

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1. Umum**

Secara umum produktivitas diartikan sebagai suatu perbandingan antara hasil keluaran dan masukan, masukan sering dibatasi dengan masukan tenaga kerja sedangkan keluaran diukur dalam kesatuan fisik bentuk dan nilai. Produktivitas juga diartikan sebagai tingkatan efisiensi dalam memproduksi barang atau jasa. Dalam berbagai referensi terdapat banyak sekali mengenai produktivitas, dikelompokkan menjadi (Muchdarsyah, 2003):

- a. Rumusan tradisional bagi keseluruhan produktivitas tidak lain ialah ratio daripada apa yang dihasilkan (output) terhadap keseluruhan peralatan produksi yang dipergunakan (input).
- b. Produktivitas pada dasarnya adalah suatu sikap mental yang selalu mempunyai pandangan bahwa mutu kehidupan hari ini lebih baik daripada kemarin, dan hari esok lebih baik dari hari ini.
- c. Produktivitas merupakan interaksi terpadu dari tiga faktor esensial, yakni: investasi termasuk penggunaan pengetahuan dan teknologi serta riset, manajemen, dan tenaga kerja.

Untuk merencanakan kebutuhan tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan keramik yang realistis perlu diperhatikan adalah faktor-faktor sebagai berikut:

1. produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan keramik
2. alokasi penggunaan tenaga kerja untuk tiap jenis pekerjaan pemasangan keramik.
3. volume pekerjaan pemasangan keramik secara keseluruhan pada tiap proyek.
4. volume pekerjaan yang dihasilkan tiap siklus dalam satu hari pekerjaan pemasangan keramik

Keempat faktor tersebut di atas perlu diperhatikan dalam merencanakan penggunaan tenaga kerja agar didapat pengelolaan pekerjaan pemasangan keramik yang optimum dari segi biaya dan waktu penyelesaian. Selain keempat faktor di atas, perlu diperhatikan juga hal-hal yang berkaitan dengan:

1. Metode pemasangan yang dipakai pada proyek yang diteliti
2. Pola pemasangan keramik yang digunakan pada proyek yang diteliti
3. Jenis peralatan yang digunakan pada proyek yang diteliti

### **3.2. Teori Produktivitas**

#### **3.2.1. Pengertian Produktivitas**

Dalam doktrin pada konferensi Oslo, 1984, tercantum definisi umum produktivitas semesta, yaitu:

“Produktivitas adalah suatu konsep yang bersifat universal yang bertujuan untuk menyediakan lebih banyak barang dan jasa untuk lebih banyak manusia, dengan menggunakan sumber-sumber riil yang makin sedikit”

Produktivitas adalah suatu pendekatan interdisipliner untuk menentukan tujuan yang efektif, pembuatan rencana, aplikasi penggunaan cara yang produktivitas untuk menggunakan sumber-sumber yang efisien, dan tetap menjaga adanya kualitas yang tinggi (Muchdarsyah, 2003).

Produktivitas suatu pekerjaan adalah interaksi terpadu antara tiga faktor yang mendasar yaitu (Muchdarsyah, 2003):

a. Investasi

Komponen pokok dari investasi ialah modal, karena modal merupakan landasan gerak suatu usaha, namun modal saja tidaklah cukup, untuk itu harus ditambah dengan komponen teknologi dan pengembangan sumber daya manusia.

b. Manajemen

Kelompok manajemen dalam organisasi bertugas pokok menggerakkan orang-orang lain untuk bekerja sedemikian rupa sehingga tujuan tercapai dengan baik.

c. Tenaga kerja

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam kaitannya dengan faktor-faktor tenaga kerja adalah:

- 1) Motivasi pengabdian, disiplin, etos kerja, produktivitas dan masa depannya.
- 2) Hubungan lingkungan kerja yang serasi dan harmonis dalam suasana keterbukaan.

Dari penjelasan diatas bisa diambil hubungan antara produktivitas dengan keluaran dan masukan pada pekerjaan pasangan keramik. Keluaran dapat berupa satuan volume ( $m^2$ ) dan masukan berupa jumlah tenaga kerja.

