



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PENGARUH SUHU TERHADAP KECEPATAN
RESPON MAHASISWA DI RUANG KELAS DENGAN
METODE *DESIGN OF EXPERIMENT***

SKRIPSI

**ANTON HARTAWAN
0806458750**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PENGARUH SUHU TERHADAP KECEPATAN
RESPON MAHASISWA DI RUANG KELAS DENGAN
METODE *DESIGN OF EXPERIMENT***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

**ANTON HARTAWAN
0806458750**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012**

ii

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Anton Hartawan
NPM : 0806458750
Tanda Tangan : 
Tanggal : 14 Juni 2012

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh,

Nama : Anton Hartawan
NPM : 0806458750
Program Studi : Teknik Industri

Judul Skripsi : Studi Pengaruh Suhu Terhadap Kecepatan
Respon Mahasiswa di Ruang Kelas Dengan
Metode *Design Of Experiment*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Arian Dhini S.T., M.T

Penguji 1 : Ir. Boy Nurtjahyo Moch, MSIE

Penguji 2 : Ir. Isti Surjandari P.MT.,MA.,Ph.D.

Penguji 3 : Maya Arlini Puspasari S.T. M.T. , MBA.

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 26 Juni 2012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas lindungan-Nya, saya dapat melancarkan penyelesaian skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak selama masa perkuliahan hingga tahap akhir penulisan skripsi, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Arian Dhini S.T., M.T selaku dosen pembimbing atas arahan, kesabaran dan semangat yang diberikan dalam membimbing penyelesaian skripsi ini.
2. Arian Dhini S.T., M.T selaku pembimbing akademik.
3. Dosen – dosen lainnya yang tetap memberikan semangat dan masukan di kala penulis kebingungan, Pak Boy, Bu Dwinta Utari, dan Maya.
4. Orang tua saya, adik-adik saya, dan keluarga besar saya serta Shintya Xiao yang selalu menyemangati saya sehingga saya menjadi bersemangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman dekat saya, khususnya Alex Justian, Jimmy, Ivan Angga Kusuma, Stephanie Rengkung, Ricky Mulyadi, Stefan Darmansyah, Linda yang senantiasa menjadi teman terdekat penulis selama masa kuliah ini. Terima kasih untuk bersama-sama dengan penulis untuk bersenang-senang dan menikmati dunia perkuliahan.
6. Asisten Laboratorium Ergonomic Center yang sangat ceria dan akrab, terutama Citra Prana, Meilinda Doris, Ivan Angga Kusuma, Dwiki Drajat, ketika penulis bertapa di laboratorium dalam penulisan skripsi. Dukungan mereka menjadikan Laboratorium Ergonomic Center menjadi tempat yang nyaman untuk belajar, berkonsentrasi dan melepas kejenuhan.
7. Teman-teman Teknik Industri 2008 yang selama ini bersama penulis menghabiskan waktu perkuliahan yang sangat menyenangkan di Universitas Indonesia. Dukungan dan tepukan di pundak dari teman-teman semua sangat berarti.

8. Tidak lupa karyawan Departemen Teknik Industri yang banyak direpotkan dengan penulis yang sering pulang larut dari laboratorium dan membukakan pintu di pagi hari.

Akhir kata, saya sebagai penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi sumber pengetahuan yang baru bagi pembaca.

Jakarta , 14 Juni 2012

Anton Hartawan



LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anton Hartawan
NPM : 0806458750
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Studi Pengaruh Suhu Terhadap Kecepatan Respon Mahasiswa di Ruang Kelas
Dengan Metode *Design of Experiment*”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 14 Juni 2012

Yang menyatakan



(Anton Hartawan)

ABSTRAK

Nama : Anton Hartawan
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Studi Pengaruh Suhu Terhadap Kecepatan Respon Mahasiswa di Ruang Kelas Dengan Metode *Design of Experiment*

Dewasa ini 67% mahasiswa merasa tidak nyaman berada di ruang kelas. Ini disebabkan karena suhu yang tidak nyaman di dalam ruang kelas. Penelitian ini membahas tentang suhu ruang kelas yang nyaman dan posisi *air conditioner* di dalam ruangan. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode *Design of Experiment* dengan respon variabel berupa *Choice Reaction Time*. Hasil penelitian ini berupa batasan suhu ruang kelas yang nyaman antara 24°C - 26°C dan analisis penempatan *air conditioner* ruang kelas gedung S.

Kata Kunci :
Suhu yang nyaman, *Design of Experiment*, *Choice Reaction Time*, *air conditioner*

ABSTRACT

Name : Anton Hartawan
Study Program : Industrial Engineering
Title : Study The Effect of Temperature to University Students
Respon Time in Classroom Using Design of Experiment
Method

Nowadays, 67% of University Students felt uncomfortable in the classroom. This is because of the temperature is not suitable with their body. This study discusses the range of comfortable temperature and the position of the air conditioner in the classroom. Analysis were using Design of Experiment with the response variable of Choice Reaction Time. The results of this study is the range of comfortable classroom temperature between 24°C - 26°C and the analysis of positioning air conditioner in the S building classrooms.

Keywords:
Comfortable temperature, Design of Experiment, Choice Reaction Time, Air
Conditioner

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Diagram Keterkaitan Masalah	2
1.3. Rumusan Permasalahan.....	4
1.4. Tujuan dan Hipotesis Penelitian	4
1.5. Batasan Penelitian	4
1.6. Metodologi Penelitian	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	7
2. STUDI PUSTAKA.....	8
2.1. Ergonomi	8
2.2. Kondisi Ruang yang Nyaman.....	9
2.2.1. Penerangan Ruang	11
2.2.2. Mikrolimat di Ruang Belajar	13
2.3. Reaction Time.....	14
2.4. Body Mass Index	15
2.5. Penggunaan AC yang Tepat	16
3. PENGUMPULAN DATA	17
3.1. Disain Penelitian	17
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
3.3. Populasi Penelitian.....	17
3.4. Sampel Penelitian.....	17
3.5. Pengambilan Data	18
3.5.1. Pra-Eksperimen	18
3.5.2. Pemberian Variasi Suhu.....	18
3.6. Jenis Variabel.....	22
3.7. Instrumen dan Alat Penelitian.....	22
3.8. Pengolahan Data	22
3.9. Penyajian Data	22
4. PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS.....	23
4.1. Rekapitulasi Pengambilan Data	23
4.2. Pengujian Data BMI <18.5.....	23
4.3. Pengujian Data BMI 18.5-24.9.....	25

