

### Lampiran 3: Perhitungan Pengembangan Algoritma dengan Pendekatan Minimum Slack Time (MST)

#### Allocation Model

Langkah 0.

Tabel Deskripsi Item dan Pendefinisian Variabel

| Deskripsi Item              | <i>i</i> | $p(p_{i0})$ |
|-----------------------------|----------|-------------|
| JB Rect 120 x 100 x 45 mm   | 1        | $p_{10}$    |
| Gelas V2                    | 2        | $p_{20}$    |
| JB Square 100 x 100 x 50 mm | 3        | $p_{30}$    |
| JB Round 80 x 40 mm         | 4        | $p_{40}$    |
| Klem PIPA                   | 5        | $p_{50}$    |
| Shock PIPA                  | 6        | $p_{60}$    |
| Steker Schuko               | 7        | $p_{70}$    |
| Tutup KWH Meter Type 1      | 8        | $p_{80}$    |
| Multi Outlet Socket (MOS)   | 9        | $p_{90}$    |
| Steker E-A                  | 10       | $p_{100}$   |

Langkah 1.



Gambar Struktur Item dalam Digraph

Langkah 2.

Tabel Pembentukan *Subscript* untuk Setiap *Job*

| <i>Subscript</i> |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>i</i>         | <i>j</i> | <i>k</i> | <i>l</i> | <i>m</i> | <i>i</i> | <i>j</i> | <i>k</i> | <i>l</i> | <i>m</i> |
| 1                | 0        | 2, 3     | 0        | 1        | 6        | 0        | 2, 3     | 0        | 1        |
|                  | 1        | 1        | 1        | 3        |          | 1        | 1        | 1        | 1        |
|                  | 2        | 1        | 1        | 2        |          | 2        | 1        | 1        | 1        |
|                  | 3        | 1        | 1        | 3        |          | 7        | 0        | 2, 3     | 0        |
| 2                | 0        | 2, 3     | 0        | 1        | 8        | 1        | 1        | 1        | 2        |
|                  | 1        | 1        | 1        | 1        |          | 2        | 1        | 1        | 2        |
|                  | 2        | 1        | 1        | 1        |          | 0        | 2, 3     | 0        | 1        |
|                  | 3        | 1        | 1        | 1        |          | 1        | 1        | 1        | 2        |
| 3                | 0        | 2, 3     | 0        | 1        | 9        | 2        | 1        | 1        | 3        |
|                  | 1        | 1        | 1        | 3        |          | 3        | 1        | 1        | 1        |
|                  | 2        | 1        | 1        | 3        |          | 4        | 1        | 1        | 1        |
|                  | 3        | 1        | 1        | 3        |          | 5        | 1        | 1        | 1        |
| 4                | 0        | 2, 3     | 0        | 1        | 10       | 0        | 2, 3     | 0        | 1        |
|                  | 1        | 1        | 1        | 3        |          | 1        | 1        | 1        | 2        |
|                  | 2        | 1        | 1        | 3        |          | 2        | 1        | 1        | 3        |
|                  | 3        | 1        | 1        | 3        |          | 3        | 1        | 1        | 1        |
| 5                | 0        | 2, 3     | 0        | 1        | 10       | 4        | 1        | 1        | 3        |
|                  | 1        | 1        | 1        | 3        |          | 0        | 2, 3     | 0        | 1        |
|                  | 2        | 1        | 1        | 3        |          | 1        | 1        | 1        | 2        |
|                  | 3        | 1        | 1        | 3        |          | 2        | 1        | 1        | 2        |

Langkah 3.

Tabel Penentuan  $n_{i0}$ ,  $O_{i0k0m}$ ,  $t_{i0k0m}$ , dan  $d_{i0}$  untuk setiap item  $p_{i0}$

| $p_{i0}$ | $n_{i0}$<br>(unit) | $O_{i0k0m}$ | $t_{i0k0m}$<br>(detik) | $d_{i0}$<br>(hari) | $p_{i0}$  | $n_{i0}$<br>(unit) | $O_{i0k0m}$  | $t_{i0k0m}$<br>(detik) | $d_{i0}$<br>(hari) |
|----------|--------------------|-------------|------------------------|--------------------|-----------|--------------------|--------------|------------------------|--------------------|
| $p_{10}$ | 7500               | $O_{10201}$ | 652500                 | 27                 | $p_{60}$  | 5100               | $O_{60201}$  | 76500                  | 3                  |
|          |                    | $O_{10301}$ | 176250                 | 27                 |           |                    | $O_{60301}$  | 49470                  | 3                  |
| $p_{20}$ | 8000               | $O_{20201}$ | 712000                 | 23                 | $p_{70}$  | 7700               | $O_{70201}$  | 223300                 | 12                 |
|          |                    | $O_{20301}$ | 180000                 | 23                 |           |                    | $O_{70301}$  | 80850                  | 12                 |
| $p_{30}$ | 7700               | $O_{30201}$ | 329560                 | 11                 | $p_{80}$  | 4400               | $O_{80201}$  | 237600                 | 14                 |
|          |                    | $O_{30301}$ | 176330                 | 11                 |           |                    | $O_{80301}$  | 104720                 | 14                 |
| $p_{40}$ | 8400               | $O_{40201}$ | 403200                 | 13                 | $p_{90}$  | 10500              | $O_{90201}$  | 819000                 | 19                 |
|          |                    | $O_{40301}$ | 187320                 | 13                 |           |                    | $O_{90301}$  | 257250                 | 19                 |
| $p_{50}$ | 8200               | $O_{50201}$ | 73800                  | 4                  | $p_{100}$ | 7500               | $O_{100201}$ | 198750                 | 10                 |
|          |                    | $O_{50301}$ | 96760                  | 4                  |           |                    | $O_{100301}$ | 85500                  | 10                 |

Langkah 4.

Tabel Penentuan Jumlah Komponen  $H_{ij}$  yang akan diproduksi

| $p_{ij}$ | $Z(p_{ij})$ | $H_{ij}$ (unit) | $p_{ij}$ | $Z(p_{ij})$ | $H_{ij}$ (unit) |
|----------|-------------|-----------------|----------|-------------|-----------------|
| $p_{11}$ | $p_{10}$    | 1               | $p_{61}$ | $p_{60}$    | 1               |
| $p_{12}$ |             | 2               | $p_{62}$ |             | 1               |
| $p_{13}$ |             | 10              | $p_{71}$ | $p_{70}$    | 1               |
| $p_{21}$ | $p_{20}$    | 1               | $p_{72}$ |             | 1               |
| $p_{22}$ |             | 1               | $p_{81}$ | $p_{80}$    | 1               |
| $p_{23}$ |             | 1               | $p_{82}$ |             | 1               |
| $p_{31}$ | $p_{30}$    | 1               | $p_{83}$ |             | 1               |
| $p_{32}$ |             | 1               | $p_{84}$ |             | 1               |
| $p_{33}$ |             | 3               | $p_{85}$ |             | 1               |

Tabel Penentuan Jumlah Komponen  $H_{ij}$  yang akan diproduksi (Lanjutan)

| $p_{ij}$ | $Z(p_{ij})$ | $H_{ij}$ (unit) | $p_{ij}$  | $Z(p_{ij})$ | $H_{ij}$ (unit) |
|----------|-------------|-----------------|-----------|-------------|-----------------|
| $p_{34}$ |             | 1               | $p_{91}$  |             | 1               |
| $p_{41}$ |             | 1               | $p_{92}$  |             | 1               |
| $p_{42}$ | $p_{40}$    | 1               | $p_{93}$  | $p_{90}$    | 1               |
| $p_{43}$ |             | 4               | $p_{94}$  |             | 1               |
| $p_{44}$ |             | 1               | $p_{101}$ |             | 1               |
| $p_{51}$ | $p_{50}$    | 1               | $p_{102}$ | $p_{100}$   | 1               |

Langkah 5.

Tabel Penentuan  $n_{ij}$ ,  $O_{ijklm}$ ,  $s_{ijklm}$ ,  $t_{ijklm}$ , dan  $d_{ij}$  untuk setiap  $p_{ij}$ 

| $p_{ij}$ | $n_{ij} = n_{i0} \times H_{ij}$<br>(unit) | $O_{ijklm}$ | $t_{ijklm}$<br>(detik) | $d_{ij} = d_{i0}$ | $p_{ij}$  | $n_{ij} = n_{i0} \times H_{ij}$<br>(unit) | $O_{ijklm}$  | $t_{ijklm}$<br>(detik) | $d_{ij} = d_{i0}$ |
|----------|-------------------------------------------|-------------|------------------------|-------------------|-----------|-------------------------------------------|--------------|------------------------|-------------------|
| $p_{11}$ | 7500                                      | $O_{11113}$ | 120000                 | 27                | $p_{61}$  | 5100                                      | $O_{61111}$  | 17864                  | 3                 |
| $p_{12}$ | 15000                                     | $O_{12112}$ | 187500                 | 27                | $p_{62}$  | 5100                                      | $O_{62111}$  | 18502                  | 3                 |
| $p_{13}$ | 75000                                     | $O_{13113}$ | 637500                 | 27                | $p_{71}$  | 7700                                      | $O_{71112}$  | 86625                  | 12                |
| $p_{21}$ | 8000                                      | $O_{21111}$ | 520000                 | 23                | $p_{72}$  | 7700                                      | $O_{72112}$  | 90475                  | 12                |
| $p_{22}$ | 8000                                      | $O_{22111}$ | 184000                 | 23                | $p_{81}$  | 4400                                      | $O_{81112}$  | 151800                 | 14                |
| $p_{23}$ | 8000                                      | $O_{23111}$ | 256000                 | 23                | $p_{82}$  | 4400                                      | $O_{82113}$  | 156200                 | 14                |
| $p_{31}$ | 7700                                      | $O_{31113}$ | 93362.5                | 11                | $p_{83}$  | 4400                                      | $O_{83111}$  | 10276                  | 14                |
| $p_{32}$ | 7700                                      | $O_{32113}$ | 130900                 | 11                | $p_{84}$  | 4400                                      | $O_{84111}$  | 2640                   | 14                |
| $p_{33}$ | 23100                                     | $O_{33113}$ | 98175                  | 11                | $p_{85}$  | 4400                                      | $O_{85111}$  | 2205                   | 14                |
| $p_{34}$ | 7700                                      | $O_{34111}$ | 28875                  | 11                | $p_{91}$  | 10500                                     | $O_{91112}$  | 351750                 | 19                |
| $p_{41}$ | 8400                                      | $O_{41113}$ | 92400                  | 13                | $p_{92}$  | 10500                                     | $O_{92113}$  | 359625                 | 19                |
| $p_{42}$ | 8400                                      | $O_{42113}$ | 134400                 | 13                | $p_{93}$  | 10500                                     | $O_{93111}$  | 131250                 | 19                |
| $p_{43}$ | 33600                                     | $O_{43112}$ | 142800                 | 13                | $p_{94}$  | 10500                                     | $O_{94113}$  | 78750                  | 19                |
| $p_{44}$ | 8400                                      | $O_{44113}$ | 27300                  | 13                | $p_{101}$ | 7500                                      | $O_{101112}$ | 73125                  | 10                |
| $p_{51}$ | 8200                                      | $O_{51111}$ | 18468                  | 4                 | $p_{102}$ | 7500                                      | $O_{102112}$ | 60000                  | 10                |

## Sequencing Model

## Stage 1

Langkah 0. Penjadwalan secara *forward* dimulai dari dari *level* paling akhir  $l$  atau komponen penyusun produk  $e_{ij}$ , yaitu  $l = 1$ .

