

Perhitungan Waktu Baku pada Proses Produksi Pipa *Jacket Leg* di PT XYZ Menggunakan Peta Proses Operasi

Dina Novita. S*¹, Ninda Hardina Batubara*, dan Andrew W P Mantik*

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Center, Batam 29461, Indonesia

¹E-mail: dinanovita1811@gmail.com

Abstrak

Salah satu yang menjadi fokus utama perusahaan manufaktur adalah bagaimana cara mengefisienkan dan mengoptimalkan waktu produksi agar dapat bersaing di dunia industri yang dinamis. Dengan menguraikan tahapan operasional secara spesifik, perusahaan dapat mengoptimalkan waktu produksi sehingga berdampak pada kemajuan perusahaan, khususnya PT XYZ. PT XYZ adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi pipa struktural berdiameter besar yang salah satu jenis pipa yang diproduksinya ialah pipa *jacket leg*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang peta proses operasi untuk mengetahui waktu baku produksi pipa *jacket leg* sehingga memudahkan perusahaan dalam menentukan waktu produksi dan mengoptimalkan waktu produksi pipa *jacket leg* sehingga dapat memenuhi permintaan *client* dengan waktu seefisien mungkin. Oleh karena itu, dilakukan perancangan peta proses operasi sebagai acuannya dengan mengumpulkan data berupa proses produksi pipa *jacket leg*, waktu siklus, faktor penyesuaian *Westinghouse*, dan nilai kelonggaran (*allowance*). Hasil dari penelitian ini adalah didapatkannya waktu baku dari proses produksi pipa *jacket leg* berukuran Ø 1620 mm, ketebalan 90 mm, panjang 1830 mm sebesar 5207.62 menit, yang mana, proses dengan waktu terbesar terdapat pada proses pengelasan *inside* (pengelasan dalam), yaitu sebesar 533.76 menit dan yang terkecil terdapat pada proses pengangkutan ke Pos *Cutting*, yaitu sebesar 4.32 menit. Selain itu, plat harus melalui 32 proses produksi agar dapat terbentuk menjadi sebuah pipa, yang terdiri dari 14 proses operasi, tiga proses pemeriksaan/inspeksi, 13 proses transportasi, satu proses menunggu, dan satu proses perilisan.

Kata kunci: waktu produksi, peta proses operasi, pipa *jacket leg*

Abstract

One of the main focuses of manufacturing companies is how to streamline and optimize production time in order to compete in the dynamic industrial world. By describing the specific operational stages, companies can optimize production time so that it has an impact on the progress of the company, especially PT XYZ. PT XYZ is a manufacturing company that produces large diameter structural pipes, one of the types of pipes it produces is jacket leg pipes. The purpose of this study is to design an operation process chart to determine the standard time of production of jacket leg pipes so that it makes it easier for companies to determine production time and optimize jacket leg pipe production time so that they can meet client requests with the most efficient time possible. Therefore, the design of the operation process chart is carried out as a reference by collecting data in the form of the jacket leg pipe production process, cycle time, Westinghouse adjustment factor, and allowance value. The result of this study is the standard time of the production process of the jacket leg pipe measuring Ø 1620 mm, thickness 90 mm, length 1830 mm is 5207.62 minutes, of which, the process with the largest time is in the inside welding process, which is 533.76 minutes and the smallest is in the transportation process to the Cutting Post, which is 4.32 minutes. In addition, the plate must go through 32 production processes in order to be formed into a pipe, which consists of 14 operation processes, 3 inspection processes, 13 transportation processes, one waiting process, and one release process.

Keywords: production time, operation process chart, jacket leg pipe.

1 Pendahuluan

Pada era industri yang dinamis ini, perusahaan manufaktur memiliki fokus utama yaitu mengefisienkan dan mengoptimalkan waktu produksi. Dalam konteks ini, pemahaman mendalam mengenai alur produksi menjadi hal yang penting untuk mengidentifikasi peluang peningkatan dan menerapkan strategi yang sesuai. Dengan menguraikan tiap-tiap tahapan operasional secara spesifik, perusahaan dapat menghasilkan solusi inovatif guna mengurangi waktu produksi, meningkatkan produktivitas, dan tetap bersaing di pasar yang terus berubah [1]. Oleh karena itu, dengan merancang peta proses operasi dapat menjadi langkah awal yang esensial untuk mengestimasi dan mengoptimalkan waktu produksi di PT XYZ.

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi pipa struktural berdiameter besar. Jenis pipa yang diproduksi oleh perusahaan ini salah satunya ialah pipa *jacket leg*. Pipa *jacket leg* merupakan jenis pipa yang membentuk kerangka utama *platform* yang berfungsi sebagai penopang *fixed jacket platform* [2]. Pipa yang digunakan untuk *jacket leg* adalah pipa tubular dengan ukuran yang disesuaikan dengan permintaan *client*.


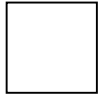
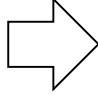
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah merancang peta proses operasi untuk mengetahui waktu baku produksi pipa *jacket leg* sehingga memudahkan perusahaan dalam menentukan waktu produksinya. Saat ini, PT XYZ memperkirakan sebuah pipa *jacket leg* dapat terselesaikan dalam waktu 6 hari. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan perusahaan dapat mengoptimalkan waktu produksi pipa *jacket leg* sehingga dapat memenuhi permintaan *client* dengan waktu seefisien mungkin.

