

ANALISIS IMPLEMENTASI SISTEM PENJADWALAN ALAT BERAT PADA PT. PINDAD (PERSERO)

Oleh:

Sjamsuridjal¹⁾, Nurul Rahmadini²⁾

¹⁾irhsyamsurijal@gmail.com, ²⁾nurulrahmadini09@gmail.com

Prodi Teknik Industri – Universitas Nasional Pasim Bandung

ABSTRAKS

Penelitian dengan judul “Analisis Implementasi Sistem Penjadwalan Alat Berat pada PT. Pindad (Persero)” ini dilakukan terhadap permintaan alat berat agar dapat dihasilkan penjadwalan yang tepat dan sesuai, sehingga pengiriman produk pada pelanggan dapat dilakukan tepat waktu. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa 1) Penjualan produk tertinggi pada sistem make to order yaitu pada Pindad Dump Truk 24 M3 dengan rata-rata waktu penyelesaian produk berkisar satu sampai tujuh hari per unit. 2) Penggunaan mesin tertinggi pada sistem make to order pada Overhead Crane dan Las Mig. 3) Berdasarkan tabel penjualan make to stock dengan make to order, sistem make to stock lebih unggul. Perbedaan ini terjadi karena ketersediaan bahan baku dan jenis produknya. Penggunaan mesin tertinggi pada produk make to stock ialah Overhead Crane, hal tersebut sama dengan penggunaan mesin pada produk make to order.

Kata Kunci: penjadwalan alat berat, make to order, make to stock, PT. Pindad

ABSTRACT

The research entitled "Analysis of the Implementation of the Heavy Equipment Scheduling System at PT. Pindad (Persero)" was conducted on the demand for heavy equipment in order to produce appropriate and appropriate scheduling, so that product delivery to customers can be done on time. Based on the results of the research and discussion that have been carried out, it can be concluded that 1) The highest product sales in the make to order system are in the Pindad Dump Truck 24 M3 with an average product completion time ranging from one to seven days per unit. 2) The highest machine usage in the make to order system is in Overhead Crane and Mig Welding. 3) Based on the make to stock sales table with make to order, the make to stock system is superior. This difference occurs because of the availability of raw materials and the type of product. The highest machine usage in make to stock products is Overhead Crane, this is the same as the use of machines in make to order products.

Keywords: heavy equipment scheduling, make to order, make to stock, PT. Pindad

PENDAHULUAN

Perkembangan industri menuju kepada sistem yang menciptakan ragam produk yang beraneka ragam. Produk condong menyelaraskan dengan kemauan pelanggan. Perusahaan menyadari pentingnya ketepatan waktu penyelesaian dan ketepatan waktu pengiriman produk untuk mempertahankan konsumen. Salah satu upaya yang dapat dilakukan perusahaan adalah dengan menerapkan sistem *make to order*. Sistem *make to order* ialah sistem yang membuat produk hanya setelah konsumen mememesannya. Salah satu ciri dari sistem ini yaitu diciptakan untuk menurunkan tingkat pemborosan (*waste*) karena produk dibuat hanya ketika ada yang memesan sehingga tidak adanya persediaan berlebih.

Dalam mencukupi permintaan pelanggan tentunya perusahaan harus mengatur dengan baik proses produksinya. Salah satu hal yang penting dalam proses produksi yaitu penjadwalan. Penjadwalan merupakan pengaturan alokasi sumber daya untuk menyelesaikan tugas-tugas yang melibatkan pekerjaan, sumber daya dan waktu. Penjadwalan berarti juga pengalokasian sumber daya yang terbatas untuk mengerjakan sebuah pekerjaan. Perusahaan dituntut untuk dapat merumuskan penjadwalan yang akurat guna mencegah terjadinya keterlambatan pada *customer*. Dengan adanya penjadwalan, semua pekerjaan dapat diselesaikan sesuai dengan prioritasnya. Acap kali lantaran tingginya jumlah permintaan yang bersifat *job order* serta durasi waktu dan proses tiap pekerjaan yang berbeda-beda memicu industri mendapat masalah dalam memenuhi target dan batas waktu yang diminta oleh pelanggan. Oleh karena itu dibutuhkan penjadwalan yang tepat dan sesuai. Agar dapat dihasilkan penjadwalan yang tepat dan sesuai tersebut, dipandang perlukan dilakukan kajian dengan judul “Implementasi Sistem *Make to Order* serta *Job Shop Scheduling* di Divisi Alat Berat PT. Pindad (Persero) Bandung”.

Berdasarkan latar belakang di atas maka telah disusun tujuan dalam penelitian ini yang meliputi:

1. Untuk mengetahui implementasi sistem *make to order* di Divisi Alat Berat PT. Pindad (Persero) Bandung.
2. Untuk mengetahui *job shop scheduling* di Divisi Alat Berat PT. Pindad (Persero) Bandung.
3. Untuk mengetahui perbandingan sistem *make to order* dan sistem *make to stock* di Divisi Alat Berat PT Pindad (Persero) Bandung.

