

ANALISIS BEBAN KERJA OPERATOR OPEN TOP ROLLER PADA STASIUN PENGGULUNGAN INDUSTRI PENGOLAHAN TEH MENGGUNAKAN METODE WORK SAMPLING

Sisri Gusmita¹, Rizki Fadhilah Lubis^{2*}, Abdul Azis Rahmansyah³, Elvy Sahnur Nasution⁴, Muhammad Iqbal Harapan Muslim Siregar³, Rahmad Syukur Siregar⁵

¹ Program Studi Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Padang, Jl. Bungo Pasang Tabing, Padang, 25171, Indonesia

² Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Industri, Kementerian Perindustrian, Jl. Jenderal Gatot Subroto Kav. 52-53, Jakarta, 12950, Indonesia

³ Program Studi Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan, Jl. Medan Tenggara VII, Medan, 20228, Indonesia

⁴ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Medan, 20238, Indonesia

⁵ Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Medan, 20238, Indonesia

*Correspondence: rizkylubis010@gmail.com

Abstrak

Beban kerja yang melebihi kapasitas kerja operator dapat menurunkan efektivitas kerja serta meningkatkan risiko kelelahan pada proses produksi. Salah satu aktivitas yang berpotensi meningkatkan beban kerja adalah manual material handling yang dilakukan secara berulang selama proses produksi berlangsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi beban kerja operator Open Top Roller (OTR) pada industri pengolahan teh menggunakan metode work sampling. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap dua operator OTR selama lima hari kerja dengan pengamatan acak pada jam kerja efektif. Analisis meliputi pengukuran produktivitas, uji keseragaman dan kecukupan data, penentuan rating factor menggunakan metode Westinghouse, perhitungan allowance, waktu baku, dan beban kerja operator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat produktivitas operator tergolong tinggi dengan persentase aktivitas produktif sebesar 91,78% dan 92,86%. Namun demikian, nilai beban kerja masing-masing sebesar 1,61 dan 1,66 menunjukkan bahwa kedua operator berada pada kategori overload. Tingginya beban kerja dipengaruhi oleh aktivitas manual material handling yang dilakukan secara berulang dan tingginya intensitas kerja selama proses penggulungan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi sistem kerja melalui pengurangan aktivitas manual material handling, perbaikan metode kerja, dan peninjauan pengaturan kerja untuk menciptakan kondisi kerja yang lebih efektif.

Kata Kunci: Beban Kerja, Open Top Roller, Produktivitas, Work Sampling

WORK SAMPLING-BASED WORKLOAD ANALYSIS OF OPEN TOP ROLLER OPERATORS AT THE ROLLING STATION OF A TEA PROCESSING INDUSTRY

Abstract

Excessive workload may reduce work effectiveness and negatively affect operator performance in manufacturing systems. This issue is particularly relevant in manual material handling activities that require repetitive physical effort throughout the production process. This study aimed to evaluate the workload of Open Top Roller (OTR) operators at a tea processing industry using the work sampling method. Data were collected through direct observations of two OTR operators over five working days using random sampling during effective working hours. The analysis included productive activity measurement, data uniformity and adequacy tests, Westinghouse rating factor assessment, allowance determination, standard time calculation, and workload evaluation. The results showed that both operators had high productivity levels, with productive activity percentages of 91.78% and 92.86%, respectively. However, workload values of 1.61 and 1.66 indicated that both operators were operating under overload conditions. The excessive workload was associated with repetitive manual material handling activities, high work intensity, and limited recovery time during the rolling process. These findings suggest that high productivity does not necessarily reflect an optimal work system when achieved under excessive workload conditions. Improvements in work methods, reduction of manual material handling activities, and evaluation of work organization are recommended to achieve a more balanced workload distribution and improve operational effectiveness.

Keywords: Open Top Roller, Productivity, Workload Analysis, Work Sampling

PENDAHULUAN

Sumber daya manusia merupakan faktor penting dalam menjaga keberlangsungan dan produktivitas sistem produksi industri. Tingkat produktivitas operator tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan dan keterampilan kerja, tetapi juga oleh kesesuaian antara tuntutan pekerjaan dan kapasitas kerja yang dimiliki. Beban kerja yang melebihi kapasitas operator dapat menyebabkan kelelahan, menurunkan efektivitas kerja, serta meningkatkan risiko kesalahan selama proses produksi berlangsung (Dinianity & Febriadi, 2015; Xu & Hall, 2021). Oleh karena itu, pengukuran beban kerja menjadi penting untuk memastikan keseimbangan antara kebutuhan pekerjaan dan kemampuan operator dalam menjalankan aktivitas produksi.

