

## PENJADWALAN PRODUKSI DI LINE B MENGUNAKAN METODE CAMPBELL-DUDEK-SMITH (CDS)

Antoni Yohanes

*Dosen Fakultas Teknik Universitas Stikubank Semarang*

---

**DINAMIKA  
TEKNIK**  
Vol. VII, No. 2  
Juli 2013  
Hal 11 - 20

---

*Penjadualan merupakan pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi. penjadualan mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan ataupun tenaga kerja bagi suatu kegiatan operasi dan menentukan urutan pelaksanaan kegiatan operasi. Saat ini telah banyak dikembangkan berbagai macam metode dalam penjadualan produksi, antara lain penjadualan produksi yang mengutamakan waktu kerja terlebih dahulu dalam urutan proses produksinya, penjadualan berdasarkan jumlah mesin yang ada dan penjadualan produksi berdasarkan pengaturan laju produksi yang stabil terhadap ragam tingkat persediaan untuk memenuhi permintaan konsumen. Metode Campbell-Dudek-Smith (CDS), metode ini pada dasarnya memecahkan persoalan  $n$  job pada  $m$  mesin flow shop. Pada penjadualan ini diusahakan untuk mendapatkan harga makespan yang terkecil dari  $(m-1)$  kemungkinan penjadualan. penjadualan dengan harga makespan terkecil merupakan urutan pengerjaan job yang paling baik. Berdasarkan data yang di peroleh dari hasil riset yang dilakukan di PT. Triangle Motorindo untuk penjadualan produksi dengan menggunakan metode CDS diketahui bahwa penjadualan untuk diterapkan di PT. Triangle Motorindo Semarang metode CDS berdasarkan makespan total yaitu 23,1 jam dan efisiensi sebesar yaitu 35,26 %.*

**Kata kunci** : CDS, makespan, efisiensi

### 1. PENDAHULUAN

Pengertian penjadualan secara umum dapat diartikan seperti : “*scheduling is the allocation of resources overtime to perform collection of risk*”, yang artinya penjadualan adalah pengalokasian sumber daya yang terbatas untuk mengerjakan sejumlah pekerjaan. Permasalahan muncul apabila pada tahapan operasi tertentu beberapa atau seluruh pekerjaan itu membutuhkan stasiun kerja yang sama. Dengan dilakukannya pengurutan pekerjaan ini unit-unit produksi (*resources*) dapat dimanfaatkan secara optimum. Pemanfaatan ini antara lain dilakukan dengan jalan meningkatkan utilitas unit-unit produksi melalui usaha-usaha mereduksi waktu menganggur (*idle time*) dari unit-unit yang bersangkutan. Pemanfaatan lainnya dapat juga dilakukan dengan cara meminimumkan *in-proses inventory* melalui reduksi terhadap waktu rata-rata pekerjaan yang menunggu (antri) dalam baris antrian pada unit-unit produksi (Ginting,2009;4).

PT. Triangle Motorindo merupakan industri manufaktur yang memproduksi sepeda motor dengan merk VIAR berlokasi di kota Semarang. Hasil produknya antara lain bebek, motor sport, matic dan motor roda tiga. Produk yang dihasilkan PT. Triangle Motorindo mengarah segmen menengah ke bawah dengan harga jual lebih murah

dibandingkan dengan sepeda motor buatan Jepang. Untuk perluasan pabrik dan penambahan kapasitas produksinya, PT. Triangle Motorindo memindahkan pabriknya dari Kawasan Industri Kaligawe ke Kawasan Industri BSB Ngaliyan. Mesin motor didatangkan dari Taiwan dalam bentuk komponen kemudian di rakit di pabrik. Lintasan produksi di PT. Triangle Motorindo terdiri dari empat *line* produksi. Lintasan produksi *line A* merakit tipe motor sport dan roda tiga, lintasan produksi *line B* merakit tipe motor bebek, lintasan produksi *line C* merakit tipe motor *matic*, dan lintasan produksi *line D* merakit semua jenis mesin motor.