Langkah 1.

Tabel Pengalokasian Operasi ke Mesin  $m$ 

| $O(O_{ijklm}) ; k = 1$ |              |             |
|------------------------|--------------|-------------|
| $m=1$                  | $m=2$        | $m=3$       |
| $O_{21111}$            | $O_{12112}$  | $O_{11113}$ |
| $O_{22111}$            | $O_{43112}$  | $O_{13113}$ |
| $O_{23111}$            | $O_{71112}$  | $O_{31113}$ |
| $O_{34111}$            | $O_{72112}$  | $O_{32113}$ |
| $O_{51111}$            | $O_{81112}$  | $O_{33113}$ |
| $O_{61111}$            | $O_{91112}$  | $O_{41113}$ |
| $O_{62111}$            | $O_{101112}$ | $O_{42113}$ |
| $O_{83111}$            | $O_{102112}$ | $O_{44113}$ |
| $O_{84111}$            |              | $O_{82113}$ |
| $O_{85111}$            |              | $O_{92113}$ |
| $O_{93111}$            |              | $O_{94113}$ |

Langkah 2. Set  $m = 1$

Tabel Inisialisasi Awal dengan Algoritma MST

| $O(ijklmn)$  | $l_{ijklmn}$<br>(detik) | $t_{ijklmn}$<br>(detik) | d (hari) | Slack Time<br>(detik) | Sort ST | Urutan<br>MST |
|--------------|-------------------------|-------------------------|----------|-----------------------|---------|---------------|
| $O_{21111n}$ | 5713                    | 520000                  | 23       | 136687                | 62090   | 62            |
| $O_{22111n}$ | 5312                    | 184000                  | 23       | 473088                | 62345   | 61            |
| $O_{23111n}$ | 6329                    | 256000                  | 23       | 400071                | 90342   | 51            |
| $O_{34111n}$ | 5992                    | 28875                   | 11       | 281933                | 136687  | 21            |
| $O_{51111n}$ | 6390                    | 18468                   | 4        | 90342                 | 281933  | 34            |
| $O_{61111n}$ | 6191                    | 17864                   | 3        | 62345                 | 386426  | 83            |
| $O_{62111n}$ | 5808                    | 18502                   | 3        | 62090                 | 394966  | 84            |
| $O_{83111n}$ | 6498                    | 10276                   | 14       | 386426                | 395225  | 85            |
| $O_{84111n}$ | 5594                    | 2640                    | 14       | 394966                | 400071  | 23            |
| $O_{85111n}$ | 5770                    | 2205                    | 14       | 395225                | 473088  | 22            |
| $O_{93111n}$ | 4920                    | 131250                  | 19       | 537360                | 537360  | 93            |

Tabel Urutan Job yang akan dikerjakan pada Stage 1

| Urutan<br>MST | $w_{ijklmn}$ | $t_{ijklmn}$ (detik) | $t_{ijklmn}/w_{ijklmn}$ | Sort<br>$t_{ijklmn}/w_{ijklmn}$ | Urutan<br>WMST | Indeks<br>(x) |
|---------------|--------------|----------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------|---------------|
| $O_{62111n}$  | 11           | 18502                | 1682                    | 92000                           | $O_{22111n}$   | 1             |
| $O_{61111n}$  | 10           | 17864                | 1786                    | 85333                           | $O_{23111n}$   | 2             |
| $O_{51111n}$  | 9            | 18468                | 2052                    | 65000                           | $O_{93111n}$   | 3             |
| $O_{21111n}$  | 8            | 520000               | 65000                   | 4920                            | $O_{21111n}$   | 4             |
| $O_{34111n}$  | 7            | 28875                | 4125                    | 4125                            | $O_{34111n}$   | 5             |
| $O_{83111n}$  | 6            | 10276                | 1713                    | 2052                            | $O_{51111n}$   | 6             |
| $O_{84111n}$  | 5            | 2640                 | 528                     | 1786                            | $O_{61111n}$   | 7             |
| $O_{85111n}$  | 4            | 2205                 | 551                     | 1713                            | $O_{83111n}$   | 8             |
| $O_{23111n}$  | 3            | 256000               | 85333                   | 1682                            | $O_{62111n}$   | 9             |
| $O_{22111n}$  | 2            | 184000               | 92000                   | 551                             | $O_{85111n}$   | 10            |
| $O_{93111n}$  | 1            | 4920                 | 4920                    | 528                             | $O_{84111n}$   | 11            |

Langkah 3. Didapat  $O_{22111n}$  dengan  $x = 1$

Langkah 4. Tidak ada operasi yang terjadwal pada  $r$  tertentu, maka lanjutkan ke Langkah 6.

Langkah 6. jadwalkan  $O_{[22111\bullet]}$  dengan subscript  $n = 1$ .

$$O'(O_{[i j 1 1 1 1]}) = O'(O_{[2 2 1 1 1 1]})$$

$$\begin{aligned}
 C_{11(1)} &= s_{(0)(1)\bullet\bullet mn} + t_{(1)\bullet\bullet mn} \\
 &= 5312 + 184000 \\
 &= 189312
 \end{aligned}$$

Dan lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Set  $x = 1 \rightarrow \text{Check} : x = 1 + 1 \leq y = 11$  maka kembali ke Langkah 3.

Langkah 3. Didapat  $O_{23111n}$  dengan  $x = 2$

Langkah 4. Ada operasi yang terjadwal pada  $r$  tertentu

Langkah 5. Mesin tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 6.

Langkah 6. Jadwalkan  $O_{[23111n]}$  dengan *subscript*  $n = 2$ .

$$O'(O_{[ij1111]}) = O'(O_{[231112]})$$

$$\begin{aligned} C_{12(1)} &= s_{(0)(1)\bullet mn} + t_{(1)\bullet mn} \\ &= 6329 + 256000 \\ &= 262329 \end{aligned}$$

Dan lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Set  $x = 2 \rightarrow \text{Check} : x = 2 + 1 \leq y = 11$  maka kembali ke Langkah 3.

Langkah 3. Didapat  $O_{[93111n]}$  dengan  $x = 3$

Langkah 4. Ada operasi yang terjadwal pada  $r$  tertentu

Langkah 5. Mesin tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 6.

Langkah 6. Jadwalkan  $O_{[93111n]}$  dengan *subscript*  $n = 3$ .

$$O'(O_{[ij1111]}) = O'(O_{[931113]})$$

$$\begin{aligned} C_{13(1)} &= s_{(0)(1)\bullet mn} + t_{(1)\bullet mn} \\ &= 4920 + 131250 \\ &= 136170 \end{aligned}$$

Dan lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Set  $x = 4 \rightarrow \text{Check} : x = 4 + 1 \leq y = 11$  maka kembali ke Langkah 3.

Langkah 3. Didapat  $O_{[21111n]}$  dengan  $x = 4$

Langkah 4. Ada operasi yang terjadwal pada  $r$  tertentu

Langkah 5. Mesin tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 6.

Langkah 6. Jadwalkan  $O_{[21111n]}$  dengan *subscript*  $n = 4$ .

$$O'(O_{[ij1111]}) = O'(O_{[211114]})$$

$$\begin{aligned} C_{14(1)} &= s_{(0)(1)\bullet mn} + t_{(1)\bullet mn} \\ &= 5713 + 520000 \\ &= 525713 \end{aligned}$$

Dan lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Set  $x = 3 \rightarrow \text{Check} : x = 3 + 1 \leq y = 11$  maka kembali ke Langkah 3.

Langkah 3. Didapat  $O_{[34111n]}$  dengan  $x = 5$

Langkah 4. Ada operasi yang terjadwal pada  $r$  tertentu

Langkah 5. Mesin tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 6.

Langkah 6. Jadwalkan  $O_{[34111n]}$  dengan *subscript*  $n = 5$ .

$$O'(O_{[ij1111]}) = O'(O_{[341115]})$$

$$\begin{aligned} C_{15(1)} &= s_{(0)(1)\bullet mn} + t_{(1)\bullet mn} \\ &= 5992 + 28875 \end{aligned}$$

$$= 34867$$

Dan lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Set  $x = 5 \rightarrow \text{Check} : x = 5 + 1 \leq y = 11$  maka kembali ke Langkah 3.

Langkah 3. Didapat  $O_{[51111n]}$  dengan  $x = 5$

Langkah 4. Ada operasi yang terjadwal pada  $r$  tertentu

Langkah 5. Mesin tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 6.

Langkah 6. Jadwalkan  $O_{[62111n]}$  dengan *subscript*  $n = 6$ .

$$O'(O_{[ij1111]}) = O'(O_{[621116]})$$

$$C = s_{(0)(1) \bullet \bullet mn} + t_{(1) \bullet \bullet mn}$$

$$= 6390 + 18468$$

$$= 24858$$

Dan lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Set  $x = 6 \rightarrow \text{Check} : x = 6 + 1 \leq y = 11$  maka kembali ke Langkah 3.

