

BAB II

Tinjauan Pustaka

2.1 Ergonomi

Ergonomi merupakan ilmu yang memiliki tujuan untuk menjamin bahwa setiap pekerjaan, alat-alat, informasi, dan lingkungan kerja cocok untuk setiap pekerja (Health and Safety Executive, 2013). International Ergonomics Association (2000) mendefinisikan ergonomi (atau faktor manusia) sebagai bidang yang berhubungan dengan pemahaman tentang interaksi manusia dengan elemen lain dari sistem dan profesi yang menerapkan teori, prinsip, data, dan metode untuk membentuk optimalisasi kesejahteraan manusia dan kinerja seluruh sistem. Berdasarkan definisi tersebut, fokus ilmu ergonomi adalah sedapat mungkin sistem kerja perlu beradaptasi semaksimal mungkin dengan sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia. Ergonomi memprioritaskan kenyamanan pekerja dalam bekerja, dengan mempertimbangkan kemampuan dan keterbatasannya.

Sudut pandang ergonomi menjelaskan bahwa mencapai kinerja yang tinggi memerlukan keseimbangan yang konstan antara persyaratan kerja dan kinerja. Tuntutan pekerjaan pada pekerja tidak boleh terlalu ringan (*underload*) atau kelebihan beban (*overload*) (Tarwaka, dkk, 2004). Tuntutan pekerjaan yang diberikan pada pekerja sebaiknya diberikan dalam porsi yang sesuai agar tidak mendapatkan efek yang tidak diinginkan. Menurut Health and Safety Executive UK (2021), kelebihan beban kerja dapat mengakibatkan masalah kinerja manusia, seperti kinerja yang lebih lambat dan terjadinya kesalahan kerja. Kekurangan beban kerja juga dapat menyebabkan masalah kinerja manusia, seperti kebosanan, hilangnya kesadaran situasi, dan berkurangnya kewaspadaan.

2.2 Beban Kerja Fisik

Menurut *Health and Safety Executive UK* (2021), beban kerja berkaitan dengan kompetensi (misalnya, beberapa pekerjaan membutuhkan lebih sedikit usaha pada personel yang berpengalaman), jam atau pola kerja (misalnya

kekurangan beban di operator ruang kontrol *shift* malam), perubahan organisasi (dimana tugas atau peran diubah), dan tingkat kepegawaian. Beban kerja dapat lebih tinggi di beberapa industri atau beberapa jenis pekerjaan, dimana jumlah staf terampil tidak memadai. Beban kerja yang berlebih dapat berdampak negatif pada keselamatan dan kepuasan kerja.

Menurut Daulay dan Noviasari (2019), beban kerja dalam bentuk pekerjaan fisik merupakan pekerjaan yang memerlukan energi fisik dari otot yang berfungsi sebagai sumber energi. Kinerja sepenuhnya bergantung pada usaha manusia yang bertindak sebagai sumber energi dan pengendalian kerja, yang akan mengakibatkan modifikasi fungsi fisiologis dalam tubuh manusia dengan beberapa indikator, misalnya konsumsi oksigen, suhu tubuh, detak jantung, sirkulasi udara, konsentrasi asam laktat dalam darah, komposisi kimia dalam urin, kadar penguapan melalui keringat, dan sebagainya. Penilaian beban kerja fisik dapat dilakukan berdasarkan metabolisme tubuh, jumlah kebutuhan kalori, dan sistem kardiovaskular. Kebutuhan kalori berdasarkan kategori beban kerja yang ditetapkan oleh Menteri Tenaga Kerja melalui Keputusan Nomor 51 (1999, dalam Tarwaka dkk., 2004) menyatakan bahwa 100-200 kkal per jam termasuk kategori ringan, pengeluaran 200-350 kkal per jam termasuk kategori sedang, dan 350-500 kkal per jam termasuk berat.

