**MODUL VII**

**LINGKUNGAN KERJA FISIK**

**7.1 TUJUAN PRAKTIKUM**

**7.1.1 Tujuan Umum**

* 1. Mampu menganalisis perancangan lingkungan kerja fisik yang optimum.
	2. Untuk dapat memahami dan mampu menganalisis adanya faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi kerja seseorang.
	3. Mengetahui pengaruh intensitas cahaya, kebisingan dan temperatur terhadap hasil kerja dan menentukan tingkat intensitas cahaya, kebisingan dan temperatur yang optimal.
	4. Mengetahui dan memahami pengaruh kondisi lingkungan kerja terhadap hasil suatu pekerjaan.

**7.1.2 Tujuan Khusus**

Dalam praktikum ini, diharapkan praktikan dapat :

1. Mengetahui hubungan antara intensitas cahaya dengan output yang dihasilkan atau produktivitas dalam melakukan pekerjaan.
2. Mengetahui dan memahami tentang kondisi lingkungan kerja dalam hal ini kebisingan yang dapat mempengaruhi hasil (output) suatu pekerjaan.
3. Mengetahui factor-faktor kesalahan manusia (*Human Error*) dalam melakukan segala aktivitasnya.
4. Mampu melakukan analisa pengaruh lingkungan kerja terhadap performansi operator.
5. Menganalisis dan mampu membuat suatu rancangan kerja dengan lingkungan kerja yang ergonomis.
6. Mengenal alat-alat yang biasa digunakan dalam penelitian ergonomi khususnya dalam analisis performansi kerja.
7. Melengkapi pengetahuan keterampilan mahasiswa serta melatih mahasiswa dalam melaksanakan langkah-langkah penelitian performansi kerja.

**7.2 LANDASAN TEORI**

**7.2.1 Definisi Lingkungan Kerja Fisik**

Lingkungan kerja fisik adalah segala sesuatu yang ada di sekitar para pekerja yang dapat mempengaruhi dirinya dalam menjalankan tugas-tugas yang dibebankan, misalnya penerangan, suhu udara, ruang gerak, keamanan, kebersihan, musik dan lain-lain (Nawawi, 2001).

Manusia sebagai mahluk sempurna tetap tidak luput dari kekurangan, dalam arti segala kemampuannya masih dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut berasal dari diri sendiri (intern), dapat juga dari pengaruh luar (ekstern).

Salah satu faktor yang berasal dari luar adalah kondisi fisik lingkungan kerja yaitu semua keadaan yang terdapat di sekitar tempat kerja seperti temperatur, kelembapan udara, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau-bauan, warna dan lain-lain. Hal-hal tersebut dapat berpengaruh secara signifikan terhadap hasil kerja manusia (Wignjosoebroto, 1995).

Suasana lingkungan kerja yang menyenangkan akan dapat mempengaruhi karyawan dalam pekerjaannya. Bekerja dalam lingkungan kerja yang menyenangkan merupakan harapan sekaligus impian dari setiap pekerja. Menurut Nitisemito (2000) lingkungan kerja dapat berpengaruh terhadap pekerjaan yang dilakukan oleh para pegawai, sehingga setiap organisasi atau perusahaan harus mengusahakan agar lingkungan kerja dimana pegawai berada selalu dalam kondisi yang baik.

**7.2.2. Definisi Human Error**

Human Error secara umum dapat didefinisikan sebagai kumpulan kegiatan atau tindakan manusia yang melampaui batas penerimaan manusia yang ditentukan oleh suatu sistem. Klasifikasi human error untuk mengidentifikasi penyebab kecelakaan sehingga bisa menjadi tindakan preventif adalah sebagai berikut :

1. Sistem 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.

3. Pure Human Error

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

A. Kategori Human Error

Human error dapat diklasifikasikan menjadi tujuh, yaitu sebagai berikut:

1. Knowledge Based Error

2. Cognition Based Error

3. Value Based Error

4. Reflexive Based Error

5. Error-Including Conditional Based

6. Skill Based Error

7. Lapse Based Error

B. Faktor yang Mempengaruhi Performansi Operator

Performansi operator dalam bekerja dapat dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi daya ingat pendek, kelelahan kerja, kelelahan otot,mkewaspadaan dan rasa bosan. Sedangkan faktor eksternal meliputi temperatur, kebisingan, pencahayaan, dan lain-lain.