KAJIAN LITERATUR

Make To Order

Salah satu strategi dalam sistem produksi yang digunakan apabila produk sudah pernah dibuat sebelumnya, kemudian pembeli membuat spesifikasi tentang produk yang diinginkan, biasanya produsen membantu pembeli untuk menyediakan spesifikasi tersebut dan kemudian produsen menentukan harga produk dan waktu pengiriman disesuaikan dengan permintaan pembeli. Berbagai karakteristik *Make To Order* antara lain: produk yang diproses tidaklah distandarisasi, jumlahnya kecil, mesin-mesin yang digunakan serbaguna, alat-alat penengndalian bahan biasanya dipakai untuk memindahkan brang-barang dari suatu lokasi ke lokasi lain, susunan mesin tergantung dari tipe pekerjaan yang dijalankan.

Penjadwalan

Penjadwalan adalah pengurutan pembuatan atau pengerjaan produk secara menyeluruh yang dikerjakan pada beberapa buah mesin. Tujuan dari penjadwalan adalah meningkatkan penggunaan sumber daya, mengurangi persediaan barang setengah jadi atau sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian dan mengurangi keterlambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian. Penjadwalan juga merupakan pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi penjadwalan mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan ataupun tenaga kerja bagi suatu operasi. Dalam hierarki pengambilan keputusan, penjadwalan merupakan langkah terakhir sebelum dimulainya operasi.”

Penjadwalan yang terperinci akan memerlukan informasi yang lebih banyak daripada tipe informasi yang diperlukan untuk membuat rencana produksi. Informasi tersebut digunakan untuk mencari tahu kemampuan dari setiap mesin, setiap pengikat, setiap operator, setiap departemen, dan lain-lain. Dengan demikian masalah penjadwalan melibatkan pengerjaan beberapa komponen atau mesin yang sering disebut dengan istilah *job*.

Job Shop

Job Shop adalah suatu lingkungan manufaktur dimana *job-job* yang datang memiliki rute pengerjaan atau operasi yang seringkali tidak sama. Bentuk sederhana dari model ini mengasumsikan bahwa setiap *job* hanya melewati satu jenis mesin sebanyak satu kali dalam rutanya pada proses tersebut. Namun ada juga model lainnya dimana setiap *job* diperbolehkan untuk melewati mesin sejenis lebih dari satu kali pada rutanya. Model ini disebut juga job shop dengan *recirculation* (pengulangan). Karakteristik penjadwalan job shop dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Ada sejumlah m mesin dan sejumlah n *job*.
- Setiap *job* terdiri dari satu rantai urutan yang dapat berbeda satu sama lain.
- Setiap operasi dalam *job* diproses oleh salah satu mesin yang ada dengan waktu proses yang diasumsikan tetap.
- Setiap proses operasi dapat melewati satu jenis mesin lebih dari satu kali.
- Tidak ada *preemption* (penundaan satu *job* oleh *job* lain).

Penjadwalan Job Shop

Masalah klasik penjadwalan job shop berbeda dengan masalah pada flow shop, yaitu mengenai aliran kerja pada job shop tidak *undirectional*. Masing-masing *job* terdiri dari beberapa operasi dengan struktur *precedence* yang tidak linier seperti pada model flowshop. Dalam penyelesaian masalah job shop digunakan prosedur yang ada dalam *priority dispatching rule*. *Dispatching rules* dapat didefinisikan sebagai pemilihan operasi dari serangkaian pekerjaan yang akan diproses menggunakan aturan tertentu di mana usaha dan pekerjaan dapat dijadwalkan pada sumber daya dengan mempertimbangkan aturan-aturan tertentu, tergantung pada tujuan akhir atau tujuan dari jadwal yang dihasilkan.

Untuk menyelesaikan permasalahan jobshop banyak cara yang dapat ditempuh diantaranya dengan metode matematis, heuristic dan simulasi. Salah satunya adanya *priority rules*. Biasanya *priority rules* ini dipakai baik untuk menentukan prioritas adalah:

1. *Random (R)*
Job yang akan dikerjakan diurutkan secara *random* (tiap *job* mempunyai kemungkinan yang sama untuk terpilih).
2. *First Come First Serve (FCFS)*
Urutan pengerjaan *job* ditetapkan berdasarkan urutan kedatangan.
3. *Shortest Processing Time (SPT)*
Urutkan *job* berdasarkan waktu proses yang terkecil pada urutan pertama. (aturan ini akan menghasilkan *WIP*, *Flow Time* dan *lateness* yang terkecil).
4. *Earliest Due Date (EDD)*
Urutkan *job* berdasarkan due date terkecil/paling cepat. (aturan ini akan mengurangi *lateness* dan *tardiness*).
5. *Critical Ratio (CR)*
Urutkan *job* berdasarkan CR terkecil (mengurangi *lateness*).
6. *Least Work Remaining (LWKR)*
Variasi dari SPT. Urutkan *job* berdasarkan sisa waktu proses paling kecil. (aturan ini mengurangi *flow time*).
7. *Fewest Operation Remaining* Variasi dari SPT.
Urutkan *job* berdasarkan jumlah operasi sisa paling kecil. (aturan ini mengurangi *flow time*).
8. *Slack Time (ST)*
Merupakan waktu suatu kegiatan dapat ditunda pengerjaannya tanpa menunda penyelesaian proyek.

