

# ANALISIS KINERJA SUPPLY CHAIN MANAGEMENT DAN PENETAPAN PENJADWALAN DENGAN METODE LPT (LONGEST PROCESSING TIME)

(Studi Kasus: Departemen Produksi PT. PAL INDONESIA (Persero) – Surabaya)

Sutrisno<sup>1</sup>, Warsono<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Industri, Universitas Kartini Surabaya

[1sutrisno.dollah@gmail.com](mailto:1sutrisno.dollah@gmail.com)

[2warsonounkar@gmail.com](mailto:2warsonounkar@gmail.com)

Corresponding author email:

**Abstrak** – Pada saat terjadi persaingan bisnis yang ketat maka perusahaan harus mampu melakukan banyak efisiensi sehingga tercipta produktivitas tinggi. Beberapa aspek yang diindikasikan adanya ketidakefisienan adalah *layout* yang tidak sesuai dan PPIC yang tidak tepat. PT. PAL Indonesia (Persero) merupakan perusahaan BUMN yang bergerak di bidang pembuatan, perawatan dan perbaikan kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kinerja rantai pasok melalui penentuan lokasi dan metode penjadwalan SPT (*Short Processing Time*), LPT (*Longest Processing Time*), EDD (*Earliest Due Date*), FCFS (*First Come First Served*). Hasil penelitian ini dengan menggunakan *Gravity Location Model*, dapat diketahui lokasi gudang utama untuk bengkel pipa yang lebih dekat ke area kegiatan produksi yang membutuhkan pasokan dengan volume tinggi dan ongkos transportasinya mahal, dapat diketahui dari hasil iterasi 2 dan 3 yaitu titik koordinat yang sama dengan nilai (3.315, 7.989). Metode SPT paling baik digunakan untuk meminimasi keterlambatan selama 82 hari, sedangkan untuk memaksimumkan utilisasi sumber daya adalah dengan menggunakan metode EDD dengan nilai utilisasi tertinggi yaitu: 35,8%.

Kata kunci: *gravity, persediaan, penjadwalan, pasok, proses*

perbaikan di internal sebuah manufaktur tidaklah cukup. Ketiga aspek tersebut membutuhkan peran serta semua pihak mulai dari supplier yang mengola bahan baku dari alam menjadi komponen, pabrik yang mengubah bahan baku berupa komponen menjadi produk jadi, perusahaan transportasi yang mengirimkan bahan baku dari supplier ke pabrik, serta jaringan distribusi yang akan mengirimkan produk ke tangan pelanggan. Kesadaran akan pentingnya peran semua pihak dalam menciptakan produk yang murah, berkualitas dan cepat inilah yang melahirkan konsep *Supply Chain Management* (SCM) [2]. Terdapat beberapa permasalahan terkait dengan rantai pasok yang sering terjadi antara lain ketidaksesuaian pemilihan lokasi ataupun penataan tempat seringkali mengakibatkan meningkatnya biaya distribusi bahan dan pemborosan waktu. Selain itu tidak adanya penjadwalan atau tidak tepatnya penjadwalan akan mengakibatkan terganggunya proses produksi karena bahan baku yang akan diproses tidak ada. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kinerja *supply chain* pada PT. PAL Indonesia (Persero) sehingga dapat ditentukan lokasi yang tepat untuk pendistribusian barang selain itu juga bertujuan untuk membuat penjadwalan dengan metode SPT (*Short Processing Time*), LPT (*Longest Processing Time*), EDD (*Earliest Due Date*), FCFS (*First Come First Served*).

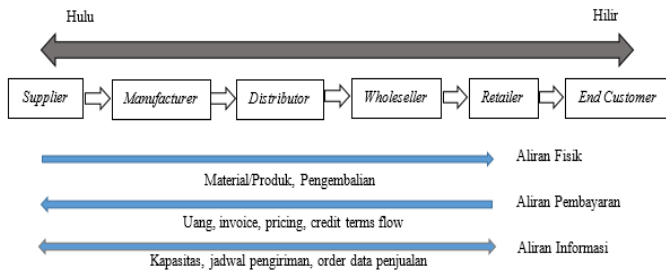
## I. LATAR BELAKANG

Hampir semua galangan kapal di seluruh dunia berlomba-lomba meningkatkan kualitas produksinya, sehingga persaingan antar perusahaan galangan kapal menjadi sangat ketat. Untuk dapat meningkatkan kualitas produksinya, memang perusahaan galangan kapal tidak dapat melakukannya sendiri [1]. Tantangan yang dihadapi dunia manufaktur berubah dan semakin berat dari masa ke masa. Seiring dengan pasar yang semakin kehilangan batas-batas wilayah dan munculnya teknologi informasi, persaingan di dunia bisnis semakin ketat, tuntutan pelanggan juga semakin tinggi. Mendapatkan produk yang murah dan berkualitas tidaklah cukup. Variasi produk juga menjadi semakin penting. Menyadari akan semua hal tersebut, pelaku industri pun mulai sadar bahwa untuk menyediakan produk yang murah, berkualitas, dan cepat,

## II. LANDASAN TEORI

### A. *Supply Chain Management* (SCM)

*Supply Chain Management* (SCM) merupakan integrasi proses-proses bisnis kunci dari pengguna akhir sampai ke pemasok awal yang menyediakan produk, jasa, dan informasi yang memberikan nilai tambah untuk pelanggan dan pihak-pihak terkait lainnya [2][3]. Untuk mengimplementasikan SCM, teknologi informasi diperlukan sebagai salah satu prasyarat. SCM merupakan integrasi atas proses-proses bisnis dari pengguna akhir melalui pemasok awal yang menyediakan produk, jasa, dan informasi yang memberikan nilai tambah bagi pelanggan [1][3].