### 3.2.2. Pengukuran Produktivitas

#### 1. Manfaat pengukuran produktivitas

Pengukuran produktivitas mempunyai manfaat dalam berbagai bidang dan tingkatan kehidupan secara umum, antara lain sebagai berikut:

- a. Pada tingkat sektoral dan nasional merupakan alat manajemen yang digunakan untuk membantu mengevaluasi penampilan, perencanaan, kebijakan pendapatan, upah dan harga melalui identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi pendapatan, membandingkan sektor-sektor ekonomi yang berbeda untuk menentukan prioritas kebijakan bantuan, menentukan tingkat pertumbuhan suatu sektor atau ekonomi, mengetahui pengaruh perdagangan internasional terhadap perkembangan ekonomi.
- b. Pada tingkat perusahaan merupakan sarana manajemen untuk menganalisa, mendorong efisiensi produksi dan memberikan petunjuk-petunjuk pada semua tingkatan manajemen tentang pedoman dalam mengendalikan permasalahan perusahaan (Muchdarsyah, 2003).

### 3.2.3. Pengertian Produktivitas Tenaga Kerja

Yang dimaksud dengan tenaga kerja adalah besarnya jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam suatu kesatuan pekerjaan (Iman Soeharto, 1995). Sedangkan produktivitas tenaga kerja merupakan besar volume pekerjaan yang dihasilkan oleh seorang tenaga kerja atau suatu kelompok tenaga kerja selama periode waktu tertentu, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas tenaga kerja} = \frac{\text{Volume Hasil Kegiatan (satuan volume)}}{\text{Durasi Kegiatan (suatu waktu) x jumlah tenaga}}$$

Mengingat bahwa pada umumnya proyek konstruksi berlangsung dalam kondisi yang berbeda-beda, maka dalam merencanakan kebutuhan tenaga kerja hendaknya kontraktor mengetahui produktivitas dari tenaga-tenaga yang dipakai.

### 3.2.4. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja.

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja dapat dibagi menjadi lima bagian, yaitu (1) faktor tenaga kerja (*labor*), (2) fasilitas pendukung atau peralatan (*equipment*), (3) faktor lingkungan (*environmental*), dan (4) faktor manajemen (*management*), (5) faktor bahan bangunan (*material*).

## 1. Faktor tenaga kerja (*labor*)

Faktor tenaga kerja adalah faktor-faktor yang berasal dari diri tenaga kerja itu sendiri, faktor tenaga kerja ini meliputi:

### a. Latar belakang tenaga kerja

Tenaga kerja berdasarkan keterampilannya dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu tenaga kerja ahli dan tenaga kasar. Tenaga kerja ahli dibagi dua yaitu tenaga ahli mekanis dan tenaga ahli non mekanis.

Tenaga kasar meliputi pembawa material dan pekerjaan-pekerjaan lain yang mendukung tenaga ahli.

Ketrampilan diperlukan terutama oleh tenaga kerja ahli. Ketrampilan kerja diperoleh dari pelatihan, dan sesama teman kerja. Namun di Indonesia, program pelatihan masih tidak umum dan jarang ada. Sehingga 80% dari pekerja Indonesia memperoleh keterampilan kerjanya dari sesama pekerja dengan cara coba-coba.

Ketrampilan juga dapat meningkat seiring dengan lama pengalaman kerja. Semakin lama pekerja mengerjakan aktivitas pekerjaan maka kecepatan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut juga meningkat. Peningkatan ini, nantinya akan stabil bila kecepatan maksimum dari pekerja tercapai.