Penjadwalan pada proses produksi tipe job shop lebih sulit dari pada penjadwalan flow shop. Hal ini disebabkan oleh tiga alasan, yaitu:

1. Job shop menangani variasi produk yang sangat banyak, dengan pola aliran yang berbeda-beda melalui *work center*.
2. Peralatan pada job shop digunakan secara bersama-sama oleh bermacam-macam *order* dalam prosesnya, sedangkan peralatan pada flow shop digunakan khususnya hanya untuk satu jenis produk.
3. *Job-job* yang berbeda mungkin ditentukan oleh prioritas yang berbeda pula, hal ini mengakibatkan order tertentu yang dipilih harus diproses seketika pada saat *order* tertentu yang dipilih harus diproses seketika pada saat *order* tersebut ditugaskan pada suatu *work center*.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kualitatif yang merupakan cara kerja penelitian yang menitik beratkan pada aspek pendalaman data untuk memperoleh kualitas dari penelitian yang dilakukan. Pendekatan kualitatif menggunakan kata atau kalimat deskriptif, dimulai dengan

pengumpulan data sampai dengan menafsirkan dan melaporkan hasil penelitian.

Selain itu pada penelitian kualitatif sangat menekankan pada pencarian makna, pengertian, konsep, karakteristik, gejala, simbol, atau deskripsi peristiwa yang bersifat alami kemudian disajikan dalam bentuk kata-kata. Pada metode penelitian ini terdapat beberapa tahapan penelitian yang merupakan tahapan yang harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum memecahkan masalah. Berikut beberapa tahapan dalam melakukan penelitian kualitatif yaitu:

- a. Tahap Pengumpulan Data
Pengumpulan data membutuhkan data-data yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah pada Divisi Alat Berat. Adapun data-data yang dibutuhkan adalah data penjualan sistem *make to stock* dan sistem *make to order*, data jenis mesin serta data waktu produksi produk.
- b. Tahap Analisis
Pada tahap ini merupakan tahap analisis dari pengumpulan data yang telah dilakukan. Tahap analisis dilakukan meliputi analisis data mengenai perbandingan penjualan produk *make to stock* dengan *make to order*, durasi waktu produksi produk serta durasi waktu mesin beroperasi.
- c. Tahapan Kesimpulan dan Saran
Ditahap ini yaitu kesimpulan yang mencakup tujuan yang ingin dicapai terhadap analisis data yang telah dilakukan serta saran yang merupakan masukan yang dapat bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem *Make to Order*

Berdasarkan data yang diperoleh dari penjualan produk sistem *make to order* PT. Pindad (data ada di penulis), produk-produk terbagi menjadi dua kelompok yaitu produk Excavator dan produk MHE&PI. Pada produk Excavator ada tiga jenis produk yaitu Excava 140, Excava 80 Amphibious dan Excava 55. Hasil menunjukkan bahwa penjualan tertinggi pada jenis Excavator yaitu ada pada produk Excava 55 dibulan Juni 2022 dengan total penjualan 12 unit. Sedangkan pada produk MHE&PI penjualan tertinggi ada pada mining wqupment dengan jenis produk Pindad Dump Truk 24 M3 pada bulan Desember dengan total penjualan sebanyak 30 unit.

Waktu Produksi Produk

Waktu produksi adalah waktu yang dibutuhkan dari ketika pabrik menerima order sampai ketika produk dikirimkan. Adapun dua istilah yang dipakai yaitu *Receive Date* dan *Promise Date*. *Receive Date* adalah tanggal ketika pekerjaan atau tugas diterima kepada individu atau tim yang bertanggung jawab untuk melaksanakannya. Sedangkan *Promise Date* adalah tanggal dimana pihak yang bertanggung jawab telah berjanji atau berkomitmen untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Berdasar analisis data dari perusahaan (data ada di penulis), sistem *make*

to order rata-rata waktu produksi yang digunakan pada pembuatan produk yaitu berkisar 1 sampai 7 hari.