Langkah 3. Didapat  $O_{[61111n]}$  dengan  $x = 7$

Langkah 4. Ada operasi yang terjadwal pada  $r$  tertentu

Langkah 5. Mesin tidak tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 7.

Langkah 7. Jadwalkan  $O_{[61111n]}$  dengan syarat:  $\min\{C_{mn} \forall m, n\}$  untuk setiap  $n$  mesin identik  $m_1$ .

- Set Operasi  $O_{[61111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$C_{11(2)} = s_{(2-1)(2) \bullet \bullet 11} + t_{(2) \bullet \bullet 11} + C_{(2-1) \bullet \bullet 11}$$

$$= 6798'' + 17864'' + 189312''$$

$$= 213974''$$

- Set Operasi  $O_{[61111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$C_{12(2)} = s_{(2-1)(2) \bullet \bullet 12} + t_{(2) \bullet \bullet 12} + C_{(2-1) \bullet \bullet 12}$$

$$= 6833'' + 17864'' + 262329''$$

$$= 287026''$$

- Set Operasi  $O_{[61111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$C_{13(2)} = s_{(2-1)(2) \bullet \bullet 13} + t_{(2) \bullet \bullet 13} + C_{(2-1) \bullet \bullet 13}$$

$$= 6720'' + 17864'' + 136170''$$

$$= 160715''$$

- Set Operasi  $O_{[61111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$C_{14(2)} = s_{(2-1)(2) \bullet \bullet 14} + t_{(2) \bullet \bullet 14} + C_{(2-1) \bullet \bullet 14}$$

$$= 6681 + 17864 + 525713''$$

$$= 550297''$$

- Set Operasi  $O_{[61111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{15(2)} &= s_{(2-1)(2) \dots 15} + t_{(2) \dots 15} + C_{(2-1) \dots 15} \\ &= 6880'' + 17864'' + 34867'' \\ &= 59611'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[61111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{16(2)} &= s_{(2-1)(2) \dots 16} + t_{(2) \dots 16} + C_{(2-1) \dots 16} \\ &= 6854'' + 17864'' + 24858'' \\ &= 49576'' \leftarrow \text{nilai minimum } C_{mn} \end{aligned}$$

Jadwalkan  $O_{[61111n]}$  dengan subscript  $n = 6$ , kedalam set operasi

$$O(O_{[61111n]}) = O'(O_{[61111n]}, O_{[61111n]}) \text{ dengan } C_{16(2)} = 49576''$$

Kemudian lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Set  $x = 7 \rightarrow \text{Check} : x = 7 + 1 \leq y = 11$  maka kembali ke Langkah 3.

Langkah 3. Didapat  $O_{[83111n]}$  dengan  $x = 8$

Langkah 4. Ada operasi yang terjadwal pada  $r$  tertentu

Langkah 5. Mesin tidak tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 7.

Langkah 7. Jadwalkan operasi  $O_{[83111n]}$  dengan syarat:  $\min\{C_{mn} \forall m, n\}$  untuk setiap  $n$  mesin identik  $m_1$ .

- Set Operasi  $O_{[83111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{11(2)} &= s_{(2-1)(2) \dots 11} + t_{(2) \dots 11} + C_{(2-1) \dots 11} \\ &= 7105'' + 10276'' + 189312'' \\ &= 206693'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[83111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{12(2)} &= s_{(2-1)(2) \dots 12} + t_{(2) \dots 12} + C_{(2-1) \dots 12} \\ &= 7140'' + 10276'' + 262329'' \\ &= 279745'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[83111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{13(2)} &= s_{(2-1)(2) \dots 13} + t_{(2) \dots 13} + C_{(2-1) \dots 13} \\ &= 6988'' + 10276'' + 136170'' \\ &= 153434'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[83111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$C_{14(2)} = s_{(2-1)(2) \dots 14} + t_{(2) \dots 14} + C_{(2-1) \dots 14}$$

$$= 7027'' + 10276'' + 525713''$$

$$= 543016''$$

- Set Operasi  $O_{[83111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$C_{15(2)} = s_{(3-1)(3) \dots 15} + t_{(3) \dots 15} + C_{(3-1) \dots 15}$$

$$= 7187'' + 10276'' + 34867''$$

$$= 52330'' \leftarrow \text{nilai minimum } C_{mn}$$

- Set Operasi  $O_{[83111n]} \rightarrow \gamma = 3$

$$C_{16(3)} = s_{(2-1)(2) \dots 16} + t_{(2) \dots 16} + C_{(2-1) \dots 16}$$

$$= 7190'' + 10276'' + 49576''$$

$$= 67042''$$

Jadwalkan  $O_{[83111n]}$  dengan subscript  $n = 5$  .kedalam set operasi

$$O'(O_{[ij1111]}) = O'(O_{[341115]}, O_{[831115]}) \text{ dengan } C_{15(2)} = 52330''$$

Kemudian lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Set  $x = 8 \rightarrow \text{Check} : x = 8 + 1 \leq y = 11$  maka kembali ke Langkah 3.

Langkah 3. Didapat  $O_{[62111n]}$  dengan  $x = 9$

Langkah 4. Ada operasi yang terjadwal pada  $r$  tertentu

Langkah 5. Mesin tidak tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 7.

Langkah 7. Jadwalkan operasi  $O_{[62111n]}$  dengan syarat:  $\min\{C_{mn} \forall m, n\}$  untuk setiap  $n$  mesin identik  $m_1$ .

- Set Operasi  $O_{[62111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$C_{11(2)} = s_{(2-1)(2) \dots 11} + t_{(2) \dots 11} + C_{(2-1) \dots 11}$$

$$= 6415'' + 18502'' + 189312''$$

$$= 214229''$$

- Set Operasi  $O_{[61111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$C_{12(2)} = s_{(2-1)(2) \dots 12} + t_{(2) \dots 12} + C_{(2-1) \dots 12}$$

$$= 6450'' + 18052'' + 262329''$$

$$= 287281''$$

- Set Operasi  $O_{[62111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$C_{13(2)} = s_{(2-1)(2) \dots 13} + t_{(2) \dots 13} + C_{(2-1) \dots 13}$$

$$= 6500'' + 18502'' + 136170''$$

$$= 161172''$$

- Set Operasi  $O_{[62111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{14(2)} &= s_{(2-1)(2) \dots 14} + t_{(2) \dots 14} + C_{(2-1) \dots 14} \\ &= 6337'' + 18502'' + 525713'' \\ &= 550552'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[62111n]} \rightarrow \gamma = 3$

$$\begin{aligned} C_{15(3)} &= s_{(3-1)(3) \dots m5} + t_{(3) \dots m5} + C_{(3-1) \dots m5} \\ &= 6442'' + 18502'' + 52330'' \\ &= 77274'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[62111n]} \rightarrow \gamma = 3$

$$\begin{aligned} C_{16(3)} &= s_{(3-1)(3) \dots m6} + t_{(3) \dots m6} + C_{(3-1) \dots m6} \\ &= 6500'' + 18502'' + 49576'' \\ &= 74578'' \leftarrow \text{nilai minimum } C_{mn} \end{aligned}$$

Jadwalkan  $O_{[62111n]}$  dengan subscript  $n = 6$  kedalam set operasi

$$O'(O_{[ij1111]}) = O'(O_{[6211116]}, O_{[621111n]}, O_{[62111n]}) \text{ dengan } C_{16(3)} = 74578''$$

Kemudian lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Set  $x = 9 \rightarrow \text{Check} : x = 9 + 1 \leq y = 11$  maka kembali ke Langkah 3.

Langkah 3. Didapat  $O_{[85111n]}$  dengan  $x = 10$

Langkah 4. Ada operasi yang terjadwal pada  $r$  tertentu

Langkah 5. Mesin tidak tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 7.

Langkah 7. Jadwalkan operasi  $O_{[85111n]}$  dengan syarat:  $\min\{C_{mn} \forall m, n\}$  untuk setiap  $n$  mesin identik  $m_1$ .

- Set Operasi  $O_{[85111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{11(2)} &= s_{(2-1)(2) \dots 11} + t_{(2) \dots 11} + C_{(2-1) \dots 11} \\ &= 6377'' + 2205'' + 189312'' \\ &= 197894'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[85111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{12(2)} &= s_{(2-1)(2) \dots 12} + t_{(2) \dots 12} + C_{(2-1) \dots 12} \\ &= 6412'' + 2205'' + 262329'' \\ &= 270946'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[85111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{13(2)} &= s_{(2-1)(2) \dots 13} + t_{(2) \dots 13} + C_{(2-1) \dots 13} \\ &= 6383'' + 2205'' + 136170'' \\ &= 144758'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[85111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{14(2)} &= s_{(2-1)(2) \bullet \bullet 14} + t_{(2) \bullet \bullet 14} + C_{(2-1) \bullet \bullet 14} \\ &= 6299'' + 2205'' + 525713'' \\ &= 534217'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[85111n]} \rightarrow \gamma = 3$

$$\begin{aligned} C_{15(3)} &= s_{(4-1)(4) \bullet \bullet m5} + t_{(4) \bullet \bullet m5} + C_{(4-1) \bullet \bullet m5} \\ &= 6404'' + 2205'' + 52330'' \\ &= 60939'' \leftarrow \text{nilai minimum } C_{mn} \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[85111n]} \rightarrow \gamma = 4$

$$\begin{aligned} C_{16(4)} &= s_{(3-1)(3) \bullet \bullet m6} + t_{(3) \bullet \bullet m6} + C_{(3-1) \bullet \bullet m6} \\ &= 6383'' + 2205'' + 74578'' \\ &= 83166'' \end{aligned}$$

Jadwalkan  $O_{[84111n]}$  dengan subscript  $n = 5$  kedalam set operasi  
 $O'(O_{[ij1111]}) = O'(O_{[341115]}, O_{[831115]}, O_{[84111n]})$ . dengan  $C_{15(3)} = 60939''$

Kemudian lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Set  $x = 10 \rightarrow \text{Check} : x = 10 + 1 \leq y = 11$  maka kembali ke Langkah 3.