Penjadwalan produksi dilakukan pada departemen PPIC. Penelitian ini mengambil data pada lintasan produksi *line B* yang merakit tipe motor bebek dengan merk Star CX, Star Z, dan Star X 125. Lintasan produksi di *line B* dalam pelaksanaannya tidak dapat memenuhi permintaan produk sesuai dengan jadwal yang sudah di buat departemen PPIC.

## **2. LANDASAN TEORI**

### **2.1 Definisi Penjadwalan Produksi**

Penjadwalan mempunyai definisi pengurutan atau pengerjaan secara menyeluruh dalam suatu lintasan produksi yang dikerjakan pada beberapa buah mesin. Masalah penjadwalan melibatkan pengerjaan beberapa komponen atau mesin yang sering disebut dengan istilah *job*. *Job* sendiri merupakan komposisi dari sejumlah elemen – elemen dasar yang disebut aktivitas atau operasi. Waktu proses merupakan aktivitas atau operasi yang membutuhkan alokasi sumber daya tertentu selama periode waktu tertentu. Harming dan Nurmajudin (2005) membagi penjadwalan menjadi dua yaitu penjadwalan panjang dan penjadwalan pendek. Perbedaan tipe penjadwalan menurut waktu tersebut didasarkan pada waktu pelaksanaan kegiatan yang tercakup didalam jadwal yang bersangkutan. Penjadwalan jangka panjang dikaitkan dengan jadwal pelaksanaan aktivitas yang memerlukan jangka waktu pengerjaan panjang yaitu bulanan sampai tahunan. Sedangkan penjadwalan jangka pendek berkaitan dengan penyusunan jadwal atas pengerjaan produk untuk memenuhi permintaan jangka pendek atau permintaan pasar. Penjadwalan jangka pendek ini disusun untuk pekerjaan yang akan dilakukan secara berulang. Krajewski dan Rizman menyebutkan pada dasarnya penjadwalan adalah pengalokasian sumber daya dari waktu ke waktu untuk menunjang pelaksanaan dan penyelesaian suatu aktivitas pengerjaan spesifik. Penentuan alokasi sumber daya perusahaan (sumber daya manusia, sumber daya kapasitas, dan peralatan produksi atau

mesin – mesin, dan waktu) ditujukan untuk mewujudkan sasaran penggunaan sumber daya secara efektif dan efisien sekaligus menghasilkan keluaran (*ouput*) yang tepat jumlah, tepat waktu, dan tepat kualitas (Harming dan Nurmajudin, 2005). Menurut Ginting (2009), penjadwalan merupakan permintaan akan produk – produk yang tertentu (jenis dan jumlah) dari jadwal induk produksi akan ditugaskan pada pusat – pusat pemrosesan tertentu untuk periode harian. Sedangkan Baker (1974) mendefinisikan penjadwalan sebagai proses pengalokasian sumber daya untuk memilih sekumpulan tugas dalam waktu tertentu (Ginting,2009).

Penjadwalan menurut Baker dalam sebuah lintasan produksi dapat dibedakan menjadi empat keadaan (Ginting, 2009) :

1. Mesin yang digunakan merupakan proses dengan mesin tunggal atau proses dengan mesin majemuk.
2. Pola aliran proses dapat berupa aliran identik atau sembarang.
3. Pola kedatangan pekerjaan dapat bersifat statis atau dinamis.
4. Sifat informasi yang diterima dapat bersifat deterministik atau stokastik.

Salah satu masalah yang cukup penting dalam sistem produksi adalah bagaimana melakukan pengaturan dan penjadwalan pekerjaan (*jobs*) agar pesanan dapat selesai dan sesuai dengan keinginan konsumen. Di samping itu sumber – sumber daya yang tersedia dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin. Salah satu usaha untuk mencapai tujuan diatas adalah melakukan penjadwalan proses produksi yang baik dengan mengurangi waktu menganggur (*iddle time*) pada unit – unit produksi dan meminimumkan barang yang sedang dalam proses (*work in process*). Dari definisi diatas maka terdapat dua elemen penting dalam proses penjadwalan yaitu urutan (*sequence*) *job* yang memberikan solusi optimal dan pengalokasian sumber daya (*resources*). Pekerjaan (*job order*) yang diterima diuraikan dalam bentuk kebutuhan sumber daya, waktu proses, waktu mulai dan waktu berakhirnya proses.

