

**MODUL PRATIKUM**  
**PENCEGAHAN HUMAN ERROR**



**PROGRAM STUDI KESEHATAN DAN KESELAMAT KERJA**  
**PROGRAM SARJANA TERAPAN**  
**FAKULTAS VOKASI**  
**UNIVERSITAS INDONESIA MAJU**  
**JAKARTA 2024**



Modul Praktikum Pencegahan Human Error

Nama Mahasiswa : \_\_\_\_\_  
NPM : \_\_\_\_\_

**PROGRAM STUDI KESEHATAN DAN KESELAMAT KERJA  
PROGRAM SARJANA TERAPAN  
FAKULTAS VOKASI  
UNIVERSITAS INDONESIA MAJU  
JAKARTA 2024**

## KATA PENGANTAR

Buku petunjuk praktikum disusun untuk memenuhi kebutuhan mahasiswa sebagai panduan dalam melaksanakan praktikum pencegahan human error Program Studi Kesehatan dan Keselamatan Kerja Program Sarjana Terapan Fakultas Vokasi Universitas Indonesia Maju (UIMA). Buku petunjuk praktikum ini diharapkan akan membantu dan mempermudah mahasiswa dalam memahami dan melaksanakan praktikum pencegahan human error sehingga akan memperoleh hasil yang baik.

Materi yang dipraktikkan merupakan materi yang selaras dengan materi kuliah teori pencegahan human error. Teori dasar yang didapatkan saat kuliah juga akan sangat membantu mahasiswa dalam melaksanakan praktikum pencegahan human error ini.

Buku petunjuk ini masih dalam proses penyempurnaan. Insha Allah perbaikan akan terus dilakukan demi kesempurnaan buku petunjuk praktikum ini dan disesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Semoga buku petunjuk ini dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 2024

Penyusun

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam perancangan sistem kerja akan selalu berkaitan dengan Keselamatan dan kesehatan Kerja (K3). Persyaratan undang-undang keselamatan dan kesehatan kerja mengharuskan areal kerja bebas dari kondisi-kondisi yang memiliki potensi bahaya. *Human error* didefinisikan sebagai suatu keputusan atau tindakan yang mengurangi atau potensial untuk mengurangi efektifitas, keamanan atau performansi suatu sistem (Mc. Cormick 1993). Menurut Peters, *human error* adalah suatu penyimpangan dari suatu performansi standar yang telah ditentukan sebelumnya, yang mengakibatkan adanya penundaan waktu yang tidak diinginkan, kesulitan, masalah, insiden, dan kegagalan.

Manusia sebagai makhluk hidup yang paling sempurna tentu tetap tidak luput dari kekurangan, segala kemampuan masih dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut terbagi menjadi dua, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Salah satu faktor eksternal adalah kondisi lingkungan kerja, yaitu semua keadaan yang terdapat disekitar tempat kerja, seperti pencahayaan, kebisingan, temperatur, kelembaban udara, sirkulasi udara, getaran mekanis, bau-bauan, warna, dan lain-lain, yang dalam hal ini akan berpengaruh secara signifikan terhadap hasil kerja dari manusia tersebut.

Oleh karena itu, kondisi lingkungan kerja akan turut berpengaruh terhadap kinerja operator. Dengan mempertimbangkan seluruh aspek lingkungan fisik kerja yang memiliki potensi bahaya pada saat proses perancangan sistem kerja beserta sistem pengendalian maka kondisi-kondisi bahaya tersebut dapat diantisipasi dan diberi tindakan-tindakan preventif lainnya.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 1.1 Definisi Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja adalah tempat di mana pekerja melakukan aktivitas setiap harinya. Lingkungan kerja yang kondusif memberikan rasa aman dan memungkinkan pekerja untuk dapat bekerja optimal. Lingkungan kerja dapat mempengaruhi emosional pekerja. Jika pekerja menyenangi lingkungan kerja di mana dia bekerja, maka pekerja tersebut akan betah di tempat kerjanya, melakukan aktivitasnya sehingga waktu kerja dipergunakan secara efektif. Produktivitas akan tinggi dan otomatis prestasi kerja pekerja juga tinggi. Lingkungan kerja itu mencakup hubungan kerja antara bawahan dan atasan serta lingkungan fisik tempat pekerja bekerja.

Sihombing (2004) menyatakan bahwa:

*“Lingkungan Kerja adalah faktor-faktor di luar manusia baik fisik maupun non fisik dalam suatu organisasi. Faktor fisik ini mencakup peralatan kerja, suhu, tempat kerja, kesesakan dan kepadatan, kebisingan, luas ruang kerja sedangkan non fisik mencakup hubungan kerja yang terbentuk di instansi antara atasan dan bawahan serta antara sesama pekerja.”*

Lingkungan kerja yang mendukung produktivitas kerja akan menimbulkan kepuasan kerja bagi pekerja dalam suatu organisasi. Indikator lingkungan kerja adalah fasilitas kerja, gaji dan tunjangan, hubungan kerja.

Motivasi kerja pekerja akan terdorong dari lingkungan kerja. Jika lingkungan kerja mendukung maka akan timbul keinginan pekerja untuk melakukan tugas dan tanggung jawabnya. Keinginan ini kemudian akan menimbulkan persepsi pekerja dan kreativitas pekerja yang diwujudkan dalam bentuk tindakan. Persepsi pekerja juga dipengaruhi oleh faktor insentif yang diberikan oleh instansi.

### 1.2 Definisi Human Error

*Human error* didefinisikan sebagai suatu keputusan atau tindakan yang mengurangi atau potensial untuk mengurangi efektifitas, keamanan atau performansi suatu sistem (Mc. Cormick 1993). Menurut Peters, *human error* adalah suatu penyimpangan dari suatu performansi standar yang telah ditentukan sebelumnya, yang mengakibatkan adanya penundaan waktu yang tidak diinginkan, kesulitan, masalah, insiden, dan kegagalan. Namun pada penyelidikan lebih lanjut, *human error* dapat dikategorikan juga sebagai



ketidaksesuaian kerja yang bukan hanya akibat dari kesalahan manusia, tetapi juga karena adanya kesalahan pada perancangan dan prosedur kerja.

Kesalahan yang diakibatkan oleh faktor manusia kemungkinan disebabkan oleh pekerjaan yang berulang-ulang (*repetitive work*) dengan kemungkinan kesalahan sebesar 1% (Iftikar Z. Satalaksana, 1979). Adanya kesalahan yang terjadi disebabkan oleh pekerjaan yang berulang ini sedapat mungkin harus dicegah atau dikurangi yang tujuannya untuk meningkatkan keandalan seseorang dengan menurunkan tingkat kesalahan yang terjadi. Sehingga perlu dilakukan perbaikan performansi manusia untuk mengurangi laju kesalahan. Laju kesalahan (*error rate*) yang besarnya 1 dalam 100 terjadi dengan kemungkinan 1%. Apabila hal semacam ini terjadi maka dapat dikatakan bahwa kondisi dalam keadaan baik.

### 1.3 Hubungan Lingkungan Kerja Fisik dan Human Error

Kondisi lingkungan kerja fisik sangat berpengaruh terhadap *human error*. Kondisi lingkungan fisik kerja yang tidak nyaman akan membuat seorang pekerja mengeluarkan tenaga lebih untuk beradaptasi, sehingga konsentrasinya akan terbelah antara kinerjanya dan beradaptasi dengan lingkungan. Beberapa kondisi lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi hasil kerja manusia meliputi tingkat kebisingan, tingkat suhu dan tingkat pencahayaan ruangan. Selama ini penelitian yang ada menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan antara kondisi lingkungan kerja dengan hasil kerja manusia. Penelitian tersebut dilakukan berawal dari pemikiran bahwa akan ada perbedaan hasil kerja apabila manusia ditempatkan pada kondisi lingkungan fisik kerja yang berbeda-beda. Suatu kondisi lingkungan fisik yang optimum dimana hasil kerja manusia memiliki tingkat *human error* yang kecil akan didapatkan ketika beberapa perlakuan telah diujikan kepada orang tersebut. Tingkat *human error* yang kecil mengindikasikan bahwa manusia merasa nyaman dengan lingkungan kerjanya. Karena kondisi lingkungan kerja yang nyaman akan membuat manusia merasa tenang dan nyaman ketika bekerja. Sebaliknya tingkat *human error* yang tinggi mengidentifikasikan bahwa manusia merasa tidak nyaman dengan lingkungan kerjanya, sehingga manusia merasa tidak tenang dan nyaman ketika bekerja.

### 1.4 Klasifikasi Human Error

Pada dasarnya terdapat klasifikasi *human error* untuk mengidentifikasi penyebab kesalahan tersebut. Menurut Iftikar. Z. Satalaksana (1979) klasifikasi tersebut secara umum dari penyebab terjadinya *human error* adalah sebagai berikut:

#### 1. *System Induced Human Error*

Dimana mekanisme suatu sistem memungkinkan manusia melakukan kesalahan, misalnya manajemen yang tidak menerapkan disiplin secara baik dan ketat.



## 2. *Desain Induced Human Error*

Terjadinya kesalahan diakibatkan karena perancangan atau desain sistem kerja yang kurang baik. Sesuai dengan kaidah Murphy (*Murphys law*) menyatakan bahwa bila suatu peralatan dirancang kurang sesuai dengan pemakai (aspek ergonomis) maka akan terdapat kemungkinan akan terjadi ketidaksesuaian dalam pemakaian peralatan tersebut dan cepat atau lambat akan terjadi.

## 3. *Pure Human Error*

Suatu kesalahan yang terjadi murni berasal dari dalam manusia itu sendiri, misalnya karena *skill*, pengalaman, dan faktor psikologis.

### 1.5 Kategori Human Error

*Human error* dapat diklasifikasikan menjadi enam, yaitu sebagai berikut:

#### 1. *Knowledge Based Error*

Kesalahan karena tidak adanya pengetahuan tentang persyaratan, ekspektasi maupun kebutuhan. Kesalahan ini dapat muncul ketika seseorang tidak menerima informasi. Hal ini disebabkan karena informasi tersebut tidak disampaikan atau terdapat kesalahan dalam penyaluran informasi.

#### 2. *Cognition Based Error*

Kesalahan yang timbul akibat ketidakmampuan dalam memproses informasi yang dibutuhkan untuk memenuhi persyaratan, ekspektasi maupun kebutuhan. Kesalahan ini bisa terjadi ketika informasi yang telah diterima tidak diproses dengan baik yang disebabkan karena kurang baik dalam mengingat, menganalisa, mencerna ataupun mengevaluasinya.

#### 3. *Value Based Error*

Kesalahan yang timbul karena tidak adanya kemauan untuk menerima persyaratan, ekspektasi maupun kebutuhan. Kesalahan ini muncul ketika seseorang secara sadar melakukan pelanggaran terhadap suatu persyaratan, ekspektasi maupun kebutuhan karena orang tersebut tidak menghargainya atau tidak menganggap perilakunya sebagai suatu hal yang salah.

#### 4. *Reflexive Based Error*

Kesalahan karena ketidakmampuan merespon suatu *stimulus* dengan cepat. Kesalahan ini mungkin terjadi ketika terdapat situasi dimana dibutuhkan respon yang cepat dan logis sementara prosedur sendiri masih kurang jelas.



### 5. *Skill Based Error*

Kesalahan karena tidak adanya *skill* tertentu. Kesalahan karena *skill* memang selalu ada bila yang melakukan pekerjaan adalah manusia. Kesalahan ini dapat hilang bila manusia diganti dengan mesin.

### 6. *Lapse Based Error*

Kesalahan karena tidak adanya perhatian terhadap sesuatu. Kesalahan ini hampir sama dengan *skill based error* karena setinggi mungkin tingkat perhatian pasti tetap ada kemungkinan terjadi kesalahan dan hanya bisa dihilangkan dengan mesin.

## 1.6 Faktor yang Mempengaruhi Performansi Human Error

Performansi operator dalam bekerja terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu faktor internal dan eksternal.

### 1.6.1 Faktor Internal

Faktor-faktor lingkungan internal yang mempengaruhi performa operator adalah:

#### 1. Daya ingat pendek

Karakteristik manusia yang memiliki daya ingat jangka pendek haruslah dijadikan bahan pertimbangan dalam perancangan sistem kerja. Karena hal tersebut akan berhubungan dengan kemampuan maksimum dalam penyerapan (pengingatan) suatu data atau informasi.

Daya ingat ini dapat diperbaiki dengan menyebutkan data (informasi) yang diserap dengan cara berulang-ulang. Di samping itu, daya ingat ini akan menurun dengan bertambah senjanya usia.