Diagram Alir

Diagram alir atau *flowchart* adalah suatu bentuk diagram yang digunakan untuk menggambarkan urutan dan hubungan antarproses, prosedur transaksi, dan proses lainnya dalam suatu program secara mendetail menggunakan serangkaian simbol-simbol tertentu. Pada diagram alir proses dibawah, dapat dilihat bahwa sebelum perusahaan mengirimkan unitnya ke pelanggan, pertamanya bagian Penjualan perusahaan menerima permintaan pelanggan terlebih dahulu sampai finalisasi kontrak, kemudian bagian Rekayasa Teknik membuat *Master Data Engineering* yang akan dikirim ke bagian Rencana Produksi untuk selanjutnya akan dilakukan perencanaan produksi. Untuk melakukan perencanaan produksi, maka perlu dilakukan pengecekan stok dan fasilitas produksi yang dibutuhkan. Setelah material dan fasilitas produksi yang dibutuhkan tersedia maka kegiatan produksi dapat dilakukan, unit produk yang sudah jadi sebelum dikirim ke pelanggan harus diuji terlebih dahulu apakah unit tersebut telah lulus uji atau belum, jika unit sudah lulus uji maka unit tersebut dapat dikirim ke pelanggan.

Job Shop Scheduling

Jenis Mesin

Mesin memiliki berbagai kegunaan dan peran penting dalam kehidupan sehari-hari, salah satu kegunaan mesin yaitu dapat mempercepat dan mempermudah proses produksi dan meningkatkan efisiensi. PT. Pindad (Persero) melalui Divisi Alat Berat menghasilkan produk-produk pendukung industri konstruksi dan pertambangan. Tabel dibawah ini merupakan beberapa jenis mesin yang digunakan pada Divisi Alat Berat di PT Pindad (Persero) Bandung untuk memproduksi berbagai macam Alat Berat seperti Excavator dan MHE&PI. Mesin pada divisi ini juga dibedakan dalam beberapa kelompok sesuai dengan jenisnya.

Tabel 1. Jenis Mesin Produksi

KELOMPOK	MACHINE	JUMLAH
I	Overhead Crane 3 ton	2
	Overhead Crane 3,2 ton	1
	Overhead Crane 5 ton	1
	Overhead Crane 10 ton	2
II	Gantry Crane 1,6 ton	3
	Gantry Crane 3,2 ton	2
III	Jib Crane 1 ton	1
	Jib Crane 1,6 ton	1
IV	Mesin Pemutar Baseframe	1
V	Mesin Bor	2
VI	Mesin Frais	1

VII	Mesin Las Mig	3
VIII	Mesin Bubut	1
IX	Painting Booth	2

Sumber : PT. Pindad (Persero), 2022

Waktu Produksi

Produk Waktu produksi adalah waktu yang dibutuhkan dari ketika pabrik menerima order sampai ketika produk dikirimkan. Adapun dua istilah yang dipakai yaitu Receive Date dan Promise Date. Receive Date adalah tanggal ketika pekerjaan atau tugas diterima kepada individu atau tim yang bertanggung jawab untuk melaksanakannya. Sedangkan Promise Date adalah tanggal dimana pihak yang bertanggung jawab telah berjanji atau berkomitmen untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut

Tabel 2. Waktu Produksi Produk Make To Stock

NO	DESCRIPTION PRODUCT	ORDER	RECEIVE DATE	PROMISE DATE
1	Excava 200	100	11/10/2021	04/08/2022
2	Excava 200	1	14/01/2022	18/01/2022
3	Excava 200	1	23/02/2022	25/02/2022
4	Excava 200	1	04/03/2022	08/03/2022
5	Excava 200	2	30/03/2022	05/04/2022
6	Excava 200	1	22/04/2022	26/04/2022
7	Excava 200	2	13/06/2022	17/06/2022
8	Excava 200	1	22/11/2022	24/11/2022
9	Excava 200 Long Arm	2	25/05/2022	06/06/2022
10	Excava 200 Long Arm	2	13/06/2022	21/06/2022
11	Excava 200 Long Arm	1	03/11/2022	08/11/2022
12	Excava 200 Long Arm	3	09/11/2022	22/11/2022
13	Excava 200 Amphibious	1	23/02/2022	04/03/2022
14	Excava 200 Amphibious	20	30/11/2021	27/04/2022
15	Excava 200 Amphibious	2	19/05/2022	06/06/2022
16	Amphibious Excavator Long Arm 20 Ton	1	09/11/2022	16/11/2022

Sumber : PT. Pindad (Persero), 2022

Grafik Waktu Produksi

Grafik waktu produksi adalah grafik yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi produk tertentu. Grafik waktu produksi seringkali mengambil bentuk diagram Gantt, tetapi dapat pula diwakili dalam berbagai bentuk visual lainnya, termasuk bagan alur atau grafik batang. Berdasarkan tabel grafik waktu produksi produk *make to order* dari bulan Desember 2021 sampai Desember 2022 diatas, dapat dilihat bahwa pada bulan Maret 2022 hingga November 2022 adalah waktu produksi dengan jadwal yang padat. Sedangkan pada bulan Desember 2022 tidak ada aktivitas kegiatan produksi. Adapun beberapa mesin yang terlibat dalam proses produksi yaitu Overhead Crane, Gantry Crane, Jib Crane, Pemutar Baseframe, Bor, Frais, Bubut, Las Mig dan Painting Booth.