Salah satu aktivitas yang berpotensi meningkatkan beban kerja fisik operator

adalah manual *material handling*. Aktivitas seperti mengangkat, memindahkan, mendorong, dan membawa material secara manual memerlukan tenaga fisik yang besar dan umumnya dilakukan secara berulang selama proses produksi. Penelitian menunjukkan bahwa aktivitas manual *material handling* yang dilakukan secara terus-menerus dapat meningkatkan kelelahan kerja, menurunkan performa operator, serta meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal pada lingkungan industri (Mudiyanselage et al., 2021; Rajendran et al., 2021). Oleh karena itu, aktivitas kerja yang didominasi oleh penanganan material secara manual memerlukan evaluasi beban kerja untuk mengidentifikasi potensi ketidakseimbangan antara tuntutan kerja dan kapasitas operator.

PT. X merupakan sebuah industri pengolahan teh yang dikelola oleh Badan

Usaha Milik Negara (BUMN), mengolah produk teh setengah jadi. Industri pengolahan teh mengoperasikan beberapa tahapan produksi, salah satunya proses penggulangan menggunakan mesin *Open Top Roller* (OTR). Pada stasiun kerja ini operator bertugas melakukan pembongkaran bubuk teh hasil penggulangan, pemindahan material menggunakan gerobak, serta pengayakan bubuk teh ke *conveyor* sebelum memasuki proses berikutnya. Aktivitas tersebut dilakukan secara berulang selama jam kerja dan memerlukan keterlibatan fisik operator yang cukup tinggi. Hasil observasi awal menunjukkan bahwa operator sering mengalami kelelahan dan pada kondisi tertentu harus bekerja melebihi jam kerja normal untuk memenuhi kebutuhan produksi.

Metode *work sampling* merupakan salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk mengukur proporsi aktivitas produktif dan mengevaluasi beban kerja operator berdasarkan pengamatan aktivitas kerja secara acak. Metode ini telah diterapkan pada berbagai sektor industri karena mampu memberikan gambaran tingkat produktivitas dan pemanfaatan waktu kerja secara efektif (Irvana, 2021; Wignjosoebroto, 2008). Selain digunakan untuk menentukan tingkat produktivitas, *work sampling* juga dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan waktu baku dan evaluasi kebutuhan tenaga kerja.

Penelitian terkait pengukuran beban kerja menggunakan metode *work sampling* telah dilakukan pada berbagai sektor industri. (Dinianity & Febriadi, 2015) menerapkan *work sampling* pada industri minyak dan gas, (Farhana, 2020) pada industri kontraktor mekanikal, elektrikal, elektronik, dan teknologi informasi, (Putri et al., 2014) pada industri *foundry*, (Setiawan et al., 2025) pada industri distributor komponen kendaraan ringan dan (Cahyo & Suseno, 2026) industri alumunium. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *work sampling* efektif

digunakan untuk mengidentifikasi tingkat produktivitas, beban kerja, dan kebutuhan tenaga kerja pada berbagai lingkungan kerja.

Meskipun demikian, penelitian mengenai pengukuran beban kerja operator pada stasiun penggulangan industri pengolahan teh masih relatif terbatas. Selain itu, sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada pengukuran produktivitas dan kebutuhan tenaga kerja, sedangkan analisis beban kerja pada aktivitas manual *material handling* di industri pengolahan teh belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis beban kerja operator *Open Top Roller* menggunakan metode *work sampling* melalui pengukuran produktivitas, *rating factor*, *allowance*, dan waktu baku sebagai dasar penyusunan usulan perbaikan sistem kerja pada stasiun penggulangan industri pengolahan teh.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada stasiun kerja penggulangan di industri pengolahan teh, merupakan salah satu perusahaan milik Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Proses penggulangan dilakukan menggunakan mesin *Open Top Roller* (OTR) yang berfungsi membentuk dan menggulung pucuk teh sebelum memasuki tahap proses berikutnya.

Objek penelitian adalah operator mesin OTR yang bertugas melakukan pembongkaran bubuk teh hasil penggulangan, pemindahan material menggunakan gerobak, serta pengayakan bubuk teh ke *conveyor*. Penelitian melibatkan dua operator yang merupakan seluruh populasi operator aktif pada stasiun kerja tersebut, sehingga tidak dilakukan pengambilan sampel responden. Pemilihan stasiun penggulangan didasarkan pada hasil observasi awal yang menunjukkan tingginya intensitas aktivitas manual *material handling* yang dilakukan secara berulang selama proses produksi

berlangsung dan berpotensi meningkatkan beban kerja operator.

Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap aktivitas kerja operator pada stasiun penggulangan menggunakan metode *work sampling* serta wawancara untuk memperoleh informasi terkait pelaksanaan pekerjaan. Data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan yang meliputi jam kerja efektif, jumlah operator, dan data output produksi yang digunakan dalam perhitungan beban kerja.

Pengamatan dilakukan terhadap aktivitas produktif dan nonproduktif operator selama jam kerja efektif. Data yang terkumpul selanjutnya digunakan untuk menghitung persentase produktivitas, waktu baku, dan beban kerja operator pada stasiun kerja penggulangan.

