OPTIMASI LINGKUNGAN KERJA TERHADAP RESPON FISIOLOGIS DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri

Oleh

Nama	**: Listyaningsih**
No. Mahasiswa	**: 02522260**

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVRSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2008

PENGAKUAN

Demi Allah, Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, September 2008



Nama Mahasiswa : Listyaningsih
No. Mahasiswa : 02522260

OPTIMASI LINGKUNGAN KERJA TERHADAP RESPON FISIOLOGIS DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY*

(Studi Kasus di Laboratrium Analisis Perancangan Kerja & Ergonomi, UII)

TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : Listyaningsih

No. Mahasiswa : 02522260

Yogyakarta, September 2008

Dosen Pembimbing

Dr.Ir Hari Purnomo, MT

OPTIMASI LINGKUNGAN KERJA TERHADAP RESPON FISIOLOGIS DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY*

(Studi Kasus di Laboratrium Analisis Perancangan Kerja & Ergonomi, UII)

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Listyaningsih

No. Mahasiswa : 02522260

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, September 2008

Tim Penguji

Dr. Ir. Hari Purnomo, MT
Ketua

Taufik Immawan, ST., MM
Anggota I

Yuli Agusti Rochman, ST., M.Eng
Anggota II

Mengetahui,
Ka. Prodi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Prof. Dr. Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc

PERSEMBAHAN

Karya kecil ini aku persembahkan dengan segenap cinta untuk.....

Papaku....

Orang yang selalu jadi panutan dalam kehidupan sebagai tempat belajar
Menghadapi kehidupan dengan kesabaran dan tawakkal,

Mamaku....

Orang yang selalu mengingatkan untuk bersujud pada-Nya. Doa, kasih sayang, pengorbanan, dan nasehat mama yang tiada hentinya mengalir untuk Listy membuat Listy yakin bahwa Listy bisa

Adekku....

Terima kasih atas bantuannya selama kakak mengerjakan tugas akhir

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Puji syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT yang telah memberikan berjuta karunia dan limpahan nikmat serta hidayatnya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu dan tanpa ada halangan suatu apapun.

Akan tetapi tidak bisa dipungkiri jika dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kesalahan baik dalam penulisan, pendefinisian, maupun penjelasannya. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para dosen pembimbing, teman-teman maupun dari pembaca yang budiman agar suatu hari nanti saya dapat menyusun laporan dengan lebih baik.

Dalam penyusunan laporan ini saya mendapatkan bantuan, dukungan, dan kesempatan dari berbagai pihak. Untuk itu saya mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Ketua jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Hari Purnomo, MT selaku dosen pembimbing, saya mengucapkan banyak terima kasih atas bimbingannya selama ini.
3. Kepala Laboratrium Laboratorium Aplikasi Perancangan Kerja & Ergonomi beserta asisten – asistennya saya ucapkan terima kasih karena telah mengijinkan saya untuk melakukan penelitian di Laboratorium Aplikasi Perancangan Kerja & Ergonomi.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGAKUAN i

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING ii

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI iii

HALAMAN PERSEMBAHAN iv

HALAMAN MOTTO v

KATA PENGANTAR vi

DAFTAR ISI viii

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR GAMBAR xiii

ABSTRAKSI Xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Rumusan Masalah 5

1.3 Batasan Masalah 5

1.4 Tujuan Penelitian 5

1.5 Manfaat Penelitian 6

1.6 Sistematika Penulisan 6

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Ergonomi..... 8

2.2 Lingkungan Kerja..... 10

2.2.1 Temperatur..... 12

2.2.2 Pencahayaan..... 20

2.2.3 Kebisingan..... 25

2.3 Respon Fisiologi..... 27

2.4 Logika *Fuzzy*..... 30

2.4.1 Himpunan *Fuzzy*..... 30

2.4.2 Fungsi Keanggotaan..... 31

2.4.3 Tipe Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan *Fuzzy*..... 35

2.4.4 Fungsi – fungsi Implikasi..... 36

2.4.5 Komposisi Aturan – aturan *Fuzzy*..... 36

2.4.6 Penegasan..... 37

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian..... 39

3.2 Subyek dan Obyek Penelitian..... 39

3.3 Jenis Data..... 39

3.4 Metode Pengumpulan Data..... 40

2.4.5 Pengumpulan Data Secara Langsung..... 40

2.4.6 Pengumpulan Data Secara Tidak Langsung 40

3.5 Alat Penelitian..... 40

3.6 Identifikasi Variabel..... 41

3.7 Pengolahan Data Dan Analisis Data..... 42

3.8 Bagan Alir Penelitian..... 42

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data 45

4.2 Pengolahan Data..... 47

4.2.1 Pembentukan Fungsi Keanggotaan..... 47

4.2.1.1 Temperatur..... 47

4.2.1.2 Kebisingan..... 50

4.2.1.3 Pencahayaan..... 52

4.2.1.4 Waktu Penyelesaian..... 55

4.2.1.5 Respon Fisiologis..... 56

4.2.2 Pembentukan Aturan *Fuzzy*..... 57

4.2.3 Pengujian..... 61

4.2.3.1 Pengujian 1..... 61

4.2.3.2 Pengujian 2..... 70

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Temperatur..... 80

5.2 Kebisingan..... 81

5.3 Pencahayaan..... 82

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan 85

6.2 Saran 86

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Batas Panas Yang Disarankan Untuk Kerja Harian..... 15

Tabel 2 Batasan Suhu Panas Dan Beratnya Pekerjaan..... 17

Tabel 4.1 Data Perlakuan Variasi Lingkungan Fisik Kerja..... 45

Tabel 4.2 Data – Data Waktu Penyelesaian Dan Respon Fisiologis Hasil Eksperimen Pencocokkan Gambar Tekstur Lantai..... 46

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Terhadap Beberapa Kombinasi Pencahayaan, Kebisingan, Dan Temperatur..... 79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Mekanisme Fisiologis Yang Mengatur Suhu Badan... 14

Gambar 2.2 Keseimbangan Panas Dari Badan Pada Kondisi Suasana Yang Berbeda..... 19

Gambar 2.3 Suhu Lingkungan Pada Ketinggian ^{0}C Kepala Orang Dari 168 Kantor..... 20

Gambar 2.4 Sudut Antara Garis Penglihatan Horizontal Dan Garis Penglihatan Dari Mata Ke Sumber Cahaya Harus Lebih Besar Dari 30^{0}C..... 21

Gambar 2.5 Lingkungan Visual..... 23

Gambar 2.6 Ilustrasi Dari Sudut Visual..... 23

Gambar 2.7 Penempatan Posisi Sumber Cahaya Yang Tak Cocok Dengan Tempat Kerja..... 24

Gambar 2.8 Penempatan Cahaya Yang Cocok. Cahaya Yang Terpantul Tidak Mengenai Mata Dan Terhindar Dari Silau..... 25

Gambar 2.9 Diagram Urutan Berubahnya Makin Menjadi Panas Dan Energi Di Dalam Tubuh Manusia..... 29

Gambar 2.10 Himpunan *Fuzzy* : "Bertambah"..... 31

Gambar 2.11 Karakteristik Fungsi Kurva-S..... 32

Gambar 2.12 Karakteristik Fungsional kuva *Phi*..... 33

Gambar 2.13 Karakteristik Fungsional kuva *Phi*..... 34

Gambar 2.14 Karakteristik Himpunan *Fuzzy* Bentuk Segitiga..... 35

Gambar 2.15 Daerah "bahu" pada variabel temperatur..... 35

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian..... 44

Gambar 4.1 Fungsi Keanggotaan Pada Himpunan – Himpunan *Fuzzy* Pada Variabel Temperatur..... 47

Gambar 4.2 Fungsi Keanggotaan Pada Himpunan – Himpunan *Fuzzy* Pada Variabel Kebisingan..... 50

Gambar 4.3 Fungsi Keanggotaan Pada Himpunan – Himpunan *Fuzzy* Pada Variabel Pencahayaan..... 52

Gambar 4.4 Representasi Variabel : Waktu Penyelesaian..... 55

Gambar 4.5 Representasi Variabel : Respon Fisiologis..... 56

Gambar 5.1 Input Variabel Temperatur..... 81

Gambar 5.2 Input Variabel Temperatur..... 82

Gambar 5.3 Input Variabel Temperatur..... 83

Gambar 5.4 Penalaran Sistem *Fuzzy*..... 84

ABSTRAKSI

Lingkungan kerja merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi hasil kerja manusia, karena lingkungan kerja berbanding lurus dengan tingkat kenyamanan kerja. Dan tingkat kenyamanan kerja yang tinggi membantu manusia untuk dapat bekerja secara optimal dan memberikan hasil kerja yang baik. Salah satu diantaranya yaitu pencahayaan yang cukup, temperatur yang cukup, dan tingkat kebisingan yang tidak mengganggu konsentrasi kerja operator

Dalam penelitian ini akan menganalisa optimasi lingkungan kerja terhadap respon fisiologis dengan menggunakan logika *fuzzy*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui tingkat pencahayaan, temperatur, dan kebisingan yang optimal dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

Dari penelitian yang telah dilakukan didapat bahwa untuk menghasilkan lingkungan kerja yang optimal dibutuhkan tingkat pencahayaan sebesar 450 lux, kebisingan sebesar 57 dB, dan temperatur 25,5^{0}C dimana waktu yang dihasilkan untuk menyelesaikan pencocokan gambar tekstur lantai yaitu sebesar 4,35 menit dengan respon fisiologis sebesar 97,6.

Kata kunci : Ergonomi, lingkungan kerja, temperatur, pencahayaan, kebisingan, logika *fuzzy*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia merupakan makhluk yang paling sempurna, namun ada kalanya tidak luput dari kekurangan dan kesalahan dan semua itu dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor tersebut bisa datang dari dirinya sendiri ataupun dari pengaruh luar. Faktor – faktor tersebut bisa mempengaruhi kinerja dan hasil kerja manusia. Kondisi lingkungan kerja yang nyaman akan menyebabkan manusia mampu melakukan aktivitas dengan baik, sehingga dapat suatu hasil yang optimal. Ketidaknyamanan akan mengakibatkan perubahan fungsional pada organ yang bersesuaian pada tubuh manusia. Menurut Grandjean (1986) kondisi panas yang berlebih – lebihan akan mengakibatkan rasa letih dan kantuk, mengurangi kestabilan dan meningkatnya jumlah angka kesalahan kerja. Hal ini akan menurunkan daya kreasi tubuh manusia untuk menghasilkan panas dengan jumlah yang lebih sedikit.

Dalam melakukan kerja, manusia sebagai operator perlu mendapat perhatian khusus karena sebagian dari sistem kerja manusia mempunyai beberapa karakter dan kemampuan yang dapat memberikan pengaruh yang sangat besar atas keberhasilan sistem kerja yang diterapkan dalam mencapai tujuan. Suatu kenyataan bahwa lingkungan fisik dapat berpengaruh terhadap hasil kerja manusia. Manusia sebagai operator akan mampu melaksanakan kegiatanya dengan baik sehingga dicapai suatu hasil yang optimal apabila ditunjang dengan

kondisi lingkungan kerja yang baik, sehat dan nyaman. Faktor yang mempengaruhi terbentuknya suatu lingkungan kerja diantaranya temperatur, kelembaban, sirkulasi udara, kebisingan, getaran mekanis dan bau – bauan (Purbawati, 2003).

Dalam lingkungan kerja yang kurang nyaman menyebabkan banyak operator sering merasa cepat lelah dan kurang berkonsentrasi dalam melakukan aktivitas, bekerja merupakan kegiatan yang memerlukan konsentrasi yang tinggi serta respon yang cepat, dimana karakteristik dari pekerjaan tersebut monoton dan melibatkan usaha mental yang besar. Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap munculnya beban kerja mental adalah faktor lingkungan fisiologis yang kurang mendukung antara lain meliputi : pencahayaan, temperatur, sirkulasi udara. Ketidakserasian faktor lingkungan kerja menimbulkan dampak potensi timbulnya kejenuhan dan stress pada lingkungan kerja tersebut. Menurut Suma'mur (1989) kesehatan jiwa merupakan syarat mutlak bagi pencapaian tingkat prestasi dan hasil kerja yang tinggi. Ketidaksesuaian dan ketidakmantapan karyawan dapat menghambat sumber daya manusia dalam mengaktualisasikan kemampuannya sehingga dapat menyebabkan terjadinya kegagalan karyawan dalam bekerja.

Kerja manusia bersifat mental dan fisik yang masing – masing mempunyai intensitas yang berbeda – beda. Tingkat intensitas yang terlalu tinggi memungkinkan pemakaian energi yang berlebihan, sebaliknya intensitas yang terlalu rendah memungkinkan rasa bosan dan jenuh. Karena itu perlu diupayakan tingkat intensitas yang optimum yang ada diantara kedua batas yang ekstrim tadi

dan tentunya untuk tiap individu berbeda.

Lingkungan kerja adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi hasil kerja manusia, karena lingkungan kerja berbanding lurus dengan tingkat kenyamanan kerja. Dan tingkat kenyamanan kerja yang tinggi membantu manusia untuk dapat bekerja secara optimal dan memberikan hasil kerja yang baik. Secara keseluruhan terdapat dua jenis lingkungan kerja yang mempengaruhi kenyamanan kerja manusia, yaitu lingkungan social dan lingkungan teknis. Kondisi kerja sangat berpengaruh terhadap kerja manusia apabila berhubungan dengan penggunaan fungsi tubuh manusia, karena fungsi tubuh manusia memiliki keterbatasan kemampuan, sehingga harus dilakukan penyesuaian – penyesuaian agar tidak terjadi kesalahan atau kerusakan fatal yang dapat mencelakai pekerja dan mengganggu proses kerja atau produksi. Beberapa kondisi kerja yang berhubungan dengan fungsi kerja tubuh manusia adalah pencahayaan, kebisingan, temperatur, vibrasi,dan kecepatan reaksi (Purnomo dan Parkhan, 2006)

Dalam penelitian Mansur dan Savitri (2005) yaitu menganalisis pengaruh faktor – faktor lingkungan kerja terhadap kecepatan respon dan keakuratan pada penggunaan display cakra dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan dan hasil penelitiannya adalah dengan pelatihan jaringan saraf tiruan telah mampu menganalisis jaringan dengan hasil keluaran yang dapat digunakan untuk memprediksi pengaruh penggunaan macam – macam display dan perbedaan faktor lingkungan kerja dengan tingkat keakuratan sebesar 97,5% untuk waktu respon dan 100% untuk tingkat kesalahan dibandingkan data pelatihan, sedangkan penelitian Parkhan dan Purnomo (2006) yaitu menganalisis pengaruh nilai *fuzzy*

scoring pada prosedur TOPSIS terhadap keputusan optimal setting parameter lingkungan kerja dan hasil penelitiannya adalah nilai *fuzzy scoring* relatif tidak berpengaruh terhadap keputusan optimal kecuali pada pembobotan reaksi : tingkat kesalahan (0.046 : 0.954), kombinasi optimum berdasarkan TOPSIS untuk pembobotan kecepatan reaksi : tingkat kesalahan (0.046 : 0.954) adalah pencahayaan 300 lux dan 500 lux, kebisingan 60 dB, temperatur $24^0 - 26^0$ C, dan vibrasi tingkat 1 – 2.

Dibandingkan dengan penelitian – penelitian diatas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pencocokkan gambar tekstur lantai untuk menghasilkan lingkungan kerja yang optimal dan berapa tingkat pencahayaan, temperatur dan kebisingan yang paling efektif untuk menghasilkan respon fisiologis terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Berapa tingkat pencahayaan, temperatur dan kebisingan yang paling efektif untuk menghasilkan respon fisiologis terbaik?
2. Berapa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pencocokkan gambar tekstur lantai untuk menghasilkan lingkungan kerja yang optimal?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah perlu dilakukan untuk menfokuskan kajian yang akan dilakukan, sehingga tujuan penelitian dapat dicapai dengan cepat dan baik sebagai

berikut :

1. Penelitian hanya dilakukan terhadap mahasiswa UII Jurusan Teknik Industri Yogyakarta.
2. Penelitian dilakukan diLaboratrium APK, UII jurusan Teknik Industri
3. Penelitian dilakukan pada kondisi pencahayaan 150 lux, 200 lux dan 400 lux, temperatur 20°C, 24°C dan 30°C, kebisingan 60 dB, 80 dB, 100 dB. Nilai – nilai tersebut mewakili kondisi rendah, sedang, dan tinggi.
4. Kondisi lingkungan fisik dianggap normal
5. Data – data diolah menggunakan Logika *Fuzzy*

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui lingkungan kerja yang optimal sehingga dapat memberikan kenyamanan operator.
2. Untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan pencocokkan gambar tekstur lantai.

1.5 Manfaat Penelitian

a. Dapat mengetahui kombinasi perlakuan optimal dari faktor – faktor respon fisiologis dalam lingkungan kerja
b. Dapat mengoptimalkan lingkungan kerja yang baik dan mengetahui waktu yang optimal untuk menyelesaikan pekerjaan.
c. Menambah khasanah ilmu pengetahuan dalam penerapan konsep –

konsep Logika *Fuzzy* dalam dunia industri.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada tugas akhir ini sabagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Memuat kajian singkat tentang latar belakang dilakukan kajian. Permasalahan yang dihadapi, rumusan masalah yang dihadapi, batasan yang ditemui, tujuan penelitian, hipotesis kalau ada, tempat penelitian dan objek penelitian, sistematika penulisan

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Disamping itu juga memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan

BAB III METODOLOGI PENELLITIAN

Mengandung uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, pembangunan dan pengembangan model, bahan atau mateeri, alat, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELLITIAN

Pada sub bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil

BAB V PEMBAHASAN

Melakukan pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian dan kesesuaian hasil dengan tujuan penellitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran – saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Ergonomi

Istilah Ergonomi berasal dari bahasa yunani yaitu Ergon yang artinya kerja dan Nomos artinya hukum alam, dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek – aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen, dan disain atau perancangan. Ergonomi berkaitan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, dan kenyamanan manusia ditempat kerja, dirumah dan sebagainya. Didalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja, dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya (Nurmianto, 1996). Menurut Bridger (1994) ergonomi berkaitan dengan perancangan sistem dimana orang – orang dalam menyelesaikan pekerjaannya. Ergonomi berasal dari kata *ergon* dari yunani yang berarti hukum. Semua sistem pekerjaan terdiri dari komponen manusia dan suatu komponen mesin dalam suatu lingkungan lokal.

Ergonomi adalah ilmu seni dan penerapan teknologi untuk menyerasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktifitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup keseluruhan menjadi lebih baik (Tarwaka, et. al., 2004). Ergonomi merupakan cabang ilmu pengetahuan yang

mempunyai kaitan dengan prestasi tentang hubungan optimal antara para pekerja dan lingkungan kerja (Tayyari dan Smith, 1997). Ergonomi sebagai suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi – informasi mengenai sifat kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman, dan nyaman (Sutalaksana, et. al., 1982). Oborne (1982) dan Pulat (1992) menyatakan bahwa ergonomi mempunyai 3 tujuan yaitu :

1. Memberikan kenyamanan
2. Kesehatan dan keselamatan kerja yang optimal
3. Efisiensi kerja

Digunakannya ilmu ergonomi dalam mencari solusi cedera akibat kerja, karena ergonomi merupakan ilmu yang sistematis dalam memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja. Dengan ergonomi diharapkan penggunaan proyek fisik dan fasilitas dapat lebih efektif serta memberikan kepuasan kerja (Sutalaksana, et. al., 1982). Dilihat dari sisi rekayasa, informasi hasil penelitian ergonomi dapat dikelompokkan dalam empat bidang penelitian, yaitu:

1. Penelitian tentang *display*

   Display adalah alat yang menyajikan informasi tentang lingkungan yang dikomunikasikan dalam bentuk tanda – tanda atau lambang – lambang. *Display* statis adalah *display* yang memberikan informasi tanpa dipengaruhi oleh variabel waktu, misalnya peta. Sedangkan *display*

dinamis adalah *display* yang dipengaruhi oleh variabel waktu, misalnya speedometer yang memberikan informasi kecepatan kendaraan bermotor dalam setiap kondisi.

2. Penelitian tentang kekuatan fisik manusia

   Penelitian ini mencakup mengukur kekuatan/daya fisik manusia ketika bekerja dan mempelajari bagaimana cara kerja serta peralatan harus dirancang agar sesuai dengan kemampuan fisik manusia ketika melakukan aktifitas tersebut. Penelitian ini merupakan bagian dari biomekanik.

3. Penelitian tentang ukuran/dimensi dari tempat kerja

   Penelitian ini diarahkan untuk mendapatkan ukuran tempat kerja yang sesuai dengan ukuran tubuh manusia, dipelajari dalam anthropometri.