Apabila seseorang melakukan beban kerja yang terlalu besar, hal tersebut dapat menyebabkan penurunan kinerja (Lisnayetti dkk, 2006). Semakin tinggi beban kerja, apalagi beban kerja tersebut menimbulkan kesulitan bagi pegawai untuk menyelesaikannya, kinerja pegawai akan cenderung menurun (Munandar dkk, 2019). Berdasarkan pernyataan tersebut, sebaiknya perusahaan tidak memberikan beban kerja berlebih dalam waktu lama terhadap pekerja untuk menghindari penurunan kinerja.

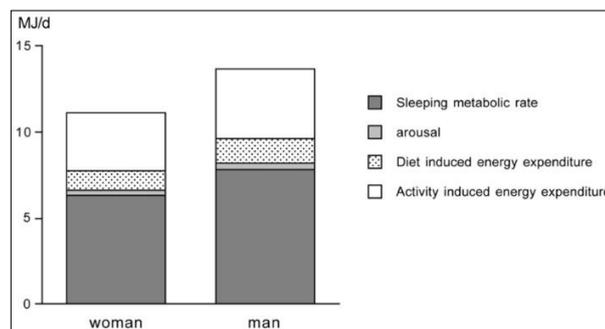
2.3 *Energy Expenditure*

Energi yang dibutuhkan tubuh manusia untuk mempertahankan fungsi organik dan vitalnya diperoleh dengan oksidasi zat gizi makro dari makanan (Diener, 1997). Pengeluaran energi (*Energy Expenditure*) dapat dianggap sebagai proses produksi energi dari substrat energi (karbohidrat, lipid, protein dan alkohol)

pembakaran, dimana ada konsumsi oksigen (O_2) dan produksi karbon dioksida (CO_2). Sebagian dari energi kimia ini hilang sebagai panas dan dalam urin, dan energi yang tersisa disimpan dalam molekul berenergi tinggi yang dikenal sebagai adenosin trifosfat (ATP) (Labayen dkk, 1997).

Menurut Scott (2020), *energy expenditure* (pengeluaran energi) adalah jumlah energi yang diperlukan tubuh seseorang untuk melakukan fungsi-fungsi fisik seperti bernapas, mengedarkan darah, mencerna makanan, ataupun berolahraga. Energi tersebut diukur dalam satuan kalori (kkal). Jumlah kalori yang terbakar setiap harinya merupakan total pengeluaran energi harian. Setiap orang memiliki pengeluaran energi harian yang berbeda-beda, tergantung ukuran tubuh, jenis kelamin, komposisi tubuh, genetik, dan tingkat aktivitas. Contohnya, total pengeluaran energi untuk wanita yang tidak banyak bergerak mungkin kurang dari sama dengan 1800 kkal per hari. Sedangkan total pengeluaran harian laki-laki berukuran besar dan aktif bergerak kemungkinan dapat melampaui 2000 kkal.

Pengeluaran energi total (*Total Energy Expenditure* atau TEE) adalah energi yang dibutuhkan oleh organisme setiap hari dan ditentukan oleh jumlah dari 3 komponen: pengeluaran energi basal (*Basal Energy Expenditure* atau BEE), termogenesis yang diinduksi diet (*Diet-Induced Energy Expenditure* atau DEE) dan aktivitas fisik (*Activity-Induced Energy Expenditure* atau AEE) (Institute of Medicine and Food & Nutrition Board, 2002). Pengeluaran energi basal terdiri atas laju metabolisme tidur (*Sleeping Metabolic Rate*) dan *energy cost of arousal*. Pengeluaran energi basal biasanya merupakan komponen utama TEE (Westerterp, 2013).



Gambar 2.1 Komponen Pengeluaran Energi Total Rata-Rata Wanita dan Pria Dewasa Muda yang Diadaptasi dari Westerterp dkk (1996).

