



Analisis Pengaruh BMI, Suhu dan Durasi Kerja Terhadap Kebutuhan Energi pada Pekerja di Bagian Administrasi

Teguh Oktiarso¹ dan Vini Ardiana¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung,
Jl. Villa Puncak Tidar Malang N-01, Malang 65151, Jawa Timur, Indonesia
Email: teguh.oktiarso@machung.ac.id

ABSTRAK

Pegawai administrasi di perkantoran memiliki banyak pekerjaan yang harus ditangani dan aktivitas yang dilakukan lebih banyak melibatkan beban mental dibandingkan dengan beban fisik. Beban kerja mental dapat menyebabkan stress kerja pada karyawan sehingga dapat mempengaruhi penurunan daya tahan pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh BMI, suhu, serta durasi kerja terhadap kebutuhan energi pada aktivitas bagian administrasi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan desain eksperimen untuk mengetahui respon ketiga faktor terhadap kebutuhan energi. Observasi penelitian dilakukan di Universitas Ma Chung pada bagian Sekertariat Fakultas dengan difokuskan pada bagian Staf Fakultas Sains dan Teknologi. Faktor BMI memiliki 2 taraf, yaitu normal dan gemuk. Faktor suhu memiliki 2 taraf, yaitu nyaman optimal dan hangat nyaman. Faktor durasi kerja memiliki 2 taraf, yaitu ringan dan menengah berat. Responden penelitian adalah wanita dewasa dengan rentang usia 18-40 tahun. Menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa ketiga faktor memiliki pengaruh terhadap kebutuhan energi dan adanya pengaruh interaksi antara faktor BMI, suhu dan durasi kerja terhadap kebutuhan energi. Hasil perhitungan konsumsi energi menunjukkan bahwa responden dengan BMI gemuk membutuhkan energi yang lebih besar daripada responden dengan BMI normal untuk melakukan aktivitas bagian administrasi dalam percobaan ini. Berdasarkan hasil perhitungan ini, dapat disimpulkan bahwa energi yang dibutuhkan pekerja untuk melakukan aktivitas bagian administrasi pada penelitian ini masih tergolong dalam kriteria beban kerja ringan.

Kata Kunci: administrasi, BMI, suhu, durasi kerja, beban kerja, desain eksperimen, konsumsi energi.

ABSTRACT

Administrative staf in offices have a lot task to be handled which these activities carried out involve more mental burdens than physical burdens. Mental workload can cause work stress on employees so that it can affect the decline in endurance of workers in completing their work. The research was aimed to find out the effect of BMI, temperature, and duration of work on energy requirements in the administrative activities. The study was conducted using an experimental design to determine the response of the three factors to energy needs. The observation of this research was carried out at Ma Chung University in the Faculty Secretariat section with a focus on female Staf on Faculty of Science and Technology. BMI factor has 2 levels, namely normal and fat. The temperature factor has 2 levels, namely optimal comfort and warm comfort. Work duration factor has 2 levels, namely mild and medium weight. Respondents from this study were women with an age range of 18-40 years. A Completely Randomized Design (CRD). ANOVA test results indicate that the three factors have an influence on energy needs and the influence of interactions between BMI factors, temperature and duration of work on energy needs. The results of the calculation of energy consumption indicate that respondents with obese BMIs require more energy than respondents with normal BMI to carry out administrative activities in this experiment. The results also concluded that the energy needed by workers to carry out administrative activities in this study is still classified as light workload criteria.

Keywords: administration, BMI, temperature, work duration, workload, experimental design, energy consumption.

1. Pendahuluan

Administrasi perkantoran merupakan suatu pekerjaan yang berkaitan dengan kegiatan perencanaan, pengendalian, pengawasan dan pengorganisasian untuk memperoleh pencapaian suatu tujuan pada organisasi. Dalam mengemban tugas dan tanggungjawab pegawai administrasi di perkantoran memiliki banyak aktivitas pekerjaan yang melibatkan beban mental dibandingkan dengan beban fisik, dimana pekerjaan yang dilakukan lebih banyak melibatkan kerja otak. Beban kerja mental dapat menyebabkan stress kerja pada karyawan sehingga dapat mempengaruhi penurunan daya tahan pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya. Besar beban kerja yang dikerjakan oleh seseorang dapat digunakan untuk menentukan berapa lama seseorang mampu melakukan pekerjaannya sesuai dengan kapasitas kerjanya. Semakin besar beban kerja, maka semakin pendek waktu kerja seseorang untuk bekerja tanpa mengalami kelelahan dan gangguan fisiologis yang berarti atau sebaliknya.

Pegawai administrasi yang setiap hari berada di kantor menghasilkan pengeluaran energi (energy expenditure) yang berbeda dibanding pekerja yang ada di lantai produksi. Obyek dari penelitian ini adalah pegawai bagian administrasi di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ma Chung. Pekerjaan administrasi kampus lebih banyak membutuhkan konsentrasi dimana beban psikologis berpengaruh pada kebutuhan energi (Yuliani, 2011). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui tingkat kebutuhan energi pada pegawai administrasi kampus dalam melaksanakan tugasnya. Dengan mengetahui kebutuhan energi pegawai berdasarkan BMI, diharapkan dapat diketahui performansi dari masing-masing pekerja dalam melaksanakan pekerjaannya.

Penelitian menggunakan desain eksperimen dengan parameter yang digunakan adalah detak jantung. Penelitian dilakukan dengan mengukur detak jantung baik sebelum dan sesudah melakukan aktivitas administrasi kantor. Hal ini bertujuan untuk mengetahui besaran beban kerja yang kemudian akan diklasifikasikan sesuai dengan jenis pekerjaannya. Pengukuran pada penelitian ini akan dilakukan dengan kategori BMI, suhu dan durasi kerja yang berbeda-beda sesuai dengan taraf yang ditentukan. Hal lain yang menjadi pertimbangan adalah kebutuhan jumlah kalori seorang pekerja dalam melakukan aktivitas pekerjaan terhadap energi yang dikeluarkan akibat beban kerja, usia, berat badan dan tinggi badan. Dengan melihat hasil dari desain eksperimen yang dilakukan, penelitian ini diharapkan dapat menentukan konsumsi energi pekerja yang sesuai dengan aktivitas dan lingkungan kerjanya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Beban Kerja

Menurut Hoonaker dkk. (2011) beban kerja merupakan sebuah konsep yang digunakan untuk menjelaskan sejauh mana seseorang menggunakan kemampuan fisik dan mentalnya dalam menyelesaikan sebuah tugas. Menurut Tarwaka dkk. (2004) yang termasuk dalam faktor eksternal beban kerja adalah tugas, organisasi dan lingkungan kerja. Tugas meliputi pekerjaan bersifat fisik dan mental. Pengertian organisasi kerja yang mempengaruhi beban kerja seseorang adalah lamanya waktu kerja, waktu istirahat, kerja bergilir, kerja malam dan lain-lain. Lingkungan kerja yang memengaruhi beban kerja dapat berupa lingkungan kerja fisik, kimiawi, biologis dan psikologis. Faktor internal beban kerja merupakan faktor yang berasal dari dalam tubuh sebagai akibat adanya reaksi dari beban kerja eksternal.

