

Analisis Penjadwalan Mesin *Tread Extruder* pada PT XYZ

Jocelyn Gabriella Haryanto, Priskila Christine Rahayu*

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pelita Harapan;

email: 01033200006@student.uph.edu, priskila.christine@uph.edu

* *Corresponding author*

Abstrak

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang ban. Salah satu material yang perlu diproduksi adalah *tread*, bagian tapak ban. *Tread* dibentuk oleh sebuah mesin *extruder*, sehingga disebut sebagai *tread extruder*. Saat ini PT XYZ memiliki 6 mesin *tread extruder*. Agar seluruh mesin dapat bekerja secara rata, maka PT XYZ membuat sistem penjadwalan produksi guna membagi variasi produk pada setiap mesin sesuai dengan kemampuan dan kapasitas masing-masing mesin. Namun, rencana penjadwalan yang telah dibentuk tersebut tidak dapat berjalan sepenuhnya di lapangan karena dianggap kurang efektif. Pengurutan yang berdasarkan aturan prioritas *earliest due date* dianggap menghasilkan banyak *scrap* dan memakan waktu *setup* mesin lebih lama. *Scrap* terbentuk karena adanya tumpukan jenis *compound* dan *construction* yang berbeda. Pada penelitian ini dibandingkan metode *earliest due date* dengan 2 metode lainnya yaitu *critical ratio* dan *short process time*. Selanjutnya, guna mengatasi permasalahan jumlah *scrap*, maka dilakukan pengelompokan sesuai ketentuan yang telah ditetapkan. Setelah melakukan analisa perbandingan antar metode, disimpulkan jika metode *earliest due date* dengan pengelompokan merupakan metode teroptimal untuk keenam mesin *tread extruder*. Sehingga, saat ini, PT XYZ hanya perlu menambah 1 *step* tambahan, yaitu pengelompokan yang memprioritaskan jenis *compound* dan *construction*.

Kata Kunci: Penjadwalan, *Tread Extruder*, *Earliest Due Date*, *Critical Ratio*, *Short Process Time*

Abstract

[*Analysis of Tread Extruder Machine Scheduling at PT XYZ*] PT XYZ is one of the manufacturing companies engaged in tires. One of the materials that need to be produced is *tread*, the *tread* part of the tire. *Tread* is formed by an *extruder* machine, so it known as *tread extruder*. Currently PT XYZ has 6 *tread extruder* machines. To make all machines work in balance, PT XYZ makes a production scheduling system to divide the product variations on each machine according to the capabilities and capacity of each machine. However, the scheduling plan that has been formed cannot run smoothly in the field because it is considered ineffective. The sequencing that uses the *earliest due date* priority rule is considered to produce a lot of *scrap* and take longer machine *setup* time. *Scrap* is formed due to a pile of different types of *compound* and *construction*. In this research, the *earliest due date* method is compared with 2 other methods, which are *critical ratio* and *short process time*. Furthermore, in order to overcome the problem of the amount of *scrap*, grouping is conducted according to predetermined conditions. After analyzing the comparison between each method, it is concluded that the *earliest due date* method with grouping is the most optimal method for the six *tread extruder* machines. So, currently, PT XYZ only needs to add 1 additional step, which is grouping that prioritizes *compound* and *construction* types.

Keywords: Scheduling, *Tread Extruder*, *Earliest Due Date*, *Critical Ratio*, *Short Process Time*

Kelompok BoK yang bersesuaian dengan artikel: *Operations Engineering & Management*

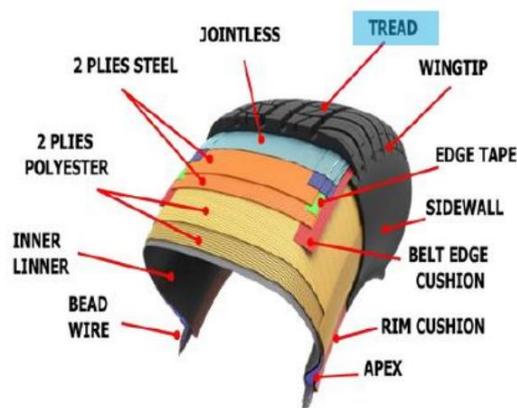
Saran format untuk mensitasi artikel ini:

Haryanto, J.G., dan Rahayu, P.C. (2023). Analisis Penjadwalan Mesin *Tread Extruder* pada PT XYZ. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 485-494.

