

USULAN PENJADWALAN PRODUK MENGUNAKAN ALGORITMA *NON DELAY* DENGAN MESIN PARALEL PADA PT. ADHICHANDRA DWIUTAMA

TIFANI AL BAROKAH, EMSOSFI ZAINI, ALEX SALEH

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: tifanialba14@gmail.com

ABSTRAK

Makalah ini membahas penjadwalan produk pada PT. Adhichandra Dwiutama. Perusahaan PT. Adhichandra Dwiutama adalah perusahaan yang bergerak dibidang percetakan yang memproduksi banyak jenis produk dan memiliki berbagai jenis mesin. Penjadwalan produksi diperlukan oleh perusahaan karena terdapat waktu menganggur pada mesin yang mengakibatkan waktu penyelesaian begitu lama. Penjadwalan berfungsi untuk mengurangi waktu penyelesaian agar tidak terlambat. Penjadwalan yang dilakukan menggunakan metode non delay, metode ini bertujuan untuk meminimumkan waktu penyelesaian (makespan) dengan mengurangi waktu menganggur (idle time). Terdapat pengembangan algoritma non delay dasar, hal ini dilakukan untuk mengakomodasi mesin paralel. Dari hasil penelitian ini akan menghasilkan makespan untuk per hari, selain itu dari penjadwalan akan terlihat mesin mana yang menganggur dan mesin yang mengalami penumpukan.

Kata kunci: *Penjadwalan Non Delay, Mesin Paralel, Job Shop.*

ABSTRACT

This paper discusses the product scheduling on PT . Adhichandra Dwiutama . Company PT . Adhichandra Dwiutama is a company engaged in printing which produces many kinds of products and have different types of machines . Scheduling of production needed by the company because there is idle time on a machine that resulted in the turnaround time for so long . Scheduling function to reduce the turnaround time in order not to be late . Scheduling is done using non- delay method , this method aims to minimize completion time (makespan) by reducing the idle time. There is a basic non- delay algorithm development, this is done to accommodate the parallel machine . From the results of this research will generate makespan for a day , other than that of the scheduling will be visible where the engine is idle and the engine is congested.

Keywords : *Scheduling Non Delay , Parallel Machine, Job Shop.*

1.PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

Industri manufaktur memiliki cakupan mulai dari industri manufaktur skala kecil sampai dengan industri manufaktur skala besar. Perusahaan manufaktur umumnya bertujuan untuk memproduksi suatu produk secara massal untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal. Untuk mencapai keuntungan maksimal maka diperlukannya perencanaan pada proses produksi. Terdapat kegiatan dalam perencanaan produksi yaitu peramalan, perencanaan persediaan, perencanaan kapasitas dan penjadwalan.

Perusahaan PT. Adhichandra Dwiutama adalah perusahaan yang bergerak dibidang percetakan yang memproduksi banyak jenis produk seperti dus sepatu, hang tag, size tag, sticker dan sebagainya. Selain mempunyai banyak jenis produk, perusahaan memiliki berbagai jenis mesin yaitu mesin sablon, mesin potong, mesin GTO, mesin GTO4, mesin PON, mesin SORS, mesin spandex dan mesin bor. Mesin-mesin ini memiliki jumlah lebih dari satu dan dapat bekerja secara paralel.

1.2 Identifikasi Masalah

PT. Adhichandra Dwiutama adalah perusahaan yang bergerak dibidang percetakan yang memproduksi banyak jenis produk dan memiliki banyak jenis mesin. Setiap jenis mesin memiliki lebih dari satu mesin yang dapat bekerja secara paralel. Masalah yang terjadi pada PT. Adhichandra Dwiutama adalah terdapat *idle time* pada mesin, sehingga metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *non delay*. Metode ini dapat meminimumkan *makespan* dengan cara tidak membiarkan mesin menjadi *idle* bila suatu operasi dapat dimulai. Dapat dilihat dari pemilihan set operasi untuk dijadwalkan pada jadwal parsial dengan kriteria saat mulai terkecil. Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan jadwal produksi dengan kriteria minimisasi *makespan*.

2.STUDI LITERATUR

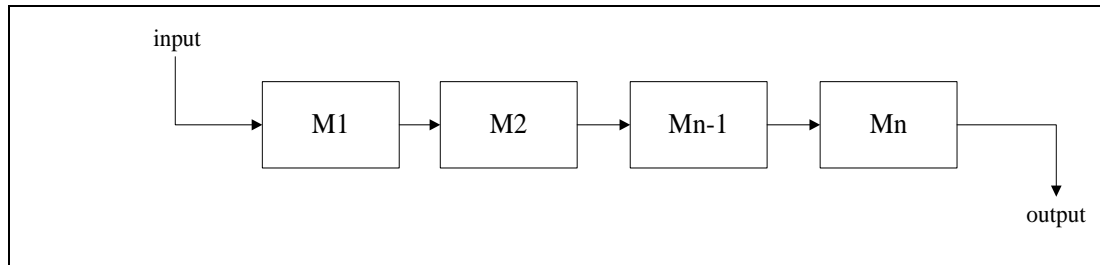
Pada penjadwalan berdasarkan sistem produksi terdapat beberapa jenis penjadwalan yaitu *flow shop*, *job shop* dan *heuristic schedule generation*. Dibawah ini akan membahas dua jenis penjadwalan saja yaitu *flow shop* dan *job shop*.