4. Penelitian tentang lingkungan fisik

   Penelitian ini berkenaan dengan perancangan kondisi lingkungan fisik dari ruangan dan fasilitas – fasilitas dimana manusia bekerja. Hal ini meliputi perancangan cahaya, suara, warna, temperatur, kelembaban, bau – bauan dan getaran pada suatu fasilitas kerja.

2.2. Lingkungan Kerja

Selain manusia sebagai pelaksana kerja, salah satu faktor penting yang mempengaruhi produktivitas kerja adalah kondisi lingkungan kerja fisik. Lingkungan kerja adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi hasil kerja manusia, karena lingkungan kerja berbanding lurus dengan tingkat kenyamanan kerja. Dan tingkat kenyamanan kerja yang tinggi membantu manusia untuk dapat

bekerja secara optimal dan memberikan hasil kerja yang baik (Purnomo dan Parkhan, 2006). Lingkungan kerja sebagai salah satu komponen sistem kerja akan memberikan beban tambahan baik fisik maupun psikologi pada manusia dalam proses kerja (Suma'mur, 1989). Oleh karenanya, perlu diciptakan kondisi lingkungan kerja yang nyaman sehingga akan mendorong terciptanya gairah dan efisiensi kerja. Berbagai kendala dari lingkungan kerja juga dialami oleh pekerja manual pada lingkungan kerja yang tidak sesuai dengan tingkat kenyamanan yang diharapkan. Hal ini seringnya terjadi keluhan – keluhan para pekerja karena imbas panas yang cukup tinggi, pencahayaan yang kurang memenuhi syarat dan tingkat kelembaban yang terjadi.

Perancangan pencahayaan perlu dirancang dan diatur berdasarkan kemampuan dan keterbatasan mata. Hal ini karena panca indera manusia berinteraksi secara langsung dalam proses kerja dan mempunyai fungsi sebagai sensor. Pencahayaan yang memenuhi syarat akan memberikan kemudahan bagi mata dalam melihat obyek. Sebaliknya pencahayaan yang kurang baik akan mengakibatkan gangguan pada mata dalam melihat obyek kerja sehingga terjadi interaksi yang kurang baik dalam proses kerja dan dapat merugikan baik bagi tenaga kerja maupun perusahaan. Bagi tenaga kerja, akan menyebabkan kelelahan pada mata dengan berkurangnya daya dan efisiensi pada mata, keluhan – keluhan pegal didaerah mata dan kerusakan pada alat penglihatan. Kondisi semacam ini akan memberikan dampak kurang baik, yakni akan menurunkan kinerja perusahaan dan pada akhirnya menurunkan produktivitas kerja (Purnomo, 2000).

Dalam lingkungan kerja juga perlu memperhatikan tinggi rendahnya

kebisingan karena faktor kebisingan sangat mengganggu konsentrasi menjadi pecah dan seringkali mengalami banyak gangguan pendengaran. Temperatur atau suhu yang nyaman sebaiknya dipertahankan didalam ruang kerja. Penyimpangan dari batas kenyamanan suhu menyebabkan perubahan fungsional yang meluas. Suhu yang terlalu panas menjuruskan kepada perasaan cepat lelah dan ngantuk yang mengurangi kesediaan untuk berprestasi dan meningkatkan frekuensi kesalahan. Sedangkan suhu yang terlalu dingin akan mengurangi daya atensi dan ketidaktenangan yangn berpengaruh negatif terutama pada kerja mental. Dengan demikian penyimpangan dari batas kenyamanan suhu baik diatas maupun dibawah nyaman akan berdampak buruk pada produktivitas kerja (Purnomo, 2000).

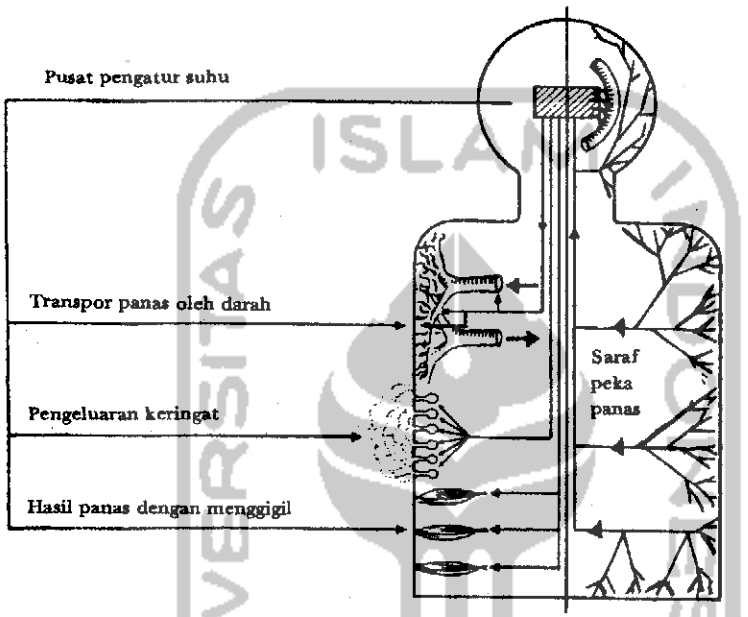
2.2.1. Temperatur

Tubuh manusia akan selalu berusaha mempertahankan keadaan normal dengan suatu sistem tubuh yang sempurna sehingga dapat menyesuaikan diri dengan 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 tubuh normal. Dalam keadaan normal, tiap anggota tubuh mannusia mempunyai temperatur yang berbeda – beda seperti bagian mulut sekitar ± 37°C, bagian dada ± 35 °C dan bagian kaki ± 20 °C. Tubuh manusia bisa menyesuaikan diri karena kemampuannya untuk melakukan proses konveksi, radiasi, dan penguapan jika terjadi kekurangan atau kelebihan panas yang membebaninya. *Indoor Climate* menurut Grandjean (1986) adalah suatu

kondisi fisik sekeliling dimana kita melakukan suatu aktivasi tertentu yang meliputi hal – hal sebagai berikut : (1) temperatur udara, (2) temperatur permukaan sekeliling, (3) kelembaban udara, (4) aliran perpindahan udara. Menurut Grandjean (1986) temperatur pada tubuh manusia selalu tetap yang berfluktuasi sekitar 37°C dibagian otak, jantung, dan didalam perut yang biasa disebut sebagai temperatur inti (*core temperature*). Temperatur kulit mempunyai banyak cakupan lebih luas dibanding dengan tubuh. Temperatur dapat terbakar berlangsung diatas 45°C. Pada temperatur lebih rendah, keringat dapat mengganggu kekuatan fungsi tangan dengan mengurangi *friction* dipenghubung tangan. Parsons (1993) mendiskusikan objek permukaan temperatur dalam hubungannya dengan resiko dalam proses pembakaran sebagai hasil secara kebetulan mengenai obyek yang panas.

Efisiensi kerja sangat dipengaruhi oleh cuaca kerja dalam daerah nikmat kerja, jadi tidak dingin dan kepanasan. Suhu nikmat demikian sekitar 24 – 26 ^{0}C bagi orang – orang Indonesia. Suhu tersebut erat hubungannya dengan tingkat metabolisme tubuh yang menghasilkan panas (Hartomo, et. al. 2004). Pada berbagai kondisi temperatur tubuh manusia berusaha unuk mempertahankan dalam kondisi normal sehingga dapat menyesuaikan diri dengan temperatur luar jika perubahan dari luar tubuh tidak melebuhi dari 20% untuk kondisi panas dan 35% dari kondisi dingin dari keadaan normal tubuh. Suhu tubuh manusia dalam kondisi normal berkisar antara 36 – 37^{0}C. Tubuh bisa menyesuaikan diri karena kemampuannya untuk melakukan konveksi, radiasi, dan penguapan jika terjadi kekurangan atau kelebihan panas (Helianty, et. al., 2005). Gambar 2.1

memperlihatkan secara skematik mekanisme pengendalian yang diperlukan untuk menjaga suhu inti agar bisa tetap merata. Pusat pengatur panas terletak didalam otak tengah dan merupakan pusat kendali terhadap seluruh organ pengatur panas.



Gambar 2.1 Diagram Mekanisme Fisiologis Yang Menngatur Suhu Badan. Sumber : Suyatno, 1985

Sel saraf dipusat menerima informasi mengenai suhu badan baik secara langsung maupun dari saraf peka panas didalam kulit. Pada gilirannya pusat akan mengirim ajakan kepada wilayah lain yang dapat memodifikasi rasio perolehan atau kehilangan panas dan dengan demikian menjaga suhu inti pada tingkat yang merata. Demikianlah produksi panas, transpor dan kehilangan, semuanya telah disesuaikan kepada tuntutan ekonomi panas (Suyatno, 1985).

Tubuh manusia, yang termasuk makhluk panas, memiliki pengatur suhu yang baik untuk menjaga suhu tubuh dalam untuk menghadapi perbedaan suhu

lingkungan yang memiliki variasi yang luas. Kepintaran manusia untuk mengontrol kondisi udara sekitar telah membuat kemajuan untuk memperbesar batas temperatur yang bisa diterima oleh tubuh. Kemajuan ilmu dan teknologi telah menyumbangkan kontribusi yang sangat besar dalam desain tempat kerja untuk kenyamanan dan keamanan pekerja. Tetapi masalah – masalah temperatur (baik panas maupun dingin) pada banyak lingkungan kerja belum benar – benar dapat diselesaikan. Padahal kondisi temperatur udara dapat mempengaruhi kualitas kerja seseorang, temperatur yang buruk dapat menyebabkan timbulnya penyakit dan berkembangnya virus dan bakteri, selain itu temperatur yang tidak terkendali dapat menyebabkan kecelakaan kerja (Purnomo dan Parkhan, 2006)

Mengenai kegiatan yang menyangkut suhu panas dengan menetapkan besarnya beban panas yang masih dapat ditoleransi. Banyak cara yang dapat dipakai untuk meramalkan beban panas pada situasi tertentu. Tabel 1, memberitahukan estimasi dari suhu maksimal dari beberapa tingkat kegiatan fisik bagi orang yang sehat dan bertindak secara efisien.

Tabel 1: Batas Panas Yang Disarankan Untuk Kerja Harian

Total konsumsi energi kkal/jam	Contoh	Batas atas suhu efektif ^0C	Suhu udara: suhu pada 50% lembab nisbi, ^0C
400	– Kerja berat – Jalan dengan beban 30kg	26 – 28	30,5 – 33
250	– Kerja agak berat – Jalan dengan 4km/jam	29 – 31	34 – 37
100	– Kerja duduk ringan	33 – 35	40 – 44

Sumber : Suyatno, 1985

Jika panas lebih besar dari yang tertera pada Tabel 1 dan tak dapat diturunkan dengan jalan teknik, maka jam kerjanya sebaiknya dikurangi (Suyatno, 1985)

Pada saat kondisi tubuh sehat, suhu tubuh relatif konstan dalam *range* yang sempit, meskipun terdapat perbedaan yang cukup besar antara suhu tubuh dan lingkungan serta sedang melakukan aktivitas secara fisik. Guna menjaga suhu tubuh internal tetap berada dalam batas yang nyaman, tubuh harus membuang kelebihan panas tubuh melalui 5 mekanisme, yaitu konduksi, konveksi, radiasi, dan evaporasi (Sanders & McComick, 1993).

Konduksi merupakan transfer panas dari panas dari satu bahan ke bahan lain melalui kontak secara langsung, misalnya udara yang menyentuh kulit tubuh. Konveksi terjadi ketika panas dari satu tempat ke tempat lain bergerak melalui gas (udara) atau cairan melalui pemanasan permukaannya (konduksi) kemudian dibawa oleh udara/cairan ke lingkungan. Radiasi merupakan hilangnya panas tubuh ketika seseorang sedang beristirahat, panas tubuh dipancarkan ke benda – benda sekeliling tubuh, misalnya tembok. Mekanisme utama hilangnya panas tubuh ketika sedang bekerja (terutama bekerja fisik) adalah *evaporasi* (penguapan), yaitu sekitar 80% dari total hilangnya panas tubuh (McIntyre, 2000).

Tabel 2. Batasan Suhu Panas dan Beratnya Pekerjaan

Beratnya Pekerjaan	Aktivitas yang dilakukan	Batas suhu (^{0}C)
Sangat Ringan	Hanya menggunakan jari/ujung tangan (pekerjaan administrasi, pengawasan meteran)	32
Ringan	Pekerjaan manual ringan (lathe, operasi tombol pengawasan, berjalan)	30
Sedang	Menggunakan ½ badan bagian atas (filing, menjalankan sepeda)	29
Sedang	Menggerakkan seluruh badan setelah 30 – 40 menit & istirahat sejenak	27
Berat	Menggerakkan seluruh badan (langsung berkeringat)	26

Sumber : Wahyono, 2002

Salah satu faktor lingkungan yang menyebabkan stress kerja adalah suhu, baik suhu panas maupun suhu dingin yang ekstrim. Oborne (1995) mengemukakan bahwa penelitian tentang pengaruh suhu panas terhadap performansi kerja menunjukkan hasil yang berbeda – beda. Sedangkan Berry & Houston (1993) menyampaikan bahwa penngaruh stress suhu panas terhadap performansi kerja tergantung pada tipe tugas. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Sanders & McComick (1993) yang mengemukakan bahwa untuk tugas yang menuntut aktivitas fisik yang tinggi, produktivitas kerja bisa menurun hingga 50% dari sebelum karyawan mengalami stres suhu panas, bagi pekerjaan yang melibatkan aktivitas kognitif dan perceptual motorik sederhana, misalnya pemecahan masalah aritmatik, pengkodean dan tugas – tugas yang mengandalkan memori jangka pendek, stres suhu panas tidak begitu berpengaruh, bahkan pada awal – awal proses kerja terjadi peningkatan kinerja. Pada pekerjaan yang memerlukan kemampuan kognitif dan perceptual motorik kompleks, stress suhu

panas akan menurunkan kinerja, yang kemungkinan disebabkan oleh penurunan tingkat usaha individu, misalnya menyerah untuk tidak mengontrol stress suhu panas.

Menurut Maughan (1999) latihan atau bekerja ditempat yang bersuhu panas berhubungan dengan peningkatan sensasi subjektif terhadap usaha yang dilakukan, munculnya kelelahan dan peningkatan resiko terhadap sakit karena suhu panas (*heat illnes*). Oborne (1995) menyampaikan 3 alasan yang menyebabkan tubuh tidak bisa mengatasi suhu panas, yaitu:

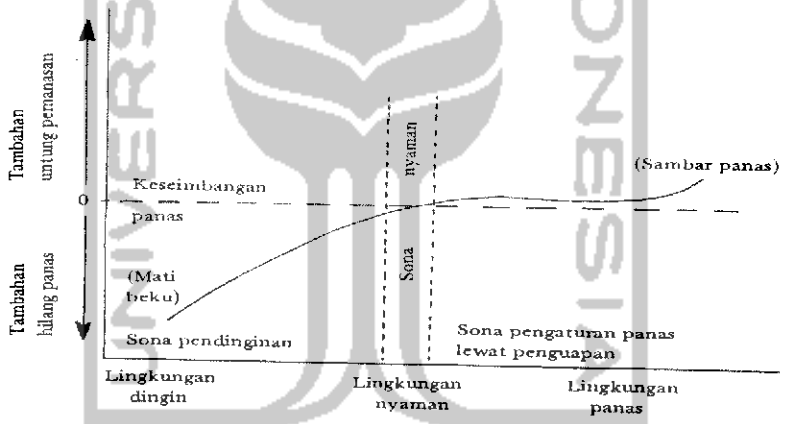
a. Saat karyawan bekerja dilingkungan panas dengan kelembaban tinggi, tubuh tidak dapat mengurangi panas melalui keringat/evaporasi.
b. Stres suhu panas juga disebabkan oleh efek insulasi dari beberapa pakaian pengaman, karena pakaian tersebut menghambat evaporasi panas tubuh
c. Stress suhu panas terjadi jika kondisi lingkungan terlalu panas, meskipun produksi keringat tetap berlangsung, tetapi keringat yang berlebihan bisa menyebabkan dehidrasi yang mengarah pada kondisi yang berbahaya, misalnya kecelakaan kerja.

Menurut Suyatno (1985) mengendalikan suhu badan bisa berlangsung dengan tiga cara :

1. Pengendalian *suplai darah* kepada dan dari kulit. Jika kulit kedinginan, darah akan membawa panas dari dalam tubuh (suhu inti) ke kulit, sedangkan darah yang dingin dari kulit akan menarik diri kebagian dalam badan. Disamping itu kulit akan mengkerut untuk mengyempitkan pori – pori hingga penurunan suhu akan menjadi terhambat.

2. Mengendalikan suhu dengan jalan *berkeringat*. Jika kulit kepanasan, darah dari badan bagian dalam akan makin banyak mengalir kearah kulit, dan keringat akan keluar melalui kulit.

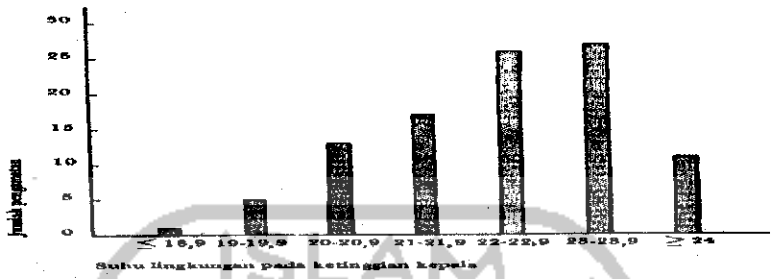
3. Meningkatkan produksi panas. Dengan menggerakkan otot (menggigil atau olahraga) proses *metabolisme* akan berjalan lebih giat sehingga panas akan lebih banyak dihasilkan. Sebaliknya, apabila produksi panas hendak anada turunkan, maka anda harus mendinginkan badan agar proses *katabolisme* otot dan organ – organ lainnya menjadi semakin besar.



Gambar 2.2 Keseimbangan Panas Dari Badan Pada Kondisi Suasana Yang Berbeda. Sumber : Suma'mur, 1989

Kini semakin disadari bahwa cuaca kerja penting artinya bagi kesejahteraan dan produktivitas tenaga kerja. Suhu nyaman merupakan suatu daerah yang tenaga kerja berada pada kondisi *termonetral*, yaitu tidak ada rasa panas atau rasa dingin. Penngalaman yang disepakati oleh para ahli diindonesia menyatakan bahwa daerah cuaca nyaman seperti itu adalah 24 – 26 ^{0}C suhu kering. Juga perbedaan diantara suhu didalam dan diluar ruangan sebaiknya tidak

melebihi 5 ^{0}C (Suma'mur, 1989).



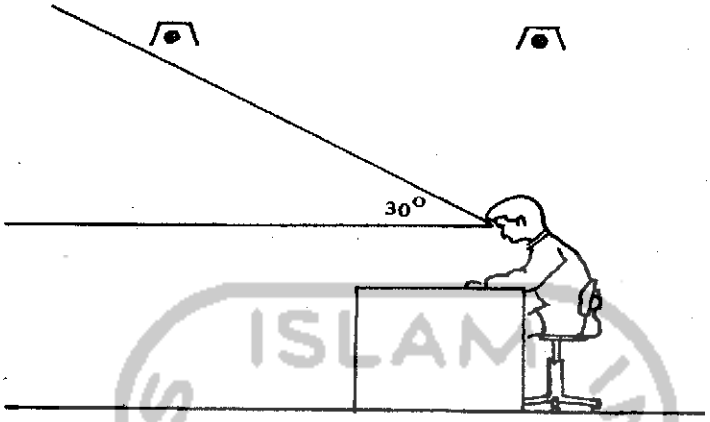
Gambar 2.3. Suhu Lingkungan Pada ketinggian ^{0}C Kepala Orang Dari 168 Kantor

Sumber : Suyatno, 1985

Gambar diatas memberitahukan tentang frekuensi distribusi dari suhu udara pada ketinggian kepala orang. Pada penelitian itu dicatat juga akan suhu bidang kelilingnya ternyata sama besarnya dengan suhu udaranya. Ternyata juga bahwa kebanyakan suhu ruangan ada sekitar 22 dan 23^{0}C (Suyatno, 1985).

2.2.2. Pencahayaan

Tenaga kerja merupakan asset perusahaan yang harus dijaga agar produktivitasnya tetap tinggi, produktivitas yang tinggi dapat tercapai jika tenaga kerja merasa nyaman dalam bekerja, salah satu aspek kenyamanan yang dimaksud adalah kenyamanan visual. Aspek ini merupakan bagian dari pencahayaan yang memadai atau merupakan tugas visual yang akan terlihat dengan jelas tanpa mata harus bekerja keras. Sehingga tenaga kerja dapat melaksanakan tugas visualnya dengan baik selama bekerja. Kenyamanan visual ditentukan oleh kinerja sistem pencahayaan antara lain tidak menyilaukan dan dapat menampilkan warna aslinya (Hendrawan, 2003).