Gambar 1. Grafik Waktu Produksi MtS

DESKRIPSI	OKTOBER				NOVEMBER				DESEMBER			
	1-7	8-15	16-23	24-31	1-7	8-15	16-23	24-30	1-7	8-15	16-23	24-31
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
AMPHIBIOUS EXCAVATOR LONG ARM 20 TON												

DESKRIPSI	JANUARI				FEBRUARI				MARET			
	1-7	8-15	16-23	24-31	1-7	8-14	15-22	23-28	1-7	8-15	16-23	24-31
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
AMPHIBIOUS EXCAVATOR LONG ARM 20 TON												

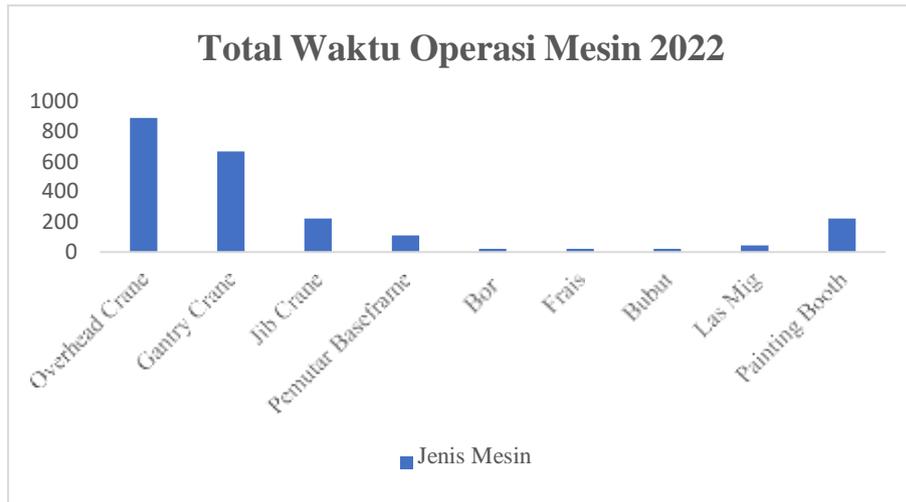
DESKRIPSI	OKTOBER				NOVEMBER				DESEMBER			
	1-7	8-15	16-23	24-31	1-7	8-15	16-23	24-30	1-7	8-15	16-23	24-31
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
AMPHIBIOUS EXCAVATOR LONG ARM 20 TON												

Sumber : Penulis, 2023

Total Waktu Operasi Mesin

Total Waktu Operasi Mesin adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk melakukan seluruh operasi atau proses yang dilakukan oleh mesin dalam sebuah periode waktu tertentu. Berikut dibawah ini merupakan grafik Total Waktu Operasi Mesin pada pembuatan produk *make to order* selama tahun 2022 pada Divisi Alat Berat PT. Pindad (Persero) Bandung :

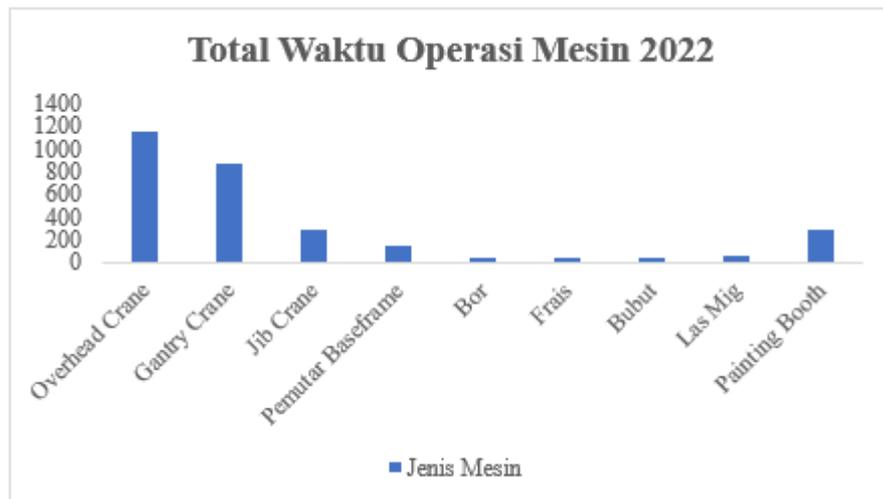
Gambar 2. Total Waktu Operasi Mesin *MtO*



Sumber : PT. Pindad (Persero), 2023

Pada grafik Total Waktu Operasi Mesin Produk *make to order* diatas dapat dilihat penggunaan dari tiap-tiap mesin (jam) yang terlibat dalam proses operasi. Diantara nya adalah: Overhead Crane (892,8 jam), Gantry Crane (669,6jam), Jib Crane (223,2 jam), Pemutar Baseframe (111,6 jam), Bor (22,32 jam), Frais (22,32 jam), Bubut (22,32 jam), Las Mig (44,64 jam). Penggunaan mesin tertinggi jatuh kepada Overhead Crane.