1. Pendahuluan

Ban adalah salah satu komponen terpenting pada kendaraan. Dengan bentuknya yang bulat, ban dapat membawa seseorang atau barang berpindah dari satu tempat ke tempat lain dengan mudah. Ban berbahan karet pertama kali diciptakan pada tahun 1839 oleh Charles Goodyear (Nurdyansa, 2018). Saat ini, ban karet sudah banyak berkembang hingga memiliki jenis-jenis tertentu sesuai dengan jenis kendaraan yang ditopang.

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memproduksi ban. Terdapat beberapa jenis ban yang diproduksi oleh perusahaan ini, salah satunya adalah ban mobil bertipe radial. Ban radial adalah ban dengan konstruksi jenis pneumatik dengan susunan benang *polyester* membentuk sudut 90 derajat (Kusuma, 2023). Ban radial terdiri dari beberapa bagian. Lapisan terluar yang berhubungan langsung dengan permukaan jalan disebut dengan *tread*. *Tread* memiliki berbagai variasi pola yang berguna untuk meredam bunyi dan menghindari slip karena dapat mencengkram permukaan jalan (Hutomo et al., 2017).



Gambar 1. Lapisan ban mobil radial

Tread dibentuk menggunakan alat bernama *Tread Extruder*. PT XYZ memiliki 6 mesin *Tread Extruder* dengan spesifikasi dan kapasitas yang bervariasi. Hasil dari *Tread Extruder* ini akan didiamkan atau yang disebut dengan *aging time* selama 2 hingga 6 jam. Hal ini dilakukan karena adanya penyusutan setelah *tread* keluar dari mesin *Tread Extruder*. Melalui penelitian tim *Research and Development* PT XYZ, setelah melewati *aging time*, bentuk *tread* akan lebih stabil. Kemudian, *tread* akan dikirim kepada proses selanjutnya, yaitu *Building*. PT XYZ memiliki 92 mesin *Building*. Melihat perbandingan yang cukup besar, maka pesanan yang harus dikerjakan perlu dibagi secara rata kepada setiap mesin *extruder* yang tersedia dengan sistem penjadwalan yang jelas. Penjadwalan produksi merupakan rangkaian kegiatan dari perencanaan produksi yang berkaitan dengan pengurutan proses pengerjaan produksi secara menyeluruh pada beberapa mesin (Sonata, 2015). Sistem penjadwalan akan sangat membantu dalam meminimalisir *lead time* yang diperlukan dalam setiap proses (Astian, 2008).

Saat ini, PT XYZ telah menerapkan penjadwalan mesin agar setiap mesin dapat bekerja sesuai dengan kapasitasnya dan spesifikasi yang dapat dijalankan. Namun, berdasarkan observasi lapangan dan wawancara dengan pekerja setempat, terdapat perbedaan antara perencanaan jadwal dan realisasi penjadwalan lapangan. Hal ini dikarenakan urutan pada penjadwalan yang diberikan kurang optimal, dimana menurut *schedule man* urutan produksi tersebut dapat diubah guna mengurangi waktu *setup* dan *scrap* yang terbentuk. Maka dari itu, pada penelitian kali ini akan dianalisis mengenai metode teroptimal untuk setiap mesin pada mesin *tread extruder*.

Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian berjudul “Analisis Sistem Penjadwalan Produksi Berdasarkan Pesanan Pelanggan dengan Metode FCFS, LPT, SPT dan EDD pada PD.X”, karya Rosi Indah Safitri pada tahun 2019, merupakan penelitian mengenai penjadwalan produksi pada pabrik saos. Sebelumnya perusahaan telah menerapkan sistem penjadwalan produksi dengan metode FCFS atau *First Come First Serve*. Namun, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, metode yang digunakan oleh perusahaan bukanlah metode yang efektif untuk memproduksi saos. Hal ini didasarkan oleh perhitungan yang telah dilakukan oleh penulis, dimana **EDD dan SPT merupakan hasil paling optimal** dibandingkan 2 metode lainnya.