Gambar 2.4 Sudut Antara Garis Penglihatan Horizontal Dan Garis Penglihatan Dari Mata Kesumber Cahaya Harus Lebih Besar Dari 30^0

Sumber : Grandjean, 1989

Cahaya merupakan suatu spektrum warna yang berfungsi memberi efek pantul seluruh benda yang dikenai gelombang tersebut. Pada dasarnya pencahayaan dalam suatu lingkungan kerja dimaksudkan untuk mengetahui penerapan radiasi fisibel kepada objek atau kepadatan fluks cahaya persatuan luas yang diterangi secara seragam. Pencahayaan sangat mempengaruhi kemampuan manusia untuk melihat objek secara jelas, cepat tanpa menimbulkan kesalahan. Pencahayaan yang kurang menyebabkan mata pekerja menjadi cepat lelah karena mata akan berusaha untuk melihat dengan cara membuka lebar – lebar. Lelahnya mata akan mengakibatkan pula kelelahan mental dan lebih jauh lagi dapat menimbulkan kerusakan mata. Kemampuan mata untuk melihat objek dengan jelas akan ditentukan oleh ukuran objek, derajat kontras antara objek dengan sekelilingnya, luminensi (*brightness*), serta lamanya waktu untuk melihat objek

tersebut (Helianty et. al, 2005).

Penerangan sering mempengaruhi pembatasan seorang karyawan untuk melihat. Ciri – ciri penerangan yang baik adalah mempunyai :

1. Sinar cahaya yang cukup

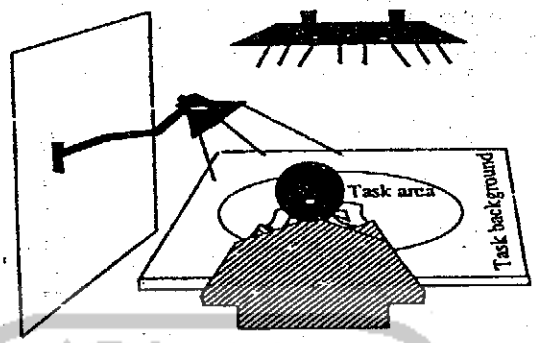
   Penerangan yang cukup merupakan satu fungsi dari beberapa variabel yang saling mempengaruhi dalam menentukan kemampuan untuk melihat.

2. Sinar cahaya yang tidak berkilau atau menyilaukan

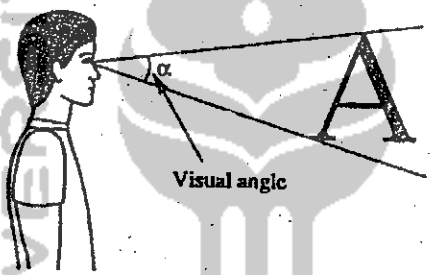
   Obyek yang dilihat harus terbebas dari cahaya yang menyilaukan. Cahaya yang menyilaukan dapat langsung dari sumber cahaya (*Direct-glare zone*) ataupun dari pemantulan/pengembalian cahaya (*indirect-glare zone*). Biasanya tingkat *luminance* harus dibatasi dalam daerah 45^0 – 90^0. Permukaan kerja yang mengkilap dan lantai yang mengkilap juga perlu menghindari adanya *glare* (silau).

3. Tidak terdapat kontras yang tajam
4. Terangnya cahaya (brightness)
5. Distribusi cahaya, bayangan, dan pemancaran/penebaran cahaya
6. Warna

Pencahayaan adalah faktor yang penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang baik. Lingkungan yang baik akan dapat memberikan kenyamanan dan meningkatkan produktivitas pekerja (Grandjean, 1986). Efisiensi kerja seorang operator ditentukan oleh ketepatan dan kecermatan saat melihat dalam bekerja sehingga dapat meningkatkan efektifitas kerja, serta keamanan kerja yang lebih besar.



Gambar 2.5. Lingkungan Visual. Sumber: Tayyari dan Smith, 1997



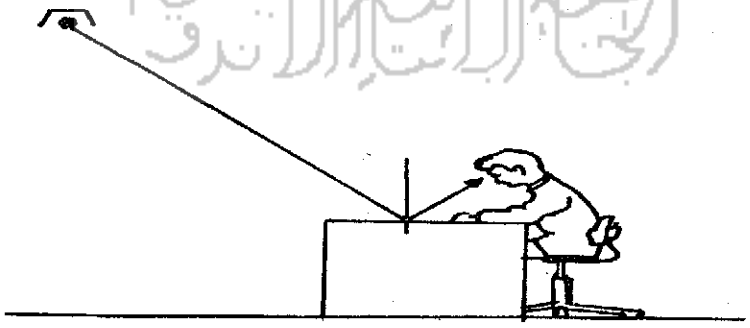
Gambar 2.6. Ilustrasi Dari Sudut Visual Sumber : Tayyari dan Smith, 1997

Pencahayaan adalah rangsangan untuk visi. Berdasarkan hal itu, kekurangan pencahayaan atau pencahayaan yang kuat, secara partikel, pencahayaan yang terlalu menyilaukan menyebabkan penglihatan menjadi kurang jelas, yang dapat menyebabkan kelelahan, sakit kepala, pusing, dan penambahan resiko kecelakaan. Banyak waktu dan uang yang terbuang sia – sia diakibatkan oleh kurang jelasnya penglihatan saat melakukan pekerjaan. Pencahayaan yang baik, yang dapat menambah kemampuan dalam mellihat penampilan yang ada, memiliki banyak keuntungan, termasuk berkurangnya kesalahan, kenaikan produktivitas, pennguranganan kecelakaan kerja, menambah semangat (kerja), dan

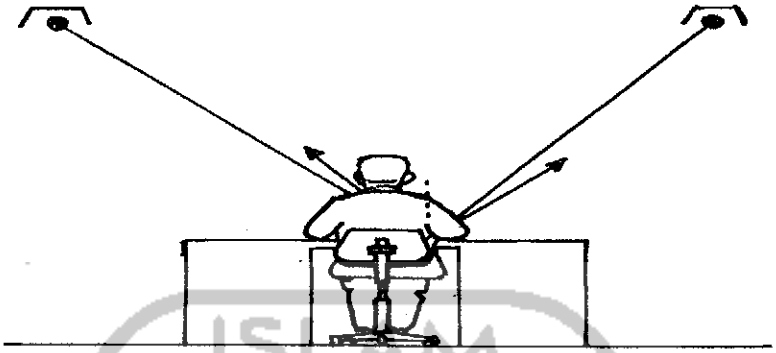
mempermudah pekerjaan rumah (Parkhan dan Purnomo, 2006).

Intensitas penerangan adalah banyaknya sinar mengenai suatu permukaan. Luminensi adalah suatu ukuran tingkat terangnya suatu permukaan. Kontras adalah derajat perbedaan diantara luminensi dua objek atau permukaan. Pekerjaan yang perlu ketelitian disrretai dengan syarat kemampuan untuk melihat huruf dan bagian – bagian komponen yang dikerjakan (detail). Faktor – faktor yang mempengaruhi adalah (Suma'mur, 1989):

1. Intensitas penerangan.
2. Penyebaran tingkat penerangan dalam lapangan penglihatan.
3. Ukuran benda
4. Warna dan bahan dari benda yang mempengaruhi faktor luminensi.
5. Kontras diantara benda dan lingkungan
6. Waktu untuk persepsi
7. Usia tenaga kerja



Gambar 2.7. Penempatan Posisi Sumber Cahaya Yang Tak Cocok Dengan Tempat Kerja. Sumber : Suma'mur, 1989



Gambar 2.8. Penempatan Cahaya Yang Cocok. Cahaya Yang Terpantul Tidak Mengenai Mata Dan Terhindar Dari Silau

Sumber : Suma'mur, 1989

2.2.3. Kebisingan

Bunyi adalah sesuatu yang tidak dapat kita hindari dalam kehidupan sehari-hari, termasuk di tempat kerja. Bahkan bunyi yang kita tangkap melalui telinga kita merupakan bagian dari kerja misalnya bunyi telepon, bunyi mesin ketik / komputer, mesin cetak, dan sebagainya. Namun sering bunyi-bunyi tersebut meskipun merupakan bagian dari kerja kita tetapi tidak kita inginkan, misalnya teriakan orang, bunyi mesin diesel yang melebihi ambang batas pendengaran, dan sebagainya. Bunyi yang tidak kita inginkan atau kehendaki inilah yang sering disebut bising atau kebisingan.

Kualitas bunyi ditentukan oleh 2 hal yakni frekuensi dan intensitasnya. Frekuensi dinyatakan dalam jumlah getaran per detik yang disebut hertz (Hz), yaitu jumlah gelombang-gelombang yang sampai di telinga setiap detiknya. Biasanya suatu kebisingan terdiri dari campuran sejumlah gelombang dari

berbagai macam frekuensi. Sedangkan intensitas atau arus energi per satuan luas biasanya dinyatakan dalam suatu logaritmis yang disebut desibel (dB).

Kebisingan mempengaruhi kesehatan antara lain dapat menyebabkan kerusakan pada indera pendengaran sampai kepada ketulian. Dari hasil penelitian diperoleh bukti bahwa intensitas bunyi yang dikategorikan bising dan yang mempengaruhi kesehatan (pendengaran) adalah diatas 60 dB.

Oleh sebab itu para karyawan yang bekerja di pabrik dengan intensitas bunyi mesin diatas 60 dB maka harus dilengkapi dengan alat pelindung (penyumbat) telinga guna mencegah gangguan pendengaran.

Disamping itu kebisingan juga dapat mengganggu komunikasi. Dengan suasana yang bising memaksa pekerja berteriak didalam berkomunikasi dengan pekerja lain. Kadang-kadang teriakan atau pembicaraan yang keras ini dapat menimbulkan salah komunikasi (*miss communication*) atau salah persepsi terhadap orang lain.

Oleh karena sudah biasa berbicara keras di lingkungan kerja sebagai akibat lingkungan kerja yang bising ini maka kadang-kadang di tengah-tengah keluarga juga terbiasa berbicara keras. Bisa jadi timbul salah persepsi di kalangan keluarga karena dipersepsikan sebagai sikap marah. Lebih jauh kebisingan yang terus-menerus dapat mengakibatkan gangguan konsentrasi pekerja yang akibatnya pekerja cenderung berbuat kesalahan dan akhirnya menurunkan produktivitas kerja.

Kebisingan terutama yang berasal dari alat-alat bantu kerja atau mesin dapat dikendalikan antara lain dengan menempatkan peredam pada sumber

getaran atau memodifikasi mesin untuk mengurangi bising. Penggunaan proteksi dengan sumbatan telinga dapat mengurangi kebisingan sekitar 20-25 dB. Tetapi penggunaan penutup telinga ini pada umumnya tidak disenangi oleh pekerja karena terasa risi adanya benda asing di telinganya. Untuk itu penyuluhan terhadap mereka agar menyadari pentingnya tutup telinga bagi kesehatannya dan akhirnya mau memakainya (Notoatmodjo, 2003).

Menurut Suma'mur alat dengar tenaga kerja harus dilindungi dari kemungkinan kerusakan oleh efek kebisingan dengan intensitas yang lebih dari 85 dB. Untuk keperluan ini, dipakai sumbat atau tutup telinga atau diatur lamanya waktu kerja dalam lingkungan bising yang bersangkutan. Kebisingan diatas 85 dB berifat mengganggu kenyamanan kerja, berpengaruh buruk terhadap komunikasi dan tidak menguntungkan terhadap efisiensi. Oleh karena itu, intensitas kebisingan pada suatu tempat kerja harus sesuai dengan persyaratan kebisingan yang diperbolehkan. Pengaruh kebisingan secara keseluruhan adalah :

a. Kerusakan pada indera pendengaran
b. Gangguan komunikasi dan timbulnya salah penngertian.
c. Pengaruh faal seperti gangguan psikomotor, gangguan tidur, dan efek – efek saraf otonom.
d. Efek psikologis yaitu perasaan terganggu dan ketidaksenangan.

2.3. Respon Fisiologi

Denyut nadi merupakan salah satu variabel fisiologis tubuh, menggambarkan tubuh dalam keadaan statis atau dinamis. Karenanya maka denyut nadi dipakai sebagai indikator metabolisme tubuh, dalam keadaan

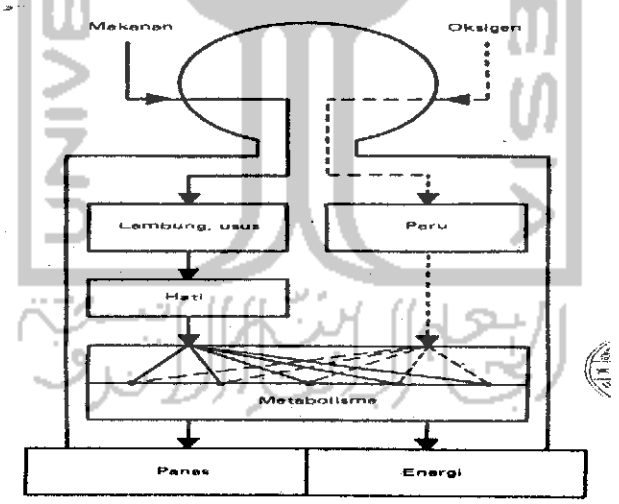
fisiologis maupun patologis. Denyut nadi permenit menggambarkan aktivitas jantung dalam memompa darah keluar masuk organ jantung. Hal itu sangat berhubungan dengan metabolisme tubuh. Semakin besar denyut jantung permenitnya itu berarti semakin tinggi aktivitas tubuh sehingga tingkat metabolisme tubuhpun semakin tinggi. Tubuh yang sedang bekerja, dapat saja direfleksikan oleh denyut nadi permenit atau besar asupan oksigen, suhu tubuh, danpengeluaran kalorinya. Diantara semuanya itu maka pengukuran denyut jantunglah yang paling praktis dilapangan,dan dapat dilakukan dengan peralatan sederhana sampai yang paling canggih. Hasil pengukurannya dan kegunaannya sangat tinggi, dan telah diterima oleh para ahli. Cara pengukuran denyut nadi dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu sebagai berikut (Purnomo et.al., 2003):

a. Metode palpasi
b. Metode auskultasi
c. Dengan pulse meter
d. Dengan elektrokardiografi
e. Dengan EKG tanpa kabel
f. Dengan sport tester

Konsumsi energi pada orang diukur dengan kilo kalori (kkal). Dalam fisiologi kerja, konsumsi energi diukur secara tak langsung melalui konsumsi oksigen yang kemudian secara langsung dikaitkan dengan hasil kerja. Setiap liter oksigen yang dikonsumsi oleh tubuh manusia, menghasilkan energi rata – rata sebesar 4,8 Kkal, dan dinamakan nilai *kalorifik* dari *oksigen.* Jadi untuk

mendapatkan konsumsi energi dalam Kkal, kita harus mengkalikan volume oksigen yang dikonsumsi (diukur) dengan faktor 4,8. Banyaknya oksigen yang dikonsumsi dahulu diukur dengan memakai meteran gas, sebuah alat yang digendong oleh orang yang diteliti, dan udara dari meteran gas itu lalu diperiksa dilaboratrium. Tetapi sekarang kita memakai cara pembanding konsumsi oksigen itu dengan menghitung angka pulsa lalu memadankan angka pulsa itu dengan konsumsi oksigen. Jadi proses untuk mengetahui pengeluaran energi sekarang adalah (Suyatno, 1985):

1. Menghitung pulsa nadi atau pulsa jantung
2. Memadankan (ekuivalensi) angka pulsa dengan konsumsi oksigen
3. Memadankan konsumsi oksigen dengan pengeluaran energi



Gambar 2.9. Diagram Urutan Berubahnya Makanan Menjadi Panas Dan Energi Didalam Tubuh Manusia. Sumber : Suyatno, 1985.

Performansi fisik seorang pekerja dapat terlihat dari tinggi rendahnya konsumsi energi ataupun konsumsi oksigen yang dikeluarkan pada saat melakukan pekerjaannya. Hal ini terlihat dari denyut jantung pada saat melakukan pekerjaan tersebut karena dalam suatu kerja fisik, manusia akan menghasilkan perubahan dalam konsumsi energi, konsumsi oksigen, detak jantung, temperatur tubuh dan perubahan senyawa kimia dalam tubuh (Nurmianto, 1996). Dalam hal kerja fisik ini, maka konsumsi energi (*energy consumption*) merupakan faktor utama dan tolok ukur yang dipakai sebagai penentu berat atau ringannya kerja fisik tersebut. Proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh manusia merupakan phase yang terpenting sebagai penghasil energi yang diperlukan untuk kerja fisik (Wignjosoebroto, 1995).

2.4. Logika *Fuzzy*

2.4.1. Himpunan *Fuzzy*

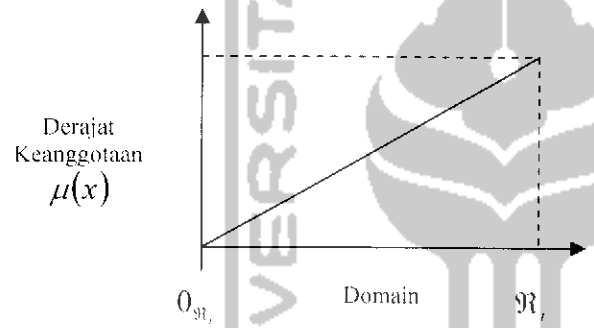
Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output. Himpunan *Fuzzy* didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval [0,1] (Kusumadewi, 2002) Dengan kata lain, nilai kebenaran suatu item tidak hanya bernilai benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar, dan masih ada nilai – nilai yang terletak antara benar dan salah (Jun, et. al., 1994).

