

PENGARUH CAHAYA, TEMPERATUR DAN SHIFT KERJA TERHADAP KINERJA OPERATOR

Risma Adelina Simanjuntak¹, Nikolaus Christy²

ABSTRACT

The result from operator worked was influenced by various existing system. This condition is not quit from the condition of physical environment work around operator and indirectly influence result of human being performance / the operator. This condition will be happened at one particular work which is needing high concentration and yield optimal performance time. Therefore this research purposes and objectives is to analyse the influence between light, work shift and temperature either through individual and or simultan.

This research is done in soundproof space so the operator can yielding the optimal output. Pursuant to result of analysis with factorial experiment, ANOVA, 3 factor, test T, Test F which have known that having influence to operator performance is light, temperature, and work shift either through individual and or simultan with mistake storey level : 5 % shown with f value (count) > F(tables).

Result of this research depict about yielded ability storey; level by human being in working which is resulted by the existence of third factor which is treatment was tested.the three condition which has been tested give conclusion that yielding optimal in working is light 170 Lux., Temperatur 30-32^o C, and shift work morning.

Key word : Environment work

INTISARI

Output atau hasil kerja dari suatu operator sangat dipengaruhi oleh berbagai sistem yang ada. Kondisi ini juga tidak terlepas dari kondisi lingkungan fisik kerja di sekitar operator dan secara tidak langsung mempengaruhi hasil kinerja manusia/operator tersebut. Kondisi ini akan terjadi pada suatu pekerjaan yang memerlukan konsentrasi tinggi dan menghasilkan waktu kinerja yang optimal. Oleh karena itu maksud dan tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis adanya pengaruh antara cahaya, temperatur dan shift kerja baik secara individu ataupun simultan.

Penelitian ini dilakukan di ruang yang kedap suara sehingga operator dapat menghasilkan output yang optimal. Berdasarkan hasil analisis dengan eksperimen faktorial, ANOVA, 3 faktor, uji T, Uji F yang telah dilakukan diketahui bahwa yang mempunyai pengaruh terhadap kinerja operator adalah cahaya, temperatur, dan shift kerja baik secara individu ataupun simultan dengan tingkat kesalahan α : 5 % ditunjukkan dengan nilai F hitung > F tabel.

Hasil penelitian ini menggambarkan tentang tingkat kemampuan yang dihasilkan oleh manusia dalam bekerja yang diakibatkan adanya ketiga faktor yang diujikan. Ketiga perlakuan yang telah diujikan memberikan kesimpulan bahwa yang menghasilkan waktu kerja yang optimal adalah cahaya 170 Lux., temperatur 30-32^o C, dan shift kerja pagi.

Kata kunci : Lingkungan kerja

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri, ISTA, Yogyakarta

² Mahasiswa Jurusan Teknik Industri, ISTA, Yogyakarta

PENDAHULUAN

Perubahan waktu yang terjadi secara bertahap dari waktu ke waktu telah merubah kinerja manusia dari keadaan tradisional menjadi manusia yang berbudaya /modern. Manusia berusaha mengadaptasikan dirinya menurut situasi dan kondisi lingkungannya. Faktor lingkungan kerja yang ada di sekitar tempat kerja seperti temperatur, kelembaban, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau-bauan, dan warna yang akan berpengaruh secara signifikan terhadap kinerja/ hasil kerja manusia (individu) tersebut.

Dalam penelitian ini ditekankan pada tiga hal yaitu cahaya, temperatur dan shift kerja. Tingkat cahaya, dan temperatur yang dimaksud adalah tingkat cahaya, dan temperatur yang mempengaruhi operator/pekerja di tempat kerjanya (ruangan) yang melingkupinya dan obyek kerja yang dikerjakan oleh operator tersebut. Penelitian dilakukan secara laboratoris karena penelitian mengenai pengaruh kondisi lingkungan fisik ruang kerja terhadap pekerja tidak mudah dilakukan secara langsung di sektor industri yang sebenarnya. Disamping itu kondisi ruang kerja tidak dapat dikendalikan/ diubah-ubah sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Dengan melakukan penelitian dilaboratorium, kondisi lingkungan fisik ruang kerja dan kegiatan pekerjaan dapat diubah sesuai dengan kondisi yang diinginkan.

Berdasarkan uraian diatas ingin diketahui apakah ada pengaruh cahaya, temperatur dan shift kerja dengan interaksi dan individual terhadap kinerja dari operator dengan pengujian individual dan simultan?

Untuk menghindari perluasan masalah yang akan diselesaikan, maka batasan masalah penelitian hanya pada pengaruh tingkat pencahayaan, temperatur dan shift kerja

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat Merancang penggunaan cahaya, temperatur dan shift kerja yang sesuai dengan Kenyamanan lingkungan kerja; meningkatkan produktivitas kerja dari operator karena didukung oleh kondisi lingkungan kerja yang baik.

