Analysis Of Work Systems and Ergonomics on Work Performance

Analisis Sistem Kerja dan Ergonomi Terhadap Kinerja Kerja

Affan Alqurni Maulidin[1], Achmad Adit Febriansyah[2], Achmad Rizal Yoga Fadillah[3], Muhammad Athallah Raditya Harsawan[4], Nur Muhammad Mahendra[5], Brillian Vallen Putra Andana[6], Dewi Ayuningtyas[7], M Risal[8], Boy Isma Putra[9]

{kelompok07.2025@gmail.com }, {boy@umsida.ac.id}

[1,2] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Abstract. *General Background: Industrial manufacturing systems require rigorous structural evaluations to optimize human work performance and maintain safe operating conditions. Specific Background: Operational workflows often involve manual tasks, physical environment constraints, and physiological demands that can induce fatigue or musculoskeletal strain. Knowledge Gap: Prior studies frequently evaluate isolated ergonomic parameters without comprehensively combining standard process charts, anthropometric dimensions, work sampling, micromotion analysis, and cardiovascular load measurements. Aims: This study aims to evaluate work systems and human performance parameters through ASME standard process charts, anthropometric analysis, work sampling, micromotion study, physical environment assessments, and biomechanical evaluations. Results: Evaluative findings demonstrate an overall productive activity rate of 81%, while identifying low lighting in the physical work environment as a primary variable reducing performance. Furthermore, energy consumption and cardiovascular load metrics indicate physiological fatigue during specific workloads, necessitating targeted methodological adjustments. Novelty: This research integrates multi-faceted industrial engineering tools—simultaneously combining standard process mapping, micromotion therblig breakdowns, and physical environmental variables—to pinpoint operational bottlenecks. Implications: Implementing these structured ergonomic recommendations supports enhanced workplace safety, lower musculoskeletal risks, and optimized operational productivity across manufacturing environments.*
Keywords *Work System Design, Ergonomic Evaluation, Work Sampling Methodology, Micromotion Study Analysis, Biomechanical Workload Assessment*

Abstrak. Latar Belakang Umum: Sistem manufaktur industri memerlukan evaluasi struktural yang ketat untuk mengoptimalkan kinerja kerja manusia dan menjaga kondisi operasi yang aman. Latar Belakang Spesifik: Alur kerja operasional sering melibatkan tugas manual, keterbatasan lingkungan fisik, dan tuntutan fisiologis yang dapat menyebabkan kelelahan atau ketegangan muskuloskeletal. Kesenjangan Pengetahuan: Studi sebelumnya sering mengevaluasi parameter ergonomis terisolasi tanpa menggabungkan secara komprehensif bagan proses standar, dimensi antropometrik, pengambilan sampel kerja, analisis mikrogerak, dan pengukuran beban kardiovaskular. Tujuan: Studi ini bertujuan mengevaluasi sistem kerja dan parameter kinerja manusia melalui bagan proses standar ASME, analisis antropometrik, pengambilan sampel kerja, studi mikrogerak, penilaian lingkungan fisik, dan evaluasi biomekanik. Hasil: Temuan evaluatif menunjukkan tingkat aktivitas produktif keseluruhan sebesar 81%, sekaligus mengidentifikasi pencahayaan rendah di lingkungan kerja fisik sebagai variabel utama yang mengurangi kinerja. Selain itu, konsumsi energi dan metrik beban kardiovaskular menunjukkan kelelahan fisiologis selama beban kerja tertentu, sehingga memerlukan penyesuaian metodologis yang terarah. Kebaruan: Penelitian ini mengintegrasikan alat rekayasa industri yang multifaset—secara bersamaan menggabungkan pemetaan proses standar, kerusakan micromotion therblig, dan variabel lingkungan fisik—untuk mengidentifikasi hambatan operasional. Implikasi: Penerapan rekomendasi ergonomis terstruktur ini mendukung peningkatan keselamatan kerja, penurunan risiko muskuloskeletal, dan optimalisasi produktivitas operasional di berbagai lingkungan manufaktur.
Kata kunci: Desain Sistem Kerja, Evaluasi Ergonomis, Metodologi Pengambilan Sampel Kerja, Analisis Studi Micromotion, Penilaian Beban Kerja Biomekanik

PENDAHULUAN

Ergonomi merupakan bidang ilmu yang mempelajari interaksi manusia dengan alat, metode, dan lingkungan kerja dengan menekankan faktor manusia sebagai fokus utama. Tujuan ergonomi adalah menghasilkan rancangan kerja yang aman, nyaman, dan efisien dengan menyesuaikan desain terhadap karakteristik dan kemampuan pengguna[1]. Antropometri merupakan bagian penting dalam ergonomi yang berperan dalam perancangan peralatan kerja

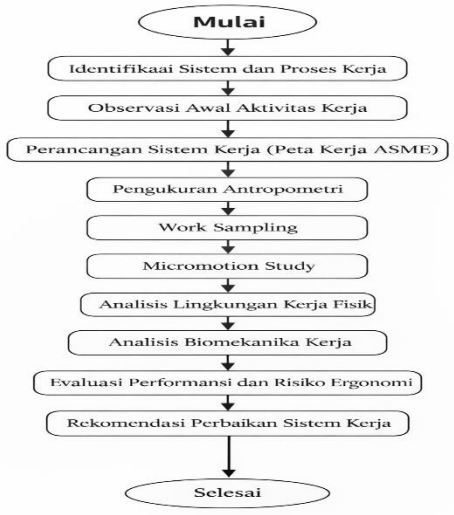
berdasarkan ukuran, bentuk, dan kemampuan fisik manusia. Penerapan antropometri yang tepat bertujuan untuk memastikan kenyamanan, keamanan, serta meminimalkan risiko gangguan kesehatan dan kecelakaan kerja akibat desain yang tidak ergonomis[2].

