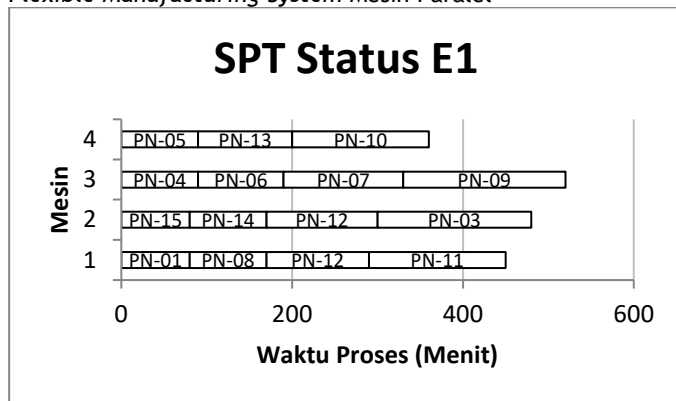
Faktor *performance* dalam penelitian ini dihitung berdasarkan persamaan II-25 dan persamaan II-26. Waktu ideal yang diharapkan dari pekerjaan ini adalah 480 menit yang diperoleh dari 1 hari kerja yang terdiri dari 8 jam kerja (8 jam x 60 menit = 480 menit). Start time dimulai pada saat t = 0. Berikut ini merupakan perhitungan *performance* berdasarkan perhitungan jadwal produksi menggunakan Shortest Processing Time untuk status E1 (keempat mesin dalam keadaan baik):

TABEL IV  
PERFORMANCE STATUS E1

| M1             |              |           | M2             |              |           |
|----------------|--------------|-----------|----------------|--------------|-----------|
| Job            | Waktu Proses | Flow Time | Job            | Waktu Proses | Flow Time |
| PN-01          | 80           | 80        | PN-15          | 80           | 80        |
| PN-08          | 90           | 170       | PN-14          | 90           | 170       |
| PN-12          | 120          | 290       | PN-12          | 130          | 300       |
| PN-11          | 160          | 450       | PN-03          | 180          | 480       |
| Operation time | 480          |           | Operation time | 480          |           |
| Performance    | 0,938        |           | Performance    | 1            |           |

| M3             |              |           | M4             |              |           |
|----------------|--------------|-----------|----------------|--------------|-----------|
| Job            | Waktu Proses | Flow Time | Job            | Waktu Proses | Flow Time |
| PN-04          | 90           | 80        | PN-05          | 90           | 90        |
| PN-06          | 100          | 190       | PN-13          | 110          | 200       |
| PN-07          | 140          | 330       | PN-10          | 160          | 360       |
| PN-09          | 190          | 520       | Operation time | 480          |           |
| Operation time | 480          |           | Performance    | 0,75         |           |
| Performance    | 0,917        |           |                |              |           |



Gambar 4 SPT Status E1

Pada sebuah mesin *milling* terdapat 4 buah perkakas potong A, B, C dan D, dengan masing-masing pekerjaan sebagai berikut:

TABEL V  
WAKTU PROSES DAN PERKAKAS POTONG MASING-MASING PART

| Part no | Total waktu proses (menit) | Perkakas Potong |
|---------|----------------------------|-----------------|
| PN-01   | 80                         | A               |
| PN-15   | 80                         |                 |
| PN-04   | 90                         |                 |
| PN-05   | 90                         |                 |
| PN-08   | 90                         | B               |
| PN-14   | 90                         |                 |
| PN-06   | 100                        |                 |
| PN-13   | 110                        |                 |
| PN-02   | 120                        | C               |
| PN-12   | 130                        |                 |
| PN-07   | 140                        |                 |
| PN-10   | 160                        |                 |
| PN-11   | 160                        | D               |
| PN-03   | 180                        |                 |
| PN-09   | 190                        |                 |

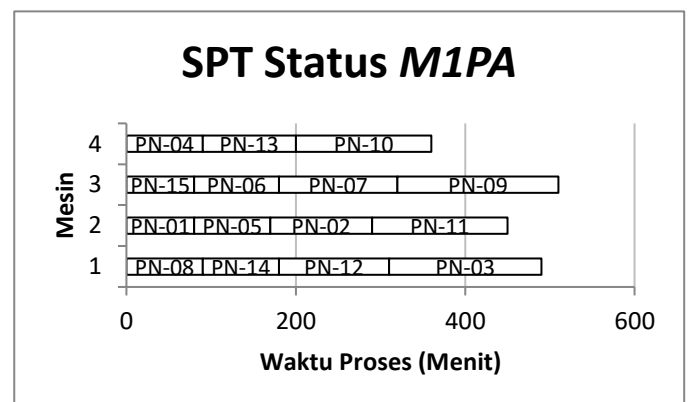
Jika salah satu dari perkakas potong ini rusak, maka pekerjaan di perkakas potong tersebut akan dipindahkan pada mesin *milling* lain dengan perkakas potong yang tidak rusak. Berikut ini kemungkinan kerusakan perkakas potong yang terjadi jika diasumsikan dalam satu mesin hanya diperbolehkan 1 perkakas potong yang rusak dan dari keempat mesin hanya diperbolehkan 1 mesin yang memiliki kerusakan pada perkakas potong yang sama. Diasumsikan pula perkakas potong yang rusak terjadi pada saat  $t \approx 0$ , pada saat operator sudah tidak menjaga FMS, yang berarti perkakas potong ditemukan rusak pada sesaat setelah mesin dinyalakan,

sehingga tidak ada perkakas potong yang rusak ketika digunakan.