2.4.2. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan dapat dipresentasikan dengan beberapa cara (Cox, 1994), antara lain :

a. Representasi Linear

Pada representasi linear (Gambar 2.10), permukaan digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

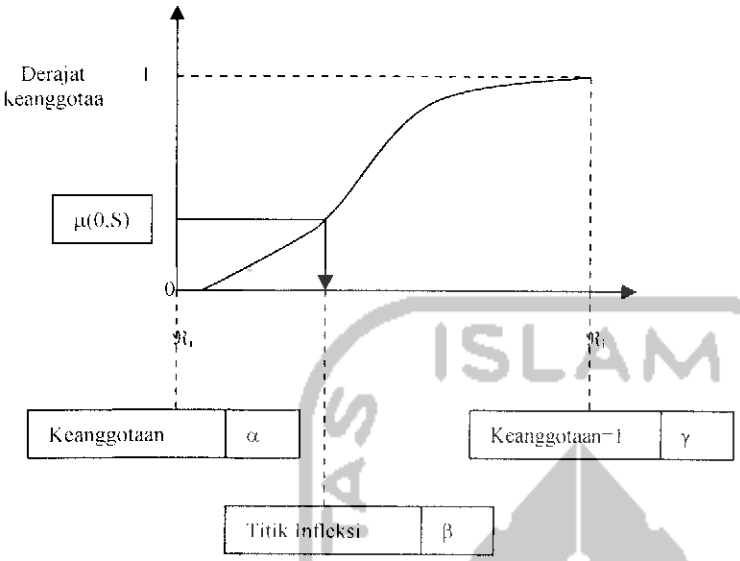


Gambar 2.10. Himpunan *Fuzzy* : 'bertambah'

b. Representasi Kurva-S (Sigmoid/Logistik)

Kurva-S didefinisikan dengan menggunakan 3 parameter (Gambar 2.11), yaitu: nilai keanggotaan nol (α), nilai keanggotaan lengkap (γ), dan titik infleksi atau crossover (β) yaitu titik yang memiliki domain 50% benar. Nilai kurva untuk domain pada titik-x adalah:

$$S(\chi;\ \alpha,\ \beta,\ \gamma) = \begin{cases} 0 \rightarrow \chi \leq \alpha \\ 2((\chi-\alpha)/(\gamma-\alpha))^2 \rightarrow \alpha \leq \chi \leq \beta \\ 1-2((\chi-\alpha)/(\gamma-\alpha))^2 \rightarrow \beta \leq \chi \leq \gamma \\ 1 \rightarrow \chi \geq \gamma \end{cases}$$

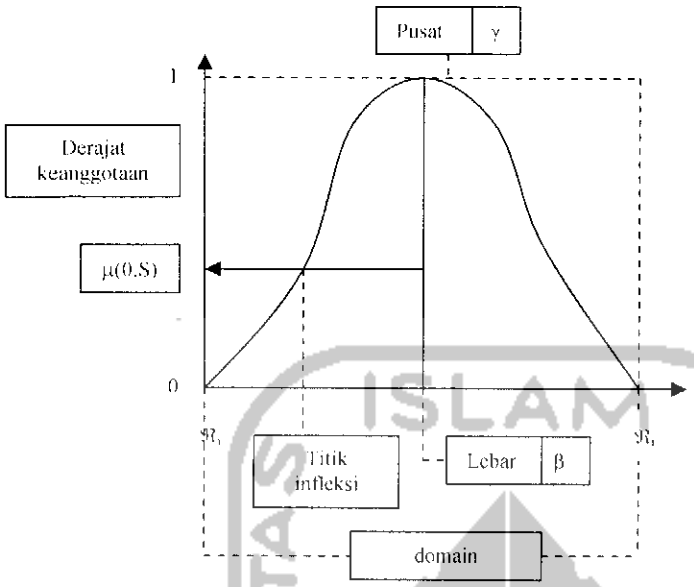


Gambar 2.11. Karakteristik fungsi kurva-S

c. *Kurva Phi*

Kurva *Phi* berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat dengan domain (γ), dan lebar kurva (β) seperti terlihat pada gambar 2.12. Nilai kurva untuk suatu nilai domain x diberikan sebagai:

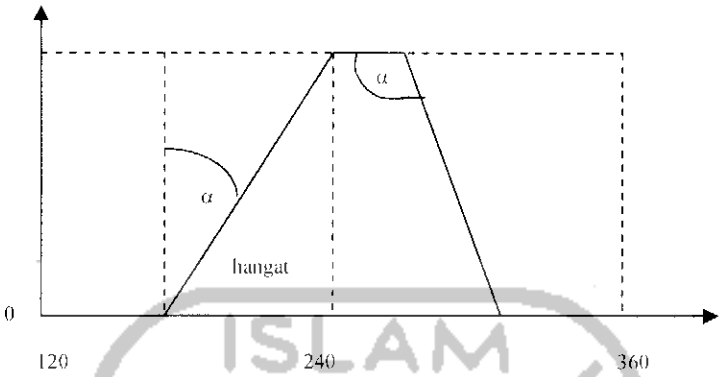
$$\Pi(\chi, \beta, \gamma) = \begin{cases} S\left(\chi; \gamma-\beta, \gamma-\frac{\beta}{2}, \gamma\right) \rightarrow \chi \leq \gamma \\ 1-S\left(\chi; \gamma, \gamma+\frac{\beta}{2}, \gamma+\beta\right) \rightarrow \chi > \gamma \end{cases}$$



Gambar 2.12. Karakteristik fungsional kurva *Phi*

d. Himpunan *Fuzzy* Bentuk Segitiga, Trapesium, dan Bahu

Himpunan *fuzzy* yang direpresentasikan dengan segitiga atau trapezium digambarkan dengan titik – titik dan sudut infleksi (Gambar 2.13). Variabel – variabel yang digunakan dalam system kendali proses tersusun atas daerah – daerah segitiga yang bertumbang tindih. Titik terakhir dari variabel tersebut sering kali diekspresikan sebagai himpunan *fuzzy* yang mendatar (himpunan 'bahu' – trapesium terbagi dua) atau sebagai himpunan *fuzzy* yang linear (segitiga terbagi dua).



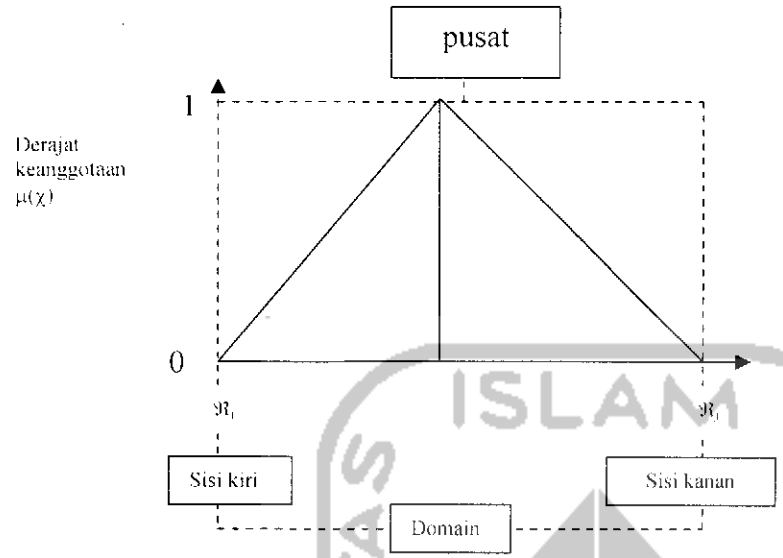
Gambar 2.13. Karakteristik fungsional kurva *Phi*

e. Himpunan *Fuzzy* Bentuk Segitiga

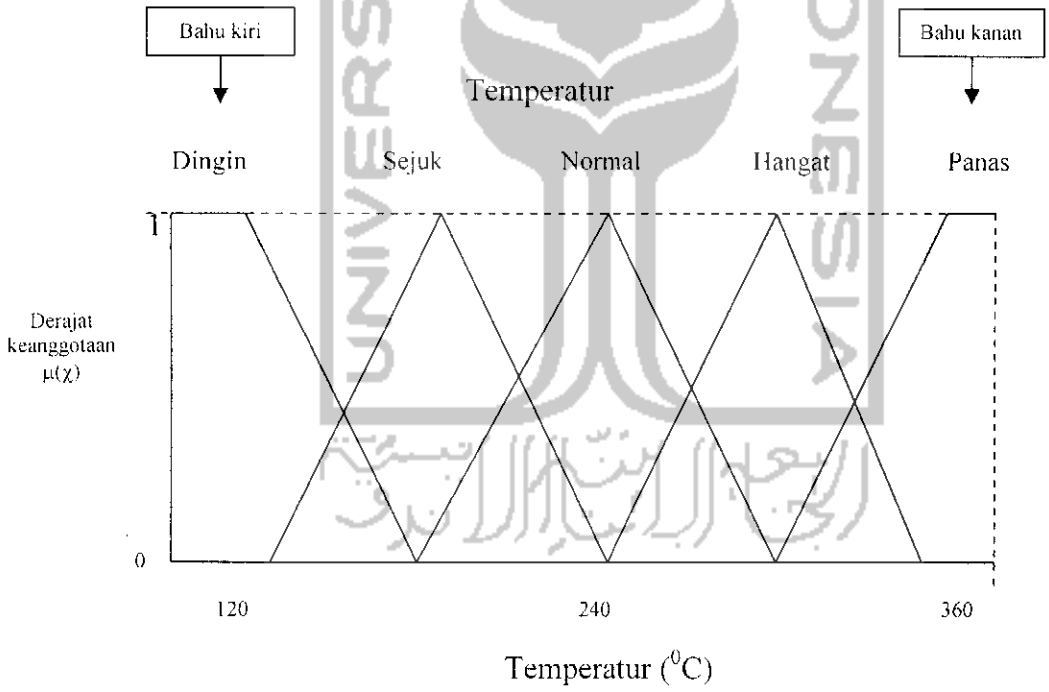
Seperti halnya kurva *Phi* dan kurva beta, himpunan *fuzzy* bentuk segitiga merepresentasikan bilangan – bilangan *fuzzy*. Puncak dari segitiga tersebut bernilai 1. Sisi kanan dan kirinya merupakan bentuk linear menuju ke 0.

f. Himpunan *Fuzzy* Bentuk Bahu

Himpunan *fuzzy* 'bahu', bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah dengan melalui suatu dataran kecil, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar dengan melalui dataran kecil. Gambar 2.14 menunjukkan variabel temperatur dengan daerah bahunya.



Gambar 2.14. Karakteristik himpunan fuzzy bentuk segitiga



Gambar 2.15. Daerah 'bahu' pada variabel temperatur

2.4.3. Tipe Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan Fuzzy

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan *fuzzy* konvensional yang didefinisikan oleh Zadeh (Cox, 1994).

Interseksi $A \cap B = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]$

Union $A \cup B = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]$

Komplemen $A' = 1 - \mu_A[x]$

2.4.4. Fungsi – fungsi Implikasi

Tiap – tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy*. Secara umum dapat dituliskan:

IF x is A THEN y is B

dengan x dan y adalah scalar, A dan B adalah variabel linguistic. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan penghubung *fuzzy*, seperti:

IF (x_1 is A_1) • (x_2 is A_2) • (x_3 is A_3) • .....• (x_i is A_1) THEN y is B

Dengan • adalah operator (missal: OR atau AND).

Apabila suatu proposisi menggunakan bentuk terkondisi, maka ada 2 fungsi implikasi yang dapat digunakan, yaitu:

a. Min (*minimum*). Fungsi ini akan memotong output himpunan *fuzzy*
b. Dot (*product*). Fungsi ini akan menskala output himpunan *fuzzy*

2.4.5. Komposisi Aturan – aturan *Fuzzy*

a. Metode *Max* (*Maximum*)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil niali maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu

himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap – tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i])$$

dengan:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* sampai aturan ke-i

b. Metode *Additive (sum)*

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua output daerah *fuzzy* (Gulley and Roger Jang, 1995). Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \min(1, \mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i])$$

c. Metode *Probabilistik OR (probor)*

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *product* terhadap semua output daerah *fuzzy* (Gulley and Roger Jang, 1995). Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow (\mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i]) - (\mu_{sf}[x_i] * \mu_{kf}[x_i])$$

2.4.6. Penegasan

Input dari proses penegasan adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan – aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut.

Ada beberapa metode penegasan (Gulley and Roger, 1995), antara lain:

a. Metode *Centroid (Composite Moment)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan:

$$\chi \leftarrow \frac{\sum_{i=0}^{n} d_i x \mu_A(d_i)}{\sum_{i=0}^{n} \mu_A(d_i)}$$

b. Metode bisector

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan separo dari jumlah total nilai keanggotaan pada serah *fuzzy*.

c. Metode *Mean Of Maximum (MOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata – rata yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode *Largest Of Maximum (LOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode *Smallest Of Maximum (SOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi (APK & E), Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

3.2 Subyek dan Obyek Penelitian

Pada penelitian ini, yang menjadi subyek penelitian adalah seorang mahasiswa, yang akan melakukan aktivitas yang telah ditentukan yaitu mencocokkan gambar tekstur lantai selama 10 menit dengan kombinasi variabel penelitian yang telah ditetapkan. Eksperimen dilakukan tiga kali untuk masing – masing kombinasi variabel respon. Objek penelitiannya adalah pencocokan gambar tekstur lantai.

3.3 Jenis Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data atau informasi yang berhubungan dengan masalah yanng akan diteliti. Jenis data yang akan dikumpulkan dalam penelitian ini terdapat dua jenis yaitu ; data primer yaitu data yang diperlukan langsung dari sumber objek yang diteliti, diamati, dan dicatat pada saat penelitian. Data yang diperlukan berupa waktu penyelesaian selama menyelesaian tugas dan tingkat respon fisiologis operator selama mengerjakan tugas. Data skunder yaitu data yang diperoleh secara tidak langsung dari sumber

yang berhubungan dengan penelitian, dengan mengumpulkan data sebelumnya telah dikumpulkan oleh pihak lain.

3.4 Metode pengumpulan data

3.4.1 Pengumpulan Data Secara Langsung

Dalam penelitian ini hal pertama yang dilakukan adalah memilih obyek dan subyek penelitian yanng akan dilakukan, menyediakan alat – alat yang diperlukan, penjelasan penggunaan alat dan cara kerja operator, serta penyusunan jadwal penelitian. Kegiatannya operator mencocokkan gambar sebanyak – banyaknya dengan perlakuan variasi lingkungan (temperatur, pencahayaan dan sirkulasi udara) yang telah ditentukan. Kemudian dilakukan pengujian selama 10 menit, dan dicatat waktu penyelesaian yang dilakukan operator dan respon fisiologis yang dialami operator saat menyelesaikan pekerjaannya. Aktivitas dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiap kombinasi variabel. Kombinasi variabel yang ada sebanyak 27 kali.

3.4.2 Pengumpulan Data Secara tidak Langsung

Pengumpulan data yang dilakukan peneliti yaitu mengumpulkan data – data referensi yang diperlukan yang telah dilakukan peneliti sebelumnya.

3.5 Alat Penelitian

Dalam eksperimen ini diperlukan beberapa alat pendukung untuk penelitian, seperti:

1. Lux meter digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya (lux).
2. Termometer untuk mengukur besarnya suhu udara (^{0}C), merk prima long.
3. *Light meter* digunakan untuk mengukur besarnya intensitas pencahayaan yang dipancarkan dari sumber cahaya ke benda kerja atau lingkungan sekelilingnya (lux), lampu digunakan untuk sumber cahaya.
4. *Air Conditioner* (AC) digunakan untuk pengatur suhu udara yang diinginkan, merk national.
5. Lampu digunakan untuk penerangan ruangan, merk philips
6. Radio tape, untuk kebisingan, merk national
6. Stopwacht digunakan untuk mengetahui lamanya pekerjaan, merk casio

3.6 Identifikasi Variabel

Adapun identifikasi variabel pada penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas (*independent variable*) merupakan suatu faktor yang digunakan dalam usaha untuk memastikan hubungan antara pengaruh dari suatu variabel terhadap suatu gejala. Dalam penelitian ini adalah lingkungan kerja (temperatur, pencahayaan, sirkulasi udara).
2. Variabel tidak bebas (*dependent variable*) merupakan faktor yang muncul, menghilang, dan berubah – ubah pada waktu peneliti memberi, memindahkan, menghilangkan ataupun merubah variabel bebas. Dalam penelitian ini adalah konsumsi energi.

Level masing – masing faktor yang digunakan dalam rancangan ini adalah sebagai berikut:

a. Faktor Pencahayaan, yaitu rendah (150 lux), sedang (200 lux), tinggi (400 lux)

b. Faktor temperatur, yaitu rendah (20^0C), sedang (24^0C), tinggi (30^0C)

c. Kebisingan, yaitu rendah (60 dB), sedang (80 dB), tinggi (100 dB).

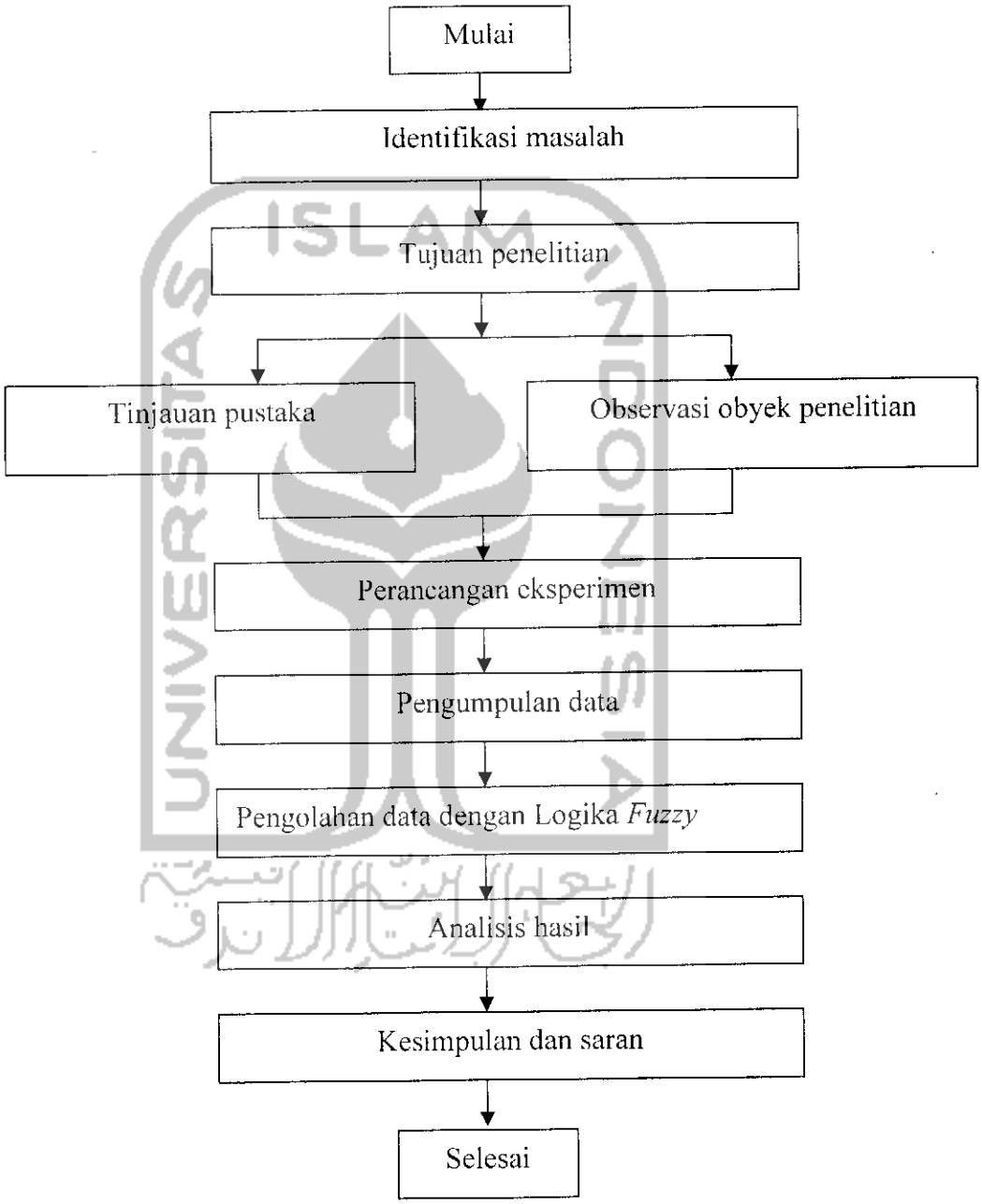
3.7 Pengolahan Data dan Analisis Data

Data – data yang sudah terkumpul kemudian diolah dengan menggunakan *Fuzzy* Toolbox Matlab 7.1, untuk mendapatkan variabel lingkungan kerja yang optimal dilakukan dengan cara merubah variabel input sampai didapatkan nilai output yang maksimal.

3.8 Bagan Alir Penelitian

Langkah - langkah penelitian dilakukan untuk mempermudah dalam memahami persoalan yang terjadi. Awal penelitian mengidentifikasi masalah, dilanjutkan dengan merumuskan masalah untuk menentukan pokok permasalahan yang akan diteliti agar tujuan dari penelitian dapat menyelesaikan permasalahan. Langkah selanjutnya studi pustaka, yang mempelajari penelitian serupa yang pernah dilakukan sebelumnya yang akan digunakan sebagai referensi bahan kajian pustaka dalam penelitian kemudian melakukan observasi obyek penelitian untuk menentukan faktor lingkungan kerja yang mempengaruhi variabel respon yang menjadi prioritas. Setelah itu melakukan pengumpulan data. Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data yang telah diidentifikasi dan dipilih faktor-faktor yang mempengaruhi kerja operator.

Langkah selanjutnya adalah melakukan eksperimen dimana operator bekerja berdasarkan kombinasi variabel yang telah ditentukan dengan output yang dihasikan berupa satuan. Kemudian output tadi akan diolah secara berurut dengan menggunakan logika *fuzzy* lalu diolah dalam software matlab 7,1. Hasil pengolahan akan dianalisa pada bab pembahasan. Dari hasil analisa tersebut dapat ditarik kesimpulan dan memberikan saran-saran dari penelitian yang telah dilakukan. Adapun langkah-langkah penelitian seperti terlihat pada gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di ruang iklim Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi (APK & E) dengan subyek penelitian mahasiswa fakultas teknik industri Universitas Islam Indonesia.