### b. Kepadatan tenaga kerja

Kepadatan tenaga kerja merupakan perbandingan antara jumlah tenaga kerja terhadap luasan area proyek. Terlalu banyak pekerja pada suatu area proyek akan menurunkan produktivitas pekerja. Ini disebabkan

ruang gerak antar pekerja yang terbatas sehingga pekerjaan harus dilakukan dengan bergantian.

c. Jumlah dan komposisi tenaga kerja

Jumlah dan komposisi tenaga kerja dalam kelompok kerja harus seimbang dan stabil. Seimbang artinya jumlah dan komposisi tenaga kerja dalam kelompok kerja harus disesuaikan dengan durasi rencana, kuantitas pekerjaan dan spesifikasi pekerjaan. Durasi rencana ini biasanya ditentukan oleh pemberi order atau pemilik proyek. Kuantitas rencana diperoleh dari gambar rencana, namun harus diperhatikan pula adanya pekerjaan-pekerjaan tambahan, kesalahan pekerjaan dan perubahan desain yang terjadi selama pekerjaan berlangsung. Spesifikasi pekerjaan memperlihatkan jenis pekerjaan kualitas dan tingkat kesulitannya.

Stabil maksudnya selama mengerjakan suatu aktivitas pekerjaan, tenaga kerja tidak melakukan aktivitas pekerjaan lain. Penggantian ini akan memperpanjang durasi aktivitas pekerjaan, sebab tenaga kerja memerlukan waktu setiap memulai pekerjaan.

d. Motivasi tenaga kerja

Motivasi merupakan suatu proses untuk mempengaruhi seseorang agar melakukan sesuatu sesuai dengan yang diinginkan, juga dapat diartikan sebagai dorongan yang diinginkan seseorang untuk melakukan tindakan guna memenuhi kebutuhannya. Namun untuk dapat mempengaruhi seseorang diperlukan seseorang yang mampu dan

memahami kebutuhan para anggotanya. Dalam manajemen harus terjadi kerja sama antar individu supaya tujuan yang telah ditetapkan dapat tercapai, sedangkan setiap individu memiliki tujuan masing-masing yang mungkin berlainan atau tak seiring dengan tujuan bersama, oleh karena itu harus selalu diciptakan usaha-usaha guna mendorong para individu yang terlibat didalamnya untuk selalu bersedia bekerja sama sehingga tujuan tersebut dapat tercapai. Demikian motivasi atau dorongan untuk bekerja ini berpengaruh terhadap produktivitas yang dihasilkan.

e. Tingkat kesulitan pekerjaan

Tingkat kesulitan pekerjaan dipengaruhi detail pekerjaan dan kualitas. Semakin sulit detail pekerjaan yang dikerjakan dan semakin tinggi kualitas yang dikendaki, maka produksi akan semakin rendah.

f. Stamina atau kondisi fisik tubuh

Kerja lembur secara umum akan menurunkan produktivitas, namun penurunan ini berbeda-beda antara proyek yang satu dengan proyek yang lain. Penyebab turunnya produktivitas ini diantaranya adalah kelelahan.

2. Faktor fasilitas pendukung atau peralatan (*equipment*)

Fasilitas pendukung yang dimaksud disini adalah peralatan yang mendukung berlangsungnya aktivitas pekerjaan. Faktor-faktor yang berkaitan dengan peralatan meliputi kapasitas peralatan, jumlah peralatan, ketersediaan dan kondisi alat kerja. Agar peralatan dapat digunakan

seefisien mungkin, maka kapasitas dan jumlah peralatan harus sesuai dengan jumlah dan komposisi dari kelompok kerja.

3. Faktor lingkungan kerja (*environmental*)

Faktor lingkungan kerja meliputi temperatur dan kelembaban udara, angin serta curah hujan, kebisingan, debu dan bau akan dapat mengganggu konsentrasi pekerja. Faktor-faktor ini akan mempengaruhi pekerja baik secara fisik maupun psikologis.

4. Faktor manajemen (*management*).

Faktor manajemen meliputi pembagian jenis pekerjaan antara tenaga ahli dan tenaga pembantu sehingga tidak ada pekerjaan yang seharusnya dikerjakan tenaga pembantu dikerjakan tenaga ahli atau sebaliknya. Selain itu yang tidak kalah pentingnya adalah pengawasan terhadap tenaga kerja itu sendiri .

5. Faktor bahan bangunan (*material*)

Faktor-faktor yang berkaitan dengan material meliputi ketersediaan material, keadaan pabrikan (ada cacat atau tidak) material dan urutan pengiriman serta pengangkutan material.