Desain Pengamatan Work Sampling

Pengamatan dilakukan menggunakan metode *work sampling* dengan teknik observasi acak selama jam kerja efektif operator. Penentuan waktu pengamatan dilakukan berdasarkan tabel bilangan acak untuk menghindari bias pengamatan dan memastikan setiap aktivitas kerja memiliki peluang yang sama untuk diamati. Pengamatan dilaksanakan selama lima hari kerja terhadap operator mesin *Open Top Roller* pada stasiun penggulangan.

Interval pengamatan ditetapkan setiap 5 menit karena aktivitas operator bersifat repetitif dan berlangsung secara kontinu selama proses produksi. Dengan waktu kerja efektif 420 menit per hari, diperoleh peluang observasi teoritis sebanyak 84 pengamatan per hari. Dari jumlah tersebut ditetapkan 56 pengamatan harian untuk setiap operator sehingga total pengamatan selama periode penelitian berjumlah 280 observasi per operator. Data hasil pengamatan digunakan sebagai dasar untuk menentukan proporsi aktivitas produktif dan nonproduktif serta perhitungan beban kerja operator.

Prosedur Work Sampling

Prosedur *work sampling* diawali dengan identifikasi dan klasifikasi aktivitas kerja operator ke dalam kategori aktivitas produktif dan nonproduktif. Selanjutnya, waktu pengamatan ditentukan secara acak menggunakan tabel bilangan acak sesuai jadwal observasi yang telah disusun. Pada setiap waktu pengamatan, aktivitas operator dicatat berdasarkan kategori yang telah ditetapkan.

Data hasil observasi kemudian direkapitulasi untuk memperoleh frekuensi aktivitas produktif dan nonproduktif. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung persentase produktivitas operator, melakukan uji keseragaman dan uji kecukupan data, serta menentukan waktu normal, waktu baku, dan beban kerja operator. Penentuan faktor penyesuaian (*rating factor*) dilakukan menggunakan metode *Westinghouse*, sedangkan faktor kelonggaran (*allowance*) ditetapkan berdasarkan kebutuhan pribadi, kelelahan, dan hambatan yang tidak dapat dihindari selama proses kerja berlangsung.

Uji Keseragaman Data dan Kecukupan Data

Data hasil pengamatan diuji terlebih dahulu untuk memastikan data berada dalam batas kendali dan jumlah pengamatan telah memenuhi tingkat ketelitian yang ditetapkan. Uji keseragaman data dilakukan menggunakan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) sebagai berikut:

$$BKA \text{ (Batas Kontrol Atas)} = \bar{P} + k \sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{\bar{n}}}$$

$$BKB \text{ (Batas Kontrol Bawah)} = \bar{P} - k \sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{\bar{n}}}$$

Keterangan:

$\bar{P}$ = proporsi aktivitas produktif

$\bar{n}$ = jumlah pengamatan

k = tingkat kepercayaan

Data dinyatakan seragam apabila seluruh hasil pengamatan berada di antara nilai BKA dan BKB. Selanjutnya dilakukan uji kecukupan data menggunakan persamaan:

$$N' = \frac{k^2 (1 - \bar{P})}{s^2 \bar{P}}$$

Keterangan:

N' = jumlah pengamatan yang dibutuhkan

$\bar{P}$ = proporsi aktivitas produktif

k = tingkat kepercayaan

s = tingkat ketelitian

Data dinyatakan cukup apabila $N' \leq N$, dimana N merupakan jumlah pengamatan aktual.

Penentuan *Rating Factor* dan *Allowance*

Penentuan faktor penyesuaian (*rating factor*) dilakukan menggunakan metode *Westinghouse* yang mempertimbangkan empat faktor, yaitu keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*), dan konsistensi (*consistency*). Nilai faktor penyesuaian diperoleh dari penjumlahan skor masing-masing faktor yang kemudian dikonversi menjadi nilai *rating factor*. Selanjutnya ditentukan faktor kelonggaran (*allowance*) yang meliputi kebutuhan pribadi (*personal needs*), kelelahan (*fatigue*), dan hambatan yang tidak dapat dihindari (*unavoidable delay*) selama proses kerja berlangsung.

Perhitungan Beban Kerja Operator

Persentase Produktif

Persentase produktif dihitung menggunakan persamaan:

$$PP = \frac{n_p}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

PP = Persentase produktif (%)

n_p = Jumlah aktivitas produktif

N = Jumlah pengamatan

Waktu Siklus

$$W_s = \frac{T \times PP}{Q}$$

Keterangan:

W_s = Waktu siklus (menit)

T = Waktu pengamatan (menit)

PP = Persentase produktif (%)

Q = Jumlah *output*

Waktu Normal

$$W_n = W_s \times P$$

Keterangan:

W_n = Waktu normal (menit)

W_s = Waktu siklus (menit)

P = Faktor penyesuaian (*rating factor*)

Waktu Baku

$$W_b = W_n \times (1 + A)$$

Keterangan:

W_b = Waktu baku (menit)

W_n = Waktu normal (menit)

A = Faktor kelonggaran (*allowance*)