a). Faktor Internal

Faktor-faktor internal yang mempengaruhi kinerja dan perfomansi seorang operator dalam lingkungan kerjanya adalah sebagai berikut:

1. Daya ingat pendek

2. Kelelahan kerja

3. Kelelahan otot

4. Kewaspadaan

5. Rasa bosan

b). Faktor Eksternal

Faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi kinerja dan perfomansi seorang operator dalam lingkungan kerjanya adalah sebagai berikut:

1. Temperatur

2. Kelembaban

3. Sirkulasi udara

4. Pencahayaan

5. Kebisingan

6. Bau-bauan

7. Getaran mekanis

8. Warna

**7.2.3 KEBISINGAN *(Noise)***

**Pengertian Bunyi dan Ukuran**

Bunyi adalah fenomena fisis berbentuk gelombang longitudinal yang merambat melalui media udara sehingga dapat sampai ke telinga garis lurus kecuali mendapat peredam ataupun dialihkan arahnya karena adanya penghalang. Didalam udara, gelombang bunyi itu bergerak dengan kecepatan 760 mil per jam. Kecepetan rambatan melalui air akan empat kali lebih cepat daripada kalau melalui media udara. Di dalam hampa, gelombang bunyi tidak dapat bergerak karena tidak ada media kenyalnya. Ada dua hal yang menentukan kualitas suatu bunyi, yaitu :

1. **Frekuensi**

Frekuensi menentukan keras lemahnya suara. Frekuensi didefinisikan sebagai jumlah dari gelombang-gelombang yang sampai telinga dalam satu detik dan dinyatakana dalam *cycle* per detik (Cataudt) atau *Hertz* atau jumlah gelombang per detik. Maka suatu sumber bunyi yang menghasilkan 2000 gelombang per detik dikatakan mempunyai frekuensi 20000 Hz. Bunyi yang dapat didengar manusia disebut Audiosonik dengan frekuensi 20 – 20.000 Hz. Kurang dari 20 Cataudt suara itu akan lemah sekali dan akan kita rasakan hanya sebagai getaran saja (infra suara), mungkin bisa didengar oleh telinga binatang. Frekuensi di atas 20.000 Hz (melebihi sound barrier) termasuk sebagai ultra suara dan dipergunakan untuk bidang pengobatan.

1. **Amplitude atau Intensitas Bunyi**

Amplitudo menentukan kuat lemahnya atau intensitas bunyi. Intensitas bunyi adalah daya melalui suatu unit luasan dalam ruang dan sebanding dengan kuadrat tekanan suara. Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :



Keterangan :

I : intensitas (bunyi (W/m2)

P : Energi tiap waktu atau daya (W)

A : luas (m2)



Pada persamaan tersebut menunjukkan bahwa intensitas bunyi yang didengar di sutau titik (tempat) berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya.

Intensitas bunyi terendah yang umumnya didengar manusia memiliki nilai 10-12 W/m2. Biasanya disebut sebagai intensitas ambang (*lo*). Jangkauan intensitas bunyi ini sangat lebar berkaitan dengan kuat bunyi, sehingga **secara tidak langsung** kuat bunyi sebanding dengan intensitasnya.

Makin besar amplitudo dari gelombang suara itu, semakin kuat pula tekanan suaranya. Satuan ukuran bagi tekanan suara adalah Bel (B), tetapi ukuran tersebut sebenarnya terlalu besar untuk dipergunakan pada kejadian yang biasa, karena itu satuan desibel (dB) lebih dilazim dipergunakan (1 dB = 0,1 B). 1 dB = 0,002 dyne/cm2 merupakan besarnya tekanan suara ditingkat ambang pendengaran pada frekuensi 1.000 Hz yaitu tekanan minimal yang masih dapat kita dengarkan sebagai bisikan lembut (ambang pendengaran = hearing treshold).