Dari semua faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja diatas, dalam tugas akhir ini akan dilakukan analisis pada pekerjaan pasangan keramik proyek pembangunan gedung FTI UII.

### 3.3. Komposisi Kelompok Tenaga Kerja

Pengertian komposisi tenaga kerja adalah perbandingan antara jumlah tukang dengan tenaga (laden) pada pekerjaan pasangan keramik. Perbandingan antara jumlah tukang dengan tenaga dapat disebut komposisi kelompok tenaga kerja, dimana jumlah tukang dan jumlah tenaga harus disesuaikan dengan keadaan dan kesulitan kondisi setempat serta waktu yang harus dilaksanakan.

Pada kegiatan konstruksi, satu kelompok kerja terdiri dari bermacam-macam pekerja lapangan (*labour craft*), seperti tukang batu dan pembantu. Komposisi kelompok kerja berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja secara keseluruhan.

Komposisi tenaga kerja pada pekerjaan pasangan keramik dapat ditunjukkan dalam tabel berikut ini:

**Tabel 3.1. Kelompok Tenaga Kerja**

| Pekerjaan Pasangan Keramik |               |
|----------------------------|---------------|
| •                          | Mandor        |
| •                          | Kepala Tukang |
| •                          | Tukang        |
| •                          | Tenaga        |

Sumber : Bachtiar Ibrahim (2001)

Tabel diatas dapat dijelaskan bahwa dalam pekerjaan pemasangan keramik diperlukan mandor, kepala tukang, tukang dan tenaga laden. Khusus pada penelitian ini hanya meneliti komposisi tukang dengan tenaga laden pada pekerjaan pemasangan keramik. Tukang sebagai pemasang keramik dan tenaga laden membantu pekerjaan tukang dari mulai mengambil spesi, memotong keramik dan membawa keramik ke lokasi yang akan dipasang.

Kelompok kerja dapat didefinisikan sebagai dua atau lebih orang yang berinteraksi dan saling mempengaruhi untuk mencapai tujuan bersama.

#### **3.4. Pengaruh Komposisi Tenaga Kerja Terhadap Produktivitas**

Di dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi, salah satu sumber daya yang menjadi faktor penentu keberhasilan adalah tenaga kerja. Penyediaan tenaga kerja harus disesuaikan dengan tuntutan perubahan yang sedang berlangsung. Komposisi yang berlebihan akan menaikkan biaya, sedangkan bila kurang akan menurunkan produktivitas (Iman Soeharto, 1995). Disamping itu komposisi masing-masing disiplin pekerjaan dalam kelompok juga mempengaruhi produktivitas. Komposisi kelompok kerja ini harus direncanakan agar hasil produktivitasnya optimal dengan biaya minimal.

#### **3.5. Keramik Sebagai Bahan Bangunan**

Keramik adalah salah satu unsur bahan bangunan yang digunakan sebagai bahan penutup lantai dan dibuat dari tanah dengan campuran bahan-bahan kimia,

dibakar dengan suhu tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam air. Bahan keramik bersifat keras, ringan, tahan api dan korosi. Namun memiliki kelemahan yaitu bersifat getas. Keramik memiliki bermacam-macam ukuran antara lain : 20 x 20 cm, 30 x 30 cm, 40 x 40 cm, 20 x 25 cm.

### **3.6. MU-450 dan Semen Sebagai Alat Perekat**

#### **3.6.1. MU-450**

MU-450 atau Mortar Utama 450 adalah suatu bahan ikat modern yang berbentuk butiran halus, berwarna abu-abu dan akan terikat bila dicampur dengan air. MU-450 khusus untuk bahan perekat pemasangan keramik, marmer, granit atau batu alam lainnya pada lantai, setelah kering MU-450 akan bersifat lunak dan elastis. MU-450 diproduksi oleh PT. Cipta Mortar Utama, Cikarang-Indonesia

#### **3.6.2. Semen**

Semen adalah suatu bahan ikat multi fungsi berbentuk butiran halus berwarna abu-abu dan akan terikat bila dicampur dengan air. Semen bisa digunakan untuk mengikat agregat besar atau kecil untuk konstruksi yang mempunyai kuat desak tinggi seperti beton dan spesi, semen juga dapat digunakan sebagai alat perekat keramik, marmer, granit atau batu alam lainnya pada lantai atau dinding setelah kering semen bersifat keras dan getas.