Beban Kerja Operator

$$BK = \frac{W_b \times Q}{T}$$

Keterangan:

BK = Beban kerja operator

W_b = Waktu baku (menit)

Q = Jumlah *output*

T = Waktu pengamatan (menit)

Nilai beban kerja dikategorikan menjadi tiga kondisi, yaitu *under load* apabila $BK < 1$, kondisi ideal apabila $BK = 1$, dan *over load* apabila $BK > 1$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Kerja Operator

Aktivitas operator pada stasiun penggulangan terdiri atas aktivitas produktif dan nonproduktif. Aktivitas produktif meliputi pengoperasian mesin *Open Top Roller*, pembongkaran bubuk teh hasil penggilingan, pemindahan bubuk menggunakan gerobak, serta proses pengayakan bubuk ke *conveyor*. Sementara itu, aktivitas nonproduktif meliputi kebutuhan pribadi, waktu istirahat singkat, dan hambatan yang tidak dapat dihindari selama proses produksi berlangsung.

Produktivitas Operator

Hasil *work sampling* pada Tabel 1 menunjukkan bahwa Operator 1 melakukan aktivitas produktif sebanyak 257 kali atau sebesar 91,78% dari total 280 pengamatan, sedangkan Operator 2 melakukan aktivitas produktif sebanyak 260 kali atau sebesar

92,86%. Tingginya persentase aktivitas produktif menunjukkan bahwa sebagian besar waktu kerja operator digunakan untuk mendukung aktivitas produksi. Proporsi aktivitas non-produktif yang relatif rendah

mengindikasikan terbatasnya waktu pemulihan kerja selama proses produksi berlangsung, sehingga berpotensi meningkatkan tuntutan kerja fisik yang diterima operator.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengamatan *Work Sampling*

Operator	Produktif	Non Produktif	Total	Produktivitas (%)
Operator 1	257	23	280	91,78
Operator 2	260	20	280	92,86

Aktivitas kerja operator didominasi oleh pekerjaan manual *material handling*, seperti pembongkaran bubuk teh hasil penggilingan, pemindahan bubuk menggunakan gerobak, dan proses pengayakan bubuk ke *conveyor*. Aktivitas tersebut dilakukan secara berulang dalam durasi kerja yang panjang sehingga menyebabkan operator bekerja dengan tempo kerja yang tinggi untuk menjaga kontinuitas proses produksi.

Tingginya persentase aktivitas produktif operator menunjukkan bahwa sebagian besar waktu kerja digunakan untuk aktivitas produksi secara kontinu selama jam kerja berlangsung. Kondisi tersebut sejalan dengan penelitian (Farhana, 2020) yang menyatakan bahwa tingginya persentase produktivitas operator pada proses produksi dapat meningkatkan efisiensi kerja, namun dalam kondisi tertentu juga berpotensi meningkatkan beban kerja fisik akibat minimnya waktu pemulihan kerja operator. Selain itu, aktivitas kerja yang dilakukan secara berulang dengan intensitas tinggi dalam proses manual *material handling* berpotensi meningkatkan kelelahan otot dan risiko gangguan muskuloskeletal apabila dilakukan dalam durasi kerja yang panjang secara terus-menerus (Raichaanah & Susanto, 2024).

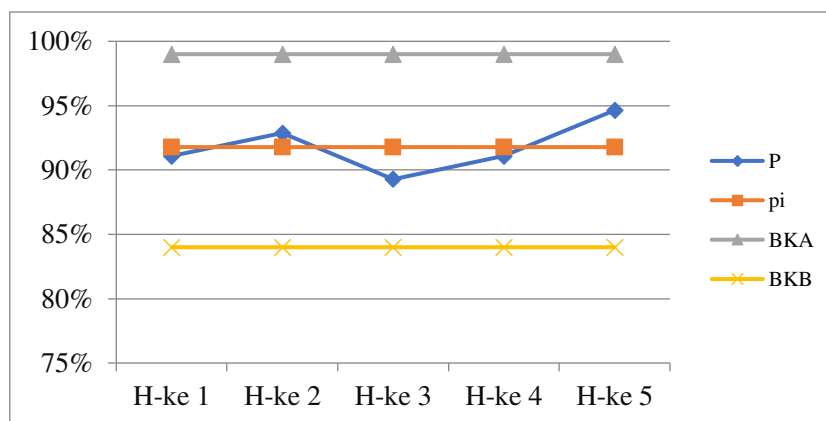
Persentase aktivitas nonproduktif pada kedua operator relatif rendah, yaitu sebesar 8,22% pada operator 1 dan 7,14% pada

operator 2. Rendahnya aktivitas nonproduktif menunjukkan bahwa waktu pemulihan kerja (*recovery time*) operator selama proses produksi berlangsung sangat terbatas. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan kelelahan kerja operator akibat tingginya tuntutan aktivitas fisik selama jam kerja berlangsung.