#### 2. Kelelahan kerja

Semua jenis pekerjaan akan menghasilkan kelelahan kerja. Kelelahan kerja akan menurunkan kinerja dan menambah tingkat kesalahan kerja. Meningkatnya kesalahan kerja akan memberikan peluang terjadinya kecelakaan kerja dalam industri. Pembebanan otot secara statis (*static muscular loading*) mengakibatkan RSI (*repetition strain injuries*) yaitu nyeri otot, tulang, tendon, dan lain-lain yang diakibatkan oleh jenis pekerjaan yang bersifat berulang.





Karakteristik kelelahan kerja akan meningkat dengan semakin lamanya pekerjaan yang dilakukan, sedangkan menurunnya rasa lelah (*recovery*) didapat dengan memberikan istirahat yang cukup.

### 3. Kelelahan otot

Kondisi dinamis pekerjaan akan meningkatkan sirkulasi darah yang juga mengirim zat-zat makanan bagi otot dan mengusir asam laktat.

Dalam suasana kerja dengan otot statis, aliran darah agak menurun sehingga asam laktat terakumulasi dan menyebabkan kelelahan otot lokal. Di samping itu juga dikarenakan beban otot yang tidak merata pada sejumlah jaringan tertentu yang pada akhirnya akan mempengaruhi kinerja seseorang.

### 4. Kelelahan secara umum

Kelelahan secara umum adalah ditandai dengan berbagai kondisi, antara lain:

- a. Kelelahan visual (penglihatan) disebabkan oleh luminasi, dan seringnya akomodasi mata
- b. Kelelahan seluruh tubuh
- c. Kelelahan mental
- d. Kelelahan urat syaraf
- e. *Stress* (pikiran tegang)
- f. Rasa malas bekerja
- g. Rasa letih, lelah, dan lemah
- h. Mengantuk
- i. Motivasi kerja menurun
- j. Rasa pesimis

### 5. Kewaspadaan (*vigilance*)

Karakteristik ini sangat diperlukan bagi para militer dalam suasana perang. Misalnya pada saat memonitor radar. Jika negara dalam keadaan damai akan berupa aktivitas, misalnya: pengendalian kualitas di suatu bisnis industri, ruang pengendali rektor, penjaga mercusuar, menara pengawas pesawat terbang, pengoperasian truk jarak jauh, masinis kereta api, dan lain-lain.

Kewaspadaan adalah proses kesiap-siagaan yang dilengkapi dengan berbagai macam informasi dan adanya respon yang cepat untuk mengatasi masalah yang terjadi. Jenis pekerjaan yang ringan akan dapat menghilangkan rasa waspada ini.

### 6. Rasa bosan (*boredom*)

Rasa bosan dikategorikan sebagai kelelahan. Adanya acara istirahat minum teh di antara waktu kerja akan sangat membantu mengatasi rasa bosan yang muncul pada saat kita bekerja.



Rasa bosan adalah manifestasi dari reaksi adanya suasana yang monoton (kurang bervariasi). Faktor psikologis ini sering timbul dalam industri niaga dengan kondisi kerja yang berulang-ulang (*repetitive industrial business*).

### 1.6.2 Faktor Eksternal

Faktor-faktor lingkungan eksternal yang mempengaruhi performa operator adalah:

#### 1. Temperatur

Tubuh manusia akan selalu berusaha mempertahankan keadaan normal dengan suatu sistem tubuh yang sempurna sehingga dapat menyesuaikan diri dengan perubahan-perubahan yang terjadi di luar tubuh. Menurut penyelidikan untuk berbagai tingkat temperatur akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda seperti berikut:

- $\pm 49^{\circ}\text{C}$  : temperatur yang dapat di tahan sekitar 1 jam, tapi jauh di atas tingkat kemampuan fisik dan mental
- $\pm 30^{\circ}\text{C}$  : aktivitas mental dan daya tanggap mulai menurun dan cenderung untuk membuat kesalahan dalam pekerjaan. Timbul kelelahan fisik.
- $\pm 24^{\circ}\text{C}$  : kondisi optimum.
- $\pm 10^{\circ}\text{C}$  : kelakuan fisik yang ekstrem mulai muncul.

Dari suatu penyelidikan dapat diperoleh hasil bahwa produktivitas kerja manusia akan mencapai tingkat paling tinggi pada temperatur sekitar  $24^{\circ}\text{C}$ - $27^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 2.1 Termometer

Sumber: Anonim: [http://alyafara.blogspot.com/2010\\_12\\_01\\_archive.html](http://alyafara.blogspot.com/2010_12_01_archive.html).

#### 2. Kelembaban (*humidity*)

Adalah banyaknya air yang terkandung dalam udara (dinyatakan dalam %). Kelembaban ini sangat berhubungan atau dipengaruhi oleh temperatur udaranya. Suatu keadaan dimana udara sangat panas dan kelembaban tinggi akan menimbulkan pengurangan panas dari tubuh secara besar-besaran (karena sistem penguapan).

Pengaruh lain adalah semakin cepatnya denyut jantung karena makin aktifnya peredaran darah untuk memenuhi kebutuhan akan oksigen.

### 3. Sirkulasi udara (*ventilation*)

Sirkulasi udara dengan memberikan ventilasi yang cukup (lewat jendela) akan menggantikan udara yang kotor dengan yang bersih.

### 4. Pencahayaan (*lighting*)

Pencahayaan sangat mempengaruhi manusia untuk melihat obyek-obyek secara jelas dan cepat tanpa menimbulkan kesalahan. Pencahayaan yang kurang mengakibatkan mata pekerja menjadi cepat lelah karena mata akan berusaha melihat dengan cara membuka lebar-lebar. Lelahnya mata ini menimbulkan rusaknya mata. Kemampuan mata untuk melihat obyek dengan jelas akan ditentukan oleh ukuran obyek, derajat kontras antara obyek dengan sekelilingnya, luminasi (*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 ke mata kita.

### 5. Kebisingan (*noise*)

Kemajuan teknologi ternyata banyak menimbulkan masalah-masalah seperti yang dikatakan sebagai polusi. Salah satu bentuk dari polusi di sini adalah kebisingan (*noise*) bunyi-bunyian yang tidak dikehendaki oleh telinga kita. Tidak dikehendaki karena terutama dalam jangka panjang bunyi-bunyian tersebut dapat mengganggu kerja. Ada tiga aspek yang menentukan kualitas bunyi yang bisa menentukan tingkat gangguan terhadap manusia, yaitu:

- a. Lama waktu bunyi tersebut terdengar. Semakin lama telinga kita mendengar kebisingan akan semakin buruk akibatnya bagi pendengaran (tuli).
- b. Intensitas biasanya diukur dengan satuan desibel (dB) yang menunjukkan besarnya arus energi per satuan luas.
- c. Frekuensi suara yang menunjukkan jumlah dari gelombang-gelombang suara yang sampai di telinga kita setiap detik dinyatakan dalam jumlah getaran per detik atau hertz (Hz).

### 6. Bau-bauan



Adanya bau-bauan yang dalam hal ini juga dipertimbangkan sebagai polusi akan dapat mengganggu konsentrasi orang bekerja. Temperatur dan kelembaban merupakan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kepekaan penciuman. Oleh karena itu pemakaian *air conditioning* yang tepat merupakan salah satu cara yang bisa digunakan untuk menghilangkan bau-bauan yang mengganggu di sekitar tempat kerja.

#### 7. Getaran mekanis (*mechanical vibration*)

Adalah getaran-getaran yang ditimbulkan oleh alat-alat mekanis yang sebagian dari getaran ini sampai ke tubuh dan dapat menimbulkan akibat-akibat yang tidak diinginkan pada tubuh kita. Besarnya getaran ini ditentukan oleh intensitas, frekuensi getaran, dan lamanya getaran itu berlangsung. Sedangkan anggota tubuh manusia yang memiliki frekuensi alami dimana apabila frekuensi ini beresonansi dengan frekuensi getaran akan menimbulkan gangguan-gangguan antara lain:

- a. Mempengaruhi konsentrasi kerja.
- b. Mempercepat datangnya kelelahan.
- c. Gangguan-gangguan pada anggota tubuh seperti mata, syaraf, otot, dan lain-lain.

#### 8. Warna

Warna yang dimaksud di sini adalah tembok ruangan dan interior yang ada di sekitar tempat kerja. Warna ini selain berpengaruh terhadap kemampuan mata untuk melihat obyek juga memberikan pengaruh lain terhadap manusia seperti:

- a. Warna merah bersifat merangsang.
- b. Warna kuning memberikan kesan luas, terang, dan leluasa.
- c. Warna hijau atau biru memberikan kesan sejuk, aman, dan menyegarkan.
- d. Warna gelap memberikan kesan leluasa.

### 1.7 Faktor Eksternal pada Praktikum Lingkungan Kerja Fisik

Faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari lingkungan luar. Macam-macam faktor eksternal adalah sebagai berikut:

#### 1.7.1 Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki dan dapat mengganggu kesehatan, kenyamanan serta dapat menimbulkan ketulian. Untuk mengetahui intensitas bising di lingkungan kerja digunakan *sound level meter*. Untuk mengukur nilai ambang pendengaran digunakan *audiometer*. Nilai batas intensitas bising adalah 85 dB dan waktu kerja maksimal adalah 8 jam per hari.

*Sound level meter* adalah alat pengukur suara. Mekanisme kerja selama ada benda yang bergetar, maka akan menyebabkan terjadinya perubahan tekanan udara yang dapat



ditangkap oleh alat ini, selanjutnya akan menggerakkan meter penunjuk. Nilai ambang pendengaran adalah suara yang paling lemah yang masih dapat di dengar telinga.

Nilai ambang batas kebisingan adalah angka dB yang dianggap aman untuk sebagian besar tenaga kerja bila bekerja 8 jam/hari atau 40 jam/minggu. Nilai ambang batas untuk kebisingan di tempat kerja adalah intensitas tertinggi dan merupakan nilai rata-rata yang masih dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan hilangnya daya dengar yang tetap untuk waktu terus-menerus dan tidak lebih dari 8 jam/hari atau 40 jam/minggu. Waktu maksimal bekerja adalah sebagai berikut:

1. 82 dB: 16 jam per hari
2. 85 dB: 8 jam per hari
3. 88 dB: 4 jam per hari
4. 91 dB: 2 jam per hari
5. 97 dB: 1 jam per hari
6. 100 dB: 1/4 jam per hari

#### 1.7.1.1 Jenis Kebisingan

Berikut merupakan jenis-jenis kebisingan:

1. Berdasarkan sifat dan frekuensi bunyi
  - a. Bising kontinyu dengan spektrum frekuensi luas  
Bising ini relatif tetap dalam batas kurang lebih 5 dB untuk periode 0,5 detik berturut-turut. Misal: mesin kipas angin.
  - b. Bising kontinyu dengan spektrum frekuensi sempit  
Bising ini juga relatif tetap dalam frekuensi tertentu (500, 1000, dan 4000 Hz). Misal: gergaji serkuler dan katup gas.
  - c. Bising intermiten (terputus-putus)  
Bising ini terjadi pada periode relatif tenang dan tidak terus-menerus. Misal: suara lalu lintas dan kebisingan di lapangan terbang.
  - d. Bising impulsif  
Bising ini memiliki perubahan tekanan suara melebihi 40 dB dalam waktu sangat cepat dan biasanya mengejutkan pendengarnya. Misal: suara tembakan dan ledakan mercon atau meriam.
  - e. Bising impulsif berulang  
Bising ini terjadi secara berulang dan hampir sama dengan bising implusif. Misal: mesin tempa.
2. Berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia



- a. *Irritating noise* (bising yang mengganggu)  
Intensitas tidak terlalu keras, misalnya pendengkur.
- b. *Masking noise* (bising yang menutupi)  
Bising yang menutupi merupakan bising yang menutupi pendengaran yang jelas dan secara tidak langsung dapat membahayakan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja. Misalnya isyarat atau teriakan bahaya dapat tenggelam dalam bisng sumber lain.
- c. *Damaging/injuries noise* (bising yang merusak)  
Bising yang merusak merupakan bunyi yang melampaui NAB. Bunyi jenis ini akan merusak atau menurunkan fungsi pendengaran.

### 1.7.1.2 Macam-Macam Sumber Kebisingan

Macam-macam sumber kebisingan antara lain:

1. Mesin  
Kebisingan yang ditimbulkan oleh aktivitas mesin.
2. Vibrasi  
Kebisingan yang ditimbulkan oleh akibat getaran yang ditimbulkan akibat gesekan, benturan atau ketidak seimbangan gerakan bagian mesin. Terjadi pada roda gigi, batang torsi, piston, *fan*, *bearing*, dan lain-lain.
3. Pergerakan udara, gas, dan cairan  
Kebisingan ini ditimbulkan akibat pergerakan udara, gas, dan cairan dalam kegiatan proses kerja industri, misalnya pada pipa gas buang, dan outlet pipa.