### **3.7. MPDM**

#### **3.7.1. Konsep Umum *Method Productivity Delay Model* (MPDM)**

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah MPDM (*Method Productivity Delay Model*) atau Metoda Produktivitas Penundaan Model. MPDM adalah suatu metoda modifikasi tentang penyelidikan gerak dan waktu dikembangkan untuk mengukur, memprediksikan dan meningkatkan metoda produktivitas rata-rata suatu perusahaan konstruksi. MPDM dalam pengumpulan data mengambil contoh produksi konstruksi yang beredar, dari data ini kalkulasi di buat untuk menentukan efesiensi dari operasi dengan menunjukkan efek dari keterlambatan yang didokumentasi atas produktivitas yang diukur. Dari informasi ini metoda dapat ditingkatkan dengan mengambil tindakan sesuai faktor yang menyebabkan keterlambatan produktivitas. Tindakan ini berdasar pada analisis produktivitas yang dirumuskan. Pada analisis produktivitas pekerjaan pasangan keramik ini MPDM diterapkan dalam dua langkah, terdiri dari pengumpulan data dan pengolahan data.

#### **3.7.2. Jenis Penundaan.**

Dalam proses pengumpulan data harus dapat memprediksi jenis penundaan yang akan terjadi, dalam pekerjaan konstruksi ada keterlambatan khas yaitu:

1. Lingkungan (*environment*), yaitu penundaan yang terjadi karena lingkungan kerja meliputi temperatur dan kelembaban udara, angin serta curah hujan, kebisingan, debu dan bau akan dapat mengganggu konsentrasi pekerja. Faktor-faktor ini akan mempengaruhi pekerja baik secara fisik maupun psikologis.
2. Peralatan (*equipment*) atau fasilitas pendukung, penundaan produktivitas terjadi akibat peralatan yang mendukung berlangsungnya aktivitas pekerjaan, meliputi kapasitas peralatan, jumlah peralatan, ketersediaan dan kondisi alat kerja.
3. Tenaga kerja (*labor*), yaitu penundaan produktivitas yang diakibatkan oleh tenaga kerja, meliputi kelelahan pekerja, makan diwaktu bekerja, ketidak pahaman tenaga kerja terhadap tugasnya.
4. Bahan bangunan (*material*), meliputi ketersediaan bahan bangunan, pendistribusian material dan cacatnya bahan bangunan.
5. Manajemen (*management*), meliputi perencanaan sumber daya yaitu pembagian tugas antara tenaga ahli dan tenaga pembantu.

### **3.7.3. Pengumpulan Data (*Data Collection*)**

Dalam pengumpulan data menggunakan *Production Cycle Delay Sampling* (PCDS) atau Sampling Siklus Penundaan Produksi, dan ada dua metode untuk mengumpulkan data keterlambatan yaitu:

1. mencatat panjang waktu untuk masing-masing penundaan ketika terjadi dalam produksi beredar (*production cycle*).

2. mengambil rata-rata waktu siklus tanpa penundaan dihitung dalam baris A (tabel 3.3) dalam MPDM yang memproses dan mengurangnya dari waktu tiap siklus.

Tabel 3.2 Contoh *Production Cycle Delay Sampling* (PCDS)

| PRODUCTION CYCLE DELAY SAMPLING |                             |                           |                       |                   |                      |                        |                                 |         |         |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|---------|---------|
| Method :                        |                             |                           |                       |                   |                      |                        | Production Unit : (second)      |         |         |
| Production cycle                | Production cycle time (sec) | Environmental delay (sec) | Equipment delay (sec) | Labor delay (sec) | Material delay (Sec) | Management delay (sec) | Minus mean non delay time (sec) | remarks | remarks |
| 1                               | 2                           | 3                         | 4                     | 5                 | 6                    | 7                      | 8                               | 9       | 9       |
| 1                               |                             |                           |                       |                   |                      |                        |                                 |         |         |
| 2                               |                             |                           |                       |                   |                      |                        |                                 |         |         |
| 3                               |                             |                           |                       |                   |                      |                        |                                 |         |         |
| 4                               |                             |                           |                       |                   |                      |                        |                                 |         |         |
| 5                               |                             |                           |                       |                   |                      |                        |                                 |         |         |

### 3.7.4. Pengolahan Data.

Pengolahan data adalah menambahkan, mengurangi, mengalikan, dan membagi data yang ada dalam tabel 3.3. MPDM Processing Sheet .