Tabel 1. Kategori Beban Kerja Berdasarkan Metabolisme, Respirasi, Suhu Tubuh, dan Denyut Jantung

Kategori Beban Kerja	Konsumsi Oksigen (l/min)	Temperature Rectal (° C)	Energi (kkal/menit)	Denyut Jantung (denyut/min)	Ventilasi Paru (l/min)
Sangat Ringan	0.25-0.5	37.5	< 2.5	< 60	6-7
Ringan	0.5-0,1	37.5	2.5-5	60-100	11-20
Modeat	1-1.5	37.5-38	5-7.5	100-125	20-31
Berat	1.5-2	38-38.5	7.5-10	125-150	31-43
Sangat berat	2-2.5	38.5-39	10-12.5	150-175	43-56
Berat ekstrim	> 2.5	> 39	> 12.5	> 175	60-100

2.2 Beban Kerja Mental

Menurut Henry (1988, dalam Fauzi, 2016) beban kerja mental adalah selisih tuntutan beban kerja dari suatu tugas dengan kapasitas maksimum beban mental seseorang pada kondisi termotivasi.

Dilihat dari sisi fisiologis, aktivitas mental terlihat menjadi sebuah jenis pekerjaan ringan yang menyebabkan kebutuhan kalori untuk aktivitas mental juga lebih rendah.

2.3 Body Mass Index

Body Mass Index atau *BMI* merupakan indeks sederhana yang menunjukkan indeks berat badan terhadap tinggi badan. *BMI* digunakan untuk mengklasifikasikan kondisi kelebihan berat badan dan obesitas pada orang dewasa (Kemenkes, 2018). Berikut merupakan rumus untuk menghitung *BMI*:

$$BMI = \frac{weight}{[height]^2} \quad (1)$$

Di mana:

weight = berat badan dalam kilogram

height = tinggi badan dalam meter

Tabel 2. Batas Ambang Indeks Massa Tubuh untuk Indonesia

Kategori		IMT
Kurus	Kekurangan berat badan tingkat berat	<17,0
	Kekurangan berat badan tingkat ringan	17,0-18,4
Normal		18,5-25,0
Gemuk	Kelebihan berat badan tingkat ringan	25,1-27,0
	Kelebihan berat badan tingkat berat	>27,0

2.4 Perancangan Percobaan

Perancangan percobaan perlu dilakukan sebelum melakukan eksperimen. Perancangan percobaan berupa langkah-langkah lengkap agar data yang semestinya diperlukan dapat diperoleh dan dapat dianalisis secara objektif. Kesimpulan dapat diambil berdasarkan hasil rancangan percobaan pada masalah yang dibahas (Sudjana, 1991 dalam Hartati dkk., 2013).

2.5 Percobaan Faktorial

Faktorial merupakan percobaan yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari dua faktor atau lebih suatu perlakuan terhadap respon yang dihasilkan. Percobaan faktorial sama-sama menggunakan salah satu dari rancangan lingkungan dasar seperti rancangan acak lengkap (RAL), rancangan acak kelompok (RAK), dan rancangan bujur sangkar latin (RBSL). Percobaan faktorial selalu berurusan dengan kombinasi perlakuan. Dapat disimpulkan bahwa percobaan faktorial merupakan percobaan mengenai kombinasi yang mungkin berasal dari taraf beberapa faktor eksperimen. (Gaspersz, 1994).

2.6 Energy Expenditure

Energy expenditure adalah besaran energi atau kalori yang dibutuhkan oleh seseorang untuk melakukan aktivitas seperti bernafas, sirkulasi darah, mencerna makanan, atau kegiatan fisik (Mehta dkk., 2017). Pada batas yang ditentukan, ventilasi paru, detak jantung dan suhu tubuh mempunyai hubungan linier dengan konsumsi oksigen atau jenis pekerjaan yang dikerjakan. (Tarwaka dkk., 20014). Perhitungan konsumsi energi berdasarkan denyut jantung dapat dilakukan menggunakan persamaan Astuti (1985, dalam Soleman, 2011) dengan rumus sebagai berikut:

$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \times 10^{-4}X^2 \quad (2)$$

Di mana:

Y = *Energy expenditure* (kkal/menit)

X = Kecepatan denyut jantung per menit

Kecepatan denyut jantung akan dikonversikan ke dalam energi dimana rumus perhitungan konsumsi energi adalah rumus berikut:

$$KE = Et - Ei \quad (3)$$

Di mana:

KE = Konsumsi energi (kkal/menit)

Et = Pengeluaran energi saat melakukan kerja (kkal/menit)

Ei = Pengeluaran energi saat istirahat (kkal/menit)

3. Metode Penelitian

3.1 Observasi Awal

Observasi awal dilakukan untuk melihat masalah terkait dengan jumlah energi yang dibutuhkan pekerja administrasi dalam melakukan pekerjaan. Observasi awal bertujuan juga agar dapat mengetahui secara nyata pengaruh lingkungan kerja dan beban kerja terhadap kebutuhan energi pada pekerja bagian administrasi.

3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Belum diketahui secara tepat faktor-faktor yang memengaruhi kebutuhan energi pekerja bagian administrasi menjadi permasalahan utama yang teridentifikasi pada penelitian ini. Masalah yang muncul pada penelitian ini adalah agar dapat melihat faktor yang tepat yang dapat memengaruhi kebutuhan energi pekerja, serta menentukan kebutuhan konsumsi energi yang optimal bagi pekerja administrasi.

3.3 Studi Literatur

Setelah ditentukan permasalahan yang akan diteliti, selanjutnya akan dilakukan pencarian studi literatur untuk mengetahui landasan dari teori, metode, serta langkah-langkah yang nantinya akan digunakan dalam penelitian. Beberapa teori yang berkaitan dengan permasalahan yang ada didapatkan dari referensi seperti buku teks, artikel jurnal, serta penelitian terdahulu yang mempunyai hubungan dengan topik penelitian.

3.4 Perancangan Ekperimen

Berdasarkan dari permasalahan yang ditemukan dan studi literatur, dilakukan desain eksperimen untuk mengetahui pengaruh dari BMI, suhu dan durasi kerja terhadap kebutuhan energi pekerja administrasi.

3.5 Penentuan Jumlah Sampel

Penentuan jumlah sampel dilakukan untuk memperoleh kecukupan data sesuai dengan tingkat akurasi yang diinginkan. Sampel yang akan diambil dalam penelitian ini adalah wanita dewasa yang berusia 18-40 tahun. Teknik pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik Dispropotionate Stratified Random Sampling dengan menggunakan uji Federer untuk mengetahui jumlah perulangan yang akan diambil.

3.6 Pelaksanaan Ekperimen

Eksperimen ini dilakukan dengan mengukur detak jantung responden menggunakan alat pengukur detak jantung dengan memperhatikan BMI, suhu dan durasi kerja yang diatur sesuai dengan taraf yang telah ditentukan. Tahap awal sebelum eksperimen dilakukan adalah pengukuran berat dan tinggi badan responden untuk menghitung BMI pada masing-masing responden sehingga dapat diklasifikasikan berdasarkan dari nilai BMI yang diperoleh. Selanjutnya, responden akan diukur denyut jantung pada keadaan normal dan selama responden melakukan aktivitas kerja dengan pengaturan suhu dan pencahayaan sesuai dengan faktor dan taraf yang telah ditentukan. Eksperimen ini akan dilaksanakan di Laboratorium Ergonomi pada Universitas Ma Chung.

3.7 Pengolahan Data

Berdasarkan jumlah faktor dan jumlah taraf akan ditentukan lingkungan eksperimen dan metode pengolahan data. Dalam pengolahan data parametrik dilakukan jika data terdistribusi normal dan homogen. Pengolahan data dilakukan dengan uji ANOVA, kemudian akan dilakukan dengan uji hipotesis. Apabila data tidak homogen maka pengolahan data harus menggunakan metode non parametrik. Tujuan dari pengolahan data ini adalah untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh interaksi untuk kemudian dilakukan analisis hasil.