Pada penelitian ini, diperlukannya batasan masalah yaitu perancangan Peta Proses Operasi didasarkan pada proses produksi pipa *jacket leg* di Departemen Production, PT XYZ dengan jam kerja 16 jam/hari yang terbagi menjadi 2 *shift*. Selain itu, penelitian ini menaruh fokus utama pada waktu produksi dan juga dilakukan berdasarkan *normal process* tanpa gangguan dari *project* lain. Untuk mengumpulkan data, akan dilakukan diskusi bersama koordinator produksi dan *QC engineering* untuk mendapatkan data berupa proses produksi, waktu siklus, faktor penyesuaian *Westinghouse*, dan nilai kelonggaran (*allowance*) yang nantinya akan digunakan dalam perancangan peta proses operasi. Studi kasus pada penelitian ini yaitu pipa *loose can* dengan ukuran rata-rata pipa Ø 1620 mm, ketebalan 90 mm, panjang 1830 mm dengan material S460MLO.

Peta proses operasi adalah gambaran grafis yang mengilustrasikan rangkaian langkah yang ditempuh oleh bahan baku, melibatkan serangkaian proses operasi dan pemeriksaan, mulai dari tahap awal hingga produk jadi, baik secara keseluruhan maupun sebagai bagian komponen. Peta ini juga memuat informasi yang dibutuhkan untuk analisis lebih lanjut, seperti waktu yang diperlukan, alat yang digunakan, serta mesin yang terlibat dalam setiap langkah [3].

Adapun lambang-lambang yang digunakan pada peta proses operasi diuraikan sebagai berikut [4]:

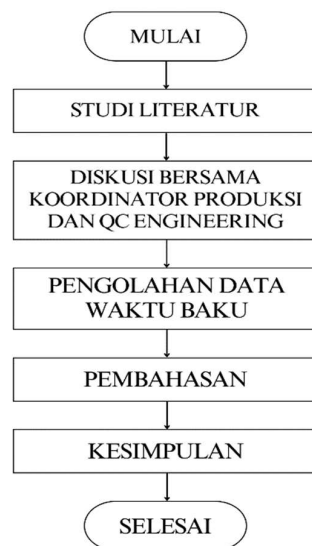
Tabel 1
Lambang-lambang peta proses operasi

Lambang	Penjelasan
	Operasi, sebuah kegiatan operasional yang terjadi perubahan sifat pada benda kerja, baik perubahan secara fisik maupun kimiawi. Proses pengambilan informasi dan penyampaian operasi ke dalam suatu keadaan juga disebut sebagai operasi. Operasi merupakan kegiatan paling umum yang digunakan dalam sistem kerja. Contohnya: kayu diserut dengan mesin serut, logam dikeraskan, merakit benda kerja.
	Pemeriksaan, merupakan suatu proses yang terjadi ketika suatu objek atau peralatan diperiksa, baik itu dari aspek kualitas maupun kuantitasnya. Lambang ini digunakan ketika pekerja melakukan pemeriksaan terhadap objek tertentu dan membandingkannya dengan standar yang telah ditetapkan. Pemeriksaan tidak bertujuan untuk mengubah bahan menjadi benda jadi. Contoh: pemeriksaan dimensi benda, pengecekan warna benda, dan pembacaan alat ukur tekanan uap pada mesin uap.
	Transportasi, merupakan kegiatan yang terjadi jika benda kerja, pekerja, atau peralatan mengalami perpindahan dari satu tempat ke tempat lainnya yang bukan dari bagian proses operasi yang sedang berlangsung. Contohnya: perpindahan benda kerja dari mesin bubut ke mesin skrap untuk menjalani proses berikutnya, suatu benda dipindahkan menggunakan elevator dari lantai atas.

D	Menunggu, terjadi ketika objek kerja, pekerja, atau peralatan tidak terlibat dalam kegiatan apapun selain menunggu yang biasanya hanya dalam waktu singkat. Misalnya, objek menunggu untuk diproses atau diperiksa, kotak menunggu untuk dibongkar, dan bahan menunggu untuk diangkut ke lokasi lain.
▽	Penyimpanan, yaitu kondisi dimana objek kerja disimpan dalam jangka waktu lama yang relatif panjang. Lambang ini digunakan untuk mencirikan suatu objek yang mengalami penyimpanan secara permanen, yang dipertahankan atau dilindungi dari penarikan tanpa izin tertentu. Contoh: Penyimpanan dokumen dalam brankas, penyimpanan bahan baku di dalam Gudang
□	Aktivitas gabungan, yaitu aktivitas yang terjadi ketika proses operasi dan pemeriksaan dilakukan secara bersamaan

2 Metodologi Penelitian

Metode Penelitian merupakan rangkaian langkah-langkah untuk menemukan kebenaran dalam suatu studi penelitian [5]. Pada penelitian ini, alur dari proses awal hingga akhir akan dipaparkan pada *flowchart* yang ada dibawah ini.



Gambar 1: *Flowchart* penelitian

1. Mulai

2. Studi Literatur

Tahap pertama yang dilakukan yaitu studi literatur dengan mencari dan mempelajari artikel, jurnal, dan buku untuk mendapatkan informasi yang diperlukan untuk merancang peta proses operasi.

3. Diskusi bersama Koordinator Produksi dan QC Engineering

Pada tahap ini, dilakukan diskusi bersama koordinator produksi dan QC *engineering* dengan menanyakan 4 pertanyaan, yaitu mengenai proses produksi, waktu siklus, faktor penyesuaian metode *Westinghouse*, dan nilai kelonggaran (*allowance*) pada tiap-tiap tahapan produksi pipa *jacket leg* di PT XYZ.

4. Pengolahan Data Waktu Baku

4.1 Penentuan Faktor Penyesuaian Metode *Westinghouse* dan Kelonggaran (*Allowance*)

4.1.1 Faktor Penyesuaian dengan Metode *Westinghouse*

Faktor penyesuaian metode *Westinghouse* adalah penilaian terhadap kinerja operator untuk menilai kewajaran dan ketidakwajaran dalam bekerja dengan didasari oleh 4 faktor, yaitu kemampuan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi. Faktor penyesuaian ini akan digunakan dalam

menghitung waktu normal [6].