4.4. Pengujian Data BMI > 24.9	28
4.5. Pengujian Data antara BMI 18.5 – 24.9 dan BMI > 24.9.....	30
4.6. Pengujian Posisi AC di dalam Gedung S	32
5. PENUTUP	35
5.1. Kesimpulan.....	35
5.2. Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	36



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Bersih Choice Reaction Time.....	23
Tabel 4.2 Input Data BMI < 18.5	23
Tabel 4.3 Hasil Minitab untuk BMI < 18.5.....	24
Tabel 4.4 Input Data BMI antara 18.5-24.9	26
Tabel 4.5 Hasil Minitab untuk BMI 18.5 – 24.9	27
Tabel 4.6 Input Data BMI > 24.9	28
Tabel 4.7 Hasil Minitab untuk BMI > 24.9.....	29
Tabel 4.8 Input Data BMI Gabungan	30
Tabel 4.9 Hasil Minitab untuk BMI Gabungan.....	31



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah.....	3
Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian	6
Gambar 3.1 Tampilan Awal Percobaan Choice Reaction Time di Software Design Tools Versi 4.0	19
Gambar 3.2 Tampilan Stimuli Visual di Software Design Tools Versi 4.0	20
Gambar 3.3 Tampilan Keyboard dan Tombol Respons	21
Gambar 3.4 Tampilan Selesai Eksperimen di Software Design Tools Versi 4.0.....	21
Gambar 4.1 Residual Plot untuk BMI	24
Gambar 4.2 Main Effects Plot untuk BMI < 18.5	25
Gambar 4.3 Residual Plot untuk BMI 18.5-24.9.....	26
Gambar 4.4 Main Effect Plot untuk BMI 18.5-24.9.....	27
Gambar 4.5 Residual Plot untuk BMI > 24.9.....	28
Gambar 4.6 Main Effect Plot untuk BMI > 24.9.....	29
Gambar 4.7 Residual Plot untuk BMI Gabungan.....	31
Gambar 4.8 Main Effect Plot untuk BMI Gabungan.....	32
Gambar 4.9 Posisi AC di Gedung S	33
Gambar 4.10 Posisi AC di Gedung S	33

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Manusia selalu berupaya untuk menciptakan kondisi lingkungannya yang nyaman. Ini terlihat dari perkembangan gedung yang ada dari zaman dahulu hingga sekarang. Dewasa ini, hampir semua orang menghabiskan 90% waktu mereka di dalam gedung. Oleh karena itu, pengaturan suhu yang optimal menjadi sangat penting untuk kenyamanan dan kesehatan mereka. Beberapa parameter, seperti suhu udara, kelembaban, sirkulasi udara dan radiasi, yang mengatur tingkat kenyamanan berada di dalam ruangan penting untuk diperhatikan dalam hal menciptakan suasana ruangan yang kondusif. Meskipun dipengaruhi oleh beberapa parameter, studi ini hanya membahas dari sisi suhu udara.

Para arsitek dan insinyur menggunakan standar kenyamanan udara berdasarkan ASHRAE Standard 55-1992 dan ISO 7730, untuk mendesain suatu sistem dimana kondisi lingkungan menjadi nyaman secara fisik. Sebelum melangkah lebih lanjut, akan lebih baik untuk mengetahui terlebih dahulu definisi dari kenyamanan udara. Sebagaimana disebutkan dalam ASHRAE (American Society of Heating Refrigeration, and Air-conditioning Engineers) Standard 55a dan ISO 7730, “kenyamanan udara adalah kondisi pikiran yang menyatakan kepuasan dengan suhu lingkungan sekitar” .

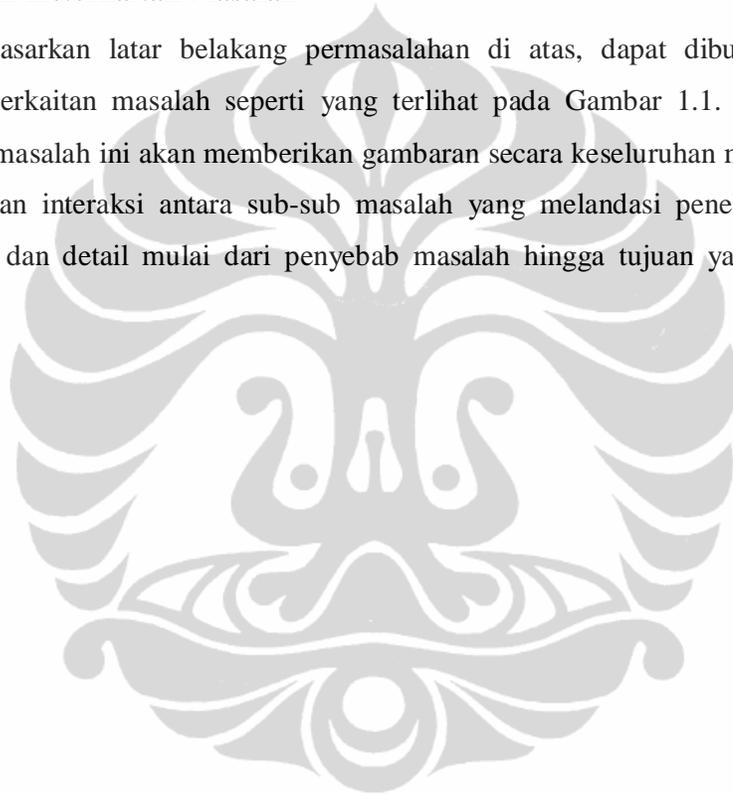
Gedung yang terlalu panas atau terlalu dingin akan menyebabkan penghuninya merasa tidak nyaman. Banyak ahli yang telah menjelaskan dampak negatif dari kondisi ruangan yang buruk terhadap performa penghuninya seperti kondisi ruang kerja yang tidak nyaman akan berpengaruh terhadap produktivitas kerja (Haynes, 2008). Kondisi ruangan yang baik akan berdampak langsung terhadap performa dari orang-orang yang berada di dalamnya. Kondisi ruangan yang baik adalah kondisi dimana sekurang-kurangnya 80% penghuninya merasa nyaman berada di dalam ruangan itu (Kwok, A.G. 1997).