Lingkungan Kerja

Kondisi lingkungan kerja yang ideal diharapkan mampu memberikan kondisi kerja yang dapat meningkatkan produktivitas kerja. Beberapa kondisi lingkungan kerja yang menjadi perhatian antara lain adalah memperbaiki cahaya penerangan, mengontrol temperatur, mengontrol suara dan lain lain.

Pencahayaan

Pencahayaan akan sangat mempengaruhi manusia untuk melihat obyek secara jelas, cepat tanpa menimbulkan kesalahan. Pencahayaan yang kurang akan mengakibatkan mata pekerja menjadi lelah karena mata kan berusaha melihat dengan cara membuka mata lebar-lebar. Kemampuan mata untuk melihat obyek dengan jelas akan ditentukan oleh ukuran obyek,derajat kontras antar obyek dengan sekelilingnya, ilimunasi (*brightness*) serta lamanya waktu untuk melihat obyek tersebut. Untuk menghindari silau (*glare*) karena letak dari sumber cahaya yang kurang tepat maka sebaiknya mata tidak secara langsung menerima cahaya dari sumbernya akan tetapi cahaya tersebut harus mengenai obyek yang akan dilihat yang kemudian dipantulkan oleh obyek tersebut kemata kita. (*Wignjosoebroto, Sritomo, 1999*) Hal-hal yang berhubungan dengan pencahayaan adalah

- Efek dari pencahayaan dan contrast pada ketajaman penglihatan
- Kualitas Pencahayaan
- Penerangan dan dekorasi

Temperatur

Tubuh manusia akan selalu berusaha mempertahankan keadaan normal dengan suatu sistem tubuh yang sempurna sehingga dapat menyesuaikan diri dengan perubahan yang terjadi pada luar tubuh. Tetapi kemampuan untuk menyesuaikan dirinya dengan temperatur di luar adalah jika perubahan temperatur luar tubuh tidak melebihi 20% untuk kondisi panas 35% untuk kondisi dingin. Dalam keadaan normal tiap anggota tubuh manusia mempunyai temperatur yang berbeda-beda seperti bagian mulut

sekitar lebih kurang 37 derajat celcius, bagian dada lebih kurang 35 derajat celcius, dan bagian kaki lebih kurang 28 derajat celcius. Tubuh manusia bisa menyesuaikan diri karena kemampuannya untuk melakukan proses konveksi, radiasi dan penguapan jika terjadi kekurangan atau kelebihan panas yang membebani. Dari suatu penyelidikan pula dapat diperoleh hasil bahwa produktivitas kerja manusia akan mencapai tingkat yang paling tinggi pada temperatur sekitar 24 derajat Celcius sampai 27 derajat Celcius.

Kondisi lingkungan fisik seperti yang telah dijelaskan secara umum di atas pada hakikatnya diharapkan mampu meningkatkan aspek kenyamanan kerja. Hal tersebut akan sangat penting dalam rangka meningkatkan aspek-aspek yang berkaitan dengan sosial, psikologis atau motivasi manusia dalam rangka peningkatan produktivitas kerja. (*Wignjosoebroto, Sritomo, 1999*)

Shift Kerja

Pengertian dari shift kerja itu sendiri adalah keadaan dimana pekerja melakukan pekerjaan pada waktu yang telah ditentukan. Dimana shift kerja yang telah ditentukan merupakan waktu baku yang telah ditetapkan oleh instansi/ organisasi yang bersangkutan. Operator yang bekerja pada shiftnya diharapkan selalu optimal dalam pekerjaannya sehingga diharapkan dengan penerapan shift kerja ini dapat menghasilkan produktivitas yang lebih baik. (Mathias)

Kinerja pada dasarnya adalah apa yang dilakukan atau tidak dilakukan manusia (karyawan/operator) (Kinerja karyawan adalah apa yang mempengaruhi seberapa banyak kontribusi yang diberikan. Dimensi lainnya dari kinerja mungkin tepat untuk pekerjaan tertentu tetapi yang didata ini adalah yang paling umum. Namun demikian, mereka bersifat umum karena setiap pekerjaan memiliki kriteria pekerjaan yang spesifik atau dimensi kerja yang mengidentifikasi elemen yang penting dari suatu pekerjaan. Kriteria pekerjaan adalah faktor yang terpenting dari apa yang dilakukan orang dipekerjaannya.

Pekerjaan hampir selalu memiliki lebih dari satu kriteria pekerjaan atau dimensi.