Gambar 1. Jaringan Supply Chain Management [4]

SCM adalah suatu kumpulan pendekatan yang digunakan untuk mengintegrasikan secara efisien antara pemasok, perusahaan manufaktur, pergudangan, dan toko, sehingga barang diproduksi dan didistribusikan pada kuantitas, lokasi, dan waktu yang benar, untuk meminimumkan biaya-biaya pada kondisi yang memuaskan kebutuhan tingkat pelayanan [4].

## B. Jaringan Supply Chain

### 1. Rantai Suplai Hulu/Upstream Supply Chain

Bagian *upstream* (hulu) *supply chain* meliputi aktivitas dari suatu perusahaan manufaktur dengan para penyalurnya (yang mana dapat manufaktur, *assembler*, atau kedua-duanya) dan koneksi mereka kepada para penyalur mereka (para penyalur *second-trier*) [2][5]. Hubungan para penyalur dapat diperluas kepada beberapa strata, semua jalan dari asal material. Di dalam *upstream supply chain*, aktivitas yang utama adalah pengadaan.

### 2. Manajemen Internal Suplai Rantai Pasok/Internal Supply Chain Management

Bagian dari internal *supply chain* meliputi semua proses pemasukan barang ke gudang yang digunakan dalam mentransformasikan masukan dari para penyalur ke dalam keluaran organisasi itu [4]. Hal ini meluas dari waktu masukan masuk ke dalam organisasi. Di dalam rantai suplai internal, perhatian yang utama adalah manajemen produksi, pabrikasi, dan pengendalian persediaan.

### 3. Segmen Rantai Suplai Hilir/Downstream Supply Chain Segment

*Downstream* (arah muara) *supply chain* meliputi semua aktivitas yang melibatkan pengiriman produk kepada pelanggan akhir [3][6]. Di dalam *downstream supply chain*, perhatian diarahkan pada distribusi, pergudangan, transportasi, dan *after-sales-service*.

## C. Fungsi dan Manfaat Supply Chain Management

Adapun fungsi *Supply Chain Management* yaitu [7]:

1. SCM secara fisik mengkonversi bahan baku menjadi produk jadi dan menghantarkannya ke pemakai akhir.

2. SCM sebagai mediasi pasar, yakni memastikan bahwa apa yang disuplai oleh rantai supply mencerminkan aspirasi pelanggan atau pemakai akhir tersebut.

Manfaat *Supply Chain Management* adalah untuk mengurangi ketidakpastian (*uncertainty*) dan risiko dalam *supply chain*, yang memberikan pengaruh positif pada tingkat penyimpanan/*inventory*, *cycle time*, proses bisnis, dan jasa *customer* [2][6].

## D. Permasalahan Supply Chain Management

Manajemen suplai rantai harus memasukan problem di bawah [8]:

1. Distribusi Konfigurasi Jaringan: Jumlah dan lokasi supplier, fasilitas produksi, pusat distribusi (*Distribution Centre/D.C.*), gudang dan pelanggan.
2. Strategi Distribusi: Sentralisasi atau desentralisasi, pengapalan langsung, strategi menarik atau mendorong, logistik orang ke tiga.
3. Informasi: Sistem terintegrasi dan proses melalui rantai suplai untuk membagi informasi berharga, termasuk permintaan sinyal, perkiraan, inventaris dan transportasi dan sebagainya.
4. Manajemen Inventaris: Kuantitas dan lokasi dari inventaris termasuk barang mentah, proses kerja, dan barang jadi.
5. Aliran dana: Mengatur syarat pembayaran dan metodologi untuk menukar dana melewati entitas di dalam rantai suplai.
6. Eksekusi rantai suplai ialah mengatur dan koordinasi pergerakan material, informasi dan dana di antara rantai suplai tersebut. Alurnya sendiri dua arah.
7. Perancangan Jaringan *Supply Chain*  
Perancangan Jaringan *supply chain* juga merupakan suatu kegiatan strategis yang harus dilakukan pada *supply chain management* dan mencakup keputusan tentang lokasi, jumlah, dan kapasitas fasilitas produksi dan distribusi dalam *supply chain*. Tujuan keberadaan jaringan *supply chain* adalah untuk memenuhi kebutuhan pelanggan yang tentunya bisa berubah secara dinamis dari waktu ke waktu.