Pengeluaran energi yang diinduksi aktivitas diturunkan dari TEE dikurangi DEE dan BMR. AEE dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$AEE = TEE - DEE - BMR \quad (2.1)$$

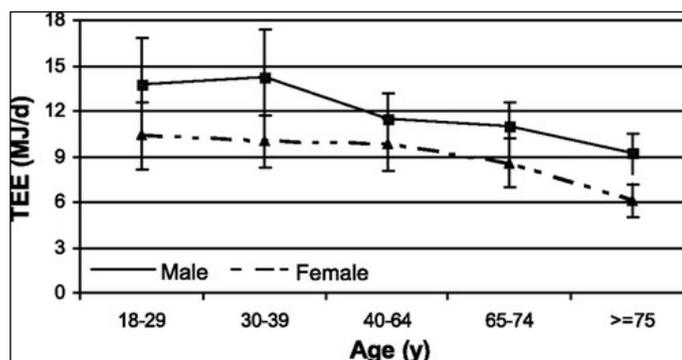
TEE diukur dengan “*Doubly Labeled Water Method*”, yaitu metode untuk mengukur produksi karbon dioksida dan dilanjutkan mengukur produksi energi (Westerterp, 2013). DEE diasumsikan 10% dari TEE pada subjek yang mengonsumsi makanan campuran rata-rata dan berada dalam keseimbangan energi. Dengan demikian, AEE dapat dihitung sebagai berikut.

$$AEE = 0.9TEE - BMR \quad (2.2)$$

BMR diukur atau diperkirakan dengan persamaan prediksi. Pengukuran BMR harus memenuhi standar kondisi istirahat, termonetralitas, puasa, dan imobilitas (Westerterp, 2013).

2.3.1 *Energy Expenditure Berdasarkan Usia*

Penelitian di *Baltimore Longitudinal Study of Aging* pada tahun 1984 mendokumentasikan bahwa seiring bertambahnya usia orang dewasa, kebutuhan energi menurun sebagai konsekuensi dari penurunan pengeluaran energi untuk aktivitas fisik dan penurunan pengeluaran energi untuk metabolisme istirahat. Pernyataan tersebut didukung oleh beberapa penelitian lainnya, seperti penelitian milik Robert dan Rosenberg (2006), yang menyatakan bahwa penambahan usia dapat menyebabkan perubahan regulasi asupan energi pada tubuh manusia.



Gambar 2.2 Pengeluaran Energi Total pada Usia yang Berbeda (Robert dan Rosenberg, 2006)

2.3.2 *Energy Expenditure Berdasarkan Suhu*

Menurut Kelly (2012), suhu lingkungan mempengaruhi laju metabolisme basal. Paparan suhu dingin menyebabkan peningkatan BEE, karena tubuh akan berusaha untuk menciptakan panas ekstra yang dibutuhkan untuk mempertahankan

suhu internal. Paparan singkat terhadap suhu panas memiliki sedikit efek pada metabolisme tubuh karena peningkatan kompensasi kehilangan panas. Namun, paparan panas yang terlalu lama dapat meningkatkan laju metabolisme basal.

Standar Nilai Ambang Batas iklim lingkungan kerja industri (batas yang sebaiknya tidak dilanggar untuk pekerjaan selama 8 jam per hari) diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri. Nilai tersebut dinyatakan dalam derajat Celcius Indeks Suhu Basah dan Bola ($^{\circ}\text{C}$ ISBB).

Tabel 2.1. Nilai Ambang Batas Iklim Lingkungan Kerja Industri

Proporsi Kegiatan Kerja dan Rehat	NAB ($^{\circ}\text{C}$ ISBB)			
	Ringan	Sedang	Berat	Sangat Berat
75 – 100%	31,0	28,0	*	*
50 – 75%	31,0	29,0	27,5	*
25 – 50%	32,0	30,0	29,0	28,0
0 – 25%	32,5	31,5	30,0	30,0

Catatan:

- 1) ISBB atau adalah parameter iklim lingkungan kerja.
- 2) (*) tidak diperbolehkan karena alasan dampak fisiologis

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri menyatakan, Nilai Ambang Batas iklim lingkungan kerja ditetapkan berdasarkan porsi waktu kerja dan rehat dalam satu siklus kerja (8 jam per hari) serta rata-rata laju metabolik pekerja, penjabarannya tercantum pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Laju Metabolik per Kategori beserta Contoh Pekerjaan

Kategori	Laju Metabolik (W)**	Contoh Aktivitas
Rehat	115 (100-125)***	Posisi dalam keadaan duduk
Ringan	180 (125-235)***	Posisi dalam keadaan duduk sembari mengerjakan pekerjaan ringan dengan tangan, atau dengan tangan dan lengan, dan menyetir kendaraan. Posisi dalam keadaan berdiri sembari mengerjakan pekerjaan ringan menggunakan lengan dan sewaktu-waktu berjalan.