TABEL VI  
KEMUNGKINAN KERUSAKAN MESIN DAN KETIDAKTERSEDIAAN PERKAKAS POTONG

| Mesin           | 1 | 2 | 3 | 4 | Status |
|-----------------|---|---|---|---|--------|
| Perkakas Potong | A |   |   |   | M1PA   |
|                 |   | A |   |   | M2PA   |
|                 |   |   | A |   | M3PA   |
|                 |   |   |   | A | M4PA   |
|                 | B |   |   |   | M1PB   |
|                 |   | B |   |   | M2PB   |
|                 |   |   | B |   | M3PB   |
|                 |   |   |   | B | M3PB   |
|                 | C |   |   |   | M1PC   |
|                 |   | C |   |   | M2PC   |
|                 |   |   | C |   | M3PC   |
|                 |   |   |   | C | M4PC   |
|                 | D |   |   |   | M1PD   |
|                 |   | D |   |   | M2PD   |
|                 |   |   | D |   | M3PD   |
|                 |   |   |   | D | M4PD   |

Jika perkakas potong A dalam keadaan rusak di mesin 1, maka pekerjaan akan dialokasikan pada mesin yang memiliki perkakas potong A yang tidak rusak. Setelah itu, dilakukan pengalokasian pekerjaan sesuai dengan metode *Shortest Processing Time* (pekerjaan dialokasikan pada mesin yang memiliki beban minimum), dengan syarat tidak ada pekerjaan di mesin 1 yang menggunakan perkakas potong A, kemudian menghitung *performance* dengan rumus Pers. V-1. Status ini dinamakan status M1PA, dimana M1 berarti mesin 1 dan PA adalah perkakas potong A, yang berarti status dimana perkakas potong A di mesin A mengalami kerusakan.



Gambar 5 SPT Status M1PA

Analisis Pengaruh Kerusakan Mesin dan Ketidakterersediaan Perkakas Potong Terhadap *Overall Equipment Effectiveness* ada *Flexible Manufacturing System* Mesin Paralel

TABEL VII  
PERFORMANCE STATUS M1PA

| Mesin     |    |     |     |     | Sum | Performance |
|-----------|----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| M4        | 90 | 110 | 160 |     | 360 | 0,750       |
| M3        | 80 | 100 | 140 | 190 | 510 | 0,938       |
| M2        | 80 | 90  | 120 | 160 | 450 | 0,938       |
| M1        | 90 | 90  | 130 | 180 | 490 | 0,979       |
| Rata-Rata |    |     |     |     |     | 0,901       |

#### D. Overall Equipment Effectiveness

Dari beberapa percobaan perhitungan *availability* dan *performance* sebelumnya, dapat dihitung *Overall Equipment Effectiveness* dari berbagai kondisi yang dapat dilihat pada tabel berikut:

TABEL VIII  
OEE STATUS E1-E12

| Status | Availability | Performance | Quality | Shift | OEE   |
|--------|--------------|-------------|---------|-------|-------|
| E1     | 0,971        | 0,901       | 1       | 1     | 0,875 |
| M1PA   | 0,971        | 0,901       | 1       | 1     | 0,875 |
| M2PA   | 0,971        | 0,901       | 1       | 1     | 0,875 |
| M3PA   | 0,971        | 0,901       | 1       | 1     | 0,875 |
| M4PA   | 0,971        | 0,901       | 1       | 1     | 0,875 |
| M1PB   | 0,971        | 0,891       | 1       | 1     | 0,864 |
| M2PB   | 0,971        | 0,891       | 1       | 1     | 0,864 |
| M3PB   | 0,971        | 0,901       | 1       | 1     | 0,875 |
| M4PB   | 0,971        | 0,901       | 1       | 1     | 0,875 |
| M1PC   | 0,971        | 0,870       | 1       | 1     | 0,844 |
| M2PC   | 0,971        | 0,870       | 1       | 1     | 0,844 |
| M3PC   | 0,971        | 0,891       | 1       | 1     | 0,864 |
| M4PC   | 0,971        | 0,901       | 1       | 1     | 0,875 |
| M1PD   | 0,971        | 0,839       | 1       | 1     | 0,814 |
| M2PD   | 0,971        | 0,839       | 1       | 1     | 0,814 |
| M3PD   | 0,971        | 0,870       | 1       | 1     | 0,844 |
| M4PD   | 0,971        | 0,901       | 1       | 1     | 0,875 |
| E2     | 0,953        | 0,743       | 1       | 1     | 0,708 |
| E3     | 0,954        | 0,743       | 1       | 1     | 0,709 |
| E4     | 0,952        | 0,743       | 1       | 1     | 0,707 |
| E5     | 0,950        | 0,743       | 1       | 1     | 0,706 |
| E6     | 0,964        | 0,932       | 1       | 2     | 0,899 |
| E7     | 0,966        | 0,932       | 1       | 2     | 0,900 |
| E8     | 0,965        | 0,932       | 1       | 2     | 0,900 |
| E9     | 0,965        | 0,932       | 1       | 2     | 0,900 |

|     |       |       |   |   |       |
|-----|-------|-------|---|---|-------|
| E10 | 0,965 | 0,932 | 1 | 2 | 0,900 |
| E11 | 0,966 | 0,932 | 1 | 2 | 0,901 |
| E12 | 0,980 | 0,743 | 1 | 3 | 0,728 |