## E. PPIC (Production Planning Inventory Control)

PPC dapat didefinisikan sebagai proses untuk merencanakan dan mengendalikan aliran material yang masuk, mengalir dan keluar dari system produksi/operasi sehingga permintaan pasar dapat dipenuhi dengan jumlah yang tepat, waktu penyerahan yang tepat, dan biaya produksi minimum [2][7]. Dari definisi di atas, maka pekerjaan yang terkandung dalam PPC secara garis besar dapat kita bedakan menjadi dua hal yang saling berkaitan, yaitu: Perencanaan Produksi dan Pengendalian Produksi. Perencanaan Produksi dilakukan dengan tujuan menentukan arah awal dari tindakan-tindakan yang harus dilakukan dimasa mendatang, apa yang harus dilakukan, berapa banyak melakukannya dan kapan harus melakukan [6]. Karena perencanaan ini berkaitan dengan masa

mendatang, maka perencanaan disusun atas dasar perkiraan yang dibuat pada data masa lalu dengan menggunakan beberapa asumsi. Oleh karena itu, perencanaan tidak akan selalu memberikan hasil sebagaimana yang diharapkan dalam rencana tersebut, sehingga setiap perencanaan yang dibuat harus dievaluasi secara berkala dengan jalan melakukan pengendalian.

Pekerjaan pengendalian produksi aliran sangat tergantung pada ada tidaknya penyimpangan dalam pelaksanaan produksi terhadap rencana produksi yang telah dibuat sebelumnya [5][8]. Bila penyimpangan yang terjadi cukup besar, maka perlu diadakan tindakan-tindakan penyesuaian untuk membenahi penyimpangan yang terjadi. Hasil penyesuaian yang dilakukan ini akan dijadikan dasar dalam menyusun rencana produksi selanjutnya.

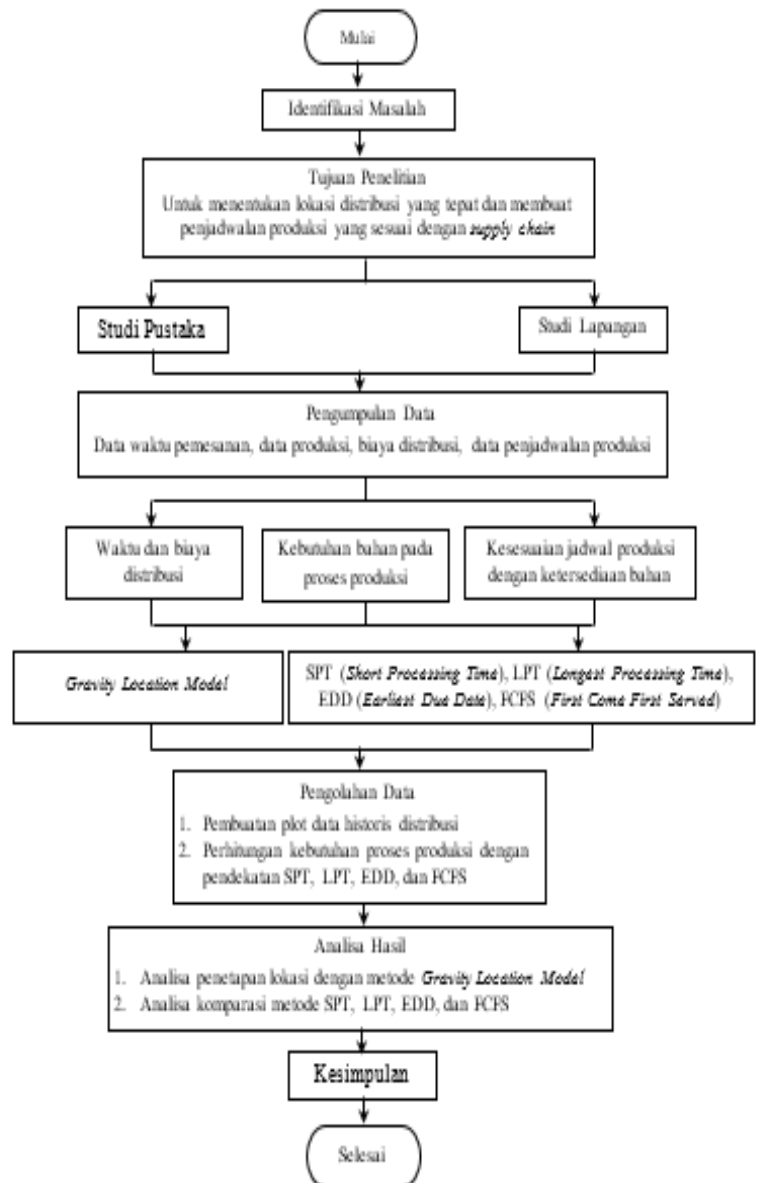
#### F. Penjadwalan

Penjadwalan merupakan alat ukur yang baik bagi perencanaan agregat. Pesanan-pesanan actual pada tahap ini akan ditugaskan pertama kalinya pada sumberdaya tertentu, kemudian dilakukan pengurutan kerja pada tiap-tiap pusat pemrosesan sehingga dicapai optimalisasi utilisasi kapasitas yang ada. Adapun tujuan dari aktivitas penjadwalan adalah sebagai berikut [9]: (1) meningkatkan penggunaan sumberdaya atau mengurangi waktu tunggunya, 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. Teori Baker mengatakan, jika aliran kerja suatu jadwal konstan, maka antrian yang mengurangi rata-rata waktu alir akan mengurangi rata-rata persediaan setengah jadi; (3) mengurangi beberapa keterlambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi *penalty cost* (biaya keterlambatan) [10]; (4) membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