**Kebisingan**

Kemajuan teknologi ternyata banyak menimbulkan masalah‐masalah seperti diantaranya yang dikatakan sebagai polusi. Salah satu bentuk dari polusi disini ialah kebisingan (noise). Kebisingan adalah bunyi‐bunyian yang tidak dikehendaki oleh telinga kita. Dikatakan tidak dikehendaki, karena dalam jangka panjang bunyi‐bunyian tersebut akan dapat mengganggu ketenangan kerja, merusak pendengaran dan dapat menimbulkan kesalahan dalam berkomunikasi. Kebisingan memiliki efek yang berbeda terhadap kinerja seorang karyawan. Definisi ini dapat meliputi variasi yang luas dari situasi bunyi yang dapat perusak pendengaran. Suara radio tetangga bisa anda anggap sebagai bising atau mengganggu, karena music yang mereka senangi itu mungkin tidak cocok dengan kesukaan anda. Bising juga berasal dari dunia sekitar yang bisa benar-benar merusak indera pendengaran.

Tabel 1. Pengaruh atau akibat-akibat dari Kebisingan

|  |  |
| --- | --- |
| Tipe | Uraian |
| Akibat-akibat badaniah | Kehilangan pendengaran | Perubahan ambang batas sementara akibat kebisingan, perubahan ambang batas permanen akibat kebisingan. |
|  | Akibat-akibat fisilogis | Rasa tidak nyaman atau stress meningka, tekanan darah meningkat, sakit kepala, bunyi deirng. |
| Akibat-akibat psikologis | Gangguan emosional | Kejengkelan, kebingungan. |
|  | Gangguan gaya hidup | Gangguan tidur atau istirahat, hilang konsentrasi waktu bekerja, membaca, dsb. |
|  | Gangguan pendengaran | Merintangi kemampuan mendengarkan TV, radio, percakapan, telpon, dsb. |

Tabel 2. Kondisi Suara dan Batas Tingkat Kebisingannya

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Desibel | Batas dengan tertinggi |
| Menulikan | 120110100 | HalilintarMeriamMesin uap |
| Sangat hiruk | 9080 | Jalan hiruk pikukPerusahaan sangat gaduh |
| Kuat | 7060 | Kantor gaduhJalan pada umumnyaRadioPerusahaan |
| Sedang | 5040 | Rumah gaduhKantor umumPercakapan kuatRadio perlahan |
| Tenang | 3020 | Rumah tenangKantor perorangan |

Tabel 3. Ambang Batas Kebisingan Ruangan

|  |  |
| --- | --- |
| Tipe Ruangan | Ambang Batas Kebisingan(dB) |
| Ruang konferensi | 35 |
| Kantor | 40 |
| Laboratorium, Ruang Inspeksi | 50 |
| Kantin | 50 |
| Ruang Produksi | 75 |
| Ruang Mesin | 90 |

Tabel 4. Batas Kebisingan Yang diperkenankan Sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja

|  |  |
| --- | --- |
| **Tingkat Kebisingan****(dB-A)** | **Lama Kerja Per Hari****(Jam)** |
| 80 | 24 |
| 82 | 16 |
| 85 | 8 |
| 88 | 4 |
| 91 | 2 |
| 94 | 1 |
| 97 | 0,5 |
| 100 | 0,25 |
| 103 | 0,125 |
| 106 | 0,0625 |

**Pengaruh tingkat kebisingan pada produktivitas**

Pada kebisingan dengan frekuensi rendah (suara diesel generator) produktivitas kerja seseorang tidak berpengaruh oleh tingkat kebisingan (dB) yang berbeda‐beda, bila pekerjaan sederhana dan tidak memerlukan konsentrasi tinggi. Pada pekerjaan yang rumit dan membutuhkan konsentrasi yang tinggi produktivitas terpengaruh oleh tingkat kebisingan. Pada tingkat kebisingan 80 dB produktivitas kerja tertinggi karena pada kondisi ini kebisingan menjadi simultan bagi pekerja dan menjadi pembangkit kesadaran.

