

PENJADWALAN PROSES PEMBUATAN *SPARE PART* UNTUK MEMINIMASI *MAKESPAN* DENGAN PENDEKATAN SIMULASI (STUDI KASUS UPTI LOGAM DAN PEREKAYASAAN SIDOARJO)

Abryano Oswald Kadmaerubun
Ir. Siti Mundari, M.T.
Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945

Abry05@live.com

ABSTRAK

UPTI Logam dan Perekayasaan Sidoarjo adalah badan pemerintah yang bergerak pada bidang pembuatan peralatan-peralatan logam seperti *spare part* mesin, *mould part*, pisau dan sebagainya. Pada kegiatan produksinya UPTI Logam dan Perekayasaan Sidoarjo menerapkan sistem FIFO (*First In First Out*). Dengan sistem FIFO *makespan* dari produksi yang dilakukan masih tinggi yang. Pada penelitian ini dilakukan penjadwalan untuk mencari penjadwalan *makespan* terkecil untuk order 18.01.0139 dan 18.01.0172 dengan pendekatan simulasi. *Software Arena* digunakan untuk menjalankan simulasi penjadwalan. Simulasi dilakukan untuk menguji dua skenario penjadwalan. Kriteria penjadwalan yang dijadikan pembanding dengan kondisi aktual (FIFO) adalah *Shortest Processing Time* (SPT) dan *Longest Processing Time* (LPT). Dari hasil simulasi, skenario dengan waktu *makespan* terkecil adalah skenario dua dengan kriteria FIFO dengan *makespan* 37,03 jam dan total waktu pengerjaan 143,03 jam kerja

Kata kunci : Penjadwalan, *FIFO*, Simulasi, *Makespan*

ABSTRACT

UPTI Logam dan Perekayasaan Sidoarjo is one of government agencies that focused on produce metal works such as machine parts, mould parts, cutter, etc. Production scheduling that used at UPTI Logam dan Perekayasaan Sidoarjo is FIFO (First In First Out). Using this system, the *makespan* of the production is still high. The objective is to find schedule with minimum *makespan* for order no. 18.01.0139 and 18.01.0172 and the tools used for scheduling is simulation. *Arena Simulation Software* used to simulate two scheduling scenarios with criterion to compare with current system are *Shortest Processing Time* (SPT) and *Longest Processing Time* (LPT). From the simulation the scenario that gives the minimum *makespan* is scenario two (FIFO) with *makespan* 37,03 hours and total completion time 143,03 hours.

Keyword : Scheduling, *FCFS*, Simulation, *Makespan*

PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya persaingan di dunia industri, semua perusahaan harus bekerja keras untuk dapat memuaskan konsumen agar konsumen tidak beralih ke pesaing. Salah satu cara memuaskan konsumen adalah dengan memenuhi permintaan konsumen dengan tepat waktu. Untuk dapat memenuhi permintaan konsumen tepat pada waktunya diperlukan optimalisasi pekerja dan mesin-mesin produksi. Optimalisasi ini dapat dicapai dengan penjadwalan mesin-mesin produksi.

UPTI Logam dan Perekayasaan Sidoarjo adalah badan pemerintah yang bergerak pada bidang pembuatan peralatan-peralatan logam seperti spare part mesin, mould part, press tool, pisau, jig, fixture & gauge, Heat treatment & blasting, pengelasan maupun mesin tepat guna dengan sistem job order. Berdasarkan data yang diperoleh dari UPTI Logam dan Perekayasaan Sidoarjo selama 2016 dan 2017 pemesanan terbanyak dilakukan untuk jenis barang spare part yaitu sebesar 381 pesanan dengan total 4.555 unit pada tahun 2016 dan 239 pesanan dengan total 2.660 unit pada 2017. Secara umum proses pembuatan spare part terdiri atas proses pembubutan dan proses milling untuk membentuk permukaan benda, proses *heat treatment* untuk mengatur tingkat kekerasan benda dan proses gerinda untuk finishing benda. Dalam produksinya UPTI Logam dan Perekayasaan Sidoarjo menggunakan sistem First In First Out (FIFO). Dengan sistem ini makespan produksi masih tinggi. Makespan yang tinggi walaupun tidak menyebabkan keterlambatan berpengaruh pada utilitas mesin yang tidak optimal, *work in process* dan antrian yang tinggi. Oleh sebab itu diperlukan penjadwalan yang tepat untuk meminimasi *makespan* pada proses produksi di UPTI Logam dan Perekayasaan.