2.1.Penjadwalan *Flow Shop*

Penjadwalan *flow shop* (Baker, 1974) merupakan suatu pergerakan unit-unit yang terus-menerus melalui suatu rangkaian stasiun-stasiun kerja yang disusun berdasarkan produk. Susunan suatu proses produksi jenis *flow shop* dapat diterapkan dengan tepat untuk produk-produk dengan desain yang stabil dan diproduksi secara banyak (volume produk) sehingga investasi dengan tujuan khusus (*special purpose*) yang dapat secepatnya kembali.

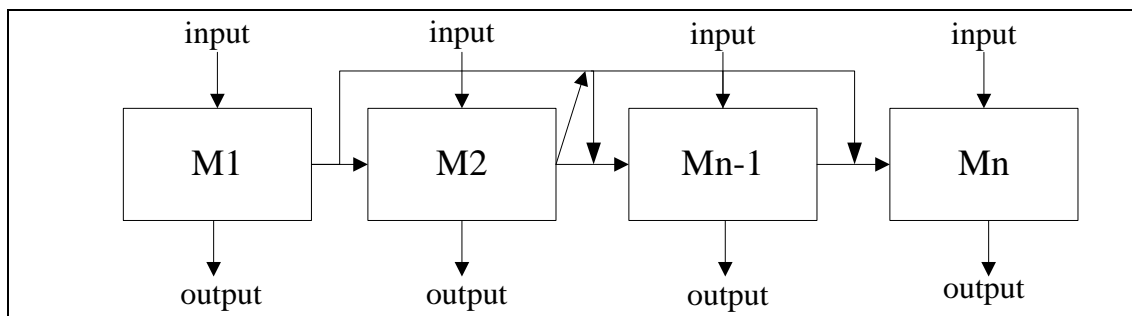
Suatu masalah kritis dalam *flow shop* adalah pengelompokkan tugas-tugas yang dibutuhkan dalam stasiun kerja, sehingga tercapai suatu kondisi yang memenuhi pembatas-pembatas urutan dan terjadi keseimbangan pada tingkat *output* produksi. Jika tingkat *output* bervariasi untuk masing-masing stasiun kerja, maka hal ini berarti bahwa lintasan produksi tersebut tidak seimbang. Ketidakseimbangan lintasan akan menghasilkan aliran yang tidak teratur dan rendahnya *utilitas* kapasitas yang disebabkan turunnya kecepatan aliran pada stasiun-stasiun penyebab *bottleneck*. Stasiun-stasiun kerja disusun berdasarkan produk.

Terdapat dua pola aliran *flow shop* yaitu *pure flow shop* dan *general flow shop*. *Pure flow shop* adalah semua pekerjaan mengikuti lintasan yang sama dan urutan mesin yang sama pula. Pola aliran ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola Aliran *Pure Flow Shop*

Jika pekerjaan dikerjakan dengan mengikuti lintasan yang sama tetapi urutan mesin berbeda disebabkan oleh suatu *shop* dapat menangani pekerjaan yang bervariasi sedangkan pekerjaan yang datang ke *shop* tidak harus dikerjakan di semua mesin maka disebut dengan *general flow shop*. Pola aliran ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola Aliran *General Flow Shop*

2.2. Penjadwalan *Job Shop*

Penjadwalan pada proses produksi tipe *job shop* lebih sulit dibandingkan penjadwalan *flow shop*. Hal ini disebabkan oleh 3 alasan, yaitu:

1. *Job shop* menangani variasi produk yang sangat banyak, dengan pola aliran yang berbeda-beda melalui pusat-pusat kerja.
2. Peralatan pada *job shop* digunakan bersama-sama oleh bermacam-macam order pada prosesnya, sedangkan peralatan pada *flow shop* digunakan khusus untuk satu jenis produk.
3. Job-job yang berbeda mungkin ditentukan oleh prioritas berbeda pula. Hal ini mengakibatkan produk tertentu yang dipilih harus diproses seketika pada saat order tersebut ditugaskan pada suatu pusat kerja. Sedangkan pada *flow shop* tidak terjadi permasalahan seperti tersebut karena keseragaman output yang diproduksi untuk persediaan. Prioritas order pada *flow shop* dipengaruhi terutama pada pengirimannya dibandingkan tanggal pemrosesan.

Faktor-faktor diatas menghasilkan sangat banyak kemungkinan kombinasi dari pembebanan dan urutan-urutan. Perhitungan dari identifikasi dan evaluasi jadwal-jadwal yang mungkin menjadi sulit sehingga banyak perhatian diarahkan pada riset penjadwalan *job shop*. Selain itu, persiapan suatu penjadwalan *job shop*, penyesuaian dan pembaharuan membutuhkan investasi yang besar untuk fasilitas komputer.

Adapun jenis-jenis *job shop* terdiri dari:

1. Jadwal Aktif adalah satu set jadwal yang tidak memungkinkan lagi untuk melakukan geser-kiri global. Geser-kiri global (global left-shift) penyesuaian sehingga suatu operasi dimulai lebih cepat tanpa menyebabkan *delay* operasi lain. Notasi yang digunakan sama dengan algoritma ini, terdiri dari:

PS_t = Jadwal parsial yang terdiri dari t buah operasi terjadwal

S_t = Set operasi yang dapat dijadwalkan pada *stage* t , setelah operasi PS_t .