Work sampling merupakan metode statistik yang digunakan untuk mengamati dan mengklasifikasikan aktivitas kerja pekerja tanpa pengamatan secara terus-menerus. Metode ini membantu mengevaluasi kinerja, mengidentifikasi peluang perbaikan, serta mendukung pengambilan keputusan dalam perancangan sistem kerja di bidang teknik industri[3].*Micromotion study* merupakan teknik studi gerakan yang dikembangkan oleh Frank B. Gilbreth untuk menganalisis elemen dasar pekerjaan melalui perekaman video guna memperoleh data waktu dan gerakan secara akurat. Selain itu, lingkungan kerja fisik yang meliputi kondisi kebersihan, pencahayaan, dan aspek fisik lainnya berperan penting dalam mendukung kinerja serta pencapaian prestasi kerja karyawan[4]. Pekerja merupakan komponen utama dalam proses produksi, namun aktivitas kerja yang dilakukan dalam durasi lama dengan postur tidak ergonomis dapat menimbulkan risiko gangguan kesehatan. Kajian biomekanika dan musculoskeletal digunakan untuk menganalisis hubungan aktivitas kerja, postur, serta beban tubuh yang berpotensi menyebabkan gangguan muskuloskeletal akibat faktor pekerjaan dan individu[5].

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sistem kerja dan kinerja manusia melalui penerapan peta kerja berdasarkan stdanar ASME, analisis antropometri, *work sampling*, serta *micromotion study* dalam rangka mengidentifikasi permasalahan yang terjadi dan merumuskan usulan perbaikan sistem kerja. Selain itu, penelitian ini diarahkan untuk menganalisis pengaruh faktor fisiologis dan kondisi lingkungan terhadap kinerja kerja, menentukan kondisi kerja yang paling optimal, serta menerapkan metode pengukuran aktivitas kerja, khususnya terkait konsumsi energi, dengan memanfaatkan berbagai perangkat dan pendekatan ergonomi.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian dirancang secara terstruktur untuk menjelaskan tahapan analisis sistem kerja dan aspek ergonomi yang diterapkan dalam penelitian ini. Alur penelitian dimulai dari identifikasi sistem kerja hingga perumusan rekomendasi perbaikan, sebagaimana ditunjukkan pada diagram alir penelitian pada Gambar 1.



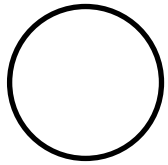
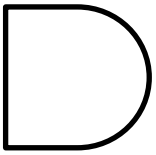
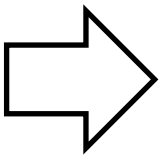
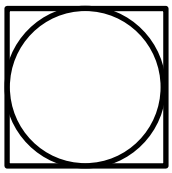
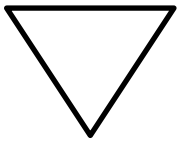
Gambar 1. Diagram Alir

Diagram alir tersebut menunjukkan tahapan pengumpulan dan analisis data yang dilakukan secara berurutan, meliputi perancangan sistem kerja, pengukuran antropometri, work sampling, micromotion study, analisis lingkungan kerja fisik, serta kajian biomekanika kerja. Setiap tahapan saling berkaitan dan digunakan sebagai dasar dalam evaluasi performansi serta perumusan usulan perbaikan sistem kerja.

a. Perancangan Sistem Kerja

Perancangan sistem kerja merupakan proses sistematis dalam merancang dan memperbaiki metode kerja dengan memperhatikan hubungan antara manusia, peralatan, material, dan lingkungan kerja untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja. Diperoleh data observasi yang disajikan dalam tabel dibawah ini[6].

Simbol	Nama	Keterangan

	Operasi	Sebuah kegiatan operasi dilakukan ketika sebuah objek mengalami perubahan sifat, baik fisik atau kimia. Kegiatan ini umumnya terjadi pada mesin maupun sistem operasional.
	Delay	Proses menunggu berlangsung ketika objek kerja, perkerja, atau alat tidak aktif dan hanya berada dalam waktu yang relatif singkat.
	Trasportasi	Sebuah aktivitas trasportasi terjadi ketika barang, tenaga kerja, atau alat berpindah tempat yang tidak merupakan bagian proses opreasi itu sendiri.
	Aktifitas Penggabungan	Kegiatan ini berlangsung ketika aktifitas operasi dan pemeriksaan dilakukan secara berssamaan di lokasi kerja yang sama.
	Penyimpanan	Proses penyimpanan berlangsung ketika barang dibiarkan untuk waktu yang panjang.

b. ***Anthropometri***

Antropometri adalah cabang ilmu ergonomi yang mempelajari ukuran, bentuk, dan proporsi tubuh manusia yang digunakan sebagai acuan peralatan dan sistem kerja agar sesuai dengan kemampuan fisik pengguna[7]. Terdapat acuan untuk pengukuran anthropometri salah satunya yaitu persentil, seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Persentil

Persentil	Perhitungan
1^{st}	$\bar{x} - 2{,}325.\ \sigma$
2^{nd}-5^{th}	$\bar{x} - 1{,}96.\ \sigma$
5^{th}	$\bar{x} - 1{,}645.\ \sigma$
10^{th}	$\bar{x} - 1{,}28.\ \sigma$
50^{th}	$\bar{x}$
90^{th}	$\bar{x} + 1{,}28.\ \sigma$
95^{th}	$\bar{x} + 1{,}645.\ \sigma$
$97{,}5^{th}$	$\bar{x} + 1{,}96.\ \sigma$
99^{th}	$\bar{x} + 2{,}325.\ \sigma$