Pada penelitian ini simulasi dilakukan untuk mencari penjadwalan mesin yang memberikan *makespan* terendah pada kegiatan produksi *spare part* pada UPTI Logam dan Perekayasaan Sidoarjo. Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Tidak terjadi kekurangan bahan
2. Mesin beroperasi dengan normal

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bagian produksi UPTI Logam dan Perekayasaan Logam Sidoarjo yang beralamat di Jl. Raya Trosobo KM 20 Taman, Sidoarjo. Penelitian ini bertujuan untuk mencari penjadwalan produksi *spare part* dengan *makespan* terendah dengan menggunakan simulasi. Simulasi dilakukan dengan membandingkan dua skenario penjadwalan dengan kriteria penjadwalan FIFO, SPT dan LPT. Pada awal penelitian dilakukan pengambilan data berupa sistem penjadwalan produksi, data permintaan (order), alur proses produksi order, data mesin yang digunakan serta waktu proses pemesinan. Data order yang diambil adalah order no. 18.01.0172 dan 18.01.0139 dengan detail order sebagai berikut :

18.01.0172	
Produk	Jumlah
Pisau	2
Holder dan Penjepit	1
Spur Gear	2
Shaft	1

18.01.0139	
Produk	Jumlah
Bushing 46	10
Bushing 41	10

Urutan proses produksi dari tiap-tiap produk pada kedua order adalah sebagai berikut :

- Pisau
Produksi pisau dimulai dengan proses gerinda untuk memberi bentuk sesuai ukuran dan dilanjutkan dengan proses milling untuk membuat block pxl.
- Holder dan penjepit

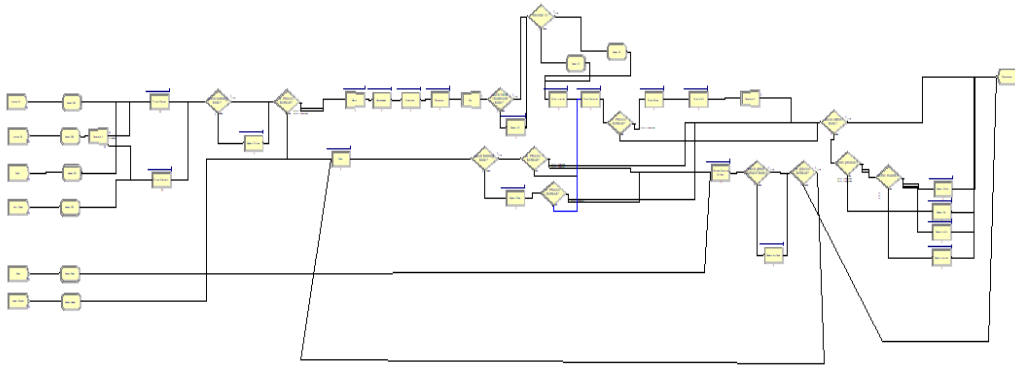
- Proses pembuatan holder dan penjepit dimulai dengan proses milling untuk membentuk bahan sesuai ukuran, membuat lubang untuk tap dan dilanjutkan dengan proses gerinda untuk finishing permukaan.
- Spur gear
Prose pembuatan spur gear dimulai dengan proses turning/bubut untuk memberi bentuk dasar pada bahan dilanjutkan proses milling dengan step dan dengan pembuatan lubang untuk tap kedua gear dan proses finishing dengan gerinda.
- Bushing 46 dan Bushing 41
Proses pembuatan bushing dimulai dengan pembubutan bahan untuk memberi bentuk dasar dan membuat lubang. Proses berikutnya adalah proses heat treatment dan dilanjutkan dengan proses gerinda untuk finishing dan pembuatan profil.

Setelah dilakukan pengambilan data waktu proses pemesinan, data yang diambil diolah dengan *input analyzer* pada *software* Arena untuk mencari distribusi waktu proses yang akan digunakan sebagai waktu proses saat simulasi. Data order, alur produksi dan data mesin digunakan saat membangun model simulasi, setelah model dibuat maka model tersebut divalidasi dan diverifikasi dengan uji t *2-sample* dengan menggunakan *software* Minitab. Apabila model sudah valid maka dilakukan simulasi untuk mengetahui *makespan* yang dihasilkan tiap skenario dan kriteria penjadwalan. Hasil dari simulasi dibandingkan menentukan skenario penjadwalan dan kriteria penjadwalan yang memberikan *makespan* terendah.