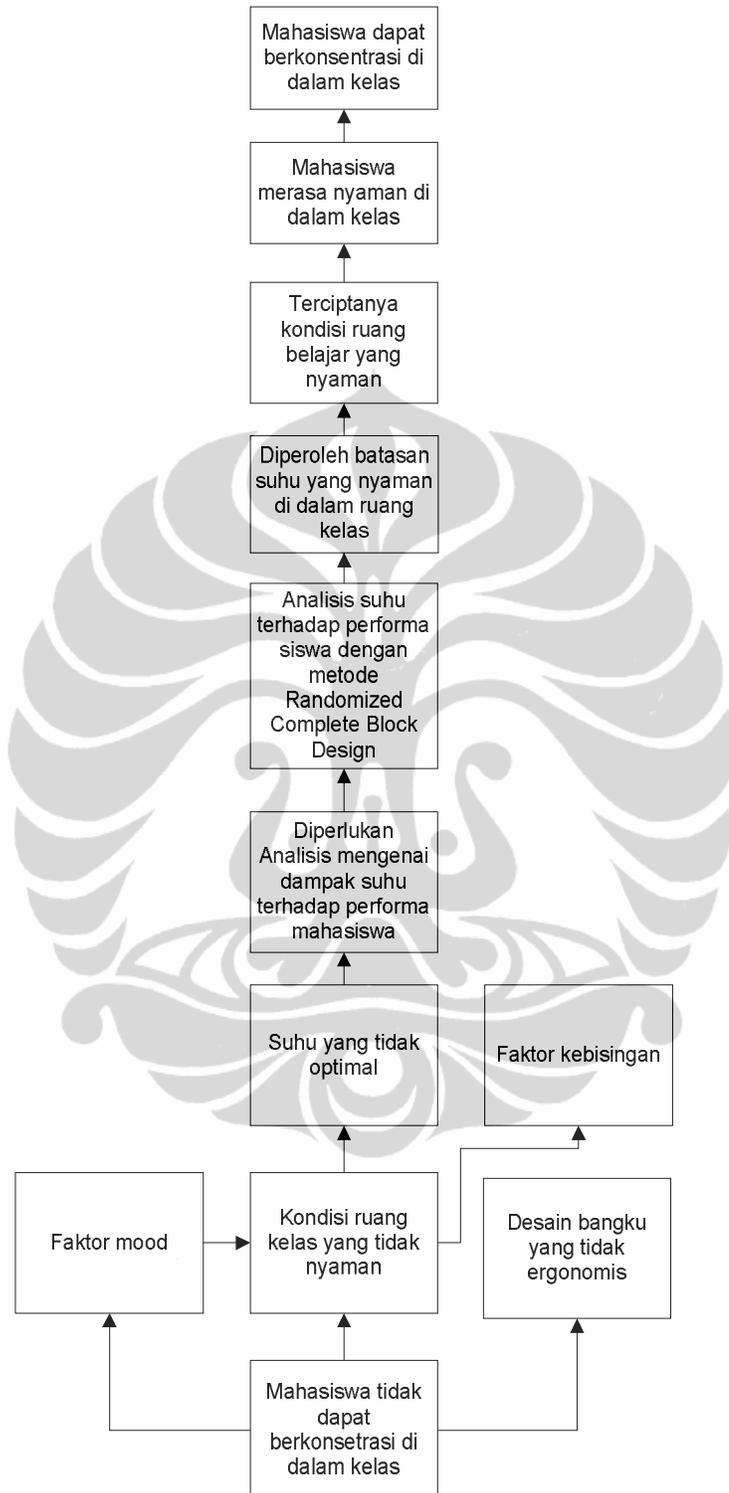
Penelitian ini akan mencari hubungan antara suhu dengan performa siswa di dalam kelas dan batasan suhu yang nyaman untuk kegiatan belajar, dikarenakan banyak mahasiswa yang tidak merasa nyaman di dalam ruang kelas gedung S,

sehingga mengakibatkan konsentrasi yang menurun dan proses kegiatan belajar mengajar tidak berjalan dengan efektif. Hasil survey menunjukkan bahwa 67% mahasiswa tidak merasa nyaman berada di ruang kelas Gedung S. Penelitian ini akan menggunakan konsep Randomized Complete Block Design dengan 1 macam faktor yang diamati yaitu suhu dengan 2 jenis block yaitu *Body Mass Index* (BMI) dan Jenis Kelamin.

1.2. Diagram Keterkaitan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, dapat dibuat suatu diagram keterkaitan masalah seperti yang terlihat pada Gambar 1.1. Diagram keterkaitan masalah ini akan memberikan gambaran secara keseluruhan mengenai hubungan dan interaksi antara sub-sub masalah yang melandasi penelitian ini secara utuh dan detail mulai dari penyebab masalah hingga tujuan yang ingin dicapai.





Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

1.3. Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang dan diagram keterkaitan masalah di atas, pokok permasalahan yang akan dibahas adalah analisis hubungan suhu dengan performa mahasiswa, dalam hal ini akan terlihat suhu yang optimal di dalam ruang belajar. Permasalahan ini perlu diteliti agar dapat meningkatkan efektifitas belajar para mahasiswa di dalam ruang kelas. Dengan demikian para mahasiswa dapat berkonsentrasi belajar ketika berada di dalam kelas.

1.4. Tujuan dan Hipotesis Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan batasan suhu ruangan yang nyaman dan hubungan antara suhu dengan kecepatan respon mahasiswa.

1.5. Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan adanya ruang lingkup atau batasan masalah agar pelaksanaan serta hasil yang akan diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian diatas. Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan pada *Climate Room* Laboratorium Ergonomi Center, Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia dengan pengkondisian faktor lingkungan yang akan mempengaruhi *choice reaction time* dikontrol kecuali variasi suhu yang diteliti dampaknya.
2. Faktor yang dipakai penelitian ini adalah suhu ruangan dengan 2 macam blocking yaitu *Body Mass Index* (BMI) dan jenis kelamin, tidak memasukkan faktor-faktor seperti kelembaban, radiasi dan sirkulasi udara.
3. Responden dalam penelitian ini adalah mahasiswa Teknik Industri Universitas Indonesia dengan usia 22–24 tahun.