## 2.2 Input Penjadwalan

*Input* dari sistem penjadwalan antara lain pekerjaan – pekerjaan yang merupakan alokasi kapasitas untuk *order – order*, penugasan prioritas *job*, dan pengendalian jadwal produksi membutuhkan informasi terperinci dimana informasi – informasi tersebut akan menyatakan masukan dari penjadwalan. Untuk produk – produk tertentu informasi ini bisa diperoleh dari lembar kerja operasi dan *bill of material* (Nasution, 2008). Fogarty mendefinisikan struktur produk sebagai sebuah daftar dari seluruh komponen, sub-sub

perakitan, dan material bahan baku yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk akhir (*parent assembly*) disertai dengan jumlah kebutuhannya masing-masing. Pembentukan struktur produk merupakan bagian dari proses desain, dan kemudian digunakan untuk menentukan komponen mana yang harus dibeli, dan komponen mana yang harus dibuat. Bentuk dari struktur produk bervariasi, dapat berupa single-level atau multi-level.

### 2.3. Output Penjadwalan

Untuk memastikan bahwa suatu aliran kerja yang lancar akan melalui beberapa tahapan produksi maka sistem penjadwalan harus membentuk aktivitas – aktivitas *output* sebagai berikut (Ginting, 2009) :

#### 1. Pembebanan (*loading*)

Melibatkan penyesuaian kebutuhan kapasitas untuk *order – order* yang diterima diperkirakan dengan kapasitas yang tersedia. Pembebanan dilakukan dengan menugaskan *order – order* pada fasilitas – fasilitas, operator – operator, dan peralatan tertentu.

#### 2. Pengurutan (*sequencing*)

Merupakan penugasan tentang *order – order* mana yang diprioritaskan untuk diproses terlebih dahulu bila suatu fasilitas harus memproses banyak *job*.

#### 3. Prioritas *job* (*dispatching*)

Merupakan prioritas kerja tentang *job – job* mana yang diseleksi dan diprioritaskan untuk diproses.

#### 4. Pengendalian kinerja penjadwalan

Dilakukan dengan :

- Meninjau kembali status *order – order* pada saat melalui sistem tertentu.
- Mengatur kembali urutan – urutan.

#### 5. *Up dating* jadwal

Dilakukan sebagai refleksi kondisi operasi yang terjadi dengan merevisi prioritas – prioritas.

### 2.4. Tujuan Penjadwalan

*Bedworth* (1987), mengidentifikasi beberapa tujuan dari aktivitas penjadwalan adalah sebagai berikut (Ginting, 2009) :

1. Meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi waktu tunggu, sehingga total waktu proses dapat berkurang, dan produktivitas dapat meningkat.

2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya yang ada masih mengerjakan tugas yang lain.
3. Mengurangi beberapa kelambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimisasi biaya keterlambatan.
4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindari.

### 2.5 Algoritma Campbell, Dudek dan Smith (CDS)

Metode ini dikembangkan oleh H.G. Campbell, R.A.Dudek dan M.L.Smith yang didasarkan atas algoritma Johnson. Metode ini pada dasarnya memecahkan persoalan  $n$  *job* pada  $m$  mesin *flow shop* ke dalam  $m-1$  set persoalan dua mesin *flow shop* dengan membagi  $m$  mesin ke dalam dua grup, kemudian pengurutan *job* pada kedua mesin tadi menggunakan algoritma Johnson. Setelah diperoleh sebanyak  $m-1$  alternatif urutan *job*, kemudian dipilih urutan dengan *makespan* terkecil. Setiap pekerjaan atau *job* yang akan diselesaikan harus melewati proses pada masing-masing mesin. Pada penjadwalan ini diusahakan untuk mendapatkan harga *makespan* yang terkecil dari  $(m-1)$  kemungkinan penjadwalan. Penjadwalan dengan harga *makespan* terkecil merupakan urutan pengerjaan *job* yang paling baik.