σ_j = Waktu tercepat operasi $j \in S_t$ dapat dimulai

ϕ_j = Waktu tercepat operasi $j \in S_t$ dapat diselesaikan

Dibawah ini terdapat langkah-langkah dari algoritma aktif, yaitu:

Langkah 1: Tentukan $t = 0$ dan kemudian mulai dengan PS_0 sebagai jadwal parsial nol. Tentukan seluruh operasi tanpa *predecessor* sebagai S_0 .

Langkah 2: Tentukan $\phi^* = \min_{j \in S_t} (\phi_j)$ dan mesin m^* yaitu mesin tempat ϕ^* dapat direalisasikan.

Langkah 3: Untuk setiap operasi $j \in S_t$ yang membutuhkan mesin m^* dan berlaku $\sigma_j < \phi^*$, buat jadwal parsial baru dengan menambahkan operasi j pada PS_t dengan saat mulai operasi pada σ_j

Langkah 4: Untuk setiap jadwal parsial baru PS_{t+1} yang dihasilkan pada Langkah 3, perbaharui set data berikut:

- Keluarkan operasi j dari S_t
- Tambahkan suksesor langsung operasi j ke dalam S_{t+1}
- Naikkan nilai t dengan 1

Langkah 5: Untuk setiap PS_{t+1} yang dihasilkan pada Langkah 3, kembali ke Langkah 2. Lanjutkan langkah-langkah ini sampai semua operasi terjadwalkan.

2. Jadwal *non-delay* adalah jadwal aktif yang tidak membiarkan mesin menjadi *idle* bila suatu operasi dapat dimulai. Notasi yang digunakan sama dengan algoritma ini, terdiri dari:

PS_t = Jadwal parsial yang terdiri dari t buah operasi terjadwal

S_t = Set operasi yang dapat dijadwalkan pada *stage* t , setelah operasi PS_t .

σ_j = Waktu tercepat operasi $j \in S_t$ dapat dimulai

ϕ_j = Waktu tercepat operasi $j \in S_t$ dapat diselesaikan

Dibawah ini terdapat langkah-langkah dari algoritma *non-delay*, yaitu:

Langkah 1: Tentukan $t = 0$ dan kemudian mulai dengan PS_0 sebagai jadwal parsial nol. Tentukan seluruh operasi tanpa *predecessor* sebagai S_0 .

Langkah 2: Tentukan $\sigma^* = \min_{j \in S_t} (\sigma_j)$ dan mesin m^* yaitu mesin tempat σ^* dapat direalisasikan.

Langkah 3: Untuk setiap operasi $j \in S_t$ yang membutuhkan mesin m^* dan berlaku $\sigma_j = \sigma^*$, buat jadwal parsial baru dengan menambahkan operasi j pada PS_t dengan saat mulai operasi pada σ_j

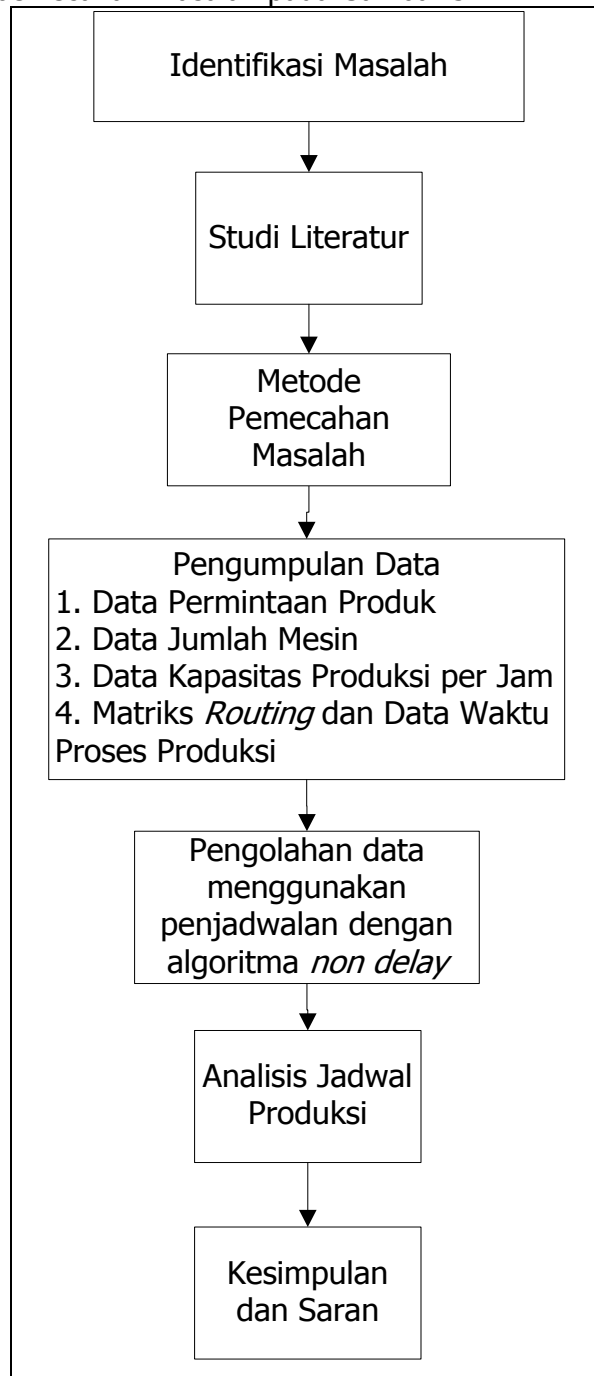
Langkah 4: Untuk setiap jadwal parsial baru PS_{t+1} yang dihasilkan pada Langkah 3, perbaharui set data berikut:

- Keluarkan operasi j dari S_t
- Tambahkan suksesor langsung operasi j ke dalam S_{t+1}

- Langkah 5:** •Naikkan nilai t dengan 1
Untuk setiap PS_{t+1} yang dihasilkan pada Langkah 3, kembali ke Langkah 2. Lanjutkan langkah-langkah ini sampai semua operasi terjadwalkan.