Kemudian, dalam penelitian berjudul “Optimalisasi Penjadwalan Produksi Pipa di Line 18 Dengan Metode First Come First Serve (FCFS), *Earlier Due Date* (EDD), *Short Process Time* (SPT)” dengan studi kasus pada PT Wtur, karya Mohamad Rizal Fadli dan Wiwik Sulistiyowati pada tahun 2019, diteliti mengenai penjadwalan produksi pipa yang mengalami kendala jumlah barang yang diproduksi dan waktu untuk memenuhi pesanan konsumen. Melalui perhitungan peneliti, disimpulkan bahwa metode penjadwalan **SPT atau Short Process Time merupakan metode paling efektif** dibandingkan 3 metode lain. Metode ini memiliki waktu penyelesaian 4,10 hari dengan persentase utilitas 36.74%.

Penelitian lain dengan judul “Rancang Bangun Sistem Informasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Aturan Prioritas Pada PT. IGLAS (Persero)”, karya Gilang Ramadhan, Henry Bambang Setyawan, dan Tony Soebijono pada tahun 2015. Peneliti merancang solusi untuk tingkat keterlambatan yang terjadi pada periode 1 (Januari, Februari, Maret) di PT. IGLAS menggunakan pengurutan prioritas. Terdapat 5 metode perbandingan pengurutan yang digunakan oleh peneliti, yaitu FCFS, SPT, LPT, EDD dan CR. Berdasarkan perhitungan peneliti, **LPT merupakan metode teroptimal karena memiliki nilai utilitas terendah**. Pada penelitian ini, dirancang pula perangkat lunak (*software*) untuk penjadwalan produksi agar memudahkan pengguna.

2. Metode

Menurut Cao dan Bedworth (1992), terdapat 2 tujuan dalam penjadwalan mesin, yaitu *output* dan *due date*. *Output* yang dimaksud adalah jumlah produk yang diproduksi oleh mesin sesuai dengan target yang ditetapkan. Sedangkan, *due date* adalah waktu tenggat penyelesaian yang telah ditetapkan. Dalam mencapai kedua target tersebut, dapat diterapkan aturan prioritas dalam pengurutan penjadwalan. Sesuai dengan namanya, aturan prioritas merupakan aturan mengurutkan suatu jadwal **berdasarkan prioritas yang ditetapkan oleh perusahaan**. Aturan prioritas *non-delay scheduling* memiliki beberapa metode, di antaranya adalah sebagai berikut.

- 1) *Earliest Due Date* (EDD), merupakan metode yang mengurutkan tugas berdasarkan waktu tenggat terdekat.
- 2) *Critical Ratio* (CR), memprioritaskan tugas berdasarkan persediaan barang yang paling kritis. Persentase *critical ratio* dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$CR (\%) = \frac{\text{Stock Produk}}{\text{Jumlah permintaan}} \times 100\% \quad (1)$$

- 3) *Short Process Time* (SPT), mengurutkan tugas berdasarkan waktu proses tersingkat.

Untuk mengetahui tingkat efektivitas dari ketiga metode ini, perlu dibandingkan waktu penyelesaian rata-rata, utilisasi dan rata-rata keterlambatan setiap metode (Haizer dan Render, 2005). Berikut merupakan rumus perhitungan ketiga kategori tersebut.

- 1) *Waktu penyelesaian rata – rata* = $\frac{\Sigma \text{Waktu penyelesaian}}{\text{jumlah pesanan}}$ (2)

Semakin cepat waktu penyelesaian rata-rata, maka semakin optimal waktu yang digunakan dalam memproduksi *tread*.

- 2) *Utilisasi* = $\frac{\Sigma \text{Waktu Proses}}{\Sigma \text{Waktu Penyelesaian}} \times 100\%$ (3)

Kemudian, persentase utilisasi menunjukkan perbandingan antara waktu *setup* mesin dengan total keseluruhan proses. Dengan demikian, nilai utilisasi tertinggi dianggap sebagai nilai teroptimal dalam memproduksi *tread*.

- 3) *Keterlambatan rata – rata* = $\frac{\Sigma \text{Total Keterlambatan}}{\text{jumlah pesanan}}$ (4)

Keterlambatan merupakan hal yang dihindari oleh seluruh pihak. Durasi penyelesaian yang cepat tidak akan optimal jika menghasilkan keterlambatan di luar batas. Batas toleransi yang dianggap aman pada penelitian ini adalah 1,5 menit.