3.8 Analisis Hasil dan Analisis *Energy Expenditure*

Tahapan selanjutnya adalah menganalisis hasil dari pengolahan data yang didapatkan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh dari ketiga faktor tersebut terhadap kebutuhan energi. Kemudian untuk menentukan kebutuhan energi responden dilakukan perhitungan *energy expenditure*, sehingga dapat diketahui konsumsi energi yang tepat untuk responden.

3.9 Kesimpulan dan Saran

Mengacu pada hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan mengenai perlakuan terbaik antara BMI, suhu dan durasi kerja terhadap detak jantung berkaitan dengan perubahan tingkat konsumsi energi pekerja.

4. Pengolahan Data dan Analisis Hasil

4.1 Desain Eksperimen

4.1.1 Penentuan Rancangan Respons

Respons yang diharapkan dari responden penelitian ini adalah respon yang dapat mempresentasikan kebutuhan energi responden terhadap suatu perlakuan. Respons yang digunakan dalam penelitian ini adalah angka detak jantung dari aktivitas kerja bagian administrasi yang dihitung berdasarkan durasi kerja. Responden penelitian ini adalah wanita dewasa dengan usia 18-40 tahun. Responden akan diukur detak jantungnya sebelum melakukan aktivitas kerja dan selama responden bekerja. Detak jantung diukur per menit hingga pekerjaan yang dilakukan selesai. Peralatan yang digunakan untuk mengukur detak jantung pada penelitian ini adalah Smartwatch Mi Band 4.

4.1.2 Penentuan Faktor, Taraf, dan Rancangan Lingkungan Eksperimen

Faktor perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah BMI, suhu, dan durasi kerja. Berikut merupakan hasil observasi dan wawancara kondisi nyata aktivitas kerja bagian Sekertariat Fakultas di gedung Bhakti Persada Universitas Ma Chung:

Tabel 3. Hasil Observasi Aktivitas Kerja Sekertariat Fakultas Universitas Ma Chung

No	Contoh Aktivitas	Durasi	Jenis Aktivitas
1.	Pelayanan cetak transkrip	< 5 menit	1. Penyerahan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM). 2. Cetak transkrip.
2.	Pelayanan info dosen pembimbing PKL atau TA serta info dosen penguji	< 5 menit	1. Nama dan NIM dari mahasiswa 2. Pemberitahuan nama dosen.
3.	Penjadwalan rapat Dekan	< 5 menit	1. Info dari dekan tempat, tanggal, peserta dan agenda. 2. Membuat undangan e-mail 3. Bagikan jadwal.
4.	Pelayanan Pengajuan PKL atau TA	< 5 menit	1. Penyerahan berkas dari mahasiswa. 2. Berkas dicek oleh staf. 3. Memeriksa kelengkapan syarat - syarat pengajuan PKL atau TA. 4. Pengecekan kelengkapan tanda tangan. 5. Mencari kelas kosong.
5.	Persiapan ATK untuk membantu proses mengajar dosen	> 5 menit	1. Dosen ke Sekertariat Fakultas meminta perlengkapan ATK untuk mengajar. 2. Menyiapkan dan mencari barang sesuai kebutuhan dosen. 3. Memberikan kebutuhan ATK dosen.
6.	Cetak presensi mahasiswa	> 5 menit	1. Membuka MACIS dan <i>log in</i> . 2. Mengunduh satu persatu presensi mata kuliah setiap angkatan. 3. Cetak presensi setiap mata kuliah per angkatan. 4. Mengetik di Excel label satu persatu sesuai kode mata kuliah dan dicetak. 5. Menggunting dan memasang label di map ako.

7.	Membalas E-Mail dari BKA untuk Beasiswa	> 5 menit	6. Presensi kuliah yang telah di cetak dimasukan ke map ako. 1. Buka Macis. 2. Download Excel per KHS per anak dan kirim ke BKA.
----	---	-----------	--

Berikut adalah tabel 4 yang memperlihatkan faktor dan taraf yang digunakan dalam penelitian:

Tabel 4. Faktor dan Taraf

Faktor	Taraf	Keterangan
BMI	Normal	18.5 - 25.0
	Gemuk	25.1 - 40.0
Suhu	Nyaman Optimal	22.8°C - 25.8°C
	Hangat Optimal	25.8°C - 27.1°C
Durasi kerja	Ringan	< 5 menit
	Menengah berat	> 5 menit

4.2 Penentuan Sample

Responden atau sampel yang akan digunakan pada penelitian ini adalah wanita dewasa dengan usia 18-40 tahun. Responden atau sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 4 responden dimana masing-masing responden akan mendapat 8 perlakuan untuk mencapai 32 sampel.

4.3 Perancangan Alat Ukur

Aktivitas kerja yang akan disimulasikan adalah aktivitas ringan dengan durasi kerja kurang dari lima menit dan aktivitas menengah berat dengan durasi kerja lebih dari lima menit. Pada penelitian ini aktivitas yang akan disimulasikan untuk durasi kerja kurang dari 5 menit adalah pelayanan pengajuan PKL atau TA. Simulasi untuk aktivitas dengan durasi lebih dari 5 menit adalah aktivitas cetak presensi kuliah mahasiswa.

4.4 Pengacakan dan Denah Acakan

Pada setiap percobaan akan dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali sehingga jumlah percobaan yang dibutuhkan adalah sebanyak 32 percobaan. Penelitian ini menggunakan percobaan faktorial 2x2x2. Terdapat delapan perlakuan untuk eksperimen ini dimana penjelasan setiap perlakuan adalah sebagai berikut :

1. A = kombinasi perlakuan BMI normal, suhu nyaman optimal, dan durasi kerja < 5 menit.
2. B = kombinasi perlakuan BMI normal, suhu nyaman optimal, dan durasi kerja > 5menit.
3. C = kombinasi perlakuan BMI normal, suhu hangat nyaman, dan durasi kerja < 5 menit.
4. D = kombinasi perlakuan BMI normal, suhu hangat optimal, dan durasi kerja > 5 menit.
5. E = kombinasi perlakuan BMI gemuk, suhu nyaman optimal, dan durasi kerja < 5 menit.
6. F = kombinasi perlakuan BMI gemuk, suhu nyaman optimal, dan durasi kerja > 5 menit.
7. G = kombinasi perlakuan BMI gemuk, suhu hangat nyaman, dan durasi kerja < 5 menit.
8. H = kombinasi perlakuan BMI grmuk, suhu hangat nyaman, dan durasi kerja > 5 menit.

Setiap responden akan mendapatkan satu perlakuan. Perlakuan yang didapatkan responden dilakukan menggunakan angka acak yang diperoleh dari formula =RANDBETWEEN pada Microsoft Excel. Pengacakan akan dilakukan terpisah untuk BMI normal dan BMI gemuk. Berikut merupakan tabel pengacakan oleh Microsoft Excel:

Tabel 5. Peringkat dari 16 Angka Acak BMI Normal

Angka Acak	Peringkat	Perlakuan
826	11	A
836	12	A
415	6	A
423	7	A
351	4	B
916	15	B

435	8	B
762	10	B
968	16	C
632	9	C
897	14	C
414	5	C
167	1	D
209	2	D
874	13	D
261	3	D

Tabel 6. Peringkat dari 16 Angka Acak BMI Gemuk

Angka Acak	Peringkat	Perlakuan
739	15	E
773	16	E
659	13	E
468	8	E
702	14	F
176	1	F
235	2	F
635	12	F
410	7	G
348	4	G
360	6	G
356	5	G
336	3	H
508	9	H
587	11	H
511	10	H

Berdasarkan tabel 5 diatas, maka denah percobaan faktorial dengan rancangan dasar RAL adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Denah Pengacakan Rancangan Acak Lengkap