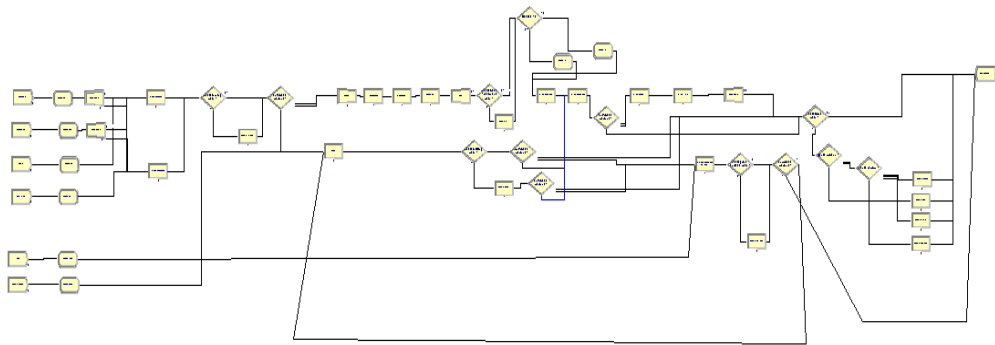
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan model simulasi dan distribusi waktu proses

Model yang dirancang disesuaikan dengan urutan proses produksi dari tiap-tiap produk order dan skenario yang sudah ditetapkan. Hasil perancangan model skenario pertama dan kedua dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Model Skenario 1



Gambar 2. Model Skenario 2

Hasil dari distribusi waktu proses dari *input analyzer* Arena dan pengambilan data dari tiap order dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Distribusi waktu proses Order 18.01.0139 dalam model

Produk	Proses	Distribusi Waktu (menit)
Bushing 41	Bubut	$54.5 + 16 * \text{BETA}(0.462, 0.61)$
	Pemanasan	240
	Quenching	120
	Tempering	120
	Gerinda Internal	$72.5 + 8 * \text{BETA}(0.46, 0.46)$
	Gerinda Eksternal	$21 + \text{ERLA}(2.51, 2)$
	Gerinda Miring	$4.22 + \text{EXPO}(0.34)$
	Gerinda Profil	$3 + \text{EXPO}(2.3)$
Bushing 46	Bubut	$90.5 + 8 * \text{BETA}(0.46, 0.323)$
	Pemanasan	240
	Quenching	120
	Tempering	120
	Gerinda Internal	$88 + 4 * \text{BETA}(0.687, 0.301)$
	Gerinda Eksternal	$\text{TRIA}(24, 28.5, 29.9)$
	Gerinda Miring	$12.8 + 1.2 * \text{BETA}(1.09, 0.854)$
	Gerinda Profil	$11.5 + \text{EXPO}(2.3)$

Tabel 2 Distribusi waktu proses Order 18.01.0172 dalam model

Produk	Proses	Waktu (menit)
Pisau	Gerinda	120
	Milling	150
Shaft	Bubut	60
	Milling	360
	Gerinda Eksternal	60
Gear	Bubut	50
	Milling	23
	Gerinda Eksternal	60
Holder dan penjepit	Gerinda	120
	Milling	840

B. Verifikasi dan Validasi Model Simulasi

Untuk mengetahui apakah terdapat *error* pada model simulasi dan sudah sesuai dengan alur proses produksi di dunia nyata maka harus dilakukan proses validasi dan verifikasi. Verifikasi dan validasi dilakukan dengan melihat animasi pada model sudah sesuai alur proses produksi dan melakukan uji t 2-sample. Uji t 2-sample dilakukan untuk menguji tingkat signifikansi kesamaan waktu proses hasil simulasi dengan waktu proses pada sistem nyata. *Software* Minitab digunakan untuk mengolah data untuk uji t 2-sample dengan nilai *confidence interval* (α) sebesar 0,05 dengan hipotesis :

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0 \dots\dots\dots(1)$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \dots\dots\dots(2)$$

Yang diperhatikan dari hasil uji t 2-sample oleh Minitab yang diperhatikan adalah nilai *P-Value*. Apabila nilai *P-Value* lebih dari (>) nilai *confidence interval* (α) maka H_0 diterima, yang berarti data secara signifikan sama dan begitu juga sebaliknya. Berikut adalah *P-Value* dari uji t 2-sample dari Minitab.

Tabel 3. Hasil Uji t 2-sample

Skenario	T-Value	P-Value
1	0,06	0,957
2	0,14	0,892

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa model sudah merepresentasikan sistem nyata dengan tepat.