Penelitian dilakukan dengan mencocokkan gambar tekstur lantai sebanyak 175 buah selama kurun waktu 10 menit dengan diberikan perlakuan variasi lingkungan fisik kerja (pencahayaan, temperatur, kebisingan) yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu:

Tabel 4.1 Data Perlakuan Variasi Lingkungan Fisik Kerja

Kondisi	Pencahayaan (lux)	Kebisingan (Db)	Temperatur (^{0}C)
1	150	60	20
2	150	60	24
3	150	60	30
4	150	80	20
5	150	80	24
6	150	80	30
7	150	100	20
8	150	100	24
9	150	100	30
10	200	60	20
11	200	60	24
12	200	60	30
13	200	80	20
14	200	80	24
15	200	80	30
16	200	100	20
17	200	100	24

18	200	100	30
19	400	60	20
20	400	60	24
21	400	60	30
22	400	80	20
23	400	80	24
24	400	80	30
25	400	100	20
26	400	100	24
27	400	100	30

Adapun data – data waktu penyelesaian dan denyut nadi hasil eksperimen berupa pencocokkan gambar tekstur lantai yang berhasil dikumpulkan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data – Data Waktu Penyelesaian Dan Denyut Nadi Hasil Eksperimen Pencocokkan Gambar Tekstur Lantai

Kondisi	Pencahayaan (lux)	Kebisingan (dB)	Temperatur (^{0}C)	Waktu Penyelesaian (menit)	Denyut nadi
1	150	60	20	10.2	87
2	150	60	24	10.22	87
3	150	60	30	9.3	86
4	150	80	20	10.5	88
5	150	80	24	10.13	88
6	150	80	30	11.57	88
7	150	100	20	11.9	97
8	150	100	24	11.6	98
9	150	100	30	11.2	97
10	200	60	20	7.62	88
11	200	60	24	8.45	87
12	200	60	30	7 3	85
13	200	80	20	10.6	87
14	200	80	24	10.31	85
15	200	80	30	8.99	85
16	200	100	20	11.95	85
17	200	100	24	9.57	91
18	200	100	30	7.41	90
19	400	60	20	6.11	86
20	400	60	24	6.46	86

21	400	60	30	7.56	93
22	400	80	20	7.58	91
23	400	80	24	6.69	87
24	400	80	30	7.45	87
25	400	100	20	10.13	96
26	400	100	24	9.27	92
27	400	100	30	9.3	92

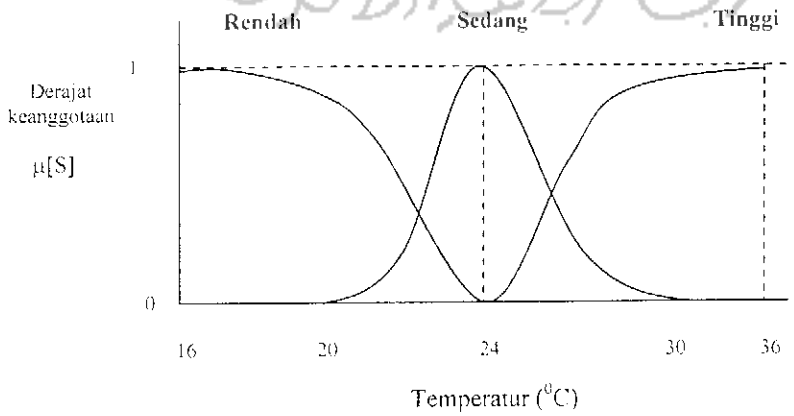
Untuk selanjutnya, temperatur akan diwakili dengan variabel S, kebisingan akan diwakili dengan variabel G, pencahayaan akan diwakili dengan variabel C, waktu penyelesaian diwakili dengan variabel WP, dan denyut nadi diwakili dengan variabel DN.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Pembentukan Fungsi Keanggotaan

Dari tabel 4.1 ada sebanyak 27 pasangan data, yaitu temperatur ke-i (S_i), kebisingan ke-i (G_i), pencahayaan ke-i (C_i), waktu penyelesaian ke-i (WP), dan denyut nadi ke-i (DN), (i= 1, 2, 3….., 27).

4.2.1.1. Temperatur



Gambar 4.1 Fungsi Keanggotaan Pada Himpunan – Himpunan *Fuzzy* Pada Variabel Temperatur

Pada variabel Temperatur (S), data yang dimiliki adalah 20^0C, 24^0C dan 30^0C, dengan demikian pada variabel ini bisa dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu RENDAH, SEDANG, TINGGI. Himpunan *fuzzy* RENDAH akan memiliki domain (16, 24), dengan derajat keanggotaan RENDAH tertinggi (=1) terletak pada nilai 20. Apabila temperatur semakin kurang dari 20^0C, maka kondisi temperatur sudah semakin mendekati SANGAT RENDAH, dan keluar dari semesta pembicaraan data penelitian. Namun apabila temperatur semakin melebihi 20^0C, maka kondisi temperatur sudah semakin mendekati SEDANG. Himpunan *fuzzy* RENDAH direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin tinggi apabila temperatur semakin mendekati 20^0C. Fungsi keanggotaan RENDAH dan persamaannya sebagai berikut:

$$\mu_{\text{RENDAH}}(s) = \begin{cases} 0, & s \le 16 \text{ atau } s \ge 24 \\ \dfrac{s-16}{4}, & 16 \le s < 20 \\ \dfrac{24-S}{4}, & 20 \le s \le 24 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* SEDANG akan memiliki domain (20, 30), dengan derajat keanggotaan TINGGI tertinggi (=1) terletak pada nilai 24. Apabila temperatur semakin kurang dari 24^0C dan mendekati 20^0C, maka kondisi temperatur sudah semakin RENDAH, sehingga derajat keanggotaannya pada himpunan SEDANG akan

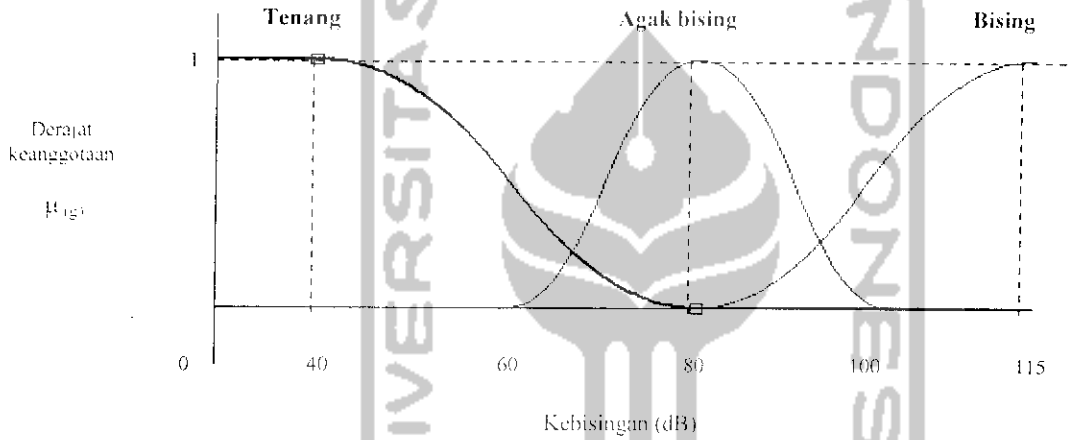
semakin berkurang sedangkan derajat keanggotaannya pada himpunan RENDAH akan semakin bertambah. Namun apabila temperatur semakin melebihi 24^0C, maka kondisi temperatur sudah semakin mendekati TINGGI. Himpunan fuzzy SEDANG direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin tinggi apabila temperatur semakin mendekati 24^0C. Fungsi keanggotaan untuk himpunan SEDANG dan persamaannya sebagai berikut:

$$\mu_{SEDANG}(s) = \begin{cases} 0, & s \leq 20 \text{ atau } s \geq 30 \\ \frac{s-20}{4}, & 20 \leq s \leq 24 \\ \frac{30-s}{6}, & 24 \leq s \leq 30 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* TINGGI akan memiliki domain (24, 36), dengan derajat keanggotaan TINGGI tertinggi (=1) terletak pada nilai 30. Apabila temperatur semakin kurang dari 30^0C dan mendekati 24^0C, maka kondisi temperatur sudah semakin SEDANG, sehingga derajat keanggotaannya pada himpunan TINGGI akan semakin berkurang sedangkan derajat keanggotaannya pada himpunan SEDANG akan semakin bertambah. Namun apabila temperatur semakin melebihi 30^0C, maka kondisi temperatur sudah semakin mendekati SANGAT TINGGI dan keluar dari pembicaraan data penelitian. Himpunan *fuzzy* TINGGI direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin tinggi apabila temperatur semakin mendekati 30^0C. Fungsi keanggotaan untuk himpunan TINGGI dan persamaannya sebagai berikut:

$$\mu_{TINGGI}(s) = \begin{cases} 0, & s \le 24 \text{ atau } s \ge 36 \\ \frac{s - 24}{6}, & 24 \le s \le 30 \\ \frac{36 - s}{6}, & 30 \le s \le 36 \end{cases}$$

4.2.1.2. Kebisingan



Gambar 4.2 Fungsi Keanggotaan Pada Himpunan – Himpunan *Fuzzy* Pada Variabel Kebisingan

Pada variabel kebisingan (G), data yang dimiliki adalah 60 dB, 80 dB, dan 100 dB, variabel ini dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu TENANG, AGAK BISING, BISING. Himpunan *fuzzy* TENANG akan memiliki domain [40, 80], dengan derajat keanggotaan TENANG tertinggi (=1) terletak pada nilai 60. Apabila tingkat kebisingan semakin kurang dari 60 dB, maka kondisi kebisingan sudah semakin mendekati SANGAT TENANG, dan keluar dari semesta pembicaraan data penelitian. Namun apabila kebisingan semakin melebihi 60 dB, maka kondisi kebisingan sudah semakin mendekati AGAK BISING. Himpunan *fuzzy* TENANG

direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin tinggi apabila tingkat kebisingan semakin mendekati 60 dB. Fungsi keanggotaan TENANG dan persamaannya sebagai berikut:

$$\mu_{TENANG}(g) = \begin{cases} 0, & g \le 40 \text{ atau } g \ge 80 \\ \dfrac{g - 40}{20}, & 40 \le g \le 60 \\ \dfrac{80 - g}{20}, & 60 \le g \le 80 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* AGAK BISING akan memiliki domain (60 dB, 100 dB), dengan derajat keanggotaan AGAK BISING tertinggi (=1) terletak pada nilai 80 dB. Apabila Tingkat kebisingan semakin kurang dari 80 dB. maka kondisi kebisingan sudah semakin TENANG. Namun apabila tingkat kebisingan semakin melebihi 80 dB, maka kondisi tingat kebisingan sudah semakin mendekati BISING. Himpunan *fuzzy* AGAK BISING direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin tinggi apabila tingkat kebisingan semakin mendekati 80 dB. Fungsi keanggotaan AGAK BISING dan persamaannya sebagai berikut:

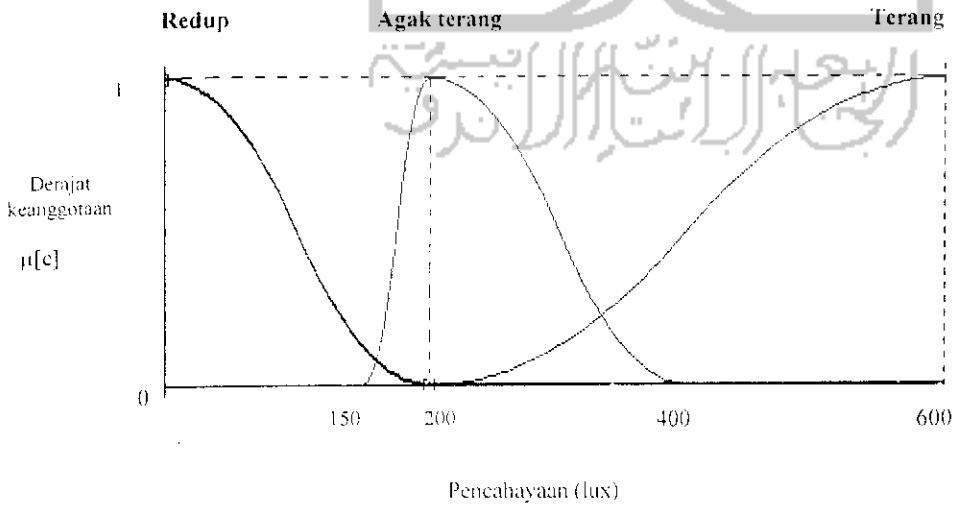
$$\mu_{AGAK\ BISING}(g) = \begin{cases} 0, & g \le 60 \text{ atau } g \ge 100 \\ \dfrac{g - 60}{20}, & 60 \le g \le 80 \\ \dfrac{100 - g}{20}, & 80 \le g \le 100 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* BISING akan memiliki domain (80 dB, 115 dB), dengan derajat keanggotaan BISING tertinggi (=1) terletak pada nilai 100 dB. Apabila Tingkat

kebisingan semakin kurang dari 100 dB, maka kondisi kebisingan sudah semakin AGAK BISING. Namun apabila tingkat kebisingan semakin melebihi 100 dB, maka kondisi tingat kebisingan sudah SANGAT BISING dan akan keluar dari semesta pembicaraan dari data penelitikan. Himpunan *fuzzy* BISING direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin tinggi apabila tingkat kebisingan semakin mendekati 100 dB. Fungsi keanggotaan BISING dan persamaannya sebagai berikut:

$$\mu_{BISING}(g) = \begin{cases} 0, & g \leq 80 \text{ atau } g \geq 115 \\ \dfrac{g-80}{20}, & 80 \leq g \leq 100 \\ \dfrac{115-g}{15}, & 100 \leq g \leq 115 \end{cases}$$

4.2.1.3. Pencahayaan



Gambar 4.3 Fungsi Keanggotaan Pada Himpunan – Himpunan *Fuzzy* Pada Variabel Pencahayaan

Pada variabel pencahayaan (C), data yang dimiliki adalah 150 lux, 200 lux, dan 400 lux, variabel ini dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu REDUP, AGAK TERANG, TERANG. Himpunan *fuzzy* REDUP akan memiliki domain [0, 200 lux], dengan derajat keanggotaan REDUP tertinggi (=1) terletak pada nilai 150 lux. Apabila tingkat pencahayaan semakin melebihi 150 lux, maka kondisi pencahayaan sudah semakin mendekati AGAK TERANG. Himpunan *fuzzy* REDUP direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin tinggi apabila tingkat pencahayaan semakin mendekati 150 lux. Fungsi keanggotaan REDUP dan persamaannya sebagai berikut:

$$\mu_{REDUP}(c) = \begin{cases} 0, & c \le 0 \text{ atau } c \ge 200 \\ \dfrac{c}{50}, & 0 \le c \le 150 \\ \dfrac{200 - c}{50}, & 150 \le c \le 200 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* AGAK TERANG akan memiliki domain [150 lux, 400 lux], dengan derajat keanggotaan AGAK TERANG tertinggi (=1) terletak pada nilai 200. Apabila tingkat pencahayaan semakin kurang dari 200 lux, maka kondisi pencahayaan sudah semakin mendekati REDUP. Namun apabila tingkat pencahayaan semakin melebihi 200 lux, maka kondisi pencahayaan sudah semakin mendekati TERANG. Himpunan *fuzzy* AGAK TERANG direpresentasikan dengan fungsi

keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin tinggi apabila tingkat pencahayaan semakin mendekati 200 lux. Fungsi keanggotaan AGAK TERANG dan persamaannya sebagai berikut:

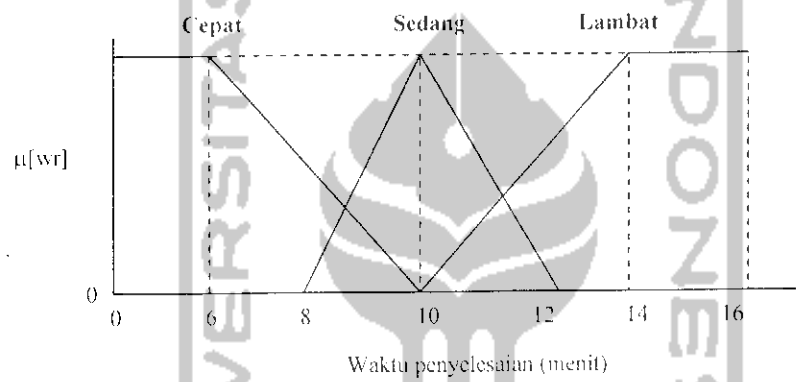
$$\mu_{\text{AGAK TERANG}}(c) = \begin{cases} 0, & c \le 150 \text{ atau } c \ge 400 \\ \dfrac{c - 150}{50}, & 150 \le c \le 200 \\ \dfrac{400 - c}{200}, & 200 \le c \le 400 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* TERANG akan memiliki domain [200 lux, 600 lux], dengan derajat keanggotaan TERANG tertinggi (=1) terletak pada nilai 400. Apabila tingkat pencahayaan semakin kurang dari 400 lux, maka kondisi pencahayaan sudah semakin mendekati AGAK TERANG. Namun apabila tingkat pencahayaan semakin melebihi 400 lux, maka kondisi pencahayaan sudah semakin mendekati SANGAT TERANG dan keluar dari semesta pembicaraan data penelitian. Himpunan *fuzzy* TERANG direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin tinggi apabila tingkat pencahayaan semakin mendekati 400 lux. Fungsi keanggotaan TERANG dan persamaannya sebagai berikut:

$$\mu_{\text{TERANG}}(c) = \begin{cases} 0, & g \le 200 \text{ atau } g \ge 600 \\ \dfrac{c - 200}{200}, & 200 \le g \le 400 \\ \dfrac{600 - c}{200}, & 400 \le g \le 600 \end{cases}$$

4.2.1.4. Waktu Penyelesaian

Untuk merepresentasikan variabel waktu penyelesaian digunakan kurva berbentuk bahu untuk himpunan *fuzzy* cepat dan lambat, dan kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* Sedang seperti pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4.4. Representasi Variabel: Waktu Penyelesaian

Himpunan *fuzzy* CEPAT sebagai berikut:

$$\mu_{CEPAT}(wp) = \begin{cases} 1; & wp \le 6 \\ (10 - wp) / 2; & 6 \le wp \le 10 \\ 0; & wp \ge 10 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* SEDANG sebagai berikut:

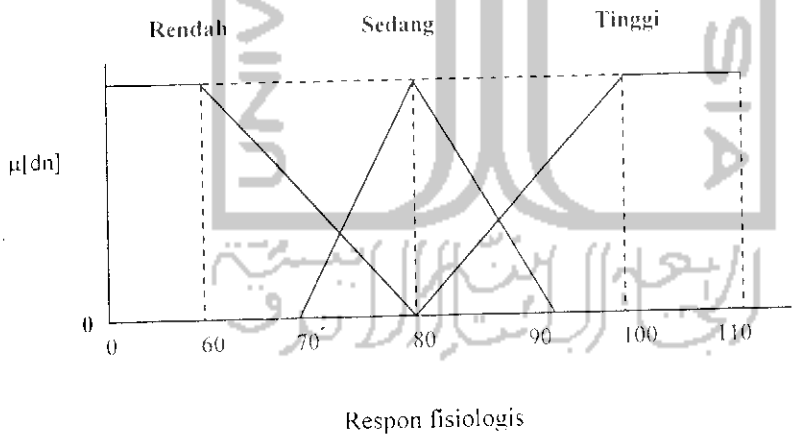
$$\mu_{SEDANG}(wp) = \begin{cases} 0; & wp \le 8 \text{ atau } wp \ge 12 \\ (wp - 8) / 2; & 8 \le wp \le 10 \\ (12 - wp) / 2; & 10 \le wp \le 12 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* LAMBAT sebagai berikut:

$$\mu_{LAMBAT}(wp) = \begin{cases} 0; & wp \le 10 \\ (wp - 10) / 2; & 10 \le wp \le 12 \\ 1; & wp \ge 12 \end{cases}$$

4.2.1.5. Respon Fisiologis

Untuk merepresentasikan variabel respon fisiologis digunakan kurva berbentuk bahu untuk himpunan *fuzzy* rendah dan tinggi, dan kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* Sedang seperti pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4.5 Representasi Variabel: Respon Fisiologis

Himpunan *fuzzy* RENDAH sebagai berikut:

$$\mu_{CEPAT}(dn) = \begin{cases} 1; & dn \le 60 \\ (80 - dn) / 10; & 60 \le dn \le 80 \\ 0; & dn \ge 60 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* SEDANG sebagai berikut:

$$\mu_{SEDANG}(dn) = \begin{cases} 0; & dn \leq 70 \text{ atau } dn \geq 90 \\ (dn - 70) / 10; & 70 \leq dn \leq 80 \\ (90 - dn) / 10; & 80 \leq dn \leq 90 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* TINGGI sebagai berikut:

$$\mu_{LAMBAT}(dn) = \begin{cases} 0; & dn \leq 80 \\ (dn - 80) / 10; & 80 \leq dn \leq 100 \\ 1; & dn \geq 100 \end{cases}$$

4.2.2 Pembentukan Aturan Fuzzy

Aturan yang digunakan untuk menyatakan relasi antara input dan output ada 27 aturan untuk waktu penyelesaian dan respon fisiologis, yaitu :

1. If (Pencahayaan is REDUP) and (Kebisingan is TENANG) and (Temperatur is RENDAH) then (waktu is 10,2 menit) (respon fisiologis is 87)
2. if (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 10,22 menit) (respon fisiologis is 87)
3. if (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 9.3 menit) (respon fisiologis is 86)