1	2	3	4	5	6	7	8
D	D	D	B	C	A	A	B
9	10	11	12	13	14	15	16
C	B	A	A	D	C	B	C
17	18	19	20	21	22	23	24
F	F	H	G	G	G	G	E
25	26	27	28	29	30	31	32
H	H	H	F	E	F	E	E

4.5 Pelaksanaan Ekperimen

Pengambilan data simulasi dilakukan pada 13 Juni 2020 hingga 18 Juni 2020. Berikut merupakan data perhitungan BMI responden yang dipaparkan pada tabel 8 :

Tabel 8. Data Perhitungan BMI Responden

Nama	Usia	Tinggi Badan	Berat Badan	Nilai	BMI	Keterangan
Safitri	22	163 cm	50 kg	18,8	Normal	Rentang Normal = 18,5 - 25,0
Chatalina Eka P.	18	171 cm	55 kg	18,8	Normal	Rentang Normal = 18,5 - 25,0
Verren Laurensia G.	21	171 cm	77 kg	26,3	Gemuk	Rentang Gemuk = 25,1 - 40,0
Cornelia Agda S.	22	159 cm	72 kg	28,5	Gemuk	Rentang Gemuk = 25,1 - 40,0

Berikut hasil dari pengambilan data detak jantung 4 responden berdasarkan perlakuan yang telah ditentukan:

Tabel 9. Hasil Pengambilan Data Detak Jantung Responden

No	Perlakuan	Nama	Usia	BMI	Detak Jantung Awal	Rata-Rata Detak Jantung
1.	D	Safitri	22	Normal	85	86,3
2.	D	Safitri	22	Normal	83	85,56
3.	D	Safitri	22	Normal	85	86
4.	B	Safitri	22	Normal	81	76,3
5.	C	Safitri	22	Normal	80	84,75
6.	A	Safitri	22	Normal	77	77
7.	A	Safitri	22	Normal	80	77
8.	B	Safitri	22	Normal	75	75,2
9.	C	Chatalina Eka P.	18	Normal	78	79,6
10.	B	Chatalina Eka P.	18	Normal	74	76,5
11.	A	Chatalina Eka P.	18	Normal	76	76,5
12.	A	Chatalina Eka P.	18	Normal	75	74,8
13.	D	Chatalina Eka P.	18	Normal	79	84
14.	C	Chatalina Eka P.	18	Normal	76	78
15.	B	Chatalina Eka P.	18	Normal	75	80,1
16.	C	Chatalina Eka P.	18	Normal	78	78,8
17.	F	Verren Laurensia G.	21	Gemuk	80	85,5
18.	F	Verren Laurensia G.	21	Gemuk	91	90
19.	H	Verren Laurensia G.	21	Gemuk	96	90,6
20.	G	Verren Laurensia G.	21	Gemuk	83	89,4
21.	G	Verren Laurensia G.	21	Gemuk	93	89
22.	G	Verren Laurensia G.	21	Gemuk	86	89,75
23.	G	Verren Laurensia G.	21	Gemuk	91	93
24.	E	Verren Laurensia G.	21	Gemuk	85	86,2
25.	H	Cornelia Agda S.	22	Gemuk	85	93,1
26.	H	Cornelia Agda S.	22	Gemuk	80	95,8
27.	H	Cornelia Agda S.	22	Gemuk	86	92,1
28.	F	Cornelia Agda S.	22	Gemuk	76	90,78
29.	E	Cornelia Agda S.	22	Gemuk	81	83,6
30.	F	Cornelia Agda S.	22	Gemuk	76	88,44
31.	E	Cornelia Agda S.	22	Gemuk	79	80
32.	E	Cornelia Agda S.	22	Gemuk	83	84,5

4.6 Model Linier dan Analisis Ragam (ANOVA)

Model percobaan yang dilakukan dalam desain eksperimen untuk penelitian ini adalah percobaan faktorial tiga faktor. Berikut adalah model linier percobaan faktorial RAL yang dilakukan:

$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \epsilon_{ijkl} \tag{4}$$

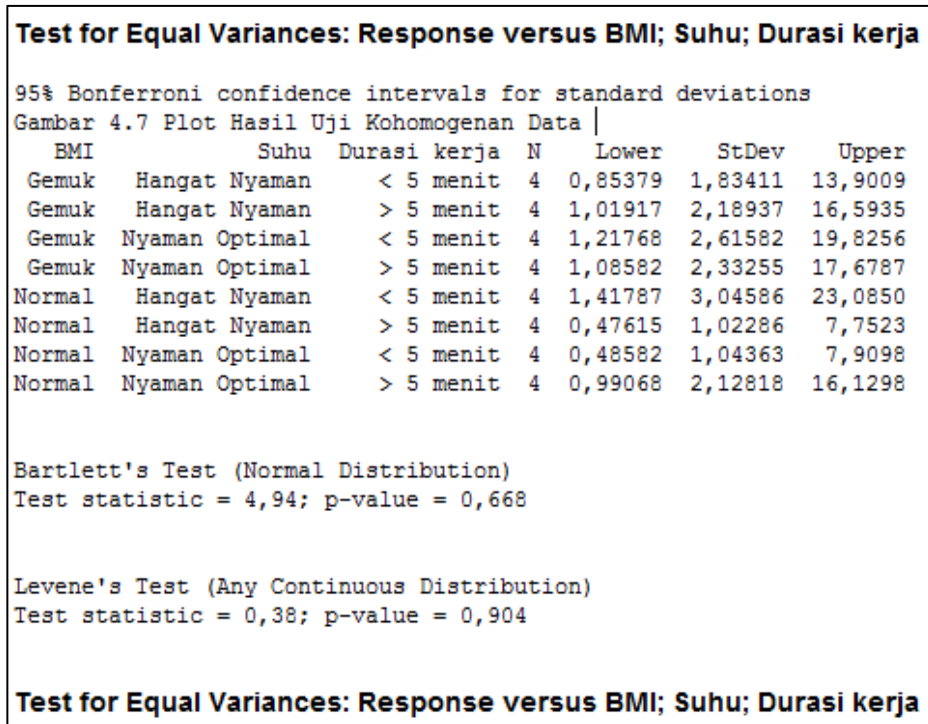
Keterangan:

- y_{ijkl} = Kebutuhan energi dari kelompok ke- l , yang memperoleh taraf ke- i , dari faktor A (BMI) dan taraf ke- j dari faktor B (suhu) dan taraf ke- k dari faktor C (durasi kerja).
- μ = Nilai rata-rata kebutuhan energi dari semua percobaan.
- τ_i = Pengaruh terhadap kebutuhan energi taraf ke- i dari faktor A (BMI).
- β_j = Pengaruh terhadap kebutuhan energi taraf ke- j dari faktor B (suhu).
- γ_k = Pengaruh terhadap kebutuhan energi taraf ke- k dari faktor C (durasi kerja).
- $(\tau\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi taraf ke- i faktor A (BMI) dan taraf ke- j faktor B (suhu).
- $(\tau\gamma)_{ik}$ = Pengaruh interaksi taraf ke- i faktor A (BMI) dan taraf ke- k faktor C (durasi kerja).
- $(\beta\gamma)_{jk}$ = Pengaruh interaksi taraf ke- j faktor B (suhu) dan taraf ke- k faktor C (durasi kerja).
- $(\tau\beta\gamma)_{ijk}$ = Pengaruh interaksi taraf ke- i faktor A (BMI), taraf ke- j faktor B (suhu), dan taraf ke- k faktor C (durasi kerja).
- ϵ_{ijkl} = Pengaruh galat (*error*) dari satuan percobaan ke- l dari kombinasi perlakuan ijk (taraf ke- i faktor A (BMI), taraf ke- j faktor B (suhu), dan taraf ke- k faktor C (durasi kerja)).

