

Available online at: <https://newjournal.lppmunindra.ac.id/index.php/JOTI>

Jurnal Optimasi Teknik Industri

| ISSN (Print) 2656-3789 | ISSN (Online) 2657-0181|



Optimasi Produktivitas Melalui Analisis Waktu Baku Dengan Metode *Westinghouse* Pada Proses Fabrikasi Pipa

Meydika Angga Adi Nugraha, Tita Talitha*

Program Studi Teknik Industri, Universitas Dian Nuswantoro, Jl. Nakula No.5-11, Indonesia

*Corresponding author: tita.talitha@dsn.dinus.ac.id

ARTICLE INFORMATION

Received : 21 Juli 2025
 Revised : 14 Agustus 2025
 Accepted : 26 September 2025
 Available online : 30 September 2025

KATA KUNCI

Waktu Baku;
 Metode *Westinghouse*;
 Efisiensi Kerja

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu baku pada proses fabrikasi pipa di PT. XYZ sebagai dasar peningkatan efisiensi dan produktivitas kerja. Penelitian dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif melalui pengukuran waktu kerja secara langsung dengan metode *stopwatch time study* serta penerapan metode *Westinghouse* untuk penilaian kinerja operator. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data waktu kerja dari tiga operator selama lima kali pengamatan, uji keseragaman dan kecukupan data, perhitungan waktu siklus, penentuan faktor penyesuaian (*performance rating*), dan penambahan faktor kelonggaran (*allowance*) berdasarkan kondisi kerja aktual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata waktu siklus proses fabrikasi pipa sebesar 3.689,2 detik, dengan faktor penyesuaian +0,05 yang menghasilkan waktu normal sebesar 3.873,66 detik. Setelah memperhitungkan total kelonggaran sebesar 37%, diperoleh waktu baku sebesar 6.149,46 detik atau setara dengan 1 jam 42 menit per siklus kerja. Temuan ini menunjukkan bahwa operator bekerja dengan kinerja di atas rata-rata, namun efisiensi masih dapat ditingkatkan melalui perbaikan kondisi lingkungan kerja, penggunaan alat bantu produksi seperti jig penjepit dan pelatihan operator. Secara keseluruhan, penerapan metode *Westinghouse* terbukti efektif dalam menghasilkan penilaian waktu kerja yang objektif dan representatif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi manajemen PT. XYZ dalam penetapan standar waktu kerja serta menjadi referensi bagi penelitian lanjutan di bidang efisiensi kerja industri galangan kapal.

I. PENDAHULUAN

Di era pasar global, industri pembangunan kapal mengalami pertumbuhan yang signifikan, sehingga galangan kapal perlu meningkatkan daya saing mereka dalam hal kualitas, biaya, dan ketepatan waktu pengiriman. Hal ini penting untuk mendapatkan kontrak pembangunan kapal dan bertahan dalam persaingan yang ketat. Untuk meningkatkan daya saing, galangan kapal dapat fokus pada efisiensi proses produksi dan melakukan perbaikan secara berkelanjutan. Dalam rangka efisiensi proses produksi dan perbaikan secara berkelanjutan maka diperlukannya pengukuran

waktu baku untuk setiap tahapan proses produksi. Inti dari pengukuran waktu adalah mencatat dan menganalisis durasi setiap bagian atau siklus pekerjaan menggunakan alat yang sesuai. Idealnya, data yang dikumpulkan sangat banyak untuk mendapatkan hasil yang akurat. Namun, karena keterbatasan waktu, biaya, dan sumber daya manusia, hal ini seringkali tidak mungkin dalam praktiknya [1]. Pengukuran waktu kerja dapat dilakukan secara langsung atau tidak langsung. Tujuan utama pengukuran waktu kerja adalah untuk menentukan jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu tugas [2]. Dalam pengukuran tidak langsung,

pengamat dapat menganalisis waktu kerja operator tanpa harus hadir di lokasi karena data atau pekerjaan telah distandarisasi. Dalam pengukuran langsung, pengamat secara aktif mencatat waktu kerja operator di tempat kerja [3]. Hasil pengukuran waktu kerja ini dapat digunakan untuk mengetahui seberapa baik kinerja seorang karyawan.

PT XYZ menjadi salah satu perusahaan yang bergerak dibidang reparasi dan pembuatan kapal. Dalam rangka meningkatkan efisiensi dan produktivitas, perusahaan perlu menentukan waktu baku (*standard time*) untuk setiap tahapan proses fabrikasi pipa. Perhitungan waktu baku berguna untuk perencanaan atau penjadwalan sehingga akan menjadi waktu kerja normal bagi karyawan atau operator sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan [4]. Waktu kerja langsung (*direct time study*) dan analisis data historis adalah dua metode yang umum digunakan untuk menghitung waktu baku. Pengukuran waktu kerja langsung melibatkan observasi terhadap pekerja saat melakukan tugasnya, sedangkan analisis data historis memanfaatkan catatan waktu yang telah dikumpulkan sebelumnya. Dalam konteks fabrikasi pipa, metode ini perlu disesuaikan dengan karakteristik proses yang melibatkan berbagai variabel, seperti jenis material pipa, tingkat kesulitan pengelasan, dan kondisi lingkungan kerja. Faktor manusia, seperti kelelahan, motivasi, dan keterampilan pekerja, juga memengaruhi kecepatan dan kualitas pekerjaan. Hal-hal seperti kelelahan fisik dan mental dapat mengurangi produktivitas sehingga penentuan waktu baku yang realistis dan manusiawi sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas perusahaan.

Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan pentingnya pengukuran waktu kerja sebagai dasar peningkatan efisiensi dan produktivitas dalam kegiatan manufaktur. Hasil studi oleh Kurniawan et.al., [5] dalam *Jurnal Optimasi Teknik Industri* menjelaskan bahwa penerapan metode optimasi penugasan operator berdasarkan hasil pengukuran waktu mampu menurunkan waktu penyelesaian kerja hingga 26%, yang menggambarkan adanya peningkatan substansial pada efisiensi operasional. Lebih lanjut, studi yang dijalankan oleh Sutikno et.al., [6] juga dari *Jurnal Optimasi Teknik Industri* menggarisbawahi pentingnya pengukuran waktu dikombinasikan dengan analisis beban kerja mental melalui metode sampel kerja dan NASA-TLX, karena mampu memberikan gambaran menyeluruh tentang kondisi operator dan faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas mereka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penentuan waktu baku bukan sekadar untuk menetapkan standar kerja, tetapi juga menjadi dasar dalam perancangan sistem kerja yang lebih efektif,

ergonomis, dan berorientasi pada peningkatan performa tenaga kerja.

Kinerja pekerja yang stabil mencerminkan efisiensi kerja, yang pada akhirnya meningkatkan produktivitas. Artinya, pekerjaan yang diselesaikan dalam waktu singkat menunjukkan tingkat efisiensi yang tinggi [7]. Dengan analisis waktu baku dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan deviasi waktu produksi dari standar yang seharusnya. Dengan memahami faktor-faktor ini, perusahaan dapat menerapkan langkah-langkah perbaikan yang lebih efektif guna meningkatkan efisiensi waktu kerja. Hasil analisis ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan bagi PT. XYZ dalam meningkatkan efisiensi proses fabrikasi pipa. Hasil ini juga dapat digunakan sebagai referensi dalam proses pengambilan keputusan mengenai perbaikan sistem produksi serta dalam pembuatan strategi untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja di sektor perkapalan.

Berbagai penelitian sebelumnya mengenai pengukuran waktu baku di Indonesia maupun luar negeri umumnya berfokus pada sektor manufaktur massal dengan operasi bersifat repetitif (seperti perakitan dan packaging) di lingkungan kerja yang relatif stabil [1][2][3][4][7][8]. Pada industri galangan kapal, penelitian terkait *time study* lebih banyak diterapkan pada proses konstruksi lambung, sementara penelitian mengenai penetapan waktu baku untuk fabrikasi pipa masih sangat terbatas. Padahal, proses fabrikasi pipa memiliki variabilitas yang tinggi akibat perbedaan keterampilan operator, tingkat presisi penyambungan sudut *elbow*, serta kondisi lingkungan kerja yang ekstrem, seperti suhu tinggi, ruang kerja terbatas, dan tingkat kebisingan yang signifikan. Kondisi tersebut menyebabkan metode rating factor, seperti Persentase, *Schumard* dan *Objectif* rating kurang akurat karena cenderung menitikberatkan pada kecepatan gerak tanpa mempertimbangkan kompleksitas keterampilan operator dan kondisi lingkungan kerja.

Metode *Westinghouse* memiliki keunggulan karena menilai empat dimensi kinerja operator secara menyeluruh seperti, keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi lingkungan kerja (*conditions*), dan konsistensi (*consistency*) yang sangat relevan dengan karakteristik pekerjaan fabrikasi pipa dengan kondisi kerja non-repetitif dan ekstrem. Hingga saat ini masih jarang ditemukan literatur nasional maupun internasional, yang secara spesifik menerapkan metode *westinghouse* pada proses fabrikasi pipa di galangan kapal. Dengan demikian, penelitian ini

memiliki kebaruan dalam mengisi celah penelitian tersebut melalui penerapan metode *westinghouse* untuk menghasilkan waktu baku yang lebih representatif terhadap kondisi nyata pekerjaan di industri perkapalan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam menetapkan standar waktu kerja yang lebih akurat, merencanakan kapasitas produksi secara lebih tepat, serta meningkatkan efisiensi proses fabrikasi pipa. Dari sisi akademik, penelitian ini berkontribusi pada penguatan penerapan studi waktu dan ergonomi di industri galangan kapal, yang memiliki karakteristik pekerjaan kompleks dan variatif. Temuan penelitian ini diharapkan memperkaya literatur mengenai pengukuran waktu baku pada sektor galangan kapal, khususnya pada area pekerjaan yang bersifat non-repetitif seperti fabrikasi pipa.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yang menggunakan data numerik untuk menganalisis aktivitas kerja dan menentukan waktu baku secara objektif. Penelitian kuantitatif ini melibatkan proses pengukuran langsung di lapangan, pengolahan data statistik, serta interpretasi hasil analisis untuk menarik kesimpulan yang terukur mengenai efisiensi kerja operator. Penelitian dilaksanakan di PT.XYZ, sebuah perusahaan galangan kapal yang berlokasi di Indonesia Barat. Kegiatan penelitian dilakukan pada bulan Februari hingga Maret 2025, dengan fokus pada bagian fabrikasi pipa, khususnya proses pembuatan spool pipa yang digunakan untuk sistem distribusi fluida di kapal. Objek penelitian adalah operator fabrikasi pipa yang terlibat langsung dalam kegiatan pengukuran, pemotongan, penyambungan elbow, penyambungan antar pipa, hingga pemasangan flange dan inspeksi akhir. Berdasarkan data yang telah didapatkan dapat dilakukan analisis sebagai berikut:

1. Pengukuran Pendahuluan
Menurut [8] dalam (Sari & Darmawan 2020) Langkah-langkah yang digunakan dalam tahap pengukuran pendahuluan adalah sebagai berikut:

1) Kelompokkan kedalam subgroup-subgrup dan hitung harga rata-ratanya

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

2) Hitung rata-rata dari harga rata-rata subgroup

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k}$$

- 3) Dimana: x_i adalah harga rata-rata dari subgroup ke- i
 k adalah banyaknya subgroup yang terbentuk
- 4) Hitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

N adalah jumlah pengamatan pendahuluan yang telah dilakukan

x_i adalah waktu penyelesaian yang teramati selama pengukuran pendahuluan yang telah dilakukan

- 5) Hitung standar deviasis dari distribusi rata-rata subgroup

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

- 6) Uji keseragaman data dengan menetapkan batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB). Pengujian ini bertujuan untuk menyeragamkan data agar seluruhnya berada dalam batas kendali [9].

$$BKA = \bar{\bar{x}} + z \cdot \sigma_{\bar{x}}$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - z \cdot \sigma_{\bar{x}}$$

- 7) Uji kecukupan data dilakukan untuk memastikan jumlah data yang terkumpul sudah memadai. Semakin banyak siklus pengamatan, data serta waktu yang dihasilkan akan semakin akurat dan mendekati kondisi sebenarnya [10]. Berikut merupakan rumus uji kecukupan data:

$$N' = \left(\frac{k \sqrt{N \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right)^2$$

Nilai k bergantung pada tingkat keyakinan yang digunakan oleh pengukur.

Nilai s dari tingkat ketelitian yang digunakan oleh pengukur.

Jika $N' \leq N$, maka jumlah data dianggap sudah cukup

Jika $N' > N$, maka jumlah data dianggap belum cukup.

2. Pengukuran Waktu

1) Penentuan Waktu Siklus

Waktu siklus didefinisikan sebagai lamanya (durasi) waktu yang diamati dan dicatat yang diperlukan oleh operator untuk menyelesaikan tugas atau elemen kerja spesifik [11]. Waktu siklus dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$W_s = \frac{\sum X}{N}$$

2) Penentuan *Performance Rating*

Untuk menjaga konsistensi serta menyesuaikan alokasi waktu kerja yang diperlukan dalam merampungkan pekerjaan,

digunakanlah metode *performance rating*, yaitu perbandingan kinerja operator yang sedang diamati [12]. Tujuan dari faktor penyesuaian 'p' adalah menstandarisasi (menormalkan) rata-rata waktu siklus dengan mempertimbangkan laju kinerja pekerja. Jika kecepatan operator dianggap biasa, nilai 'p' ditetapkan sebagai 1, mengindikasikan bahwa waktu siklus telah mencapai standar [13]. Operator yang kinerjanya berlebihan atau dipercepat diberikan nilai penyesuaian ($p > 1$) untuk normalisasi. Sebaliknya, operator yang bekerja terlalu lambat (di bawah kewajaran) dinormalkan dengan nilai ($p < 1$). Salah satu teknik untuk menetapkan faktor penyesuaian adalah metode Westinghouse, yang mengharuskan penilaian operator berdasarkan empat kriteria utama yang memengaruhi kewajaran kerja: keterampilan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi. *Westinghouse* menyusun tabel penilaian kinerja yang berisi tingkatan nilai untuk masing-masing faktor sebagai acuan dalam mengevaluasi performa kerja [14].