3.METODOLOGI PENELITIAN

Kerangka pemecahan masalah ini digunakan agar masalah dapat diselesaikan dengan sistematis. Adapun hal-hal yang dilakukan pada metodologi penelitian dapat dilihat pada diagram alir kerangka pemecahan masalah pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Kerangka Pemecahan Masalah

ALGORITMA PENJADWALAN *NON DELAY* UNTUK MESIN PARALEL

Pengolahan data dilakukan dengan mengembangkan algoritma dasar penjadwalan *non delay*. Pengembangan yang dilakukan untuk mengakomodasi mesin paralel. Notasi yang digunakan sama dengan algoritma dasar, terdiri dari:

PS_t = Jadwal parsial yang terdiri dari t buah operasi terjadwal

S_t = Set operasi yang dapat dijadwalkan pada *stage* t , setelah operasi PS_t .

σ_j = Waktu tercepat operasi $j \in S_t$ dapat dimulai

ϕ_j = Waktu tercepat operasi $j \in S_t$ dapat diselesaikan

Dibawah ini terdapat langkah-langkah dari algoritma *non delay* dengan penyesuaian algoritma.

- Langkah 1:** Pertama $t = 0$ dan kemudian mulai dengan PS_0 sebagai jadwal parsial nol. Kemudian tentukan seluruh operasi tanpa *predecessor* sebagai S_0 .
- Langkah 2:** Notasi S_t terdiri dari empat digit angka dan nama mesin, tiga digit angka pertama menyatakan nama batch dan satu digit kedua menyatakan urutan operasi yang digunakan, seperti: "001 1 sablon" sampai dengan "028 1 potong"
- Langkah 3:** Saat mulai (σ_j) setiap produk diambil dari data permintaan produk. Data permintaan produk yang digunakan hanya tanggal terima order. Ketika order masuk pada hari pertama maka $\sigma_j = 0$, dan ketika order masuk pada hari kedua maka $\sigma_j = \text{regular time}$ (waktu kerja)
- Langkah 4:** Waktu proses (t_{ij}) setiap produk diambil dari data waktu proses, data waktu proses pembacaannya hampir sama dengan matriks *routing* hanya saja nama mesin diganti dengan waktu proses pada mesin tersebut.
- Langkah 5:** Saat selesai (ϕ_j) = saat mulai (σ_j) + waktu proses (t_{ij})
- Langkah 6:** Saat mulai minimum diambil dari saat mulai yang terkecil untuk setiap *stage*.
- Langkah 7:** Mesin yang digunakan dapat dilihat pada notasi operasi yang terdapat pada Langkah 2.
- Langkah 8:** Jadwal parsial (PS_t) didapat dari membandingkan semua S_t , jika terdapat lebih dari satu saat mulai terkecil maka perhatikan saat selesai dan pilih saat selesai yang terkecil, jika saat selesai juga sama pilih salah satu secara sembarang.
- Langkah 9:** Perusahaan memiliki beberapa jenis mesin dan jumlahnya pun berbeda-beda seperti mesin sablon ada 6 unit, mesin potong ada 3 unit, mesin GTO ada 4 unit, mesin GTO4 ada 4 unit, mesin SORS ada 2 unit, mesin PON ada 5 unit, mesin spandex ada 4 unit dan mesin bor ada 3 unit. Pemilihan mesin yang akan digunakan disesuaikan dengan mesin mana yang tersedia.
- Langkah 10:** Saat selesai untuk setiap *batch* akan menjadi saat selesai di mesin yang bersangkutan, dan akan menjadi saat mulai untuk operasi berikutnya. Untuk S_t yang sudah terjadwalkan pada operasi 1 maka akan dilanjutkan ke operasi selanjutnya, lanjutkan langkah-langkah diatas sampai suatu jadwal *non delay* dihasilkan.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pengumpulan data berisikan mengenai data yang telah dikumpulkan dari hasil penelitian dan pengolahan data tersebut menggunakan metode yang sudah dijelaskan sebelumnya.

4.1 PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data terdiri dari data permintaan produk, data jumlah mesin, data waktu mesin, data waktu proses produksi dan matriks *routing* yang akan diolah pada pengolahan data. Data-data tersebut hasil dari pengamatan di PT. Adhichandra Dwiutama.

4.1.1 Data Permintaan Produk

PT. Adhichandra Dwiutama memproduksi berbagai jenis produk terdiri dari *hang tag*, *size tag*, kalender dan sebagainya. Data yang digunakan untuk penelitian adalah data pada tanggal 5 Jan 2015, 6 Jan 2015 dan 7 Jan 2015 dan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Permintaan Produk