Meskipun tingkat produktivitas operator tergolong tinggi, kondisi tersebut tidak sepenuhnya menunjukkan kondisi kerja yang optimal. Tingginya proporsi aktivitas produktif yang dilakukan secara terus-menerus dapat meningkatkan beban kerja fisik operator dan mempengaruhi tingkat kenyamanan kerja selama proses produksi berlangsung. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingginya produktivitas operator pada stasiun penggulungan cenderung dipengaruhi oleh tingginya tuntutan kerja dan keterbatasan waktu penyelesaian pekerjaan selama proses produksi berlangsung.

Uji Keseragaman dan Kecukupan Data

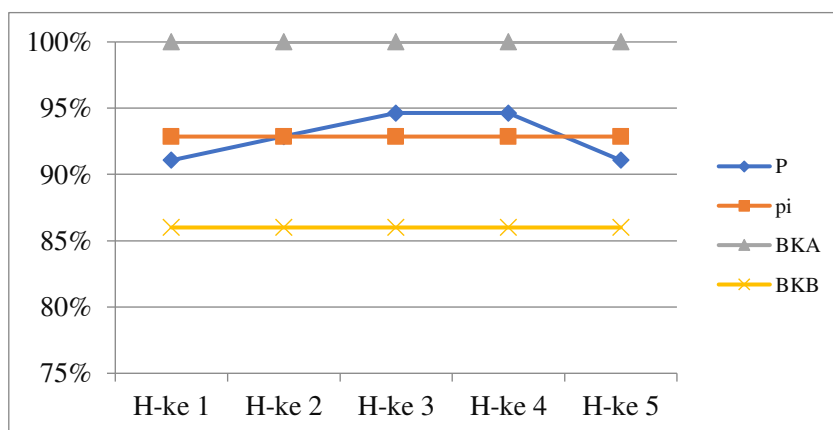
Uji keseragaman data dilakukan untuk memastikan bahwa data hasil pengamatan berada dalam batas kendali statistik sehingga layak digunakan pada tahap analisis berikutnya. Pengujian dilakukan menggunakan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) berdasarkan proporsi aktivitas produktif yang diperoleh dari hasil *work sampling*.



Gambar 1. Peta Kontrol Produktivitas Operator 1

Berdasarkan Gambar 1, nilai produktivitas harian operator OTR-1 berada pada rentang 89,28–94,64%, dengan nilai rata-rata produktivitas sebesar 91,78%. Seluruh titik pengamatan berada di antara BKA sebesar 99% dan BKB sebesar 84%, sehingga tidak

terdapat data yang keluar dari batas kendali. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi produktivitas yang terjadi masih berada dalam rentang yang dapat diterima dan data pengamatan operator OTR-1 dinyatakan seragam.



Gambar 2. Peta Kontrol Produktivitas Operator 2

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2, produktivitas operator OTR-2 berkisar antara 91,07–94,64% dengan rata-rata sebesar 92,86%. Seluruh nilai pengamatan juga berada di antara BKA sebesar 100% dan BKB sebesar 86%, sehingga data pengamatan operator OTR-2 dinyatakan berada dalam kondisi terkendali. Hal ini menunjukkan bahwa hasil observasi memiliki tingkat konsistensi yang baik selama periode pengamatan berlangsung. Selain itu, hasil uji kecukupan data menunjukkan bahwa jumlah pengamatan yang dilakukan telah memenuhi tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan yang

ditetapkan. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai N' yang lebih kecil dibandingkan jumlah pengamatan aktual (N) pada kedua operator. Operator 1 memiliki nilai N' sebesar 139,13 dengan jumlah pengamatan aktual sebanyak 280 pengamatan, sedangkan operator 2 memiliki nilai N' sebesar 121,74 dengan jumlah pengamatan aktual sebanyak 280 pengamatan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah pengamatan yang dilakukan telah memadai untuk merepresentasikan aktivitas kerja operator pada stasiun penggulungan. Dengan demikian, data hasil pengamatan dinyatakan valid dan layak digunakan

dalam perhitungan waktu baku dan analisis beban kerja operator menggunakan metode *work sampling*.

Hasil uji keseragaman dan kecukupan data menunjukkan bahwa pengamatan yang dilakukan telah memenuhi tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan yang dipersyaratkan dalam metode *work sampling*. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa data pengamatan mampu

merepresentasikan aktivitas kerja operator secara konsisten selama proses produksi berlangsung. Penelitian sebelumnya juga menyebutkan bahwa uji keseragaman dan kecukupan data merupakan tahapan penting dalam *work sampling* untuk memastikan validitas data sebelum dilakukan perhitungan waktu baku dan analisis beban kerja operator (Irvana, 2021).