C. Simulasi Model

Model di-*run* dengan replikasi sebanyak 100 kali dengan rentang 14 hari. Dari hasil simulasi akan dilihat skenario dan kriteria yang memberikan waktu *makespan* terkecil. Hasil simulasi dari kedua skenario dapat dilihat pada tabel 4.

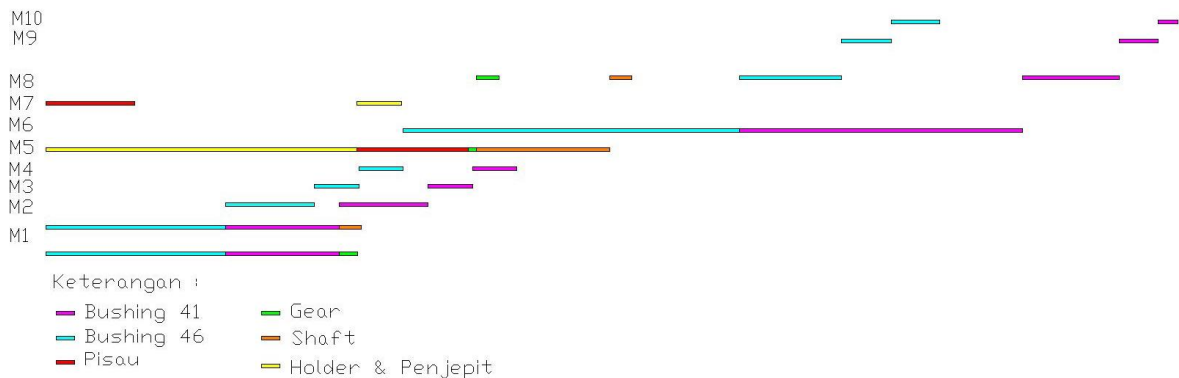
Tabel 4. Hasil Simulasi Skenario

Produk	Rata-rata (jam)					
	Skenario 1			Skenario 2		
	FIFO	SPT	LPT	FIFO	SPT	LPT
Bushing 41	43,12	31,65	44,49	22,28	23,42	44,3
Bushing 46	32,14	46,03	30,76	37,03	37,82	30,38
Pisau	19	19,38	25	19	25,39	20,81
Shaft	26,45	26,38	21	26,37	21,52	24,66
Holder dan Penjepit	16	16	16	16,05	16	16
Spur gear	20,38	15,38	26,5	22,3	15,38	27,04
Total	157,09	154,82	163,75	143,03	139,53	163,19

Berdasarkan hasil simulasi yang terdapat pada tabel 4, dapat diketahui bahwa *makespan* terkecil kedua skenario dihasilkan oleh kriteria FIFO. *Makespan* dari skenario satu adalah 43,12 jam dengan total waktu penyelesaian 157,09 jam. Sedangkan skenario dua *makespan* yang diperoleh adalah 37,03 jam dengan total waktu penyelesaian sebanyak 143,03 jam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dapat diketahui bahwa makespan terkecil diperoleh dari simulasi skenario dua dengan kriteria FIFO. Makespan yang diperoleh adalah 37,03 jam dengan total waktu penyelesaian sebanyak 143,03 jam dengan *ganttt chart* sebagai berikut



Gambar 3. Gantt Chart FIFO Skenario 2

DAFTAR PUSTAKA

- Daelima, Vickri Fiesta, Evi Febianti & Muhammad Adha Ilhami. 2013. *Analisis Keseimbangan Lintasan Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi dengan Pendekatan Line Balancing dan Simulasi*. Jurnal Teknik Industri Vol. 1, No. 2, Juni 2013, pp. 107.113.
- Fatmawati, Wiwiek, Irwan Sukendar, Priswanto Suryo Suprobo. 2009. *Penjadwalan Kerja Dengan Metode Algoritma Active Schedule dan Heuristic Schedule Untuk Minimasi Waktu Penyelesaian (Studi Kasus di PT. InTAC Brass Indonesia)*. Proceeding Seminar Nasional Teknologi Industri. ISBN : 978-602-95235-0-8
- Heizer, Jay & Barry Render. 2011. *Operation Management 10th edition*. Pearson Education Inc. New Jersey.
- Kelton, W David, Randall P Sadowsky & Deborah A Sadowsky, 2002. *Simulation with Arena 2nd edition*. McGraw-Hill. New York
- Wahyani Widhy, Nofan Hadi Ahmad. 2014. *Analisis Bottleneck dengan Pendekatan Simulasi Arena Pada Produk Sarung Tenun Ikat Tradisional*. ITATS. Surabaya.