No	Tanggal Terima Order	Produk	Tanggal Kirim	Jumlah Order (pcs)	Set	Jumlah Cetak (druk)
1	5-Jan-15	KERTAS TISSUE ANDREW SMITH PUTIH	26-Jan-15	50.000	1	50300
2	5-Jan-15	HT. CARDINAL FEMME KECIL (F. HT CARDINAL FEMME UK. 5,5 x 6,5 CM)	26-Jan-15	20.000	4	5208
3	5-Jan-15	F. HT. CARDINAL FEMME (BESAR) - UK. 5,5 x 9 CM	26-Jan-15	10.000	4	2704
4	5-Jan-15	HT. KT. KCG CARDINAL FEMME (F. HT CARDINAL FEMME UK. 4 x 7 CM)	26-Jan-15	10.000	2	5300
5	5-Jan-15	L. WT CARDINAL FEMME STRAIGHT (S, M, L, XL, XXL)	26-Jan-15	9.000	4	1530
6	5-Jan-15	WS. CARDINAL GIRL BOOT CUT (Size : S, M, L, XL)	30-Jan-15	600	4	270
7	5-Jan-15	STIKER INSEAM 27.5	30-Jan-15	30.000	20	1600
8	5-Jan-15	STIKER INSEAM 29	30-Jan-15	20.000	20	1098
9	5-Jan-15	HT. CARDINAL EASY CARE KEUNGGULAN COKLAT	15-Jan-15	14.000	7	2151
10	5-Jan-15	KERTAS TISSUE C CARDINAL 63 x 42 cm	19-Jan-15	2.000	1	2300
11	5-Jan-15	HT. CARDINAL PLATINUM	15-Jan-15	3.517	6	693
12	5-Jan-15	KERTAS TISSUE C CARDINAL 63 x 42 cm	19-Jan-15	2.000	1	2300
13	5-Jan-15	HT. ODISEY HITAM (SUPER DURABLE ODISEY) - HT. ODISEY MAN ORIGINAL APPAREL (5,5 x 10,5 Cm)	24-Jan-15	12.000	6	2200
14	5-Jan-15	DUS SEPATU CARDINAL CASUAL (COKLAT) - C. INNER CARDINAL (SEPATU) - 34 x 19 x 11.5 Cm	15-Jan-15	1.000	1	1000
15	5-Jan-15	DUS SANDAL CARDINAL CASUAL (23,3 x 24,7 x 10 cm)	2-Feb-15	2.000	1	8200
16	6-Jan-15	HT. PREMIUM COLLECTION	20-Jan-15	6.000	8	900
17	6-Jan-15	HT. GIORGINNI LIPAT (MODEL JACK HUGHAN)	20-Jan-15	8.000	12	967
18	6-Jan-15	HT. ANDREW SMITH PERAWATAN JACKET	20-Jan-15	1.000	6	375
19	7-Jan-15	PROOF CETAK HT. BARGO	14-Jan-15	15	4	100
20	7-Jan-15	LABEL ALKOHOL 70 % CENDRAWASIH 100 ML	13-Jan-15	10.000	4	2700
21	7-Jan-15	LABEL RIVANOL 100 ML (KJANG MAS)	13-Jan-15	10.000	4	2700

4.1.2 Data Jumlah Mesin

Data jumlah mesin terdiri dari mesin sablon, mesin potong, mesin cetak yang terdiri dari GTO, GTO4 dan SORS, mesin pon, mesin spandex dan yang terakhir mesin bor yang digunakan pada proses produksi dan jumlah dari setiap jenis mesin. Data jumlah mesin dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Jumlah Mesin

No	Nama Stasiun Kerja	Nama Mesin	Jumlah Mesin (unit)
1	Sablon	Mesin Sablon	6
2	Potong	Mesin Potong	3
3	Cetak	Mesin GTO	4
4	Cetak	Mesin GTO4	4
5	Cetak	Mesin SORS	2
6	Pon	Mesin PON	5
7	Spandex	Mesin Spandex	4
8	Bor	Mesin Bor	3

4.1.3 Data Kapasitas Produksi Mesin Per Jam

Data kapasitas produksi mesin per jam terdiri dari jumlah druk yang dihasilkan dalam setiap jam. Dalam 1 druk terdiri dari beberapa produk sesuai dengan ukuran produk yang

diproduksi. Data waktu mesin dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Kapasitas Produksi Mesin Per Jam

Mesin	Waktu (menit)	Jumlah Druk
Mesin Sablon	60	1200
Mesin Potong	60	30000
Mesin GTO	60	5000
Mesin GTO4	60	5000
Mesin SORS	60	5000
Mesin PON	60	700
Mesin Spandex	60	1450
Mesin Bor	60	6500

4.1.4 Matriks Routing

Matriks *routing* terdiri dari alur proses pembuatan produk-produk yang diproduksi di PT. Adhichandra Dwiutama dimulai dari operasi 1 hingga operasi 6. Data ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Routing