Tabel 3.3 *MPDM Processing Sheet*

| MPDM Processing                        |                  |                            |                 |   |            |
|--|------------------|----------------------------|-----------------|---|------------|
| Date :                                 |                  | Production unit : (second) |                 |   |            |
| Method :                               |                  |                            |                 |   |            |
| Units                                  | TOTAL PRODUCTION | NUMBER OF CYCLE            | MEAN CYCLE TIME | $\Sigma[(\text{Cycle time}) - (\text{Non-delay cycle time})] / n$ |            |
| <b>A)</b> Non-Delayed production cycle |                  |                            |                 |   |            |
| <b>B)</b> Overall production unit      |                  |                            |                 |   |            |
| DELAY INFORMATION                      |                  |                            |                 |   |            |
| DELAY                                  |                  |                            |                 |   |            |
|  | Environment      | Equipment                  | Labor           | Material  | Management |
| <b>C)</b> Occurences                   |                  |                            |                 |   |            |
| <b>D)</b> Total added time             |                  |                            |                 |   |            |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
| <b>E)</b> Probability Of occurrence                  |  |  |  |  |  |
| <b>F)</b> Relative severity                          |  |  |  |  |  |
| <b>G)</b> Expected % delay time per production cycle |  |  |  |  |  |

### 3.7.4.1. Nondelayed Production Cycle (Baris A Tabel 3.3).

*Nondelayed production cycle* adalah waktu tanpa penundaan produksi dalam suatu siklus sehingga semua pekerjaan dalam satu kelompok kerja (tukang dan tenaga laden) tidak terganggu atau tertunda akibat faktor lingkungan kerja (*environment*), faktor peralatan atau alat bantu (*equipment*), faktor tenaga kerja (*labor*), faktor bahan bangunan (*material*) dan faktor manajemen (*management*).

$$\text{mean cycle time non delayed production cycle} = \frac{\sum \text{production time}}{n} \quad (1)$$

*mean cycle time non delayed production cycle* = nilai rata-rata tanpa delay

$$\sum \text{production time} = \text{total waktu produksi tanpa delay}$$

$n$  = banyaknya siklus tanpa delay

*mean of minus mean non delay time in delayed production cycle*

$$= \frac{\sum \text{minus mean non delay time from non delayed production cycle}}{n} \quad (2)$$

*mean of minus mean non delay time in delayed production cycle*

= nilai rata-rata dari pengurangan nilai rata-rata waktu siklus produksi tanpa delay dari produksi siklus tanpa delay

$\sum$  *minus mean non delay time from non delayed production cycle*

= jumlah dari minus mean non delay time dari waktu produksi tanpa delay

n = banyaknya siklus tanpa delay

#### **3.7.4.2. Overall Production Cycles (Baris B Tabel 3.3)**

*Overall production cycles* adalah keseluruhan produksi siklus baik dalam suatu siklus tersebut terjadi penundaan atau tidak terjadi penundaan yang disebabkan oleh : faktor lingkungan kerja (*environment*), faktor peralatan atau alat bantu (*equipment*), faktor tenaga kerja (*labor*), faktor bahan bangunan (*material*) dan faktor manajemen (*management*).

$$\text{mean cycle time overall production cycle} = \frac{\sum \text{total production time}}{n} \quad (3)$$

*mean cycle time overall production cycle*

= nilai rata-rata dari keseluruhan produksi siklus

n = banyaknya siklus

*mean of minus mean non delay time in overall production cycle*

$$= \frac{\sum \text{minus mean non delay time from overall production cycle}}{n} \quad (4)$$