1.6. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini secara sistematis adalah sebagai berikut yang dapat dilihat pada **Gambar 1.2**:

1. Pendahuluan

Menentukan topik penelitian ini yaitu Studi Pengaruh Suhu Terhadap Performa Mahasiswa di Ruang Kelas dan tujuan penelitian ini yaitu

mendapatkan batasan suhu ruangan yang nyaman dan hubungan antara suhu dengan performa mahasiswa.

2. Penentuan landasan teori

Tahap selanjutnya adalah menentukan landasan teori yang berhubungan dengan topik sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian. Landasan teori ini kemudian akan dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian ini. Adapun landasan teori yang terkait antara lain adalah:

- a. Ergonomi
- b. Kondisi ruangan yang nyaman
- c. *Reaction Time*
- d. *Design of Experiment*

3. Pengumpulan data

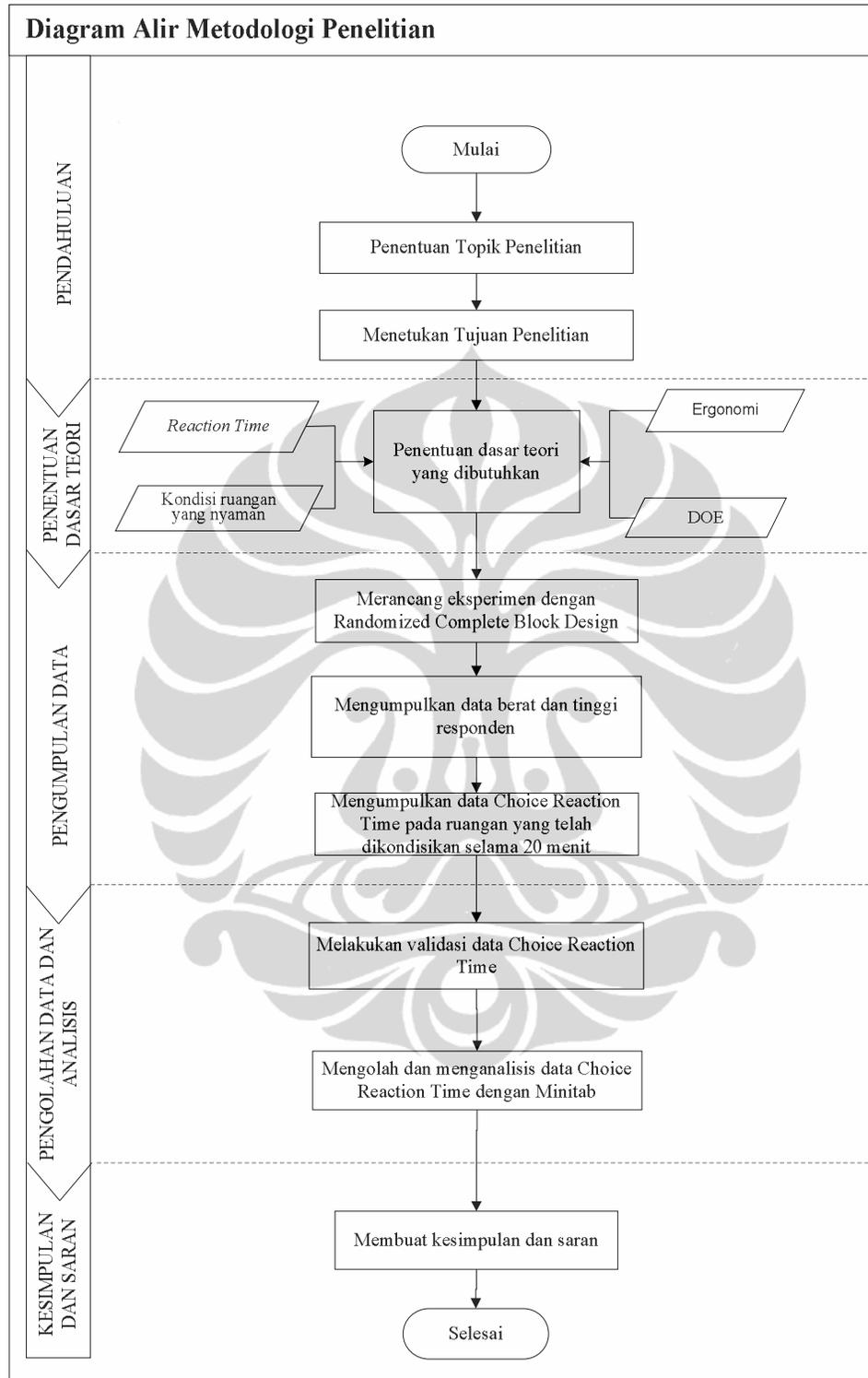
Pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data berat dan tinggi badan responden kemudian mengukur *choice reaction time* yang dilakukan berdasarkan eksperimen yang telah dirancang sebelumnya dengan Randomized Complete Block Design pada 6 tingkatan level yaitu 20°C, 22°C, 24°C, 26°C, 28°C dan 30°C.

4. Pengolahan data dan Analisis

Pengolahan data dilakukan dengan Minitab berdasarkan desain yang telah dirancang, dengan respon variabel adalah *choice reaction time* dan menganalisis batasan suhu yang nyaman di dalam ruang kelas.

5. Kesimpulan dan saran

Mendapatkan kesimpulan tentang penelitian yang dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat menjadi lebih baik lagi.



Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian

1.7. Sistematika Penulisan

Penelitian ini dituangkan dalam penulisan sistematis dengan sistematika penulisan yang terbagi ke dalam lima bab, yaitu: Bab 1 Pendahuluan, Bab 2 Landasan Teori, Bab 3 Pengumpulan Data, Bab 4 Pengolahan Data dan Analisis, dan Bab 5 Kesimpulan dan Saran.