Produk	Matriks routing						
	Batch	Operasi 1	Operasi 2	Operasi 3	Operasi 4	Operasi 5	Operasi 6
KERTAS TISSUE ANDREW SMITH PUTIH	Batch 001	sablon					
	Batch 002	sablon					
	Batch 003	sablon					
	Batch 004	sablon					
HT. CARDINAL FEMME KECIL (F. HT CARDINAL FEMME UK. 5,5 x 6,5 CM)	Batch 005	potong	sablon	potong	pon	spandek	bor
	Batch 006	potong	sablon	potong	pon	spandek	bor
F. HT. CARDINAL FEMME (BESAR) - UK. 5,5 x 9 CM	Batch 007	potong	sablon	potong	pon	spandek	bor
	Batch 008	potong	sablon	potong	pon	spandek	bor
HT. KT. KCG CARDINAL FEMME (F. HT CARDINAL FEMME UK. 4 x 7 CM)	Batch 009	potong	sablon	potong	pon	spandek	bor
	Batch 010	potong	sablon	potong	pon	spandek	bor
L. WT CARDINAL FEMME STRAIGHT (S, M, L, XL, XXL)	Batch 011	potong	sablon	potong	pon	spandek	bor
WS. CARDINAL GIRL BOOT CUT (Size : S, M, L, XL)	Batch 012	potong	GTO4	potong	pon	spandek	bor
STIKER INSEAM 27.5	Batch 013	potong	sablon	potong			
STIKER INSEAM 29	Batch 014	potong	sablon	potong			
HT. CARDINAL EASY CARE KEUNGGULAN COKLAT	Batch 015	potong	GTO	potong	pon	spandek	bor
KERTAS TISSUE C CARDINAL 63 x 42 cm	Batch 016	sablon					
HT. CARDINAL PLATINUM	Batch 017	potong	GTO	potong	pon	spandek	bor
KERTAS TISSUE C CARDINAL 63 x 42 cm	Batch 018	sablon					
HT. ODISEY HITAM (SUPER DURABLE ODISEY) - HT. ODISEY MAN ORIGINAL APPAREL (5,5 x 10,5 Cm)	Batch 019	potong	GTO	potong	pon	spandek	bor

4.1.5 Data Waktu Proses Produksi

Data waktu proses produksi yang dibagi menjadi beberapa *batch* untuk setiap produk yang terdiri dari waktu saat produk di proses pada mesin. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Waktu Proses Produksi

Produk	Matriks waktu proses						
		Operasi 1	Operasi 2	Operasi 3	Operasi 4	Operasi 5	Operasi 6
KERTAS TISSUE ANDREW SMITH PUTIH	Batch 001	628,75					
	Batch 002	628,75					
	Batch 003	628,75					
	Batch 004	628,75					
HT. CARDINAL FEMME KECIL (F. HT CARDINAL FEMME UK. 5,5 x 6,5 CM)	Batch 005	5,21	130,20	5,21	223,20	107,75	24,04
	Batch 006	5,21	130,20	5,21	223,20	107,75	24,04
F. HT. CARDINAL FEMME (BESAR) UK. 5,5 x 9 CM	Batch 007	2,70	67,60	5,30	115,89	55,94	12,48
	Batch 008	2,70	67,60	5,30	115,89	55,94	12,48
HT. KT. KCG CARDINAL FEMME (F. HT CARDINAL FEMME UK. 4 x 7 CM)	Batch 009	5,30	132,50	5,30	227,14	109,66	24,46
	Batch 010	5,30	132,50	5,30	227,14	109,66	24,46
L. WT CARDINAL FEMME STRAIGHT (S, M, L, XL, XXL)	Batch 011	3,06	76,50	3,06	131,14	63,31	14,12
WS. CARDINAL GIRL BOOT CUT (Size : S, M, L, XL)	Batch 012	0,54	3,24	0,54	23,14	11,17	2,49
STIKER INSEAM 27.5	Batch 013	3,20	80,00	3,20			
STIKER INSEAM 29	Batch 014	2,20	54,90	2,20			
HT. CARDINAL EASY CARE KEUNGGULAN COKLAT	Batch 015	4,30	25,81	4,30	184,37	89,01	19,86
KERTAS TISSUE C CARDINAL 63 x 42 cm	Batch 016	115,00					
HT. CARDINAL PLATINUM	Batch 017	1,39	8,32	1,39	59,40	28,68	6,40
KERTAS TISSUE C CARDINAL 63 x 42 cm	Batch 018	115,00					
HT. ODISEY HITAM (SUPER DURABLE ODISEY) - HT. ODDISEY MAN ORIGINAL APPAREL (5.5 x 10.5 Cm)	Batch 019	4,40	26,40	4,40	188,57	91,03	20,31

4.2 Pengolahan Data

Penjadwalan dilakukan untuk permintaan per hari dan dengan menggunakan metode *non delay* serta pengembangan algoritmanya. Penjadwalan dikerjakan dengan menggunakan bahasa pemrograman *visual basic* yang berisikan penjadwalan per hari dan *gantchart*. Penjadwalan yang dikerjakan secara manual hanya untuk 3 hari dan pada hari pertama terdapat produk yang diproduksi lebih dari *regular time* maka produk tersebut akan masuk ke penjadwalan di hari kedua. Penjadwalan di hari kedua akan dimulai dari produk yang belum selesai dijadwalkan dihari pertama. Dibawah ini terdapat langkah-langkah dari algoritma *non delay* dan penyesuaian algoritma dan diawali dengan *stage 0*.

1. Stage 0

Stage 0 ini adalah *stage* awal penjadwalan dimana $t = 0$ dikarenakan mesin masih dalam keadaan kosong atau belum melakukan proses produksi. Terdapat beberapa langkah pada *stage 0* yaitu:

Langkah 1: $t = 0$

Mesin Sablon 1= 0	Mesin Sablon 4= 0
Mesin Sablon 2= 0	Mesin Sablon 5= 0
Mesin Sablon 3= 0	Mesin Sablon 6= 0
Mesin Potong 1= 0	Mesin Potong 2= 0
Mesin Potong 3= 0	
Mesin GTO 1= 0	Mesin GTO 3= 0
Mesin GTO 2= 0	Mesin GTO 4= 0