Persentil adalah ukuran statistik yang menggambarkan proporsi individu dalam suatu populasi yang memiliki dimensi tubuh sama dengan atau lebih kecil dibdaningkan nilai tertentu. Sebagai ilustrasi, persentil ke-95 menunjukkan bahwa sebagian besar populasi, yaitu 95%, memiliki nilai yang tidak melebihi batas tersebut, sementara persentil ke-5

mendanakan bahwa hanya 5% populasi yang berada pada atau di bawah nilai tersebut. [8].

c. *Work Sampling*

Work sampling merupakan metode pengukuran kerja yang dilakukan melalui pengamatan pada waktu-waktu acak untuk mengetahui jenis aktivitas yang dilakukan, frekuensinya, serta proporsi waktu kerja. Metode ini menggunakan pendekatan statistik untuk memperoleh kesimpulan yang representatif terhadap kondisi kerja[9].

Tabel 2. Bilangan Acak

19	90	69	64	61	33	73	99	19	87
65	97	60	12	11	87	14	77	43	96
51	67	47	97	19	99	53	93	61	28
17	95	21	78	58	93	86	52	77	65
63	52	6	34	30	18	46	23	34	27

Pada tabel 1. Menunjukkan anngka – angka yang didapat dari penngamatan kerja dari beberapa operator.

Tabel 3. Bilangan Acak Yang Tereliminasi

~~19~~	~~90~~	~~69~~	~~64~~	~~61~~	~~33~~	~~73~~	~~99~~	~~19~~	~~87~~
~~65~~	~~97~~	60	12	11	~~87~~	14	~~77~~	43	~~96~~
51	~~67~~	47	~~97~~	19	~~99~~	53	~~93~~	~~61~~	28
17	~~95~~	21	~~78~~	58	~~93~~	~~86~~	52	77	~~65~~
~~63~~	~~52~~	6	~~34~~	30	18	46	23	34	27

Hasil analisis work sampling menunjukkan persentase aktivitas produktif sebesar 81% dan nonproduktif sebesar 19%, yang mengindikasikan kondisi kerja tergolong baik. Nilai *performance* level sebesar 81% dengan ratio delay 24%, waktu baku sebesar 0,04 jam/unit, serta batas kontrol berada pada rentang 0,64 hingga 0,98, sehingga data dinyatakan terkendali dan representatif.

d. *Micromotion Study*

Elemen gerakan *therbligs* meliputi berbagai aktivitas dasar dalam pekerjaan, antara lain mencari (*search*), memilih (*select*), memegang (*grasp*), menjangkau tanpa beban (*transport empty*), memindahkan dengan beban (*transport loaded*), menahan untuk penggunaan (*hold*), melepaskan beban (*release load*), melakukan pengaturan posisi (*position*), pengaturan awal (*pre-position*), pemeriksaan (*inspect*), perakitan (*assemble*), pembongkaran rakitan (*disassemble*), penggunaan alat (*use*), perencanaan (*plan*), kelambatan yang tidak dapat dihindari (*unavoidable delay*), kelambatan yang dapat dihindari (*avoidable delay*), serta waktu istirahat untuk mengurangi kelelahan (*rest to overcome fatigue*). Keseluruhan elemen tersebut dimanfaatkan sebagai dasar analisis untuk menilai tingkat efisiensi dan efektivitas gerakan dalam aktivitas kerja[10].

e. Lingkungan Kerja Fisik

Lingkungan kerja fisik merupakan seluruh kondisi fisik di sekitar tempat kerja yang dapat memengaruhi kinerja pekerja secara langsung maupun tidak langsung. Lingkungan ini meliputi fasilitas kerja yang digunakan pekerja serta faktor lingkungan umum seperti suhu, pencahayaan, kebisingan, sirkulasi udara, dan kondisi visual lainnya. Pengamatan lingkungan kerja fisik dilakukan untuk menilai kondisi kerja yang berpengaruh terhadap performansi dan kenyamanan pekerja. Hasil pengukuran disajikan pada tabel berikut[11].

Tabel 4. Pengamatan Lingkungan Kerja Fisik

Faktor Suhu (°C)	Pencahayaan								
	Rendah (10 *Lux*) (60 dB)			Sedang (30 *Lux*)			Tinggi (70 *Lux*)		
	Kebisingan								
	Rendah (60 dB)	Sedang (80 dB)	Tinggi (100 dB)	Rendah (60 dB)	Sedang (80 dB)	Tinggi (100 dB)	Rendah (60 dB)	Sedang (80 dB)	Tinggi (100 dB)
Tinggi 30° C	3,40	3,48	4,06	2,54	3,04	3,09	2,07	2,14	2,18
Sedang 25° C	3,36	3,46	4,01	2,47	2,54	3,01	1,59	2,05	2,10

Rendah 18° C	3,31	3,42	3,55	2,41	2,47	2,52	1,52	1,58	2,04

Hasil analisis menunjukkan bahwa pencahayaan rendah merupakan variabel paling berpengaruh, dengan waktu baku sebesar 0,08 jam dan output stdanar 12 unit/jam, yang mengindikasikan perlunya perbaikan kondisi pencahayaan untuk meningkatkan performansi kerja.

f. Biomekanika

Arti dari biomekanika adalah disiplin ilmu yang menerapkan prinsip fisika dan mekanika untuk menganalisis gerakan tubuh serta gaya dan momen yang bekerja pada sistem tubuh manusia. Dalam kajian ergonomi, analisis biomekanika dilakukan melalui pengukuran postur kerja dan perhitungan Maximum Permissible Limit (MPL) untuk menilai risiko beban kerja, di mana nilai yang melebihi batas MPL berpotensi menimbulkan gangguan muskuloskeletal[12].