3) Penentuan Waktu Normal

Waktu normal didefinisikan sebagai jumlah waktu yang secara wajar diperlukan oleh seorang pekerja untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan standar kerja yang berlaku [15]. Sasaran utamanya adalah mendapatkan perkiraan durasi siklus rata-rata yang layak untuk merampungkan suatu tugas. Waktu normal dihitung dengan cara mengalikan waktu rata-rata dan faktor penyesuaian. Secara rumus, hal ini dinyatakan sebagai berikut:

$$W_n = W_s \times p$$

W_n = Waktu Normal

W_s = Waktu Siklus

p = *Performance Rating*

4) Penentuan Kelonggaran

Kelonggaran (*allowance*) didefinisikan sebagai alokasi waktu tambahan yang diberikan kepada pekerja untuk menghentikan sementara aktivitas pekerjaan akibat alasan-alasan spesifik, seperti keperluan pribadi, istirahat guna mengurangi kelelahan, atau gangguan lain yang berada di luar kendali pekerja [16]. *Allowance* (kelonggaran / L) mencakup tiga kategori utama: kebutuhan pribadi, kelonggaran lelah, dan penundaan yang tak terhindarkan. Tiga elemen kelonggaran ini sangat esensial bagi operator, namun tidak termasuk dalam proses observasi, pengukuran, pencatatan, atau perhitungan selama studi waktu. Konsekuensinya, faktor kelonggaran ini

wajib dimasukkan saat menetapkan waktu standar (waktu baku). Perhitungan kelonggaran ini umumnya dipelajari dalam mata kuliah Analisa dan Perancangan Kerja.

5) Penentuan Waktu Baku

Waktu baku adalah jumlah waktu yang dibutuhkan seseorang untuk menyelesaikan suatu tugas hingga selesai secara efektif dan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. [17]. Dengan menambahkan kelonggaran atau *allowance* pada waktu normal, waktu baku dapat diperoleh secara matematis sebagai berikut.:

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}}$$

Dimana:

W_b = Waktu Baku

W_n = Waktu Normal

Allowance = Kelonggaran (umumnya dinyatakan dalam persen)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses fabrikasi pipa yang diamati dalam penelitian ini terdiri dari beberapa elemen kerja utama yang dilakukan secara berurutan dalam siklus kerja. Setiap elemen kerja memiliki tingkat kesulitan dan ketelitian yang berbeda, sehingga berkontribusi terhadap variasi waktu penyelesaian pekerjaan secara keseluruhan. Seluruh elemen kerja diamati sebagai satu kesatuan proses untuk mempresentasikan kondisi aktual fabrikasi pipa di galangan kapal.

Tabel 1. Elemen Kerja Fabrikasi Pipa

No	Elemen Kerja	Deskripsi Aktivitas
1	Pengukuran	Pengukuran Panjang pipa dan penandaan titik potong sesuai sketsa kerja.
2	Pemotongan Pipa	Pemotongan pipa sesuai ukuran yang telah ditentukan.
3	Set Up Meja	Penempatan pipa pada meja kerja.
4	Penyambungan Elbow	Pemasangan sambungan siku pada pipa.
5	Penyambungan Pipa	Penyambungan pipa pada elbow yang telah dipasang.
6	Pemasangan Flange	Pemasangan <i>Flange</i> pada ujung pipa.
7	Inspeksi	Pemeriksaan ukuran, sudut, keselarasan sambungan, dan kualitas hasil fabrikasi.

Seluruh elemen kerja pada tabel 1 menjadi dasar dalam pengukuran waktu siklus dan analisis kinerja operator. Dari elemen kerja tersebut juga dapat mengetahui

Data waktu proses fabrikasi dikumpulkan dari tiga (3) operator. Pengambilan data ini dilakukan sebanyak lima (5) kali untuk setiap operator, dengan menggunakan metode studi waktu dengan jam henti. Data pengukuran ini selanjutnya diklasifikasikan

menjadi subkelompok-subkelompok, yang kemudian menjadi dasar perhitungan nilai rata-ratanya. Rincian data tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Waktu Siklus Proses Fabrikasi

Operator	Waktu Pengamatan (detik)					X bar
	1	2	3	4	5	
A	5.000	3.314	2.830	3.091	3.120	3.471
B	3.203	4.673	3.397	3.600	4.210	3.816,6
C	5.021	2.573	4.210	3.276	3.820	3.780
	Jumlah					3.689,2

Berdasarkan hasil pengamatan yang terekam dalam tabel 1, didapatkan informasi mengenai waktu rata-rata fabrikasi dari ketiga operator. Ditemukan bahwa operator B memiliki waktu rata-rata pengamatan tertinggi, yaitu sebesar 3.816,6 detik. Sementara itu, operator A menunjukkan waktu rata-rata terendah dengan catatan 3.471 detik. Perbedaan waktu siklus tersebut menunjukkan adanya variasi performa meskipun jenis pekerjaan dan peralatan yang digunakan relative sama. Operator dengan waktu rata-rata lebih cepat cenderung memiliki pengalaman yang lebih baik dalam proses penyambungan *elbow*, penyambungan pipa, dan pemasangan *flange*. Selanjutnya, data waktu rata-rata pengamatan tiap operator ini dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan beberapa parameter statistik. Analisis meliputi kalkulasi dari rata-rata keseluruhan subkelompok, deviasi standar data observasi, dan deviasi standar distribusi rata-rata subgrup. Detail dari hasil pengolahan data ini tersedia secara terperinci pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengolahan Data

Keterangan	Nilai
Rata-rata subgrup	3.689,2
Standar Deviasi	660,58
Standar Deviasi dari distribusi rata-rata subgrup	170,56

Perhitungan pengolahan data:

1. Rata-rata Subgrup

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{k}$$

$$\bar{x} = \frac{11.067,6}{3}$$

$$\bar{x} = 3.689,2$$

2. Standar Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

$$\sigma = 660,58$$

3. Standar Deviasi dari rata-rata subgrup

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{660,58}{\sqrt{12}}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = 170,56$$

Setelah mengetahui standar deviasi rata-rata subgroup, langkah berikutnya adalah

melaksanakan pengujian keseragaman data melalui perhitungan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB).

$$BKA = \bar{\bar{x}} + z \cdot \sigma_{\bar{x}}$$

$$BKA = 3.689,2 + 2(170,56)$$

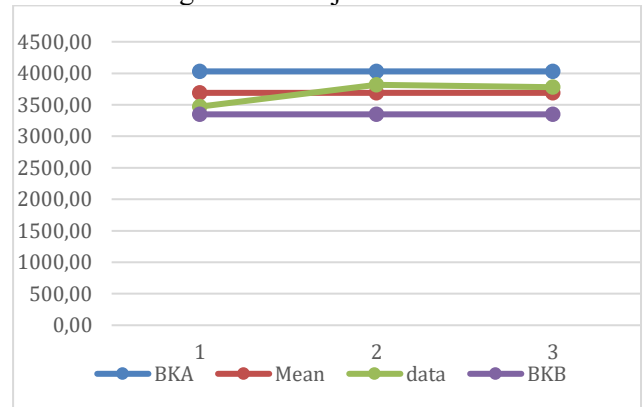
$$BKA = 4.030,32$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - z \cdot \sigma_{\bar{x}}$$

$$BKB = 3.689,2 - 2(170,56)$$

$$BKB = 3.348,08$$

Peta kendali statistik digunakan untuk memvisualisasikan grafik kinerja operator, sebagaimana disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Peta Kendali

Berdasarkan grafik peta kendali yang disajikan, terlihat jelas bahwa operator menunjukkan performa yang stabil dan konsisten dalam proses fabrikasi pipa. Bukti dari hal ini ditemukan pada semua titik data rata-rata waktu fabrikasi yang tidak melampaui Batas Kendali Atas (BKA) maupun Batas Kendali Bawah (BKB) yang sudah ditetapkan. Secara lebih rinci, Batas Kendali Atas (BKA) merepresentasikan durasi waktu rata-rata terlama yang dapat diterima untuk fabrikasi pipa. Sebaliknya, Batas Kendali Bawah (BKB) menunjukkan durasi waktu rata-rata tercepat yang masih dianggap dalam rentang normal. Sementara itu, garis tengah pada grafik menggambarkan waktu rata-rata keseluruhan dari subkelompok proses fabrikasi pipa. Keseluruhan indikator ini menunjukkan bahwa proses fabrikasi pipa berjalan seragam dan terkendali, tanpa adanya penyimpangan signifikan yang memerlukan intervensi. Data yang diperoleh dapat diandalkan dan mencerminkan kondisi operasional yang normal.

Langkah berikutnya adalah melaksanakan pengujian kecukupan data. Perhitungan ini dijalankan menggunakan taraf kepercayaan 95% dan toleransi ketelitian (presisi) sebesar 5%.

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0,08} \sqrt{15 \times 225285470 - 3287646244}}{57338} \right)^2$$

$$N' = 13,76$$

Dengan hasil N' sebesar 13,76 atau dibulatkan menjadi 14 maka uji kecukupan data dianggap sudah cukup karena N' (14) < N (15). Setelah uji keseragaman dan kecukupan selesai, analisis dilanjutkan dengan menghitung waktu siklus dan waktu normal.

$$W_s = \frac{\sum X}{N}$$

$$W_s = \frac{55.338}{15}$$

$$W_s = 3.689,2 \text{ detik}$$

Waktu siklus rata-rata proses fabrikasi pipa adalah sebesar 3.689,2 detik, nilai ini mencerminkan durasi aktual yang dibutuhkan operator untuk menyelesaikan satu siklus fabrikasi pipa dalam kondisi kerja yang relatif stabil dan terkendali. Berdasarkan waktu siklus tersebut dapat dijadikan sebagai dasar perhitungan waktu normal sekaligus mengindikasikan adanya peluang perbaikan pada sistem kerja.

Selanjutnya adalah mengukur *performance rating* dengan metode *Westinghouse*, seperti yang ditunjukkan dalam tabel 4.