4. if (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 10,5 menit) (respon fisiologis is 88)
5. if (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 10,13 menit) (respon fisiologis is 88)
6. if (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 11,57 menit) (respon fisiologis is 88)
7. if (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 11,9 menit) (respon fisiologis is 97)
8. if (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 11,6 menit) (respon fisiologis is 98)
9. if (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 11,2 menit) (respon fisiologis is 98)
10. if (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 7,62 menit) (respon fisiologis is 88)
11. if (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 8.45 menit) (respon fisiologis is 86)

12. if (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 7.3 menit) (respon fisiologis is 85)
13. if (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 10,6 menit) (respon fisiologis is 87)
14. if (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 10,31 menit) (respon fisiologis is 85)
15. if (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 8.99 menit) (respon fisiologis is 86)
16. if (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 11,95 menit) (respon fisiologis is 85)
17. if (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 9,57 menit) (respon fisiologis is 91)
18. if (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 7,41 menit) (respon fisiologis is 90)

19. if (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 6.11 menit) (respon fisiologis is 86)
20. if (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 6.46 menit) (respon fisiologis is 86)
21. if (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 7,56 menit) (respon fisiologis is 93)
22. if (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 7.58 menit) (respon fisiologis is 91)
23. if (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 6.69 menit) (respon fisiologis is 87)
24. if (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 7.45 menit) (respon fisiologis is 87)
25. if (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 10,13 menit) (respon fisiologis is 96)

26. if (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 9,27 menit) (respon fisiologis is 92)

27. if (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 9,3 menit) (respon fisiologis is 92)

4.2.3 Pengujian

4.2.3.1 Pengujian 1

Input: Pencahayaan = 150 lux, Kebisingan = 60 dB, Temperatur = 20^0C. Output rata – rata waktu respon (yang sebenarnya) adalah 10,2 menit

μ_{REDUP} [150] = 1

$\mu_{AGAK\ TERANG}$ [150] = 0

μ_{TERANG} [150] = 0

μ_{TENANG} [60] = 1

$\mu_{AGAK\ BISING}$ [60] = 0

μ_{BISING} [60] = 0

μ_{RENDAH}[20] = 1

μ_{SEDANG} [20] = 0

μ_{TINGGI} [20] = 0

Kemudian dicari α-predikat (*fire strength*) untuk setiap aturan, sebagai berikut :

[R1] If (Pencahayaan is REDUP) and (Kebisingan is TENANG) and (Temperatur is RENDAH) then (waktu is 10,2 menit)

α-predikat$_1$ = min (μ_{REDUP} [150]; μ_{TENANG} [60]; μ_{RENDAH}[20]

= min (1; 1; 1)

= 1

Z_1 = 10,2

[R2] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 10,22 menit)

α-predikat$_2$ = min (μ_{REDUP} [150]; μ_{TENANG} [60]; μ_{SEDANG}[20]

= min (1; 1; 0)

= 0

Z_2 = 10,22

[R3] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 9.3 menit)

α-predikat$_3$ = min (μ_{REDUP} [150]; μ_{TENANG} [60]; μ_{TINGGI}[20]

= min (1; 1; 0)

= 0

Z_3 = 9,3

[R4] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 10,5 menit)

α-predikat$_4$ = min (μ_{REDUP} [150]; $\mu_{AGAK\ BISING}$ [60]; μ_{RENDAH}[20]

= min (1; 0; 1)

= 0

Z_4 = 10,5

[R5] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 10,13 menit)

α-predikat$_5$ = min (μ_{REDUP} [150]; $\mu_{AGAK\ BISING}$ [60]; μ_{SEDANG}[20]

= min (1; 0; 0)

= 0

Z_5 = 10,13

[R6] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 11,57 menit)

α-predikat$_6$ = min (μ_{REDUP} [150]; $\mu_{AGAK\ BISING}$ [60]; μ_{TINGGI}[20]

= min (1; 0; 0)

= 0

Z_6 = 11,57

[R7] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 11,9 menit)

α-predikat$_7$ = min (μ_{REDUP} [150]; μ_{BISING} [60]; μ_{RENDAH}[20]

= min (1; 0; 0)

= 0

$Z_7 = 11,9$

[R8] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 11,6 menit)

$\alpha\text{-predikat}_8 = \min(\mu_{REDUP}[150]; \mu_{BISING}[60]; \mu_{SEDANG}[20]$

$= \min(1; 0; 0)$

$= 0$

$Z_8 = 11,6$

[R9] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 11,2 menit)

$\alpha\text{-predikat}_9 = \min(\mu_{REDUP}[150]; \mu_{BISING}[60]; \mu_{TINGGI}[20]$

$= \min(1; 0; 0)$

$= 0$

$Z_9 = 11,2$

[R10] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 7,62 menit)

$\alpha\text{-predikat}_{10} = \min(\mu_{AGAK\ TERANG}[150]; \mu_{TENANG}[60]; \mu_{RENDAH}[20]$

$= \min(0; 1; 1)$

$= 0$

$Z_{10} = 7,62$

[R11] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 8.45 menit)

α-predikat$_{11}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [150]; μ_{TENANG} [60]; μ_{SEDANG}[20]

= min (0; 1; 0)

= 0

Z_{11} = 8.45

[R12] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 7.3 menit)

α-predikat$_{12}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [150]; μ_{TENANG} [60]; μ_{TINGGI}[20]

= min (0; 1; 0)

= 0

Z_{12} = 7.3

[R13] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 10,6 menit)

α-predikat$_{13}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [150]; $\mu_{\text{AGAK BISING}}$ [60]; μ_{RENDAH}[20]

= min (0; 0; 1)

= 0

Z_{13}= 10,6

[R14] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 10,31 menit)

α-predikat$_{14}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [150]; $\mu_{\text{AGAK BISING}}$ [60]; μ_{SEDANG}[20]

= min (0; 0; 0)

= 0

Z_{14}= 10,31

[R15] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 8.99 menit)

α-predikat$_{15}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [150]; $\mu_{\text{AGAK BISING}}$ [60]; μ_{TINGGI}[20]

= min (0; 0; 0)

= 0

Z_{15}= 8.99

[R16] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 11,95 menit)

α-predikat$_{16}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [150]; μ_{BISING} [60]; μ_{RENDAH}[20]

= min (0; 0; 1)

= 0

Z_{16}= 11,95

[R17] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 9,57 menit)

α-predikat$_{17}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [150]; μ_{BISING} [60]; μ_{SEDANG}[20]

= min (0; 0; 0)

= 0

Z_{17}= 9,57

[R18] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 7,41 menit)

α-predikat$_{18}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [150]; μ_{BISING} [60]; μ_{TINGGI}[20]

= min (0; 0; 0)

= 0

Z_{18}= 7,41

[R19] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 6.11 menit)

α-predikat$_{19}$ = min (μ_{TERANG} [150]; μ_{TENANG} [60]; μ_{RENDAH}[20]

= min (0; 1; 1)

= 0

Z_{19}= 6.11

[R20] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 6.46 menit)

α-predikat$_{20}$ = min (μ_{TERANG} [150]; μ_{TENANG} [60]; μ_{SEDANG}[20]

= min (0; 1; 0)

= 0

Z_{20}= 6.46

[R21] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 7,56 menit)

α-predikat$_{21}$ = min (μ_{TERANG} [150]; μ_{TENANG} [60]; μ_{TINGGI}[20]

= min (0; 1; 0)

= 0

Z_{21}= 7,56

[R22] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 7.58 menit)

α-predikat$_{22}$ = min (μ_{TERANG} [150]; $\mu_{AGAK\ BISING}$ [60]; μ_{RENDAH}[20]

= min (0; 0; 1)

= 0

Z_{22}= 6,11

[R23] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 6.69 menit)

α-predikat$_{23}$ = min (μ_{TERANG} [150]; $\mu_{AGAK\ BISING}$ [60]; μ_{SEDANG}[20]

= min (0; 0; 0)

= 0

Z_{23}= 6.69

[R24] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 7.45 menit)

α-predikat$_{24}$ = min (μ_{TERANG} [150]; $\mu_{AGAK\ BISING}$ [60]; μ_{TINGGI}[20]

= min (0; 0; 0)

= 0

Z_{24}= 7.45

[R25] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 10,13 menit)

α-predikat$_{25}$ = min (μ_{TERANG} [150]; μ_{BISING} [60]; μ_{RENDAH}[20]

= min (0; 0; 1)

= 0

Z_{25}= 10,13

[R26] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 9,27 menit)

α-predikat$_{26}$ = min (μ_{TERANG} [150]; μ_{BISING} [60]; μ_{SEDANG}[20]

= min (0; 0; 0)

= 0

Z_{26}= 9,27

[R27] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 9,30 menit)

α-predikat$_{27}$ = min (μ_{TERANG} [150]; μ_{BISING} [60]; μ_{TINGGI}[20]

= min (0; 0; 0)

= 0

Z_{27}= 9,30

Karena α-predikat yang tidak nol = aturan 1 [R1]; maka rata – rata waktu respon = 10, 2 menit dengan menggunakan metode *defuzzy weighted average*, Maka hasil pengujian pertama dengan menggunakan metode *defuzzy weighted average* diperoleh rata – rata waktu respon 10,2 menit

4.2.3.2 Pengujian 2

Input : Pencahayaan = 250 lux, Kebisingan = 86 Db, Temperatur = 23^0C. sebelum dilakukan inferensi perlu dicari terlebih dahulu derajat keanggotaan nilai tiap variabel dalam setiap himpunan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

μ_{REDUP} [250] = 0

$\mu_{AGAK\ TERANG}$ [250] = 400 – 250 / 200 = 0,75

μ_{TERANG} [250] = 250 – 200 / 200 = 0,25

μ_{TENANG} [86] = 0

$\mu_{AGAK\ BISING}$ [86] = 100 – 86 / 20 = 0,7

μ_{BISING} [86] = 86 – 80 / 20 = 0,3

μ_{RENDAH}[23] = 24 – 23 / 4 = 0,25

μ_{SEDANG} [23] = 23 – 20 / 4 = 0,75

μ_{TINGGI} [23] = 0

Kemudian dicari α-predikat (*fire strength*) untuk setiap aturan, sebagai berikut :

[R1] If (Pencahayaan is REDUP) and (Kebisingan is TENANG) and (Temperatur is RENDAH) then (waktu is 10,2 menit)

α-predikat$_1$ = min (μ_{REDUP} [250]; μ_{TENANG} [86]; μ_{RENDAH}[23]

= min (0; 0; 0,25)

= 0

Z_1 = 10,2

[R2] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 10,22 menit)

α-predikat$_2$ = min (μ_{REDUP} [250]; μ_{TENANG} [86]; μ_{SEDANG}[23]

= min (0; 0; 0,75)

= 0

Z_2 = 10,22

[R3] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 9.3 menit)

α-predikat$_3$ = min (μ_{REDUP} [250]; μ_{TENANG} [86]; μ_{TINGGI}[23]

= min (0; 0; 0,0)

= 0

Z_3 = 9,3

[R4] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 10,5 menit)

α-predikat$_4$ = min (μ_{REDUP} [250]; $\mu_{AGAK\ BISING}$ [86]; μ_{RENDAH}[23]

= min (0; 0,7; 0,25)

= 0

Z_4 = 10,5

[R5] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 10,13 menit)

α-predikat$_5$ = min (μ_{REDUP} [250]; $\mu_{AGAK\ BISING}$ [86]; μ_{SEDANG}[23]

= min (0; 0,7; 0,75)

= 0

Z_5 = 10,13

[R6] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 11,57 menit)

α-predikat$_6$ = min (μ_{REDUP} [250]; $\mu_{AGAK\ BISING}$ [86]; μ_{TINGGI}[23]

= min (0; 0,7; 0)

= 0

Z_6 = 11,57

[R7] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 11,9 menit)

α-predikat$_7$ = min (μ_{REDUP} [250]; μ_{BISING} [86]; μ_{RENDAH}[23]

= min (0; 0,3; 0,25)

= 0

Z_7 = 11,9

[R8] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 11,6 menit)

α-predikat$_8$ = min (μ_{REDUP} [250]; μ_{BISING} [86]; μ_{SEDANG}[23]

= min (0; 0,3; 0,75)

= 0

Z_8 = 11,6

[R9] If (pencahayaan is REDUP) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 11,2 menit)

α-predikat$_9$ = min (μ_{REDUP} [250]; μ_{BISING} [86]; μ_{TINGGI}[23]

= min (0; 0,3; 0,)

= 0

Z_9 = 11,2

[R10] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 7,62 menit)

α-predikat$_{10}$ = min ($\mu_{AGAK\ TERANG}$[250]; μ_{TENANG} [86]; μ_{RENDAH}[23]

= min (0,75; 0; 0,25)

= 0

Z_{10} = 7,62

[R11] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 8.45 menit)

α-predikat$_{11}$ = min ($\mu_{AGAK\ TERANG}$ [250]; μ_{TENANG} [86]; μ_{SEDANG}[23]

= min (0,75; 0; 0,75)

= 0

Z_{11} = 8.45

[R12] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 7.3 menit)

α-predikat$_{12}$ = min ($\mu_{AGAK\ TERANG}$ [250]; μ_{TENANG} [86]; μ_{TINGGI}[23]

= min (0,75; 0; 0)

= 0

Z_{12} = 7.3

[R13] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 10,6 menit)

α-predikat$_{13}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [250]; $\mu_{\text{AGAK BISING}}$ [86]; μ_{RENDAH}[23]

= min (0,75; 0,7; 0,25)

= 0,25

Z_{13}= 10,6

[R14] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 10,31 menit)

α-predikat$_{14}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [250]; $\mu_{\text{AGAK BISING}}$ [86]; μ_{SEDANG}[23]

= min (0,75; 0,7; 0,75)

= 0,7

Z_{14}= 10,31

[R15] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 8.99 menit)

α-predikat$_{15}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [250]; $\mu_{\text{AGAK BISING}}$ [86]; μ_{TINGGI}[23]

= min (0,75; 0,7; 0)

= 0,7

Z_{15}= 8.99

[R16] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 11,95 menit)

α-predikat$_{16}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [250]; μ_{BISING} [86]; μ_{RENDAH}[23]

= min (0,75; 0,3; 0,25)

= 0,25

Z_{16}= 11,95

[R17] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 9,57 menit)

α-predikat$_{17}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [250]; μ_{BISING} [86]; μ_{SEDANG}[23]

= min (0,75; 0,3; 0,75)

= 0,3

Z_{17}= 9,57

[R18] If (pencahayaan is AGAK TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 7,41 menit)

α-predikat$_{18}$ = min ($\mu_{\text{AGAK TERANG}}$ [250]; μ_{BISING} [86]; μ_{TINGGI}[23]

= min (0,75; 0,3; 0)

= 0

Z_{18}= 7,41

[R19] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 6.11 menit)

α-predikat$_{19}$ = min (μ_{TERANG} [250]; μ_{TENANG} [86]; μ_{RENDAH}[23]

= min (0,25; 0; 0,25)

= 0

Z_{19}= 6.11

[R20] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 6.46 menit)

α-predikat$_{20}$ = min (μ_{TERANG} [250]; μ_{TENANG} [86]; μ_{SEDANG}[23]

= min (0,25; 0; 0,75)

= 0

Z_{20}= 6.46

[R21] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is TENANG) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 7,56 menit)

α-predikat$_{21}$ = min (μ_{TERANG} [250]; μ_{TENANG} [86]; μ_{TINGGI}[23]

= min (0,25; 0; 0)

= 0

Z_{21}= 7,56

[R22] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 7.58 menit)

α-predikat$_{22}$ = min (μ_{TERANG} [250]; $\mu_{AGAK\ BISING}$ [86]; μ_{RENDAH}[23]

= min (0,25; 0,7; 0,25)

= 0,25

Z_{22}= 7.58

[R23] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 6.69 menit)

α-predikat$_{23}$ = min (μ_{TERANG} [250]; $\mu_{AGAK\ BISING}$ [86]; μ_{SEDANG}[23]

= min (0,25; 0,7; 0,75)

= 0,25

Z_{23}= 6.69

[R24] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is AGAK BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 7.45 menit)

α-predikat$_{24}$ = min (μ_{TERANG} [250]; $\mu_{AGAK\ BISING}$ [86]; μ_{TINGGI}[23]

= min (0,25; 0,7; 0)

= 0

Z_{24}= 7.45

[R25] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is RENDAH) then (waktu is 10,13 menit)

α-predikat$_{25}$ = min (μ_{TERANG} [250]; μ_{BISING} [86]; μ_{RENDAH}[23]

= min (0,25; 0,3; 0,25)

= 0,25

Z_{25}= 10,13

[R26] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is SEDANG) then (waktu is 9,27 menit)

α-predikat$_{26}$ = min (μ_{TERANG} [250]; μ_{BISING} [86]; μ_{SEDANG}[23]

= min (0,25; 0,3; 0,75)

= 0,25

Z_{26}= 9,27

[R27] If (pencahayaan is TERANG) and (kebisingan is BISING) and (temperatur is TINGGI) then (waktu is 9,30 menit)

α-predikat$_{27}$ = min (μ_{TERANG} [250]; μ_{BISING} [86]; μ_{TINGGI}[23]

= min (0,25; 0,3; 0)

= 0

Z_{27}= 9,30

Karena α-predikat yang tidak nol hanya terdapat pada aturan [R13], [R14], [R15], [R22], [R23], dan [R24], dengan menggunakan metode *defuzzy weighted average*, maka rata – rata waktu respon adalah

$$z = \frac{\alpha_{13}z_{13} + \alpha_{14}z_{14} + \alpha_{15}z_{15} + \alpha_{16}z_{16} + \alpha_{17}z_{17} + \alpha_{22}z_{22} + \alpha_{23}z_{23} + \alpha_{25}z_{25} + \alpha_{26}z_{26}}{\alpha_{13} + \alpha_{14} + \alpha_{15} + \alpha_{16} + \alpha_{17} + \alpha_{22} + \alpha_{23} + \alpha_{25} + \alpha_{26}}$$

$$z = \frac{0,25*10,6+0,7*10,31+0,7*8,99+0,25*11,95+0,3*9,57+0,25*7,58+0,25*6,69+0,25*10,13+0,25*9,27}{0,25+0,7+0,7+0,25+0,3+0,25+0,25+0,25+0,25}$$

$$z = \frac{2,65 + 7,217 + 6,293 + 2,99 + 2,87 + 1,89 + 1,67 + 2,54 + 2,32}{3,2}$$

$$z = \frac{30,44}{3,2} = 9,52 \text{ menit}$$

BAB V

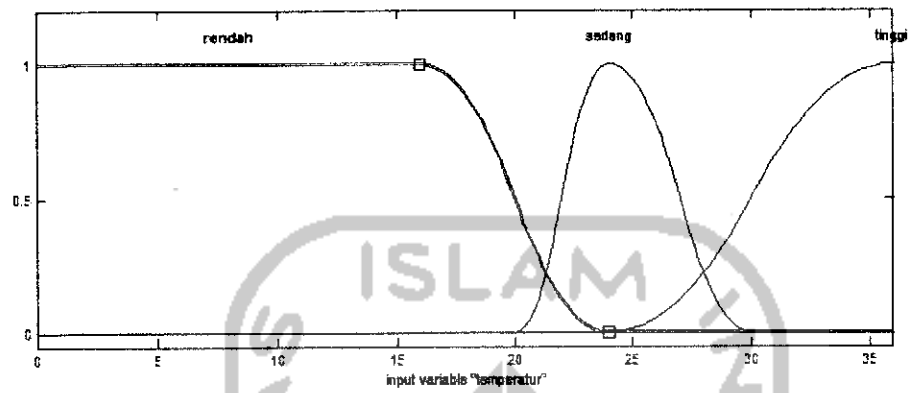
PEMBAHASAN

Adapun hasil penelitian untuk temperatur, kebisingan dan pencahayaan sebagai berikut:

5.1. Temperatur

Temperatur dalam Lingkungan kerja sangat mempengaruhi hasil kerja. Kini semakin disadari bahwa cuaca kerja penting artinya bagi kesejahteraan dan produktivitas tenaga kerja. Suhu nyaman merupakan suatu daerah yang tenaga kerja berada pada kondisi *termonetral*, yaitu tidak ada rasa panas atau rasa dingin. Pengalaman yang disepakati oleh para ahli diindonesia menyatakan bahwa daerah cuaca nyaman seperti itu adalah 24 – 26 ^{0}C suhu kering. Juga perbedaan diantara suhu didalam dan diluar ruangan sebaiknya tidak melebihi 5^{0}C (Suma'mur, 1989). Pada penelitian tersebut dicatat juga akan suhu bidang kelilingnya ternyata sama besarnya dengan suhu udaranya. Ternyata juga bahwa kebanyakan suhu ruangan ada sekitar 22^{0}C dan 23^{0}C (Suyatno, 1985). Sedangkan menurut hasil penelitian yang dilakukan mengatakan bahwa dalam kondisi normal lingkungan kerja rata-rata membutuhkan temperatur 25,5^{o}C. Hal ini menunjukkan bahwa didalam Lingkungan kerja dengan temperatur 25,5^{o}C dapat menyelesaikan pekerjaan dengan rata-rata waktu penyelesaian 4,35 menit dengan respon fisiologisnya 97, 6. Hal ini menunjukkan bahwa dalam penelitian yang dilakukan bisa menyelesaikan