Tabel 5. Beban Kerja Berdasarkan Cardiovasculer

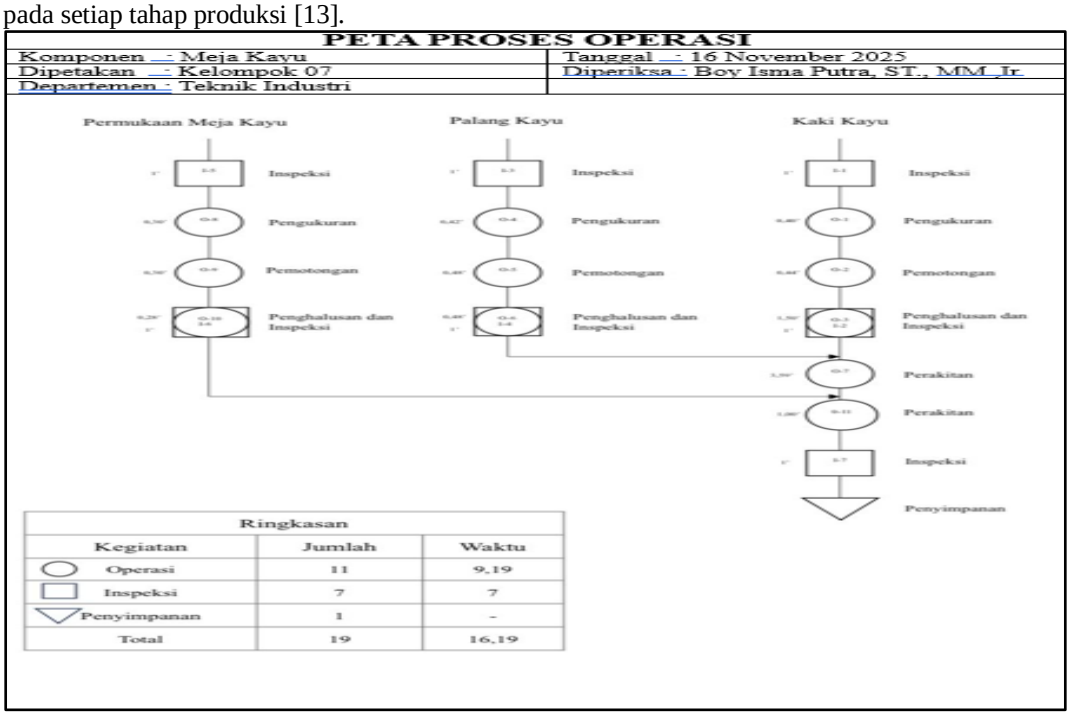
Rentang	Klasifikasi
< 30%	Tidak terjadi kelelahan
30% s.d < 60%	Diperlukan Perbaikan
60% s.d < 80%	Kerja dalam waktu singkat
80% s.d < 100%	Diperlukan tindakan segera
> 100%	Tidak diperbolehkan beraktivitas

Rentang persentase mencerminkan tingkat kelelahan kerja, di mana nilai rendah menunjukkan kondisi aman, sedangkan nilai tinggi mendanakan risiko yang meningkat dan memerlukan pembatasan waktu, perbaikan, atau penghentian aktivitas demi keselamatan pekerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A Peta Operasi

Peta proses operasi merupakan diagram yang menggambarkan tahapan perubahan bahan baku hingga menjadi produk akhir, disertai informasi pendukung seperti waktu proses, bahan, serta peralatan atau mesin yang digunakan pada setiap tahap produksi [13].



Gambar 2. Peta Proses Operasi

Berdasarkan hasil pengamatan, aktivitas kerja yang dianalisis meliputi pengukuran, pemotongan, penghalusan, dan perakitan yang masing-masing diamati sebanyak tiga kali.

Tabel 6. Hasil Analisa Data

Pengamatan	Hasil Analisis Data									
	Pengukuran			Pemotongan			Penghalusan			Perakitan
	Rangka Besi	Balok Kayu	Dudukan	Rangka Besi	Balok Kayu	Dudukan	Rangka Besi	Balok Kayu	Dudukan	
N’	14,00	4,91	9,24	1,11	32,65	8,03	1,45	7,96	7,35	1,64
σ	0,04	0,03	0,03	0,01	0,08	0,02	0,05	0,04	0,02	0,16
BKA	0,48	0,47	0,35	0,47	0,63	0,35	1,60	0,55	0,32	4,92
BKB	0,32	0,37	0,25	0,42	0,32	0,26	1,40	0,40	0,24	4,27
WS	0,40	0,42	0,30	0,44	0,48	0,30	1,50	0,48	0,28	4,59
WN	0,50	0,52	0,38	0,55	0,60	0,38	1,87	0,60	0,35	5,74
Wb_{jam}	0,009	0,010	0,007	0,010	0,011	0,007	0,035	0,011	0,007	0,11
Os	107,50	102,87	143,33	97,29	90,34	141,45	28,74	89,96	153,57	9,36

Hasil analisis menunjukkan bahwa kecukupan data terpenuhi pada beberapa aktivitas seperti pemotongan rangka besi, perakitan, pengukuran balok kayu, dan penghalusan rangka besi, sementara aktivitas lainnya memerlukan penambahan data; nilai simpangan baku tertinggi terdapat pada perakitan, seluruh data berada dalam batas kendali, waktu normal dan waktu baku terbesar juga terjadi pada perakitan, sedangkan output stdanar tertinggi terdapat pada penghalusan dudukan dan terendah pada perakitan.