Pengujian Hipotesa dan Analisa Data

Hipotesa adalah suatu anggapan atau pendapat yang diterima secara tentatif untuk menjelaskan suatu fakta atau sebagai dasar untuk penelitian. Banyaknya penelitian dilakukan untuk menguji suatu hipotesa, suatu anggapan, suatu pendapat.

1. Eksperimen Faktorial

Analisis dilakukan untuk menyelidiki apakah terdapat perbedaan yang berarti mengenai rata-rata efek tiap taraf atau tidak. Apabila tiap faktor terdiri atas beberapa taraf, maka kombinasi tertentu dari tiap faktor menentukan sebuah kombinasi perlakuan. Jika semua atau hampir semua kombinasi antara taraf setiap faktor kita perhatikan maka eksperimen yang terjadi karenanya dinamakan eksperimen faktorial. Eksperimen faktorial digunakan untuk mempelajari secara serentak pengaruh dua data atau lebih faktor dan jika terdapat a tingkat faktor A dan b tingkat faktor B, maka setiap pengulangan berisi seluruh kombinasi perlakuan ab. (*Sudjana. 1995*)

2. ANOVA (*Analysis Of Varians*)

Analysis of varians adalah suatu metode untuk menguraikan variansi total data menjadi komponen-komponen yang mengukur berbagai sumber variansi. Klasifikasi pengamatan berdasarkan satu kriteria (klasifikasi satu arah) dan 2 kriteria (klasifikasi 2 arah). Dalam analisis varians jika H_0 benar maka akan memberikan hasil yang secara rata-rata sama. Dengan perhitungan ANOVA dilakukan maka uji f dapat langsung diketahui dengan membagi antara perlakuan dengan error.

Dengan mendasarkan adanya model dalam perumusan rumus ANOVA, perlulah dihitung harga-harga jumlah kuadrat JK

$$\sum Y^2 = \sum_{i=1} \sum_{j=1} \sum_{k=1} Y^2_{ijk}, \text{ dengan } dk = abn$$

J_{i00} = jumlah nilai pengamatan yang ada dalam taraf ke I faktor A

$$= \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

J_{0j0} = jumlah nilai pengamatan yang ada dalam taraf ke j faktor B

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

J_{ij} = Jumlah nilai pengamatan yang ada dalam taraf ke i faktor Adan dalam taraf ke j faktor B

$$= \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

J_{000} = Jumlah nilai semua pengamatan

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

$R_y = J_{000}^2 / abn$, dengan $dk = 1$

A_y = jumlah kuadrat –kuadrat (J_k) untuk semua taraf faktor A

$$= bn \sum_{i=1}^a (Y_{i00} - Y_{000})^2$$

$$= \sum_{i=1}^a (J_{i00}^2 / bn) - R_y, \text{ dengan } dk = (a-1)$$

B_y = jumlah kuadrat (JK) untuk semua taraf faktor B

$$= an \sum_{j=1}^b (Y_{0j0} - Y_{000})^2$$

$$= \sum_{j=1}^b (J_{0j0}^2 / an) - R_y, \text{ dengan } dk = (b-1)$$

J_{ab} = jumlah kuadrat (JK) antar sel untuk daftar a x b

$$= n \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (Y_{ij0} - Y_{000})^2$$

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (J_{ij0}^2 / n) - R_y$$

AB_y = jumlah kuadrat –kuadrat (JK) untuk interaksi antara faktor A faktor B

$$= n \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (Y_{ij0} - Y_{i00} - Y_{0j0} + Y_{000})^2$$

$$= J_{ab} - A_y - B_y, \text{ dengan } dk = (a-1)(b-1)$$

$$E_y = \sum Y^2 - R_y - A_y - B_y - AB_y, \text{ dengan } dk = ab(n-1)$$

Jumlah kuadrat-kuadrat lainnya yang diperlukan akan mudah dihitung apabila data hasil observasi dipecah dan disusun dalam beberapa buah daftar seperti : daftar a x b x c, daftar a x b, daftar a x c dan daftar b x c.

Dari daftar–daftar baru ini berturut-turut dapat dihitung :

J_{abc} = Jumlah kuadrat –kuadrat antara sel untuk daftar a x b x c

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c (J_{ijk}^2 / n) - R_y$$

dengan J_{ijk} = elemen dalam sel (ijk) dari

$$\text{daftar } a \times b \times c = \sum_{i=1}^a Y_{ijkl}$$

J_{ab} = Jumlah kuadrat antara sel untuk daftar a x b

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (J_{ij}^2 / cn) - R_y$$

dengan J_{ij} = elemen dalam sel (ij) dari

$$\text{daftar } a \times b = \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n Y_{ijk}$$