Untuk membuat suatu penjadwalan yang baik dan sanggup untuk meminimasi tardiness, maka bisa digunakan empat metode penjadwalan yaitu [3][11]: SPT (*Short Processing Time*), LPT (*Longest Processing Time*), EDD (*Earliest Due Date*), FCFS (*First Come First Served*). Keberhasilan dari suatu pelaksanaan aktifitas penjadwalan khususnya penjadwalan *job shop* adalah meminimalkan kriteria-kriteria keberhasilan sebagai berikut: (1) Rata-rata Waktu Alir (*Mean Flow Time*); (2) *Makespan*, yaitu total waktu proses yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kumpulan job; (3) Rata-rata Keterlambatan (*Mean Tardiness*); (5) Jumlah job yang terlambat; (6) Jumlah mesin yang menganggur; (7) Jumlah persediaan. Meminimasi *Makespan*, misalnia, dimaksudkan untuk meraih utilisasi yang tinggi dari peralatan dan sumberdaya dengan menyelesaikan seluruh job secepatnya; meminimasi akan mengurangi persediaan barang setengah jadi sedangkan meminimasi jumlah job yang menganggur berarti akan meminimasi nilai dari ukuran keterlambatan [12].

Kesemua kriteria keberhasilan pelaksanaan penjadwalan tersebut adalah dilandasi keinginan untuk memuaskan konsumen dan efisiensi biaya internal perusahaan.

### III. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart Penelitian

### IV. ANALISA HASIL PENELITIAN

#### A. Analisa Gravity Location Model

Untuk menganalisa data menggunakan metode *Gravity Location Model*, langkah awal yang dilakukan adalah menentukan titik koordinat dari tiap kegiatan yang ada, dengan mengecilkan skala dari keadaan yang sebenarnya. Lokasi dan

Koordinat 4 cabang kegiatan produksi pada bengkel pipa adalah sebagai berikut:

$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$y_i^2$	$x_i^2+y_i^2$	$j_i$	$v_i$	$c_i$	$\frac{v_i c_i x_i}{j_i}$	$\frac{v_i c_i y_i}{j_i}$	$\frac{v_i c_i}{j_i}$
1.5	11.5	2.25	132.25	134.5	11.5974	160	18	372.497	2855.81	248.331
6	10.5	36	110.25	146.25	12.0934	85	9	379.546	664.206	63.2577
6	5.5	36	30.25	66.25	8.13941	118	13.5	1174.29	1076.43	195.714
1.5	4.5	2.25	20.25	22.5	4.74342	82	9	233.376	700.128	155.584
3.408	7.99	11.6145	63.8401	75.4546	8.68646	200	18	1412.41	3311.36	414.438
								3572.11	8607.93	1077.33

Dengan demikian maka diperoleh nilai x dan y yang baru sebagai berikut:

$$x_{on} = 2259.71/662.887 = 3.408 \text{ dan } y_{on} = 5296.57/662.887 = 7.990$$

Tabel 3. Iterasi 2

$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$y_i^2$	$x_i^2+y_i^2$	$j_i$	$v_i$	$c_i$	$\frac{v_i c_i x_i}{j_i}$	$\frac{v_i c_i y_i}{j_i}$	$\frac{v_i c_i}{j_i}$
1.5	11.5	2.25	132.25	134.5	11.5974	160	18	372.497	2855.81	248.331
6	10.5	36	110.25	146.25	12.0934	85	9	379.546	664.206	63.2577
6	5.5	36	30.25	66.25	8.13941	118	13.5	1174.29	1076.43	195.714
1.5	4.5	2.25	20.25	22.5	4.74342	82	9	233.376	700.128	155.584
3.408	7.99	11.6145	63.8401	75.4546	8.68646	200	18	1412.41	3311.36	414.438
								3572.11	8607.93	1077.33

Dengan demikian maka diperoleh nilai x dan y yang baru sebagai berikut:

$$x_{on} = 3572.11/1077.33 = 3.316 \text{ dan } y_{on} = 8607.83/1077.33 = 7.989$$