B. Antropometri

Antropometri adalah kajian mengenai karakteristik fisik dan dimensi tubuh manusia yang digunakan sebagai dasar perancangan produk dan fasilitas kerja agar sesuai dengan kondisi pengguna dan meningkatkan kenyamanan kerja. Pengukuran antropometri dilakukan terhadap enam dimensi tubuh manusia, yaitu tinggi pinggang, tinggi siku berdiri, jangkauan tangan ke depan, lebar bahu, tinggi lutut, dan tinggi badan, yang selanjutnya dianalisis berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan data[14].

Tabel 7. Data Hasil Pengamatan Antropometri

No	Pengamatan	Data					
		TP (cm)	TSB (cm)	JTD (cm)	LB (cm)	TL (cm)	TB (cm)
1	Daniel	98	104	79	44	50	168
2	Muhaimin	92	103	79	43	48	165
3	Rangga	98	106	83	47	48	172
4	Adit	90	101	78	45	50	170
5	Rizal	95	100	80	43	49	168
	Σx	473	514	399	222	245	843
	Σx^2	44.797	52862	31.855	9.868	12.009	14.2157
	$(\Sigma x)^2$	223.729	264.196	159.201	49.284	60.025	710.649
	$\bar{x}$	94,60	102,80	79,80	44,40	49,00	168,60

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai kecukupan data dan stdanar deviasi terbesar terdapat pada dimensi tinggi pinggang (TP), sedangkan nilai terkecil masing-masing terdapat pada dimensi tinggi badan (TB) dan tinggi lutut (TL); batas kendali atas dan bawah serta nilai persentil ke-5 tertinggi ditemukan pada dimensi tinggi badan (TB), sementara nilai terendah terdapat pada dimensi lebar bahu (LB).

C. *Work Sampling*

Work sampling merupakan metode pengukuran kerja yang dilakukan melalui pengamatan pada waktu acak untuk mengidentifikasi jenis aktivitas, frekuensi, dan proporsi waktu kerja. Pendekatan statistik digunakan untuk memastikan hasil pengamatan bersifat representatif dan dapat dijadikan dasar pengambilan kesimpulan[15].

Tabel 8. Data Hasil Bilangan Acak Untuk menentukan Waktu Kunjungan.

~~19~~	~~90~~	~~69~~	~~64~~	~~61~~	33	~~73~~	~~99~~	~~19~~	~~87~~
~~65~~	~~97~~	60	12	11	~~87~~	14	~~77~~	43	~~96~~
51	~~67~~	47	~~97~~	19	~~99~~	53	~~93~~	~~61~~	28

17	95	21	78	58	93	86	52	77	65
63	52	6	34	30	18	46	23	34	27

Tabel 9. Jam Kunjungan Kerja dan Waktu Operasi

No	Jam Kunjungan Kerja	Status Operasi Aktif
1	15.30 + (6 × 2): 15.42	✓
2	15.30 + (11 × 2): 15.52	✓
3	15.30 + (12 × 2): 15.54	✓
4	15.30 + (14 × 2): 15.58	✓
5	15.30 + (17 × 2): 16.04	-
6	15.30 + (18 × 2): 16.06	✓
7	15.30 + (19 × 2): 16.08	✓
8	15.30 + (21 × 2): 16.12	✓
9	15.30 + (23 × 2): 16.16	✓
10	15.30 + (27 × 2): 16.24	✓
11	15.30 + (28 × 2): 16.26	✓
12	15.30 + (30 × 2): 16.30	-
13	15.30 + (33 × 2): 16.36	✓
14	15.30 + (34 × 2): 16.38	✓
15	15.30 + (43 × 2): 16.56	✓
16	15.30 + (46 × 2): 17.02	-
17	15.30 + (47 × 2): 17.04	✓
18	15.30 + (51 × 2): 17.12	✓
19	15.30 + (52 × 2): 17.14	✓
20	15.30 + (53 × 2): 17.16	✓
21	15.30 + (58 × 2): 17.26	✓
22	15.30 + (60 × 2): 17.30	-
	Total Produktif	18
	Total *Non* produktif	4
	Total Keseluruhan	22

Dari data yang telah didapatkan di atas dapat dianalisa praktikum perancangan sistem kerja dan ergonomi modul *work sampling* (*sampling* kerja). Hasil pengamatan terdapat 81% persentase produktif dan terdapat 19% persentase *non* produktif, sehingga hasil pengamatan dinyatakan baik. Nilai *ratio delay* sebesar 24% dan *performance level* ialah 81%. Jumlah menit produktif adalah 34 menit atau 0,57 jam, waktu yang diperlukan per *unit* sebesar 2,83 menit/*unit*, waktu normal sebesar 2,29 menit/*unit*, waktu baku sebesar 0,04 jam/*unit*, uji kecukupan data sebesar 376,47 menit/*unit*, batas kontrol atas sebesar 0,98 dan batas kontrol bawah sebesar 0,64.

D. *Micromotion Study*

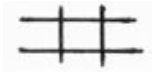
Micromotion study merupakan metode analisis kerja yang berfokus pada pengamatan dan penguraian gerakan-gerakan mikro dalam aktivitas kerja manusia. Analisis ini dilakukan secara sistematis dengan mengidentifikasi elemen gerakan dasar (*therbligs*) untuk mengevaluasi efektivitas metode kerja, mengurangi gerakan tidak bernilai tambah, serta meningkatkan produktivitas dan ergonomi kerja[16].