### 1.7.1.3 Ambang Batas Kebisingan

Tingkat pembicaraan dikategorikan sebagai berikut:

1. Percakapan biasa : 60 – 65 dB
2. Pembicara di seminar : 65 – 75 dB
3. Berteriak : 80 – 85 dB

Nilai tersebut diaplikasikan pada jarak satu meter dari pembicara. Dari sini dapat disimpulkan bahwa komunikasi akan sangat sulit pada ambang kebisingan di atas 80 dB. Jarak tersebut dapat dikurangi sampai pembicara harus berteriak pada telinga pendengar.

Berbagai macam kesulitan di dalam mendengar ditentukan oleh:

1. Usia
2. Penyakit
3. Kebisingan yang menyebabkan tuli



4. Jenis bahasa
5. Pendidikan

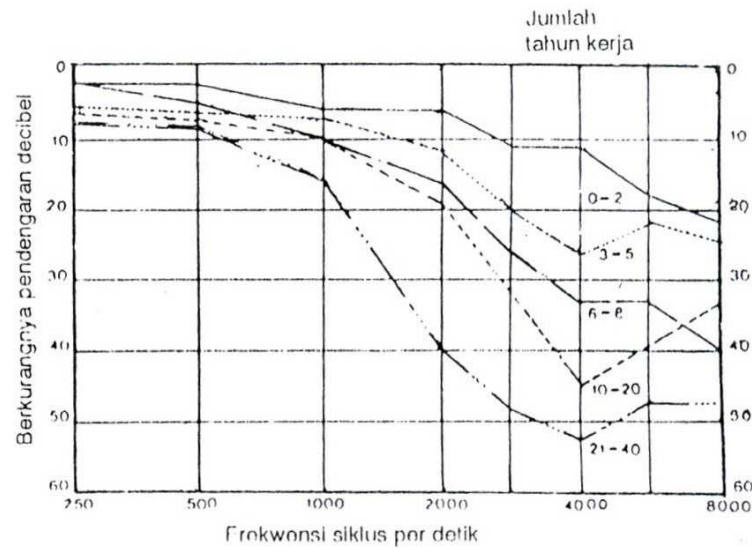
Kebisingan yang menyebabkan ketulian ditunjukkan oleh rentang frekuensi 2000-6000 Hz. Pada pekerja yang berada pada rentang frekuensi tersebut harus selalu dites secara periodik pada kemampuan dengarnya.

#### 1.7.1.4 Pengaruh Kebisingan terhadap Kesehatan Pekerja

Berikut ini adalah dampak kebisingan terhadap kesehatan pekerja:

1. Gangguan fisiologis  
Gangguan fisiologis dapat berupa peningkatan tekanan darah, peningkatan nadi, *basal metabolisme*, konstruksi pembuluh darah kecil, terutama bagian kaki yang dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris.
2. Gangguan psikologis  
Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, emosi, dan lain-lain. Pemaparan jangka waktu lama dapat menimbulkan penyakit psikomatik seperti gastritis, jantung koroner, dan lain-lain.
3. Gangguan komunikasi  
Gangguan komunikasi menyebabkan terganggunya pekerjaan. Secara tidak langsung akan mengakibatkan bahaya terhadap keselamatan dan kesehatan tenaga kerja karena tidak mendengar teriakan atau isyarat tanda bahaya dan dapat menurunkan mutu pekerjaan dan produktivitas kerja.
4. Gangguan keseimbangan  
Gangguan keseimbangan mengakibatkan gangguan fisiologis, seperti kepala pusing, mual, dan lain-lain.
5. Gangguan terhadap pendengaran  
Gangguan terhadap pendengaran adalah gangguan paling serius karena dapat menyebabkan hilangnya pendengaran atau ketulian. Ketulian ini dapat bersifat progresif atau awalnya bersifat sementara, tapi bila bekerja terus menerus di tempat bising tersebut maka daya dengar akan menghilang secara menetap.





Gambar 2.2 Kehilangan sebagian pendengaran akibat kebisingan setelah jangka waktu tertentu  
 Sumber: Sutalaksana, 1979

Tabel 2.1 Jenis-jenis dari Akibat-akibat Kebisingan

Tipe		Uraian
Akibat-akibat badaniah	Kehilangan pendengaran	Perubahan ambang batas sementara atau permanen akibat kebisingan.
	Akibat-akibat fisiologis	Rasa tidak nyaman / stress meningkat, tekanan darah meningkat, sakit kepala, bunyi dering.
Akibat-akibat psikologis	Gangguan emosional	Kejengkelan, kebingungan.
	Gangguan biaya hidup	Gangguan tidur / istirahat, hilang konsentrasi waktu bekerja, membaca.
	Gangguan pendengaran	Merintang kemampuan mendengarkan TV, radio, percakapan telpon dan sebagainya.

Sumber: Buchari, 2007

### 1.7.1.5 Pengaruh Kebisingan Terhadap Pekerjaan yang Dilakukan Operator

Berikut merupakan pengaruh kebisingan terhadap pekerjaan yang dilakukan oleh operator:

#### 1. Terganggu

Kebisingan adalah suara yang tidak dikehendaki, maka kehadiran kebisingan akan mengganggu seorang yang mendengarnya. Kebisingan yang terputus-putus pada intensitas sedang (kurang lebih 50 dB (A)) memiliki pengaruh mengganggu lebih besar daripada suara kontinyu, namun dengan intensitas yang lebih besar. Kebisingan yang



dialami dalam ruang juga akan lebih mengganggu bila di bandingkan dengan kebisingan yang dialami di ruang terbuka.

Selain itu, frekuensi dari kebisingan juga mempengaruhi tingkat ketergantungan. Semakin tinggi frekuensi, maka semakin besar gangguan yang dialami.

#### 2. Kebingungan

Suara yang terlalu keras membuat orang merasa tidak nyaman. Kebisingan dapat menimbulkan kebingungan pada seseorang.

#### 3. Gangguan komunikasi

Kebisingan dapat menimbulkan permasalahan pada kemampuan menangkap pembicaraan, pemahaman terhadap pembicaraan tergantung pada perbedaan antara kenyaringan suara dan latar belakang suara. Untuk informasi yang sudah biasa diterima, pemahaman pembicaraan terjaga bila tingkat intensitas kebisingan setidaknya berada pada 10 dB (A) di bawah tingkat suara pembicaraan. Untuk informasi yang tidak biasa, maka dibutuhkan perbedaan sedikitnya 20 dB (A).

#### 4. Produktivitas

Hanya sedikit studi yang telah menyelidiki permasalahan kebisingan dan pengaruhnya terhadap produktivitas, namun beberapa hasilnya adalah kebisingan menyebabkan lebih banyak kecelakaan dan berkurangnya ketepatan.

### 1.7.1.6 Pengendalian Kebisingan

Melaksanakan pengendalian kebisingan untuk peningkatan kerja yaitu dengan:

#### 1. Pengendalian di sumber suara

Pengurangan kebisingan pada sumber suara adalah salah satu pilihan di dalam pengendalian kebisingan. Namun demikian, pilihan ini adalah pilihan yang amat mahal. Bahan-bahan yang keras dapat diganti dengan bahan-bahan yang lunak, namun ini akan menyebabkan pergantian yang lebih sering. Komponen yang sudah mulai aus dan menyebabkan kebisingan segera diganti dengan komponen baru.

#### 2. Pengendalian sepanjang suara

Penempatan lapisan berpori di sekeliling sumber suara akan membantu mengurangi pemancaran kebisingan. Pembuatan kotak (*housing*) mesin dengan bahan yang sesuai akan mampu mengurangi kebisingan sampai 20-30 dB.

### 1.7.2 Temperatur

Temperatur pada tubuh manusia selalu tetap. Suhu konstan dengan sedikit fluktuasi sekitar 37 derajat celcius terdapat pada otak, jantung, dan bagian dalam perut yang disebut



dengan suhu tubuh (*core temperature*). Suhu inti ini diperlukan agar alat-alat itu dapat berfungsi normal. Sebaliknya, lawan dari *core temperature* adalah *shell temperature*, yang terdapat pada otot, tangan, kaki, dan seluruh bagian kulit yang menunjukkan variasi tertentu. Manusia mempunyai kemampuan untuk mempertahankan keadaan normal tubuh (mempunyai kemampuan untuk beradaptasi). Kapasitas untuk beradaptasi inilah yang membuat manusia mudah untuk mentolerir kekurangan panas secara temporer yang berjumlah ratusan kilo kalori pada seluruh tubuh. Dengan kata lain, tubuh manusia dapat menyesuaikan diri karena kemampuannya untuk melakukan proses konveksi, radiasi, dan penguapan jika terjadi kekurangan atau kelebihan panas yang membebaninya. Tetapi, kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan temperatur luar adalah jika perubahan temperatur luar tubuh tersebut tidak melebihi 20% untuk kondisi panas dan 35% untuk kondisi dingin dari keadaan normal tubuh (Sutalaksana, 1979).

Menurut Sutalaksana, untuk berbagai tingkat temperatur akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda, yaitu sebagai berikut:

1. 49 derajat celcius temperatur dapat ditahan sekitar 1 jam, tetapi jauh di atas kemampuan fisik dan mental.
2. 30 derajat celcius aktivitas mental dan daya tangkap mulai menurun dan cenderung untuk membuat kesalahan dalam pekerjaan dan timbul kelelahan fisik.
3. 24 derajat celcius kondisi kerja optimum.
4. 10 derajat celcius kelakuan fisik yang ekstrim mulai muncul.

Dari suatu penyelidikan pula dapat diperoleh bahwa produktivitas kerja manusia akan mencapai tingkat yang paling tinggi pada suhu 24 sampai 27 derajat celcius (Sutalaksana, 1979). Secara lebih rinci gangguan kesehatan akibat pemaparan suhu lingkungan panas yang berlebihan dapat dijelaskan sebagai berikut (Kroemer-Elbert, 1994):

1. Gangguan Perilaku dan Performansi Kerja

Gangguan ini seperti terjadinya kelelahan, sering melakukan istirahat curian, dan lain-lain.

2. Dehidrasi

Dehidrasi adalah suatu kehilangan cairan tubuh yang berlebihan yang disebabkan baik oleh penggantian cairan yang tidak cukup maupun karena gangguan kesehatan. Pada kehilangan cairan tubuh < 1,5% gejalanya tidak nampak, kelelahan muncul lebih awal dan mulut mulai kering.

3. *Heat Rash*

Keadaan seperti biang keringat atau keringat buntat, gatal kulit akibat kondisi kulit terus basah. Pada kondisi demikian pekerja perlu beristirahat pada tempat yang lebih sejuk dan menggunakan bedak penghilang keringat.



#### 4. *Heat Cramps*

Merupakan kejang-kejang otot tubuh (tangan dan kaki) akibat keluarnya keringat yang menyebabkan hilangnya garam natrium dari tubuh yang kemungkinan besar disebabkan karena minum terlalu banyak dengan sedikit garam natrium.

#### 5. *Head Syncope* atau *Fainting*

Keadaan ini disebabkan karena aliran darah ke otak tidak cukup karena sebagian besar aliran darah dibawa ke permukaan kulit atau perifer yang disebabkan karena pemaparan suhu tinggi.

#### 6. *Heat Exhaustion*

Keadaan ini terjadi apabila tubuh kehilangan terlalu banyak cairan dan atau kehilangan garam. Gejalanya mulut kering, sangat haus, lemah, dan sangat lelah. Gangguan ini biasanya banyak dialami oleh pekerja yang belum beraklimatisasi terhadap suhu udara panas.