Berikut penentuan faktor penyesuaian dengan menggunakan metode *Westinghouse* [7].

SKILL			EFFORT		
+ 0,15	A1	Superskill	+ 0,13	A1	Superskill
+ 0,13	A2		+ 0,12	A2	
+ 0,11	B1	Excellent	+ 0,10	B1	Excellent
+ 0,08	B2		+ 0,08	B2	
+ 0,06	C1	Good	+ 0,05	C1	Good
+ 0,03	C2		+ 0,02	C2	
0,00	D	Average	0,00	D	Average
- 0,05	E1	Fair	- 0,04	E1	Fair
- 0,10	E2		- 0,08	E2	
- 0,16	F1	Poor	- 0,12	F1	Poor
- 0,22	F2		- 0,17	F2	
CONDITION			CONSISTENCY		
+ 0,06	A	Ideal	+ 0,04	A	Ideal
+ 0,04	B	Excellent	+ 0,03	B	Excellent
+ 0,02	C	Good	+ 0,01	C	Good
0,00	D	Average	0,00	D	Average
- 0,03	E	Fair	- 0,02	E	Fair
- 0,07	F	Poor	- 0,04	F	Poor

Gambar 2: Faktor penyesuaian *Westinghouse*

4.1.2 Kelonggaran (*Allowance*)

Kelonggaran (*allowance*) adalah waktu yang diberikan kepada pekerja diluar jam kerja normal [7]. Kelonggaran diberikan untuk tiga hal, yaitu menghilangkan rasa lelah, kebutuhan pribadi, dan kelonggaran tak terhindarkan. Nilai kelonggaran ini nantinya akan digunakan dalam menghitung waktu baku dari setiap proses produksi.

Berikut penentuan nilai kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah [7].

Tabel 2
Penentuan nilai kelonggaran (*allowance*)

FAKTOR	CONTOH PEKERJAAN	KELONGGARAN (%)		
		Ekuivalen Beban	Pria	Wanita
A. Tenaga yang diperlukan				
1. Dapat diabaikan	Bekerja di meja, duduk	Tanpa beban	0.0-6.0	0.0-6.0
2. Sangat ringan	Bekerja di meja, berdiri	0.00-2.25kg	6.0-7.5	6.0-7.5
3. Ringan	Menyekop ringan	2.25-9.00kg	7.5-12.0	7.5-16.0
4. Sedang	Mencangkul	9.00-18.00kg	12.0-19.0	16.0-30.0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	18.00-27.00kg	19.0-30.0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27.00-50.00kg	30.0-50.0	
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	Di atas 50kg		
B. Sikap Kerja				
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan		0.0-1.0	
2. Berdiri di atas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki		1.0-2.5	
3. Berdiri di atas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat control		2.5-4.0	
4. Berbaring	Pada bagian sisi, belakang atau depan badan		2.5-4.0	
5. Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada dua kaki		4.0-10.0	
C. Gerakan Kerja				
1. Normal			0	
2. Agak terbatas	Ayunan bebas dari bahu		0-5	
3. Sulit	Ayunan terbatas dari palu		0-5	
4. Pada anggota badan terbatas	Membawa beban berat dengan satu tangan		5-10	
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan di atas kepala		10-15	
D. Kelelahan Mata*)				
		Pencapaian		
		Baik	Buruk	
1. Pandangan yang terputus-putus	Membaca alat ukur	0.0-6.0	0.0-6.0	
2. Pandangan yang hampir terputus-putus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti	6.0-7.5	6.0-7.5	
3. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat-cacat pada kain	7.5-12.0	7.5-16.0	
	Pemeriksaan yang sangat teliti	12.0-30.0	16.0-30.0	

4. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap			
E. Keadaan Temperatur Tempat Kerja**)	Temperatur (°C)	Kelembaban normal	Berlebihan
1. Beku	Di bawah 0	Di atas 10	Di atas 12
2. Rendah	0-13	10-0	12-5
3. Sedang	13-22	5-0	8-0
4. Normal	22-28	0-5	0-8
5. Tinggi	28-38	5-40	8-100
6. Sangat tinggi	Di atas 38	Di atas 40	Di atas 100
F. Keadaan Atmosfer***)			
1. Baik	Ruang berventilasi baik, udara segar	0	
2. Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)	0-5	
3. Kurang baik	Adanya debu-debu beracun, atau tidak beracun tapi banyak	5-10	
4. Buruk	Adanya bau-bauan berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat-alat pernapasan.	10-20	
G. Keadaan Lingkungan yang Baik			
1. Bersih sehat, cerah dengan kebisingan rendah		0	
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik		0-1	
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik		1-3	
4. Sangat bising		0-5	
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas		0-5	
6. terasa adanya getaran lantai		5-10	
7. Keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll)		5-15	
*) = Kontras antara warna hendaknya diperhatikan **) = Tergantung juga pada keadaan ventilasi ***) = Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim Catatan = Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi: Pria = 0-2.5% Wanita = 2-5%			

4.2 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku

4.2.1 Waktu Normal

Waktu normal adalah jumlah waktu yang dihabiskan oleh karyawan untuk menyelesaikan tugas dengan mempertimbangkan faktor penyesuaian [8].

Rumus menghitung Waktu Normal [8]:

$$WN = WS \times (1 + p) \quad (1)$$

WS = Waktu Siklus

p = Faktor Penyesuaian atau *Performance Rating* (%)

4.2.2 Waktu Baku

Waktu Baku, yang sering juga disebut Waktu Standar, merupakan jumlah waktu yang secara wajar dibutuhkan oleh pekerja dalam kondisi normal untuk menyelesaikan pekerjaannya dalam sistem kerja terbaik. [8]

Rumus menghitung Waktu Baku [8]:

$$WB = WN + (WN \times \%a) \quad (2)$$

WB = Waktu Baku

WN = Waktu Normal

a = Kelonggaran/*allowance*

5. Pembahasan

Pada Peta Proses Operasi yang telah dirancang, maka dilakukan pembahasan mengenai hasil perancangan tersebut. Pembahasan akan difokuskan pada waktu yang diperlukan untuk memproduksi pipa *loose can jacket leg*.