Mesin GTO4 1= 0 Mesin GTO4 3= 0
Mesin GTO4 2= 0 Mesin GTO4 4= 0
Mesin SORS 1= 0 Mesin SORS 2= 0
Mesin PON 1= 0 Mesin PON 4= 0
Mesin PON 2= 0 Mesin PON 5= 0
Mesin PON 3= 0
Mesin Spandex 1= 0 Mesin Spandex 4= 0
Mesin Spandex 2= 0 Mesin Spandex 5= 0
Mesin Bor 1= 0 Mesin Bor 2= 0
Mesin Bor 3= 0

Langkah 2: Notasi S_t terdiri dari empat digit angka dan nama mesin, tiga digit angka pertama menyatakan nama batch dan satu digit kedua menyatakan urutan operasi yang digunakan, seperti:
"001 1 sablon" sampai dengan "028 1 potong"

Langkah 3: Saat mulai (σ_j) setiap produk berbeda-beda tergantung tanggal terima order, seperti:
Untuk "001 1 sablon" sampai dengan "022 1 potong" tanggal terima order yaitu 5 Januari maka $\sigma_j = 0$
Untuk "023 1 potong" sampai dengan "025 1 potong" tanggal terima order yaitu 6 Januari maka $\sigma_j = 480$
Untuk "026 1 sablon" sampai dengan "028 1 potong" tanggal terima order yaitu 7 Januari maka $\sigma_j = 960$

Langkah 4: Waktu proses (t_{ij}) setiap produk diambil dari data waktu proses seperti "1 1 sablon" memiliki t_{ij} yaitu 628,75.

Langkah 5: Saat selesai (ϕ_j) = saat mulai (σ_j) + waktu proses (t_{ij})
Saat selesai (ϕ_j) "1 1 sablon" = 0 + 628,75 = 628,75

Langkah 6: Saat mulai minimum diambil dari saat mulai yang terkecil, pada *stage 0* saat mulai terkecil adalah 0 maka saat mulai minimum = 0.

Langkah 7: Mesin yang digunakan dapat dilihat pada notasi operasi yang terdapat pada Langkah 2, untuk *stage 0* mesin yang digunakan sablon dan potong.

Langkah 8: Jadwal parsial (PS_t) didapat dari membandingkan semua S_{t_i} , jika terdapat lebih dari satu saat mulai terkecil maka perhatikan saat selesai dan pilih saat selesai yang terkecil, jika saat selesai juga sama pilih salah satu secara sembarang seperti "005 1 potong" dan "012 1 potong" memiliki saat mulai = 0, maka yang akan dibandingkan saat selesai dari kedua notasi tersebut, "005 1 potong" memiliki saat selesai = 5,208 sedangkan "012 1 potong" = 0,54 maka yang akan terpilih pertama adalah "012 1 potong".

Langkah 9: Perusahaan memiliki beberapa jenis mesin dan jumlahnya pun berbeda-beda seperti mesin sablon ada 6 unit, mesin potong ada 3 unit, mesin GTO ada 4 unit, mesin GTO4 ada 4 unit, mesin SORS ada 2 unit, mesin PON ada 5 unit, mesin spandex ada 4 unit dan mesin bor ada 3 unit. Pemilihan mesin yang akan digunakan disesuaikan dengan mesin mana yang tersedia, seperti untuk *stage 0* mesin Sablon 1, Sablon 2, Sablon 3, Sablon 4, Sablon 5 dan Sablon 6 tersedia maka "001 1 sablon", "002 1 sablon", "003 1 sablon", "004 1 sablon", "016 1 sablon" dan "018 1 sablon" dapat diproduksi pada mesin sablon mana pun karena mesin sablon dalam kondisi *ready* yaitu "016 1 sablon" menggunakan mesin

Sablon 1, "018 1 sablon" menggunakan mesin Sablon 2, dan seterusnya.

Langkah-langkah diatas akan terus dilanjutkan sampai semua operasi terjadwal.

5. ANALISIS JADWAL PRODUKSI

5.1 Analisis Hasil Penjadwalan

Penjadwalan dilakukan sehari setelah tanggal terima order. Ketika produk datang pada tanggal 5 Januari 2015 maka akan diproduksi pada tanggal 6 Januari 2015, jika datang tanggal 6 Januari 2015 maka produk diproduksi pada tanggal 7 Januari 2015 dan jika datang tanggal 7 Januari 2015 maka akan diproduksi pada tanggal 8 Januari 2015.