Gambar 3. Total Waktu Operasi Mesin *MtS*



Sumber : PT. Pindad (Persero), 2022

Selanjutnya, pada grafik Total Waktu Operasi Mesin Produk *make to order* diatas dapat dilihat bahwa hanya 2 (dua) mesin saja yang terlibat dalam proses operasi. Berbeda dengan produk sebelumnya yang memproduksi lebih banyak variasi produk, pada produk ini hanya menggunakan 2 (dua) mesin dan produk itu ialah produk Paddy Dryer dan Incinerator Stungta Pindad. Mesin yang beroperasi diantaranya adalah: Las Mig (601,6 jam) dan Painting Booth (150,4 jam). Penggunaan mesin tertinggi jatuh pada Las Mig.

Perbandingan Sistem *Make to Stock*

Berdasarkan tabel data penjualan produk sistem *make to stock* PT. Pindad diatas bahwa produk yang menggunakan sistem ini yaitu ada tiga. Adapun produk-produk tersebut yaitu Excava 200, Excava 200 *Long Arm* dan Excava 200 Amphibious. Hasil menunjukkan bahwa pada tahun 2022 produk yang menggunakan sistem *make to stock* terjual dengan total penjualan yaitu 140 unit. Pada produk Excava 200 penjualan tertinggi ada pada bulan Oktober 2021 dengan total produksi yaitu 100 unit. Sedangkan untuk penjualan excava 200 *long arm* penjualan unit tertinggi ada pada bulan november 2022 dengan total sebanyak 4 unit. Dan untuk penjualan tertinggi pada Excava 200 Amphibious ada pada bulan November 2021 dengan total 19 unit terjual pada *customer*. Berdasarkan tabel penjualan diatas dibandingkan dengan data penjualan produk pada sistem *make to stock*, produk-produk pada *make to order* lebih banyak variasinya.

Waktu Produksi Produk

Waktu produksi adalah waktu yang dibutuhkan dari ketika pabrik menerima order sampai ketika produk dikirimkan. Adapun dua istilah yang dipakai yaitu *Receive Date* dan *Promise Date*. *Receive Date* adalah tanggal ketika pekerjaan atau tugas diterima kepada individu atau tim yang bertanggung jawab untuk melaksanakannya. Sedangkan *Promise Date* adalah tanggal dimana pihak yang bertanggung jawab telah berjanji atau berkomitmen untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Tabel 3. Waktu Produksi Produk *Make To Stock*

NO	DESCRIPTIONPRODUCT	ORDER	RECEIVE DATE	PROMISE DATE
1	Excava 200	100	11/10/2021	04/08/2022
2	Excava 200	1	14/01/2022	18/01/2022
3	Excava 200	1	23/02/2022	25/02/2022
4	Excava 200	1	04/03/2022	08/03/2022
5	Excava 200	2	30/03/2022	05/04/2022
6	Excava 200	1	22/04/2022	26/04/2022
7	Excava 200	2	13/06/2022	17/06/2022
8	Excava 200	1	22/11/2022	24/11/2022
9	Excava 200 Long Arm	2	25/05/2022	06/06/2022
10	Excava 200 Long Arm	2	13/06/2022	21/06/2022
11	Excava 200 Long Arm	1	03/11/2022	08/11/2022
12	Excava 200 Long Arm	3	09/11/2022	22/11/2022
13	Excava 200 Amphibious	1	23/02/2022	04/03/2022
14	Excava 200 Amphibious	20	30/11/2021	27/04/2022
15	Excava 200 Amphibious	2	19/05/2022	06/06/2022
16	Amphibious Exc Long Arm 20 Ton	1	09/11/2022	16/11/2022

Sumber : PT. Pindad (Persero), 2022

Dapat dilihat pada tabel diatas, Pada Sistem *make to stock* rata-rata waktu produksi yang digunakan pada pembuatan produk yaitu berkisar 2 sampai 5 hari. Waktu produksi dapat tergantung dari berbagai faktor biasanya beberapa

faktor yang mempengaruhi waktu produksi meliputi jenis produk, ketersediaan bahan baku hingga tenaga kerjanya.

Grafik Waktu Produksi

Grafik Waktu Produksi adalah grafik yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi produk tertentu. Grafik waktu produksi sering kali mengambil bentuk diagram Gantt, tetapi dapat pula diwakili dalam berbagai bentuk visual lainnya, termasuk bagan alur atau grafik batang.