Tabel 10. Hasil Analisa Peta Tangan Kiri Dengan Peletakan Material Yang Tidak Beraturan

No.	Jenis Kegiatan	Simbol	Lambang	Warna	Jumlah Kegiatan	Waktu

1	Memegang	H		*Gold Ochre*	87	158"
3	Melepas	RL		*Carmine Red*	18	22"
4	Memeriksa	I		*Burn Orche*	4	10"
5	Mengambil	TL		*Green*	1	2"
6	Mencari	Sh		*Black*	4	6"
		Total			118	198"

Tabel 11. Hasil Analisa Peta Tangan Kanan Dengan Peletakan Material Yang Tidak Beraturan

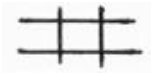
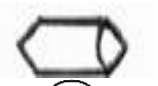
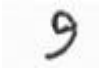
No.	Jenis Kegiatan	Simbol	Lambang	Warna	Jumlah Kegiatan	Waktu
1	Memegang	H		*Gold Ochre*	1	2"
2	Merakit	A		*Violet Heavy*	36	104"
3	Melepas	RL		*Carmine Red*	36	36"
4	Memeriksa	I		*Burn Orche*	12	16"
5	Mengambil	TL		*Green*	28	34"
6	Mencari	Sh		*Black*	5	6"
		Total			118	198"

Analisa perakitan kursi lego dengan peletakan material beraturan menunjukkan peta tangan kiri didominasi aktivitas memegang sebanyak 87 kegiatan (158 detik), disertai melepas, memeriksa, mengambil, dan mencari. Sementara itu, peta tangan kanan didominasi aktivitas merakit sebanyak 36 kegiatan (104 detik), serta aktivitas memeriksa, melepas, mengambil, memegang, dan mencari dengan total waktu yang bervariasi.

Tabel 12. Hasil Analisa Peta Tangan Kiri Dengan Peletakan Material Yang Beraturan

No.	Jenis Kegiatan	Simbol	Lambang	Warna	Jumlah Kegiatan	Waktu
1	Memegang	H		*Gold Ochre*	73	133"
2	Melepas	RL		*Carmine Red*	14	14"
3	Mengambil	TL		*Green*	2	2"
4	Mencari	Sh		*Black*	1	2"
5	Memegang	G		*Lake Red*	1	1"

Tabel 13. Hasil Analisa Peta Tangan Kanan Dengan Peletakan Material Yang Beraturan

No.	Jenis Kegiatan	Simbol	Lambang	Warna	Jumlah Kegiatan	Waktu
1	Merakit	A		*Violet Heavy*	35	92"
2	Melepas	RL		*Carmine Red*	25	25"
3	Mengambil	TL		*Green*	29	31"
4	Mencari	Sh		*Black*	2	3"
5	Memegang	G		*Lake Red*	1	1"
6	Mengarahkan	P		*Blue*	8	12"
		Total			100	164"

Hasil analisa pada Tabel 4.3 menunjukkan peta tangan kiri didominasi aktivitas memegang sebanyak 73 kegiatan dengan total waktu 133 detik, disertai melepas, mengambil, mencari, mengarahkan, dan aktivitas lainnya dengan waktu relatif kecil. Sementara itu, pada Tabel 4.4 peta tangan kanan didominasi aktivitas merakit sebanyak 35 kegiatan dengan total waktu 92 detik, serta aktivitas melepas, mengambil, mencari, memegang, dan mengarahkan dengan variasi jumlah kegiatan dan waktu.

E. Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja merupakan bagian komponen yang sangat penting di dalam pegawai melakukan aktivitasnya bekerja. Lingkungan dalam lapangan pekerjaan yang sedang beroperasi memiliki pengaruh yang cukup kuat pada keberhasilan kantor. Lingkungan dalam Kantor cakupannya meliputi lingkungan fisik dan lingkungan *non* fisik[17].

Tabel 14. Data Hasil Pengamatan pada Suhu Rendah

	PENGAMATAN								
	Suhu Rendah	Suhu Sedang	Suhu Tinggi	Pencahayaan Rendah	Pencahayaan Sedang	Pencahayaan Tinggi	Kebisingan Rendah	Kebisingan Sedang	Kebisingan Tinggi
Σx	22,82	24,59	26,00	32,05	24,09	17,27	22,67	24,18	26,56
(Σx)^2	520,75	604,67	676,00	1027,20	580,33	298,25	513,93	584,67	705,43

Σx^2	62,48	72,09	79,01	114,75	65,11	33,73	61,29	68,85	83,45
$\bar{x}$	2,54	2,73	2,89	3,56	2,68	1,92	2,52	2,69	2,95
N'	127,79	116,91	83,10	8,65	15,69	28,33	117,30	95,74	103,44
σ	0,76	0,78	0,70	0,28	0,28	0,27	0,72	0,70	0,80
BKA	4,06	4,30	4,29	4,12	3,24	2,46	3,97	4,08	4,54
BKB	1,02	1,17	1,49	3,01	2,11	1,38	1,07	1,29	1,36
Ws	2,54	2,73	2,89	3,56	2,68	1,92	2,52	2,69	2,95
Wn	3,17	3,42	3,61	4,45	3,35	2,40	3,15	3,36	3,69
Wb (Jam)	0,06	0,06	0,07	0,08	0,06	0,04	0,06	0,06	0,07
Os	16,96	15,74	14,88	12,07	16,06	22,41	17,07	16,00	14,57