Tabel 2.2 Laju Metabolik per Kategori beserta Contoh Pekerjaan (Lanjutan)

Kategori	Laju Metabolik (W)**	Contoh Aktivitas
Sedang	300 (235-360)***	Berjalan dengan normal. Mengerjakan pekerjaan menggunakan tangan dan lengan, atau menggunakan lengan dan kaki, atau menggunakan lengan dan pinggang, atau dalam posisi mendorong atau menarik beban yang ringan.
Berat	415 (360-465)***	Mengerjakan pekerjaan intensif: dengan lengan dan pinggang, posisi mengusung benda, menggali, menggergaji secara manual, posisi mendorong atau menarik beban berat, dan berjalan cepat.
Sangat Berat	520 (>465)***	Mengerjakan tugas dalam kecepatan maksimum yang sangat intensif.

Catatan:

- 1) (**) dihitung dengan perkiraan patokan berat badan 70 kg. Untuk menghitung laju metabolik dengan bobot yang lain, hasil estimasi laju metabolik dikalikan dengan rasio antara berat badan aktual pekerja dengan 70 kg.
- 2) (***) berdasarkan ISO 8996 Tahun 2004.

2.3.3 *Energy Expenditure* Berdasarkan Intensitas Cahaya

Menurut Handayani dkk (2013), produktivitas kerja dapat ditingkatkan dengan memberikan tingkat pencahayaan yang cocok dengan pekerjaan yang dilakukan. Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan pada 15 perusahaan menunjukkan bahwa pemilihan intensitas penerangan yang cocok menyebabkan peningkatan kenaikan hasil kerja antara $4 \pm 35\%$ (Sanders dan McCormick, 1994). Lingkungan kerja tanpa penerangan yang baik dapat meningkatkan risiko kelelahan mata pada pekerja. Efek kelelahan mata dapat mengakibatkan menurunnya performansi kerja, contohnya produktivitas menurun, kualitas kerja buruk, banyak melakukan kesalahan, dan peningkatan risiko terjadinya kecelakaan di tempat kerja. Intensitas pencahayaan yang diperlukan pada setiap tempat kerja tergantung pada jenis dan sifat pekerjaan. Tingkat ketelitian yang lebih tinggi memerlukan tingkat intensitas pencahayaan yang lebih tinggi pula (Handayani dkk, 2013).

Standar penerangan di Indonesia diatur dalam Peraturan Menteri Perburuhan (PMP) No. 7 Tahun 1964 tentang syarat-syarat kesehatan, kebersihan,

dan penerangan di tempat kerja. Standar intensitas cahaya di ruang kerja dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Standar Intensitas Cahaya (Sumber: SNI 16-7062-2004)

Jenis Pekerjaan	Tingkat Pencahayaan Minimal (Lux)	Keterangan
Penyimpanan	20-50	Ruang penyimpanan dan fasilitas instalasi yang membutuhkan pekerjaan kontinyu
Pekerjaan kasar dan tidak berkesinambungan	50-100	
Kasar dan berkesinambungan	100-200	Pekerjaan mrnggunakan mesin dan <i>assembly</i> kasar
Rutin	200-500	Ruang administrasi, ruang kendali, pekerjaan mesin, dan <i>assembly</i>
Sedikit halus	500-1000	Penyusunan gambar atau bekerja dengan mesin kantor, pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin
Halus	1000-2000	Pemilihan warna, pemrosesan tekstil, pekerjaan mesin halus dan perakitan halus
Sangat halus	5000-10000	Mengukir menggunakan kedua tangan, inspeksi pekerjaan mesin, dan perakitan dengan tingkat presisi tinggi
Terinci	10.000-20.000	Inspeksi pekerjaan, rakitan presisi