6. Kesimpulan

Tahapan ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

7. Selesai

3 Analisa Data dan Pembahasan

Penelitian dilakukan pada pipa dengan ukuran \varnothing 1620 mm, ketebalan 90 mm, dan panjang 1830 mm material S460MLO. Tahapan produksi dan waktu siklus didapatkan dengan berdiskusi bersama koordinator produksi dan QC *engineering* PT XYZ. Berikut tahapan produksi dan waktu siklus proses pembuatan pipa *jacket leg* di PT XYZ.

Tabel 3
Tahapan produksi dan waktu siklus produksi pipa di PT XYZ

No	Tahapan Produksi	Sumber	Waktu Siklus (menit)
1	Pengangkutan ke Pos <i>Cutting</i>	Koordinator <i>cutting</i>	3
2	Pengukuran plat	Koordinator <i>cutting</i>	10
3	Pemotongan plat	Koordinator <i>cutting</i>	130
4	Pengangkutan ke <i>rolling machine</i>	Koordinator <i>rolling</i>	3
5	Pengerollan plat	Koordinator <i>rolling</i>	45
6	Pengangkutan ke Pos <i>Cutting</i>	Koordinator <i>rolling</i>	3
7	Proses <i>cut pre bend</i>	Koordinator <i>cutting</i>	120
8	Pengangkutan ke <i>rolling machine</i>	Koordinator <i>rolling</i>	3
9	Pengerollan setelah <i>cut pre bend</i>	Koordinator <i>rolling</i>	45
10	Proses <i>fit-up (tack weld)</i>	Koordinator <i>rolling</i>	3
11	Pengangkutan ke Pos Longseam	Koordinator <i>longseam</i>	3
12	Pemeriksaan dimensi	Koordinator <i>longseam</i>	20
13	Proses <i>run-off (tack weld)</i>	Koordinator <i>longseam</i>	3
14	Pengangkutan ke <i>pre-heat</i>	Koordinator <i>longseam</i>	3
15	Proses <i>pre-heat</i>	Koordinator <i>longseam</i>	5
16	Pengangkutan ke mesin las <i>inside</i>	Koordinator <i>longseam</i>	3
17	Pengelasan <i>inside</i>	Koordinator <i>longseam</i>	324.2
18	Pengangkutan ke <i>milling machine</i>	Koordinator <i>longseam</i>	3
19	Pemilinan <i>outside</i>	Koordinator <i>longseam</i>	45
20	Pengangkutan ke mesin las <i>outside</i>	Koordinator <i>longseam</i>	3
21	Pengelasan <i>outside</i>	Koordinator <i>longseam</i>	285
22	Pengangkutan ke Pos <i>Rolling</i>	Koordinator <i>rolling</i>	3
23	Pemotongan <i>run-off</i>	Koordinator <i>rolling</i>	8
24	Pengangkutan ke <i>rolling machine</i>	Koordinator <i>rolling</i>	3
25	Pengerollan kembali	Koordinator <i>rolling</i>	30
26	Pengangkutan ke Pos End Bevel	Koordinator <i>cutting</i>	3
27	Proses <i>end bevel</i>	Koordinator <i>cutting</i>	120
28	Pengangkutan ke area <i>Finishing</i>	Koordinator <i>longseam</i>	3
29	Pemeriksaan visual & DC	QC <i>engineering</i>	90
30	Menunggu untuk di-NDT	QC <i>engineering</i>	2880
31	Pemeriksaan NDT	QC <i>engineering</i>	90
32	Perilisan	-	-
Total			4293

Setelah waktu siklus didapatkan, maka dilakukan penentuan faktor penyesuaian dengan metode *Westinghouse* yang didasarkan oleh 4 faktor, yaitu kemampuan, usaha, lingkungan, dan konsistensi. Kemudian, dilanjutkan dengan melakukan perhitungan waktu normal berdasarkan rumus (1). Berikut merupakan hasil penilaian dengan metode *Westinghouse* dan waktu normal yang telah didapatkan.

Tabel 4
Hasil penilaian dengan metode *Westinghouse*

No	Tahapan Produksi	Nilai Faktor Penyesuaian Metode <i>Westinghouse</i>								Total	Waktu Normal (menit)
		Kemampuan		Usaha		Lingkungan		Konsistensi			
		Kode	Nilai	Kode	Nilai	Kode	Nilai	Kode	Nilai		
1	Pengangkutan ke Pos <i>Cutting</i>	C2	0.03	C1	0.05	C	0.01	B	0.03	0.12	3.36
2	Pengukuran plat	B1	0.11	C2	0.02	C	0.01	B	0.03	0.17	11.7
3	Pemotongan plat	C2	0.03	D	0.00	D	0.00	B	0.03	0.06	137.8
4	Pengangkutan ke <i>rolling machine</i>	A2	0.13	A2	0.12	C	0.01	A	0.04	0.3	3.9
5	Pengerollan plat	A2	0.13	A2	0.12	D	0.00	A	0.04	0.29	58.05
6	Pengangkutan ke Pos <i>Cutting</i>	A2	0.13	A2	0.12	C	0.01	A	0.04	0.3	3.9