Langkah 3. Didapat  $O_{[84111n]}$  dengan  $x = 11$

Langkah 4. Ada operasi yang terjadwal pada  $r$  tertentu

Langkah 5. Mesin tidak tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 7.

Langkah 7. Jadwalkan operasi  $O_{[84111n]}$  dengan syarat:  $\min\{C_{mn} \forall m, n\}$  untuk setiap  $n$  mesin identik  $m_1$ .

- Set Operasi  $O_{[84111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{11(2)} &= s_{(2-1)(2) \bullet \bullet 11} + t_{(2) \bullet \bullet 11} + C_{(2-1) \bullet \bullet 11} \\ &= 6201'' + 2640'' + 189312'' \\ &= 198153'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[84111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{12(2)} &= s_{(2-1)(2) \bullet \bullet 12} + t_{(2) \bullet \bullet 12} + C_{(2-1) \bullet \bullet 12} \\ &= 6236'' + 2640'' + 262329'' \\ &= 271205'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[84111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{13(2)} &= s_{(2-1)(2) \dots 13} + t_{(2) \dots 13} + C_{(2-1) \dots 13} \\ &= 6207'' + 2640'' + 136170'' \\ &= 145017'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[84111n]} \rightarrow \gamma = 2$

$$\begin{aligned} C_{14(2)} &= s_{(2-1)(2) \dots 14} + t_{(2) \dots 14} + C_{(2-1) \dots 14} \\ &= 6123'' + 2640'' + 525713'' \\ &= 534476'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[84111n]} \rightarrow \gamma = 4$

$$\begin{aligned} C_{15(5)} &= s_{(4-1)(4) \dots 15} + t_{(4) \dots 15} + C_{(4-1) \dots 15} \\ &= 6151'' + 2640'' + 60939'' \\ &= 69730'' \end{aligned}$$

- Set Operasi  $O_{[84111n]} \rightarrow \gamma = 4$

$$\begin{aligned} C_{16(4)} &= s_{(4-1)(4) \dots 16} + t_{(4) \dots 16} + C_{(4-1) \dots 16} \\ &= 6207'' + 2640'' + 74578'' \\ &= 69730'' \leftarrow \text{nilai minimum } C_{mn} \end{aligned}$$

Jadwalkan  $O_{[84111n]}$  dengan subscript  $n = 6$  kedalam set operasi

$$O'(O_{[ij1111]}) = O'(O_{[621116]}, O_{[61111n]}, O_{[62111n]}, O_{[84111n]}) \quad \text{dengan}$$

$$C_{16(4)} = \mathbf{75910''}$$

Kemudian lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Set  $x = 11 \rightarrow \text{Check} : x = 11 + 1 \leq y = 11$  maka lanjutkan ke Langkah 9.

Langkah 9. Set  $m = 1 \rightarrow \text{Check} : x = 1 + 1 \leq y = 3$  maka kembali ke Langkah 2.

Hasil dari iterasi 2-8 untuk semua mesin adalah sebagai berikut:

Tabel Operasi Terjadwal pada Stage 1  $O'(O_{ij11mn})$

| $m$ | $n$ | $\gamma$ | $O'(O_{ijklmn})$ untuk $k = 1$                   | $C_{mn(\gamma)}$ |
|-----|-----|----------|--------------------------------------------------|------------------|
| 1   | 1   | 1        | $O_{221111}$                                     | 189312''         |
|     | 2   | 1        | $O_{231112}$                                     | 262329''         |
|     | 3   | 1        | $O_{931113}$                                     | 136170''         |
|     | 4   | 3        | $O_{211114}$                                     | 525713''         |
|     | 5   | 4        | $O_{341115}, O_{831115}, O_{851115}, O_{841115}$ | 69730''          |
|     | 6   | 1        | $O_{511116}, O_{611116}, O_{621116}$             | 74578''          |
| 2   | 1   | 1        | $O_{121121}$                                     | 192406''         |
|     | 2   | 2        | $O_{911122}$                                     | 358326''         |
|     | 3   | 1        | $O_{711123}, O_{431123}$                         | 241674''         |
|     | 4   | 2        | $O_{811124}, O_{1021124}$                        | 222325''         |
|     | 5   | 2        | $O_{721125}, O_{10111115}$                       | 176774''         |
| 3   | 1   | 1        | $O_{111131}$                                     | 126278''         |
|     | 2   | 2        | $O_{131132}$                                     | 644109''         |

Tabel Operasi Terjadwal pada Stage 1  $O'(O_{ij11mn})$  (Lanjutan)

| $m$ | $n$ | $\gamma$ | $O'(O_{ijklmn})$ untuk $k = 1$ | $C_{mn(\gamma)}$ |
|-----|-----|----------|--------------------------------|------------------|
|     | 3   | 1        | $O_{921133}$                   | 365659"          |
|     | 4   | 1        | $O_{941134}, O_{321133}$       | 221419"          |
|     | 5   | 1        | $O_{821135}$                   | 162172"          |
|     | 6   | 2        | $O_{411136}, O_{331135}$       | 202004"          |
|     | 7   | 1        | $O_{421137}$                   | 140360"          |
|     | 8   | 2        | $O_{311138}, O_{441138}$       | 132274"          |

Set  $m = 3 \rightarrow \text{Check} : m = 3 + 1 > v = 3$  maka lanjut ke Langkah 9.

Langkah 9. Selesai, dan lanjutkan ke **Sub-algoritma Stage 2**

### Sub-algoritma Stage 2

Langkah 0.

Tabel Waktu Penyelesaian Operasi  $O_{ij1lmn}$  pada Stage 1

| $i$ | $j$ | $k$ | $l$ | $m$ | $n$ | $C_{ijklmn}$ | $i$ | $j$ | $k$ | $l$ | $m$ | $n$ | $C_{ijklmn}$ |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
| 1   | 1   | 1   | 1   | 3   | 1   | 126278       | 6   | 1   | 1   | 1   | 1   | 6   | 49576        |
|     | 2   | 1   | 1   | 2   | 1   | 192406       |     | 2   | 1   | 1   | 1   | 5   | 77274        |
|     | 3   | 1   | 1   | 3   | 3   | 644109       |     | 7   | 1   | 1   | 1   | 2   | 92484        |
| 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 4   | 525713       | 8   | 2   | 1   | 1   | 2   | 5   | 96522        |
|     | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 189312       |     | 1   | 1   | 1   | 2   | 4   | 156503       |
|     | 3   | 1   | 1   | 1   | 2   | 262329       |     | 2   | 1   | 1   | 3   | 5   | 162172       |
| 3   | 1   | 1   | 1   | 3   | 8   | 98249        | 9   | 3   | 1   | 1   | 1   | 6   | 67042        |
|     | 2   | 1   | 1   | 3   | 4   | 221419       |     | 4   | 1   | 1   | 1   | 6   | 83425        |
|     | 3   | 1   | 1   | 3   | 6   | 202004       |     | 5   | 1   | 1   | 1   | 5   | 60939        |
|     | 4   | 1   | 1   | 1   | 5   | 34867        |     | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 358326       |
| 4   | 1   | 1   | 1   | 3   | 6   | 97819        | 10  | 2   | 1   | 1   | 3   | 3   | 365659       |
|     | 2   | 1   | 1   | 3   | 7   | 140360       |     | 3   | 1   | 1   | 1   | 3   | 136170       |
|     | 3   | 1   | 1   | 2   | 3   | 241674       |     | 4   | 1   | 1   | 3   | 4   | 83905        |
|     | 4   | 1   | 1   | 3   | 8   | 132274       |     | 1   | 1   | 1   | 2   | 5   | 176774       |
| 5   | 1   | 1   | 1   | 1   | 6   | 24858        |     | 2   | 1   | 1   | 2   | 4   | 222325       |

Langkah 1.

Tabel Waktu Penyelesaian Operasi  $O_{i01l..}$  pada Stage 1

| $i$ | $j$ | $C_{ij1l..}$ | $C_{i01l..}$ | $I$ | $j$ | $C_{ij1l..}$ | $C_{i01l..}$ |
|-----|-----|--------------|--------------|-----|-----|--------------|--------------|
| 1   | 1   | 126278       | 644109       | 6   | 1   | 49576        | 77274        |
|     | 2   | 192406       |              |     | 2   | 77274        |              |
|     | 3   | 644109       |              |     | 7   | 92484        | 96522        |
| 2   | 1   | 525713       | 525713       | 7   | 2   | 96522        |              |
|     | 2   | 189312       |              |     | 1   | 156503       | 162172       |
|     | 3   | 262329       |              |     | 2   | 162172       |              |
| 3   | 1   | 98249        | 221419       | 8   | 3   | 67042        |              |
|     | 2   | 221419       |              |     | 4   | 83425        |              |
|     | 3   | 202004       |              |     | 5   | 60939        |              |
|     | 4   | 34867        |              |     | 9   | 358326       | 365659       |
| 4   | 1   | 97819        | 241674       | 9   | 1   | 358326       |              |
|     | 2   | 140360       |              |     | 2   | 365659       |              |
|     | 3   | 241674       |              |     | 3   | 136170       |              |
|     | 4   | 132274       |              |     | 4   | 83905        |              |
| 5   | 1   | 24858        | 24858        | 10  | 1   | 176774       | 222325       |
|     |     |              |              |     | 2   | 222325       |              |

Langkah 2.

Tabel Penentuan *Ready Time* Operasi  $O_{i0k0mn}$  pada *Stage 2*

|              | $O_{i020mn}; m = 1; n = 1,2,3,4,5,6$ |        |        |        |       |       |       |        |        |        |
|--------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| $i$          | 1                                    | 2      | 3      | 4      | 5     | 6     | 7     | 8      | 9      | 10     |
| $C_{i010mn}$ | 644109                               | 525713 | 221419 | 241674 | 24858 | 77274 | 96522 | 162172 | 365659 | 222325 |
| $r_{i020mn}$ | 644109                               | 525713 | 221419 | 241674 | 24858 | 77274 | 96522 | 162172 | 365659 | 222325 |

Langkah 3. Set  $v = 1$  dan  $w = 8$

Langkah 4. Didapat  $O_{[50201n]}$  dengan nilai  $r_{[50201n]}$  sebesar 24858". Beri indeks  $x = 1$

Langkah 5.  $n_{50201n} = \frac{n_{50201}}{w} = \frac{8200}{8} = 1025 \text{ unit}$

Langkah 6.  $t_{50201n} = n_{50201n} \times 9"$

$$t_{502011} = t_{502012} = t_{502013} = \dots = t_{502018} = 9225"$$

Langkah 7. Tidak terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Jadwalkan operasi  $O_{[50201n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$

kedalam set operasi  $O'(O_{[i020mn]}) = O'(O_{[50201n]})$  dan hitung

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$C_{502011} = C_{502012} = C_{502013} = \dots = C_{502018} = 24858" + 942" + 9225" = 35025"$$

Dan lanjutkan ke Langkah 12.