Di bawah ini adalah beberapa catatan tentang suhu ruangan yang ideal untuk suatu stasiun kerja:

##### 1. Penggunaan AC

Jika menggunakan AC hendaknya selisih suhu antara luar ruang dengan dalam ruang tidak lebih dari 4°C (Grandjean, 1987). Jika perbedaan suhu terlalu besar, perasaan tidak nyaman akan banyak dirasakan oleh mereka yang keluar masuk gedung. Jika memasuki ruang akan dirasakan dingin, jika keluar akan terasa lesu

dan kehabisan tenaga. Perbedaan suhu dalam ruang dengan suhu luar ruang gedung disarankan sebagai berikut:

- a. Suhu luar gedung        20 22 24 26 28 30 32
- b. Suhu dalam gedung     : 20 21 22 23 24,5 26 28

##### 2. Beberapa contoh suhu yang diperkirakan cukup nyaman di berbagai keadaan:

- a. Ruang pertemuan/rapat     : 26 – 27
- b. Ruang olah raga             : 19,5 – 22,3
- c. Ruang tunggu                : 26 – 27
- d. Ruang pertunjukan         : 24 – 26
- e. Ruang istirahat               27
- f. Kamar mandi                 27
- g. Dapur/kafetaria              23
- h. Gudang                         : 22 – 24
- i. Bengkel reparasi               : 20 – 23



### 1.7.2.1 Kenyamanan suhu (*Thermal Comfort*)

#### 1. Dasar fisiologi suatu kenyamanan

Jika kita perhatikan *internal climate* suatu ruangan, selama masih dalam batas kenyamanan maka akan tidak masalah, namun jika sudah berada di luar batas kenyamanan maka akan menjadi sebuah gangguan atau bahkan menimbulkan efek-efek psikologis ataupun salah satu nyeri fisiologis tergantung pada level dari proses pertukaran panasnya. Ketidaknyamanan tersebut merupakan suatu proses biologi yang sederhana untuk semua jenis makhluk yang berdarah panas.

#### 2. Efek samping dari suatu ketidaknyamanan

Ketidaknyamanan akan mengakibatkan perubahan fungsional pada organ yang bersesuaian pada tubuh manusia. Kondisi panas sekeliling yang berlebihan akan mengakibatkan rasa letih dan kantuk, mengurangi kestabilan, dan meningkatkan jumlah angka kesalahan kerja. Sebaliknya, kondisi dingin yang berlebihan akan mengakibatkan rasa malas untuk beristirahat, yang mana akan mengurangi kewaspadaan dan konsentrasi.

#### 3. Daerah temperatur secara fisiologis

Jika seorang ditempatkan pada suatu ruangan tes klimatik (*climatic chamber*) dan diberikan temperatur yang berbeda-beda maka akan dapat ditemukan rentang pertukaran panas yang menyatakan kondisi tubuh dalam keadaan setimbang. Keadaan ini menurut Grandjean (1986) disebut sebagai daerah aturan vasomotor (*zone of vasomotor regulation*), karena dalam rentang ini pertukaran panas akan dapat dijaga dengan mengalirnya darah ke seluruh organ tubuh.

#### 4. Rentang temperatur yang nyaman

Jika subyek yang diuji ditanya kapanakah saat merasa benar-benar nyaman, maka rentang kenyamanan tersebut sangatlah sempit yaitu sekitar 2-3<sup>0</sup> C. Manusia menurut Grandjean (1986), manusia akan merasakan kenyamanan hanya ketika sistem keteraturan vasomotor (*vasomotor regulation system*) tidak terlalu banyak terbebani, yaitu ketika fluktuasi sirkulasi darah ke arah kulit tidak lebih dari fluktuasi yang normal. Sebaliknya pada pertukaran panas negatif maupun positif (misalnya defisit atau akumulasi panas dalam kulit) tubuh akan terasa tidak nyaman. Rentang temperatur dimana manusia merasakan kenyamanan adalah bervariasi. Variasi tersebut sangat tergantung, pertama dari jenis pakaian yang dipakai, kedua dari aktivitas fisik yang dilakukan.

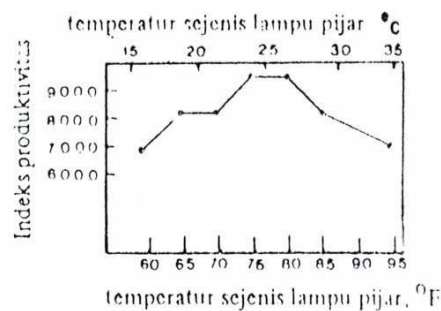
#### 5. Empat faktor klimatik dan kenyamanan



Kesan manusia tentang kenyamanan menurut Grandjean (1986) adalah dipengaruhi secara umum oleh 4 faktor yang menentukan pertukaran panas, yaitu:

- a. Temperatur udara
- b. Temperatur permukaan dinding yang berdekatan
- c. Kelembaban udara
- d. Aliran udara

Masing-masing faktor tersebut berperan dalam kesetimbangannya sendiri-sendiri dan berbagai peneliti telah mencoba untuk mendapatkan satuan (unit) pengukuran yang dapat mengukur semua variabel yang telah disebutkan di atas.



Gambar 2.3 Hubungan antara Temperatur dengan *Performance* Kerja Para Penenun Kapas  
Sumber: Satalaksana, 1979

Secara lebih rinci gangguan kesehatan akibat pemaparan suhu lingkungan panas yang berlebihan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Gangguan perilaku dan performansi kerja

Seperti, terjadinya kelelahan, sering melakukan istirahat curian dan lain-lain.

2. Dehidrasi

Dehidrasi adalah suatu kehilangan cairan tubuh yang berlebihan yang disebabkan baik oleh penggantian cairan yang tidak cukup maupun karena gangguan kesehatan. Pada kehilangan cairan tubuh <1,5% gejalanya tidak nampak, kelelahan muncul lebih awal dan mulut mulai kering.

3. *Heat Rash*

Keadaan seperti biang keringat atau keringat buntat, gatal kulit akibat kondisi kulit terus basah. Pada kondisi ini pekerja perlu beristirahat pada tempat yang lebih sejuk dan menggunakan bedak penghilang keringat.

4. *Heat Syncope atau Fainting*

Keadaan ini disebabkan karena aliran darah ke otak tidak cukup karena sebagian besar aliran darah dibawa ke permukaan kulit atau *perifer* yang disebabkan karena pemaparan suhu tinggi.

5. *Heat Cramps*

Keadaan ini terjadi karena pekerja berkeringat terlalu banyak dan minum air terlalu banyak. Gejala otot yang kejang dan sakit. Cara menanggulangi adalah dengan minum cairan elektrolit (garam) seperti: gatorade, pocari sweet.

6. Kelelahan karena panas

Penyebab adalah turunnya volume air darah karena dehidrasi (terlalu banyak berkeringat dan kurang minum). Gejala: lemah lesu, lelah, kantuk; berkeringat dingin dan pucat; banyak berkeringat; pusing; mual; dan pingsan. Cara mengatasi, jika pekerja sadar, istirahatkan di tempat yang sejuk; beri minum yang mengandung elektrolit. Jika pekerja pingsan, segera cari bantuan medis. Jangan diberi minum jika pekerja pingsan.

7. Stroke karena panas

Penyebabnya adalah karena tubuh kepanasan dan pekerja tidak dapat berkeringat. Kondisi ini dapat mematikan. Gejala kulit kering dengan bercak merah panas atau tampak kebiru-biruan, kehilangan orientasi (bingung), kejang-kejang, pingsan, suhu tubuh yang cepat naik. Cara penanggulangannya adalah dengan mencari bantuan medis segera, memindahkan yang bersangkutan ke tempat yang sejuk, melepas alat-alat pelindung yang dipakainya, menggunakan handuk basah atau air dan kipas untuk mendinginkannya sambil menunggu paramedis.

### 1.7.2.2 Klasifikasi iklim

Iklim dibagi menjadi 5 daerah iklim pokok, antara lain:

1. Iklim tropis

Ciri-ciri:

- a. Suhu rata-rata bulanan tidak kurang dari 18°C
- b. Suhu tahunan 20-25°C
- c. Curah hujan rata-rata lebih dari 70 cm/tahun
- d. Tumbuhan yang tumbuh beraneka ragam

2. Iklim gurun tropis/iklim kering

Ciri-ciri:

- a. Terdapat di daerah gurun dan daerah semiarid ( *steppa* )
- b. Curah hujan terendah kurang dari 25,4/tahun
- c. Penguapan besar



3. Iklim sedang  
Memiliki ciri-ciri suhu rata-rata bulan terdingin antara 18-3<sup>0</sup>C
4. Iklim salju / *microthermal*  
Ciri-ciri:
  - a. Suhu rata-rata bulan terpanas lebih dari 10<sup>0</sup>C
  - b. Suhu rata-rata bulan terdingin kurang dari 3<sup>0</sup>C
5. Iklim kutub  
Ciri-ciri:
  - a. Terdapat di daerah artik dan antartika
  - b. Suhu tidak pernah lebih dari 10<sup>0</sup>C
  - c. Suhu rata-rata bulan terdingin kurang dari 3<sup>0</sup>C

### 1.7.3 Pencahayaan

Untuk melihat suatu obyek secara jelas, pencahayaan merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh. Tingkat pencahayaan biasanya diukur dalam istilah *illuminance* atau penerangan, yaitu flux-flux yang berpendar dari suatu sumber cahaya yang dipancarkan pada suatu permukaan per luas permukaan.

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat cahaya ( } i \text{llumanance )} &= \frac{I(\theta) \cos \varphi}{d^2} \\
 &= I(\theta) \frac{\cos \theta \cos \varphi}{h^2} \\
 &= I(\theta) \frac{\cos^3 \theta}{h^2} \quad (2-1)
 \end{aligned}$$

(sumber: www.scribd.com)

Luminansi = illuminansi x reflectivitas

$$= (\text{apostilb}) \times (\text{lux}) \quad (2-2)$$

(sumber: www.scribd.com)

Satuan Internasional dari unit untuk ukuran ini adalah candela/m<sup>2</sup>. Untuk memperoleh candela/m<sup>2</sup> (Cd/m<sup>2</sup>), bagilah apostilb dengan ( $\pi = 3,14$ ). *Photometer modern* dapat difokuskan pada daerah pancar cahaya yang sangat sempit (sudut pandang 1<sup>0</sup> atau 1/3<sup>0</sup>) yang memberikan kemampuan membaca dalam Cd/m<sup>2</sup>.

#### 1.7.3.1 Kualitas Pencahayaan

Kualitas pencahayaan dipengaruhi oleh hal-hal berikut ini:

##### 1. *Brightness Distribution*

Menunjukkan jangkauan dari tingkat pencahayaan dalam daerah penglihatan. Suatu rasio kontras yang tinggi diinginkan untuk penerimaan detail, tetapi variasi yang berlebihan dari luminansi atau tingkat pencahayaan dapat menyebabkan masalah. Mata



menerima cahaya utama yang sangat terang sehingga mata menjadi sulit untuk memeriksa dengan cermat obyek-obyek yang lebih gelap dalam suatu daerah yang terang.

2. *Glare* (kesilauan)

Cahaya yang menyilaukan ini terjadi jika cahaya yang berlebihan mencapai mata. Hal ini akan dibagi menjadi 2 kategori, yaitu:

a. Cahaya yang menyilaukan tidak menyenangkan (*Discomfort Glare*)

Cahaya ini mengganggu tetapi tidak seberapa mengganggu kegiatan visual. Akan tetapi, cahaya ini dapat meningkatkan kelelahan dan menyebabkan sakit kepala.

b. Silau yang mengganggu (*Disability Glare*)

Cahaya ini secara berkala mengganggu penglihatan dengan adanya penghamburan cahaya dalam lensa mata. Orang-orang yang lanjut usia kurang dapat menerima cahaya ini.

Sumber-sumber *glare*:

- a. Lampu-lampu tanpa pelindung yang di pasang rendah
- b. Jendela-jendela besar pada permukaan tepat pada mata
- c. Lampu atau cahaya dengan terang yang berlebihan
- d. Pantulan dari permukaan terang

3. *Shadows* (bayang-bayang)

*Sharp shadows* adalah akibat dari sumber cahaya buatan yang kecil atau dari cahaya langsung matahari. Keduanya dapat mengakibatkan rasio terang yang berlebihan dalam jangkauan penglihatan, detail-detail penting yang tidak begitu jelas.

4. Latar Belakang yang mengganggu (*Distracting Background*)

Latar belakang dari daerah kerja utama seharusnya sesederhana mungkin. *Background* yang kacau atau *background* yang mempunyai banyak perpindahan seharusnya dihindari dengan menggunakan sekat-sekat.

5. Refleksi Plafon

Refleksi plafon adalah problem yang dihubungkan dengan kesilauan (*glare*). Untuk menghilangkan kontras pada obyek dan membuat detail tersebut dapat dibaca, maka harus ada refleksi yang mengarah pada obyek yang sangat terang.