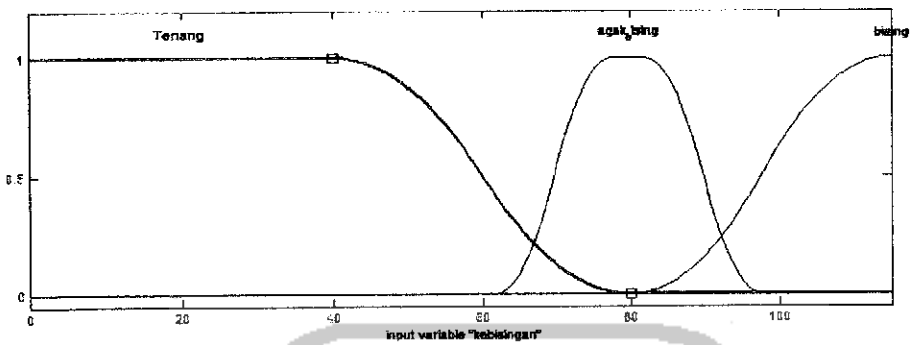
pekerjaan dengan waktu yang optimal. Hal ini sesuai dengan gambar dibawah ini:



Gambar 5.1 Input variabel temperatur

5.2. Kebisingan

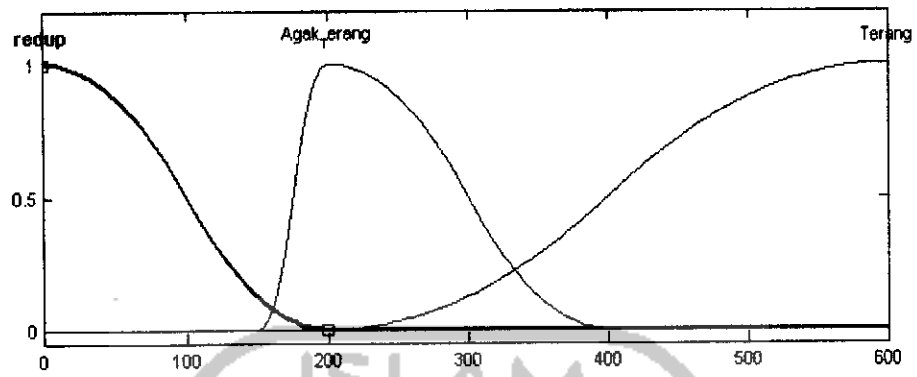
Kebisingan merupakan bunyi yang tidak disukai, suara yang mengganggu atau bunyi yang menjengkelkan. Dalam keadaan lingkungan dengan tingkat bising diatas 60 dB, daya konsentrasi akan berkurang demikian juga kemampuan menghitung, mengetik dan daya mereaksi atas rangsangan, sehingga dengan demikian prestasi kerja akan menurun (suyatno, 1985). Sedangkan dalam penelitian yang sudah dilakukan bahwa kondisi kebisingan yang optimal 57 dB, sehingga dalam kondisi yang tidak mengganggu pekerjaan sehingga dapat menyelesaikan pekerjaan dengan rata-rata waktu penyelesaian 4,35 menit dan respon fisiologisnya 97,6. Hal ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 5.2 Input variabel kebisingan

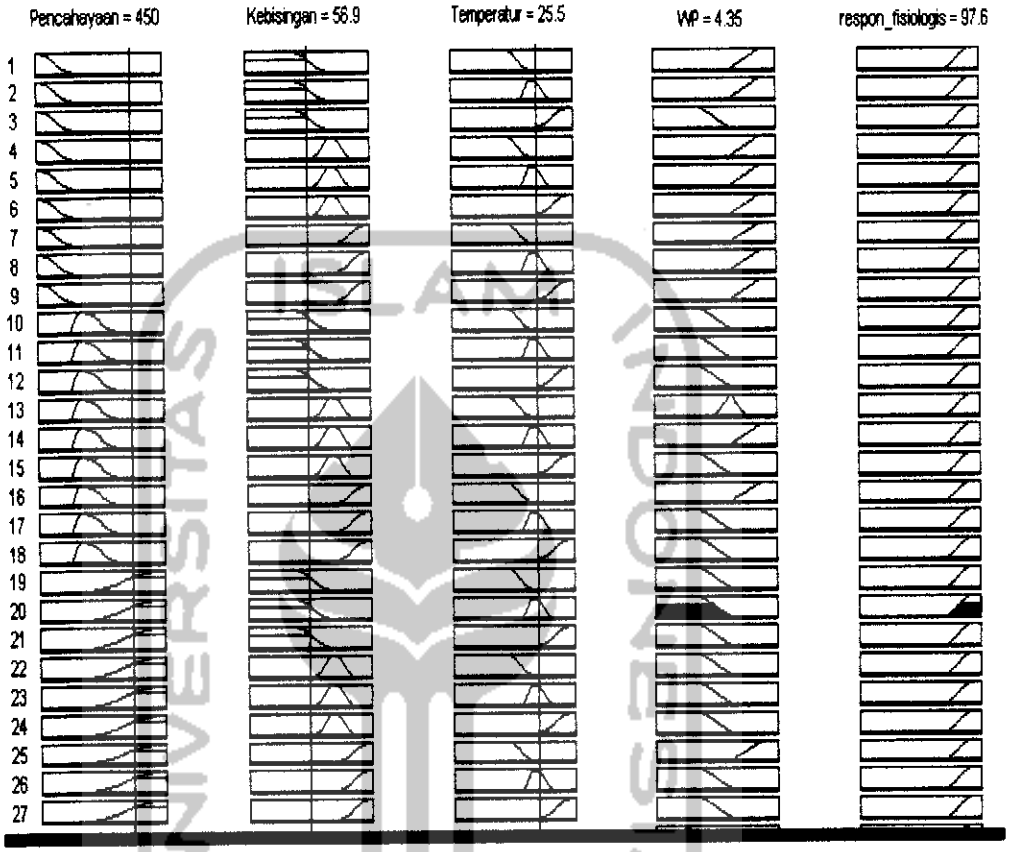
5.3. Pencahayaan

Pencahayaan adalah faktor yang penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang baik. Lingkungan yang baik akan dapat memberikan kenyamanan dan meningkatkan produktivitas pekerja (Grandjean, 1986). Efisiensi kerja seorang operator ditentukan oleh ketepatan dan kecermatan saat melihat dalam bekerja sehingga dapat meningkatkan efektifitas kerja, serta keamanan kerja yang lebih besar. Menurut penelitian Suma'mur (1989) dan Suyatno (1985) kebutuhan pencahayaan agar dapat cermat dan teliti dalam melakukan pekerjaan berkisar 350 – 700 lux, sedangkan penelitian Parkhan dan Purnomo (2006) membutuhkan pencahayaan 325 lux dan 500 lux. Menurut penelitian ini dalam melakukan pekerjaan pencocokkan gambar tekstur lantai membutuhkan pencahayaan sebesar 450 lux, hal ini menunjukkan bahwa Lingkungan kerja dengan pencahayaan 450 lux dapat menyelesaikan pekerjaan dengan rata-rata waktu penyelesaian 4,35 menit dengan respon fisiologis 97,6 sehingga bisa menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang optimal. Hal ini bisa dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 5.3 Input variabel pencahayaan

Dengan hasil penelitian tersebut bisa diketahui bahwa optimasi lingkungan kerja terhadap respon fisiologis dengan menggunakan logika *fuzzy* bisa menghasilkan sebuah hasil kerja yang optimal. Hal ini bisa dilihat dari temperatur yang digunakan sebesar 25,5°C, kebisingan sebesar 57 dB, serta ditambah dengan pencahayaan sebesar 450 lux bisa menyelesaikan pekerjaan lebih cepat dengan waktu penyelesaian 4,35 menit dan respon fisiologis 97,6. Hal ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 5.4. Penalaran sistem *fuzzy*

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan, sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tingkat respon fisiologis yang paling efektif dengan pencahayaan sebesar 450 lux sehingga kerja mata tidak cepat lelah dan bisa dengan cermat dan teliti melakukan pengawasan maupun mengerjakan pekerjaan yang kontak langsung dengan mata sehingga tidak mengganggu konsentrasi kerja. Sedangkan untuk temperatur yang yang optimal dan efektif yaitu $25{,}5^0$C, dengan suhu $25{,}5^0$ tidak menimbulkan rasa kantuk maupun cepat lelah dan akan meningkatkan konsentrasi kerja yang optimal. Tingkat kebisingan yang optimal dan paling efektif adalah sebesar 57 dB, dengan tingkat kebisingaan tersebut pekerja tidak akan merasa terganggu karena tidak bising sehingga dapat meningkatkan konsentrasi dalam menjalankan pekerjaannya. Dengan pencahayaan sebesar 450 lux, kebisingan 57 dB, dan temperatur sebesar $25{,}5^0$C maka dapat melakukan pekerjaan secara optimal.

2. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pencococokkan gambar tekstur lantai untuk menghasilkan lingkungan kerja yang optimal adalah 4,35 menit sehingga dapat mempersingkat pekerjaan, dengan respon fisiologis sebesar 97,6.

6.2 Saran

Adapun saran – saran dari hasil penelitian sebagai berikut :

1. Untuk menghasilkan lingkungan kerja yang optimal akan lebih menguntungkan dan dapat dilakukan dengan cepat apabila dilakukan dengan menggunakan sistem fuzzy, karena bisa mempersingkat waktu penyelesaian dengan kombinasi variabel pencahayaan, kebisingan dan temperatur yang tepat.
2. Untuk pihak Laboratrium maupun perusahaan dapat dilakukan penngembangan untuk mengoptimalkan lingkungan kerja dengan mempertimbangkan aspek – aspek lingkungan yang lainnya, selain yang telah dibahas tersebut diatas

DAFTAR PUSTAKA

Berry, L. M. & Houston, J. P. *Psychology at work.* Dubuque : Wm. C. Brown Communication, Inc, 1993.

Bridger, R., S. 1994. *Introduction To Ergonomi*, Mc. Graw – Hill International edition, Singapore, 1995.

Grandjean, E. *Fitting the task to the man* : An ergonomics approach. Phila- dhelpia : Taylor & Francis, 1986.

Gulley, Ned, dan J.S. Roger Jang. Fuzzy Logic, Toward Intelligent Systems. New York: Prentice Hall, 1994.

Hartomo, Hadi, L., Suryaningsih, A., D., Aplikasi Fuzzy Substractive Clustering Untuk Masalah Klasifikasi Beban Kerja Dan Kelelahan Kerja, *Prosiding Seminar Nasional UTY*, Yogyakarta, 2004

Helianty, Y., Guntur Ario, D., M., dan Caecilia, S.,W., "Optimasi Sistem Industri Sebagai Solusi Terhadap Tantangan Dunia Industri" . *Prosiding Seminar Nasional Optimasi Sistem Industri*, Yogyakarta, 2005.

Hendrawan, A., Suharyana, Kusuma, N., I., Pengaruh Tingkat Pencahayaan Terhadap Kelelahan Kerja Pada Tenaga Akunting Hotel Berbintang Di Yogyakarta, *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi UGM*, Yogyakarta, 2003.

Jun, Yan, Ryan dan Power James. Using Fuzzy Logic, Toward Intelligent Systems. New York: Prentice Hall, 1994.

Kroemer, K.H.E. *Ergonomics, How to Desaign For and Efficiency*. Canada : Pretice Hall International, Inc, 1996.

Kusumadewi, S., *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy menggunakan Tool Box Matlab*. Graha Ilmu, Yogyakarta, 2002

Kusumadewi, S., *Artificial Intelegence, teknik & aplikasinya*. Graha Ilmu, Yogyakarta, 2003

Kusumadewi, S., dan Purnomo, H. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu, Yogyakarta, 2002

Maughan, R. J. Limitations To Exercise In The Heat. University Medical School, Foresterhill, Aberdeen AB25 2ZD. Paper presented at Scientific Meeting, University of Glasglow, 1999.

McIntyre, M. D. Temperature Regulation : *Heat*. Available at Http://www. Emporia.edu/hper/pe768/matt.html, 2000.

Notoatmodjo, S., *Prinsip-Prinsip Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Cet. ke-2, Mei. Jakarta : Rineka Cipta, 2003.

Nurmianto, E. *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*. PT Guna Widya, Jakarta, 1996.

Oborne, D. J. *Ergonomics At Work, Human Factors In Design & Development*. 3rd. England : John Willey & Sons, Ltd, 1995

Parsons KC. *Human Thermal Environments*, Taylor and Francis, London, 1993.

Parsons KC. Safe Surface Temperatures Of Domestic Products. In *Contemporary Ergonomics*, edited by EJ Lovesey. Taylor and Francis, London, 1993.

Purbawati. Pengaruh Cahaya Terhadap Waktu Kerja Operator, *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi Universitas Gadjah Mada*, Yogyakarta, 2003.

Purnomo, H. Aplikasi Sistem Sistem Fuzzy Untuk Optimasi Variabel Lingkungan Kerja. *Prosiding Seminar Nasional*, Yogyakarta, 2000.

Purnomo, H., Hadi, L., Putra, A., T., Evaluasi Performansi Sikap Kerja Untuk Aktivitas Pemindahan Dan Penurunan Beban. *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi UGM*, Yogyakarta, 2003.

Purnomo, H. dan Parkhan, A. "Optimasi Sistem Industri Sebagai Solusi Terhadap Tantangan Dunia Industri" . *Prosiding Seminar Nasional Optimasi Sistem Industri*, Yogyakarta, 2006.

Sanders, M.s. and McCormick, E.J. *Human Factors in Engineering and Design, 7th edn. McGraw-Hill, New York, 1993.*

Soetisna, Herman R. "Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi dalam Pekerjaan Perbengkelan", *Jurnal Ergonomi Indonesia*. Vol 3, no.1, halm. 27 – 31, 2002.

Suma'mur, P., K., *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja*, CV Aji Masagung, Jakarta. 1989

Sutalaksana, I, Z., R. Anggawisastra, dan J.H. Tjakraatmadja. Teknik Tata Cara Kerja, ITB, Bandung, 1982.

Suyatno, S., *Meningkatkan Produktivitas dengan Ergonomi*, PT Pustaka Binaman Presindo, Jakarta, 1985

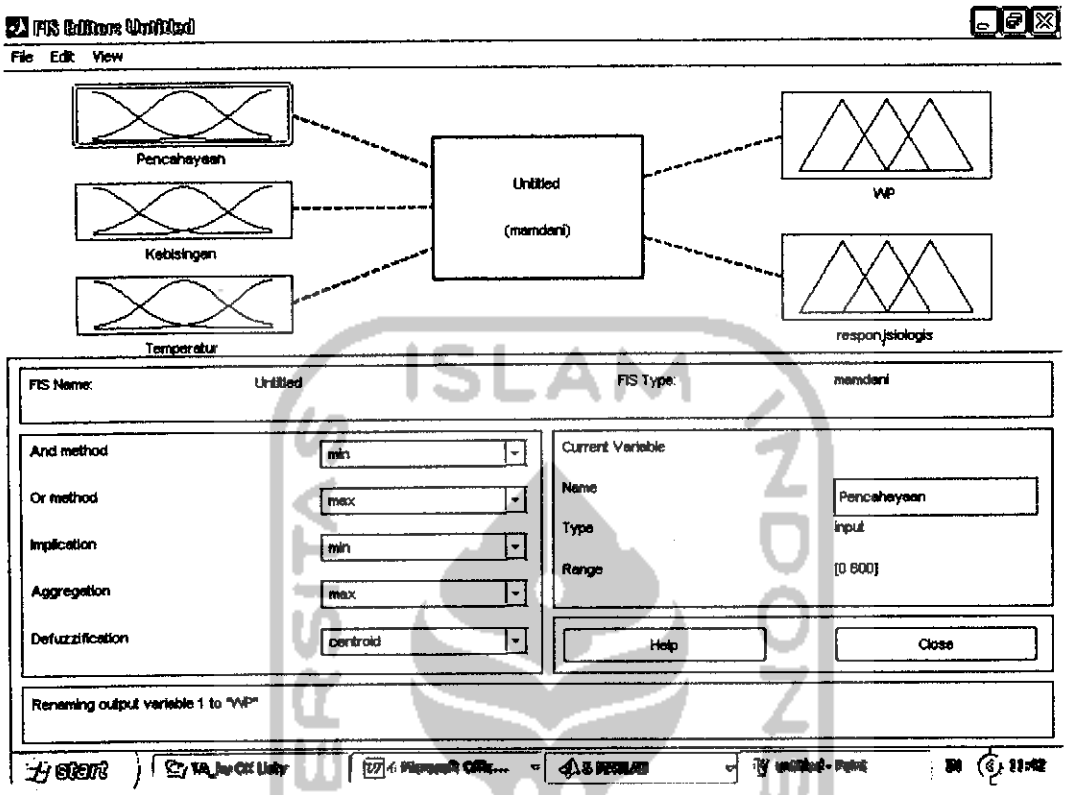
Tarwaka, Bakrie S., Sudiajeng, L., *Ergonomi Untuk Keselamatan Kerja dan Produktivitas,* Uniba Press, Surakarta, 2004.

Tayyari, F. and Smith, L. J. Occupational Ergonomics : Principles and applications. Chapman & Hall, London, 1997.

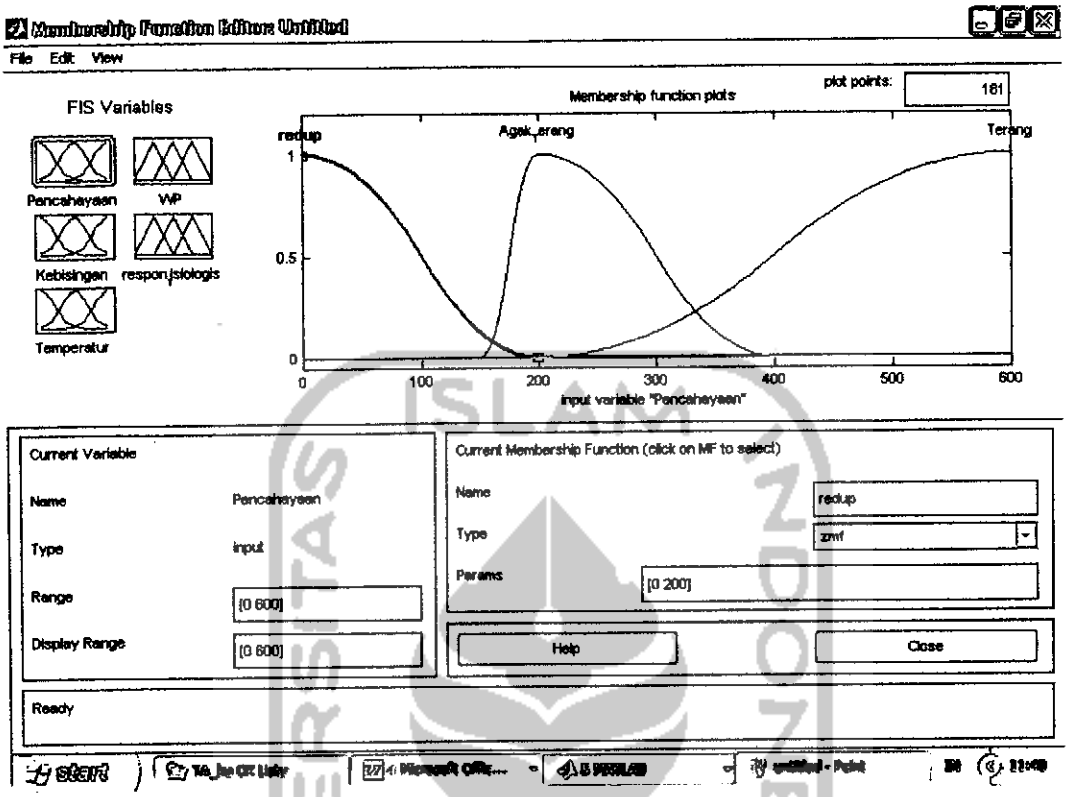
Wahyono, T. "Stres Suhu Panas (Heat Stress) Di Tempat Kerja". *Jurnal Ergonomi Indonesia,* Vol. 3. No. 2, Halm. 67-74, 2002.