Langkah 12. Set  $x = 1 \rightarrow \text{Check} : x = 1 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 4.

Langkah 4. Didapat  $O_{[60201n]}$  dengan nilai  $r_{[60201n]}$  sebesar 59866". Beri indeks  $x = 2$

Langkah 5.  $n_{60201n} = \frac{n_{60201}}{w} = \frac{5100}{8} = 637.5 \text{ unit}$

$$n_{602011} = n_{602012} = n_{602013} = n_{602014} = n_{602015} = n_{602017} = 637 \text{ unit}$$

$$n_{602017} = 638$$

Langkah 6.  $t_{60201n} = n_{60201n} \times 15" = 9555"$

$$t_{602011} = t_{602012} = t_{602013} = \dots = t_{602017} = 9555"$$

$$t_{602018} = 9570"$$

Langkah 7. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 8

Langkah 8. Set  $C_{50201n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{60201n} \rightarrow r_{\gamma}$

$$C_{\gamma-1} \leq r_{\gamma} = 35025" \leq 77274 \rightarrow \text{Lini perakitan tersedia dan lanjutkan ke langkah 10.}$$

Langkah 10. Jadwalkan operasi  $O_{[60201n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$

kedalam set operasi  $O'(O_{[i020mn]}) = O'(O_{[50201n]}, O_{[60201n]})$  dan hitung

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$\begin{aligned} C_{602011} &= C_{602012} = C_{602013} = \dots = C_{602017} \\ &= 77274'' + 972'' + 9555'' \\ &= 87801'' \end{aligned}$$

$$C_{602018} = 77274'' + 972'' + 9570'' = 87816''$$

Dan lanjutkan ke Langkah 12.

Langkah 12. Set  $x = 2 \rightarrow \text{Check} : x = 2 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 4.

Langkah 4. Didapat  $O_{[70201n]}$  dengan nilai  $r_{[70201n]}$  sebesar 96522''. Beri indeks  $x = 3$

Langkah 5.  $n_{70201n} = \frac{n_{70201}}{w} = \frac{7700}{8} = 962.5 \text{ unit}$

$$n_{702011} = n_{702012} = n_{702013} = \dots = n_{702017} = 962 \text{ unit}$$

$$n_{702018} = 963 \text{ unit}$$

Langkah 6.  $t_{70201n} = n_{70201n} \times 29''$

$$t_{702011} = t_{702012} = t_{702013} = \dots = t_{702017} = 27898''$$

$$t_{702018} = 27927''$$

Langkah 7. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 8.

Langkah 8. Set  $C_{60201n} \rightarrow C_{y-1}$  dan  $r_{70201n} \rightarrow r_y$

$C_{y-1} > r_y = 87816'' \leq 96522'' \rightarrow$  Lini perakitan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Jadwalkan operasi  $O_{[70201n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  kedalam set operasi  $O'(O_{[i020mn]}) = O'(O_{[50201n]}, O_{[60201n]}, O_{[70201n]})$ , dan hitung

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$\begin{aligned} C_{702011} &= C_{702012} = C_{702013} = \dots = C_{702017} \\ &= 96522'' + 1374'' + 27898'' \\ &= 125794'' \end{aligned}$$

$$C_{702018} = 96522'' + 1374'' + 27927'' = 125823''$$

Dan lanjutkan ke Langkah 12.

Langkah 12. Set  $x = 3 \rightarrow \text{Check} : x = 3 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 4.

Langkah 4. Didapat  $O_{[80201n]}$  dengan nilai  $r_{[80201n]}$  sebesar 162172''. Beri indeks  $x = 4$

Langkah 5.  $n_{80201n} = \frac{n_{80201}}{w} = \frac{4400}{8} = 550 \text{ unit}$

$$n_{802011} = n_{802012} = n_{802013} = \dots = n_{802018} = 550 \text{ unit}$$

Langkah 6.  $t_{80201n} = n_{80201n} \times 54''$

$$t_{802011} = t_{802012} = t_{802013} = \dots = t_{802018} = 29700''$$

Langkah 7. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 8.

Langkah 8.  $Set C_{70201n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{80201n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} > r_{\gamma} = 125823'' \leq 162172'' \rightarrow$  Lini perakitan tersedia, maka lanjut ke Langkah 10.

Langkah 10. Jadwalkan operasi  $O_{[80201n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  kedalam set operasi:

$$O'(O_{[i020mn]}) = O'(O_{[50201n]}, O_{[60201n]}, O_{[70201n]}, O_{[80201n]}), \text{ dan hitung}$$

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$C_{802011} = C_{802012} = C_{802013} = \dots = C_{802018}$$

$$= 162172'' + 1944'' + 29700''$$

$$= 193816''$$

Dan lanjutkan ke Langkah 12.

Langkah 12. Set  $x = 4 \rightarrow Check : x = 4 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 4.

Langkah 4. Didapat  $O_{[30201n]}$  dengan nilai  $r_{[30201n]}$  sebesar 221419''.

Beri indeks  $x = 5$

Langkah 5.  $n_{30201n} = \frac{n_{30201}}{w} = \frac{7700}{8} = 962.5 \text{ unit}$

$$n_{302011} = n_{302012} = n_{302013} = \dots = n_{302017} = 962 \text{ unit}$$

$$n_{302018} = 963 \text{ unit}$$

Langkah 6.  $t_{30201n} = n_{30201n} \times 42.8''$

$$t_{302011} = t_{302012} = t_{302013} = \dots = t_{302017} = 41173.6''$$

$$t_{302018} = 41216.4''$$

Langkah 7. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 8

Langkah 8.  $Set C_{80201n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{30201n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} > r_{\gamma} = 193816'' \leq 221419'' \rightarrow$  Lini perakitan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Jadwalkan operasi  $O_{[30201n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  kedalam set operasi:

$$O'(O_{[i020mn]}) = O'(O_{[50201n]}, O_{[60201n]}, O_{[70201n]}, O_{[80201n]}, O_{[30201n]})$$

dan hitung

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$\begin{aligned} C_{302011} &= C_{302012} = C_{302013} = \dots = C_{302015} \\ &= 221419'' + 1398'' + 41173.6'' \\ &= 263990.6'' \end{aligned}$$

$$C_{302016} = 221419'' + 1398'' + 41216.4'' = 264033.4''$$

Dan lanjutkan ke Langkah 12.

Langkah 12. Set  $x = 5 \rightarrow \text{Check} : x = 5 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 4.

Langkah 4. Didapat  $O_{[100201n]}$  dengan nilai  $r_{[100201n]}$  sebesar 222325".

Beri indeks  $x = 6$

$$\text{Langkah 5. } n_{100201n} = \frac{n_{100201}}{w} = \frac{7500}{8} = 937.5 \text{ unit}$$

$$n_{1002011} = n_{1002012} = n_{1002013} = \dots = n_{1002017} = 937 \text{ unit}$$

$$n_{1002018} = 938 \text{ unit}$$

$$\text{Langkah 6. } t_{100201n} = n_{100201n} \times 26.5''$$

$$t_{1002011} = t_{1002012} = t_{1002013} = \dots = t_{1002017} = 24830.5''$$

$$t_{1002018} = 24857''$$

Langkah 7. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 8.

Langkah 8. Set  $C_{30201n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{100201n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} > r_{\gamma} = 264033.4'' > 228834'' \rightarrow$  Lini perakitan tidak tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 9.

Langkah 9. Hitung:

$$\begin{aligned} ST_{\gamma-1} &= d_{\gamma-1} - \max\{t_{\gamma-1}\} - r_{\gamma-1} \\ &= (11 \times 8 \times 3600)'' - 41216.4'' - 221419'' \\ &= 52766.6'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ST_{\gamma} &= d_{\gamma} - \max\{t_{\gamma}\} - r_{\gamma} \\ &= (10 \times 8 \times 3600)'' - 24857'' - 222325'' \\ &= 39564'' \end{aligned}$$

Check:  $ST_{\gamma-1} > ST_{\gamma}$  maka,

Ubah urutan dan jadwalkan operasi  $O_{[30201n]}$  dibelakang  $O_{[100201n]}$ , dengan  $x = 6 - 1 = 5$ . Sehingga,  $\gamma - 1 = O_{[80201n]}$  dan  $\gamma = O_{[100201n]}$

Dan ulangi Langkah 8.

Langkah 8. Set  $C_{80201n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{100201n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} > r_{\gamma} = 193816'' \leq 222325'' \rightarrow$  Lini perakitan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Jadwalkan operasi  $O_{[100201n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  kedalam set operasi:

$$O'(O_{[i020mn]}) = O'(O_{[50201n]}, O_{[60201n]}, O_{[70201n]}, O_{[80201n]}, O_{[100201n]})$$

Hitung:

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$\begin{aligned} C_{1002011} = C_{1002012} = C_{1002013} = \dots = C_{1002017} \\ = 222325'' + 1254'' + 24830.5'' \\ = 248409.5'' \end{aligned}$$

$$C_{1002018} = 222325'' + 1254'' + 24857'' = 248436'' \text{ dan lanjutkan ke Langkah 12.}$$

Langkah 12. Set  $x = 5 \rightarrow \text{Check} : x = 5 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 4.

Langkah 4. Didapat  $O_{[30201n]}$  dengan nilai  $r_{[30201n]}$  sebesar  $221419''$ .