Dari seluruh data yang telah dianalisa dapat disimpulkan bahwa pencahayaan rendah merupakan variabel yang paling berpengaruh dengan nilai N' sebesar 8,65, *stdanard deviasi* sebesar 0,28, nilai BKA sebesar 4,12, nilai BKB sebesar 3,01, waktu siklus sebesar 3,56 menit, waktu normal sebesar 4,45 menit, waktu baku sebesar 0,08 jam, dan menghasilkan *output stdanard* sebanyak 12 *unit*/jam

F. Biomekanika

Biomekanika adalah disiplin ilmu yang mengintegrasikan prinsip fisika dan mekanika teknik dalam menganalisis pergerakan tubuh manusia (kinematika) serta gaya dan momen yang bekerja pada sistem muskuloskeletal (kinetika). Pendekatan mekanika digunakan untuk mengevaluasi respon struktur tubuh manusia terhadap beban kerja. Pada tahap analisis biomekanika, dilakukan pengukuran dimensi postur kerja pekerja yang selanjutnya dihitung menggunakan metode *Maximum Permissible Limit* (MPL). Nilai beban yang melebihi batas MPL berpotensi menyebabkan gangguan biomekanik, termasuk risiko kerusakan pada cakram intervertebralis. Evaluasi dilakukan melalui delapan perhitungan momen gaya yang mencakup segmen tangan bagian atas, lengan atas, lengan bawah, dan punggung[17].

Tabel 15. Data Hasil Pengamatan pada *Treadmill*.

Waktu	Jarak							
	30 Meter				40 Meter			
	Sudut Elevasi							
	7 Derajat		12 Derajat		7 Derajat		12 Derajat	
	Kerja	Istirahat	Kerja	Istirahat	Kerja	Istirahat	Kerja	Istirahat
1 Menit	123	98	122	79	159	130	179	145
2 Menit	124	95	156	105	176	124	194	146

Berdasarkan data pada Tabel 15, dilakukan perhitungan jumlah energi menggunakan software SPSS melalui analisis statistik deskriptif untuk memperoleh nilai energi secara kuantitatif dan akurat yang akan disajikan pada Tabel 16 dibawah ini.

Tabel 16. Data Hasil Perhitungan CVL pada *Treadmill*.

waktu	jarak			
	30 meter		40 meter	
	sudut elevasi			
	7 derajat	12 derajat	7 derajat	12 derajat
1 menit	24,51%	35,54%	41,43%	61,82%
2 menit	27,62%	53,68%	68,42%	88,89%

Tabel berikut menyajikan hasil dengan CVL terkecil terdapat pada saat percobaan 1 menit dengan jarak 30 meter dan sudut elevasi 7 derajat yakni dengan nilai sebesar 24,51% dan nilai CVL terbesar terdapat pada percobaan waktu 2 menit dengan jarak 40 meter dan sudut elevasi 12 derajat yaitu sebesar 88,89%. Untuk percobaan pada *treadmill* bahwa terdapat nilai CVL < 30 yakni pada saat percobaan dengan jarak 40 meter sehingga dinyatakan bahwa terjadi kelelahan dan diperlukan perbaikan pada metode kerja tersebut.

Tabel 17. Data Hasil Pengamatan pada *Ergocycle*.

Waktu	Jarak	
	30 Menit	40 Menit

	Beban *Ergocycle*							
	4		8		4		8	
	Kerja	Istirahat	Kerja	Istirahat	Kerja	Istirahat	Kerja	Istirahat
1 Menit	161	129	177	139	131	121	140	131
2 Menit	178	159	145	106	164	138	171	140

Berdasarkan data pada Tabel 17, dilakukan perhitungan jumlah energi menggunakan software SPSS, dengan hasil perhitungan disajikan pada Tabel 18.

Tabel 18. Data Hasil Perhitungan CVL pada *Ergocycle*.

waktu	jarak			
	30 meter		40 meter	
	beban ergocycle			
	4	8	4	8
1 menit	45,07%	62,30%	12,66%	13,04%
2 menit	46,34%	41,49%	41,94%	51,67%

Tabel berikut menyajikan hasil dengan CVL terkecil terdapat pada saat percobaan 1 menit dengan jarak 40 meter dan beban 4 kg yakni dengan nilai sebesar 12,66% dan nilai CVL terbesar terdapat pada percobaan waktu 2 menit dengan jarak 40 meter dan beban 8 kg yaitu sebesar 51,67%. Untuk percobaan pada *ergocycle* bahwa terdapat nilai CVL < 30 yakni pada saat percobaan dengan jarak 40 meter sehingga dinyatakan bahwa terjadi kelelahan dan diperlukan perbaikan pada metode kerja tersebut.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan analisis sistem kerja dan evaluasi ergonomi mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap performansi kerja manusia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase aktivitas produktif mencapai 81%, yang mendanakan kondisi kerja secara umum tergolong baik, namun faktor lingkungan kerja fisik, khususnya pencahayaan yang rendah, menjadi variabel paling berpengaruh terhadap penurunan performansi kerja. Analisis antropometri menegaskan pentingnya kesesuaian antara rancangan fasilitas kerja dengan dimensi tubuh pekerja untuk meningkatkan kenyamanan dan mengurangi risiko gangguan kesehatan. Selain itu, kajian biomekanika melalui analisis konsumsi energi dan cardiovascular load (CVL) mengindikasikan bahwa beberapa kondisi kerja menimbulkan kelelahan fisiologis, sehingga diperlukan perbaikan metode kerja dan pengaturan beban kerja. Secara keseluruhan, penerapan prinsip ergonomi pada sistem kerja berperan penting dalam meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan kenyamanan kerja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan praktikum Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi. Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak pengelola mata kuliah atas bimbingan, arahan, serta masukan yang diberikan selama kegiatan berlangsung. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada tim asisten laboratorium atas dukungan dan pendampingan yang turut menunjang kelancaran pelaksanaan praktikum ini.