Pada kebisingan dengan frekuensi tinggi (misal suara gergaji listrik, gerinda) produktivitas kerja terpengaruh oleh tingkat kebisingan (dB ) yang berbeda‐beda baik untuk pekerjaan sederhana maupun rumit. Adapun siklus udara ventilasi sebagaimana kita ketahui bahwa udara sekitar kita akan mengandung sekitar 21% oksigen, 0.03% karbondioksida, dan 0.9% gas lainnya. Oksigen merupakan gas yang dibutuhkan untuk makhluk hidup terutama untuk menjaga kelangsungan hidupnya. Kotornya udara di sekitar kita dapat dirasakan dengan sesaknya pernafasan kita dan hal ini tidak boleh dibiarkan berlangsung lama, karena mengganggu kesehatan tubuh dan mempercepat proses kelelahan.Ventilasi yang cukup akan mampu membantu memberi akan kebutuhan oksigen yang cukup.

**7.2.4 PENCAHAYAAN (LIGHTING)**

Pencahayaan sangat mempengaruhi manusia untuk melihat obyek‐obyek secara jelas, cepat tanpa menimbulkan kesalahan. Pencahayaan yang kurang mengakibatkan mata pekerja menjadi cepat lelah karena mata akan berusaha melihat dengan cara membuka lebar‐lebar. Pencahayaan merupakan faktor yang penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang baik. Lingkungan kerja yang baik akan dapat memberikan kenyamanan dan meningkatkan produktivitas pekerja. Efisiensi kerja seorang pekerja ditentukan pada ketepatan dan kecermatan saat melihat dalam bekerja, sehingga dapat meningkatkan efektivitas kerja, serta keamanan kerja yang lebih besar. Ciri‐ciri penerangan yang baik adalah :

1. Sinar atau cahaya yang cukup

Sinar atau cahaya yang cukup akan mempengaruhi dan menetukan kemampuan melihat secara tepat. Selain cahaya yang cukup variabel untuk dapat melihat secara tepat adalah ukuran obyek yang dilihat, jarak mata ke obyek, kecepatan obyek dan waktu lamanya penerangan. Untuk dapat melihat barang‐barang (obyek) yang kecil diperlukan tambahan penerangan yang cukup dan waktu yang agak lama. Peranan waktu yang dibutuhkan dalam melihat, akan bertambah penting bila obyek yang dilihat dalam keadaan bergerak.

2. Sinar atau cahaya yang tidak berkilau atau menyilaukan

Sinar atau cahaya yang menyilaukan terjadi bila ada cahaya yang berlebihan diterima oleh mata. Ada dua kategori cahaya yang menyilaukan (glare) :

a. Discomfort glare yaitu cahaya yang tidak menyenangkan tetapi tidak begitu mengganggu kegiatan visual. Efek yang ditimbulkan diantaranya sakit kepala dan dapat meningkatkan kelelahan.

b. Disability glare yaitu cahaya yang sangat mengganggu karena mata langsung menerima silau cahaya yang dipancarkan. Contohnya menatap matahari. Efek yang ditimbulkan adalah merusak mata mungkin juga dapat mengakibatkan kebutaan.

Dilihat dari objeknya glare digolongkan ke dalam dua macam direct dan indirect glare zone. Sumber‐sumber glare :

1. Lampu yang dipasang terlalu rendah tanpa pelindung
2. Jendela atau ventilasi cahaya yang langsung berhadapan dengan mata
3. Cahaya dengan terang yang berlebihan.
4. Pantulan dari permukaan terang.

Untuk menghindari glare dapat dipasang penyerap cahaya atau warna yang dapat menyerap cahaya, memasang pelindung pada sumber cahaya dan menghindari atau menjauhkan sumber cahaya yang berlebihan.

3. Kontras yang tepat

Untuk dapat melihat objek dengan jelas maka perlu kekontrasan. Kontras yang kurang berakibat kesulitan untuk melihat benda tersebut, kontras yang berlebihan pun akan mengakibatkan kesalahan dan kesulitan untuk melihat objek.

4. Kualitas Pencahayaan (brightness) yang tepat

Menunjukkan jangkauan dari luminansi dalam daerah penglihatan. Perbandingan terang cahaya dalam daerah kerja utama, difokuskan sebaiknya tidak lebih dari 3 sampai 1. Brightness yang tepat akan memberikan efek produktivitas yang tinggi pada pekerja.