Beri indeks  $x = 6$

$$\text{Langkah 5. } n_{30201n} = \frac{n_{30201}}{w} = \frac{7700}{8} = 962.5 \text{ unit}$$

$$n_{302011} = n_{302012} = n_{302013} = \dots = n_{302017} = 962 \text{ unit}$$

$$n_{302018} = 963 \text{ unit}$$

$$\text{Langkah 6. } t_{30201n} = n_{30201n} \times 42.8''$$

$$t_{302011} = t_{302012} = t_{302013} = \dots = t_{302017} = 41173.6''$$

$$t_{302018} = 41216.4''$$

Langkah 7. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 8.

Langkah 8. Set  $C_{100201n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{30201n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} > r_{\gamma} = 248436'' \leq 221419'' \rightarrow$  Lini perakitan tidak tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 9.

Langkah 9. Hitung:

$$\begin{aligned} ST_{\gamma-1} &= d_{\gamma-1} - \max\{t_{\gamma-1}\} - r_{\gamma-1} \\ &= (10 \times 8 \times 3600)'' - 24857'' - 222325'' \\ &= 39564'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ST_{\gamma} &= d_{\gamma} - \max\{t_{\gamma}\} - r_{\gamma} \\ &= (11 \times 8 \times 3600)'' - 41216.4'' - 221419'' \\ &= 52766.6'' \end{aligned}$$

Check:  $ST_{\gamma-1} \leq ST_{\gamma} \rightarrow$  Urutan tetap

Set  $r_{\gamma} \rightarrow r_{30201n} = C_{\gamma-1} = 248436''$

Dan lanjutkan ke Langkah 11

Langkah 11. Jadwalkan operasi  $O_{[30201n]}$  dibelakang  $O_{[100201n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  kedalam set operasi:

$$O'(O_{[i020mn]}) = O'(O_{[50201n]}, O_{[60201n]}, O_{[70201n]}, O_{[80201n]}, O_{[100201n]}, O_{[30201n]})$$

dan hitung:

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$\begin{aligned} C_{302011} &= C_{302012} = C_{302013} = \dots = C_{302015} \\ &= 248436'' + 1398'' + 41173.6'' \\ &= 291007.6'' \end{aligned}$$

$$C_{302016} = 248436'' + 1398'' + 41216.4'' = 291050.4''$$

Kemudian lanjutkan ke Langkah 12

Langkah 12. Set  $x = 6 \rightarrow \text{Check} : x = 6 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 4.

Langkah 4. Didapat  $O_{[40201n]}$  dengan nilai  $r_{[40201n]}$  sebesar  $241674''$ .

Beri indeks  $x = 7$

$$\text{Langkah 5. } n_{40201n} = \frac{n_{40201}}{w} = \frac{8400}{8} = 1050 \text{ unit}$$

$$\text{Langkah 6. } t_{40201n} = n_{40201n} \times 48'' = 50400''$$

$$t_{402011} = t_{402012} = t_{402013} = \dots = t_{402018} = 50400''$$

Langkah 7. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 8

Langkah 8. Set  $C_{30201n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{40201n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} > r_{\gamma} = 291050.4'' \leq 241674'' \rightarrow$  Lini perakitan tidak tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 9.

Langkah 9. Hitung:

$$\begin{aligned} ST_{\gamma-1} &= d_{\gamma-1} - \max\{t_{\gamma-1}\} - r_{\gamma-1} \\ &= (11 * 8 * 3600)'' - 41216.4'' - 221419'' \\ &= 52766.6'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ST_{\gamma} &= d_{\gamma} - \max\{t_{\gamma}\} - r_{\gamma} \\ &= (13 * 8 * 3600)'' - 50400'' - 241674'' \\ &= 80796'' \end{aligned}$$

Check:  $ST_{\gamma} \geq ST_{\gamma-1} \rightarrow$  Urutan tetap

Set  $r_{\gamma} \rightarrow r_{40201n} = C_{\gamma-1} = 291050.4''$

Dan lanjutkan ke Langkah 11.

Langkah 11. Jadwalkan operasi  $O_{[40201n]}$  dibelakang  $O_{[30201n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  kedalam set operasi:

$$O'(O_{[i020mn]}) = O'(O_{[50201n]}, O_{[60201n]}, O_{[70201n]}, O_{[80201n]}, O_{[100201n]}, O_{[30201n]}, O_{[40201n]})$$

dan hitung:

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$\begin{aligned} C_{302011} = C_{302012} = C_{302013} = \dots = C_{302018} \\ = 291050.4'' + 1530'' + 50400'' \\ = 342980'' \end{aligned}$$

Dan lanjutkan ke Langkah 12.

Langkah 12. Set  $x = 7 \rightarrow \text{Check} : x = 7 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 4.

Langkah 4. Didapat  $O_{[90201n]}$  dengan nilai  $r_{[90201n]}$  sebesar  $365659''$ .

Beri indeks  $x = 8$

Langkah 5.  $n_{90201n} = \frac{n_{i0201}}{w} = \frac{10500}{8} = 1312.5 \text{ unit}$

$$n_{902011} = n_{902012} = n_{902013} = \dots = n_{902017} = 1312 \text{ unit}$$

$$n_{902018} = 1313 \text{ unit}$$

Langkah 6.  $t_{90201n} = n_{90201n} \times 78''$

$$t_{902011} = t_{902012} = t_{902013} = \dots = t_{902017} = 102336''$$

$$t_{902018} = 102414''$$

Langkah 7. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 8

Langkah 8. Set  $C_{40201n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{90201n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} > r_{\gamma} = 342980'' \leq 365659'' \rightarrow$  Lini perakitan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Jadwalkan operasi  $O_{[90201n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  kedalam set operasi:

$$O'(O_{[i020mn]}) = O'(O_{[50201n]}, O_{[60201n]}, O_{[70201n]}, O_{[80201n]}, O_{[100201n]}, O_{[30201n]}, O_{[40201n]}, O_{[90201n]})$$

dan hitung:

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$C_{902011} = C_{902012} = C_{902013} = \dots = C_{902015}$$

$$= 365659'' + 1974'' + 102336''$$

$$= 469969''$$

$$C_{902018} = 365659'' + 1974'' + 102414'' = 496867''$$

Dan lanjutkan ke Langkah 12.

Langkah 12. Set  $x = 8 \rightarrow \text{Check} : x = 8 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 4.

Langkah 4. Didapat  $O_{[20201n]}$  dengan nilai  $r_{[20201n]}$  sebesar 525713''.

Beri indeks  $x = 9$

Langkah 5.  $n_{20201n} = \frac{n_{20201}}{w} = \frac{8000}{8} = 1000 \text{ unit}$

Langkah 6.  $t_{20201n} = n_{20201n} \times 89'' = 89000''$

$$t_{202011} = t_{202012} = t_{202013} = \dots = t_{202018} = 89000''$$

Langkah 7. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 8

Langkah 8. Set  $C_{90201n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{20201n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} > r_{\gamma} = 496867'' \leq 525713'' \rightarrow$  Lini perakitan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Jadwalkan operasi  $O_{[20201n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  kedalam set operasi:

$$O'(O_{[i020mn]}) =$$

$$O' \left( \begin{matrix} O_{[50201n]}, O_{[60201n]}, O_{[70201n]}, O_{[80201n]}, O_{[100201n]}, \\ O_{[30201n]}, O_{[40201n]}, O_{[90201n]}, O_{[20201n]} \end{matrix} \right),$$

dan hitung:

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$C_{202011} = C_{202012} = C_{202013} = \dots = C_{902018}$$

$$= 525713'' + 1452'' + 89000''$$

$$= 616165''$$

Dan lanjutkan ke Langkah 12.

Langkah 12. Set  $x = 9 \rightarrow \text{Check} : x = 9 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 4.

Langkah 4. Didapat  $O_{[10201n]}$  dengan nilai  $r_{[10201n]}$  sebesar 644109''.

Beri indeks  $x = 10$

Langkah 5.  $n_{10201n} = \frac{n_{i0201}}{w} = \frac{7500}{8} = 937.5 \text{ unit}$

$$n_{102011} = n_{102012} = n_{102013} = \dots = n_{102017} = 937 \text{ unit}$$

$$n_{102018} = 938 \text{ unit}$$

Langkah 6.  $t_{10201n} = n_{i0201n} \times 87''$

$$t_{102011} = t_{102012} = t_{102013} = \dots = t_{102017} = 81519''$$

$$t_{102018} = 81606''$$

Langkah 7. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 7

Langkah 8. Set  $C_{20201n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{10201n} \rightarrow r_{\gamma}$   
 $C_{\gamma-1} > r_{\gamma} = 616165'' \leq 644109'' \rightarrow$  Lini perakitan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Jadwalkan operasi  $O_{[10201n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  kedalam set operasi:

$$O'(O_{[1020mn]}) =$$

$$O'(O_{[50201n]}, O_{[60201n]}, O_{[70201n]}, O_{[80201n]}, O_{[100201n]}, O_{[30201n]}, O_{[40201n]}, O_{[90201n]}, O_{[20201n]}, O_{[10201n]})$$

dan hitung:

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$C_{102011} = C_{102012} = C_{102013} = \dots = C_{102017}$$

$$= 644109'' + 1740'' + 81519''$$

$$= 727368''$$

$$C_{102018} = 644109'' + 1740'' + 81606'' = 727455''$$

Dan lanjutkan ke Langkah 12.

Langkah 12. Set  $x = 10 \rightarrow Check : x = 10 + 1 \leq y = 10$  maka lanjutkan ke Langkah 13.

Langkah 13. Set  $m = 1 \rightarrow Check : m = 1 + 1 \leq v = 1$  maka lanjutkan ke Langkah 14

Langkah 14. Selesai, dan lanjutkan ke **Sub-algoritma Stage 3**

### Sub-algoritma Stage 3

Langkah 0.