Sebelum mengumpulkan data, diperlukan jumlah sampel data yang dibutuhkan untuk menggambarkan keseluruhan situasi yang terjadi saat penelitian (Cendy et al., 2015). Menurut Sugiyono (2017), sample merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Oleh karena itu, dilakukan uji kecukupan data pada penelitian ini. Pada penelitian ini, digunakan notasi rumus slovin untuk mengukur minimal jumlah sampel data yang harus diambil. Berikut notasi rumus slovin.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (5)$$

Dimana:

n = Jumlah sampel

N = Jumlah populasi

e = *Margin of error*

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini merupakan data rencana produksi yang telah ada selama 7 hari, pada *shift* 1 dan beberapa pada *shift* 2 pada 6 mesin . PT XYZ sendiri memiliki siklus *shift* sebanyak 3 kali (1 *shift* = 8 jam). Sehingga populasi pada penelitian ini adalah data rencana produksi selama 7 hari dengan 3 *shift* pada 6 mesin. Persentase *error* pada penelitian ini 10%.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \tag{6}$$

$$n = \frac{7 \times 3 \times 6}{1 + (7 \times 3 \times 6)(0.1)^2} \tag{7}$$

$$n = \frac{126}{1 + (126)(0.01)} \tag{8}$$

$$n = 55,75 \tag{9}$$

Total data yang digunakan adalah 60, dimana 60 lebih besar daripada jumlah sampel teoritis. Dengan demikian, data yang digunakan cukup untuk menggambarkan data saat ini.

PT XYZ saat ini menerapkan sistem kanban tarik. Sehingga kebutuhan produksi *tread* bergantung pada permintaan *building* yang dimana merupakan proses selanjutnya setelah *tread extruder*. Aturan prioritas yang diterapkan oleh PT XYZ saat ini merupakan metode *Earliest Due Date* (EDD). Metode ini dipilih oleh PT XYZ karena perusahaan ini menggunakan sistem *make to order*. Maka dari itu, metode EDD digunakan untuk mengantisipasi tidak terjadinya keterlambatan. Berikut salah satu data yang telah dikumpulkan pada mesin 3:

Tabel 1. Metode EDD

No	Size	Due Date		compound	Construction Ant = 1 Non = 2	Cycle Time		Lead Time			Selisih (Minutes)	Late (Minutes)
		Jam	Konversi (Menit)			Setup (minutes)	Process (minutes)	Individual (minutes)	accum (minutes)	accum (hour)		
1	Z10	15:09	489	A17	2	10	11	20.8	20.8	0.3	468.2	0.0
2	Z6	15:41	521	A16	2	10	9	19.5	40.3	0.7	480.7	0.0
3	Z13	15:47	527	A16	2	2.5	14	16.8	57.0	1.0	470.0	0.0
4	Z9	16:21	561	A15	1	17	28	44.7	101.7	1.7	459.3	0.0
5	Z16	16:25	565	A8	2	17	26	42.8	144.5	2.4	420.5	0.0
6	Z5	16:59	599	A8	2	2.5	18	20.4	164.9	2.7	434.1	0.0
7	Z44	17:06	606	A16	2	2.5	5	7.1	172.1	2.9	433.9	0.0
8	Z3	17:08	608	A8	2	2.5	25	27.0	199.1	3.3	408.9	0.0
9	Z2	17:20	620	A8	2	2.5	4	6.2	205.3	3.4	414.7	0.0
10	Z1	18:03	663	A8	2	2.5	4	6.7	211.9	3.5	451.1	0.0
11	Z8	18:36	696	A15	1	2.5	12	14.4	226.3	3.8	469.7	0.0
12	Z14	19:39	759	A16	2	2.5	5	7.4	233.7	3.9	525.3	0.0
TOTAL	12					74	159.71	233.71				0.0