$$= \sum_{k=1}^c J_{ijk}$$

J_{ac} = Jumlah kuadrat-kuadrat antara sel untuk daftar a x c

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c (J_{ik}^2 / bn) - R_y$$

dengan J_{ik} = elemen dalam sel (ik) dari daftar a x c

$$= \sum_{l=1}^b \sum_{i=1}^n Y_{ijlk} = \sum_{j=1}^b J_{ijk}$$

J_{bc} = Jumlah kudrat-kuadrat antara sel dalam daftar b x c

$$= \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c (J_{jk}^2 / an) - R_y$$

dengan J_{jk} = elemen kuadrat-kudrat antara sel untuk daftar b x c

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{l=1}^n Y_{ijlk} = \sum_{i=1}^a J_{ijk}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat untuk sumber variasi perlakuan A adalah

$$A_y = \sum_{i=1}^a (A_i^2 / bcn) - R_y,$$

dengan $dk = (a - 1)$

dan A_i = jumlah semua nilai observasi untuk taraf ke i faktor A

$$= \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \sum_{l=1}^n Y_{ijk l}$$

$$= \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c J_{ijk}$$

$$= \sum_{j=1}^b J_{ij} = \sum_{k=1}^c J_{ik} \quad (26)$$

Jumlah kuadrat-kuadrat untuk sumber variasi perlakuan B adalah

$$B_y = \sum_{j=1}^b (B_j^2 / acn) - R_y,$$

dengan $dk = (b - 1)$

dan B_j = jumlah semua nilai observasi untuk taraf ke j faktor B

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c \sum_{l=1}^n Y_{ijk l}$$

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c J_{ijk}$$

$$= \sum_{i=1}^a J_{ij} = \sum_{k=1}^c J_{ik}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat untuk sumber variasi perlakuan c adalah

$$C_y = \sum_{k=1}^c (C_k^2 / abn) - R_y,$$

dengan $dk = (c - 1)$

dan C_k = Jumlah semua nilai observasi untuk taraf ke k faktor C

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{l=1}^n Y_{ijk l}$$

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b J_{ijk}$$

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b J_{ijk}$$

Selanjutnya jumlah kuadrat-kuadrat interaksi adalah

$$A B_y = J_{ab} - A_y - B_y,$$

dengan $dk = (a-1)(b-1) \dots \dots \dots (30)$

$$A C_y = J_{ac} - A_y - C_y,$$

dengan $dk = (a-1)(c-1) \dots \dots \dots (31)$

$$B C_y = J_{bc} - B_y - C_y,$$

dengan $dk = (b-1)(c-1) \dots \dots \dots (32)$

$$A B C_y = J_{abc} - A_y - B_y - C_y - A B_y - A C_y - B C_y,$$

dengan $dk = (a-1)(b-1)(c-1) \dots \dots (33)$

$$E_y = \sum Y^2 - R_y - A_y - B_y - C_y - A B_y - A C_y - B C_y - A B C_y,$$

dengan $dk = abc (n-1) \dots \dots \dots (34)$

Daftar ANOVA untuk desain faktorial a x b dengan harga-harga jumlah kuadrat, tampak sebagai berikut (*Sudjana, 1995*)

3. Uji Faktorial 3 Faktor

Pada pasal ini dipandang suatu percobaan dengan tiga faktor A, B, dan C masing-masing pada taraf a, b, dan c, dalam rancangan percobaan teracak lengkap. Misalkan kembali bahwa terdapat n pengamatan dalam tiap kombinasi perlakuan abc. Garis besar pengujian keberartian untuk ketiga pengaruh utama dan interaksi akan dijelaskan. Para pembaca diharapkan dapat merampat penjelasan yang diberikan disini ke analisis yang menyangkut k > 3 faktor. Model untuk percobaan trifaktor adalah

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

$i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, b; k = 1, 2, \dots, c; \text{ dan } l = 1, 2, \dots, n$ sedangkan $\alpha_i, \beta_j,$ dan γ_k menyatakan faktor utama ; $(\alpha\beta)_{ij}, (\alpha\beta)_{ik},$ dan $(\alpha\beta)_{ji}$ merupakan interaksi dwifaktor yang tafsirannya sama dengan yang pada percobaan dwifaktor. Sekali lagi agar uji keberartian yang absah dapat dibuat, harus dianggap bahwa galat merupakan nilai bebas dari peubah acak yang berdistribusi normal, masing-masing dengan rata-rata nol dan variasi bersama σ^2 . Falsafah umum analisis sama saja dengan yang telah

dibicarakan pada percobaan eka dan dwifaktor. Sekarang akan dibicarakan cara perhitungan untuk mendapatkan jumlah kuadrat dalam analisis variansi trifaktor. (Walpole, 1986)