*mean of minus mean non delay time in overall production cycle*

= nilai rata-rata dari pengurangan rata-rata waktu siklus tanpa delay dari

keseluruhan waktu produksi siklus.

$$\sum \text{minus mean non delay time from overall production cycle}$$

= jumlah pengurangan waktu rata-rata tanpa delay dari seluruh waktu produksi

siklus

n = banyaknya siklus

#### 3.7.4.3. Occurrences (Baris C Tabel 3.3)

*Occurrences* adalah banyaknya kejadian penundaan produksi dalam keseluruhan produksi siklus dari masing-masing penyebab penundaan, macam-macam penyebab penundaannya adalah : faktor lingkungan kerja (*environment*), faktor peralatan atau alat bantu (*equipment*), faktor tenaga kerja (*labor*), faktor bahan bangunan (*material*) dan faktor manajemen (*managemnt*).

#### 3.7.4.4. Total Added Time (Baris D Tabel 3.3)

*Total added time* adalah total penambahan prosentase masing-masing faktor yang mengakibatkan penundaan dikalikan hasil pengurangan nilai rata-rata waktu tanpa delay.

$$Total\ added\ time = \sum \left[ \frac{\text{prosentase delay akibat satu faktor dalam satu siklus}}{\left( 1 - \frac{\text{hasil pengurangan nilai rata-rata tanpa delay}}{\text{hasil pengurangan nilai rata-rata tanpa delay}} \right)} \right] \quad (5)$$

#### 3.7.4.5. Probability of Occurrence (Baris E Tabel 3.3)

Probability of occurrence adalah kemungkinan kejadian akibat masing-masing faktor yang menyebabkan penundaan.

$$Probability\ of\ occurrence = \frac{\text{banyaknya penundaan akibat setiap faktor}}{\text{banyaknya siklus}} \quad (6)$$

#### 3.7.4.6. Relative Severity (Baris F Tabel 3.3)

*Relative severity* adalah besaran relatif tiap faktor yang menyebabkan penundaan produktivitas.

$$relative\ severity = \frac{\left( \frac{\text{total added time}}{\text{occurrences}} \right)}{\text{mean cycle time from overall production cycle}} \quad (7)$$

### 3.7.4.7. Expected Percent Delay Time Per Production Cycle

(Baris G Tabel 3.3)

*Expected percent delay time per production cycle* adalah prosentase penundaan waktu yang disebabkan oleh masing-masing faktor tiap produksi siklus.

$$\begin{aligned} \text{expected \% delay time per production cycle} \\ = (\text{relative severity} \times \text{probability of occurrence}) \times 100\% \end{aligned} \quad (8)$$

### 3.7.4.8. Persamaan Produktivitas

$$\begin{aligned} \text{Ideal productivity} &= \frac{1}{\text{mean nondelay cycle time}} \\ &= \frac{60 \text{ min/hr} \times 60 \text{ sec/min}}{\text{mean nondelay cycle time}} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \text{Overall method productivity} &= \frac{1}{\text{mean overall cycle time}} \\ &= \frac{60 \text{ min/hr} \times 60 \text{ sec/min}}{\text{mean overall cycle time}} \end{aligned} \quad (10)$$

*overall productivity*

$$= (\textit{ideal productivity}) \times (1 - E_{cn} - E_{cq} - E_{la} - E_{mi} - E_{mn}) \quad (11)$$

#### 3.7.4.9. Method Indicators

$$\textit{Ideal cycle variability} = \frac{\textit{variation measure} - \textit{Row A}}{\textit{mean nondelay cycle time}} \quad (12)$$

$$\textit{Overall cycle variability} = \frac{\textit{variation measure} - \textit{Row B}}{\textit{mean overall cycle time}} \quad (13)$$

### 3.8. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah produktivitas pekerjaan pasangan keramik lebih tinggi menggunakan alat perekat semen biasa dibandingkan dengan produktivitas pasangan keramik menggunakan alat perekat MU-450, karena MU-450 adalah bahan perekat jenis baru dan tenaga kerja belum terbiasa menggunakannya.