Tabel 2. Metode CR

No	Size	Due Date		compound	Construction Ant = 1 Non = 2	Cycle Time		Lead Time			Selisih (Minutes)	Late (Minutes)
		Jam	Konversi (Menit)			Setup (minutes)	Process (minutes)	Individual (minutes)	accum (minutes)	accum (hour)		
1	Z10	15:09	489	A17	2	2.5	11	13.3	13.3	0.2	475.7	0.0
3	Z13	15:47	527	A16	2	10	14	24.3	37.6	0.6	489.4	0.0
4	Z9	16:21	561	A15	1	17	28	44.7	82.2	1.4	478.8	0.0
8	Z3	17:08	608	A8	2	17	25	41.5	123.8	2.1	484.2	0.0
5	Z16	16:25	565	A8	2	2.5	26	28.3	152.1	2.5	412.9	0.0
6	Z5	16:59	599	A8	2	2.5	18	20.4	172.5	2.9	426.5	0.0
9	Z2	17:20	620	A8	2	2.5	4	6.2	178.7	3.0	441.3	0.0
2	Z6	15:41	521	A16	2	10	9	19.5	198.1	3.3	322.9	0.0
11	Z8	18:36	696	A15	1	17	12	28.9	227.1	3.8	468.9	0.0
10	Z1	18:03	663	A8	2	17	4	21.2	248.2	4.1	414.8	0.0
7	Z44	17:06	606	A16	2	10	5	14.6	262.8	4.4	343.2	0.0
12	Z14	19:39	759	A16	2	2.5	5	7.4	270.2	4.5	488.8	0.0
TOTAL	12					110.5	159.71	270.21				0.0

Dalam melakukan analisa, data akan diolah berdasarkan 2 metode lain yang telah dipilih sebagai pembanding. Kedua metode yang dipilih adalah aturan prioritas berdasarkan *critical ratio* (CT) dan *short process time* (SPT). Data akan diurutkan berdasarkan aturan setiap metode dan dihitung nilai keterlambatannya.

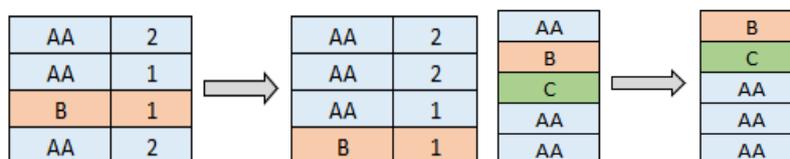
Tabel 3. Metode STP

No	Size	Due Date		compound	Construction Ant = 1 Non = 2	Cycle Time		Lead Time			Selisih (Minutes)	Late (Minutes)
		Jam	Konversi (Menit)			Setup (minutes)	Process (minutes)	Individual (minutes)	accum (minutes)	accum (hour)		
9	Z2	17:20	620	A8	2	2.5	3.7	6.2	6.2	0.1	613.8	0.0
10	Z1	18:03	663	A8	2	2.5	4.2	6.7	12.8	0.2	650.2	0.0
7	Z44	17:06	606	A16	2	10	4.6	14.6	27.5	0.5	578.5	0.0
12	Z14	19:39	759	A16	2	2.5	4.9	7.4	34.8	0.6	724.2	0.0
2	Z6	15:41	521	A16	2	2.5	9	12.0	46.8	0.8	474.2	0.0
1	Z10	15:09	489	A17	2	10	11	20.8	67.6	1.1	421.4	0.0
11	Z8	18:36	696	A15	1	17	12	28.9	96.5	1.6	599.5	0.0
3	Z13	15:47	527	A16	2	17	14	31.3	127.8	2.1	399.2	0.0
6	Z5	16:59	599	A8	2	10	18	27.9	155.7	2.6	443.3	0.0
8	Z3	17:08	608	A8	2	2.5	25	27.0	182.7	3.0	425.3	0.0
5	Z16	16:25	565	A8	2	2.5	26	28.3	211.0	3.5	354.0	0.0
4	Z9	16:21	561	A15	1	17	28	44.7	255.7	4.3	305.3	0.0
TOTAL	12					96	159.71	255.71				0.0

Pada bagian selisih, dihitung perbedaan waktu antara waktu tenggat yang diberikan dengan akumulasi waktu *size* tersebut selesai diproduksi. Jika tidak menimbulkan keterlambatan, maka pada bagian *late* akan bertanda 0. Jika selisih tersebut menunjukkan nilai negatif, maka durasi keterlambatan tersebut akan masuk kedalam *late* guna menghitung durasi keterlambatan setiap metode.