Penjadwalan  $n$  *job* terhadap  $m$  mesin, dilakukan algoritma Johnson sebagai berikut :

1. ambil penjadwalan pertama ( $k=1$ ). Untuk seluruh *job* yang ada, carilah harga  $t^*_{i,1}$  dan  $t^*_{i,2}$  yang minimum yang merupakan waktu proses pada mesin pertama dan kedua, dimana  $t_{i,1} = t^*_{i,1}$  dan  $t_{i,2} = t^*_{i,2}$
2. Gunakan algoritma Johnson untuk melakukan pengurutan pekerjaan. Kemudian hitung *makespan* untuk jadwal tersebut.
3. Jika waktu minimum didapat pada mesin pertama, selanjutnya tempatkan tugas tersebut pada awal deret penjadwalan dan bila waktu minimum didapat pada mesin kedua, tugas tersebut ditempatkan pada posisi akhir dari deret penjadwalan.
4. Jika penjadwalan ke- $k = (m-1)$  sudah tercapai berarti penjadwalan *job* sudah selesai.

## 2.6 Aturan Johnson

Aturan Johnson dikembangkan untuk  $n$  pekerjaan (*job*) yang dikerjakan pada dua mesin secara berurutan.

Algoritma Johnson adalah sebagai berikut :

1. Identifikasikan waktu operasi terkecil dari pekerjaan yang ada;  $t^*$  ( $t_{ij}$  dari pekerjaan yang ada)
2. Bila  $t^*$  ada pada mesin pertama maka pekerjaan yang memiliki waktu  $t^*$  tersebut didahulukan pekerjaannya sedang bila  $t^*$  berada mesin kedua maka pekerjaan yang memiliki waktu  $t^*$  tersebut dibelakangkan pengerjaannya.
3. Bila semua pekerjaan (*job*) telah terjadwal maka selesai.

## 3. ANALISA

### 3.1 Data Permintaan Bulan Oktober 2013

Data permintaan sepeda motor bebek dengan merk Star CX, Star Z, dan Star X 125 bulan Oktober terdapat pada tabel 1

Tabel 1. Data Permintaan Bulan Oktober 2013  
Permintaan Bulan Oktober 2013

| Model     | Jumlah    |
|-----------|-----------|
| Star CX   | 750 unit  |
| Star X125 | 1400 unit |
| Star Z    | 1750 unit |
| Total     | 3900 unit |

Sumber : PT. Triangle Motorindo

### 3.2. Jumlah Produksi Harian

Tabel 2. Jumlah Produksi Harian

| Model     | Satu Bulan | Hari             |
|-----------|------------|------------------|
| Star CX   | 750 unit   | 29 unit per hari |
| Star X125 | 1400 unit  | 54 unit per hari |
| Star Z    | 1750 unit  | 68 unit per hari |

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 3. data waktu proses

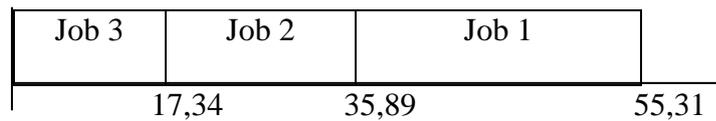
| Job         | 1<br>( Star CX) | 2<br>( Star X125) | 3<br>( Star Z ) |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Time ( Ti ) | 19,42 menit     | 18,55 menit       | 17,34 menit     |

Urutan pengerjaan:

SPT : 3 – 2 – 1

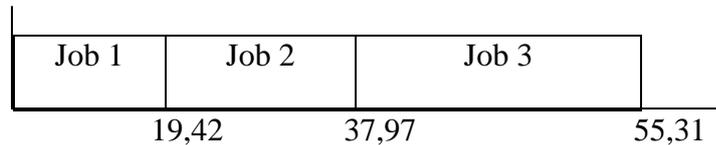
LPT :: 1 – 2 - 3

Peta Gantt SPT :



Mean Flow Time ( MFT ) :  $108,54 / 3 = 36,18$  menit

Peta Gantt LPT :



Mean Flow Time ( MFT ) :  $112,7 / 3 = 37,57$  menit

Berdasar MFT maka dipilih yang terkecil yaitu 36,18 dengan urutan 3-2-1.