Tabel 2. Hasil Uji Keseragaman dan Kecukupan Data

Operator	Persentase Produktif (%)	BKA (%)	BKB (%)	N'	N	Keterangan
Operator 1	91,78	99	84	139,13	280	Cukup
Operator 2	92,86	100	86	121,74	280	Cukup

Berdasarkan hasil uji keseragaman, seluruh data pengamatan berada di antara batas kontrol atas dan batas kontrol bawah sehingga data dinyatakan seragam. Hasil uji kecukupan menunjukkan bahwa nilai N' lebih kecil dibandingkan jumlah pengamatan aktual (N = 280), sehingga jumlah observasi yang dilakukan telah memenuhi tingkat ketelitian 5% dan tingkat kepercayaan 95%.

Rating Factor dan Allowance

Penentuan faktor penyesuaian (*rating factor*) dilakukan menggunakan metode *Westinghouse* yang mempertimbangkan empat aspek, yaitu keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*), dan konsistensi (*consistency*). Penilaian dilakukan berdasarkan hasil observasi terhadap aktivitas operator selama proses penggulangan berlangsung. Hasil penilaian faktor penyesuaian untuk masing-masing operator disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, operator 1 memiliki *rating factor* sebesar 1,16, sedangkan operator 2 sebesar 1,14. Nilai yang lebih besar dari 1 menunjukkan bahwa kedua operator bekerja pada kecepatan di atas

standar normal. Kontribusi terbesar terhadap nilai penyesuaian berasal dari aspek *effort* dan *skill*, yang menunjukkan bahwa operator melakukan pekerjaan dengan intensitas kerja yang tinggi untuk memenuhi target proses penggulangan teh. Kondisi ini mengindikasikan adanya tuntutan kerja yang cukup besar selama proses produksi berlangsung.

Tabel 3. Penilaian *Westinghouse* Operator OTR

Faktor	Operator 1	Operator 2
<i>Skill</i>	0,06	0,06
<i>Effort</i>	0,07	0,06
<i>Condition</i>	0,02	0,02
<i>Consistency</i>	0,01	0,01
<i>Rating Factor</i>	1,16	1,14

Selain faktor penyesuaian, penentuan waktu baku juga mempertimbangkan faktor kelonggaran (*allowance*). Nilai *allowance* diberikan untuk mengakomodasi kebutuhan pribadi, kelelahan kerja, serta hambatan yang tidak dapat dihindari selama aktivitas produksi berlangsung. Komponen *allowance* yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Komponen *Allowance* Operator OTR

Komponen	Operator 1	Operator 2
Tenaga kerja	25	27
Sikap kerja	9	9
Gerakan kerja	4	5
Kelelahan mata	2	4
Suhu kerja	2	3
Atmosfer kerja	3	2
Kebisingan	2	3
Kebutuhan pribadi	2	1
Hambatan tak terhindarkan	3	3
Total Allowance	52	57

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *allowance* operator 1 sebesar 52%, sedangkan operator 2 sebesar 57%. Nilai *allowance* yang relatif tinggi terutama dipengaruhi oleh faktor tenaga kerja, sikap kerja membungkuk, dan gerakan kerja yang dilakukan secara berulang selama proses penggulangan. Besarnya *allowance* menunjukkan bahwa pekerjaan pada stasiun penggulangan memerlukan waktu pemulihan yang lebih besar dibandingkan pekerjaan dengan intensitas fisik rendah. Kondisi ini turut berkontribusi terhadap

meningkatnya waktu baku dan beban kerja operator.

Waktu Baku dan Beban Kerja Operator

Perhitungan waktu baku dilakukan berdasarkan nilai produktivitas, rating factor, dan *allowance* yang diperoleh dari hasil pengamatan *work sampling*. Waktu baku digunakan sebagai dasar dalam menentukan beban kerja operator pada stasiun penggulangan. Ringkasan hasil perhitungan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Waktu Baku dan Beban Kerja Operator

Parameter	Operator 1	Operator 2
Produktivitas (%)	91,78	92,86
<i>Rating Factor</i>	1,16	1,14
<i>Allowance</i> (%)	52	57
Waktu Baku (menit)	113,28	116,26
Beban Kerja	1,61	1,66
Kategori	<i>Overload</i>	<i>Overload</i>

Berdasarkan Tabel 5, waktu baku operator 1 dan 2 masing-masing sebesar 113,28 menit dan 116,26 menit. Perbedaan waktu baku tersebut dipengaruhi oleh variasi nilai *rating factor* dan *allowance* yang dimiliki masing-masing operator. Operator 2 memiliki *allowance* yang lebih tinggi dibandingkan operator 1, sehingga menghasilkan waktu baku yang lebih besar

meskipun tingkat produktivitas kedua operator relatif sama.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai beban kerja operator 1 sebesar 1,61, sedangkan operator 2 sebesar 1,66. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa kebutuhan waktu kerja operator mencapai 161% dan 166% dari kapasitas kerja normal. Dengan kata lain, terdapat kelebihan beban kerja masing-masing

sebesar 61% dan 66% dibandingkan kondisi ideal ($BK = 1$). Berdasarkan kriteria beban kerja, kedua operator termasuk dalam kategori *overload* sehingga beban kerja yang diterima melebihi kapasitas kerja normal.