Sesuai dengan permasalahan yang ada, data akan dikelompokkan setelah melakukan pengurutan sesuai ketiga metode. Terdapat beberapa ketentuan dalam pengelompokan guna menghindari terjadinya keterlambatan selama proses produksi. Berikut ketentuan yang perlu diterapkan:

- 1) Pengelompokan mengutamakan jenis *compound* yang sama.
- 2) Prioritas kedua setelah *compound* adalah *construction*.
- 3) Perpindahan *size* hanya dapat dilakukan jika memiliki selisih perbedaan maksimal 3 baris dengan jenis *compound* atau *construction* yang sama.
- 4) Prioritas berpindah mengikuti kelompok bagian atas.
- 5) Perpindahan mengikuti posisi jumlah *compound* yang sama terbanyak.



Gambar 2. Ilustrasi pengelompokan

Berikut hasil pengelompokan data yang telah dilakukan.

Tabel 4. Pengelompokan Data Metode EDD

No	Size	Due Date		compound	Construction Ant = 1 Non = 2	Cycle Time		Lead Time			Selisih (Minutes)	Late (Minutes)
		Jam	Konversi (Menit)			Setup (minutes)	Process (minutes)	Individual (minutes)	accum (minutes)	accum (hour)		
1	Z10	15:09	489	A17	2	10	11	20.8	20.8	0.3	468.2	0.0
2	Z6	15:41	521	A16	2	10	9	19.5	40.3	0.7	480.7	0.0
3	Z13	15:47	527	A16	2	2.5	14	16.8	57.0	1.0	470.0	0.0
7	Z44	17:06	606	A16	2	2.5	5	7.1	64.2	1.1	541.8	0.0
4	Z9	16:21	561	A15	1	17	28	44.7	108.8	1.8	452.2	0.0
5	Z16	16:25	565	A8	2	17	26	42.8	151.7	2.5	413.3	0.0
6	Z5	16:59	599	A8	2	2.5	18	20.4	172.1	2.9	426.9	0.0
8	Z3	17:08	608	A8	2	2.5	25	27.0	199.1	3.3	408.9	0.0
9	Z2	17:20	620	A8	2	2.5	4	6.2	205.3	3.4	414.7	0.0
10	Z1	18:03	663	A8	2	2.5	4	6.7	211.9	3.5	451.1	0.0
11	Z8	18:36	696	A15	1	2.5	12	14.4	226.3	3.8	469.7	0.0
12	Z14	19:39	759	A16	2	2.5	5	7.4	233.7	3.9	525.3	0.0
TOTAL	12					74	159.71	233.71				0.0

Tabel 5. Pengelompokan Data Metode CR

No	Size	Due Date		compound	Construction Ant = 1 Non = 2	Cycle Time		Lead Time			Selisih (Minutes)	Late (Minutes)
		Jam	Konversi (Menit)			Setup (minutes)	Process (minutes)	Individual (minutes)	accum (minutes)	accum (hour)		
1	Z10	15:09	489	A17	2	2.5	11	13.3	13.3	0.2	475.7	0.0
3	Z13	15:47	527	A16	2	10	14	24.3	37.6	0.6	489.4	0.0
4	Z9	16:21	561	A15	1	17	28	44.7	82.2	1.4	478.8	0.0
8	Z3	17:08	608	A8	2	17	25	41.5	123.8	2.1	484.2	0.0
5	Z16	16:25	565	A8	2	2.5	26	28.3	152.1	2.5	412.9	0.0
6	Z5	16:59	599	A8	2	2.5	18	20.4	172.5	2.9	426.5	0.0
9	Z2	17:20	620	A8	2	2.5	4	6.2	178.7	3.0	441.3	0.0
10	Z1	18:03	663	A8	2	2.5	4	6.7	185.3	3.1	477.7	0.0
11	Z8	18:36	696	A15	1	17	12	28.9	214.3	3.6	481.7	0.0
2	Z6	15:41	521	A16	2	17	9	26.5	240.7	4.0	280.3	0.0
7	Z44	17:06	606	A16	2	2.5	5	7.1	247.8	4.1	358.2	0.0
12	Z14	19:39	759	A16	2	2.5	5	7.4	255.2	4.3	503.8	0.0
TOTAL	12					95.5	159.71	255.21				0.0