Jumlah Kuadrat dihitung dengan mengganti jumlah yang sesuai ke dalam rumus perhitungan berikut

$$JKT: \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \sum_{n=1}^n Y_{ijk}^2 - \frac{T^2}{abcn}$$

$$JKA: \sum_{i=1}^a \frac{T_{i...}^2}{bcn} - \frac{T^2}{abcn}$$

$$JKB: \sum_{j=1}^b \frac{T_{j...}^2}{acn} - \frac{T^2}{abcn}$$

$$JKC: \sum_{k=1}^c \frac{T_{k...}^2}{abn} - \frac{T^2}{abcn}$$

$$JK(AB) = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b T_{ij..}^2 - \sum_{i=1}^a T_{i..}^2 - \sum_{j=1}^b T_{.j.}^2 - JKA - JKB$$

$$JK(AC) = \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c T_{i.k.}^2 - \sum_{i=1}^a T_{i..}^2 - \sum_{k=1}^c T_{.k.}^2 - JKA - JKC$$

.....(40)

$$JK(BC) = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c T_{.jk.}^2 - \sum_{j=1}^b T_{.j.}^2 - \sum_{k=1}^c T_{.k.}^2 - JKB - JKC$$

JK(ABC) =

$$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c T_{ijk}^2 - \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b T_{ij..}^2 - \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c T_{i.k.}^2 +$$

$$\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c T_{.jk.}^2 + \sum_{i=1}^a T_{i..}^2 + \sum_{j=1}^b T_{.j.}^2 + \sum_{k=1}^c T_{.k.}^2 - \frac{T^2}{abcn}$$

$$JKG = JKT - JKABC$$

4. Uji T dan Uji F

$$\text{Statistik Uji } T: \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} \quad v: n-1 \dots (44)$$

Proses pengambilan keputusan :

Jika t hitung > t tabel maka Ho ditolak

Jika t hitung < t tabel maka Ho diterima

Untuk menguji rata-rata digunakan statistik uji F dengan persamaan :

$$F \text{ Hit} : MST / MSE$$

Proses pengambilan keputusan :

Jika F hitung < F α , (k-1), (Σn-1) maka Ho diterima.

Jika F hitung > F α , (k-1), (Σn-1) maka Ho ditolak.

PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ergonomi Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta. Penelitian dilakukan selama 3 hari, dikenai perlakuan cahaya 85-90 Lux, 125-150 Lux dan 170 Lux dengan temperatur ± 10 °C, ± 24 °C, dan ± 30 °C dengan 3 shift kerja yaitu pagi, siang dan malam.

1. Eksperimen Faktorial dan Anova

Untuk keperluan menghitung ANOVA maka dihitung terlebih dahulu jumlah kuadrat (JK),

2. Perhitungan Eksperimen Faktorial Dan Anova

Menghitung jumlah kuadrat-kuadrat (JK) tiap sumber variasi, dibuat dalam tabel cahaya x temperatur x shift kerja, tabel cahaya dan temperatur, tabel cahaya dan shift kerja dan tabel temperatur dan shift kerja. Berturut-turut ketiga tabel tersebut dapat dilihat dalam tabel 3, tabel 4, tabel 5, dan tabel 6.

3. Perhitungan EKT

Penentuan EKT ini untuk mengetahui dalam pengujian ada atau tidaknya pengaruh faktor-faktor.

4. Perhitungan 3 Faktor

Dalam perhitungan 3 faktor ini untuk menghitung jumlah kuadrat juga dibuat dalam bentuk tabel cahaya x temperatur x shift kerja, tabel cahaya dan temperatur, tabel cahaya dan shift kerja, tabel temperatur dan shift kerja.

Tabel 1. Data Waktu Perakitan (menit)

Shift Kerja		Cahaya 85-90 Lux			Cahaya 125-150 Lux			Cahaya 170 Lux		
		$\pm 10^{\circ}\text{C}$ Temp.	$\pm 24^{\circ}\text{C}$ Temp.	$\pm 30^{\circ}\text{C}$ Temp.	$\pm 10^{\circ}\text{C}$ Temp.	$\pm 24^{\circ}\text{C}$ Temp.	$\pm 30^{\circ}\text{C}$ Temp.	$\pm 10^{\circ}\text{C}$ Temp.	$\pm 24^{\circ}\text{C}$ Temp.	$\pm 30^{\circ}\text{C}$ Temp.
Pagi	1	3.11	2.19	2.01	2.52	2.59	3.06	2.41	2.35	2.16
	2	2.42	2.14	2.02	3.07	2.36	2.49	2.16	2.35	2.09
	3	2.35	2.43	2.14	3.06	2.31	3.10	2.15	2.44	2.10
	4	2.23	2.14	2.08	3.00	2.33	3.12	2.30	2.49	2.05
	5	2.33	2.30	2.14	3.01	2.56	2.56	2.31	2.05	2.25
Siang	1	3.40	3.16	2.47	3.16	3.11	2.37	2.33	2.02	2.11
	2	3.15	2.45	2.40	3.15	3.10	2.50	2.38	2.24	2.17
	3	3.50	2.45	3.08	3.28	3.14	3.00	2.34	2.38	2.27
	4	3.72	2.25	2.46	3.16	3.29	3.00	2.28	2.16	2.04
	5	3.75	2.58	2.38	3.15	3.02	2.50	2.24	2.33	2.10
Malam	1	3.54	3.50	3.70	2.54	2.34	2.04	2.20	2.11	2.38
	2	3.49	3.54	3.45	3.02	2.02	2.06	2.11	2.34	2.58
	3	3.75	3.26	3.33	2.52	3.12	2.10	2.59	2.23	2.45
	4	3.38	3.42	3.42	2.38	3.01	2.08	2.30	2.31	2.09
	5	3.58	3.38	3.75	2.17	2.25	2.04	2.39	2.13	2.18