Berdasar MFT maka urutan pengerjaan yaitu Star Z dahulu, kemudian Star X125 dan terakhir adalah Star CX.

### 3.3 Penjadwalan n job m mesin

#### 3.3.1 Metode Campbell, Dudek dan Smith (CDS)

Metode CDS dikembangkan untuk menangani n pekerjaan yang dikerjakan pada m mesin secara berurutan. N pekerjaan yang dimaksud pada penelitian ini jumlahnya 8. M mesin yang dimaksud yaitu Star CX, Star X125 dan Star Z. Berikut ini adalah tabel *makespan* ketiga jenis kendaraan.

Tabel 4. *Makespan* 3 jenis kendaraan bermotor.

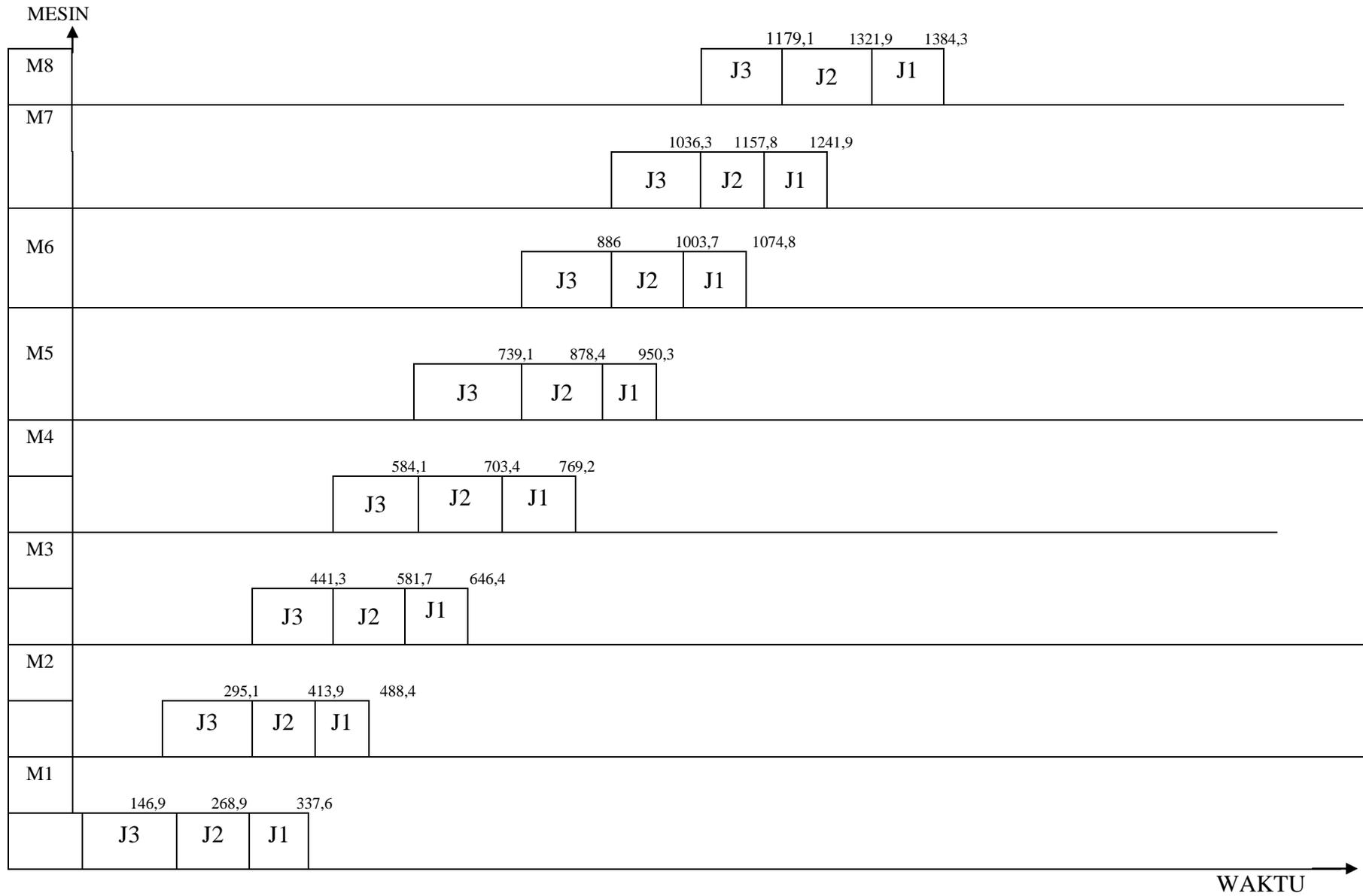
| Mesin \ Job | Waktu (menit) |            |            |
|-------------|---------------|------------|------------|
|             | Star CX       | Star X125  | Star Z     |
| 1. Rangka   | 2,37 menit    | 2,26 menit | 2,16 menit |
| 2. Mesin    | 2,57 menit    | 2,2 menit  | 2,18 menit |