Tabel 4. Penyesuaian dengan Metode *Westinghouse*

Faktor	Kelas	Penyesuaian
Keterampilan	Good (C1)	+0,06
Usaha	Good (C1)	+0,05
Kondisi Kerja	Fair (E)	-0,03
Konsistensi	Fair (E)	-0,03
Total Penyesuaian		+0,05

Faktor keterampilan ketiga operator, seperti yang ditunjukkan dalam tabel 4, dikategorikan ke dalam kelas *Good* (C1) karena operator memiliki kemampuan teknis dan pengalaman kerja yang memadai dalam proses fabrikasi pipa. Sedangkan untuk faktor usaha pada kategori *Good* (C1), operator mampu mempertahankan intensitas kerja yang stabil meskipun bekerja dalam kondisi bising. Namun pada kondisi kerja berada di kelas *fair* (E) karena kondisi lingkungan yang kurang nyaman seperti suhu di atas 30°C dan kebisingan rata-rata sebesar 74 desibel. Terakhir untuk konsistensi berada di kelas *fair* (E), yang menunjukkan bahwa ritme kerja belum stabil pada setiap siklus. Ketidakstabilan ini terutama muncul pada elemen kerja yang membutuhkan presisi tinggi, seperti penyambungan *elbow*, penyambungan pipa dan pemasangan *flange*, di mana perbedaan pengalaman dan tingkat ketelitian operator menyebabkan variasi durasi pengerjaan. Dari penilaian *performance rating* tersebut diperoleh penyesuaian sebesar +0,05 sehingga:

$$p = 1 + 0,05$$

$$p = 1,05$$

Nilai penyesuaian tersebut menunjukkan bahwa kecepatan kerja operator berada di atas standar normal,

namun peningkatan tersebut tidak mencerminkan efisiensi sistem kerja yang optimal. Hasil ini mengindikasikan bahwa operator mampu menyelesaikan pekerjaan lebih cepat melalui peningkatan usaha dan keterampilan individu, meskipun masih dihadapkan pada kondisi lingkungan dan konsistensi kerja yang kurang mendukung. Oleh karena itu, penggunaan nilai penyesuaian ini untuk menghitung waktu normal tetap relevan, tetapi sekaligus menegaskan bahwa perbaikan efisiensi seharusnya diarahkan pada peningkatan kondisi kerja dan stabilitas proses, agar kecepatan kerja dapat dipertahankan tanpa meningkatkan beban fisik operator.

$$W_n = W_s \times \text{performance rating}$$

$$W_n = 3.689,2 \times 1,05$$

$$W_n = 3.873,66 \text{ detik}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh waktu normal sebesar 3.873,66 detik yang menunjukkan durasi kerja wajar setelah mempertimbangkan penilaian *performance rating*. Kenaikan waktu dari waktu siklus menjadi waktu normal mengindikasikan bahwa penyesuaian kinerja diperlukan untuk menormalkan kondisi kerja aktual agar sesuai dengan standar yang dapat dicapai secara berkelanjutan. Namun, selisih waktu yang tidak terlalu besar antara waktu siklus dan waktu normal menunjukkan bahwa efisiensi kerja operator bukan merupakan faktor utama yang menyebabkan lamanya durasi proses. Dengan kata lain, kinerja operator secara individual sudah cukup optimal, sehingga keterlambatan penyelesaian pekerjaan lebih mungkin dipengaruhi oleh faktor lain di luar kecepatan kerja, seperti kondisi lingkungan, kebutuhan presisi pada proses penyambungan, serta variasi elemen kerja yang membutuhkan penyesuaian berulang.

Setelah mengetahui waktu normal, dapat ditentukan waktu standar (waktu baku) dengan memperhitungkan faktor-faktor kelonggaran (*allowance*), sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 5, yaitu:

Tabel 5. Faktor *Allowance*

Tenaga yang dikeluarkan	: Ringan	= 8%
Sikap kerja	: Berdiri diatas dua kaki	= 2%
Gerakan kerja	: Agak terbatas	= 3%
Kelelahan mata	: Pandangan yang terputus-putus	= 5%
Keadaan temperature tempat kerja	: Tinggi	= 8%
Keadaan atmosfer	: Cukup	= 3%
Keadaan lingkungan	: Sangat Bising	= 1%
Kelonggaran pribadi pria		= 2%
Kelonggaran tak terhindarkan		= 5%
Jumlah / total kelonggaran (<i>Allowance</i>)		= 37%

Hasil tabel 5. menunjukkan total *allowance* sebesar 37%, yang tergolong tinggi dan mengindikasikan proses fabrikasi pipa berjalan dalam kondisi kerja yang menuntut kelonggaran waktu cukup besar. Persentase *allowance* terbesar berasal

dari faktor tenaga yang dikeluarkan dan kondisi temperatur kerja yang bernilai 8%, yang mencerminkan tingginya beban fisik akibat pekerjaan manual di lingkungan bersuhu tinggi. Kondisi ini mempercepat kelelahan operator sehingga menurunkan kemampuan mempertahankan kecepatan kerja secara berkelanjutan, terutama pada pekerjaan pemasangan *elbow* dan pemasangan pipa. Selain itu, *allowance* akibat kelelahan mata (5%) dan gerakan kerja terbatas (3%) menunjukkan bahwa aktivitas fabrikasi pipa membutuhkan tingkat ketelitian visual saat pengukuran dan pemasangan serta gerakan yang terbatas pada ruang yang penuh peralatan. Faktor kelonggaran tak terhindarkan (5%) mencakup penyesuaian alat dan jeda istirahat akibat kondisi lapangan. Berdasarkan hasil faktor *allowance* tersebut maka didapatkan perhitungan waktu baku sebagai berikut:

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}}$$

$$W_b = 3.873,66 \times \frac{100\%}{100\% - 37\%}$$

$$W_b = 6.149,46 \text{ detik}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan waktu baku sebesar 6.149,46 detik atau selama 1 jam 42 menit. Nilai waktu baku yang meningkat signifikan dibandingkan waktu normal mengindikasikan bahwa beban fisik, kondisi lingkungan, dan karakteristik pekerjaan memberikan pengaruh besar terhadap kebutuhan waktu kerja.