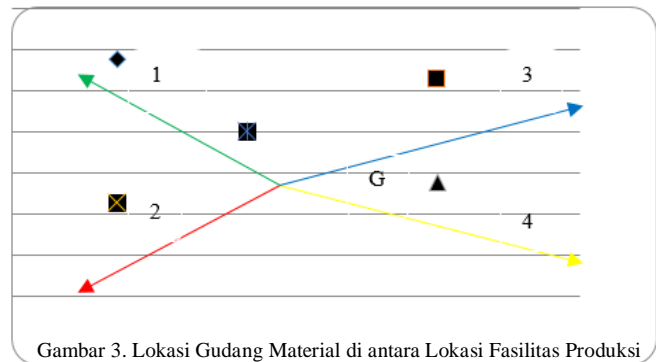
Tabel 4. Iterasi 3

$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$y_i^2$	$x_i^2+y_i^2$	$j_i$	$v_i$	$c_i$	$\frac{v_i c_i x_i}{j_i}$	$\frac{v_i c_i y_i}{j_i}$	$\frac{v_i c_i}{j_i}$
11.5	2.25	132.25	134.5	11.5974	160	18	372.497	2855.81	248.331	11.5
10.5	36	110.25	146.25	12.0934	85	9	379.546	664.206	63.2577	10.5
5.5	36	30.25	66.25	8.13941	118	13.5	1174.29	1076.43	195.714	5.5
4.5	2.25	20.25	22.5	4.74342	82	9	233.376	700.128	155.584	4.5
7.99	11.6145	63.8401	75.4546	8.68646	200	18	1412.41	3311.36	414.438	7.99
7.989	10.9959	63.8241	74.82	8.64985	190	18	1311.09	3158.71	395.382	7.989
							4883.2	11766.6	1472.71	

Dengan demikian maka diperoleh nilai x dan y yang baru sebagai berikut :

$$x_{on} = 4883.2/1472.71 = 3.315 \text{ dan } y_{on} = 11766.6/1472.71 = 7.989$$

Dua iterasi berikutnya yaitu iterasi 2 dan 3 menghasilkan titik yang sama yaitu (3.315, 7.989) sehingga titik inilah yang dianggap menjadi posisi gudang regional yang optimal.



Gambar 3. Lokasi Gudang Material di antara Lokasi Fasilitas Produksi Bengkel Pipa

Keterangan:

- Hijau : Koordinat G ke 1 (Programmer)
- Merah : Koordinat G ke 2 (Instal)
- Biru : Koordinat G ke 3 (Marking/Cutting)

Keterangan:

- Koordinat 1 : Programmer
- Koordinat 2 : Instalasi
- Koordinat 3 : Marking/ Cutting
- Koordinat 4 : Fitting

Sedangkan biaya transportasi untuk bengkel ini, diambil dari penggunaan bahan bakar solar pada alat Crane yaitu alat untuk memindahkan material dari kegiatan 1 ke kegiatan lainnya.

Dengan data solar/liter:

- 1 liter = Rp 4.500,-
- 2 liter = Rp 9.000,-
- 3 liter = Rp 13.500,-
- 4 liter = Rp 18.000,-

Dengan asumsi: 50 kg/liter

Tabel 1. Data Gudang Bengkel Pipa

$x_i$ (Cm)	$y_i$ (Cm)	$v_i$ (Kg)	$c_i$ (Rp)
1.5	11.5	160	18.000
6	10.5	85	9.000
6	5.5	118	13.500
1.5	4.5	82	9.000

Dengan menggunakan (0.0) sebagai koordinat awal dari lokasi fasilitas, maka iterasi 1 bisa dikerjakan.

Tabel 2. Iterasi 1

$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$y_i^2$	$x_i^2+y_i^2$	$j_i$	$v_i$	$c_i$	$\frac{v_i c_i x_i}{j_i}$	$\frac{v_i c_i y_i}{j_i}$	$\frac{v_i c_i}{j_i}$
1.5	11.5	2.25	132.25	134.5	11.5974	160	18	372.497	2855.81	248.331
6	10.5	36	110.25	146.25	12.0934	85	9	379.546	664.206	63.2577
6	5.5	36	30.25	66.25	8.13941	118	13.5	1174.29	1076.43	195.714
1.5	4.5	2.25	20.25	22.5	4.74342	82	9	233.376	700.128	155.584
								2159.71	5296.57	662.887

Kuning :Koordinat G ke 4 (*Fitting*)

Dengan demikian, Pendekatan *gravity location models* menentukan lokasi fasilitas dengan menggunakan volume dan biaya per volume per jarak sebagai pembobot. Jadi lokasi yang terpilih, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas, lebih dekat ke area kegiatan produksi yang membutuhkan pasokan dengan volume tinggi dan biaya transportasinya mahal.

## B. Pengolahan Data Penjadwalan

### 1. Monthly Schedule

Adapun data tentang penjadwalan yang bisa diperoleh dari PT. PAL Indonesia adalah berupa *monthly schedule* bengkel PIPA Departemen MO & EO yang mana hal tersebut merupakan pemberian dari departemen PPC, yaitu seperti pada Tabel 5.

### 2. Metode Penjadwalan Dengan Aturan SPT (*Shortest Processing Time*)

Dengan menggunakan metode SPT, pesanan-pesanan dengan jumlah *setup and run time* yang dibutuhkan pada *current work center* terkecil adalah yang diprioritaskan untuk dikerjakan terlebih dahulu. Dengan kata lain, pesanan-pesanan yang memiliki waktu pemrosesan terpenuhi (*least amount of setup and run times*) memiliki prioritas lebih tinggi untuk dikerjakan terlebih dahulu pada *current work center*.