|                  |            |            |            |
|------------------|------------|------------|------------|
| 3. Roda          | 2,23 menit | 2,6 menit  | 2,15 menit |
| 4. Rem           | 2,27 menit | 2,21 menit | 2,1 menit  |
| 5. Knalpot       | 2,48 menit | 2,58 menit | 2,28 menit |
| 6. Lampu         | 2,45 menit | 2,18 menit | 2,16 menit |
| 7. Jok/Stripping | 2,9 menit  | 2,25 menit | 2,21 menit |
| 8. Stripping     | 2,15 menit | 2,27 menit | 2,1 menit  |

Tabel di atas untuk selanjutnya akan dikalikan masing-masing *job* dengan kebutuhan per hari setiap jenis kendaraan. Setelah itu kemudian langsung diolah menggunakan metode CDS yang disajikan di bawah ini.

Tabel 5. Waktu total per hari tiap *job* kendaraan bermotor.

| <i>Job</i> \ <i>Mesin</i>            | M1    | M2    | M3    | M4    | M5    | M6    | M7    | M8    |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Star CX<br>( x 29 unit / hari )   | 68.7  | 74.5  | 64.7  | 65.8  | 71.9  | 71.1  | 84.1  | 62.4  |
| 2. Star X125<br>( x 54 unit / hari ) | 122.0 | 118.8 | 140.4 | 119.3 | 139.3 | 117.7 | 121.5 | 122.6 |
| 3. Star Z<br>( x 68 unit / hari )    | 146.9 | 148.2 | 146.2 | 142.8 | 155.0 | 146.9 | 150.3 | 142.8 |



Gambar 1. Gantt Chart urutan 3-2-1

## KESIMPULAN

Penjadwalan produksi merupakan aspek penting di dalam suatu perusahaan. penjadwalan produksi yang buruk akan mengakibatkan kurang efisiensinya lintas produksi. Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya, maka diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Penjadwalan untuk diterapkan di PT. Triangle Motorindo Semarang metode CDS berdasarkan *makespan* total yaitu 23,1 jam dan efisiensi sebesar yaitu 35,26 %.
2. Dengan melakukan penjadwalan menggunakan metode CDS dapat diketahui bahwa hasil pengolahan data produk pada bulan Oktober 2013 adalah Star CX = 264 unit, untuk Star X125 = 492 unit dan untuk Star Z = 619 unit. Memang hasil ini kurang dari yang dijadwalkan tetapi ternyata masih lebih baik dari data aktualnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ginting, Rosnani, 2009, *Penjadwalan Mesin*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Liker, Jeffrey K., 2006, *The Toyota Way*, Penerbit Erlangga.