Gambar 4. Grafik Waktu Produksi *MtS*

DESKRIPSI	OKTOBER				NOVEMBER				DESEMBER			
	1-7	8-15	16-23	24-31	1-7	8-15	16-23	24-30	1-7	8-15	16-23	24-31
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
AMPHIBIOUS EXCAVATOR LONG ARM 20 TON												

DESKRIPSI	JANUARI				FEBRUARI				MARET			
	1-7	8-15	16-23	24-31	1-7	8-14	15-22	23-28	1-7	8-15	16-23	24-31
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
AMPHIBIOUS EXCAVATOR LONG ARM 20 TON												

DESKRIPSI	OKTOBER				NOVEMBER				DESEMBER			
	1-7	8-15	16-23	24-31	1-7	8-15	16-23	24-30	1-7	8-15	16-23	24-31
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 LONG ARM												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
EXCAVA 200 AMPHIBIOUS												
AMPHIBIOUS EXCAVATOR LONG ARM 20 TON												

Sumber : Penulis, 2023

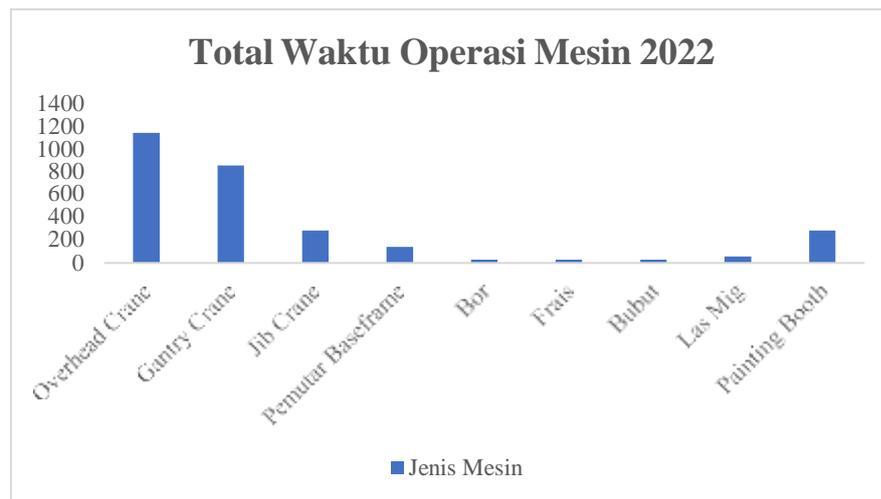
Pada tabel grafik waktu produksi produk *make to stock (mts)* dari bulan Oktober 2021 hingga Desember 2022 diatas, dapat dilihat bahwa pada bulan Januari hingga Juni 2022 merupakan waktu produksi dengan jadwal yang

padat. Sedangkan pada bulan September dan Desember tidak ada kegiatan produksi produk *make to stock* pada kedua bulan tersebut. Adapun beberapa mesin yang terlibat dalam proses produksi yaitu Overhead Crane, Gantry Crane, Jib Crane, Pemutar Baseframe, Bor, Frais, Bubut, Las Mig dan Painting Booth.

Total Waktu Operasi Mesin

Total Waktu Operasi Mesin adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk melakukan seluruh operasi atau proses yang dilakukan oleh mesin dalam sebuah periode waktu tertentu. Berikut dibawah ini merupakan grafik Total Waktu Operasi Mesin pada pembuatan produk *make to stock* (*mts*) selama tahun 2022 pada Divisi Alat Berat PT. Pindad (Persero) Bandung :

Gambar 5. Total Waktu Operasi Mesin Mts



Sumber : PT. Pindad (Persero), 2022

Pada grafik Total Waktu Operasi Mesin Produk *make to stock* diatas dapat dilihat penggunaan dari tiap-tiap mesin (jam) yang terlibat dalam proses operasi. Diantara nya adalah: Overhead Crane (1158,4 jam), Gantry Crane (868,6 jam), Jib Crane (289,6 jam), Pemutar Baseframe (144,8 jam), Bor (28,96 jam), Frais (28,96 jam), Bubut (28,96 jam), Las Mig (57,92 jam) dan Painting Booth (289,6 jam). Penggunaan mesin tertinggi pada produk *make to stock* ialah Overhead Crane.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada sistem *make to order* produksi produk dibuat ketika pelanggan memesan terlebih dahulu, produk pada sistem ini memiliki banyak variasi. Penjualan produk tertinggi pada sistem *make to order* yaitu ada pada Pindad Dump Truk 24 M3 dengan total penjualan 30 unit pada bulan Desember 2022 dengan rata-rata waktu penyelesaian produk berkisar satu sampai tujuh hari per unit tergantung jenis produk yang diproduksi.