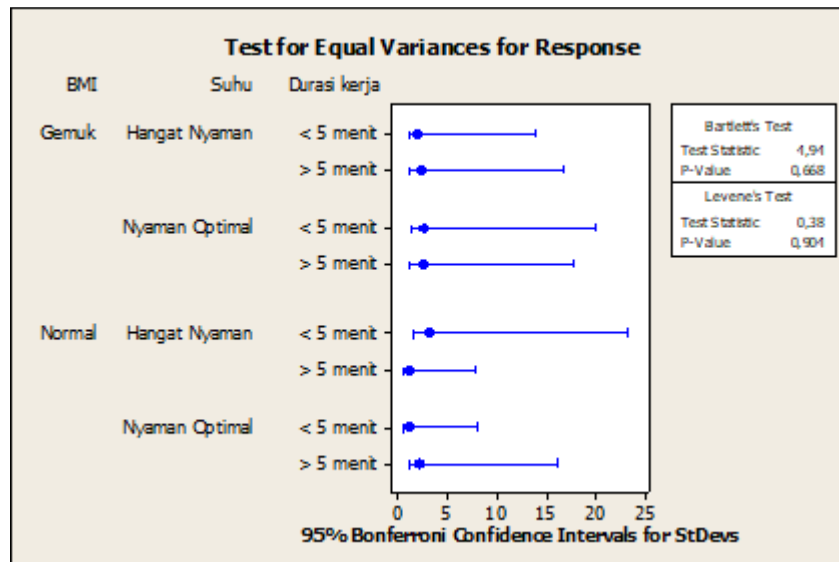
4.7 Uji Asumsi Analisis Ragam

4.7.1 Uji Homogenitas Data

Berdasarkan hasil uji homogenitas menggunakan uji Bartlett pada gambar 1 dan 2, nilai uji kebutuhan energi pekerja administrasi yang telah disimulasikan, didapatkan p-value sebesar 0,668.



Gambar 1. Hasil Uji Kohomogenan Data



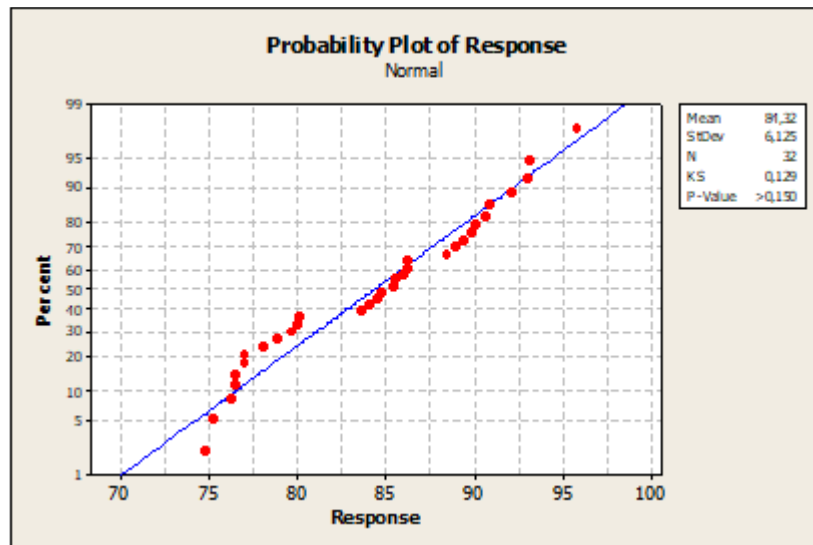
Gambar 2. Plot Hasil Uji Kohomogenan Data

Berdasarkan hasil uji homogenitas menggunakan uji Bartlett pada gambar 2, nilai uji kebutuhan energi pekerja administrasi yang telah disimulasikan, didapatkan p-value sebesar 0,668. Artinya, p-value lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa data tersebut homogen atau memiliki varian yang sama.

4.7.2 Uji Normalitas Data

Berdasarkan hasil uji normalitas semua respons pada gambar 3, didapatkan nilai KS sebesar 0,129. Artinya, nilai KS lebih kecil dari nilai tabel KS untuk nilai $\alpha = 0,05$ yaitu 0,242. Nilai p-value pada

pengujian normalitas ini memiliki nilai >0,150 yang artinya lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$. Hasil tersebut menyimpulkan bahwa data hasil eksperimen terdistribusi normal.



Gambar 3. Uji Normalitas Semua Respons

4.8 Perhitungan Analisis Ragam (ANOVA)

Berikut merupakan perhitungan ANOVA yang dilakukan menggunakan program Minitab 16:

General Linear Model: Response versus BMI; Suhu; Durasi kerja

Factor	Type	Levels	Values
BMI	fixed	2	Gemuk; Normal
Suhu	fixed	2	Hangat Nyaman; Nyaman Optimal
Durasi kerja	fixed	2	< 5 menit; > 5 menit

Analysis of Variance for Response, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
BMI	1	660,30	660,30	660,30	145,19	0,000
Suhu	1	272,26	272,26	272,26	59,87	0,000
Durasi kerja	1	92,41	92,41	92,41	20,32	0,000
BMI*Suhu	1	1,08	1,08	1,08	0,24	0,630
BMI*Durasi kerja	1	1,69	1,69	1,69	0,37	0,548
Suhu*Durasi kerja	1	1,97	1,97	1,97	0,43	0,517
BMI*Suhu*Durasi kerja	1	24,29	24,29	24,29	5,34	0,030
Error	24	109,15	109,15	4,55		
Total	31	1163,15				

S = 2,13256 R-Sq = 90,62% R-Sq(adj) = 87,88%

Unusual Observations for Response

Obs	Response	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
3	84,7500	80,2875	1,0663	4,4625	2,42 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Gambar 4. ANOVA Kebutuhan Energi Berdasarkan Angka Detak Jantung Responden

4.9 Koefisien Keragaman

Berikut merupakan hasil perhitungan koefisien keragaman:

$$KK = \frac{\sqrt{MS_E}}{\bar{y}} \times 100\% = \frac{\sqrt{4,55}}{84,318} \times 100\% = 2,53\%$$

Hasil koefisien keragaman di atas sebesar 2,53%, yang berarti tingkat keandalan dan ketepatan dan kesimpulan hasil analisis ragam ini adalah sebesar 97,47%. Hasil ini menunjukkan bahwa kesimpulan hasil analisis ragam dapat diandalkan karena melebihi tingkat keandalan yang dianjurkan, yaitu sebesar 80%.

4.9.1 Uji Hipotesis

Berikut merupakan pengujian hipotesis sesuai dengan hipotesis yang telah ditentukan:

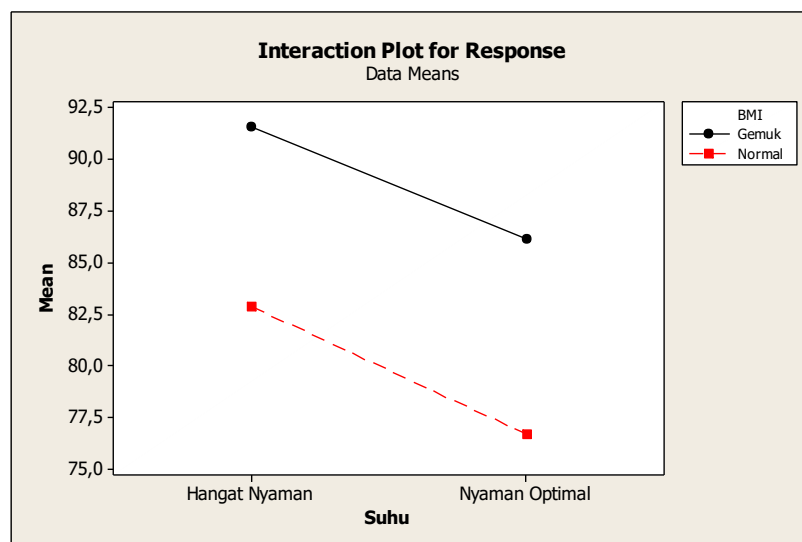
Tabel 10 Pengujian Hipotesis

Sumber Keragaman	F Hitung	F Tabel	P-value	Keterangan
A (BMI)	149,19	4,26	0,000	Tolak H_0
B (Suhu)	59,87	4,26	0,000	Tolak H_0
C (Durasi Kerja)	20,32	4,26	0,000	Tolak H_0
AB	0,24	4,26	0,630	Terima H_0
AC	0,37	4,26	0,548	Terima H_0
BC	0,43	4,26	0,517	Terima H_0
ABC	5,34	4,26	0,030	Tolak H_0

Berdasarkan hasil uji hipotesis pada tabel 10, didapatkan dua jenis kesimpulan yaitu faktor yang menerima H_0 dan menolak H_0 .