Bab 1 merupakan bab pendahuluan yang menjelaskan dan menguraikan latar belakang dilakukannya penelitian, diagram keterkaitan masalah, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 merupakan landasan teori yang berhubungan dengan penelitian ini. Bagian ini menjelaskan landasan teori yang membahas dasar-dasar ergonomi, kondisi ruangan yang nyaman, *reaction time*, dan *Design of Experiment*.

Bab 3 mengenai pengumpulan data. Bab ini menjelaskan mengenai cara pengumpulan data melalui eksperimen yang telah didesain dengan konsep Randomized Complete Block Design yang dilakukan pada 6 level yang berbeda.

Bab 4 adalah pengolahan data dan analisis mengenai hasil yang diperoleh. Pada bab ini akan dilakukan pengolahan data dan analisis terhadap *choice reaction time* pada berbagai level suhu yang telah dikondisikan sebelumnya.

Bab 5 merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan tentang penelitian yang dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2 STUDI PUSTAKA

2.1. Ergonomi

Kata “ergonomi” dibentuk dari dua kata dalam bahasa Yunani, yaitu *ergon* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti hukum. Pada beberapa negara istilah ergonomi seringkali digantikan atau disandingkan dengan terminologi *human factors*. Ergonomi adalah suatu kajian terhadap interaksi antara manusia dengan mesin yang digunakannya, beserta faktor-faktor yang mempengaruhi interaksi tersebut (Bridger, 2003).

Menurut definisi formal yang dikeluarkan oleh International Ergonomic Assosiation (2002), ergonomi adalah suatu disiplin ilmu yang memiliki fokus pada pemahaman interaksi antara manusia dan elemen-elemen lain dalam sistem, dan profesi yang menerapkan teori, prinsip-prinsip, data dan metode perancangan, dengan tujuan untuk mengoptimalkan kehidupan manusia dan keseluruhan performa sistem.

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara manusia dengan elemen-elemen lain dalam suatu sistem dan pekerjaan yang mengaplikasikan teori, prinsip, data dan metode untuk merancang suatu sistem yang optimal, dilihat dari sisi manusia dan kinerjanya. Ergonomi memberikan sumbangan untuk rancangan dan evaluasi tugas, pekerjaan, produk, lingkungan dan sistem kerja, agar dapat digunakan secara harmonis sesuai dengan kebutuhan, kemampuan dan keterbatasan manusia (International Ergonomic Assosiation, 2002). Salah satu dari ruang lingkup ergonomi adalah ergonomi kognitif. Hal ini berkaitan dengan proses mental manusia, termasuk di dalamnya; persepsi, ingatan, dan reaksi, sebagai akibat dari interaksi manusia terhadap pemakaian elemen sistem. Topik-topik yang relevan dalam ergonomi kognitif antara lain; beban kerja, pengambilan keputusan, *performance*, *human-computer interaction*, kehandalan manusia, dan stress kerja (Shneiderman & Plaisant, 2005).

Secara singkat ergonomi bertujuan untuk merancang berbagai peralatan, sistem teknis, dan pekerjaan untuk meningkatkan keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan performa manusia. Implementasi ilmu ergonomi dalam

perancangan sistem seharusnya membuat suatu sistem bekerja lebih baik dengan mengeliminasi aspek-aspek yang tidak diinginkan, tidak terkontrol, dan tidak terukur, seperti:

- a. Ketidakefisienan,
- b. Kelelahan
- c. Insiden, cedera, dan kesalahan,
- d. Kesulitan dalam penggunaan, dan
- e. Moral yang rendah dan apatisme.

Dalam mendisain pekerjaan dan kondisi pada kehidupan sehari-hari ergonomi berfokus pada manusia. Kondisi kerja pada kehidupan sehari-hari yang tidak aman, tidak sehat, tidak nyaman, atau tidak efisien dihindari dengan memperhatikan kemampuan dan keterbatasan manusia baik secara fisik maupun psikologi. Faktor-faktor yang memegang peran dalam ergonomi yaitu,

- a. Postur tubuh & pergerakan: duduk, berdiri, mengangkat, mendorong, menarik
- b. Faktor lingkungan : kebisingan, getaran, iluminasi, iklim, zat kimia
- c. Organisasi kerja : tugas yang tepat, pekerjaan yang menyenangkan
- d. Informasi & operasi : informasi yang diperoleh secara visual atau melalui indra lainnya, kontrol, kaitan antara tampilan dan control

Faktor-faktor tersebut menentukan tingkatan yang besar dari keamanan, kesehatan, kenyamanan, dan performa yang efisien pada saat bekerja dan dalam kehidupan sehari-hari. Ergonomi menyatukan pengetahuan dari berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, termasuk anthropometri, biomekanika, psikologi, toksikologi, teknik mesin, perancangan industri, teknologi informasi, dan manajemen. Hal tersebut kemudian dipilah dan diintegrasikan kedalam suatu pengetahuan yang relevan (International Ergonomic Assosiation, 2002).

2.2. Kondisi Ruang yang Nyaman

Kenyamanan adalah bagian dari salah satu sasaran karya arsitektur. Kenyamanan terdiri atas kenyamanan psikis dan kenyamanan fisik. Kenyamanan psikis yaitu kenyamanan kejiwaan (rasa aman, tenang, gembira, dll) yang terukur secara subyektif. Sedangkan kenyamanan fisik dapat terukur secara obyektif, yang

meliputi kenyamanan spasial, visual, auditorial dan termal. Kenyamanan termal merupakan salah satu unsur kenyamanan yang sangat penting, karena menyangkut kondisi suhu ruangan yang nyaman. Seperti diketahui, manusia merasakan panas atau dingin merupakan wujud dari sensor perasa pada kulit terhadap stimuli suhu di sekitarnya. Sensor perasa berperan menyampaikan informasi rangsangan kepada otak, dimana otak akan memberikan perintah kepada bagian-bagian tubuh tertentu agar melakukan antisipasi untuk mempertahankan suhu sekitar 37°C. Hal ini diperlukan organ tubuh agar dapat menjalankan fungsinya secara baik. Dalam kaitannya dengan bangunan, kenyamanan didefinisikan sebagai suatu kondisi tertentu yang dapat memberikan sensasi yang menyenangkan bagi pengguna bangunan. Manusia dikatakan nyaman secara termal ketika ia tidak dapat menyatakan apakah ia menghendaki perubahan suhu yang lebih panas atau lebih dingin dalam suatu ruangan. Sementara itu, Standard Amerika (ASHRAE) mendefinisikan kenyamanan termal sebagai perasaan dalam pikiran manusia yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan termalnya. Dalam standard ini juga disyaratkan bahwa suatu kondisi dinyatakan nyaman apabila tidak kurang dari 90 persen responden yang diukur menyatakan nyaman secara termal.