Meskipun kedua operator menunjukkan tingkat produktivitas yang tinggi, yaitu di atas 90%, kondisi tersebut tidak serta-merta menunjukkan bahwa sistem kerja telah berjalan secara optimal. Tingginya produktivitas justru mengindikasikan bahwa sebagian besar waktu kerja digunakan untuk aktivitas produksi dengan waktu pemulihan yang relatif terbatas. Kondisi ini tercermin dari nilai allowance yang cukup tinggi serta nilai beban kerja yang melebihi batas normal. Dengan demikian, tingginya produktivitas pada penelitian ini diperoleh melalui intensitas kerja yang tinggi sehingga berpotensi meningkatkan risiko kelelahan operator.

Tingginya nilai beban kerja menunjukkan bahwa sebagian besar waktu kerja operator digunakan untuk aktivitas produktif dengan intensitas kerja yang tinggi. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan kelelahan kerja dan menurunkan efektivitas kerja apabila berlangsung secara terus-menerus. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi terhadap sistem kerja pada stasiun penggulungan untuk mengurangi beban kerja operator dan meningkatkan kondisi kerja yang lebih baik.

Nilai beban kerja sebesar 1,61 dan 1,66 menunjukkan bahwa kedua operator mengalami kondisi *overload*. Kondisi ini mengindikasikan adanya ketidakseimbangan antara tuntutan pekerjaan dan kapasitas kerja operator sehingga diperlukan perbaikan sistem kerja untuk menurunkan beban kerja dan meningkatkan efektivitas proses produksi.

Analisis Beban Kerja dan Usulan Perbaikan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua operator *Open Top Roller* mengalami

kondisi *overload* dengan nilai beban kerja masing-masing sebesar 1,61 dan 1,66. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tuntutan pekerjaan yang diterima operator melebihi kapasitas kerja normal. Tingginya beban kerja dipengaruhi oleh dominasi aktivitas manual material handling yang dilakukan secara berulang selama proses pembongkaran, pemindahan, dan pengayakan bubuk teh pada stasiun penggulungan.

Aktivitas manual material handling yang dilakukan secara kontinu menyebabkan operator bekerja dengan intensitas fisik yang tinggi dan memiliki waktu pemulihan yang terbatas selama jam kerja berlangsung. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan kelelahan kerja serta menurunkan efektivitas kerja apabila berlangsung dalam jangka panjang. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Chandra, 2023) yang menyatakan bahwa aktivitas manual material handling dapat meningkatkan tekanan fisik dan risiko gangguan muskuloskeletal pada pekerja.

Selain faktor aktivitas kerja, kondisi lingkungan kerja juga turut memengaruhi beban kerja operator. Hasil observasi menunjukkan bahwa kelembapan area produksi yang tinggi menyebabkan lantai kerja menjadi licin sehingga operator harus bekerja dengan tingkat kehati-hatian yang lebih besar selama proses pemindahan material. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan beban fisik sekaligus risiko kecelakaan kerja pada stasiun penggulungan.

Berdasarkan hasil analisis, diperlukan perbaikan sistem kerja untuk menurunkan beban kerja operator dan meningkatkan efektivitas proses produksi. Usulan perbaikan difokuskan pada pengurangan aktivitas manual material handling, perbaikan fasilitas kerja, pengaturan tenaga kerja, serta peningkatan keselamatan kerja operator. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Usulan Perbaikan Sistem Kerja

Permasalahan	Faktor Penyebab	Dampak	Usulan Perbaikan	Tujuan Perbaikan
Beban kerja operator tinggi	Jumlah operator terbatas dan aktivitas kerja kontinu	Operator mengalami <i>overload</i> dan kelelahan kerja	Penambahan jumlah tenaga kerja	Mengurangi intensitas kerja dan menyeimbangkan distribusi kerja
Proses pemindahan bubuk dilakukan secara manual	Aktivitas manual <i>material handling</i> berulang	Beban fisik dan risiko <i>musculoskeletal</i> meningkat	Perbaikan desain <i>conveyor</i> dan alat bantu <i>material handling</i>	Mengurangi aktivitas pengangkatan manual
Kondisi lantai kerja licin	Kelembapan area produksi tinggi	Risiko tergelincir dan kecelakaan kerja meningkat	Perbaikan area kerja dan penyediaan sepatu <i>safety</i> anti-slip	Meningkatkan keselamatan kerja operator
Waktu pemulihan kerja terbatas	Tingginya aktivitas produktif dan minim <i>recovery time</i>	Kelelahan dan penurunan kenyamanan kerja	Evaluasi distribusi kerja dan penjadwalan istirahat	Mengurangi akumulasi <i>fatigue</i> operator