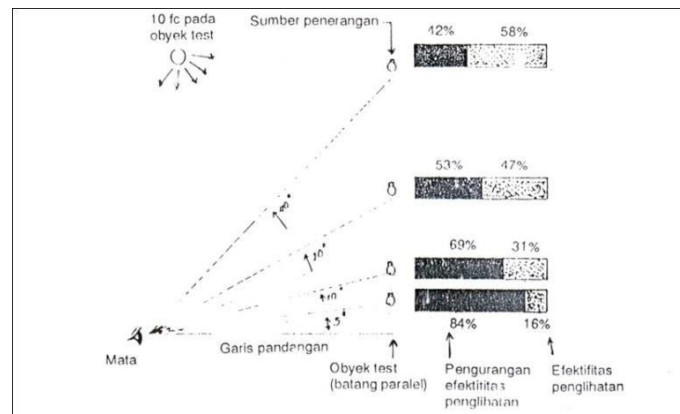
### 1.7.3.2 Perbaikan Pencahayaan

Perbaikan-perbaikan yang mungkin adalah:





1. Merefleksikan cahaya atau jendela pada layar VDU, memindahkan layar yang berhubungan dengan sumber cahaya, memiringkan layar, menyediakan sebuah tutup di atas layar, dan menggunakan filter anti-*glare*.
2. Skala logam mengkilap seharusnya dilapisi *chrome* yang tidak mengkilap.
3. Refleksi internal pada layar angin. Puncak dari papan dapat direfleksikan dengan baik sedemikian hingga puncak papan tersebut dapat melindungi pandangan ke depan. Menggunakan permukaan hitam (*dark matt*) untuk puncak papan.



Gambar 2.4 Pengaruh dari Cahaya yang Menyilaukan Terhadap Efektivitas Penglihatan  
Sumber: Satalaksana, 1979

#### 1.7.4 Visual Display

*Display* yang dimaksud di sini adalah bagian dari lingkungan yang memberikan informasi kepada manusia. Informasi dalam arti luas menyangkut semua rangsangan yang diterima oleh indera manusia baik langsung atau tidak langsung. *Visual display* adalah alat penyalur informasi kepada manusia yang ditampilkan secara visual. Secara fungsional, display yang baik adalah display yang mampu mengkombinasikan antara kecepatan, ketepatan, dan kepekaan pada saat menyalurkan informasi yang diperlukan [Galer, 1987]. Agar dapat memenuhi ketiga fungsi tersebut, suatu display harus memiliki tiga kriteria dasar yang akan menentukan rancangan akhir dari display, lokasi display dan jenis display yang sesuai. Ketiga kriteria tersebut adalah:

##### 1. *Detection* (pendeteksian)

Suatu *visual display* harus mampu dilihat. Untuk mencapai kriteria tersebut, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain jarak pandang yang dihubungkan dengan uluran display keseluruhan, sudut pandang, adanya paralaks, pandangan kontras dengan lingkungan sekitar (misalnya terdapat papan iklan atau pepohonan), pengaruh cahaya yang menyilaukan, dan penerangan yang sesuai.

## 2. *Recognition* (pengenalan)

Setelah display dapat dideteksi, selanjutnya suatu display harus dapat dikenali dan dibaca. Faktor inilah yang perlu mendapat perhatian khusus dari para ahli ergonomi. Hal-hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan kriteria ini antara lain bentuk display, ukuran karakter atau gambar dalam display, warna, serta kontras antara warna gambar/karakter dan warna latar belakang. Sifat mudah dikenali dan mudah dibaca dari suatu display untuk tujuan tertentu biasanya erat kaitannya dengan waktu.

## 3. *Understanding* (pemahaman)

Kriteria ketiga yang harus dipenuhi adalah suatu display harus dibuat se jelas mungkin, dalam arti harus mudah dipahami. Pemakaian simbol atau kode-kode yang tepat sangatlah penting sehingga tidak menimbulkan kesalahan persepsi.

*Display* berfungsi sebagai suatu “sistem komunikasi” yang menghubungkan antara fasilitas kerja maupun mesin kepada manusia. Yang bertindak sebagai mesin dalam hal ini adalah stasiun kerja dengan perantaraan alat peraga. Sedangkan manusia adalah berfungsi sebagai operator.

Berdasarkan informasi yang diperoleh, *display* dapat di bagi atas dua, yaitu:

### 1. *Visual Display Quantitatif*

*Visual display kuantitatif* atau alat peraga kuantitatif bertujuan untuk memberikan informasi tentang nilai kuantitatif dari suatu variabel. Pada kebanyakan kasus variabel tersebut mempunyai kecenderungan untuk berubah, dalam hal ini digunakan satuan skala.

### 2. *Visual Display Kualitatif*

*Visual display kualitatif* bertujuan untuk mendapatkan informasi kualitatif, operator biasanya lebih tertarik pada nilai aproksimasi dari variabel yang kontiniu. Pada penggunaan alat peraga untuk mendapatkan informasi kualitatif, biasanya operator lebih tertarik pada nilai aproksimasi dari variabel yang kontinyu seperti misalnya temperatur, tekanan atau kecepatan, atau pada kecendrungan pertambahan variabel nilainya, atau pada perubahan variabel nilainya. Tetapi bagaimanapun juga dasar pemikiran untuk desain alat peraga visual kualitatif adalah pada desain yang kuantitatif juga.

## 1.8 Komponen Sistem Kerja

Dalam setiap sistem kerja terdapat empat komponen, yaitu manusia, bahan, mesin atau peralatan, serta lingkungan kerja. Perbaikan dan perancangan terhadap suatu sistem kerja harus memperhatikan keempat komponen tersebut.



Manusia

Peranan manusia dalam sistem kerja adalah sebagai perancang, pelaksana, dan pengevaluasi. Manusia sebagai pekerja merupakan *variabel* hidup dengan berbagai sifat dan kemampuannya memberi pengaruh yang sangat besar atas keberhasilan sistem kerja. Dalam merancang sistem kerja, perlu diketahui segala kelebihan dan keterbatasan manusia dalam melakukan pekerjaannya. Diharapkan dari hasil rancangan sistem kerja akan diperoleh suatu kesatuan antara manusia dengan pekerjaannya. Untuk itu harus

dicapai suatu kondisi yang memungkinkan manusia merasakan kenyamanan dan keamanan dalam bekerja agar manusia dapat bekerja secara efisien, dalam arti beban (fisik, mental, dan sosial) yang dikeluarkan sekecil mungkin dengan tingkat produktivitas yang tinggi.

#### 2. Bahan atau material

Pengertian bahan disini adalah segala sesuatu yang akan diproses dalam suatu sistem kerja. Bahan ini bisa dikatakan input yang masuk ke dalam sistem kerja dan setelah dikerjakan oleh manusia, baik secara manual maupun dengan bantuan mesin dan peralatan, maka akan menjadi output sistem kerja. Untuk itulah agar diperoleh output yang baik maka harus ada kesesuaian antara bahan dengan manusia dan peralatan yang berlaku sebagai pemroses.

#### 3. Mesin dan peralatan

Komposisi ini berupa segala sesuatu yang membantu manusia dalam memproses input sistem kerja. Walaupun komponen ini bisa berjalan dengan sendirinya (misalnya mesin otomatis) tetapi masih selalu berhubungan dengan manusia. Untuk itulah dalam perancangan sistem kerja, mesin dan peralatan harus disesuaikan dengan manusia dan bahan yang akan diproses. Manusia sebagai komponen yang akan menangani mesin dan peralatan harus dapat mengontrol jalannya mesin dan penanganan alat. Mesin dan peralatan yang baik harus mudah dipergunakan oleh manusia dengan aman dan nyaman. Agar dapat dicapai suatu keadaan tersebut, maka harus dirancang mesin dan peralatan dengan ukuran, bentuk, serta faktor-faktor lain yang sesuai dengan kondisi pemakainya (manusia) dan bahan yang akan diproses.

#### 4. Lingkungan kerja

Dalam melakukan pekerjaannya, manusia tidak dapat terlepas dari kondisi lingkungan kerjanya. Manusia dapat bekerja dengan baik jika kondisi lingkungan tempat bekerja

dirasakan nyaman untuk bekerja.



Konsep ENASE dalam kaitan dengan ergonomi menciptakan metode, lingkungan, dan peralatan kerja yang mampu menstimulasi ENASE sesuai dengan pekerjaan masing-masing orang. ENASE merupakan tujuan yang ingin dicapai dalam implementasi ergonomi. ENASE tidak hanya dirasakan oleh fisik pekerja tetapi juga dapat dirasakan secara psikologis. Maksud dari masing-masing komponen ENASE adalah sebagai berikut:

1. Efektif

Bekerja dengan efektif sehingga target dapat terpenuhi sesuai dengan yang diharapkan.

2. Nyaman

Suatu keadaan dimana tempat bekerja dapat diterima oleh semua pekerja dan tidak membuat bosan ketika berada di ruangan tersebut. Pekerja tidak gampang lelah.

3. Aman

Merasakan suatu keadaan yang tidak membuat khawatir seseorang ketika sedang berada di suatu tempat yang mereka datangi.

4. Sehat

Keadaan suatu tempat dimana memiliki sirkulasi udara yang cukup sehingga udara yang masuk sesuai dengan kebutuhan.

5. Efisien

Bekerja dengan gerakan, usaha, waktu, dan kelelahan yang sesedikit mungkin.

Karakteristik ENASE bisa diusahakan melalui disiplin ergonomi. Pendekatan ergonomi yang dilakukan dalam perancangan sistem produksi di lantai produksi akan mampu menghasilkan sebuah rancangan sistem manusia-mesin yang sesuai dengan ekspektasi manusia pekerja atau tanpa menyebabkan beban kerja yang melebihi ambang batas (fisik maupun psikologis) manusia untuk menahannya. Dalam hal ini akan diaplikasikan segala macam informasi yang berkaitan dengan faktor manusia (kekuatan, kelemahan/keterbatasan) dalam perancangan sistem kerja yang meliputi perancangan produk (*man-made objects*), mesin dan fasilitas kerja, serta lingkungan kerja fisik yang lebih efektif, aman, nyaman, sehat, dan efisien (ENASE). Rekayasa manusia (*human engineering*) dengan konsep ENASE yang dilakukan terhadap sistem kerja diharapkan akan mampu untuk:

1. Memperbaiki performansi kerja manusia seperti menambah kecepatan kerja, ketelitian, keselamatan, kenyamanan, dan mengurangi penggunaan energi kerja yang berlebihan dan mengurangi kelelahan.
2. Mengurangi waktu yang terbuang sia-sia untuk pelatihan dan meminimalkan kerusakan fasilitas kerja karena *human errors*.
3. Meningkatkan *functional effectiveness* dan produktivitas kerja manusia dengan memperhatikan karakteristik manusia dalam desain sistem kerja.



**2.10 Desain Faktorial 2<sup>k</sup>**

Desain eksperimen faktorial 2<sup>k</sup> merupakan desain eksperimen faktorial yang menyangkut k buah faktor dengan tiap faktor hanya terdiri atas dua buah taraf. Perhatikan bahwa banyak taraf, ialah 2, ditulis menjadi bilangan pokok, sedangkan banyak faktor, ialah k, menjadi pangkat. Demikian misalnya, desain eksperimen dengan dua faktor A dan B yang masing-masing terdiri atas dua taraf akan ditulis sebagai desain eksperimen faktorial 2<sup>2</sup>. Apabila kita berurusan dengan tiga faktor A, B, dan C yang masing-masing terdiri atas dua taraf, maka diperoleh desain eksperimen faktorial 2<sup>3</sup>, dan begitu pula untuk desain eksperimen faktorial 2<sup>4</sup>, 2<sup>5</sup>, 2<sup>6</sup> dan seterusnya.