Tabel 5. Jadwal *Monthly Schedule* Pada Bengkel Pipa Dept MO&EO

No	Activity	Prog.	Start	Finish	Januari 2021																							
1.	FAB. Pipe Sketches in Block DB 1 P	30,8%	02-Dec-20	16-Jan-2021																								
2.	FAB. Pipe Sketches in Block DB 3 P	12%	01-Dec-2020	14-Jan-2021																								
3.	FAB. Pipe Penetration in Block DB 4 P	91%	02-Dec-2020	09-Jan-2021																								
4.	FAB. Pipe Sketches in Block DB 4 P	22,5%	07-Dec-2020	20-Jan-2021																								
5.	FAB. Pipe Sketches in Block DB 4 S	24,0%	02-Dec-2020	16-Jan-2021																								

Tabel 6. Informasi Tentang Waktu Kerja dan Batas Waktu Yang Telah Ditentukan

Job	Job Work (Processing) Time (Days)	Job Due Date
1	46	50
2	45	51
3	39	50
4	44	44
5	46	50

Batas Due Date diperoleh dari menetapkan batasan waktu untuk setiap pekerjaan selesai tanggal 20 Januari 2012, Lalu dari data yang ada dilakukan penahapan berdasarkan waktu kerja yang paling sedikit.

Tabel 7. Penerapan Metode SPT

Pekerjaan (1)	Waktu Proses (hari) (2)	Flow Time (3)	Job Due Date (4)	Job Lateness (5) = (3) - (4)
3	39	39	50	0
4	44	83	51	32
2	45	128	50	78
1	46	174	44	130
5	46	220	50	170
Total	220	644	-	410

Keterangan: *Job Lateness* menghitung jumlah hari keterlambatan, sehingga selalu bernilai positif, waktu proses diurutkan mulai dari proses terkecil sampai proses terbesar.

$$\text{Average Completion Time} = \frac{\text{Sum Of Total Flow Time}}{\text{Number Of Jobs}} = \frac{644}{5} = 128,8 \text{ hari} = 129 \text{ hari}$$

$$\text{Utilization} = \frac{\text{Total Job Work (Processing) Time}}{\text{Sum of Total Flow Time}} = \frac{220}{644} = 0,342 = 34,2 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Average Number of Jobs in the System} &= \frac{\text{Sum of Total Flow Time}}{\text{Total Job Work (Processing) Time}} \\ &= \frac{644}{220} = 2,92 \text{ Jobs} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Average Job Lateness} &= \frac{\text{Total Late Days}}{\text{Number of Jobs}} = \frac{410}{5} \\ &= 82 \text{ hari} \end{aligned}$$

Data dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata waktu keseluruhan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan metode SPT ialah 129 hari, untuk prosentasi Utilitasnya ialah sebesar 34,2%, sedangkan rata-rata pekerjaan pada tiap sistemnya yang bisa diselesaikan ialah sebanyak 2,92 jobs dan rata-rata keterlambatannya ialah 82 hari. Hasil-hasil pengukuran efektivitas dari metode SPT akan dibahas kemudian bersama dengan metode lain.

### C. Metode Penjadwalan Dengan FCFS (*First-Come, First-Served*)

Tugas yang pertama datang ke pasar kerja diproses terlebih dahulu. Metode ini seyogianya digunakan hanya apabila waktu kerja yang tersisa untuk *competing orders* relatif sama. FCFS akan sesuai untuk *flow processes* karena memiliki *work remaining times* yang serupa.

Tabel 8. Penerapan Metode FCFS

Job Sequence	Waktu Proses (hari)	Flow Time (3)	Job Due Date	Job Lateness (3)-(4)
--------------	---------------------	---------------	--------------	----------------------

	(2)		(4)	
1	46	46	50	0
2	45	91	51	40
3	39	130	50	80
4	44	174	44	130
5	46	220	50	170
Total	220	661	-	420

Keterangan: Job Lateness menghitung jumlah hari keterlambatan, sehingga selalu bernilai positif, waktu proses diurutkan mulai dari aktifitas yang datang pertama kali sampai yang samapi terakhir kali.

$$\text{Average Completion Time} = \frac{\text{Sum of Total Flow Time}}{\text{Number of Jobs}} = \frac{661}{5} = 132,2 \text{ days} = 133 \text{ days}$$

$$\text{Utilization} = \frac{\text{Total Processing Time}}{\text{Sum of Total Flow Time}} = \frac{220}{661} = 0,333 = 33,3 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Average Number of Jobs in the System} &= \frac{\text{Sum of Total Flow Time}}{\text{Total Job Work (Processing) Time}} \\ &= \frac{661}{220} = 3,0004 \text{ Jobs} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Average Job Lateness} &= \frac{\text{Total Late Days}}{\text{Number of Jobs}} = \frac{420}{5} \\ &= 84 \text{ hari} \end{aligned}$$

Data dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata waktu keseluruhan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan merode FCFS ialah 133 hari, untuk prosentasi Utiiitasnya ialah sebesar 33,3%, sedangkan rata-rata pekerjaan pada tiap sistemnya yang bisa diselesaikan ialah sebanyak 3,0004 *jobs* dan rata-rata keterlambatannya ialah 84 hari.