Wignjosoebroto, S. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu : Teknik Analisis Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja,* Guna Widya, Surabaya, 1985.

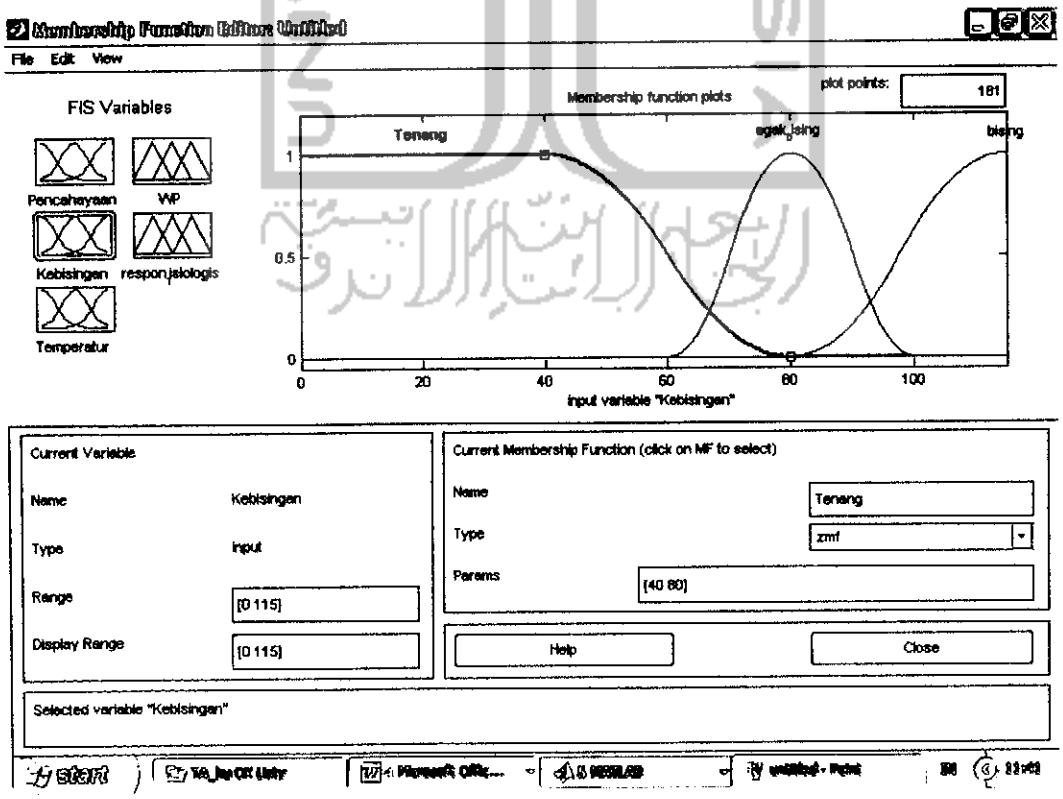
Hasil Pengolahan Dengan Matlab



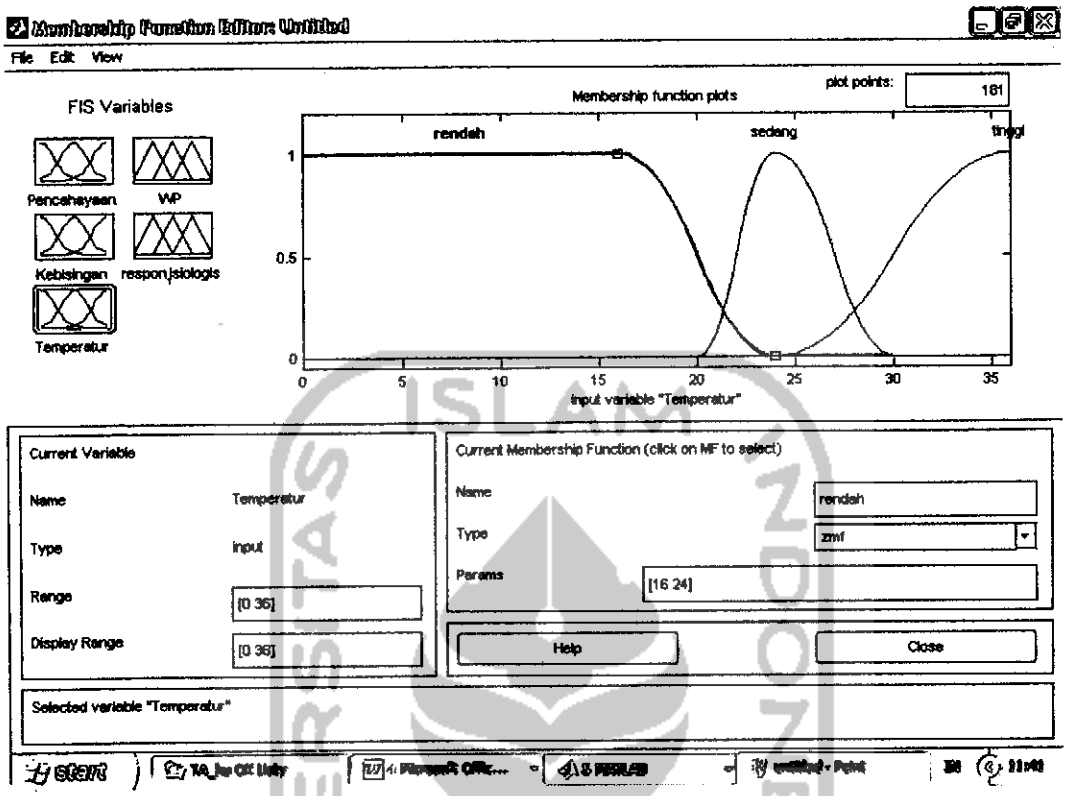
1. Pencahayaan



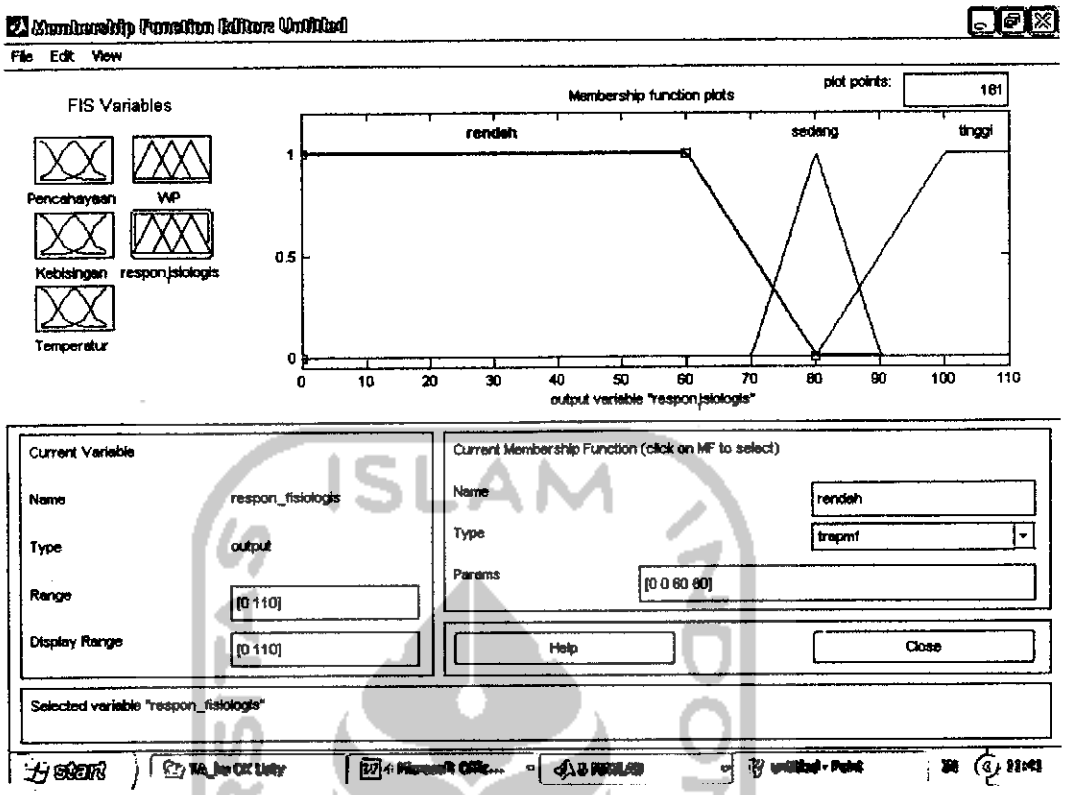
2. Kebisingan



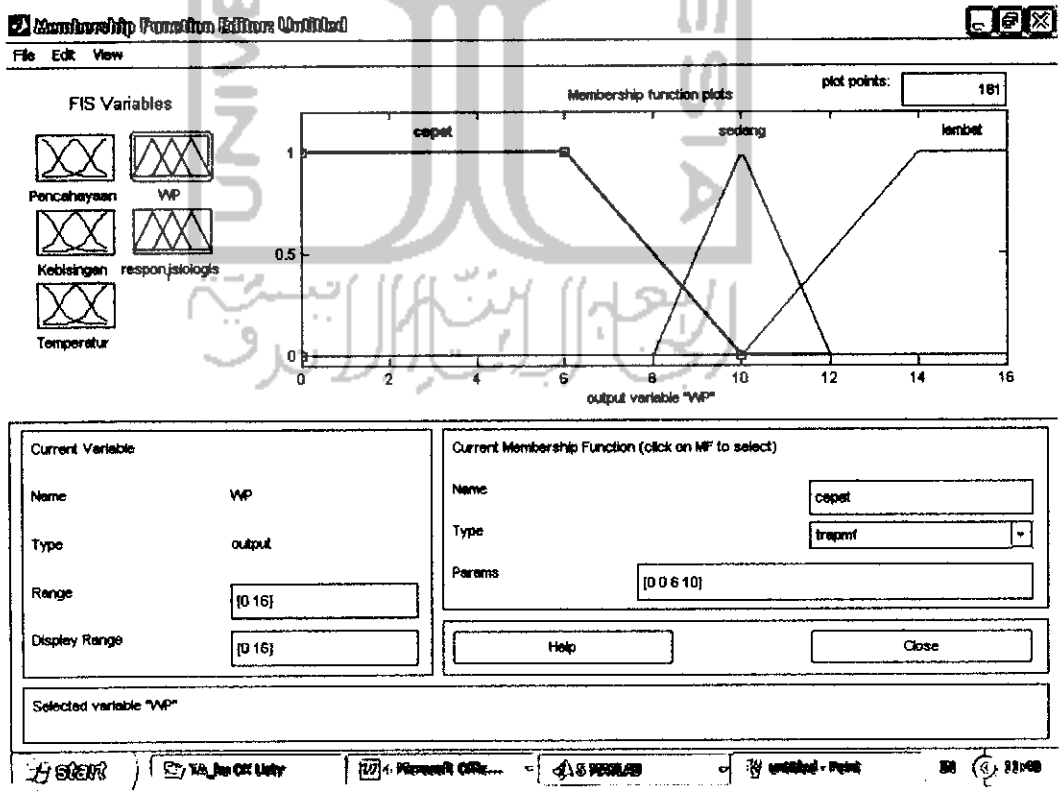
3. Temperatur

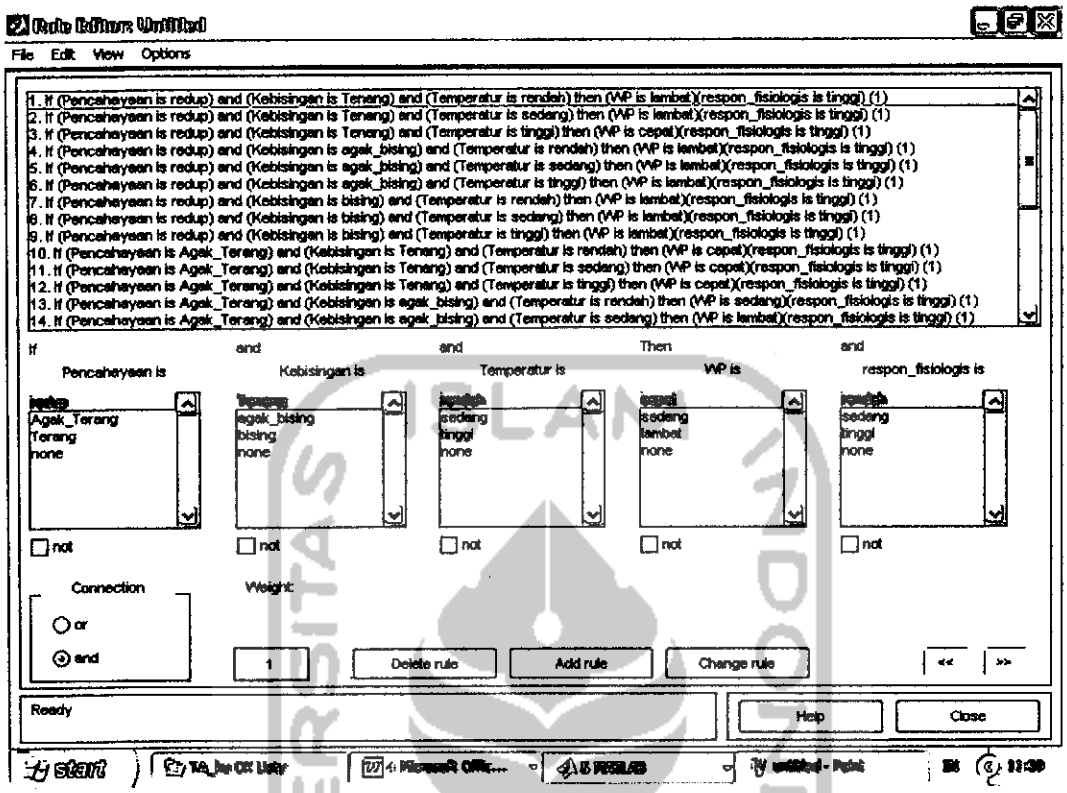


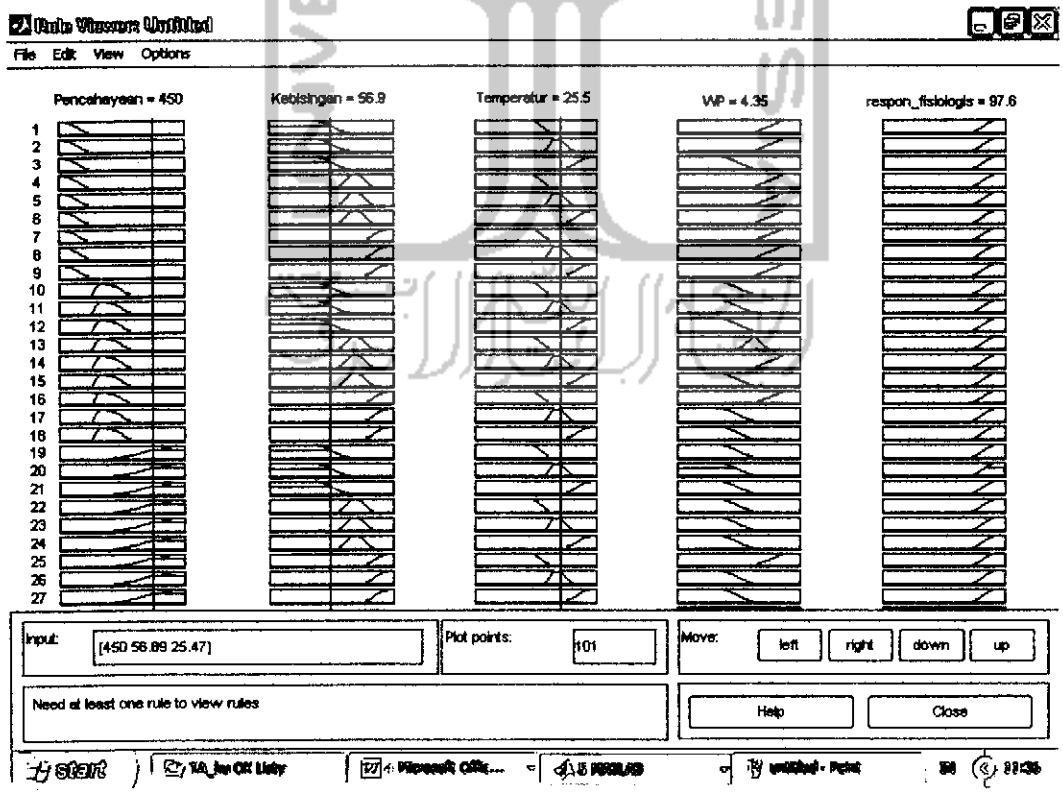
4. Respon Fisiologis



5. Waktu Respon




Rule Editor: Untitled
File Edit View Options
1. If (Pencahayaan is redup) and (Kebisingan is Tenang) and (Temperatur is rendah) then (WP is lambat)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
2. If (Pencahayaan is redup) and (Kebisingan is Tenang) and (Temperatur is sedang) then (WP is lambat)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
3. If (Pencahayaan is redup) and (Kebisingan is Tenang) and (Temperatur is tinggi) then (WP is cepat)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
4. If (Pencahayaan is redup) and (Kebisingan is agak_bising) and (Temperatur is rendah) then (WP is lambat)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
5. If (Pencahayaan is redup) and (Kebisingan is agak_bising) and (Temperatur is sedang) then (WP is lambat)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
6. If (Pencahayaan is redup) and (Kebisingan is agak_bising) and (Temperatur is tinggi) then (WP is lambat)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
7. If (Pencahayaan is redup) and (Kebisingan is bising) and (Temperatur is rendah) then (WP is lambat)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
8. If (Pencahayaan is redup) and (Kebisingan is bising) and (Temperatur is sedang) then (WP is lambat)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
9. If (Pencahayaan is redup) and (Kebisingan is bising) and (Temperatur is tinggi) then (WP is lambat)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
10. If (Pencahayaan is Agak_Terang) and (Kebisingan is Tenang) and (Temperatur is rendah) then (WP is cepat)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
11. If (Pencahayaan is Agak_Terang) and (Kebisingan is Tenang) and (Temperatur is sedang) then (WP is cepat)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
12. If (Pencahayaan is Agak_Terang) and (Kebisingan is Tenang) and (Temperatur is tinggi) then (WP is cepat)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
13. If (Pencahayaan is Agak_Terang) and (Kebisingan is agak_bising) and (Temperatur is rendah) then (WP is sedang)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
14. If (Pencahayaan is Agak_Terang) and (Kebisingan is agak_bising) and (Temperatur is sedang) then (WP is lambat)(respon_fisiologis is tinggi) (1)
If
Pencahayaan is
Agak_Terang
Terang
none
not
and
Kebisingan is
agak_bising
bising
none
not
and
Temperatur is
sedang
tinggi
none
not
Then
WP is
sedang
lambat
none
not
and
respon_fisiologis is
sedang
tinggi
none
not
Connection
or
and
Weight:
1
Delete rule
Add rule
Change rule
<<
>>
Ready
Help
Close


Rule Viewer: Untitled
File Edit View Options
Pencahayaan = 450
Kebisingan = 56.9
Temperatur = 25.5
WP = 4.35
respon_fisiologis = 97.6
Input:
[450 56.89 25.47]
Plot points:
101
Move:
left
right
down
up
Need at least one rule to view rules
Help
Close

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI, TEKNIK KIMIA, TEKNIK INFORMATIKA, TEKNIK ELEKTRO, DAN TEKNIK MESIN

Kampus : Jalan Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895287, 895007 Facs. (0274) 895007 Ext. 148; Kotak Pos 75 Sleman 55501 Yogyakarta

http://www.uii.ac.id atau http://www.fti-uii.org e-mail : fti@uii.ac.id

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor : 040/Ka. Lab APK/70/Lab. APK/IX/2008

Yang bertanda tangan di bawah ini :
Nama : Eka Suswaini, ST
Jabatan : Kepala Laboratorium Analisis Perancangan Kerja & Ergonomi

Menerangkan bahwa :
Nama : Listyaningsih
No. Mhs : 02 522 260
Jurusan : Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia

Telah melaksanakan penelitian yang berjudul:
OPTIMASI LINGKUNGAN KERJA TERHADAP RESPON FISIOLOGIS DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Waktu : 10 Juli - 24 juli 2008
Tempat : Lab. APK dan E

Serta telah melaksanakan seminar hasil penelitian Tugas Akhir pada:
Hari/Tanggal : Senin, 28 Juli 2008
Tempat : Lab. APK dan E

Demikian surat keterangan ini kami sampaikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 3 September 2008
Kalab APK & E

Eka Suswaini, ST