Tabel 4.7 Daftar Anova Desain Eksperimen Faktorial

Sumber Variasi	JK	Dk	KT	F
Corrected Model	$A_y + B_y + AB_y$	$n - 1$	C	KT/JK(kekeliruan)
Rata-rata perlakuan	$R_y$	1	R	
A	$A_y$	$a - 1$	A	
B	$B_y$	$b - 1$	B	
AB	$AB_y$	$(a - 1)(b - 1)$	AB	
Kekeliruan	$E_y$	$ab(n - 1)$	E	-
Jumlah	$\Sigma Y^2$	$abn$	-	-
Corrected Total	$C_y + E_y$	$(n - 1) + (ab(n - 1))$	-	-

Sumber : [library.usu.ac.id/download/ft/28ndustry-aulia2.pdf](http://library.usu.ac.id/download/ft/28ndustry-aulia2.pdf)

Sistem kontras  $r.2^{(k-1)}$

$$(r.2^{(k-1)})A = -(1) + a - b + ab$$

$$(r.2^{(k-1)})B = -(1) - a + b + ab$$

$$(r.2^{(k-1)})AB = +(1) - a - b + ab$$

$$JK(A, B, AB) = \frac{(r.2^{(k-1)})^2}{(abn)} \tag{2-3}$$

di mana a=kolom b=baris n=sampel

Sumber : [library.usu.ac.id/download/ft/28ndustry-aulia2.pdf](http://library.usu.ac.id/download/ft/28ndustry-aulia2.pdf)

Rumus mencari KT :

$$KT = \frac{JK}{dk} \tag{2-4}$$

Sumber : [library.usu.ac.id/download/ft/28ndustry-aulia2.pdf](http://library.usu.ac.id/download/ft/28ndustry-aulia2.pdf)



Rumus mencari F :

$$F = \frac{\text{KT sumber variasi}}{\text{KT kekeliruan}} \quad (2-5)$$



Sumber : [library.usu.ac.id/download/ft/29industry-aulia2.pdf](http://library.usu.ac.id/download/ft/29industry-aulia2.pdf)

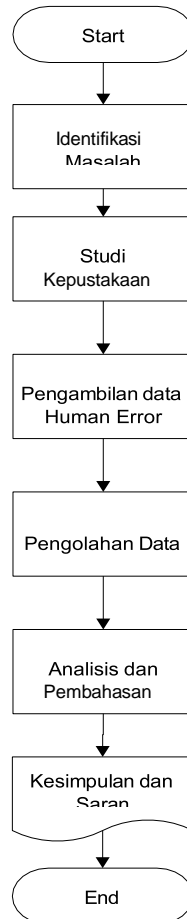
*Intercept* atau rata-rata perlakuan (titik potong/konstanta) merupakan angka yang menunjukkan bahwa konstanta regresi signifikan atau tidak.



### BAB III METODOLOGI PRAKTIKUM

#### 3.1 Diagram Alir

Berikut merupakan diagram alir praktikum modul *Human Error*.



Gambar 3.1 Diagram Alir  
Sumber: Pengolahan Data

#### 3.2 Peralatan dan Bahan Praktikum

Peralatan praktikum yang digunakan adalah sebagai berikut:





1. 1 set komputer lengkap
2. *Audio system*
3. CD audio kebisingan
4. *Dimmer lamp*
5. *Air conditioner (AC)*
6. *Software human error* lingkungan
7. Ruang iklim (*climatic chamber*)

### 3.2 Prosedur Pelaksanaan Praktikum Human Error

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam melaksanakan praktikum *human error* , yaitu:

1. Menyiapkan komputer dan *software human error* lingkungan.
2. Menyiapkan pula kondisi lingkungan kerja masing-masing seperti berikut ini:
3. Operator akan menggunakan *software human error* lingkungan dengan prosedur berikut ini:
  - a. Terdapat 9 macam bilangan random yang harus dihafalkan oleh operator dalam waktu 25 detik.
  - b. Lalu operator bertugas untuk mengisikan angka yang telah dihafalkan tersebut sesuai pada tempatnya masing-masing dengan waktu maksimal 25 detik.
  - c. Apabila operator melakukan kesalahan atau melewati batas waktu yang telah ditentukan maka secara otomatis *software* akan mencatat jumlah kesalahan (*error*) atau kotak yang belum terisi yang dilakukan operator tersebut.
4. Mencatat hasil dari pengerjaan tersebut pada lembar pengamatan.

## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data lingkungan kerja fisik yaitu data *human error*. Data dikumpulkan secara langsung pada saat praktikum *human error*. Data lingkungan kerja fisik merupakan data *human error* dari produktivitas operator (praktikan) yang dikenakan kondisi lingkungan kerja. Berikut ini adalah data lingkungan kerja fisik untuk operator putra:

Tabel 4.1 Data *Human Error* Putra

ARGA			
Kombinasi Perlakuan	Jumlah Error		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	5	3	6
2	4	4	9
3	5	3	5
4	5	4	4
5	4	2	3
6	1	1	0
7	4	5	5
8	6	2	5
9	3	2	5
10	3	5	3
11	6	6	5
12	7	6	3
13	1	3	3
14	2	2	4
15	1	4	0
16	5	3	6
17	2	6	6
18	3	5	6
19	8	4	3
20	3	5	6
21	6	3	3
22	5	8	4
23	5	5	3
24	7	7	4
25	5	5	5
26	7	3	6
27	5	6	2
28	5	5	5
29	5	5	5
30	5	5	6
31	5	5	5
32	4	4	5

Sumber: Pengolahan Data

Data lingkungan kerja fisik merupakan data *human error* dari produktivitas operator (praktikan) yang dikenakan kondisi lingkungan kerja. Berikut ini adalah data lingkungan kerja fisik untuk operator putri:

Tabel 4.2 Data *Human Error* Putri

NINDYTA			
Kombinasi Perlakuan	Jumlah Error		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	5	6	3
2	3	5	3
3	3	5	5
4	5	5	4
5	7	6	6
6	6	5	3
7	6	6	5
8	3	6	5
9	5	6	6
10	7	4	4
11	7	5	6
12	5	4	4
13	6	6	4
14	6	2	2
15	7	4	4
16	6	5	6
17	7	6	0
18	5	0	7
19	6	2	5
20	7	6	2
21	5	4	0
22	0	8	4
23	0	4	3
24	7	7	2
25	4	1	2
26	2	3	2
27	4	5	4
28	6	9	3
29	2	6	0
30	3	6	4
31	3	8	9
32	4	2	5

Sumber: Pengolahan Data

4.2 Perhitungan Analisis Data

4.2.1 Perhitungan dan Analisis Data Rata-rata Error

4.2.1.1 Perhitungan dan Analisis Data Rata-rata Pria

Tabel 4.3 Kombinasi Jumlah Error Pria  
PUTRA

Kebisingan	Warna Layar	Ukuran Angka	Temperatur																			
			1								2											
			Pencahayayan																			
			1				2				1				2							
1	2	3	total	rata-rata	1	2	3	total	rata-rata	1	2	3	total	rata-rata	1	2	3	total	rata-rata			
1	1	1	5	3	6	14	4,666667	3	2	5	10	3,333333	2	6	6	14	4,666667	5	5	5	15	5
		2	4	4	9	17	5,666667	3	5	3	11	3,666667	3	5	6	14	4,666667	7	3	6	16	5,333333
	2	1	5	3	5	13	4,333333	6	6	5	17	5,666667	8	4	3	15	5	5	6	2	13	4,333333
		2	5	4	4	13	4,333333	7	6	3	16	5,333333	3	5	6	14	4,666667	5	5	5	15	5
2	1	1	4	2	3	9	3	1	3	3	7	2,333333	6	3	3	12	4	5	5	5	15	5
		2	1	1	0	2	0,666667	2	2	4	8	2,666667	5	8	4	17	5,666667	5	5	6	16	5,333333
	2	1	4	5	5	14	4,666667	1	4	0	5	1,666667	5	5	3	13	4,333333	5	5	5	15	5
		2	6	2	5	13	4,333333	5	3	6	14	4,666667	7	7	4	18	6	4	4	5	13	4,333333

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel kombinasi putra diatas dapat diketahui :

Jumlah terkecil : 2

Rerata terkecil : 0,667

Dengan demikian dapat diketahui faktor yang hampir tidak mempengaruhi jumlah error pada putra adalah :

Penggunaan warna layar putih (1), cahaya yang digunakan off (1), tingkat kebisingan on (2), temperatur off (1), dan dengan ukuran huruf 72 (2).

4.2.1.2 Perhitungan dan Analisis Data Rata-rata Wanita

Tabel 4.4 Kombinasi Jumlah Error Wanita  
PUTRI

Kebisingan	Warna Layar	Ukuran Angka	Temperatur																			
			1								2											
			Pencahayayan																			
			1				2				1				2							
1	2	3	tota	rata	rata	1	2	3	tota	rata	rata	1	2	3	tota	rata	rata					
1	1	1	5	6	3	14	4,666667	5	6	6	17	5,666667	7	6	0	13	4,333333	4	1	2	7	2,333333
		2	3	5	3	11	3,666667	7	4	4	15	5	5	0	7	12	4	2	3	2	7	2,333333
	2	1	3	5	5	13	4,333333	7	5	6	18	6	6	2	5	13	4,333333	4	5	4	13	4,333333
		2	5	5	4	14	4,666667	5	4	4	13	4,333333	7	6	2	15	5	6	9	3	18	6

Sumber: Pengolahan Data



Lanjutan Tabel 4.4 Kombinasi Jumlah *Error* Wanita PUTRI

Kebisingan	Warna Layar	Ukuran Angka	Temperatur																			
			1							2												
			Pencahayaannya																			
			1					2					1					2				
1	2	3	total	rata-rata	1	2	3	total	rata-rata	1	2	3	total	rata-rata	1	2	3	total	rata-rata			
2	1	1	7	6	6	19	6,333333	6	6	4	16	5,333333	5	4	0	9	3	2	6	0	8	2,666667
		2	6	5	3	14	4,666667	6	2	2	10	3,333333	0	8	4	12	4	3	6	4	13	4,333333
	2	1	6	6	5	17	5,666667	7	4	4	15	5	0	4	3	7	2,333333	3	8	9	20	6,666667
		2	3	6	5	14	4,666667	6	5	6	17	5,666667	7	7	2	16	5,333333	4	2	5	11	3,666667

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel kombinasi putra diatas dapat diketahui :

Jumlah terkecil : 7

Rerata terkecil : 2,33

Dengan demikian dapat diketahui faktor yang hampir tidak mempengaruhi jumlah *error* pada putri adalah :

- Penggunaan warna layar putih (1), cahaya yang digunakan on (2), tingkat kebisingan off (1), temperatur on (2), dan dengan ukuran huruf 24 (1).
- Penggunaan warna layar putih (1), cahaya yang digunakan on (2), tingkat kebisingan off (1), temperatur on (2), dan dengan ukuran huruf 72 (2).
- Penggunaan warna layar merah (2), cahaya yang digunakan off (1), tingkat kebisingan on (2), temperatur on (2), dan dengan ukuran huruf 24 (1).

#### 4.2.2 Pengolahan & Analisis Data dengan Menggunakan Desain Eksperimen

Data hasil pengamatan selanjutnya akan diolah dan dianalisis dengan desain eksperimen metode Yates dengan desain faktorial 2<sup>k</sup>. Dalam hal ini faktor yang diteliti (k) berjumlah 5, yaitu kebisingan, temperatur, pencahayaan, ukuran huruf, dan warna layar. Analisis dengan metode Yates ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi perlakuan yang dibebankan pada praktikan terhadap performansi kinerja praktikan dalam mengingat kombinasi-kombinasi angka yang diberikan.

Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis data hasil pengamatan:

- Merekap data hasil pengamatan berdasarkan kombinasi perlakuan yang dibebankan..
- Menentukan formulasi hipotesis seperti berikut ini:

H<sub>0</sub> : Tidak ada pengaruh interaksi faktor tertentu terhadap jumlah *error*

H<sub>1</sub> : Ada pengaruh interaksi faktor tertentu terhadap jumlah *error*



3. Menentukan taraf nyata dan nilai F tabel

$$\alpha = 0,05; v_1 = 1; v_2 = 2^k(r-1)$$

$$F_{(0,05; 1; 64)} = 3,99$$

4. Kriteria Pengujian

$H_0$  diterima apabila  $F_0 \leq 3,99$

$H_0$  ditolak apabila  $F_0 > 3,99$

5. Pengujian Statistik

### 4.2.3 Perhitungan Kontras dengan Menggunakan Metode Yates

#### 4.2.3.1 Perhitungan Kontras Putra

Tabel 4.5 Kombinasi Jumlah Error Pria

Kebisingan	Warna Layar	Ukuran Angka	Temperatur															
			1								2							
			Pencahayaannya															
			1				2				1				2			
1	2	3	total	1	2	3	total	1	2	3	total	1	2	3	total			
1	1	1	5	3	6	14	3	2	5	10	2	6	6	14	5	5	5	15
		2	4	4	9	17	3	5	3	11	3	5	6	14	7	3	6	16
	2	1	5	3	5	13	6	6	5	17	8	4	3	15	5	6	2	13
		2	5	4	4	13	7	6	3	16	3	5	6	14	5	5	5	15
2	1	1	4	2	3	9	1	3	3	7	6	3	3	12	5	5	5	15
		2	1	1	0	2	2	2	4	8	5	8	4	17	5	5	6	16
	2	1	4	5	5	14	1	4	0	5	5	5	3	13	5	5	5	15
		2	6	2	5	13	5	3	6	14	7	7	4	18	4	4	5	13