Tabel 6. Pengelompokan Data Metode STP

No	Size	Due Date		compound	Construction Ant = 1 Non = 2	Cycle Time		Lead Time			Selisih (Minutes)	Late (Minutes)
		Jam	Konversi (Menit)			Setup (minutes)	Process (minutes)	Individual (minutes)	accum (minutes)	accum (hour)		
9	Z2	17:20	620	A8	2	2.5	3.7	6.2	6.2	0.1	613.8	0.0
10	Z1	18:03	663	A8	2	2.5	4.2	6.7	12.8	0.2	650.2	0.0
7	Z44	17:06	606	A16	2	10	4.6	14.6	27.5	0.5	578.5	0.0
12	Z14	19:39	759	A16	2	2.5	4.9	7.4	34.8	0.6	724.2	0.0
2	Z6	15:41	521	A16	2	2.5	9	12.0	46.8	0.8	474.2	0.0
3	Z13	15:47	527	A16	2	2.5	14	16.8	63.6	1.1	463.4	0.0
1	Z10	15:09	489	A17	2	10	11	20.8	84.4	1.4	404.6	0.0
6	Z5	16:59	599	A8	2	10	18	27.9	112.2	1.9	486.8	0.0
8	Z3	17:08	608	A8	2	2.5	25	27.0	139.3	2.3	468.7	0.0
5	Z16	16:25	565	A8	2	2.5	26	28.3	167.6	2.8	397.4	0.0
11	Z8	18:36	696	A15	1	17	12	28.9	196.5	3.3	499.5	0.0
4	Z9	16:21	561	A15	1	2.5	28	30.2	226.7	3.8	334.3	0.0
TOTAL	12					67	159.71	226.71				0.0

Setelah melakukan pengolahan data pada keenam mesin selama 10 shift, dilakukan analisa berdasarkan perhitungan rata-rata waktu penyelesaian, utilisasi dan keterlambatan rata-rata pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Metode Tanpa Pengelompokan (TP) dan Metode Pengelompokan (P)

Mesin	Pembanding	EDD		CR		SPT	
		TP	P	TP	P	TP	P
Mesin 1	Waktu Penyelesaian Rata-rata	17,48	16,27	18,14	16,43	18,40	16,48
	Rata-rata Utilisasi	66%	71%	63%	70%	63%	70%
	Rata-rata Keterlambatan	0,77	0,94	3,99	3,65	7,51	5,91
Mesin 2	Waktu Penyelesaian Rata-rata	22,55	19,82	23,04	19,96	22,31	19,51
	Rata-rata Utilisasi	53,3%	60,7%	52,2%	60,2%	54,1%	61,6%
	Rata-rata Keterlambatan	1,46	1,28	11,59	9,51	14,66	10,20
Mesin 3	Waktu Penyelesaian Rata-rata	22,44	20,13	22,51	20,26	22,54	19,96
	Rata-rata Utilisasi	58,9%	65,3%	58,5%	64,8%	58,4%	66,0%
	Rata-rata Keterlambatan	0,00	0,00	0,59	0,37	1,84	1,29
Mesin 4	Waktu Penyelesaian Rata-rata	20,48	17,96	20,53	17,88	20,21	17,80
	Rata-rata Utilisasi	53,8%	61,4%	53,7%	61,5%	54,5%	61,9%
	Rata-rata Keterlambatan	3,26	3,02	13,23	8,89	20,31	15,29
Mesin 5	Waktu Penyelesaian Rata-rata	15,40	14,30	15,13	14,36	15,23	14,74
	Rata-rata Utilisasi	66,1%	71,1%	67,1%	70,7%	66,9%	69,0%
	Rata-rata Keterlambatan	0,16	0,42	3,93	3,31	2,43	1,78
Mesin 6	Waktu Penyelesaian Rata-rata	20,15	18,17	21,34	18,30	20,78	18,14
	Rata-rata Utilisasi	57,8%	63,8%	55,0%	63,5%	56,2%	64,0%
	Rata-rata Keterlambatan	0,14	0,81	6,59	4,11	5,81	4,35

Berdasarkan hasil perhitungan analisa yang telah dilakukan pada Tabel 7, terlihat bahwa keenam mesin akan bekerja secara optimal jika menggunakan **aturan prioritas EDD dengan sistem pengelompokan**. Selain mesin 1, seluruh mesin menghasilkan waktu rata-rata penyelesaian dan nilai utilisasi paling optimal pada aturan prioritas SPT dengan sistem pengelompokan. Namun, dikarenakan keterlambatan yang melewati batas toleransi (1,5 menit), maka aturan prioritas SPT tidak dapat digunakan.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa adanya perbedaan penjadwalan antara perencanaan dengan realisasi dalam proses produksi *tread*. Hal ini dikarenakan penjadwalan produksi yang kurang optimal. Maka dari itu, peneliti membandingkan metode penjadwalan saat ini, yaitu *earliest due date*, dengan 2 metode lain yaitu *critical ratio* dan *short process time*.