Selanjutnya, terdapat rincian waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku disajikan dalam Tabel 6. di bawah ini:

Keterangan	Nilai
Waktu Siklus	3.689,2 detik
Waktu Normal	3.873,66 detik
Waktu Baku	6.149,46 detik

Analisis waktu baku dengan metode Westinghouse menghasilkan durasi penyelesaian fabrikasi pipa sebesar 6.149,46 detik atau 1 jam 42 menit per siklus. Angka ini mengindikasikan bahwa dalam durasi kerja efektif 8 jam, seorang operator secara teoritis mampu menyelesaikan empat hingga lima siklus kerja, dengan catatan seluruh waktu dimanfaatkan secara optimal. Temuan tersebut tidak serta-merta ditetapkan sebagai target produksi mutlak, mengingat belum adanya standar formal di perusahaan saat ini. Sebaliknya, data ini berfungsi sebagai parameter kuantitatif mengenai kapasitas aktual di lapangan yang dapat dijadikan landasan evaluasi produktivitas. Oleh karena itu, hasil pengukuran waktu baku ini memberikan informasi awal yang objektif bagi manajemen dalam

merencanakan kapasitas serta mengkaji langkah optimasi pada proses fabrikasi pipa ke depannya.

Di sisi lain, evaluasi kinerja melalui pendekatan *westinghouse* mengungkap bahwa panjangnya waktu baku yang ditemukan bukan disebabkan oleh performa individu operator yang rendah, melainkan lebih dominan dipengaruhi oleh faktor sistem kerja. Hal ini terkonfirmasi dari besarnya nilai *allowance* yang mencapai 37%, yang disebabkan oleh kondisi lingkungan kerja, kebutuhan penyesuaian posisi, serta variasi teknis dalam penyambungan pipa. Realitas ini menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas tidak akan efektif jika hanya menekan operator untuk bekerja lebih cepat. Sebaliknya, optimasi harus difokuskan pada pembenahan sistem kerja, seperti perbaikan fasilitas lingkungan dan penyediaan alat bantu produksi yang lebih memadai seperti jig penjepit dan pelatihan operator. Dengan demikian, penerapan metode *westinghouse* tidak sekadar menghasilkan angka waktu baku, tetapi juga menjadi instrumen analitis untuk memetakan titik-titik perbaikan dalam proses fabrikasi pipa.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis, diperoleh waktu baku proses fabrikasi pipa sebesar 6.149,46 detik atau 1 jam 42 menit per siklus kerja. Nilai ini dihasilkan dari waktu siklus rata-rata 3.689,2 detik, faktor penyesuaian kinerja 1,05, dan total *allowance* sebesar 37%, sehingga merepresentasikan waktu kerja yang wajar dan realistis sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Temuan ini berfungsi sebagai basis data empiris dalam penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) perencanaan produksi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa lamanya waktu kerja tidak semata-mata dipengaruhi oleh keterampilan dan usaha operator, melainkan lebih dominan oleh kondisi lingkungan kerja dan karakteristik kerja, yang tercermin dari tingginya nilai *allowance*. Temuan ini menegaskan bahwa peningkatan produktivitas tidak dapat dicapai hanya melalui peningkatan kecepatan kerja operator, tetapi harus diarahkan pada perbaikan kondisi lingkungan dan sistem kerja seperti penggunaan alat bantu produksi jig penjepit dan pelatihan operator agar kinerja dapat dipertahankan secara berkelanjutan.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada ruang lingkup pengamatan yang hanya mencakup satu jenis proses fabrikasi pipa dan jumlah operator yang terbatas, sehingga variasi metode kerja dan kompleksitas produk belum sepenuhnya terakomodasi. Selain itu, penelitian ini belum melakukan perbandingan langsung dengan standar industri sejenis akibat keterbatasan data pembanding.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar perusahaan menggunakan waktu baku yang diperoleh

sebagai acuan awal dalam menyusun standar kerja, serta melakukan perbaikan lingkungan kerja dan standarisasi elemen kerja untuk menekan allowance. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas objek kajian, membandingkan beberapa metode penilaian kinerja, serta mengintegrasikan pendekatan lean manufaktur atau ergonomi untuk meningkatkan akurasi dan generalisasi hasil.