Tabel 2. Jumlah Kuadrat Waktu Perakitan (Menit)

Shift Kerja		Cahaya 85-90 Lux			Cahaya 125-150 Lux			Cahaya 170 Lux			Total
		$\pm 10^{\circ}\text{C}$	$\pm 24^{\circ}\text{C}$	$\pm 30^{\circ}\text{C}$	$\pm 10^{\circ}\text{C}$	$\pm 24^{\circ}\text{C}$	$\pm 30^{\circ}\text{C}$	$\pm 10^{\circ}\text{C}$	$\pm 24^{\circ}\text{C}$	$\pm 30^{\circ}\text{C}$	
Pagi	1	3.11	2.19	2.01	2.52	2.59	3.06	2.41	2.35	2.16	
	2	2.42	2.14	2.02	3.07	2.36	2.49	2.16	2.35	2.09	
	3	2.35	2.43	2.14	3.06	2.31	3.10	2.15	2.44	2.10	
	4	2.23	2.14	2.08	3.00	2.33	3.12	2.30	2.49	2.05	
	5	2.33	2.30	2.14	3.01	2.56	2.56	2.31	2.05	2.25	
Total		12.44	11.2	10.39	14.66	12.15	14.33	11.33	11.68	10.65	108.83
Siang	1	3.40	3.16	2.47	3.16	3.11	2.37	2.33	2.02	2.11	
	2	3.15	2.45	2.40	3.15	3.10	2.50	2.38	2.24	2.17	
	3	3.50	2.45	3.08	3.28	3.14	3.00	2.34	2.38	2.27	
	4	3.72	2.25	2.46	3.16	3.29	3.00	2.28	2.16	2.04	
	5	3.75	2.58	2.38	3.15	3.02	2.50	2.24	2.33	2.10	
Total		17.52	12.89	12.79	15.9	15.66	13.37	11.57	11.13	10.69	121.52
Malam	1	3.54	3.50	3.70	2.54	2.34	2.04	2.20	2.11	2.38	
	2	3.49	3.54	3.45	3.02	2.02	2.06	2.11	2.34	2.58	
	3	3.75	3.26	3.33	2.52	3.12	2.10	2.59	2.23	2.45	
	4	3.38	3.42	3.42	2.38	3.01	2.08	2.30	2.31	2.09	
	5	3.58	3.38	3.75	2.17	2.25	2.04	2.39	2.13	2.18	
Total		17.74	17.1	17.65	12.63	12.74	10.32	11.59	11.12	11.68	122.57

Tabel 3. Daftar Cahaya, Temperatur dan shift kerja

	Cahaya 85-90 Lux			Cahaya 125-150 Lux			Cahaya 170 Lux		
	$\pm 10^{\circ}\text{C}$	$\pm 24^{\circ}\text{C}$	$\pm 30^{\circ}\text{C}$	$\pm 10^{\circ}\text{C}$	$\pm 24^{\circ}\text{C}$	$\pm 30^{\circ}\text{C}$	$\pm 10^{\circ}\text{C}$	$\pm 24^{\circ}\text{C}$	$\pm 30^{\circ}\text{C}$
Shift pagi	12.44	11.2	10.39	14.66	12.15	14.33	11.33	11.68	10.65
Shift siang	17.52	12.89	12.79	15.9	15.66	13.37	11.57	11.13	10.69
Shift malam	17.74	17.1	17.65	12.63	12.74	10.32	11.59	11.12	11.68

Tabel 4. Daftar Cahaya dan Temperatur

	Cahaya 85-90 lux	Cahaya 125-150 lux	Cahaya 170 lux
Temp $\pm 10^\circ$ c	47,7	43,19	34,49
Temp $\pm 24^\circ$ c	41,19	40,55	33,93
Temp $\pm 30^\circ$ c	40,83	38,02	33,02