Untuk menyelenggarakan aktivitasnya di dalam ruang agar terlaksana secara baik, manusia memerlukan kondisi fisik tertentu di sekitarnya yang dianggap nyaman. Salah satu persyaratan kondisi fisik yang nyaman adalah suhu nyaman, yaitu suatu kondisi termal udara di dalam ruang yang tidak mengganggu tubuhnya. Suhu ruang yang terlalu rendah akan mengakibatkan kedinginan atau menggigil, sehingga kemampuan beraktivitas menurun. Sementara itu, suhu ruang yang tinggi akan mengakibatkan kepanasan dan tubuh berkeringat, sehingga mengganggu aktivitas juga. Dapat dikatakan kondisi kerja akan menurun atau tidak maksimum pada kondisi udara yang tidak nyaman. Menurut Olgay (1963), tingkat produktivitas dan kesehatan manusia sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim setempat. Apabila kondisi iklim (berkaitan dengan suhu udara, kelembaban, radiasi matahari, angin, hujan, dsbnya) sesuai dengan kebutuhan fisik manusia, maka tingkat produktivitas dapat mencapai titik maksimum.

Demikian pula halnya dengan tingkat kesehatan akan mencapai optimal apabila kondisi iklim juga mendukung pencapaian tersebut. Puncak produktivitas

dan kesehatan manusia dicapai pada iklim yang berbeda antara tempat satu dan lainnya di dunia ini. Di daerah kutub manusia mencapai tingkat produktivitas maksimum pada musim panas (Juli – September), sedangkan di daerah subtropis kondisi optimal tercapai pada musim dingin. Sementara itu di daerah tropis dengan panas matahari yang menyengat membuat manusia mudah lelah pada musim panas, sehingga produktivitas rendah. Suhu udara merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kondisi nyaman manusia. Hoppe (1988) memperlihatkan bahwa suhu manusia naik ketika suhu ruang dinaikkan sekitar 21°C. Kenaikan lebih lanjut pada suhu ruang tidak menyebabkan suhu kulit naik, namun menyebabkan kulit berkeringat. Pada suhu ruang sekitar 20°C suhu nyaman untuk kulit tercapai. Selain suhu udara, suhu radiasi matahari dari sekeliling permukaan (plafon, dinding, pintu, jendela dan lantai) juga ikut mempengaruhi kenyamanan ruang. Sementara itu, pengaruh kelembaban udara pada kenyamanan ruang tidak sebesar pengaruh suhu udara. Faktor kecepatan udara juga mempengaruhi kenyamanan termal, dimana semakin besar kecepatan udara akan berpengaruh terhadap semakin rendahnya suhu kulit manusia. Menurut Lippmeir (1994) batas-batas kenyamanan untuk kondisi khatulistiwa adalah pada kisaran suhu udara 22,5°C - 29°C dengan kelembaban udara 20 – 50%. Selanjutnya dijelaskan bahwa nilai kenyamanan tersebut harus dipertimbangkan dengan kemungkinan kombinasi antara radiasi panas, suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan udara. Penyelesaian yang dicapai menghasilkan suhu efektif (TE). Suhu efektif ini diperoleh dengan percobaan-percobaan yang mencakup suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan udara. Menurut penyelidikan, batas-batas kenyamanan untuk kondisi khatulistiwa adalah 19°TE (batas bawah) - 26°TE (batas atas). Pada suhu 26°TE, banyak manusia mulai berkeringat. Sementara itu kemampuan kerja manusia mulai menurun pada suhu 26,5°TE - 30°TE. Kondisi lingkungan mulai sulit bagi manusia pada suhu 33,5°TE – 35,5°TE dan tidak memungkinkan lagi pada suhu 35°TE - 36°TE.

2.2.1. Penerangan Ruangan

Penerangan yang baik sangat penting agar pekerjaan dapat dilakukan dengan benar dan dalam situasi nyaman. Di samping itu, pada saat aktivitas dilakukan, objek dapat dilihat dengan jelas dan cepat, sehingga tidak melelahkan

mata. Prinsip penerangan yang baik adalah (1) jumlah atau intensitas penerangan yang diperlukan hendaknya disesuaikan dengan jenis pekerjaan, daya lihat seseorang, dan lingkungannya, (2) perlu diupayakan penampilan penglihatan sebesar 100%, (3) di dalam merencanakan penerangan, di samping efisiensi penglihatan, faktor keamanan, kenyamanan dan keselamatan perlu diperhitungkan, (4) intensitas penerangan yang baik adalah minimal 200 lux, atau disesuaikan dengan jenis aktivitas di tempat tersebut, dan (5) penerangan harus diutamakan pada pekerjaan pokok, kemudian pada latar belakangnya dan terakhir pada lingkungannya (dinding, atap, lantai, dan lain-lain).

Untuk kegiatan belajar (membaca dan menulis), diperlukan intensitas penerangan sebesar 350 – 700lux (Grandjean, 1988). Data ini ditunjang oleh hasil temuan Antari (2004) yang melaporkan bahwa intensitas pencahayaan di ruang mikro konseling IKIP Singaraja adalah 398,75 lux pada kelompok perlakuan dan 402,56 lux pada kelompok kontrol. Untuk memperoleh penerangan sebesar 600 lux, lampu neon “b” watt yang diperlukan dalam ruangan seluas “a” m², dapat dilihat pada rumus sebagai berikut (Manuaba, 2004 b).

$$X = (a \times 60 \times 1/15 \text{ watt}) : b \quad (2.1)$$

Dalam hal ini, penggunaan lampu neon (TL) lebih baik daripada lampu pijar, karena lampu TL 12nergy penerangan sebesar 75% dan panas hanya 25%. Sedangkan lampu pijar mengeluarkan panas 75% dan 12nergy penerangan hanya 25%. Di samping kelebihan tersebut, lampu TL juga memiliki kekurangan, yaitu adanya efek getaran. Masalah ini dapat diatasi dengan jalan menutup ujung-ujung lampu TL, jika digunakan hanya satu lampu, tapi jika digunakan lebih dari satu lampu TL, hendaknya dipasang dengan T sistem.