5. Bayangan (shadow) dan distribusi cahaya yang baik

Bayang‐bayang yang tajam adalah akibat dari sumber cahaya buatan yang kecil atau cahaya matahari. Secara umum shadow digunakan untuk inspeksi menunjukkan cacat pada permukaan suatu barang. Dengan distribusi cahaya yang baik maka akan dapat mengurangi kelelahan pada mata kita karena harus selalu fokus kepada objek yang dilihat.

6. Pemilihan Warna yang tepat

Pengaruh adanya warna akan dapat dirasakan dalam kemudahan melihat. Warna dapat meminimalisir kelelahan pada mata. Warna juga membawa efek psikologis suatu ruangan, contoh ruangan dengan warna cerah akan menimbulkan kesan yang lebih luas dibandingkan dengan warna‐warna gelap.

Tabel 5. Reflektivitas dari cat tertentu dan bahan-bahan kayu

|  |  |
| --- | --- |
| Color finish (warna cata atau kayu) | Persentase cahaya yang terpantul |
| White (putih) | 85% |
| Light cream (krem terang) | 75% |
| Light gray (abu-abu terang) | 75% |
| Light blue (biru terang | 55% |
| Dark Blue (biru gelap) | 10% |
| Maple | 7% |
| Walnut | 16% |
| Mahogany | 12% |

**7.2.5 TEMPERATUR**

Tubuh manusia akan selalu berusaha mempertahankan keadaan normal dengan suatu sistem tubuh yang sempurna sehingga dapat menyesuaikan diri dengan perubahan‐perubahan yang terjadi diluar tubuh tersebut, tetapi kemampuan untuk menyesuaikan dirinya dengan temperatur luar adalah jika perubahan temperatur luar tubuh tersebut tidak melebihi 20% untuk kondisi panas dan 35% untuk kondisi dingin. Semuanya ini dari keadaan normal tubuh. Suhu pada tubuh manusia selalu tetap. Suhu konstan dengan sedikit berfluktuasi di sekitar 370 Celcius yang terdapat pada otak, jantung dan bagian dalam perut yang disebut dengan suhu tubuh (core temperature). Suatu core temperature yang konstan adalah merupakan prasyarat untuk fungsi normal dari fungsi vital yang paling penting. Lawan dari core temperature adalah shell temperature, yaitu yang terdapat pada otot, tangan, kaki dan seluruh bagian kulit yang menunjukkan variasi tertentu.

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

1. 49° Celcius, temperatur dapat ditahan sekitar 1 jam, tetapi jauh di atas kemampuan fisik dan mental.

2. 30° Celcius, aktivitas mental dan daya tangkap mulai menurun dan cenderung untuk membuat kesalahan dalam pekerjaan. Timbul kelelahan fisik.

3. 24° Celcius, kondisi kerja optimum.

4. 10° Celcius, kelakuan fisik yang ekstrim mulai muncul.

Dari suatu penyelidikan pula dapat diperoleh hasil bahwa produktifitas kerja manusia akan mencapai tingkat yang paling tinggi pada temperatur sekitar 240 Celcius sampai 270 Celcius.

Dengan demikian untuk dapat mengendalikan suhu badan agar tetap konstan dan untuk mengurangi pengaruh‐pengaruh negatif yang muncul, misalnya kelelahan fisik, adalah dengan cara‐cara berikut ini :

1. Pengendalian suplai darah kepada dan dari kulit.

Jika kulit kedinginan, darah akan membawa panas dari dalam badan (suhu inti) ke kulit. Sedangkan darah yang dingin dari kulit akan menarik diri ke bagian dalam badan. Disamping itu, kulit akan menyempitkan pori‐pori hingga penurunan suhu akan terhambat.

2. Mengendalikan suhu dengan jalan berkeringat.

Jika kulit kepanasan, darah dari badan bagian dalam akan makin banyak mengalir ke bagian kulit, dan keringat akan mengalir keluar melalui kulit.