2.3.4 *Energy Expenditure* Berdasarkan Kelembapan

Kelembapan udara adalah ukuran kadar uap air yang berwujud gas di udara (Hakim, 2020). Menurut Sarmiento (2016) dalam artikel NBC News, saat kita berkeringat, tubuh manusia bergantung udara untuk membuang keringat yang menumpuk di kulit. Proses pembuangan keringat ini membuat tubuh menjadi dingin. Ketika kelembapan di udara tinggi, cairan tubuh yang hangat tetap berada di kulit lebih lama, sehingga membuat tubuh terasa lebih panas. Ahli meteorologi menyebutnya "indeks panas". Menurut National Weather Service (NWS), indeks panas adalah ukuran seberapa panas yang benar-benar terasa ketika kelembapan diperhitungkan dengan suhu sebenarnya. Tingkat kelembapan yang sangat tinggi dapat membahayakan kesehatan manusia. Kelembapan yang tinggi dapat

menyebabkan panas berlebih (hipertermia) karena tubuh tidak dapat membuang panas secara efektif. Selain itu, tingkat kelembapan tinggi juga dapat menyebabkan terjadinya dehidrasi, kelelahan, kram otot, pingsan, dan serangan panas atau *heatstroke* (Sarmiento, 2016). Berdasarkan pernyataan tersebut, kelembapan menjadi salah satu faktor kunci yang perlu dipertimbangkan di lingkungan kerja.

2.4 Desain Eksperimen

Menurut Montgomery (2009), eksperimen adalah percobaan yang dengan sengaja membuat perubahan pada variabel input dari suatu proses atau sistem, untuk memungkinkan peneliti mengamati dan mengidentifikasi alasan perubahan yang dapat diamati dalam respon *output*. Tujuan dari diadakannya yaitu mendapatkan informasi tentang bagaimana respon objek diberikan dalam keadaan tertentu. Keadaan tertentu tersebut biasanya dengan sengaja diberikan dengan memberikan perlakuan atau mengatur keadaan lingkungan.

Rancangan percobaan mencakup dua komponen, yaitu rancangan lingkungan dan rancangan perlakuan (Paiman, 2015). Rancangan lingkungan adalah percobaan yang menata perlakuan supaya data yang didapat merupakan akibat dari perbedaan perlakuan, contohnya yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL), Rancangan Acak Kelompok (RAK), dan Rancangan Bujursangkar Latin (RBL). Dalam rancangan perlakuan, perlakuan disusun sedemikian rupa sehingga nantinya data menunjukkan hasil satu perlakuan atau interaksi antar perlakuan, contohnya percobaan faktorial dan RPT.

2.5 Rancangan Acak Kelompok

Menurut Susilawati (2015), rancangan acak kelompok dimulai dengan mengelompokkan satuan percobaan ke dalam kelompok (*block*) yang sejenis, dan dilanjutkan dengan mengacak pengolahan dalam kelompok tersebut. Adanya pengelompokan atau *block* pada RAK menyebabkan ketidakseragaman antar blok, sehingga mengakibatkan diperolehnya homogenitas yang relatif tinggi. Pengelompokan yang tepat dan efektif dalam desain ini dapat mengurangi kesalahan percobaan.

Hipotesis:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_t = 0$$

H_1 : paling tidak terdapat satu $\tau_i \neq 0$ untuk $i= 1,2, \dots,t$

Struktur data pengamatan RAK untuk eksperimen dengan t buah perlakuan dalam jumlah kelompok yang sama untuk setiap perlakuan sebanyak r adalah seperti pada Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Struktur Data Pengamatan Rancangan Acak Kelompok

Kelompok	Perlakuan				Total kelompok
	1	2	.....	t	
1	Y_{11}	Y_{21}	.....	Y_{t1}	$Y_{.1}$
2	Y_{12}	Y_{22}	.....	Y_{t2}	$Y_{.2}$
,	,	,	,	,	,
r	Y_{1r}	Y_{2r}	.....	Y_{tr}	$Y_{.r}$
Total perlakuan	$Y_{1.}$	$Y_{2.}$	.....	$Y_{t.}$	$Y_{..}$