Sumber: Pengolahan Data

Contoh perhitungan JK :

$$JK(A) = \frac{(-1)^2}{3 \times 2^5} = 0,01$$

$$JK(B) = \frac{(-3)^2}{3 \times 2^5} = 0,1$$

$$\sum Y = 14 + 17 + 13 + \dots + 13 = 418$$

Perhitungan JK jumlah total atau  $\sum Y^2$  adalah sebagai berikut:

$$\sum Y^2 = (14)^2 + (17)^2 + (13)^2 + \dots + (13)^2 = 5862$$

Perhitungan JK Rata-rata atau  $R_y$  adalah sebagai berikut:

$$R_y = (12+15+9+ \dots + (13)^2) / 96 = 1820,42$$

Perhitungan untuk nilai JK kekeliruan atau  $E_y$  adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} E_y &= \sum Y^2 - R_y - \sum JK \\ &= 5862 - 1820,42 - 168,177 \\ &= 3873,781 \end{aligned}$$



Tabel 4.6 Anova *human Error* pada Pria

Sumber Variasi	dK	JK	KT	F	F tabel
Rata-rata	1	1820,042	1820,042		
Perlakuan					
A	1	0,010	0,010	0,000	3,990924
B	1	6,000	6,000	0,099	3,990924
AB	1	16,667	16,667	0,275	3,990924
C	1	13,500	13,500	0,223	3,990924
AC	1	0,375	0,375	0,006	3,990924
BC	1	2,042	2,042	0,034	3,990924
ABC	1	1,042	1,042	0,017	3,990924
D	1	0,375	0,375	0,006	3,990924
AD	1	0,667	0,667	0,011	3,990924
BD	1	0,167	0,167	0,003	3,990924
ABD	1	0,042	0,042	0,001	3,990924
CD	1	0,167	0,167	0,003	3,990924
ACD	1	0,375	0,375	0,006	3,990924
BCD	1	9,375	9,375	0,155	3,990924
ABCD	1	0,167	0,167	0,003	3,990924
E	1	28,167	28,167	0,465	3,990924
AE	1	0,375	0,375	0,006	3,990924
BE	1	9,375	9,375	0,155	3,990924
ABE	1	1,500	1,500	0,025	3,990924
CE	1	18,375	18,375	0,304	3,990924
ACE	1	0,667	0,667	0,011	3,990924
BCE	1	1,500	1,500	0,025	3,990924
ABCE	1	5,042	5,042	0,083	3,990924
DE	1	0,667	0,667	0,011	3,990924
ADE	1	5,042	5,042	0,083	3,990924
BDE	1	2,042	2,042	0,034	3,990924
ABDE	1	0,167	0,167	0,003	3,990924
CDE	1	0,042	0,042	0,001	3,990924
ACDE	1	13,500	13,500	0,223	3,990924
BCDE	1	30,375	30,375	0,502	3,990924
ABCDE	1	0,375	0,375	0,006	3,990924
Kekeliruan	64	3873,781	60,528		
Jumlah	96	5862,000		3,9909244	

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 4.7 Perbandingan F Tabel dan F Hitung

F hitung	F Tabel	Kesimpulan
0,000	3,990924	terima H0
0,099	3,990924	terima H0
0,275	3,990924	terima H0
0,223	3,990924	terima H0
0,006	3,990924	terima H0
0,034	3,990924	terima H0
0,017	3,990924	terima H0
0,006	3,990924	terima H0
0,011	3,990924	terima H0
0,003	3,990924	terima H0



0,001	3,990924	terima H0
0,003	3,990924	terima H0

Sumber: Pengolahan Data

Lanjutan Tabel 4.7 Perbandingan F Tabel dan F Hitung

F hitung	F Tabel	Kesimpulan
0,006	3,990924	terima H0
0,155	3,990924	terima H0
0,003	3,990924	terima H0
0,465	3,990924	terima H0
0,006	3,990924	terima H0
0,155	3,990924	terima H0
0,025	3,990924	terima H0
0,304	3,990924	terima H0
0,011	3,990924	terima H0
0,025	3,990924	terima H0
0,083	3,990924	terima H0
0,011	3,990924	terima H0
0,083	3,990924	terima H0
0,034	3,990924	terima H0
0,003	3,990924	terima H0
0,001	3,990924	terima H0
0,223	3,990924	terima H0
0,502	3,990924	terima H0
0,006	3,990924	terima H0

Sumber: Pengolahan Data

Berikut ini adalah hipotesis dan kesimpulan dari interaksi faktor lingkungan kerja fisik terhadap *human error*:

1. Faktor : Temperatur (A)

Hipotesis :

H<sub>0</sub> : Tidak ada pengaruh faktor temperatur terhadap *human error*

H<sub>1</sub> : Ada pengaruh faktor temperatur terhadap *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung (0.000) ≤ F tabel (3,990924), sehingga H<sub>0</sub> diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur terhadap *human error*.

2. Faktor : Pencahayaan (B)

Hipotesis :

H<sub>0</sub> : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan terhadap *human error*

H<sub>1</sub> : Ada pengaruh faktor pencahayaan terhadap *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung (0.099) ≤ F tabel (3,990924), sehingga H<sub>0</sub> diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan terhadap *human error*.

3. Faktor : Kebisingan (C)

Hipotesis :





$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor kebisingan terhadap *human error*

$H_1$  : Ada pengaruh faktor kebisingan terhadap *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.275) \leq F$  tabel  $(3,990924)$ , sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor kebisingan terhadap *human error*.

4. Faktor : Warna Layar (D)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor warna layar terhadap *human error*

$H_1$  : Ada pengaruh faktor warna layar terhadap *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.233) \leq F$  tabel  $(3,990924)$ , sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor warna layar terhadap *human error*.

5. Faktor : Ukuran Angka (E)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor ukuran angka terhadap *human error*

$H_1$  : Ada pengaruh faktor ukuran angka terhadap *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.006) \leq F$  tabel  $(3,990924)$ , sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor ukuran angka terhadap *human error*.

6. Interaksi antara Temperatur dan Pencahayaan (AB)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur dan pencahayaan terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur dan pencahayaan yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.034) \leq F$  tabel  $(3,990924)$ , sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur dan pencahayaan terhadap *human error*.

7. Interaksi antara Temperatur dan Kebisingan (AC)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur dan kebisingan terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur dan kebisingan yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :



Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.017) \leq F$  tabel  $(3,990924)$ , sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur dan kebisingan terhadap *human error*.

8. Interaksi antara Temperatur dan Warna Layar (AD)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur dan warna layar terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur dan warna layar yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.006) \leq F$  tabel  $(3,990924)$ , sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur dan warna layar terhadap *human error*.

9. Interaksi antara Temperatur dan Ukuran Angka (AE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur dan ukuran angka terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.011) \leq F$  tabel  $(3,990924)$ , sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur dan ukuran angka terhadap *human error*.

10. Interaksi antara Pencahayaan dan Kebisingan (BC)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan dan kebisingan terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari pencahayaan dan kebisingan yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.003) \leq F$  tabel  $(3,990924)$ , sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan dan kebisingan terhadap *human error*.

11. Interaksi antara Pencahayaan dan Warna Layar (BD)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan dan warna layar terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari pencahayaan dan warna layar yang mempengaruhi *human error*



Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.001) \leq F$  tabel (3,990924), sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan dan warna layar terhadap *human error*.

12. Interaksi antara Pencahayaan dan Ukuran Angka (BE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan dan ukuran angka terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari pencahayaan dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.003) \leq F$  tabel (3,990924), sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan dan ukuran angka terhadap *human error*.

13. Interaksi antara Kebisingan dan Warna Layar (CD)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor kebisingan dan warna layar terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari kebisingan dan warna layar yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh F hitung  $(0.006) \leq F$  tabel (3,990924) sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.

14. Interaksi antara Kebisingan dan Ukuran Angka (CE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$ : Minimal ada satu faktor dari kebisingan dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh diperoleh F hitung  $(0.155) \leq F$  tabel (3,990924) sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

15. Interaksi antara Warna Layar dan Ukuran Angka (DE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.



$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari warna layar dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.003) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

16. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan dan Kebisingan (ABC)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan dan kebisingan terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, pencahayaan dan kebisingan yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.465) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan dan kebisingan terhadap *human error*.

17. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan dan Warna Layar (ABD)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan dan warna layar terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari faktor temperatur, pencahayaan dan warna layar yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai nilai F hitung  $(0.006) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan dan warna layar terhadap *human error*.

18. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan dan Ukuran Angka (ABE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, pencahayaan dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :



Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.155) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan dan ukuran angka terhadap *human error*.

19. Interaksi antara Temperatur, Kebisingan dan Warna Layar (ACD)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, kebisingan dan warna layar yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.025) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.

20. Interaksi antara Temperatur, Kebisingan dan Ukuran Angka (ACE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, kebisingan dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.304) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

21. Interaksi antara Temperatur, Warna Layar dan Ukuran Angka (ADE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, warna layar dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.011) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

22. Interaksi antara Pencahayaan, Kebisingan dan Warna Layar (BCD)

Hipotesis :



$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari pencahayaan, kebisingan dan warna layar yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.025) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.

### 23. Interaksi antara Pencahayaan, Kebisingan dan Ukuran Angka (BCE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor pencahayaan, kebisingan dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.083) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

### 24. Interaksi antara Pencahayaan, Warna Layar dan Ukuran Angka (BDE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari pencahayaan, warna layar dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh diperoleh nilai F hitung  $(0.011) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

### 25. Interaksi antara Kebisingan, Warna Layar dan Ukuran Angka (CDE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor kebisingan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.



$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari kebisingan, warna layar dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error* .

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.083) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor kebisingan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

26. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan, Kebisingan dan Warna Layar (ABCD)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, pencahayaan, kebisingan dan warna layar yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.034) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.

27. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan, Kebisingan dan Ukuran Angka (ABCE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, pencahayaan, kebisingan dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.003) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

28. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan, Warna Layar dan Ukuran Angka (ABDE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, warna layar, dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, pencahayaan, warna layar, dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :



Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.001) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, warna layar, dan ukuran angka terhadap *human error*.

29. Interaksi antara Temperatur, Kebisingan, Warna Layar dan Ukuran Angka (ACDE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, kebisingan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, kebisingan, warna layar dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.223) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada ada pengaruh faktor temperatur, kebisingan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

30. Interaksi antara Pencahayaan, Kebisingan, Warna Layar, dan Ukuran Angka (BCDE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, kebisingan, warna layar, dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari pencahayaan, kebisingan, warna layar, dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.502) \leq F$  tabel  $(3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, kebisingan, warna layar, dan ukuran angka terhadap *human error*.

31. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan, Kebisingan, Warna Layar, dan Ukuran Angka (ABCDE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, kebisingan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, pencahayaan, kebisingan, warna layar dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :





Dari hasil perhitungan manual diperoleh  $F_{hitung} (0.006) \leq F_{tabel} (3,990924)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, kebisingan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

4.2.3.2 Pengolahan & Analisis Data dengan Menggunakan DE Wanita

Tabel 4.8 Kombinasi Jumlah *Error* Wanita

Kebisingan	Warna Layar	Ukuran Angka	Temperatur															
			1								2							
			Pencahayaan															
			1				2				1				2			
1	2	3	total	1	2	3	total	1	2	3	total	1	2	3	total			
1	1	1	5	6	3	14	5	6	6	17	7	6	0	13	4	1	2	7
		2	3	5	3	11	7	4	4	15	5	0	7	12	2	3	2	7
	2	1	3	5	5	13	7	5	6	18	6	2	5	13	4	5	4	13
		2	5	5	4	14	5	4	4	13	7	6	2	15	6	9	3	18
2	1	1	7	6	6	19	6	6	4	16	5	4	0	9	2	6	0	8
		2	6	5	3	14	6	2	2	10	0	8	4	12	3	6	4	13
	2	1	6	6	5	17	7	4	4	15	0	4	3	7	3	8	9	20
		2	3	6	5	14	6	5	6	17	7	7	2	16	4	2	5	11