3. Meningkatkan produksi panas.

Dengan menggerakkan otot (menggigil atau olah raga) proses metabolisme akan menjadi lebih giat sehingga panas akan lebih banyak dihasilkan. Sebaliknya, apabila produksi panas hendak diturunkan, maka badan harus didinginkan agar proses katabolisme otot dan organ‐organ lain menjadi lebih besar.

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.
2. Dehidrasi.
	1. 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.
	2. 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.

* 1. 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.

1. 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.

1. 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.

**Pertukaran Panas Dengan Lingkungan**

Tubuh manusia merubah energi kimia menjadi energi mekanis dan panas. Tubuh tersebut menggunakan panas ini untuk menjaga temperatur inti atau utama tubuh agar tetap konstan dan mengurangi keluarnya panas yang berlebihan pada sekeliling di luar tubuh. Oleh karenanya ada suatu pertukaran yang tetap dari panas antara tubuh dan sekelilingnya. Hal itu adalah dimaksudkan untuk mengatur pengendalian panas secara fisiologi dan fisika. Grandjean (1986) membagi proses fisika tersebut menjadi empat bagian :

1. Konduksi

Pertukaran panas oleh konduksi tergantung pada konduktifitas obyek dan material yang bersentuhan dengan kulit. Konduktifitas sangat penting di dalam pemilihan material untuk kepentingan suatu perancangan, misalnyalantai, mebel, dan bagian‐bagian yang akan dipegang yang berada dalam stasiun kerja. Sebagai contoh, misal orang yang duduk di musim dingin (daerah subtropis). Yang pertama duduk di atas batu dan yang kedua duduk diatas batang pohon. Tentu akan dirasakan perbedaannya. Pertama, batu akan terasa sangat dingin karena mengkonduksi panas ke arah luar tubuh, sedangkan yang kedua, batang pohon akan terasa tidak begitu dingin karena mengkonduksi panas lebih sedikit.

2. Konveksi

Pertukaran panas melalui konveksi tergantung sepenuhnya pada perbedaan temperatur antara kulit b. )mdan udara sekeliling, dan juga pada aliran gerakan udara. Pada kondisi yang normal, proses ini terhitung sampai 25‐30% dari total proses perpindahan panas dalam tubuh manusia. Misal kita merasa tubuh kita kedinginan, kemudian kita akan masuk ke ruangan yang sebelumnya telah dipanaskan dengan heater. Pada saat kita masuk ruangan maka akan terjadi pertukaran panas dari udara di dalam ruangan ke tubuh kita sehingga kita merasa hangat. Di sinin terjadi pertukaran panas akibat adanya perbedaan antara temperatur pada kulit kita dengan udara di dalam ruang.

3. Evaporasi

Evaporasi yaitu hilangnya panas dengan proses keluarnya keringat di bagian kulit menguap. Menguapnya keringat akan mengkonsumsi energi panas laten. Jumlah panas laten untuk proses evaporasi tersebut menurut Grandjean (1986) adalah sebanyak 0,58 kcals per gram air yang menguap. Seberapa banyak panas yang hilang melalui penguapan akan tergantung pada luasnya kulit yang akan dilalui oleh keringat yang berada antara udara dan kulit. Faktor lain yang juga penting adalah aliran udara sekeliling, satu pihak akan meningkatkan gradien tekanan uap, tetapi dilain pihak akan mendinginkan kulit dengan proses konveksi, yang nantinya akan menurunkan jumlah penguapan keringat. Misal pada musim panas kulit kita akan cenderung lebih banyak mengeluarkan keringat daripada pada saat kondisi musim dingin.

4. Radiasi

Proses pertukaran panas melalui radiasi terjadi antara tubuh manusia dan sekelilingnya dalam dua arah sepanjang waktu. Radiasi panas banyak dipengaruhi oleh temperatur, kelembaban dan aliran udara. Hal ini tergantung sekali pada perbedaan temperatur di antara kulit dan medium yang berdekatan dengan kulit. Contoh radiasi manusia dengan sekelilingnya (dinding, benda mati atau manusia) dalam dua arah sepanjang waktu. Perbedaan suhu dalam ruang dengan suhu luar ruang gedung disarankan sebagai berikut:

* Suhu luar gedung : 20 22 24 26 28 30 32
* Suhu dalam gedung : 20 21 22 23 24,5 26 28

**7.2.6 KELEMBABAN (HUMIDITY)**

Yang dimaksud kelembaban adalah banyaknya air yang terkandung dalam udara (dinyatakan dalam %). Kelembaban ini sangat berhubungan atau dipengaruhi oleh temperatur udaranya. Suatu kedaan dimana udara sangat panas dan kelembaban tinggi akan menimbulkan pengurangan panas dari tubuh secara besar‐besaran (karena sistem penguapan). Pengaruh lainnya adalah semakin cepatnya denyut jantung karena makin aktifnya peredaran darah untuk memenuhi kebutuhan akan oksigen.

**7.2.7 GETARAN (VIBRATION)**

Getaran dapat didefinisikan dalam beberapa arti, seperti: osilasi mekanik, gerakan partikel di sekitar *equilibrium* (salah satu bagian otak) yang memberikan efek pada kesehatan, kenyamanan, dan performans dari sesorang. Getaran dipengaruhi oleh frekuensi dan intensitas getaran itu sendiri. Frekuensi diukur dengan hertz (Hz) dan intensitas getaran dapat diukur dengan berbagai cara misalnya: tinggi amplitudo, akselerasi, kecepatan dan tinggi penempatan getaran.

1. Getaran berdasarkan komponen orthogonal :

• X : dari depan ke belakang

• Y : sampng ke samping

• Z : atas ke bawah. Dua area dimana efek dari getaran mekanis pada tubuh manusia memberikan perhatian yang lebih besar adalah getaran mekanis lengan tangan dan getaran mekanis seluruh tubuh.

2. Getaran berdasarkan keteraturannya :

• Sinusoidal : dipengaruhi oleh getaran yang teratur.

• Random : dipengaruhi oleh ketidakaturan dan tidak dapat diprediksi getarannya, biasanya dari getaran alat‐alat yang ada di dunia nyata.

3. Getaran berdasarkan lokasi yang dikenai terdiri dari :

• getaran seluruh badan : terdapat tiga macam yaitu getaran vertikal, getaran horizontal dan getaran lateral.

• getaran pada lokasi tertentu (lokal) : biasanya pada bagian pundak dan jari tangan yang diakibatkan oleh hand tools.

**7.2.8 PENGUJIAN DATA**

**1. Uji Kecukupan Data**

 Dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak sampel atau data yang harus diambil agar data akurat.. Untuk menghitung banyaknya pengukuran yang diperlukan digunakan rumus :

$$N' = \left[\frac{{k}/{s \sqrt{N∑xi^{2}-\left(∑xi\right)^{2}}}}{∑xi}\right]^{2}$$

Data dikatakan cukup apabila N ≥ N’ dimana N merupakan banyaknya data hasil pengukuran.

**2. Uji Keseragaman Data**

Uji seragam dilakukan agar data antropometri yang akan digunakan tepat berasal dari satu system yang sama. Uji seragam dilakukan dengan menggunakan peta kendali variable dengan porsedur sebagai berikut :



Data dikatakan seragam bila terletak di antara batas kendali atas dan batas kendali bawah.

**3. Uji Kenormalan Data**

Uji normal perlu dilakukan agar data yang diperoleh benar-benar mewakili populasi yang tengah diteliti, sehingga data yang akan diolah benar-benar akurat dan valid. Uji normalitas yang akan dilakukan adalah uji Geary, dengan prosedur sebagai berikut :



**4. Uji Korelasi**

Uji korelasi adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel yang datanya kuntitatif. Selain dapat mengetahui derajat keeratan hubungan korelasi juga dapat digunakan untuk mengetahui arah hubungan dua variabel numerik. Data diolah dengan menggunakan Software SPSS demi menganalisis hubungan dan tingkat korelasinya berdasarkan sig. < α dan indikator korelasi.

|  |  |
| --- | --- |
| **Nilai Kolerasi** | **Indikator** |
| 0.00 - 0.199 | Sangat Rendah |
| 0.20 - 0.399 | Rendah |
| 0.40 - 0.599 | Sedang  |
| 0.60 - 0.799 | Kuat  |
| 0.80 - 1.00 | Sangat Kuat |

**5. Uji Anova**

Uji serentak (Uji F) adalah metode pengujian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikat (Ghozali, 2007). Langkah-langkah untuk melakukan uji serentak (uji F) adalah sebagai berikut.