Berdasarkan data tersebut, langkah-langkah analisis ragamnya dijabarkan seperti di bawah ini:

$$Faktor\ koreksi\ (FK) = \frac{Y^2_{..}}{rt} = \frac{(total\ jenderal)^2}{total\ banyaknya\ pengamatan} \quad (2.4)$$

$$Jumlah\ Kuadrat\ Total = \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - FK \quad (2.6)$$

$$Jumlah\ Kuadrat\ Kelompok = \frac{\sum_j Y^2_{.j}}{t} - FK = \frac{(total\ kelompok)^2}{banyaknya\ perlakuan} - FK \quad (2.7)$$

$$Jumlah\ Kuadrat\ Perlakuan = \frac{\sum_i Y_i^2}{r} - FK = \frac{(total\ perlakuan)^2}{banyaknya\ kelompok} - FK \quad (2.8)$$

$$Jumlah\ Kuadrat\ Galat = JKT - JKK - JKP \quad (2.9)$$

$$Derajat\ Bebas\ Total\ (db\ total) = rt - 1 = total\ banyak\ pengamatan - 1 \quad (2.10)$$

$$Derajat\ Bebas\ Kelompok\ (db\ kelompok) = r - 1$$

$$Derajat\ Bebas\ Perlakuan\ (db\ perlakuan) = t - 1 \quad (2.11)$$

$$Derajat\ Bebas\ Galat\ (db\ galat) = (r - 1)(t - 1) \quad (2.12)$$

$$Kuadrat\ Tengah\ Kelompok = \frac{Jumlah\ Kuadrat\ Kelompok}{r - 1} \quad (2.13)$$

$$Kuadrat\ Tengah\ Perlakuan = \frac{Jumlah\ Kuadrat\ Perlakuan}{t - 1} \quad (2.14)$$

$$Kuadrat\ Tengah\ Galat = \frac{Jumlah\ Kuadrat\ Galat}{(r - 1)(t - 1)} \quad (2.15)$$

Statistik pengujian F untuk menguji pengaruh perlakuan dihitung menggunakan:

$$F_{hitung} = \frac{Kuadrat\ Tengah\ Perlakuan}{Kuadrat\ Tengah\ Galat} \quad (2.16)$$

Struktur tabel *analysis of variance* (ANOVA) adalah sebagai berikut.

Tabel 2.5 Struktur Tabel ANOVA RAK

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung
Kelompok	r-1	JKK	KTK	-
Perlakuan	t-1	JKP	KTP	$\frac{KTP}{KTG}$
Galat	(t-1)(r-1)	JKG	KTG	
Total	tr-1	JKT		

Hasil akhir dari uji ANOVA ditentukan dari besarnya nilai F hitung. Nilai F hitung pada hasil penghitungan dibandingkan dengan nilai F tabel. Jika nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka H_0 ditolak. Kriteria pengujian dapat juga ditinjau dari nilai p-value. Apabila pada tabel hasil uji ANOVA didapat nilai p-value $< \alpha$, berarti hipotesis nol (H_0) tidak diterima, sehingga kesimpulannya yaitu terdapat perbedaan yang nyata antara rata-rata hitung dari n kelompok.

2.6 Percobaan Faktorial

Percobaan faktorial yaitu eksperimen dimana perlakuannya terdiri dari lebih dari satu faktor dan semua kemungkinan tingkat perlakuan (Steel & Torrie, 1989). Ketika terdapat dua faktor yang diperlakukan bersama, misalnya A dan B dengan masing-masing dua level (a_1 a_2 dan b_1 b_2), pengaruh perlakuan faktorial dapat dikelompokkan menjadi tiga macam pengaruh, yaitu pengaruh sederhana, pengaruh utama, dan pengaruh interaksi. pengaruh sederhana adalah pengaruh faktor pada satu level faktor lainnya, misalnya pengaruh faktor A pada level b_1 . Pengaruh utama adalah rata-rata dari total nilai pengaruh tunggal. Dua faktor akan dikatakan berinteraksi apabila pengaruh faktor A berubah pada saat taraf faktor B berubah (Tenaya, 2015).