Sumber: Pengolahan Data

Contoh perhitungan JK :

$$JK(A) = \frac{(9)^2}{3 \times 2^5} = 1,260$$

$$JK(B) = \frac{(-23)^2}{3 \times 2^5} = 5,51$$

$$\sum Y = 14 + 11 + 13 + \dots + 11 = 431$$

Perhitungan JK jumlah total atau  $\sum Y^2$  adalah sebagai berikut:

$$\sum Y^2 = (14)^2 + (11)^2 + (13)^2 + \dots + (11)^2 = 6183$$

Perhitungan JK Rata-rata atau  $R_y$  adalah sebagai berikut:

$$R_y = (14+11+13+ \dots + 11)^2 / 96 = 1935,010$$

Perhitungan untuk nilai JK kekeliruan atau  $E_y$  adalah sebagai berikut

$$E_y = \sum Y^2 - R_y - \sum JK$$

$$= 6183 - 1935,010 - 431$$

$$= 4109,500$$

Tabel 4.9 Anova *Human Error* pada Putri

Sumber Variasi	dK	JK	KT	F	F tabel
Rata-rata	1	1820,042	1820,042		
Perlakuan					
A	1	0,510	0,510	0,008	3,991
B	1	14,260	14,260	0,222	3,991
AB	1	1,260	1,260	0,020	3,991
C	1	0,260	0,260	0,004	3,991
AC	1	0,010	0,010	0,000	3,991
BC	1	12,760	12,760	0,199	3,991



ABC	1	0,510	0,510	0,008	3,991
D	1	0,260	0,260	0,004	3,991
AD	1	1,760	1,760	0,027	3,991
BD	1	7,594	7,594	0,118	3,991
ABD	1	3,760	3,760	0,059	3,991
CD	1	0,010	0,010	0,000	3,991
ACD	1	1,260	1,260	0,020	3,991
BCD	1	0,260	0,260	0,004	3,991
ABCD	1	0,844	0,844	0,013	3,991
E	1	19,260	19,260	0,300	3,991
AE	1	12,760	12,760	0,199	3,991
BE	1	7,594	7,594	0,118	3,991
ABE	1	1,260	1,260	0,020	3,991
CE	1	0,844	0,844	0,013	3,991
ACE	1	0,260	0,260	0,004	3,991
BCE	1	1,260	1,260	0,020	3,991
ABCE	1	6,510	6,510	0,101	3,991
DE	1	0,260	0,260	0,004	3,991
ADE	1	1,260	1,260	0,020	3,991
BDE	1	3,010	3,010	0,047	3,991
ABDE	1	3,010	3,010	0,047	3,991
CDE	1	11,344	11,344	0,177	3,991
ACDE	1	8,760	8,760	0,136	3,991
BCDE	1	3,010	3,010	0,047	3,991
ABCDE	1	12,760	12,760	0,199	3,991
Kekeliruan	64	4109,500	64,211		
Jumlah	96	6183,000		3,991	

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 4.10 Perbandingan F Tabel dan F Hitung

F Hitung	F Tabel	Kesimpulan
0,008	3,991	terima H0
0,222	3,991	terima H0
0,020	3,991	terima H0
0,004	3,991	terima H0
0,000	3,991	terima H0
0,199	3,991	terima H0
0,008	3,991	terima H0
0,004	3,991	terima H0
0,027	3,991	terima H0
0,118	3,991	terima H0
0,059	3,991	terima H0
0,000	3,991	terima H0
0,020	3,991	terima H0
0,004	3,991	terima H0
0,013	3,991	terima H0
0,300	3,991	terima H0
0,199	3,991	terima H0
0,118	3,991	terima H0
0,020	3,991	terima H0
0,013	3,991	terima H0
0,004	3,991	terima H0
0,020	3,991	terima H0
0,101	3,991	terima H0
0,004	3,991	terima H0
0,020	3,991	terima H0
0,047	3,991	terima H0
0,047	3,991	terima H0



0,177	3,991	terima H0
0,136	3,991	terima H0
0,047	3,991	terima H0
0,199	3,991	terima H0

Sumber : Pengolahan Data

Berikut ini adalah hipotesis dan kesimpulan dari interaksi faktor lingkungan kerja fisik terhadap *human error*:

1. Faktor : Temperatur (A)

Hipotesis :

H<sub>0</sub> : Tidak ada pengaruh faktor temperatur terhadap *human error*

H<sub>1</sub> : Ada pengaruh faktor temperatur terhadap *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung ( $0.008 \leq F$  tabel (3,991)), sehingga H<sub>0</sub> diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur terhadap *human error*.

2. Faktor : Pencahayaan (B)

Hipotesis :

H<sub>0</sub> : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan terhadap *human error*

H<sub>1</sub> : Ada pengaruh faktor pencahayaan terhadap *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung ( $0.222 \leq F$  tabel (3,991)), sehingga H<sub>0</sub> diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan terhadap *human error*.

3. Faktor : Kebisingan (C)

Hipotesis :

H<sub>0</sub> : Tidak ada pengaruh faktor kebisingan terhadap *human error*

H<sub>1</sub> : Ada pengaruh faktor kebisingan terhadap *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung ( $0.020 \leq F$  tabel (3,991)), sehingga H<sub>0</sub> diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor kebisingan terhadap *human error*.

4. Faktor : Warna Layar (D)

Hipotesis :

H<sub>0</sub> : Tidak ada pengaruh faktor warna layar terhadap *human error*

H<sub>1</sub> : Ada pengaruh faktor warna layar terhadap *human error*

Kesimpulan :



Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.004) \leq F$  tabel (3,991), sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor warna layar terhadap *human error*.

5. Faktor : Ukuran Angka (E)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor ukuran angka terhadap *human error*

$H_1$  : Ada pengaruh faktor ukuran angka terhadap *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.000) \leq F$  tabel (3,991), sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor ukuran angka terhadap *human error*.

6. Interaksi antara Temperatur dan Pencahayaan (AB)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur dan pencahayaan terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur dan pencahayaan yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.199) \leq F$  tabel (3,991), sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur dan pencahayaan terhadap *human error*.

7. Interaksi antara Temperatur dan Kebisingan (AC)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur dan kebisingan terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur dan kebisingan yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.008) \leq F$  tabel (3,991), sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur dan kebisingan terhadap *human error*.

8. Interaksi antara Temperatur dan Warna Layar (AD)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur dan warna layar terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur dan warna layar yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :



Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.004) \leq F$  tabel (3,991), sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur dan warna layar terhadap *human error*.

9. Interaksi antara Temperatur dan Ukuran Angka (AE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur dan ukuran angka terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.027) \leq F$  tabel (3,991), sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur dan ukuran angka terhadap *human error*.

10. Interaksi antara Pencahayaan dan Kebisingan (BC)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan dan kebisingan terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari pencahayaan dan kebisingan yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.118) \leq F$  tabel (3,991), sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan dan kebisingan terhadap *human error*.

11. Interaksi antara Pencahayaan dan Warna Layar (BD)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan dan warna layar terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari pencahayaan dan warna layar yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.059) \leq F$  tabel (3,991), sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan dan warna layar terhadap *human error*.

12. Interaksi antara Pencahayaan dan Ukuran Angka (BE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan dan ukuran angka terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari pencahayaan dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*



Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.000) \leq F$  tabel  $(3,991)$ , sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan dan ukuran angka terhadap *human error*.

13. Interaksi antara Kebisingan dan Warna Layar (CD)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor kebisingan dan warna layar terhadap *human error*

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari kebisingan dan warna layar yang mempengaruhi *human error*

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh F hitung  $(0.020) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.

14. Interaksi antara Kebisingan dan Ukuran Angka (CE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari kebisingan dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh diperoleh F hitung  $(0.004) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

15. Interaksi antara Warna Layar dan Ukuran Angka (DE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari warna layar dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.013) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

16. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan dan Kebisingan (ABC)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan dan kebisingan terhadap *human error*.



$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, pencahayaan dan kebisingan yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.300) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan dan kebisingan terhadap *human error*.

17. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan dan Warna Layar (ABD)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan dan warna layar terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari faktor temperatur, pencahayaan dan warna layar yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai nilai F hitung  $(0.199) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan dan warna layar terhadap *human error*.

18. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan dan Ukuran Angka (ABE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, pencahayaan dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.118) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan dan ukuran angka terhadap *human error*.

19. Interaksi antara Temperatur, Kebisingan dan Warna Layar (ACD)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, kebisingan dan warna layar yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :



Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.020) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.

20. Interaksi antara Temperatur, Kebisingan dan Ukuran Angka (ACE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, kebisingan dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.013) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

21. Interaksi antara Temperatur, Warna Layar dan Ukuran Angka (ADE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, warna layar dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.004) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

22. Interaksi antara Pencahayaan, Kebisingan dan Warna Layar (BCD)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari pencahayaan, kebisingan dan warna layar yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.020) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.





## 23. Interaksi antara Pencahayaan, Kebisingan dan Ukuran Angka (BCE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor pencahayaan, kebisingan dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.101) \leq F$  tabel (3,991) sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

## 24. Interaksi antara Pencahayaan, Warna Layar dan Ukuran Angka (BDE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari pencahayaan, warna layar dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh diperoleh nilai F hitung  $(0.004) \leq F$  tabel (3,991) sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

## 25. Interaksi antara Kebisingan, Warna Layar dan Ukuran Angka (CDE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor kebisingan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari kebisingan, warna layar dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.020) \leq F$  tabel (3,991) sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor kebisingan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

## 26. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan, Kebisingan dan Warna Layar (ABCD)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.



$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, pencahayaan, kebisingan dan warna layar yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.047) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, kebisingan dan warna layar terhadap *human error*.

27. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan, Kebisingan dan Ukuran Angka (ABCE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, pencahayaan, kebisingan dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.047) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, kebisingan dan ukuran angka terhadap *human error*.

28. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan, Warna Layar dan Ukuran Angka (ABDE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, warna layar, dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, pencahayaan, warna layar, dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai F hitung  $(0.177) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, warna layar, dan ukuran angka terhadap *human error*.

29. Interaksi antara Temperatur, Kebisingan, Warna Layar dan Ukuran Angka (ACDE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, kebisingan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, kebisingan, warna layar dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :



Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai  $F$  hitung  $(0.136) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, kebisingan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

30. Interaksi antara Pencahayaan, Kebisingan, Warna Layar, dan Ukuran Angka (BCDE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, kebisingan, warna layar, dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari pencahayaan, kebisingan, warna layar, dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai  $F$  hitung  $(0.047) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor pencahayaan, kebisingan, warna layar, dan ukuran angka terhadap *human error*.

31. Interaksi antara Temperatur, Pencahayaan, Kebisingan, Warna Layar, dan Ukuran Angka (ABCDE)

Hipotesis :

$H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, kebisingan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

$H_1$  : Minimal ada satu faktor dari temperatur, pencahayaan, kebisingan, warna layar dan ukuran angka yang mempengaruhi *human error*.

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan manual diperoleh  $F$  hitung  $(0.199) \leq F$  tabel  $(3,991)$  sehingga  $H_0$  diterima. Jadi, tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, kebisingan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada praktikum *human error* ini antara lain:



1. Lingkungan kerja fisik adalah semua keadaan yang terdapat di sekitar tempat kerja, yang meliputi temperatur, kelembaban udara, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau-bauan, warna, dan lain-lain, yang dalam hal ini akan berpengaruh secara signifikan terhadap hasil kerja manusia tersebut.
2. *Human error* adalah tindakan manusia yang melampaui batas penerimaan manusia yang ditentukan oleh suatu sistem. Pada praktikum *human error*, faktor cahaya, temperatur, kebisingan, warna layar dan ukuran angka dapat mempengaruhi kinerja manusia.
- d. 3. Dari analisis yang dilakukan dapat diketahui faktor yang hampir tidak mempengaruhi jumlah *error* pada putra adalah pada kondisi penggunaan warna layar putih (1), cahaya yang digunakan off (1), tingkat kebisingan on (2), temperatur off (1), dan dengan ukuran huruf 72 (2). Sedangkan pada putri adalah pada penggunaan warna layar putih (1), cahaya yang digunakan on (2), tingkat kebisingan off (1), temperatur on (2), dan dengan ukuran huruf 24 (1) dan pada penggunaan warna layar putih (1), cahaya yang digunakan on (2), tingkat kebisingan off (1), temperatur on (2), dan dengan ukuran huruf 72 (2) serta pada penggunaan warna layar merah (2), cahaya yang digunakan off (1), tingkat kebisingan on (2), temperatur on (2), dan dengan ukuran huruf 24 (1).
4. Pada analisis desain eksperimen, didapatkan hasil bahwa  $H_0$  diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh faktor temperatur, pencahayaan, kebisingan, warna layar dan ukuran angka terhadap *human error*.

## 5.2 Saran

Saran untuk praktikum lingkungan kerja fisik antara lain:

1. Praktikan seharusnya sudah mempelajari modul sebelum praktikum.
2. Praktikan seharusnya lebih teliti pada saat melakukan pengamatan.
3. Praktikan sebaiknya lebih berkonsentrasi ketika melakukan praktikum agar data yang diperoleh lebih akurat.