7	Proses <i>cut pre bend</i>	C1	0.06	C2	0.02	D	0.00	B	0.03	0.11	133.2
8	Pengangkutan ke <i>rolling machine</i>	A2	0.13	A2	0.12	C	0.01	A	0.04	0.3	3.9
9	Pengerollan setelah <i>cut pre bend</i>	A2	0.13	A2	0.12	D	0.00	A	0.04	0.29	58.05
10	Proses <i>fit-up (tack weld)</i>	A2	0.13	A2	0.12	C	0.01	A	0.04	0.3	3.9
11	Pengangkutan ke Pos Longseam	C2	0.03	C2	0.02	C	0.01	C	0.01	0.07	3.21
12	Pemeriksaan dimensi	C1	0.08	C1	0.05	C	0.01	C	0.01	0.15	23
13	Proses <i>run-off (tack weld)</i>	C1	0.06	C1	0.05	C	0.01	C	0.01	0.13	3.39
14	Pengangkutan ke <i>pre-heat</i>	C2	0.03	C2	0.02	C	0.01	C	0.01	0.07	3.21
15	Proses <i>pre-heat</i>	C1	0.06	C1	0.05	C	0.01	C	0.01	0.13	5.65
16	Pengangkutan ke mesin las <i>inside</i>	C2	0.03	C2	0.02	D	0.00	C	0.01	0.06	3.18
17	Pengelasan <i>inside</i>	C1	0.06	C1	0.05	D	0.00	C	0.01	0.12	363.1
18	Pengangkutan ke <i>milling machine</i>	C2	0.03	C2	0.02	C	0.01	C	0.01	0.07	3.21
19	Pemilligan <i>outside</i>	C1	0.06	C1	0.05	C	0.01	C	0.01	0.13	50.85
20	Pengangkutan ke mesin las <i>outside</i>	C2	0.03	C2	0.02	D	0.00	C	0.01	0.06	3.18
21	Pengelasan <i>outside</i>	C1	0.06	C1	0.05	D	0.00	C	0.01	0.12	319.2
22	Pengangkutan ke Pos <i>Rolling</i>	A2	0.13	A2	0.12	C	0.01	A	0.04	0.3	3.9
23	Pemotongan <i>run-off</i>	A2	0.13	A2	0.12	D	0.00	A	0.04	0.29	10.32
24	Pengangkutan ke <i>rolling machine</i>	A2	0.13	A2	0.12	C	0.01	A	0.04	0.3	3.9
25	Pengerollan kembali	A2	0.13	A2	0.12	D	0.00	A	0.04	0.29	38.7
26	Pengangkutan ke Pos End Bevel	C2	0.03	C2	0.02	C	0.01	B	0.03	0.09	3.27
27	Proses <i>end bevel</i>	B2	0.08	C2	0.02	C	0.01	B	0.03	0.14	136.8
28	Pengangkutan ke area Finishing	C1	0.06	C2	0.02	C	0.01	C	0.01	0.1	3.3
29	Pemeriksaan visual & DC	B2	0.08	C1	0.05	C	0.01	B	0.03	0.17	105.3
30	Menunggu untuk di-NDT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2880
31	Pemeriksaan NDT	B2	0.08	C1	0.05	C	0.01	B	0.03	0.17	105.3
32	Perilisan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total											4489.73

Pada tabel 4 ditampilkan hasil dari perhitungan dari faktor penyesuaian dan waktu normal dari proses pembuatan pipa *jacket leg*. Hasil perhitungan waktu normal dengan mengambil satu sampel tahapan produksi, yaitu tahapan pengangkutan ke Pos *Cutting* dilakukan dengan perhitungan menggunakan rumus (1) berikut:

$$WN = WS \times (1 + p)$$

$$WN = 3 \times (1 + 0.12)$$

$$WN = 3.36 \text{ menit}$$

Berdasarkan tabel 4, hasil perhitungan waktu normal terbesar (tanpa proses menunggu) terdapat pada proses pengelasan *inside*, yaitu 363.1 menit dan waktu normal terkecil ada pada proses pengangkutan ke mesin las *inside* dan pengangkutan ke mesin las *outside*, yaitu selama 3.18 menit.

Setelah didapatkannya waktu normal, maka selanjutnya adalah menghitung waktu baku dengan terlebih dahulu menentukan nilai kelonggaran/*allowance* yang didasari oleh faktor-faktor yang ada pada tabel 2. Berikut adalah nilai kelonggaran/*allowance* yang telah didapatkan dan waktu baku yang telah dihitung.

Tabel 5
Nilai kelonggaran/*allowance* dan waktu baku

No	Tahapan Produksi	Nilai Kelonggaran (<i>Allowance</i>)									Total	Waktu Baku (menit)
		Tenaga	Sikap	Gerakan	Lelah mata	Temperatur	Atmosfer	Lingkungan	Kebutuhan Pribadi	Tak Terhindarkan		
1	Pengangkutan ke Pos <i>Cutting</i>	6.5	1.5	0.0	3.0	5.0	6.0	1.0	2.5	3	28.5	4.32
2	Pengukuran plat	4.0	1.5	0.0	7.5	5.0	6.0	2.0	2.5	3	31.5	15.39
3	Pemotongan plat	12.0	1.5	0.0	7.0	5.0	6.0	5.0	2.5	3	42.0	195.68
4	Pengangkutan ke <i>rolling machine</i>	6.5	1.5	0.0	3.0	12.0	6.0	3.0	2.5	3	37.5	5.36
5	Pengerollan plat	8.0	1.5	0.0	7.0	12.0	6.0	5.0	2.5	3	45.0	84.17
6	Pengangkutan ke Pos <i>Cutting</i>	6.5	1.5	0.0	3.0	12.0	6.0	3.0	2.5	3	37.5	5.36
7	Proses <i>cut pre bend</i>	12.0	1.5	0.0	7.0	12.0	6.0	5.0	2.5	3	49.0	198.47