1. Menentukan hipotesis

H0 : βi = 0,

H1 : βi ≠ 0,

1. Menentukan wilayah kritis (level of significance)
2. Menentukan daerah keputusan
3. Menentukan statistik uji

Rumus untuk menghitung statistik uji adalah sebagai berikut.

$$F= \frac{{U}/{v\_{1}}}{{V}/{v\_{2}}}$$

1. Mengambil keputusan (Gudjarat, 1995)

Uji ANOVA (uji F) juga sering disebut uji ANOVA. Ftabel = F(df pembilang, df penyebut; α)

**7.3 ALAT DAN BAHAN**

1. Ruang Iklim
2. Set game pencarian kata lengkap
3. Lux Meter
4. Lampu
5. Sound Level Meter
6. *Air Conditioner* (AC)
7. *Stopwatch*
8. Lembar Pengamatan

9. Perlakuan:

1 = suhu ruangan (27˚C), bising rendah (50,4 dB), cahaya rendah (5 lux).

2 = suhu ruangan (27˚C), bising rendah (50,4 dB), cahaya sedang (124 lux).

3 = suhu ruangan (27˚C), bising rendah (50,4 dB), cahaya tinggi (264 lux).

4 = suhu ruangan (27˚C), bising sedang (83 dB), cahaya rendah (5 lux).

5 = suhu ruangan (27˚C), bising sedang (83 dB), cahaya sedang (124 lux).

6 = suhu ruangan (27˚C), bising sedang (83 dB), cahaya tinggi (264 lux).

7 = suhu ruangan (27˚C), bising tinggi (110 dB), cahaya rendah (5 lux).

8 = suhu ruangan (27˚C), bising tinggi (110 dB), cahaya sedang (124 lux).

9 = suhu ruangan (27˚C), bising tinggi (110 dB), cahaya tinggi (264 lux).

**7.4 PROSEDUR PRAKTIKUM**

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam melaksanakan praktikum Lingkungan Kerja Fisik, yaitu:

1. Menyiapkan komputer dan teks bacaan

2. Menyiapkan kondisi lingkungan kerja sesuai lembar pengamatan

3. Operator akan mengetik teks bacaan yang telah ditentukan, apabila dalam mengetik teks bacaan terdapat kesalahan ketik, maka kesalahan tersebut akan dihitung sebagai error.

4. Mencatat hasil pengamatan error dan banyak kata yang diketik pada lembar

pengamatan.

5. Melakukan analisa data dengan menggunakan metode one way anova dan korelasi.

**7.5 LAPORAN AKHIR**

Dlam praktikum ini praktikan diharuskan membuat laporan akhir dengan format sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

 1.2. Tujuan Laporan Praktikum

 1.3. Pembatasan Masalah

 1.4 Sistematika Penulisan

BAB II STUDI PUSTAKA

 Mencakup seluruh teori ringkas yang anda gunakan untuk membahas masalah dari modul yang dilaporkan dan berkaitan erat dengan kegiatan praktikum.

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Hasil pengamatan error dan banyak kata yang diketik pada lembar pengamatan. Lakukan pengolahan data dengan *sorftware SPSS.* Pengolahan data ini dilakukan untuk data waktu respond an tingkat kesalahan yang terjadi. Pengolahannya menyangkut hal-hal sebagai berikut :

* Uji Kecukupan dan Keseragaman Data
* Uji Normalitas Data
* Uji Korelasi
* Uji ANOVA (Uji F)

BAB IV ANALISIS

Analisis data didasarkan pada hasil dari pengolahan data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

**DAFTAR PUSTAKA**

Apple, James M. Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan. Edisi ketiga. ITB. 1990

Gaspersz., V, *Statistical Process Control*

Sutalaksana, *Teknik Tata Cara Kerja,* ITB, 1979

Modul PLK Program Studi Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2012.