Berdasarkan perhitungan uji kecukupan data yang telah dilakukan, data dinyatakan cukup dan dapat menggambarkan situasi pada saat pengambilan data selama 7 hari.

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, metode penjadwalan *earliest due date* yang telah diterapkan oleh PT XYZ saat ini sudah optimal. Berdasarkan hasil penelitian ini, penjadwalan ini dapat menjadi lebih optimal jika ditambahkan metode pengelompokan. Metode pengelompokan memberikan hasil pengurangan jumlah *scrap* dan durasi *setup* mesin. Pengurangan durasi setup mesin berdampak pada pengurangan waktu penyelesaian rata-rata dan peningkatan persentase rata-rata utilisasi.

Daftar Pustaka

- Ahmad. (2021). *Pengertian Struktur Organisasi: Fungsi, Jenis, Dan Contoh*. Gramedia Blog. <https://www.gramedia.com/literasi/struktur-organisasi/>
- Astian, N. (2008). *Penjadwalan Produksi Dengan Metode Algoritma Differential Evolution Untuk Meminimalkan Makespan Pada Line Body Press Industrial Otomotif* (p. 10) [Skripsi].
- Cao, J., & Bedworth, D. D. (1992). Flow Shop Scheduling in Serial Multi-Product Processes with Transfer and Set-up Times. *International Journal of Production Research*, 30(8), 1819–1830.
- Cendy, B. M., Sugiono, & Hardiningtyas, D. (2015). Analisis Perancangan Produk Long Leg Braces Dengan Pendekatan Kansei Words Dan Biomekanika. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*, 3(2), 301–310.
- Djatna, T., & Rohman, A. H. (2012). An Improved Modeling for Pproduction Scheduling In PT. MDS, Cikarang -Bekasi. *E-Jurnal Agroindustri Indonesia*, 1(1), 53–59.
- Fadli, M. R., & Sulistiyowati, W. (2021). Optimization of Pipe Production Scheduling in Line 18 Using First Come First Serve (Fcfs), Earlier Due Date (Edd), Short Process Time (Spt) Methods (Case Study: Pt Wtur). *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 3(2), 44–54. <https://doi.org/10.21070/prozima.v3i2.1268>
- Heizer, J., & Render, J. (2005). *Operation Management* (7th ed.). Salemba Empat.
- Hutomo, A. K., Laksana, D. D., & Kristianta, Fx. (2017). Pengaruh Permukaan Alur Kembang (Tread Pattern) Ban Type Radial Ply Terhadap Rolling Resistance. *ROTOR*, 10(1), 51–56. <https://doi.org/10.19184/rotor.v10i1.5148>
- Kusuma, A. T. (2023, January 19). *Mengenal Perbedaan Ban Radial dan Ban Bias*. Momobil.id. <https://momobil.id/news/mengenal-perbedaan-ban-radial-dan-ban-bias/?amp=1>

- Nurdyansa. (2018, May 5). *Biografi Charles Goodyear - Penemu Ban Karet*. Biografiku. <https://www.biografiku.com/biografi-charles-goodyear-penemu-ban/>
- Ramadhan, G., Setyawan, H. B., & Soebijono, T. (2015). Rancang Bangun Sistem Informasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Aturan Prioritas pada Pt. IGLAS (Persero). *JSIKA*, 4(2), 1–8.
- Ramadhan, R., Fauziah, & Handayani, E. T. E. (2022). Penerapan Algoritma First Come First Served Dalam Menentukan Penyewaan Lapangan Futsal Berbasis Web. *JTIK (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, 6(1), 102–110.
- Safitri, R. I. (2019). Analisis Sistem Penjadwalan Produksi Berdasarkan Pesanan Pelanggan dengan Metode FCFS, LPT, SPT dan EDD Pada PD. X. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 1(2), 26–30. <https://doi.org/10.30998/joti.v1i2.3840>
- Sonata, F. (2015). Sistem Penjadwalan Mesin Produksi Menggunakan Algoritma Johnson dan Campbell. *Jurnal Buana Informatik*, 6(3), 173–182.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.