#### D. Metode Penjadwalan Dengan EDD (*Earliest Due Date*)

Metode penjadwalan dengan EDD ialah mendahulukan waktu proses yang mempunyai waktu sedikit untuk dikerjakan terlebih dahulu.

Tabel 9. Penerapan Metode EDD

Job Sequence	Waktu Proses (hari) (2)	Flow Time (3)	Job Due Date (4)	Job Lateness (3)-(4)
4	44	44	44	0
1	46	90	50	40
3	39	129	50	79
5	46	175	50	125
2	45	220	51	169

Total	220	614	-	413
-------	-----	-----	---	-----

Keterangan: Job Lateness menghitung jumlah hari keterlambatan, sehingga selalu bernilai positif, waktu proses diurutkan mulai dari proses yang mempunyai batasan waktu selesainya pekerjaan yang paling kecil,

$$\begin{aligned} \text{Average Completion Time} &= \frac{\text{Sum of Total Flow Time}}{\text{Number of Jobs}} \\ &= \frac{614}{5} = 122,8 \text{ days} = 123 \text{ days} \end{aligned}$$

$$\text{Utilization} = \frac{\text{Total Processing Time}}{\text{Sum of Total Flow Time}} = \frac{220}{614} = 0,358 = 35,8 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Average Number of Jobs in the System} &= \frac{\text{Sum of Total Flow Time}}{\text{Total Job Work (Processing) Time}} \\ &= \frac{614}{220} = 2,79 \text{ Jobs} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Average Job Lateness} &= \frac{\text{Total Late Days}}{\text{Number of Jobs}} = \frac{413}{5} \\ &= 82,6 \text{ hari} = 83 \text{ hari} \end{aligned}$$

Data dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata waktu keseluruhan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan merode EDD ialah 123 hari, untuk prosentasi Utiiitasnya ialah sebesar 35,8%, sedangkan rata-rata pekerjaan pada tiap sistemnya yang bisa diselesaikan ialah sebanyak 2,79 *jobs* dan rata-rata keterlamabatannya ialah 83 hari.

#### E. Metode Penjadwalan Dengan LPT (*Longest Processing Time*)

Metode penjadwalan dengan LPT adalah mendahulukan tugas-tugas yang mempunyai waktu proses yang lebih panjang yang dipilih terlebih dahulu.

Tabel 10. Penerapan Metode LPT

Job Sequence	Waktu Proses (hari) (2)	Flow Time (3)	Job Due Date (4)	Job Lateness (3)-(4)
1	46	46	44	2
5	46	92	50	42
2	45	137	51	86
4	44	181	44	137
3	39	220	50	170
Total	220	676	-	437

Keterangan: Job Lateness menghitung jumlah hari keterlambatan, sehingga selalu bernilai positif, waktu proses



diurutkan mulai dari proses yang mempunyai waktu terlama dalam sebuah proses.

$$\begin{aligned} \text{Average Completion Time} &= \frac{\text{Sum of Total Flow Time}}{\text{Number of Jobs}} \\ &= \frac{676}{5} = 135,2 \text{ days} = 136 \text{ days} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Utilization} &= \frac{\text{Total Processing Time}}{\text{Sum of Total Flow Time}} = \frac{220}{676} = 0,325 \\ &= 32,5 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Average Number of Jobs in the System} &= \frac{\text{Sum of Total Flow Time}}{\text{Total Job Work (Processing) Time}} \\ &= \frac{676}{220} = 3,07 \text{ Jobs} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Average Job Lateness} &= \frac{\text{Total Late Days}}{\text{Number of Jobs}} = \frac{437}{5} \\ &= 87,4 \text{ hari} = 88 \text{ hari} \end{aligned}$$

Data dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata waktu keseluruhan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan metode LPT ialah 136 hari, untuk prosentasi Utilitasnya ialah sebesar 32,5%, sedangkan rata-rata pekerjaan pada tiap sistemnya yang bisa diselesaikan ialah sebanyak 3,07 jobs dan rata-rata keterlambatannya ialah 83,8 hari.

#### F. Analisis Hasil

Dari hasil pengolahan data diatas apabila ditampilkan bersama dalam Tabel 11 di bawah ini.

Tabel 4.7 Pengukuran Efektivitas Dari Empat Metode Sequencing

Metode	Average Completion Time (Days)	Utilization (%)	Average Number of Jobs in The System	Average Lateness (Days)
SPT	129	34,2	2,92	82
FCFS	133	33,3	3,0004	84
EDD	123	35,8	2,79	83
LPT	136	32,5	3,07	88