2. Mesin berperan penting dalam melaksanakan kegiatan produksi didukung dengan penjadwalan yang baik sehingga mempercepat dan mempermudah produksi. Dari penjadwalan dihasilkan grafik waktu produksi dimana pada sistem *make to order* pada bulan Maret 2022 hingga November 2022 adalah waktu produksi dengan jadwal yang padat. Sedangkan pada bulan Desember 2022 tidak ada aktivitas kegiatan produksi. Penggunaan mesin tertinggi pada sistem *make to order* jatuh kepada Overhead Crane dan Las Mig.
3. Pada sistem *make to stock* produk sudah diproduksi dan disimpan digudang berdasarkan perkiraan permintaan. Penjualan tertinggi produk sistem *make to stock* ada pada bulan Oktober 2021 dengan total penjualan 100 unit dengan produk Excava 200. Berdasarkan tabel penjualan *make to stock* dengan *make to order*, sistem *make to stock* lebih unggul. Pada Sistem *make to stock* rata-rata waktu produksi yang digunakan pada pembuatan produk yaitu berkisar 2 sampai 5 hari, perbedaan dengan waktu produksi *make to order* yang tergolong lebih lama karena ada beberapa faktor seperti ketersediaan bahan baku hingga jenis produknya. Pada grafik waktu produksi bulan Januari hingga Juni 2022 merupakan waktu produksi dengan jadwal yang padat. Sedangkan pada bulan September dan Desember tidak ada kegiatan produksi produk *make to stock* pada kedua bulan tersebut. Dari perbandingan kedua gambar antara grafik produk *make to stock* dengan grafik *make to order* pada bulan Desember mempunyai kesamaan yaitu tidak adanya kegiatan produksi pada bulan tersebut. Dan jika dilihat pada kedua grafik gambar pada bulan Maret 2022 hingga Juni 2022 didapat bahwa pada bulan tersebut aktivitas produksi sangat padat karena adanya gabungan produksi antara produk *make to order* dengan *make to stock*. Penggunaan mesin tertinggi pada produk *make to stock* ialah Overhead Crane, hal tersebut sama dengan penggunaan mesin pada produk *make to order*.

SARAN

1. Bagi Perusahaan
Diharapkan pihak perusahaan dapat lebih meningkatkan sistem *make to order*. Diadakannya pemeliharaan mesin lebih pada overhead crane.
2. Bagi Peneliti Selanjutnya
Peneliti selanjutnya diharapkan untuk mengkaji lebih banyak sumber maupun referensi yang terkait dengan sistem *make to order* maupun *job shop scheduling* agar hasil penelitiannya dapat lebih baik dan lebih lengkap lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanullah, W. F., Wahyuningsih, S., & Oktoviana, L. T. (2022). Ant colony optimization (ACO) pada job shop scheduling problem (JSSP). *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya (JMIPAP)*, 2(11).
- Aris, A. R., Bakhtiar, A., & Suliantoro, H. (2016). Penerapan Sistem Make to Order Serta Penjadwalan Jobshop Guna Mencegah Keterlambatan Pada Customer (Studi Kasus: PT. Sanggar Sarana Baja). *Industrial Engineering Online Journal*, 5(1).
- Fitriani, M., Fitriani, I., Zahroh, A. A., Nadillah, K., & Muniarty, P. (2020). Tortila Bran Moringa (TBM) sebagai Snack Zaman Now. *Prosiding Seminar Nasional IPPeMas*, 1(1), 720–728.
- Fitriyansyah, E., i Pratiw, A. I., Suhardiman, S., & Sulastri, F. (2020). Analisis Job Shop Scheduling Problem di PT. HidupSejahtera Engineer Untuk Peningkatan Produktivitas Perusahaan. *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*, 3(1), 775–784.
- Khannan, M. S. A. (2013). *Penjadwalan Job Shop Manufacturing untuk Meminimalkan Makespan*.
- Rahman, A., Santoso, P. B., & Prasetyo, I. H. (n.d.). *Perencanaan Kebutuhan Tenaga Kerja dengan Teknik Shojinka di Sistem Make To Order Kendala Penyisipan Job dalam On-going Schedule*.
- Sentosa, E., & Trianti, E. (2019). Pengaruh Kualitas Bahan Baku, Proses Produksi Dan Kualitas Tenaga Kerja Terhadap Kualitas Produk Pada Pt Delta Surya Energy Di Bekasi. *Oikonomia: Jurnal Manajemen*, 13(2).
- Wahyudi, A. T., Wicaksana, B. I. A., & Andriani, M. (2021). Penjadwalan Produksi Job shop Mesin Majemuk Menggunakan Algoritma Non Delay untuk Meminimalkan Makespan. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 10(2), 183–190.
- Wijanarko, B. (2011). *Penjadwalan Jobs Untuk Meminimalkan Makespan Pada Lingkungan Job Shop Dengan Metode Algoritma Genetik (Studi Kasus pada CV “Agus Jati”, Klaten, Jawa Tengah)*.