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 6, perbaikan sistem kerja pada stasiun penggulangan perlu difokuskan pada pengurangan aktivitas manual material handling, perbaikan fasilitas kerja, peningkatan keselamatan kerja, dan evaluasi pengaturan kerja operator. Usulan tersebut disusun berdasarkan temuan tingginya beban kerja operator yang dipengaruhi oleh intensitas aktivitas kerja, kondisi lingkungan kerja, dan keterbatasan sistem kerja selama proses produksi berlangsung. Implementasi perbaikan diharapkan dapat menurunkan beban kerja operator, meningkatkan keselamatan kerja, serta mendukung efektivitas proses produksi secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa operator *Open Top Roller* memiliki tingkat produktivitas yang tinggi dengan persentase aktivitas produktif masing-masing sebesar 91,78% dan 92,86%. Namun demikian, nilai beban kerja sebesar 1,61 dan 1,66 menunjukkan bahwa kedua operator berada pada kategori *overload*. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya ketidakseimbangan antara tuntutan pekerjaan dan kapasitas kerja operator yang dipengaruhi oleh tingginya aktivitas *manual material handling* selama proses

penggulangan. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan sistem kerja melalui evaluasi metode kerja, pengurangan aktivitas manual *material handling*, dan peninjauan pengaturan kerja untuk menciptakan kondisi kerja yang lebih efektif dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyo, S. D., & Suseno, S. (2026). Analisis Produktivitas dan Beban kerja Waktu Operator Pada Divisi Finishing 2 Menggunakan Metode Work Sampling Di CV. SP Alumunium. *Jurnal Ilmiah Research Student (JIRS)*, 3(1), 449–461. <https://doi.org/https://doi.org/10.6172/2/jirs.v3i1.8685>
- Chandra, H. (2023). Manual material handling analysis using biomechanics at repair department workers. *Jurnal Terapan Teknik Industri*, 4(1), 108–115. <https://doi.org/10.37373/jenius.v4i1.498>
- Dinianity, D., & Febriadi, R. (2015). Analisi beban kerja dengan menggunakan metode work sampling. *Jurnal Teknik Industri : Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 1(2), 60–69. <http://ejournal.uin->

suska.ac.id/index.php/jti/article/view/6325

- Farhana, D. H. (2020). Analisis Beban Kerja Dalam Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Optimal dengan Metode Workload Analysis di PT Jaya Teknik Indonesia. *Scientifict Journal of Industrial Engineering*, 1(2), 18–22.
- Hulshof, C. T. J., Pega, F., Neupane, S., Molen, H. F. Van Der, Colosio, C., Daams, J. G., Descatha, A., Kc, P., Kuijer, P. P. F. M., Mandic-rajcevic, S., Masci, F., Morgan, R. L., Nygård, C., Oakman, J., Proper, K. I., Solovieva, S., & Frings-dresen, M. H. W. (2021). The prevalence of occupational exposure to ergonomic risk factors : A systematic review and meta-analysis from the WHO / ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environment International*, 146, 106157. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106157>
- Irvana, M. E. F. (2021). Analisis Penerapan Metode Work Sampling dan Metode Behaviorally Anchored Rating Scale untuk Meningkatkan Produktivitas Pekerja pada PT Berkah Duta Tidar. *Scientifict Journal of Industrial Engineering*, 2(2), 34–40.
- Mudiyanselage, S. E., Nguyen, P. H. D., Rajabi, M. S., & Akhavian, R. (2021). Automated Workers ' Ergonomic Risk Assessment in Manual Material Handling Using sEMG Wearable Sensors and Machine Learning. *Electronics*, 10(20), 2558. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/electronics10202558>
- Putri, R., Wibawa, N., & Efranto, R. Y. (2014). Analisis Beban Kerja Dengan Metode Workload Analysis Sebagai Pertimbangan Pemberian Insentif Pekerja (Studi Kasus di Bidang PPIP PT Barata Indonesia (Persero) Gresik). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*, 2(3), 672–683.
- Raichaanah, N., & Susanto, N. (2024). Analisis Beban Kerja Manual Handling Pekerjaan Pengangkutan Kayu dengan Metode NIOSH dan Cardiovascular Load (CVL). *Industrial Engineering Online Journal*, 13(1).
- Rajendran, M., Sajeev, A., Shanmugavel, R., & Rajpradeesh, T. (2021). Ergonomic evaluation of workers during manual material handling. *3rd International Conference on Materials, Manufacturing and Modelling*, 7770–7776. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.283>
- Setiawan, S., Athaya, Q., Mushoffa, M. M., Izhar, P., Afdhal, M., & Firdaus. (2025). Analisis Efisiensi Tenaga Kerja Menggunakan Metode Work Sampling Untuk Menentukan Jumlah Optimal Pekerja di PT. X. *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(2), 1998–2004. <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i2.44480>
- Wignjosoebroto, S. (2008). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Guna Widya.
- Xu, S., & Hall, N. G. (2021). Fatigue , personnel scheduling and operations : Review and research opportunities. *European Journal of Operational Research*, 295, 807–822. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.03.036>
- Yu, N., Hong, L., & Guo, J. (2021). Analysis of upper-limb muscle fatigue in the process of rotary handling. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 83, 103109. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103109>