Berdasarkan ukuran efektivitas dari metode sequencing dalam table tersebut, kita dapat membuat keputusan berkaitan dengan sekuens operasi mana yang terbaik untuk dipilih. Apabila perusahaan industry manufaktur itu lebih memprioritaskan untuk meminimumkan keterlambatan penyerahan produk ke pelanggan, sebaiknya berdasarkan contoh kasus diatas ialah memilih metode *Short Processing Time* (SPT) dengan sekuens operasi atau tugas 3-4-2-1-5, karena memiliki rata-rata nilai keterlambatan terkecil 82 hari. Tetapi apabila perusahaan ingin memaksimalkan utilisasi sumber daya, dalam kasus contoh diatas disarankan untuk

memilih metode *Earliest Due Date* (EDD) dengan sekuens operasi atau tugas 4-1-3-5-2, karena memiliki nilai utilisasi tertinggi yaitu: 35,8%, dengan rata-rata keterlambatan 83 hari.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, pengamatan dan hasil analisa data pada Bengkel Pipa Departemen MO & EO Divisi Kapal Niaga PT. PAL (Persero) Indonesia maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan *Gravity Location Model*, dapat diketahui lokasi gudang utama untuk bengkel pipa yang lebih dekat ke area kegiatan produksi yang membutuhkan pasokan dengan volume tinggi dan ongkos transportasinya mahal, dapat diketahui dari hasil iterasi 2 dan 3 yaitu titik koordinat yang sama dengan nilai (3.315, 7.989).
2. Berdasarkan atas analisis manajemen metode penjadwalan dengan menggunakan 4 metode, diperoleh bahwa metode SPT paling baik digunakan untuk meminimasi keterlambatan selama 82 hari, sedangkan untuk memaksimalkan utilisasi sumber daya ialah dengan menggunakan metode EDD dengan nilai utilisasi tertinggi yaitu: 35,8%.
3. Hal-hal yang dapat direkomendasikan untuk meningkatkan efisiensi perusahaan adalah: (a) membuat gudang lokasi bahan baku utama, agar biaya transportasinya menurun; dan (b) membuat perencanaan penjadwalan harus diinspeksi secara rutin oleh semua pihak agar apa-apa yang direncanakan memang benar-benar sesuai rencana.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mutakin, A., & Hubeis, M. (2011). Pengukuran kinerja manajemen rantai pasokan dengan SCOR model 9.0 (studi kasus di PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk). *Jurnal manajemen dan Organisasi*, vol. 2, no. 3, pp. 89-103.
- [2] Zhafarina, A., Kurniawan, A. C., Redi, A. A. N. P., & Ruswandi, N. (2021). Metode Gravity Location Untuk Optimasi Penentuan Lokasi Gudang Pada Jaringan Distribusi Di Pt Xyz. *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik*, vol. 5, no. 1, pp. 31-41.
- [3] Anggraini, S. S., & Sudjana, S. (2020). Evaluasi Sistem Pengendalian Internal Persediaan Bahan Baku Untuk Meningkatkan Efektivitas Penggunaan Bahan Baku (Studi Kasus pada Departemen Production Planning and Inventory Control PT. Chitose Internasional Tbk-Cimah). *Indonesian Accounting Literacy Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 28-37.
- [4] Wijaya, C., Loren, J., & Tampubolon, J. (2021). Production Planning and Control at PT XYZ Using Manufacturing Resources Planning Method. *JKIE*

(*Journal Knowledge Industrial Engineering*), vol. 8, no. 2, pp. 132-140.

- [5] Zulfikar, A. F., Kom, S., & Kom, M. Aplikasi Distribusi dan Perencanaan Produksi Produk Berbasis Web Pada PT. Merpati Mahardika. In *Prosiding Seminar Nasional Informatika ISSN*, vol. 25, no. 49, pp. 4805-4818.
- [6] Kholidasari, I., Bidiawati JR, A., & Putra, R. H. (2020). Perencanaan Agregat Sistem Produksi Dengan Permintaan Yang Berfluktuasi: Studi Kasus Pada Usaha Kecil dan Menengah. In *Seminar Nasional ADPI Mengabdikan untuk Negeri*, vol. 1, no. 1, pp. 215-220.
- [7] Nugraha, L. Y., Sumartono, B., & Moektiwibowo, H. (2021). Analisis Pengendalian Persediaan Komponen Brake Assy D14N Dengan Metode MRP di PT Akebono Brake Astra Indonesia. *Jurnal Teknik Industri*, vol. 10, no. 1, .
- [8] Rizky, A. N. (2021). Program Dinamik Pada Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan PT Ganesha Abaditama. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, vol. 3, no. 1, pp. 53-69.
- [9] Ruwiyanto, S., Wahyuni, L., Maulid, F., & Fauzi, M. (2021). Penerapan Metode Center of Gravity Dalam Penentuan Pusat Distribusi Alternatif di Pulau Jawa. *Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 1, no. 1, pp. 52-64.
- [10] Mawadati, A., Purba, J. S., & Simanjutak, R. A. (2020). Penentuan Lokasi Fasilitas Gudang dengan Metode Gravity Location Models. *Journal of Industrial and Engineering System*, vol. 1, no. 2, pp. 121-126.
- [11] Jaunanda, M., Giovani, N., Anton, R., & Susanto, T. R. (2020). Analisis Sistem Pengendalian Internal Siklus Persediaan pada PT. STI Tbk (Subsektor Fitting). *Jurnal Akuntansi Keuangan dan Bisnis*, vol. 13, no. 2, pp. 40-49.
- [12] Wicaksono, A. F., & Handayani, R. (2021). Evaluation of Puspa Agro Central Business Market Location in East Java Province using Center Gravity Model. *Journal Innovation of Civil Engineering (JICE)*, vol. 2, no2, pp. 179-194.