1. Faktor yang menerima H_0

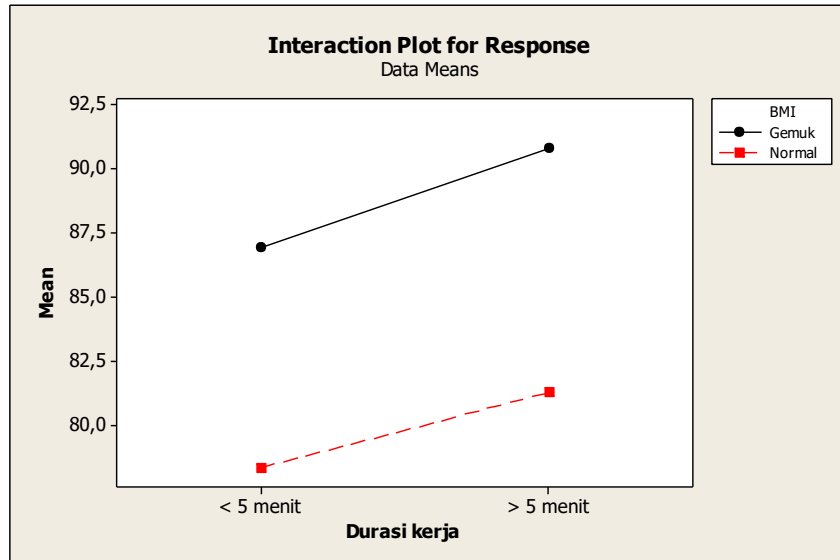
a. Interaksi faktor BMI (A) dan suhu (B)



Gambar 5. Interaksi Antara Faktor BMI (A) dan Suhu (B) Terhadap Respons Kebutuhan Energi

Berdasarkan hasil di atas, terlihat tidak ada pengaruh interaksi antara faktor BMI (A) dan suhu (B). Respons tertinggi dari faktor BMI normal (A1) ada pada suhu hangat nyaman (B2) dan respons terendah ada pada suhu nyaman optimal (B1). Begitu juga dengan faktor BMI gemuk (A2), respons tertinggi terdapat pada suhu hangat nyaman (B2) dan respons terendah ada pada suhu nyaman optimal (B1).

b. Interaksi faktor BMI (A) dan durasi kerja (C)

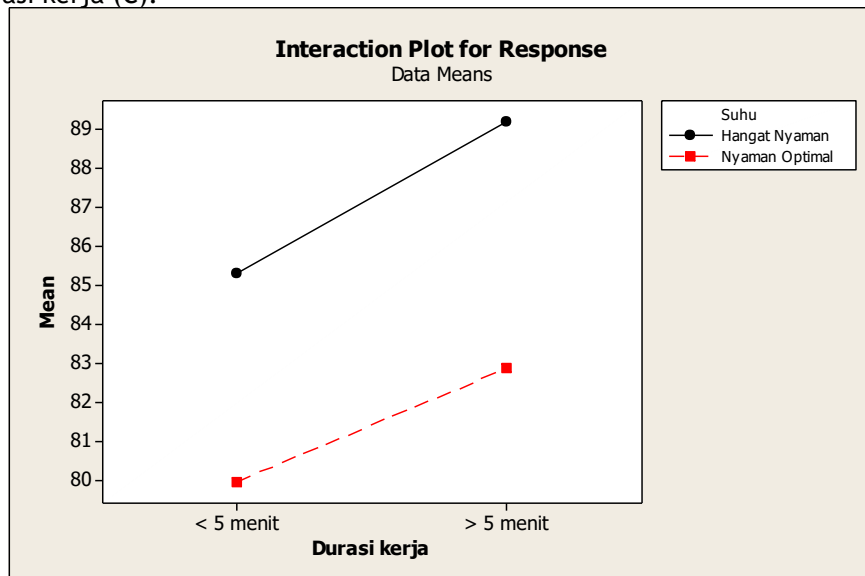


Gambar 6. Interaksi Antara Faktor BMI (A) dan Durasi Kerja (C) Terhadap Respons Kebutuhan Energi

Berdasarkan hasil di atas, terlihat tidak ada pengaruh interaksi antara faktor BMI (A) dan durasi kerja (C). Respons tertinggi dari faktor BMI normal (A1) ada pada durasi kerja lebih dari 5 menit (C2) dan respons terendah ada pada durasi kerja kurang dari 5 menit (C1). Begitu juga dengan faktor BMI gemuk (A2), respons tertinggi terdapat pada durasi kerja lebih dari 5 menit (C2) dan respons terendah ada pada durasi kerja kurang dari 5 menit (C1).

c. Interaksi faktor suhu (B) dan durasi kerja (C)

Berdasarkan hasil pada gambar 7, terlihat tidak ada pengaruh interaksi antara faktor suhu (B) dan durasi kerja (C).

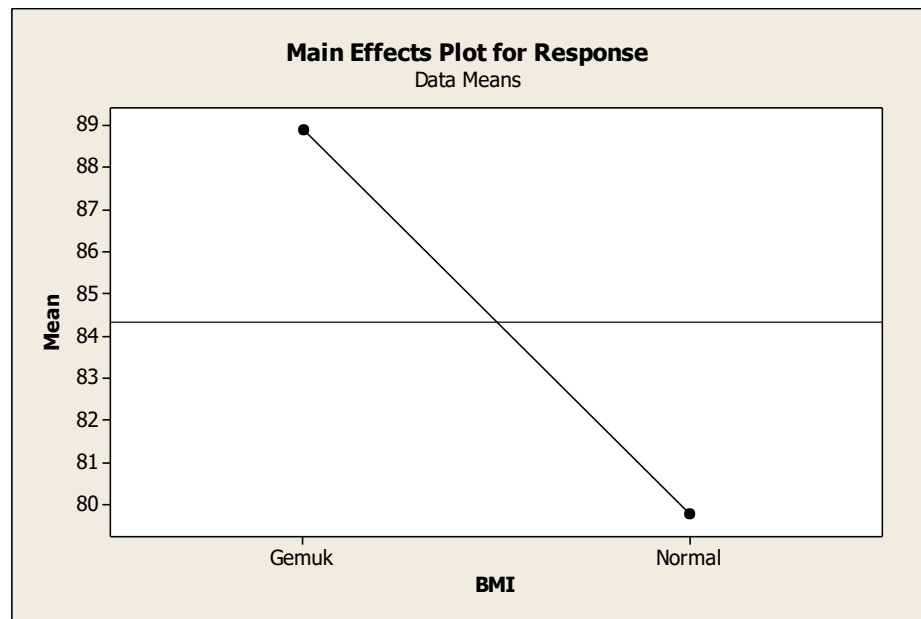


Gambar 7. Interaksi Antara Faktor Suhu (B) dan Durasi Kerja (C) Terhadap Respons Kebutuhan Energi

Respons tertinggi dari faktor suhu nyaman optimal (B1) ada pada durasi kerja lebih dari 5 menit (C2) dan respons terendah ada pada durasi kerja kurang dari 5 menit (C1). Begitu juga dengan faktor suhu hangat nyaman (B2), respons tertinggi terdapat pada durasi kerja lebih dari 5 menit (C2) dan respons terendah ada pada durasi kerja kurang dari 5 menit (C1).