#### E. Analisis

Status E1 (semua mesin dalam keadaan baik) memiliki OEE yang paling besar (1 *shift* kerja). Kerusakan pada perkakas potong A tidak menurunkan nilai OEE, B hanya memiliki sedikit pengaruh, C cukup banyak, dan D lebih banyak dari C. Hal ini karena pekerjaan di perkakas potong D yang memerlukan waktu proses yang paling panjang dibanding dengan mata potong lainnya. Pada status E6 – E11, memiliki nilai OEE yang buruk, sehingga diperlukan tambahan jam kerja (2 *shift*) Pada status E12 memiliki nilai OEE yang paling buruk sehingga dibutuhkan 3 *shift* kerja, namun nilai availabilitasnya paling baik karena hanya 1 mesin yang dihitung reliabilitasnya (tidak bergantung dengan mesin lain). Dari analisis, diharapkan semua mesin dalam kondisi berjalan, dengan perkakas potong D yang lebih diperhatikan. Hal ini dapat diusahakan dengan cara *preventive maintenance*.

#### V. KESIMPULAN

Sesuai dengan tujuan penelitian dan hasil analisis yang dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan OEE dari setiap kemungkinan kerusakan mesin dan ketidakterersediaan perkakas potong tertera pada tabel VIII.
2. Dari perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai *Overall Equipment Effectiveness* bergantung pada nilai *availability* dan *performance*, dimana *availability* bergantung pada kerusakan mesin dan *performance* bergantung pada kerusakan mesin dan ketidakterersediaan perkakas potong. Dapat dilihat bahwa nilai OEE paling baik adalah ketika terdapat dua mesin yang rusak. Hal ini terjadi karena adanya penambahan *shift* kerja menjadi 960 menit (2 *shift* kerja). Jika jam kerja tidak ditambah, maka pekerjaan tidak akan dapat diselesaikan. Dengan pertimbangan penambahan *shift* kerja ini, maka dapat disimpulkan bahwa status E1 merupakan kondisi yang paling baik. Hal ini jelas karena saat semua mesin dapat bekerja dengan baik, maka efektivitasnya menjadi maksimal pula.

#### VI. SARAN

Dalam penelitian ini hanya dilakukan perhitungan yang melibatkan faktor *availability* dan *performance* saja, karena itu diharapkan pada penelitian selanjutnya faktor *quality* juga menjadi faktor yang diperhatikan. Selain itu, model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model sederhana yang kurang menggambarkan keadaan yang sesungguhnya. Dalam penelitian ini kemungkinan kerusakan diasumsikan hanya boleh satu perkakas potong dalam suatu kejadian, serta terdapat asumsi satu *part* hanya membutuhkan satu jenis perkakas potong. Padahal, pada kenyataannya satu *part*

## Analisis Pengaruh Kerusakan Mesin dan Ketidaktersediaan Perkakas Potong Terhadap *Overall Equipment Effectiveness* ada *Flexible Manufacturing System* Mesin Paralel

memerlukan beberapa perkakas potong dalam pembuatannya, dan antara satu *part* dengan *part* lainnya membutuhkan perkakas potong dengan kombinasi yang berbeda-beda. selain itu, pada kenyataannya kemungkinan ketidaktersediaan perkakas potong bersifat random dan dapat terjadi ketika mesin beroperasi. Sehingga pada penelitian selanjutnya diharapkan adanya model yang lebih kompleks yang sesuai dengan keadaan sistem nyata.

### DAFTAR REFERENSI

- [1] S. Budiyo, "Penentuan Jadwal Perawatan Optimal untuk Flexible Manufacturing System dengan Kriteria Minimasi Ongkos Menggunakan Pendekatan Semi Markov Process", Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, 2003.
- [2] J. D. Campbell and A. K. S. Jardine, *Maintenance Excellence: Optimizing Equipment Life Cycle Decisions*, Marcel Dekker Inc., 1989
- [3] C. E. Ebeling, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, McGraw Hill, 1997.
- [4] Subiyanto, "Analisis Efektivitas Mesin/Alat Pabrik Gula Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 16, no. 1, pp. 41-50, 2014.
- [5] Susan, "Penjadwalan Job Shop pada Empat Mesin Identik dengan Menggunakan Metode Shortest Processing Time dan Genetic Algorithm", Institut Teknologi Harapan Bangsa, Bandung, 2013.