Tabel 5.1 Hasil Penjadwalan

No	Tanggal Terima Order	Produk	Produk Selesai Diproduksi	Tanggal Selesai Diproduksi
1	5-Jan-15	KERTAS TISSUE ANDREW SMITH PUTIH	628,75 menit	07-Jan-15
2	5-Jan-15	HT. CARDINAL FEMME KECIL (F. HT CARDINAL FEMME UK. 5,5 x 6,5 CM)	807,9 menit	07-Jan-15
3	5-Jan-15	F. HT. CARDINAL FEMME (BESAR) - UK. 5,5 x 9 CM	427,11 menit	06-Jan-15
4	5-Jan-15	HT. KT. KCG CARDINAL FEMME (F. HT CARDINAL FEMME UK. 4 x 7 CM)	946,76 menit	08-Jan-15
5	5-Jan-15	L. WT CARDINAL FEMME STRAIGHT (S, M, L, XL, XXL)	470,74 menit	06-Jan-15
6	5-Jan-15	WS. CARDINAL GIRL BOOT CUT (Size : S, M, L, XL)	52,3 menit	06-Jan-15
7	5-Jan-15	STIKER INSEAM 27.5	172,096 menit	06-Jan-15
8	5-Jan-15	STIKER INSEAM 29	320,7 menit	06-Jan-15
9	5-Jan-15	HT. CARDINAL EASY CARE KEUNGGULAN COKLAT	312,5 menit	06-Jan-15
10	5-Jan-15	KERTAS TISSUE C CARDINAL 63 x 42 cm	115 menit	06-Jan-15
11	5-Jan-15	HT. CARDINAL PLATINUM	102,89 menit	06-Jan-15
12	5-Jan-15	KERTAS TISSUE C CARDINAL 63 x 42 cm	115 menit	06-Jan-15
13	5-Jan-15	HT. ODISSEY HITAM (SUPER DURABLE ODISSEY) - HT. ODDISEY MAN ORIGINAL APPAREL (5,5 x 10,5 Cm)	340,9 menit	06-Jan-15
14	5-Jan-15	DUS SEPATU CARDINAL CASUAL (COKLAT) - C. INNER CARDINAL (SEPATU) - 34 x 19 x 11.5 Cm	253,05 menit	06-Jan-15
15	5-Jan-15	DUS SANDAL CARDINAL CASUAL (23,3 x 24,7 x 10 cm)	57,52 menit	06-Jan-15
16	6-Jan-15	HT. PREMIUM COLLECTION	617,09 menit	07-Jan-15
17	6-Jan-15	HT. GIORGINNI LIPAT (MODEL JACK HUGHAN)	627,29 menit	07-Jan-15
18	6-Jan-15	HT. ANDREW SMITH PERAWATAN JACKET	537,12 menit	07-Jan-15
19	7-Jan-15	PROOF CETAK HT. BARGO	975,23 menit	08-Jan-15
20	7-Jan-15	LABEL ALKOHOL 70 % CENDRAWASIH 100 ML	1371,28 menit	08-Jan-15
21	7-Jan-15	LABEL RIVANOL 100 ML (KIJANG MAS)	1398,28 menit	08-Jan-15

Produksi dilakukan dalam *regular time* yaitu 8 jam kerja. Ketika produk selesai melebihi *regular time*, maka produksi akan dilanjutkan di hari berikutnya. Seperti kertas tissue andrew white yang selesai diproduksi pada 628,75 menit yang jika dikonversi ke hari maka selesai 1 hari 2 jam 28,75 menit (dalam 1 hari = 8 jam kerja = 480 menit).

5.2 Analisis Mesin Yang Digunakan

Perusahaan PT. Adhichandra Dwiutama memiliki beberapa jenis mesin dengan jumlah mesin yang berbeda yaitu mesin sablon ada 6 unit, mesin potong ada 3 unit, mesin GTO ada 4 unit, mesin GTO4 ada 4 unit, mesin SORS ada 2 unit, mesin PON ada 5 unit, mesin spandex ada 4 unit dan yang terakhir mesin bor ada 3 unit. Dari hasil penjadwalan pada pengolahan data, terdapat beberapa mesin yang menganggur. Hal ini terjadi karena mesin tersebut memiliki kapasitas mesin besar sedangkan produk yang diproduksi pada mesin tersebut berkapasitas kecil. Selain itu waktu produksi di mesin tersebut tidak lama, yaitu dalam 10 menit dapat memproduksi 6000 pcs. Mesin tersebut adalah mesin GTO dan mesin GTO4. Masing-masing dari mesin tersebut berjumlah 4 unit. Mesin GTO yang digunakan dalam penjadwalan 3 hari ini adalah 3 unit, sedangkan mesin GTO4 yang digunakan adalah 1 unit. Maka terdapat 1 unit mesin GTO yang menganggur dan 3 unit mesin GTO4 yang menganggur.

Selain terdapat mesin yang menganggur, adapun mesin yang mengalami penumpukkan. Hal ini terjadi akibat mesin tersebut memiliki kapasitas produksi yang sedikit sedangkan waktu produksi lama. Mesin yang mengalami penumpukkan adalah mesin sablon. Mesin sablon dapat memproduksi 6000 pcs dalam 5 jam. Waktu produksi mesin sablon sangat berbeda dengan waktu produksi mesin GTO dan mesin GTO4. Produk yang diproduksi di mesin sablon memiliki kapasitas yang besar, seperti produk kertas tissue andrew smith dengan jumlah order 50.000 pcs. Maka dari itu perusahaan membagi produk tersebut menjadi 4 bagian dan dikerjakan bersamaan pada 4 unit mesin sablon sehingga dapat meminimisasi *idle* pada mesin.

6. KESIMPULAN

Terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

1. Pada penelitian ini, penjadwalan dilakukan dengan menggunakan algoritma *non delay* serta terdapat pengembangan algoritma. Pengembangan algoritma ini dilakukan untuk mengakomodasi mesin paralel.
2. Dalam penjadwalan ini, terdapat mesin yang menganggur diakibatkan kapasitas produksi mesin tersebut besar dan memiliki waktu produksi tidak lama. Mesin yang menganggur adalah mesin GTO dan mesin GTO4. Terdapat 3 unit mesin GTO4 yang menganggur dan 1 unit mesin GTO yang menganggur.
3. Mesin sablon mengalami penumpukan diakibatkan mesin tersebut memiliki kapasitas yang kecil dan waktu proses produksi untuk menyelesaikan 1 produk lama yaitu membutuhkan 5 jam untuk menyelesaikan 6000 pcs produk.

REFERENSI

Baker, K.R, (1974), *Introduction to Sequencing and Scheduling*, John Wiley & Son, New York.