2. Faktor yang menolak H_0
a. Interaksi faktor BMI (A)

Berdasarkan grafik pada Gambar 8, terlihat perbedaan kebutuhan energi pada responden dengan BMI normal dan BMI gemuk

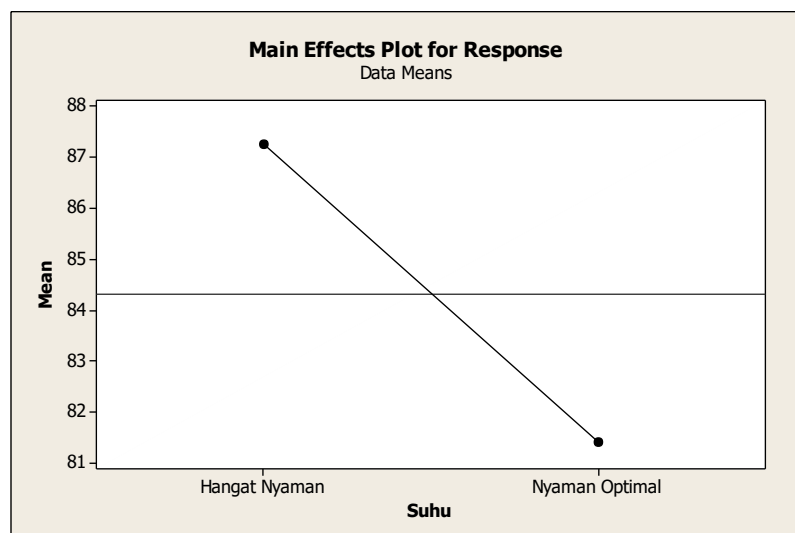


Gambar 8. Grafik Pengaruh Utama Faktor BMI (A) Terhadap Kebutuhan Energi

Angka detak jantung responden BMI gemuk lebih tinggi dibandingkan angka detak jantung responden BMI normal. Sehingga, responden BMI gemuk membutuhkan energi lebih tinggi dari responden BMI normal.

b. Interaksi faktor suhu (B)

Berdasarkan grafik pada Gambar 9, terlihat perbedaan kebutuhan energi pada responden dengan suhu nyaman optimal dan suhu hangat nyaman.



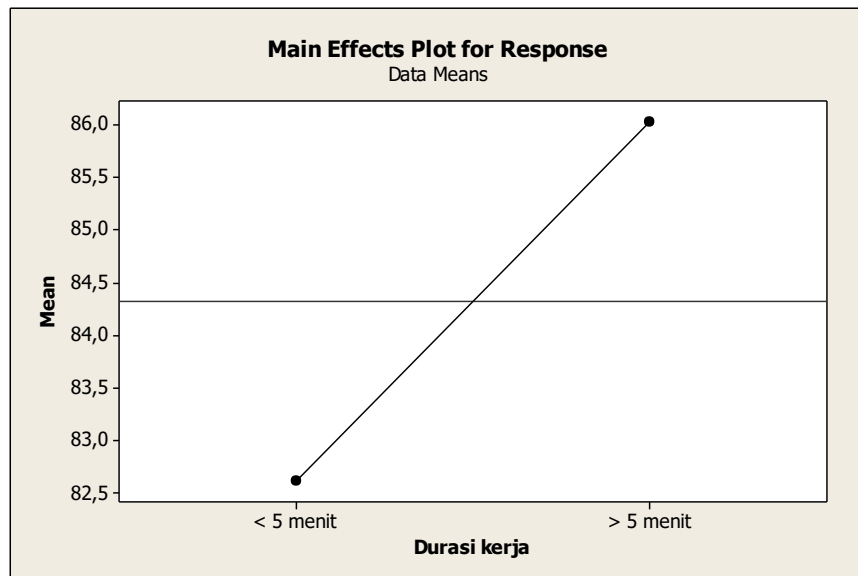
Gambar 9. Grafik Pengaruh Utama Faktor Suhu (B) Terhadap Kebutuhan Energi

Angka detak jantung responden suhu hangat nyaman lebih tinggi dibandingkan angka detak jantung responden suhu nyaman optimal. Sehingga, responden yang bekerja pada suhu hangat nyaman membutuhkan energi lebih tinggi dari responden yang bekerja pada suhu nyaman optimal.

c. Interaksi faktor durasi kerja (C)

Berdasarkan grafik pada gambar 10, terlihat perbedaan kebutuhan energi pada responden dengan aktivitas kerja durasi kurang dari 5 menit dan aktivitas kerja durasi lebih dari 5 menit. Angka detak jantung responden pada aktivitas dengan durasi kerja lebih dari 5 menit memiliki

nilai lebih tinggi dibandingkan angka detak jantung responden pada aktivitas kerja dengan durasi kurang dari 5 menit.

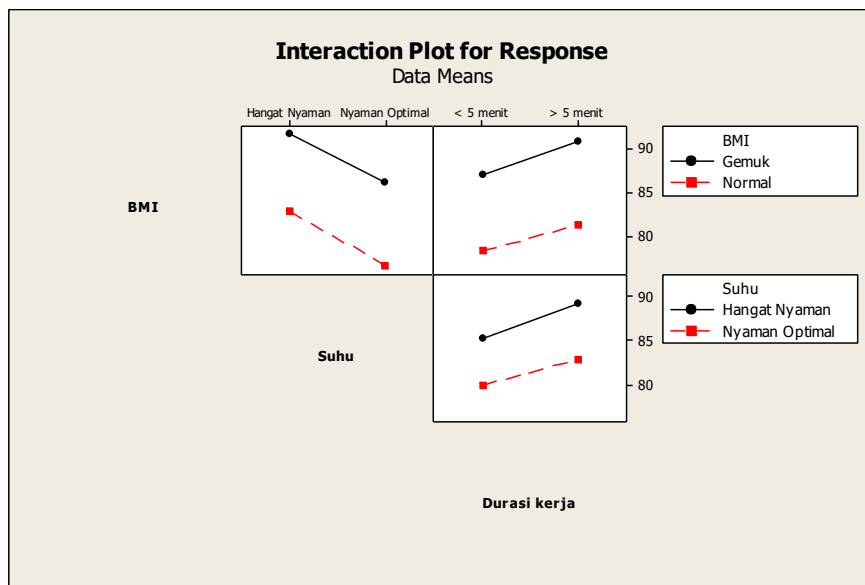


Gambar 10. Grafik Pengaruh Utama Faktor Durasi Kerja (C) Terhadap Kebutuhan Energi

Responden yang bekerja pada aktivitas kerja lebih dari 5 menit membutuhkan energi lebih tinggi dibandingkan dengan responden yang bekerja pada aktivitas kerja kurang dari 5 menit.

d. Interaksi faktor BMI (A), suhu (B), dan durasi kerja (C)

Berdasarkan analisis dan Gambar 11, maka terdapat interaksi antara faktor BMI (A), suhu (B), dan durasi kerja (C) artinya ketiga faktor tersebut memiliki pengaruh terhadap kebutuhan energi.