Tabel 2.6 Pengaruh Perlakuan Kombinasi dari Dua Faktor dengan Dua Taraf Level (Tenaya, 2015)

Faktor dan Level	A		Pengaruh Faktor B
	a_1	a_2	
B	b_1	a_1b_1 a_2b_1	b_1
	b_2	a_1b_2 a_2b_2	b_2
Pengaruh Faktor A →		a_1 a_2	-

2.7 Uji Prasyarat Analisis

Uji prasyarat analisis adalah uji yang perlu dilakukan sebelum masuk ke tahap uji analisis ragam (ANOVA).

2.7.1 Uji Normalitas

Uji normalitas adalah bertujuan untuk mencari tahu apabila data pada suatu kelompok data atau variabel berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas yang dapat digunakan antara lain uji grafik, Chi-square, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, dan Shapiro-Wilk.

2.7.2 Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan mencari tahu apakah varian dari beberapa populasi tergolong sama atau tidak. Metode yang dapat digunakan untuk uji homogenitas diantaranya uji Harley, uji Cochran, uji Levene, dan uji Bartlett.

2.8 Uji Pembandingan Berganda

Uji F pada ANOVA digunakan untuk memeriksa perbedaan perlakuan yang diujikan. Jika H_0 diterima atau semua perlakuan yang diujikan ternyata memberikan efek yang sama terhadap respon, maka tidak perlu dilakukan pengujian lanjutan. Namun, ketika H_0 ditolak, uji lanjutan perlu dilakukan dengan tujuan mencari perbedaan di antara rata-rata perlakuan tersebut. Terdapat beberapa prosedur uji pembandingan berganda, seperti uji LSD (*Least Significant Difference*), uji HSD (*Honestly Significant Difference*), uji wilayah berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*), uji Student-Newman-Keuls, uji Dunnett, metode pembandingan orthogonal, dan uji Scheffe. Pada penelitian ini, uji pembandingan berganda yang akan digunakan yaitu uji beda nyata terkecil (*Least Significant Difference*) yang disebut juga uji LSD.

Menurut Susilawati (2015), prinsip uji LSD adalah membandingkan perbedaan antara setiap *mean* dan nilai LSD. Jika nilai mutlak selisih antara *mean* yang dibandingkan lebih besar sama dengan nilai kritisnya, maka kedua *mean* tersebut dapat dikatakan berbeda nyata.

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu mengenai pengukuran pengeluaran energi sebelumnya pernah dilakukan oleh Nina (2009). Pada penelitian tersebut, dilakukan pengukuran denyut jantung pada staf tata usaha (yang termasuk kategori beban kerja ringan) dan juru parkir (kategori beban kerja berat). Penelitian ini menggunakan desain eksperimen untuk menganalisis data yang didapatkan. Perbedaan penelitian yang telah dilakukan oleh Nina (2009) dengan penelitian ini yaitu pada variabel dependen dan independen yang akan digunakan. Penelitian ini melakukan pengukuran jumlah kalori yang dikeluarkan pekerja sebagai respon.

Penelitian terdahulu yang mempelajari pengaruh suhu dan kelembapan terhadap produktivitas kerja pernah dipublikasikan oleh Salim (2020). Analisis yang digunakan adalah analisis korelasi, regresi linier, dan multivariat. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah tidak ditemukannya korelasi antara suhu dan kelembapan dengan produktivitas dari pekerja yang diteliti. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian milik Salim terletak pada metode analisis yang digunakan.

Penelitian terdahulu mengenai pengaruh intensitas cahaya terhadap kinerja manusia pernah dipublikasikan oleh Girsang dan Satria (2020). Hasil uji penelitian yang didapat adalah terdapat pengaruh yang sangat nyata dari intensitas cahaya terhadap kelelahan mata dengan nilai $p = 0,000$. Perbedaan penelitian milik Girsang dan Satria dengan penelitian ini terletak pada metode pengumpulan data dan analisis yang digunakan.