Tabel Operasi Terjadwal pada Stage 2  $O'(O_{ij11mn})$  dan Penentuan Ready Time Operasi Stage 3

| m | n | $O'(O_{i0k0mn})$ , dimana $k = 2$ |              |              |              |               |              |              |              |              |              |
|---|---|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 1 | $O_{502011}$                      | $O_{602011}$ | $O_{702011}$ | $O_{802011}$ | $O_{1002011}$ | $O_{302011}$ | $O_{402011}$ | $O_{902011}$ | $O_{202011}$ | $O_{102011}$ |
|   | 2 | $O_{502012}$                      | $O_{602012}$ | $O_{702012}$ | $O_{802012}$ | $O_{1002012}$ | $O_{302012}$ | $O_{402012}$ | $O_{902012}$ | $O_{202012}$ | $O_{102012}$ |
|   | 3 | $O_{502013}$                      | $O_{602013}$ | $O_{702013}$ | $O_{802013}$ | $O_{1002013}$ | $O_{302013}$ | $O_{402013}$ | $O_{902013}$ | $O_{202013}$ | $O_{102013}$ |
|   | 4 | $O_{502014}$                      | $O_{602014}$ | $O_{702014}$ | $O_{802014}$ | $O_{1002014}$ | $O_{302014}$ | $O_{402014}$ | $O_{902014}$ | $O_{202014}$ | $O_{102014}$ |
|   | 5 | $O_{502015}$                      | $O_{602015}$ | $O_{702015}$ | $O_{802015}$ | $O_{1002015}$ | $O_{302015}$ | $O_{402015}$ | $O_{902015}$ | $O_{202015}$ | $O_{102015}$ |
|   | 6 | $O_{502016}$                      | $O_{602016}$ | $O_{702016}$ | $O_{802016}$ | $O_{1002016}$ | $O_{302016}$ | $O_{402016}$ | $O_{902016}$ | $O_{202016}$ | $O_{102016}$ |

Tabel Operasi Terjadwal pada Stage 2  $O'(O_{ij11mn})$  dan Penentuan *Ready Time* Operasi Stage 3 (Lanjutan)

| m               | n | $O'(O_{i0k0mn})$ , dimana $k = 2$ |              |              |              |               |              |              |              |              |              |
|-----------------|---|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                 | 7 | $O_{502017}$                      | $O_{602017}$ | $O_{702015}$ | $O_{802015}$ | $O_{1002015}$ | $O_{302015}$ | $O_{402015}$ | $O_{902015}$ | $O_{202015}$ | $O_{102015}$ |
|                 | 8 | $O_{502018}$                      | $O_{602018}$ | $O_{702015}$ | $O_{802015}$ | $O_{1002015}$ | $O_{302015}$ | $O_{402015}$ | $O_{902015}$ | $O_{202015}$ | $O_{102015}$ |
| $C_{i020mn}$    |   | 35025"                            | 87816"       | 125823"      | 193816"      | 248436"       | 291050.4"    | 342980.4"    | 469867"      | 616165"      | 727455"      |
| $r_{i0301n}$    |   | 35025"                            | 87816"       | 125823"      | 193816"      | 248436"       | 291050.4"    | 342980.4"    | 469867"      | 616165"      | 727455"      |
| $O(O_{i0301n})$ |   | $O_{502011}$                      | $O_{602011}$ | $O_{702011}$ | $O_{802011}$ | $O_{1002011}$ | $O_{302011}$ | $O_{402011}$ | $O_{902011}$ | $O_{202011}$ | $O_{102011}$ |

Langkah 1. Set  $v = 1$  dan  $w = 5$

Langkah 2. Didapat  $O_{[50301n]}$  dengan nilai  $r_{[50301n]}$  sebesar 35025".

Beri indeks  $x = 1$

Langkah 3.  $n_{50301n} = \frac{n_{50301}}{w} = \frac{8200}{5} = 1640$  unit, maka:

$$n_{503011} = n_{503012} = n_{503013} = \dots = n_{503015} = 1640$$

Langkah 4.  $t_{50301n} = n_{50301n} \times 11.8"$

$$t_{503011} = t_{503012} = t_{503013} = \dots = t_{503015} = 19352"$$

Langkah 5. Tidak terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke Langkah 8

Langkah 8. Jadwalkan operasi  $O_{[50301n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5$  kedalam set operasi  $O'(O_{i0201n}) = O'(O_{[50301n]})$  dan hitung

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$C_{50301n} = C_{503012} = C_{503013} = \dots = C_{503015} = 35025" + 558" + 19352" = 54935"$$

Dan lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Set  $x = 1 \rightarrow \text{Check} : x = 1 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 2.

Langkah 2. Didapat  $O_{[60301n]}$  dengan nilai  $r_{[60301n]}$  sebesar 70408".

Beri indeks  $x = 2$

Langkah 3.  $n_{60301n} = \frac{n_{60301}}{w} = \frac{5100}{5} = 1020$  unit

Langkah 4.  $t_{60301n} = n_{60201n} \times 9.7" = 9894"$

$$t_{603011} = t_{603012} = t_{603013} = \dots = t_{603015} = 9894"$$

Langkah 5. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 6.

Langkah 6. Set  $C_{50301n} \rightarrow C_{y-1}$  dan  $r_{60301n} \rightarrow r_y$

$C_{y-1} \leq r_y = 54935" \leq 87816" \rightarrow$  Lini pengemasan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Jadwalkan operasi  $O_{[60301n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5$ , masukkan ke dalam set operasi :

$$O'(O_{[i0201n]}) = O'(O_{[50301n]}, O_{[60301n]}) \text{ dan hitung:}$$

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$C_{60301n} = C_{603012} = C_{603013} = \dots = C_{603015} = 87816'' + 570'' + 9894'' \\ = 98280''$$

Dan lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Set  $x = 2 \rightarrow \text{Check} : x = 2 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 2.

Langkah 2. Didapt  $O_{[70301n]}$  dengan nilai  $r_{[70301n]}$  sebesar 125823''.

Beri indeks  $x = 3$

$$\text{Langkah 3. } n_{70301n} = \frac{n_{70301}}{w} = \frac{7700}{5} = 1540 \text{ unit}$$

$$n_{703011} = n_{703012} = n_{703013} = \dots = n_{703015} = 1540$$

Langkah 4.  $t_{70301n} = n_{70301n} \times 10.5''$

$$t_{703011} = t_{703012} = t_{703013} = \dots = t_{703015} = 16170''$$

Langkah 5. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 6.

Langkah 6. Set  $C_{60301n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{70301n} \rightarrow r_{\gamma}$   
 $C_{\gamma-1} \leq r_{\gamma} = 80872'' \leq 125823'' \rightarrow$  Lini pengemasan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 9. Jadwalkan operasi  $O_{[70301n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5$ , masukkan ke dalam set operasi :

$$O'(O_{[i0201n]}) = O'(O_{[50301n]}, O_{[60301n]}, O_{[70301n]}) \text{ dan hitung:}$$

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$C_{70301n} = C_{703012} = C_{703013} = \dots = C_{703015} \\ = 125823'' + 696'' + 16170'' \\ = 142689''$$

Dan lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Set  $x = 3 \rightarrow \text{Check} : x = 3 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 2.

Langkah 2. Didapat  $O_{[80301n]}$  dengan nilai  $r_{[80301n]}$  sebesar 193816''.

Beri indeks  $x = 4$

$$\text{Langkah 3. } n_{80301n} = \frac{n_{80301}}{w} = \frac{4400}{5} = 880 \text{ unit}$$

$$n_{803011} = n_{803012} = n_{803013} = \dots = n_{803015} = 880$$

Langkah 4.  $t_{80301n} = n_{80301n} \times 23.8''$

$$t_{803011} = t_{803012} = t_{803013} = \dots = t_{803015} = 20680''$$

Langkah 5. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 6

Langkah 6. Set  $C_{70301n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{80301n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} > r_{\gamma} = 142689'' \leq 193816'' \rightarrow$  Lini pengemasan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Jadwalkan operasi  $O_{[80301n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5$ , masukkan ke dalam set operasi :

$$O'(O_{[i0201n]}) = O'(O_{[50301n]}, O_{[60301n]}, O_{[70301n]}, O_{[80301n]}) \text{ dan hitung:}$$

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$\begin{aligned} C_{80301n} &= C_{803012} = C_{803013} = \dots = C_{803014} \\ &= 193816'' + 834'' + 20680'' \\ &= 215594'' \end{aligned}$$

Dan lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Set  $x = 4 \rightarrow \text{Check} : x = 4 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 2.

Langkah 2. Didapat  $O_{[100301n]}$  dengan nilai  $r_{[100301n]}$  sebesar 248436''.

Beri indeks  $x = 5$

Langkah 3.  $n_{100301n} = \frac{n_{100301}}{w} = \frac{7500}{5} = 1500 \text{ unit}$

Langkah 4.  $t_{100301n} = n_{100201n} \times 11.4'' = 17100''$

$$t_{1003011} = t_{1003012} = t_{1003013} = \dots = t_{1003015} = 17100''$$

Langkah 5. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 6.

Langkah 6. Set  $C_{80301n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{100301n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} \leq r_{\gamma} = 215594'' \leq 248436'' \rightarrow$  Lini pengemasan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Jadwalkan operasi  $O_{[100301n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5$ , masukkan ke dalam set operasi :

$$O'(O_{[i0201n]}) = O'(O_{[50301n]}, O_{[60301n]}, O_{[70301n]}, O_{[80301n]}, O_{[100301n]})$$

dan hitung:

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$\begin{aligned} C_{1003011} &= C_{1003012} = C_{1003013} = \dots = C_{1003015} \\ &= 248436'' + 672'' + 17100'' \\ &= 266208'' \end{aligned}$$

Dan lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Set  $x = 5 \rightarrow Check : x = 7 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 2.

Langkah 2. Didapat  $O_{[30301n]}$  dengan nilai  $r_{[30301n]}$  sebesar 291050.4".

Beri indeks  $x = 6$

Langkah 3.  $n_{30301n} = \frac{n_{30301}}{w} = \frac{7700}{5} = 1540 \text{ unit}$

$$n_{303011} = n_{303012} = n_{303013} = \dots = n_{303015} = 1540$$

Langkah 4.  $t_{30301n} = n_{30301n} \times 22.9''$

$$t_{303011} = t_{303012} = t_{303013} = \dots = t_{303015} = 35266''$$

Langkah 5. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 6

Langkah 6. Set  $C_{100301n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{30301n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} \leq r_{\gamma} = 266208'' \leq 291050.4'' \rightarrow$  Lini pengemasan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Jadwalkan operasi  $O_{[30301n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5$ , masukkan ke dalam set operasi :

$$O'(O_{[i0201n]}) = O' \left( O_{[50301n]}, O_{[60301n]}, O_{[70301n]}, O_{[80301n]}, O_{[100301n]} \right)$$

dan hitung:

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$\begin{aligned} C_{303011} = C_{303012} = C_{303013} = \dots = C_{303015} \\ = 291050.4'' + 606'' + 35266'' \\ = 326922.4'' \end{aligned}$$

Dan lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Set  $x = 6 \rightarrow Check : x = 6 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 2.