Tabel 5. Daftar Cahaya dan Shift Kerja

	Cahaya 85 – 90 Lux	Cahaya 125-170 Lux	Cahaya 170 lux
Pagi	34.03	41.14	33.66
Siang	43.2	44.93	33.39
Malam	52,49	35.69	34.39

Tabel 6. Daftar Temperatur dan Shift Kerja

	$\pm 10^\circ$ c	$\pm 24^\circ$ c	$\pm 30^\circ$ c
Pagi	38.43	35.03	35.37
Siang	44.99	39.68	36.85
Malam	41.96	40.96	39.65

Tabel 7. Tabel ANOVA Eksperimen Faktorial

Sumber Variasi	dk	Jk	KT	Fhitung	Ftabel
Rata-rata	1	957,23	957,23		
Perlakuan					
Cahaya (a)	2	9,45	4,73	102,82	3.07
Temperatur (b)	2	2,15	1,07	23,26	3.07
Shift Kerja (c)	2	2,61	1,31	28,47	3.07
ab	4	0,81	0,21	4,56	2.45
ac	4	11,66	2,91	63,26	2.45
bc	4	0,76	0,19	4,13	2.45
abc	8	2,18	0,27	5,86	2.02
Error	108	5,00	0,046		
Total	135	977.58			

Tabel 8. Ekspetasi Kuadrat Tengah

Sumber Variasi	a	b	c	r	EK
	3	3	3	5	
	i	j	k	r	
Cahaya (a)	1	3	3	5	$\sigma\epsilon^2 + 15 \sigma^2 ab + 15 \sigma^2 ac + 5 \sigma^2 abc + 45 \sigma^2 a$
Temperatur (b)	3	1	3	5	$\sigma\epsilon^2 + 15 \sigma^2 ab + 15 \sigma^2 bc + 5 \sigma^2 abc + 45 \sigma^2 b$
ab _{ij}	1	1	3	5	$\sigma\epsilon^2 + 5 \sigma^2 abc + 15 \sigma^2 ab$
Shift Kerja (c)	3	3	1	5	$\sigma\epsilon^2 + 15 \sigma^2 ac + 15 \sigma^2 bc + 5 \sigma^2 abc + 45 \sigma^2 c$
ac _{ik}	1	3	1	5	$\sigma\epsilon^2 + 5 \sigma^2 abc + 15 \sigma^2 ac$
bc _{jk}	3	1	1	5	$\sigma\epsilon^2 + 5 \sigma^2 abc + 15 \sigma^2 bc$
abc _{ijk}	1	1	1	5	$\sigma\epsilon^2 + 5 \sigma^2 abc$
Error	1	1	1	1	$\sigma\epsilon^2$

Tabel 9. Rasio F Untuk Eksperimen Faktorial

Sumber Variasi	Rasio F dalam hal		
	a tetap b dan c acak	b tetap a dan c acak	c tetap a dan b acak
Rata-rata			
Perlakuan			
(Cahaya) a	-	3,26	4,92
(temperatur) b	3,41	-	3,91
(shift kerja) c	4,72	3,58	-
ab	13,82	13,82	16,45
ac	20,91	24,91	20,91
bc	18,91	15,88	15,87
abc	1,19	1,19	1,19
Kekeliruan	-	-	-

Tabel 10. Cahaya ,Temperatur dan Shift Kerja dengan 3 Faktor

	Cahaya 85-90 Lux			Cahaya 125-150 Lux			Cahaya 170 Lux		
	$\pm 10^{\circ}$ c	$\pm 24^{\circ}$ c	$\pm 30^{\circ}$ c	$\pm 10^{\circ}$ c	$\pm 24^{\circ}$ c	$\pm 30^{\circ}$ c	$\pm 10^{\circ}$ c	$\pm 24^{\circ}$ c	$\pm 30^{\circ}$ c
Shift pagi	12.44	11.2	10.39	14.66	12.15	14.33	11.33	11.68	10.65
Shift siang	17,52	12.89	12.79	15.9	15.66	13.37	11.57	11.13	10.69
Shift malam	17,74	17.1	17.65	12.63	12.74	10.32	11.59	11.12	11.68

Tabel 11 Cahaya dan Temperatur dengan 3 Faktor

	$\pm 10^{\circ}$ c	$\pm 24^{\circ}$ c	$\pm 30^{\circ}$ c
85 -90 lux	47,7	41,19	40,83
125 150 Lux	43,19	40,55	38,02
170 lux	34,49	33,93	33,02

Tabel 12.Cahaya dan Shift Kerja dengan 3 Faktor

	Pagi	Siang	Malam
85-90 Lux	34,03	43,2	52,49
125-150 lux	41,14	44,93	35,69
170 lux	33,66	33,39	34,39