Jika digunakan penerangan alami, hendaknya diperhatikan luas jendela 1/5 x luas lantai dan diupayakan agar lantai dan plafon berwarna lembut atau putih untuk membantu refleksi sinar dan untuk mengurangi kontras. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa penerangan di ruang belajar dapat diupayakan dengan menyesuaikan intensitas penerangan dengan jenis kegiatan yang dilakukan di ruang belajar. Hal ini akan sangat membantu untuk mengatasi kelelahan mata yang diakibatkan oleh intensitas penerangan yang tidak cukup. Olszewski (1998) melaporkan bahwa penerangan yang tidak cukup pada tempat kerja operator

13nergy13i mengakibatkan 77,8% operator mengeluh sakit mata. Jika hal ini terjadi pada ruang belajar, tentu akan mengganggu proses pembelajaran yang pada akhirnya akan menurunkan prestasi pebelajar. Di samping itu, Partadjaja (2004) melaporkan bahwa perbaikan sistem pencahayaan dan media pembelajaran meningkatkan kecepatan kerja siswa sebesar 70,46%, ketelitian sebesar 56,36%, dan konstansi kerja sebesar 90,95%.

2.2.2. Mikroklimat di Ruang Belajar

Mikroklimat adalah kondisi iklim di sekitar lingkungan makhluk hidup dalam hal ini adalah manusia. Mikroklimat di ruang belajar ditentukan oleh suhu udara, suhu permukaan (suhu di atas meja, jendela, dinding, lantai dan lain-lain), kelembaban udara, gerakan udara, dan kualitas udara. Suhu yang dirasakan seseorang merupakan rerata dari suhu udara dan suhu permukaan. Untuk rasa nyaman, perbedaan suhu udara dan suhu permukaan hendaknya sekecil mungkin. Oleh karena itu, diambil patokan agar perbedaan rerata suhu permukaan hendaknya tidak lebih dari 2 – 3° C di atas atau di bawah suhu udara, sedangkan perbedaan suhu antara di dalam dan di luar ruangan, tidak lebih dari 4° C. Jika melebihi batas tersebut, hendaknya dibuat ruang antara untuk proses adaptasi terhadap perbedaan suhu tersebut.

Suhu udara di satu ruangan, hendaknya antara 20 – 24° C pada musim dingin dan antara 23 – 26° C di musim panas (Helander, 2005), sedangkan kelembaban 13nergy13i di satu ruangan tidak boleh kurang dari 30% atau antara 40 – 60% di musim panas, merupakan kelembaban 13nergy13i yang 13nergy suasana nyaman di ruangan tersebut. Suhu nyaman untuk daerah tropis adalah antara 22 – 28° C dengan kelembaban 13nergy13i antara 70 – 80% (Manuaba, 2004 b).

Gerakan udara di satu ruangan 13nergy pengaruh kepada suhu yang dirasakan seseorang. Agar gerakan udara tersebut tidak menimbulkan dampak yang tidak diinginkan, dianjurkan agar gerakan udara di dalam ruangan tidak lebih dari 0,2 m/ detik (Manuaba, 2004 b).

Seandainya mikroklimat di ruang belajar tidak diperhatikan, sehingga ruang tersebut menjadi panas, akan timbul respon fisiologis sebagai berikut.

- (1) Rasa lelah yang diikuti dengan hilangnya efisiensi kerja mental dan fisik meningkat.
- (2) Denyut jantung meningkat.
- (3) Tekanan darah meningkat.
- (4) Aktivitas alat pencernaan menurun.
- (5) Suhu inti tubuh meningkat.
- (6) Aliran darah ke kulit juga meningkat.
- (7) Produksi keringat meningkat.

Melihat dampak 14nergy14i yang ditimbulkan oleh suhu ruangan yang panas, sudah menjadi keharusan bagi kita untuk mendesain ruang belajar yang mengacu kepada kaidah-kaidah 14nergy14ic, demi tercapainya produktivitas belajar yang setinggi-tingginya. Dengan demikian, 14nergy yang dikeluarkan sepenuhnya digunakan untuk kegiatan belajar dan tidak ada 14nergy yang terbuang untuk mengatasi kondisi ruangan yang tidak nyaman.

2.3. Reaction Time

Reaction Time (RT) atau disebut juga waktu response adalah sebuah metode paling sederhana dan kemungkinan besar paling luas digunakan untuk mengukur respons behavioral dalam satuan waktu dari tampilan tugas yang diberikan sampai penyelesaiannya. Metode kronometrik yang menggunakan hasil RT memainkan peranan penting dalam menyediakan data dengan model terkonstrain kemampuan kognitif manusia bagi peneliti di bidang psikologi dan bidang lain yang terkait dengan manusia (Baayen, R.H., Milin, P. ,2010). Wanita memiliki kecepatan respon yang lebih lambat dibandingkan dengan pria, tetapi memiliki keakuratan yang lebih baik (Stian, 2005)

Pada tahun 1868, F.C Donders melakukan eksperimen perintis menggunakan RT sebagai pengukuran pada respons behavioral dan membuktikan keberadaan dari tiga jenis RT yang dibedakan berdasarkan panjang respons (Donders, 1868). Sejak saat ini para ilmuwan menyetujui bahwa ada tiga jenis RT (Luce, 1968) :

a, Simple Reaction Time

Diperoleh dari tugas eksperimental di mana subjek merespons kepada stimulus berupa cahaya, suara dan sebagainya.

b. Choice Reaction Time

Dipakai ketika subjek harus memilih respons dari satu paket respons yang mungkin, misalnya dengan memilih sebuah angka sesuai perintah yang muncul di layar.

c. Recognition

Didapatkan dari pemberian dua jenis stimuli di mana salah satu adalah stimulus yang harus direspons subyek dan yang lainnya harus diabaikan. Sebagai tambahan banyak RT lainnya dengan mengkombinasikan tiga dasar tugas eksperimental. Misalnya, *discrimination-RT* didapatkan ketika subjek harus membandingkan antara pasangan yang ditampilkan secara simultan dan diminta untuk menekan salah satu dari tombol respons. RT jenis ini adalah kombinasi dari *choice* dan *recognition*. Sama halnya juga dengan *decision-RT* adalah perpaduan dari simple dan choice di mana mempunyai satu stimulus pada satu waktu tetapi mempunyai kemungkinan respons yang mungkin sebanyak jenis stimulus.