Gambar 11. Interaksi Antara Faktor BMI (A), Suhu (B), dan Durasi Kerja (C) Terhadap Respons Kebutuhan Energi

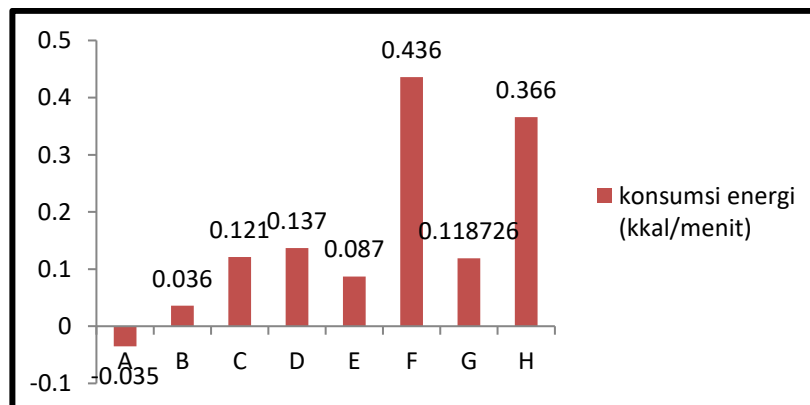
4.10 Kebutuhan Energi

Tabel 11 menyajikan hasil perhitungan konsumsi energi untuk 32 kali percobaan.

Tabel 11. Perhitungan Konsumsi Energi

No.	Perlakuan	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Konsumsi Energi (kkal/menit)
1.	D	85	3,266	86,3	3,341	0,075
2.	D	83	3,153	85,556	3,298	0,145
3.	D	85	3,266	86	3,323	0,058
4.	B	81	3,044	76,3	2,803	-0,241
5.	C	80	2,991	84,75	3,251	0,260
6.	A	77	2,837	77	2,837	0,000
7.	A	80	2,991	77	2,837	-0,153
8.	B	75	2,740	75,2	2,749	0,010
9.	C	78	2,888	79,6	2,970	0,082
10.	B	74	2,692	76,5	2,813	0,120
11.	A	76	2,788	76,5	2,813	0,025
12.	A	75	2,740	74,8	2,730	-0,010
13.	D	79	2,939	84	3,209	0,270
14.	C	76	2,788	78	2,888	0,099
15.	B	75	2,740	80,1	2,996	0,256
16.	C	78	2,888	78,8	2,928	0,041
17.	F	80	2,991	85,5	3,294	0,303
18.	F	91	3,626	90	3,564	-0,062
19.	H	96	3,953	90,6	3,601	-0,352
20.	G	83	3,153	89,4	3,527	0,374
23.	G	91	3,626	93	3,754	0,128
24.	E	85	3,266	86,2	3,335	0,069
25.	H	85	3,266	93,1	3,761	0,495
26.	H	80	2,991	95,8	3,939	0,948
27.	H	86	3,323	92,1	3,696	0,373
28.	F	76	2,788	90,778	3,612	0,824
29.	E	81	3,044	83,6	3,186	0,142
30.	F	76	2,788	88,444	3,468	0,680
31.	E	79	2,939	80	2,991	0,052
32.	E	83	3,153	84,5	3,237	0,084

Berdasarkan tabel hasil perhitungan konsumsi energi di atas, didapatkan nilai rata-rata konsumsi energi responden pada masing masing BMI, yaitu BMI untuk responden dengan kategori normal adalah sebesar 0,065 kkal/menit. Sedangkan BMI untuk responden dengan kategori gemuk adalah sebesar 0,252 kkal/menit. Hal ini menunjukkan bahwa responden dengan BMI gemuk membutuhkan energi yang lebih besar daripada responden dengan BMI normal untuk melakukan aktivitas pekerjaan administrasi dalam percobaan ini. Berikut merupakan perbandingan rata-rata konsumsi energi untuk setiap kombinasi perlakuan:



Gambar 12. Perbandingan Rata-rata Konsumsi Energi Setiap Kombinasi Perlakuan

Hasil ini menunjukkan bahwa BMI gemuk lebih banyak membutuhkan energi saat melakukan aktivitas pekerjaan administrasi dan perlakuan tersebut dilakukan pada suhu nyaman optimal dan hangat nyaman dengan durasi kerja lebih dari 5 menit. Dengan suhu ruangan yang masih sesuai Standar

Nasional Indonesia dan aktivitas kerja Sekertariat Fakultas yang tidak terlalu banyak menggunakan pergerakan otot, detak jantung rata-rata yang dihasilkan responden kurang dari 100 bpm. Sehingga, energi yang dibutuhkan masih tergolong kecil dan termasuk dalam beban kerja ringan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil ANOVA yang didapatkan, bahwa ketiga faktor memiliki pengaruh terhadap kebutuhan energi pekerja bagian administrasi. Hasil ANOVA juga menunjukkan adanya pengaruh interaksi dari ketiga faktor, yaitu pengaruh interaksi antara faktor BMI, suhu, dan durasi kerja, serta faktor pengaruh interaksi BMI, faktor interaksi suhu, dan juga faktor interaksi durasi kerja.

Berdasarkan tabel hasil perhitungan konsumsi energi, menunjukkan bahwa responden dengan BMI gemuk membutuhkan energi yang lebih besar daripada responden dengan BMI normal untuk melakukan aktivitas pekerjaan administrasi dalam percobaan ini. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa aktivitas kerja bagian administrasi Sekertariat Fakultas Universitas Ma Chung masih tergolong dalam kriteria beban kerja ringan.

References

1. Fauzi, S., (2017), *Analisis Beban Kerja Mental Menggunakan Metode NASA-TLX untuk Mengevaluasi Beban Kerja Operator Pada Lantai Produksi PT. PP. Londonsumatra Indonesia Tbk, Turagie Palm Oil Mill, Kabupaten Langkat, Skripsi*, Universitas Medan Area.
2. Gaspersz, V., (1994,) *Metode Perancangan Percobaan*, CV. Armico, Bandung, Indonesia.
3. Hartati, A., Wuryandari, T., dan Wilandari, Y., 2013, Analisis Varian Dua Faktor Dalam Rancangan Pengamatan Berulang (Repeated Measures), *Jurnal Gaussian*, **2(4)**, 279-288.
4. Hoonaker, P., Carayon, P., Gurses, A., Brown, R., McGuire, K., Khunlertkit, A., dkk., (2011), Measuring workload of ICU nurses with Questionnaire Survey: the NASA Task load Index (TLX), USA: IIE Transactions on Healthcare System Engineering.
5. Kementerian Kesehatan RI. (2019). *Tabel Batas Ambang Indeks Massa Tubuh*, [online] tersedia di: <<http://www.p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/obesitas/tabel-batas-ambang-indeks-massa-tubuh-imt>> [diakses tanggal 5 Maret 2020].
6. Mehta J.N., Gupta A.V., Raval N., dan Hasnani N., (2017), Physiological Cost Index of Different Body Mass Index and Age of an Individual, *National Journal of Physiology, Pharmacy, and Pharmacology*, **7**, 1313-1317.
7. Soleman, A., (2011), Analisis Beban Kerja Ditinjau dari Faktor Usia dengan Pendekatan Recommended Weith Limit, *Jurnal Teknik Industri*. **5(2)**, 1098-1105.
8. Tarwaka, Bakri, S.HA, dan Sudiajeng, L. (2004), *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Produktivitas*, cetakan pertama, Uniba Press, Surakarta, Indonesia
9. Yuliani, E.N.S., (2011). Pengukuran Pengeluaran Energi dan Penilaian Beban Kerja Fisik Karyawan Perguruan Tinggi X, *Jurnal Ilmiah PASTI*, Vol 5(3), 96-103.