REFERENSI

[1] A. Hendrawan, A. K. Hendrawan, P. Budiarti, and A. Rayendra, “Ergonomi Kemudi Kapal dengan Pendekatan Antropometri,” *Saintara J. Ilm. Ilmu-Ilmu Marit.*, vol. 8, no. 2, pp. 68–73, 2024, doi: 10.52475/saintara.v8i2.332.

[2] Y. H. Bhakti and G. Yulisatria, “The Effect of Push-Up and Pull-Up Exercises on Shooting Performance of Extracurricular Handball Players,” pp. 156–163, 2022.

[3] T. Rastovski, M. Vukomanović, and R. D. Vlahov, “Key Project Management Competencies in the Last Two Decades: A Bibliometric and Content Analysis,” *Systems*, vol. 13, no. 11, pp. 1–23, 2025, doi: 10.3390/systems13110972.

[4] I. Fardiansyah, T. Widodo, and W. Anggraini, “Pengukuran Waktu Kerja dengan Metode Time Motion Study untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja Produksi Greenware (Studi Kasus: PT XYZ),” *J. Ind. Manuf.*, vol.

7, no. 2, p. 85, 2022, doi: 10.31000/jim.v7i2.6924.

[5] D. Marlius and I. Sholihat, "Pengaruh Lingkungan Kerja Fisik dan Non Fisik Terhadap Kinerja Pegawai pada Dinas Kearsipan dan Perpustakaan Provinsi Sumatera Barat," *J. Bina Bangsa Ekon.*, vol. 15, no. 2, pp. 703–713, 2022, doi: 10.46306/jbbe.v15i2.233.

[6] Ikbal Anggara, Zulfadlillah Zulfadlillah, Siti Nur Hamidah, and Ibrahim Abdul Sopyan, "Penerapan Prinsip Ergonomi dalam Perancangan Alat Kerja untuk Meningkatkan Produktivitas dan Kesehatan Pekerja di Industri Manufaktur," *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, vol. 3, no. 1, pp. 215–222, 2024, doi: 10.55606/jurritek.v3i1.4771.

[7] A. S. Prayoga and S. Nurrochmah, "Analisis Antropometri Tubuh dan Tingkat Kebugaran Jasmani," *J. Porkes*, vol. 7, no. 1, pp. 1–14, 2024, doi: 10.29408/porkes.v7i1.25120.

[8] B. I. Putra, I. A. Sari, and R. B. Jakaria, "Worksampling Sebagai Usaha Mengukur Produktivitas Perakitan Kursi Model Praktikum Analisa Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi," *J. Mesin Nusant.*, vol. 4, no. 2, pp. 61–69, 2021, doi: 10.29407/jmn.v4i2.16894.

[9] A. A. Muti, T. N. Sari, and N. H. Ahmad, "Determinasi Patokan Waktu Pabrikasi dengan Stopwatch Time Study (Studi Kasus Cemilan Sbr)," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 36–40, 2022, doi: 10.33884/jrsi.v8i1.6370.

[10] B. I. Putra, *Perancangan Sistem Kerja*, 1st ed. Sidoarjo: Umsida Press, 2015.

[11] E. V. Tandilino, D. Widada, and F. D. Sitania, "Journal of Industrial and Manufacture Engineering," *JIME (Journal Ind. Manuf. Eng.)*, vol. 5, no. 1, pp. 30–40, 2023.

[12] K. Khairunnisa, M. Andriani, and W. Sabardi, "Analisis Beban Kerja Fisik Operator Panen Kelapa Sawit Menggunakan Metode Biomekanika," *J. Teknol.*, vol. 15, no. 2, pp. 257–266, 2023.

[13] L. Xiaojia, M. H. Santosa, I. G. Budasi, N. Trianasari, Z. Ying, and Z. Tao, "Modelling the Mediating System: The Computational Role of Green Technology in Linking Knowledge Assets to Sustainability in Yunnan Hospitality Sector," *Journal*, vol. 23, no. S6, 2025, doi: 10.52152/801841.

[14] C. Cahyono, M. Siregar, and E. M. Safitri, "Perancangan Kursi Kuliah yang Ergonomis Bagi Mahasiswa yang Berlebihan Berat Badan," *Matrik J. Manaj. dan Tek. Ind. Produksi*, vol. 24, no. 2, p. 117, 2024, doi: 10.30587/matrik.v24i2.3296.

[15] S. Asarela and R. P. Sari, "Analisis Pengukuran Kerja Menentukan Waktu Baku Menggunakan Metode Jam Henti Terhadap Operator Persiapan Komponen (Studi Kasus: PT XYZ)," *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 3, pp. 6479–6486, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i3.6315.

[16] Yanuar Herlambang, Andar Bagus Sriwarno, and Muh. Ihsan, "Penerapan Micromotion Study dalam Analisis Produktivitas Desain Peralatan Kerja Cetak Saring," *Tematik*, vol. 2, no. 2, pp. 1–16, 2015, doi: 10.38204/tematik.v2i2.69.

[17] P. T. Esun, I. Utama, and I. Batam, "Pengaruh Komunikasi, Disiplin Kerja, Etos Kerja dan Lingkungan Kerja Fisik Terhadap Kinerja Karyawan," *Journal*, vol. 8, pp. 118–128, 2021.