Langkah 2. Didapat  $O_{[40301n]}$  dengan nilai  $r_{[40301n]}$  sebesar 342980.4".

Beri indeks  $x = 7$

Langkah 3.  $n_{40301n} = \frac{n_{40301}}{w} = \frac{8400}{5} = 1860 \text{ unit}$

Langkah 4.  $t_{40301n} = n_{40301n} \times 22.3''$

$$t_{403011} = t_{403012} = t_{403013} = \dots = t_{403015} = 37464''$$

Langkah 5. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 6

Langkah 6. Set  $C_{30301n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{40301n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} \leq r_{\gamma} = 326922.4'' \leq 342980.4'' \rightarrow$  Lini pengemasan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Jadwalkan operasi  $O_{[40301n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5$ , masukkan ke dalam set operasi :

$$O'(O_{[i0201n]}) = O' \left( \begin{matrix} O_{[50301n]}, O_{[60301n]}, O_{[70301n]}, O_{[80301n]}, O_{[100301n]} \\ O_{[30301n]}, O_{[40301n]} \end{matrix} \right)$$

dan hitung:

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$C_{403011} = C_{403012} = C_{403013} = \dots = C_{403015} = 342980.4 + 672 + 37464'' \\ = 385130.4''$$

Dan lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Set  $x = 7 \rightarrow Check : x = 7 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 2.

Langkah 2. Didapat  $O_{[90301n]}$  dengan nilai  $r_{[90301n]}$  sebesar 469867''.

Beri indeks  $x = 8$

Langkah 3.  $n_{90301n} = \frac{n_{i0301}}{w} = \frac{10500}{5} = 2500 \text{ unit}$

Langkah 4.  $t_{90301n} = n_{90301n} \times 24.5''$

$$t_{903011} = t_{903012} = t_{903013} = \dots = t_{903015} = 61250''$$

Langkah 5. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 6

Langkah 6. Set  $C_{100301n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{90301n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} \geq r_{\gamma} = 385130.4'' \leq 469867'' \rightarrow$  Lini perakitan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Jadwalkan operasi  $O_{[90301n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5$ , masukkan ke dalam set operasi :

$$O'(O_{[i0201n]}) = O' \left( \begin{matrix} O_{[50301n]}, O_{[60301n]}, O_{[70301n]}, O_{[80301n]}, O_{[100301n]} \\ O_{[30301n]}, O_{[40301n]}, O_{[90301n]} \end{matrix} \right)$$

dan hitung:

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$C_{903011} = C_{903012} = C_{903013} = \dots = C_{903015} \\ = 469867'' + 858'' + 61250'' \\ = 531975''$$

Dan lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Set  $x = 8 \rightarrow Check : x = 8 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 2.

Langkah 2. Didapat  $O_{[20301n]}$  dengan nilai  $r_{[20301n]}$  sebesar 616165''.

Beri indeks  $x = 9$

Langkah 3.  $n_{20301n} = \frac{n_{20301}}{w} = \frac{8000}{5} = 1600 \text{ unit}$

Langkah 4.  $t_{20301n} = n_{20301n} \times 22.5''$

$$t_{203011} = t_{203012} = t_{203013} = \dots = t_{203015} = 36000''$$

Langkah 5. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 6.

Langkah 6.  $Set C_{90301n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{20301n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} \leq r_{\gamma} = 531975'' \leq 616165'' \rightarrow$  Lini pengemasan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Jadwalkan operasi  $O_{[20201n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5$ , masukkan ke dalam set operasi :

$$O'(O_{[i0201n]}) = O' \left( \begin{matrix} O_{[50301n]}, O_{[60301n]}, O_{[70301n]}, O_{[80301n]}, O_{[100301n]} \\ O_{[30301n]}, O_{[40301n]}, O_{[90301n]}, O_{[20201n]} \end{matrix} \right)$$

dan hitung:

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$C_{203011} = C_{203012} = C_{203013} = \dots = C_{203015}$$

$$= 616165'' + 756'' + 36000''$$

$$= 652921''$$

Dan lanjutkan ke Langkah 10.

Langkah 10. Set  $x = 9 \rightarrow Check : x = 9 + 1 \leq y = 10$  maka kembali ke Langkah 2.

Langkah 2. Didapat  $O_{[10301n]}$  dengan nilai  $r_{[10301n]}$  sebesar 644109''.

Beri indeks  $x = 10$

$$\text{Langkah 3. } n_{10301n} = \frac{n_{i0301}}{w} = \frac{7500}{5} = 1500 \text{ unit}$$

$$\text{Langkah 4. } t_{10301n} = n_{i0301n} \times 22.5''$$

$$t_{103011} = t_{103012} = t_{103013} = \dots = t_{103015} = 33750''$$

Langkah 5. Terdapat operasi yang terjadwal, maka lanjutkan ke langkah 6

Langkah 6.  $Set C_{20301n} \rightarrow C_{\gamma-1}$  dan  $r_{10301n} \rightarrow r_{\gamma}$

$C_{\gamma-1} \geq r_{\gamma} = 652921'' > 727455'' \rightarrow$  Lini pengemasan tersedia, maka lanjutkan ke Langkah 8.

Langkah 8. Jadwalkan operasi  $O_{[10301n]}$ , beri subscript  $n = 1, 2, 3, 4, 5$ , masukkan ke dalam set operasi :

$$O'(O_{[i0201n]}) = O' \left( \begin{matrix} O_{[50301n]}, O_{[60301n]}, O_{[70301n]}, O_{[80301n]}, O_{[100301n]} \\ O_{[30301n]}, O_{[40301n]}, O_{[90301n]}, O_{[20201n]}, O_{[10301n]} \end{matrix} \right)$$

dan hitung:

$$C_{ijklmn} = r_{ijklmn} + s_{ijklmn} + t_{ijklmn}$$

$$C_{103011} = C_{103012} = C_{103013} = \dots = C_{103015}$$

$$= 727455'' + 672'' + 33750''$$

$$= 763527''$$

Kemudian lanjutkan ke Langkah 10.

Tabel Operasi Terjadwal pada Stage 3  $O'(O_{ij31mn})$

| Tabel Operasi Perjadwal pada Stage 3 C ( $O_{ij51mn}$ ) |       |                                   |              |              |              |              |              |               |              |              |              |
|---------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| m                                                       | n     | $O'(O_{i0k0mn})$ , dimana $k = 3$ |              |              |              |              |              |               |              |              |              |
| 1                                                       | 1     | $O_{603011}$                      | $O_{503011}$ | $O_{403011}$ | $O_{803011}$ | $O_{703011}$ | $O_{303011}$ | $O_{1003011}$ | $O_{903011}$ | $O_{203011}$ | $O_{103011}$ |
|                                                         | 2     | $O_{603012}$                      | $O_{503012}$ | $O_{403012}$ | $O_{803012}$ | $O_{703012}$ | $O_{303012}$ | $O_{1003012}$ | $O_{903012}$ | $O_{203012}$ | $O_{103012}$ |
|                                                         | 3     | $O_{603013}$                      | $O_{503013}$ | $O_{403013}$ | $O_{803013}$ | $O_{703013}$ | $O_{303013}$ | $O_{1003013}$ | $O_{903013}$ | $O_{203013}$ | $O_{103013}$ |
|                                                         | 4     | $O_{603014}$                      | $O_{503014}$ | $O_{403014}$ | $O_{803014}$ | $O_{703014}$ | $O_{303014}$ | $O_{1003014}$ | $O_{903014}$ | $O_{203014}$ | $O_{103014}$ |
|                                                         | 5     | $O_{603015}$                      | $O_{503015}$ | $O_{403015}$ | $O_{803015}$ | $O_{703015}$ | $O_{303015}$ | $O_{1003015}$ | $O_{903015}$ | $O_{203015}$ | $O_{103015}$ |
|                                                         | 6     | $O_{603016}$                      | $O_{503016}$ | $O_{403016}$ | $O_{803016}$ | $O_{703016}$ | $O_{303016}$ | $O_{1003016}$ | $O_{903016}$ | $O_{203016}$ | $O_{103016}$ |
|                                                         | 7     | $O_{603017}$                      | $O_{503017}$ | $O_{403017}$ | $O_{803017}$ | $O_{703017}$ | $O_{303017}$ | $O_{1003017}$ | $O_{903017}$ | $O_{203017}$ | $O_{103017}$ |
|                                                         | 8     | $O_{603018}$                      | $O_{502018}$ | $O_{403018}$ | $O_{803018}$ | $O_{703018}$ | $O_{303018}$ | $O_{1003018}$ | $O_{903018}$ | $O_{203018}$ | $O_{103018}$ |
| $C_{i030mn}$<br>(detik)                                 | 54935 | 98280                             | 142689       | 215594       | 266208       | 326922.4     | 385130.4     | 531975        | 652921       | 761877       |              |
| $C_{i030mn}$<br>(hari)                                  | 1.9   | 3.4                               | 5.0          | 7.5          | 9.2          | 11.4         | 13.4         | 18.5          | 22.7         | 26.5         |              |
| $d_{i0}$                                                | 4     | 3                                 | 12           | 14           | 10           | 11           | 13           | 19            | 23           | 27           |              |

Langkah 10. Set  $x = 10 \rightarrow Check : x = 10 + 1 \leq y = 10$  maka lanjutkan ke Langkah 11.

Langkah 11. Set  $m = 1 \rightarrow Check : m = 1 + 1 \leq v = 1$  maka lanjutkan ke Langkah 12.

Langkah 12. Peta penjadwalan produksi dalam bentuk *Gantt-Chart*. Lihat Lampiran 4.