REFERENSI

- [1] T. Rachman, "Penggunaan Metode Work Sampling Untuk Menghitung Waktu Baku Dan Kapasitas Produksi Karungan Soap Chip Di Pt. Sa," *SA J. InovisiTM*, vol. 9, no. 1, p. 48, 2013.
- [2] N. V. Febriana, E. R. Lestari, and S. Anggarini, "Pengemasan Di Pt Japfa Comfeed Indonesia Tbk Working Time Measurement Analysis Using Indirect Measurement of the Packaging At Pt Japfa Comfeed," *J. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 66–73, 2015.
- [3] M. W. Ghozali and M. Hermansyah, "Pengukuran Waktu Baku Proses Finishing Line Volpak Produksi Lannate Sp 25 Gram Philipina Guna Meningkatkan Produktivitas (Pt. Dupont Agricultural Products Indonesia)," *JKIE (Journal Knowl. Ind. Eng.)*, vol. 3, no. 3, 2018, doi: 10.35891/jkie.v3i3.872.
- [4] S. B. Prayuda, "Kerudung Menggunakan Metode Time Study Pada Ukm Lisna," *Mhs. Ind. Galuh*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [5] R. Kurniawan, Yusnawati, Nurmalawati, Dewiyana, and M. Andriani, "Optimalisasi Waktu Kerja Operator Dengan Menggunakan Metode Hungarian," *J. Optimasi Tek. Ind.*, vol. 7, no. 1, pp. 17–24, 2025.
- [6] A. Sutiko, H. Suprpto, and D. Zainuddin, "Analisis Produktivitas dan Beban Kerja Operator Produksi dengan Metode Work Sampling dan NASA-TLX di PT. Tokai Dharma Indonesia Plant II," *J. Optimasi Tek. Ind.*, vol. 3, no. 2, p. 49, 2021, doi: 10.30998/joti.v3i2.10026.
- [7] Y. D. Regent M, "Usulan Penentuan Waktu Baku Proses Racking Produk Amplimesh Dengan Metode Jam Henti Pada Departemen Powder Coating," *J. Tek.*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.31000/jt.v7i2.1357.
- [8] M. Rahayu and S. Juhara, "Pengukuran Waktu Baku Perakitan Pena Dengan Menggunakan Waktu Jam Henti Saat Praktikum Analisa Perancangan Kerja," *Unistek*, vol. 7, no. 2, pp. 93–97, 2020, doi: 10.33592/unistek.v7i2.650.
- [9] A. S. Mariawati, "Pengukuran Waktu Baku Pelayanan Obat Bebas Pada Pekerjaan Kefarmasian Di Apotek Ct," *J. Ind. Serv.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–3, 2019, doi: 10.36055/jiss.v5i1.6491.
- [10] W. D. Permana, I. Bayhaqi, and C. Handayani, "Perancangan Operation Process Chart Dan Pengukuran Waktu Baku Dengan Metode Stopwatch Time," *J. Tek. Mesin dan Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 5–13, 2022, doi: 10.55331/jutmi.v1i1.5.
- [11] N. Yudisha, "Perhitungan waktu baku menggunakan metode Jam Henti pada proses Bottling," *J. Vor.*, vol. 2, no. 2, pp. 85–90, 2021, doi: 10.54123/vorteks.v2i2.73.
- [12] D. A. Utama, A. T. Nugraha, and R. Wahyudi, "Penentuan Waktu Baku Optimal dan Analisis Beban Kerja Pada Bagian Produksi Udang PCDTO-IQF di PT. Indo American Seafoods," *J. PASTI (Penelitian dan Apl. Sist. dan Tek. Ind.)*, vol. 17, no. 2, p. 150, 2023, doi: 10.22441/pasti.2023.v17i2.002.
- [13] R. M. Sugengriadi, S. Wibowo, S. Masitoh, and F. Winslow, "Perbaikan Waktu Baku dengan Menggunakan Westinghouse di Teaching Factor y Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco Subang," vol. 3, no. 1, pp. 237–251, 2024.
- [14] A. S. Ramadhani, "Pengukuran waktu baku dan analisis beban kerja untuk menentukan jumlah optimal tenaga kerja pada proses cetak produk lipstick," *Oper. Excell. J. Appl. Ind. Eng.*, vol. 12, no. 2, p. 177, 2020, doi: 10.22441/oe.2020.v12.i2.004.
- [15] N. Nurjanah and N. R. Ba'tha, "Analisis Penentuan Waktu Satandar Pada Proses Outbond Bagasi di PT Angkasa Pura II," *J. Logistik Bisnis*, vol. 10, no. 1, p. 27, 2020, doi: 10.46369/logistik.v10i1.693.
- [16] S. Nayla, A. Bambino, N. Kamilah, and A. Fitrahuddin, "Analisis Pengukuran Kerja Dalam Menentukan Waktu Baku Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja pada Proses Packing Sepatu Menggunakan Metode Stopwatch Time Study di Warehouse Melstore.jkt Tapos, Depok," *J. Progr. Stud. Tek. Ind.*, vol. 12, no. 1, pp. 103–113, 2024, doi: <https://doi.org/10.33373/profis.v12i2.6598>.
- [17] E. Krisnaningsih, S. Dwiyatno, and R. Sasongko, "Usulan Penentuan Waktu Baku Pada Operator Packing Folding Kain Tetoron Rayon Dengan Metode Stopwatch," *J. Intent J. Ind. dan Teknol. Terpadu*, vol. 3, no. 2, pp. 67–81, 2020, doi: 10.47080/intent.v3i2.952.