8	Pengangkutan ke <i>rolling machine</i>	6.5	1.5	0.0	3.0	12.0	6.0	3.0	2.5	3	37.5	5.36
9	Pengerollan setelah <i>cut pre bend</i>	8.0	1.5	0.0	7.0	12.0	6.0	5.0	2.5	3	45.0	84.17
10	Proses <i>fit-up (tack weld)</i>	10.0	1.5	0.0	7.0	12.0	6.0	2.0	2.5	3	44.0	5.62
11	Pengangkutan ke Pos Longseam	8.0	1.5	0.0	3.0	12.0	6.0	3.0	2.5	3	39.0	4.46
12	Pemeriksaan dimensi	6.5	1.5	0.0	6.0	12.0	6.0	2.0	2.5	3	39.5	32.09
13	Proses <i>run-off (tack weld)</i>	10.0	1.5	0.0	7.0	12.0	6.0	2.0	2.5	3	44.0	4.88
14	Pengangkutan ke <i>pre-heat</i>	7.0	1.5	0.0	3.0	12.0	6.0	2.0	2.5	3	37.0	4.4
15	Proses <i>pre-heat</i>	6.5	1.5	0.0	6.0	12.0	6.0	2.0	2.5	3	39.5	7.88
16	Pengangkutan ke mesin las <i>inside</i>	7.0	1.5	0.0	3.0	12.0	6.0	5.0	2.5	3	40.0	4.45
17	Pengelasan <i>inside</i>	10.0	1.5	0.0	7.0	12.0	6.0	5.0	2.5	3	47.0	533.76
18	Pengangkutan ke <i>milling machine</i>	7.0	1.5	0.0	3.0	12.0	6.0	3.0	2.5	3	38.0	4.43
19	Pemilligan <i>outside</i>	10.0	0.0	0.0	7.0	12.0	6.0	3.0	2.5	3	43.5	72.97
20	Pengangkutan ke mesin las <i>outside</i>	7.0	1.5	0.0	3.0	12.0	6.0	5.0	2.5	3	40.0	4.45
21	Pengelasan <i>outside</i>	10.0	0.0	0.0	7.0	12.0	6.0	5.0	2.5	3	45.5	464.44
22	Pengangkutan ke Pos <i>Rolling</i>	7.0	1.5	0.0	3.0	12.0	6.0	3.0	2.5	3	38.0	5.38
23	Pemotongan <i>run-off</i>	10.0	1.5	0.0	6.0	12.0	6.0	5.0	2.5	3	46.0	15.07
24	Pengangkutan ke <i>rolling machine</i>	8.0	1.5	0.0	3.0	12.0	6.0	3.0	2.5	3	39.0	5.42
25	Pengerollan kembali	8.0	1.5	0.0	7.0	12.0	6.0	5.0	2.5	3	45.0	56.12
26	Pengangkutan ke Pos End Bevel	8.0	1.5	0.0	3.0	12.0	6.0	3.0	2.5	3	39.0	4.55
27	Proses <i>end bevel</i>	10.0	1.5	0.0	6.0	12.0	6.0	3.0	2.5	3	44.0	196.99
28	Pengangkutan ke area Finishing	7.0	1.5	0.0	3.0	12.0	6.0	2.0	2.5	3	37.0	4.52
29	Pemeriksaan visual & DC	6.5	1.5	0.0	7.5	12.0	6.0	2.0	2.5	3	41.0	148.47
30	Menunggu untuk di-NDT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2880
31	Pemeriksaan NDT	7.0	1.5	0.0	7.5	12.0	6.0	2.0	2.5	3	41.5	149
32	Perilisan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total											5207.62	

Pada tabel 5, diperlihatkan besar nilai kelonggaran operator dan waktu baku dari proses produksi pipa *jacket leg*. Dengan rumus (2), waktu baku dapat dihitung dengan mengambil contoh proses kerja pengangkutan ke pos *Cutting*, yaitu sebagai berikut:

$$WB = WN + (WN \times \%a)$$

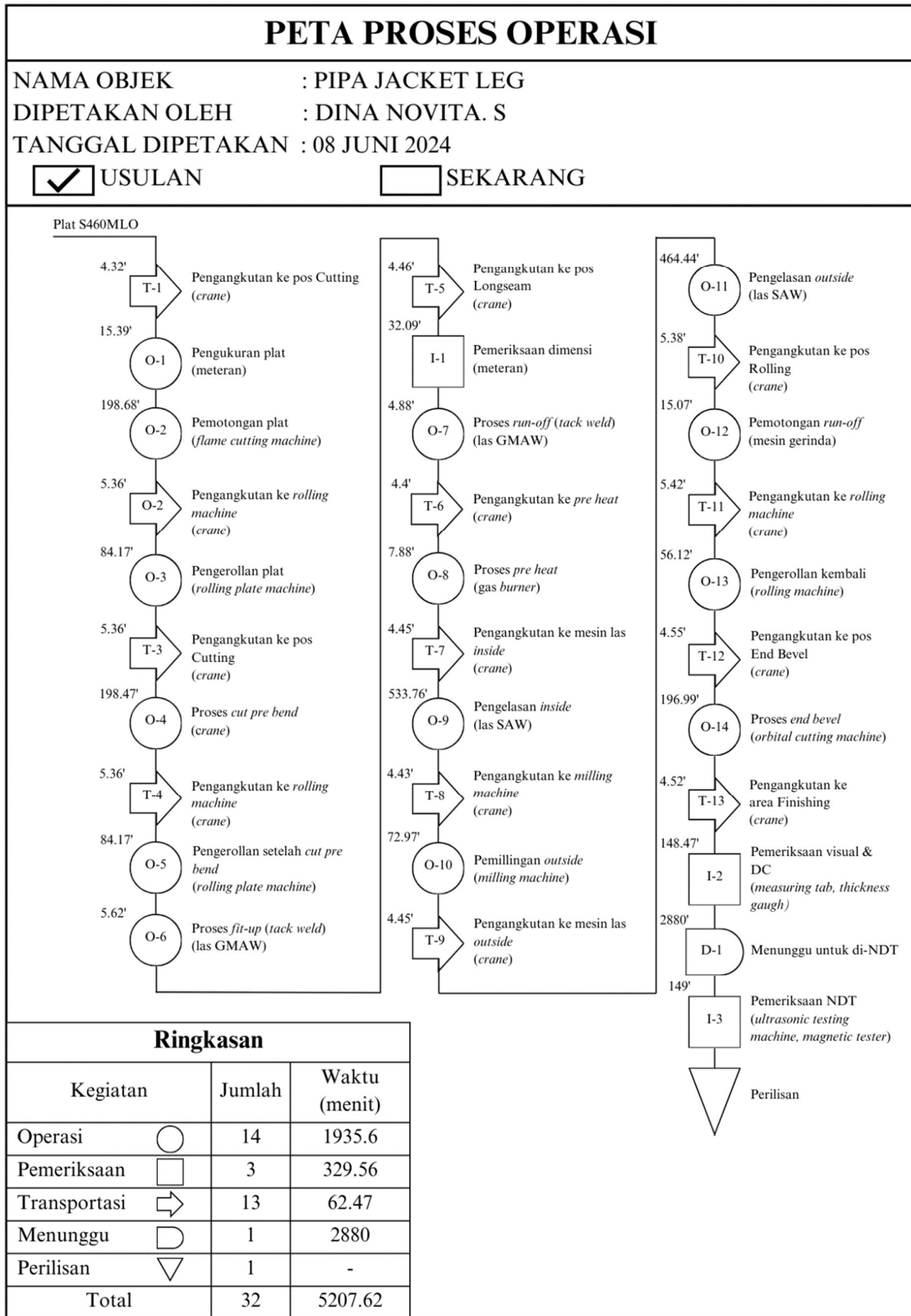
$$WB = 3.36 + (3.36 \times 28.5\%)$$

$$WB = 4.32 \text{ menit}$$

Berdasarkan tabel diatas, waktu baku terbesar (tanpa proses menunggu) terdapat pada proses pengelasan *inside*, yaitu sebesar 533.76 menit. Sedangkan untuk waktu baku terkecil yaitu ada pada proses produksi pengangkutan ke Pos *Cutting*, yaitu sebesar 4.32 menit.

Jadi, waktu yang diperlukan dalam membuat sebuah pipa *jacket leg* berukuran Ø 1620 mm, ketebalan 90 mm, panjang 1830 mm adalah 5207.62 menit.

Peta Proses Operasi



Gambar 3: Peta proses operasi pipa jacket leg

Pembahasan

Peta proses operasi pipa *jacket leg* memiliki 32 proses yang memakan waktu selama 5207.62 menit atau lima hari, enam jam, 48 menit. 32 proses tersebut terdiri dari: 14 proses operasi, tiga proses pemeriksaan/inspeksi, 13 proses transportasi, satu proses menunggu, dan satu proses perilisan.

Proses operasi pada peta diatas mengabdikan waktu selama 1935.6 menit. Elemen kerja yang merupakan bagian dari proses operasi adalah pengukuran, pemotongan, dan pengerollan plat, *cut pre bend*, pengerollan setelah *cut pre bend*, *fit-up (tack weld)*, *run-off (tack weld)*, *pre-heat*, pengelasan *inside*, pemillingan *outside*, pengelasan *outside*, pemotongan *run-off*, pengerollan kembali, dan proses *end bevel*. Proses operasi yang paling banyak memakan waktu adalah proses pengelasan *inside* dengan waktu baku 533.76 menit dan proses operasi yang paling sedikit memakan waktu ialah proses *run-off (tack weld)* dengan waktu baku 4.88 menit.

Proses pemeriksaan/inspeksi dilakukan tiga kali selama berlangsungnya pembuatan pipa, yaitu pemeriksaan dimensi setelah pengerollan plat, pemeriksaan visual & DC, dan pemeriksaan NDT dengan waktu baku masing-masing ialah: pemeriksaan dimensi 32.09 menit, pemeriksaan visual & DC 148.47 menit, dan pemeriksaan NDT 149 menit.

Semua proses transportasi plat dan pipa dilakukan oleh *crane*, lebih tepatnya *overhead crane*. Rata-rata waktu baku pada proses transportasi plat dan pipa adalah 4.81 menit, yang mana proses transportasi terlama terdapat pada proses pengangkutan pipa ke Pos *Rolling* setelah pengelasan *outside*, yaitu selama 5.38 menit dan proses transportasi dengan waktu tersingkat ialah pengangkutan pipa ke Pos *Cutting* dengan waktu baku 4.32 menit.

Proses menunggu pada pembuatan pipa terjadi ketika pipa telah dilas *inside* dan *outside*. Hal ini dilakukan agar pipa mengalami pendinginan pasca pengelasan sehingga mengurangi risiko cacat pada hasil pengelasan.

4 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa proses pembuatan sebuah pipa *jacket leg* berukuran \varnothing 1620 mm, ketebalan 90 mm, dan panjang 1830 mm di PT XYZ memerlukan waktu selama 5207.62 menit, atau setara lima hari, enam jam, 48 menit. Jika dibandingkan dengan estimasi dari PT XYZ, yaitu selama enam hari, maka ini terbilang lebih cepat 17 jam 12 menit. Peta proses ini dapat dijadikan acuan oleh PT XYZ jika ingin menghasilkan produk dengan waktu yang lebih minim agar dapat memenuhi tenggat waktu dari *client* lebih cepat dari yang diestimasikan sebelumnya.