Tabel 13. Temperatur dan Shift Kerja dengan 3 Faktor

	Pagi	Siang	Malam
$\pm 10^{\circ}$ c	38,43	44,99	41,96
$\pm 24^{\circ}$ c	35,03	39,68	40,96
$\pm 30^{\circ}$ c	35,37	36,85	39,65

Tabel 14 Tabel Anova 3 Faktor

Sumber Variasi	dk	Jk	KT	Fhitung	Ftabel
Cahaya (a)	2	9,45	4,73	102,82	3.07
Temperatur (b)	2	2,15	1,07	23,26	3.07
Shift Kerja (c)	2	2,61	1,31	28,47	3.07
ab	4	0,81	0,21	4,56	2.45
ac	4	11,66	2,91	63,26	2.45
bc	4	0,76	0,19	4,13	2.45
abc	8	2,18	0,27	5,86	2.02
Error	108	5,00	0,046		
Total	135	34,62			

Tabel 15. Uji T dengan SPSS 11.5

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 NILAI - CAHAYA	-,6142	1,16278	,10008	-,8122	-,4163	-6,138	134	,000
Pair 2 JUM - TEMP	2,3858	1,06377	,09155	2,2047	2,5669	26,058	134	,000
Pair 3 SKOR - SHIFT	5,3744	,87706	,07548	5,2251	5,5237	71,198	134	,000

Tabel 16. Interaksi antara Cahaya Dan Temperatur

ANOVA

NILAI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	61,550	72	,855	1,863	,006
Within Groups	28,450	62	,459		
Total	90,000	134			

Tabel 17. Interaksi antara Cahaya Dan Shift Kerja

ANOVA

SKOR

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	56,293	73	,771	1,439	,073
Within Groups	32,700	61	,536		
Total	88,993	134			

Tabel 18. Interaksi antara Temperatur Dan Shift Kerja

ANOVA

JUM					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	57,333	72	,796	1,511	,049
Within Groups	32,667	62	,527		
Total	90,000	134			

5. Uji T

Paired Sample T –Test berguna untuk melakukan pengujian terhadap 2 sample yang berhubungan , uji Paired Sample T-Test menggunakan SPSS 11.5 untuk menguji faktor-faktor yang diteliti.

6. Uji F (One Way Anova)

One Way Anova atau sering disebut perancangan sebuah faktor merupakan salah satu analisis statistik ANOVA yang bersifat satu arah.

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dan table ANOVA didapat Faktor cahaya terhadap waktu kinerja operator Fhitung (102,82) > Ftabel 3,07, maka Ho ditolak, artinya perlakuan faktor cahaya mempengaruhi kinerja operator ; Faktor temperatur terhadap waktu kinerja operator. Fhitung (23,26) > Ftabel(3,07) artinya perlakuan faktor temperatur mempengaruhi kinerja operator ; faktor shift kerja terhadap waktu kinerja operator F hitung (28,07) > F tabel (3,07) maka Ho ditolak artinya faktor shift kerja memberikan pengaruh terhadap kinerja operator ; Interaksi antara cahaya dan temperatur F hitung (4,56) > F tabel (2,45) maka Ho ditolak artinya interaksi cahaya dengan temperatur mempengaruhi kinerja operator; interaksi antara cahaya dan shift kerja F hitung (63,26) > F tabel (2,45) maka Ho ditolak artinya Kesimpulannya: Interaksi antara cahaya dan shift kerja memberikan pengaruh

yang signifikan terhadap waktu; interaksi antara temperatur dan shift kerja F hitung (4,13) > F tabel (2,45) maka Ho ditolak artinya adanya perbedaan perlakuan interaksi antara temperatur dan shift kerja memberikan pengaruh yang nyata terhadap kinerja operator; interaksi antara cahaya, temperatur dan shift kerja F hitung (5,86) > F tabel (2,10) maka Ho ditolak artinya terdapat perbedaan yang nyata antara ketiga perlakuan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kinerja operator.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhusin, Syahri, 2001, Aplikasi Statistik Praktis Dengan SPSS 9, PT.Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta
- Mathias, L, Robert, 2001, Manajemen Sumber Daya Manusia, Salemba Empat, Jakarta
- Madyana, A.M, 1996, Analisa Perancangan Kerja Dan Ergonomi, Universitas AtmaJaya, Yogyakarta
- Sudjana, 1995, Desain Dan Analisis Eksperimen, P.T. Tarsito, Bandung
- Wignjosoebroto, Sritomo, 1999, Ergonomi Studi Gerak Dan Waktu, Guna Widya, Surabaya
- Walpole, Ronald, E, 1986, Ilmu Peluang Dan Statistik Untuk Insinyur Dan Ilmuwan, ITB, Bandung