5 Daftar Pustaka

- [1] D. K. Ginanjar, "MENGOPTIMALKAN WAKTU SETUP MESIN CNC DENGAN MENGGUNAKAN METODE SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES (SMED)," *Skripsi*, p. 1, 2018.
- [2] D. H. Pradipta, "ANALISIS RESPON GERAK STRUKTUR JACKET FIXED PLATFORM AKIBAT PENGARUH PENAMBAHAN BEBAN OPERASIONAL. STUDI KASUS: BEKAPAI BQ PLATFORM," p. 7, 2015.
- [3] H. R. Zadry, L. Susanti, B. Yulindra and D. Jumeno, ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM KERJA, Padang, Indonesia: Andalas University Press, 2015.
- [4] Maryana dan S. Meutia, "PERBAIKAN METODE KERJA PADA BAGIAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN MAN AND MACHINE CHART," *Teknovasi*, vol. 02, p. 17, 2015.
- [5] Suryana, METODE PENELITIAN: METODE PRAKATIS PENELITIAN KUANTITATIF DAN KUALITATIF, Bandung, 2010.
- [6] A. Latief dan P. F. Melu, "Pengukuran Waktu Kerja Karyawan pada Pengemasan Es Kristal Menggunakan Metode Timse Study," 2021.
- [7] S. Wignjosoebroto, ERGONOMI STUDI GERAK DAN WAKTU, Jakarta: Guna Widya, 2009.
- [8] B. I. Putra dan R. B. Jakaria, PERANCANGAN SISTEM KERJA, Sidoarjo, Jawa Timur: UMSIDA Press, 2020.

LAMPIRAN

- Welding Procedure Specification (WPS) PT XYZ

Side	Weld Pass	Type & Polarity	Weld Process	Travel Speed (mm/min)	
				Min	Max
Inside/Outside	FILL PASS	DCEP	SAW	500	545
Inside/Outside	FILL PASS	DCEP AC	SAW	750	810
Inside/Outside	CAP PASS	DCEP AC	SAW	810	820
Inside/Outside	CAP PASS	DCEP	SAW	500	510

Referensi: WPS PT XYZ

- Perhitungan waktu siklus proses pengelasan *inside* dan *outside*

Waktu Pengelasan Longseam (Inside)	Waktu Pengelasan Longseam (Outside)
<p>No. _____</p> <p>Date: _____</p> <p>↳ • Fill Pass</p> <p>- Single = 5 Pass. $v = 520$ mm/min. $s = 1830$ mm</p> $t = \frac{s}{v} = \frac{1830}{520} = 3.52 \cdot 5 \text{ Pass} = 19.6 \text{ min}$ <p>- Tandem = 37 Pass. $v = 980$ mm/min. $s = 1830$ mm</p> $t = \frac{s}{v} = \frac{1830}{980} = 1.87 \cdot 37 \text{ Pass} = 89 \text{ min}$ <p>• Lap Pass</p> <p>- Single = 1 Pass. $v = 505$ mm/min. $s = 1830$ mm</p> $t = \frac{s}{v} = \frac{1830}{505} = 3.6 \cdot 1 \text{ Pass} = 3.6 \text{ min}$ <p>- Tandem = 1 Pass. $v = 815$ mm/min. $s = 1830$ mm</p> $t = \frac{s}{v} = \frac{1830}{815} = 2.24 \cdot 1 \text{ Pass} = 2.24 \text{ min}$ <p>• Total = $19.6 + 89 + 3.6 + 2.24 = 114.44$ min</p> <p>• Waktu mundur setelah las: $v = 1900$ mm/min</p> $t = \frac{s}{v} = \frac{1830}{1900} = 0.96 \cdot 49 \text{ Pass} = 47.04 \text{ min}$ <p>• Waktu pembersihan dari flux = 3 min / 1 Pass</p> $3 \cdot 49 \text{ Pass} = 147 \text{ min}$ <p>• Waktu pemasangan wire = 15 menit</p> <p>• Total keseluruhan = $114.44 + 47.04 + 147 + 15 = 323.48$ min //</p>	<p>↳ • Fill Pass</p> <p>- Single = 10 Pass. $v = 520$ mm/min. $s = 1830$ mm</p> $t = \frac{s}{v} = \frac{1830}{520} = 3.52 \cdot 10 \text{ Pass} = 35.2 \text{ min}$ <p>- Tandem = 27. $v = 780$ mm/min. $s = 1830$ mm</p> $t = \frac{s}{v} = \frac{1830}{780} = 2.35 \cdot 27 \text{ Pass} = 63.45 \text{ min}$ <p>• Lap Pass</p> <p>- Single = 1 Pass. $v = 505$ mm/min. $s = 1830$ mm</p> $t = \frac{s}{v} = \frac{1830}{505} = 3.6 \cdot 1 \text{ Pass} = 3.6 \text{ min}$ <p>- Tandem = 2 Pass. $v = 815$ mm/min. $s = 1830$ mm</p> $t = \frac{s}{v} = \frac{1830}{815} = 2.24 \cdot 2 \text{ Pass} = 4.48 \text{ min}$ <p>• Total = $35.2 + 63.45 + 3.6 + 4.48 = 106.73$ min</p> <p>• Waktu mundur setelah las: $v = 1900$ mm/min</p> $t = \frac{s}{v} = \frac{1830}{1900} = 0.96 \cdot 40 \text{ Pass} = 38.4 \text{ min}$ <p>• Waktu pembersihan dari flux = 3 min / 1 Pass</p> $3 \cdot 40 \text{ Pass} = 120 \text{ min}$ <p>• Waktu pemasangan wire = 15 menit</p> <p>• Total keseluruhan = $106.73 + 38.4 + 120 + 15 = 280.13$ min //</p>