2.4. Body Mass Index

Sekarang ini banyak orang mengalami kelebihan berat badan. Hal ini dapat menimbulkan berbagai macam risiko penyakit diantaranya diabetes, kanker, tekanan darah tinggi, stroke dan sebagainya. Oleh karena itu diperlukan acuan untuk mengukur apakah seseorang dapat dikategorikan sehat atau tidak sehat. BMI dalam bahasa Indonesia disebut sebagai Index Massa Tubuh dimana digunakan untuk mengkategorikan orang dewasa ke dalam kategori kekurangan berat badan, normal, atau kelebihan berat badan. BMI dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{BMI} = 705 \times \text{Berat (pon)} : \{ \text{Tinggi (inch)} \times \text{Tinggi (inch)} \} \quad (2.2)$$

Tabel 2.1 Kategori Index Massa Tubuh

BMI	Kategori
< 18.5	Kurus
18.5-24.9	Normal
>24.9	Gemuk

. Tetapi BMI tidak mencakup tentang komposisi tubuh seseorang dan tidak mewakili tingkat kesehatan untuk beberapa golongan tertentu. Sebagai contoh adalah atlet. Atlet memiliki tulang yang padat dan otot yang lebih besar dibandingkan dengan manusia umumnya. Jika dihitung dengan rumus BMI standar, mereka akan digolongkan sebagai obesitas, Tetapi pada kenyataannya mereka hanya memiliki sedikit lemak jika dibandingkan dengan orang biasa.

2.5. Penggunaan AC yang Tepat

Dewasa ini hampir setiap ruangan memiliki alat pendingin yang dikenal dengan *Air Conditioner* (AC). Penggunaan dan penempatan AC yang tidak tepat akan menimbulkan kondisi tidak nyaman. Oleh karena itu, diperlukan pengaturan mengenai penempatan AC yang tepat di dalam ruangan. Perhitungan kebutuhan AC di dalam ruangan berdasarkan rumus *British Thermal Unit per hour* (BTU) :

$$\text{Kebutuhan BTU} = (P \times L \times T \times E) : I \quad (2.3)$$

Dimana: P = panjang ruang (dalam feet)
 T = tinggi ruang (dalam feet)
 L = lebar ruang (dalam feet)
 E = nilai 16 jika dinding terpanjang yang terkena cahaya luar menghadap utara, nilai 17 jika menghadap timur, nilai 18 jika menghadap selatan, dan nilai 20 jika menghadap barat.

I = nilai 4 jika insulasi ruangan tersebut buruk, nilai 5 jika insulasi ruangan tersebut baik, dan nilai 6 jika insulasi ruangan itu sempurna

$$1 \text{ PK} = 10.000 \text{ BTU/jam}$$

Oleh karena itu sebaiknya penempatan AC didalam ruangan menghadap ke arah Utara untuk memberikan nilai BTU yang lebih kecil. Selain itu dikarenakan untuk menghindari sinar matahari secara langsung karena matahari bergerak dari Timur ke Barat. Batas minimum pemasangan AC adalah 2.3 m dari lantai dan 20 cm dari atap dinding.

BAB 3 PENGUMPULAN DATA

3.1. Disain Penelitian

Penelitian akan menggunakan desain eksperimen yang terdiri atas 6 kelompok eksperimen dengan variasi faktor suhu dari 20 °C, 22 °C, 24 °C, 26 °C, 28 °C dan 30 °C dengan 2 macam *blocking* yaitu

1. Body Mass Index (BMI) dengan 3 kriteria yaitu :

- $x < 18,5$ = Kurus
- $18,5 \leq x \leq 24,9$ = normal
- $X > 24,9$ = Gemuk

2. Jenis kelamin yaitu pria dan wanita

Dengan penggunaan satu faktor yang dikonsiderasi yakni variasi suhu enam level maka tipe dari penelitian ini adalah *randomized complete block design* (RCBD).

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Di Laboratorium Ergonomi yaitu di dalam *climate room* pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok. Eksperimen dilakukan pada hari kerja tanggal 7 Mei 2011 - 21 Mei 2012.

3.3. Populasi Penelitian

Populasi penelitian adalah mahasiswa Fakultas Teknik Industri Universitas Indonesia, Depok.

3.4. Sampel Penelitian

Besar sampel per level pada penelitian ini adalah enam yaitu masing - masing dua sampel untuk tiap blocking BMI yang terdiri dari satu pasang sampel pria dan wanita, dengan total keseluruhan penelitian ini berjumlah 36 sampel.

Kriteria sample adalah sebagai berikut.

a) Kriteria Inklusi

Adalah kriteria yang harus dimiliki oleh responden yang akan mengikuti penelitian ini. Contohnya adalah sebagai berikut :

- Bersedia mengikuti tahapan penelitian dari awal hingga akhir dengan memberikan persetujuan secara lisan dan tertulis
- Berusia 20 – 24 tahun
- Berjenis kelamin pria dan wanita

b) Kriteria Eksklusi

Adalah kriteria dimana responden yang memiliki kriteria ini dianggap tidak valid. Contohnya adalah sebagai berikut :

- Tidak sehat secara fisik di mana tekanan darah sistole dan diastole tidak normal.

3.5. Pengambilan Data

Prosedur mendapatkan sampel diawali dengan cara memberikan sosialisasi mengenai tujuan dan tahapan penelitian kepada calon responden. Calon responden yang datang mendapatkan penjelasan penelitian dan melakukan pengisian kuesioner serta pemeriksaan fisik. Responden yang telah memenuhi persyaratan penelitian diberikan informasi mengenai protokol penelitian dan dinyatakan ikut serta dalam eksperimen. Responden dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu kurus, sedang dan gemuk, dimana dalam 1 kelompok ini terdiri dari sepasang pria dan wanita yang masing-masing akan diuji-cobakan dalam 6 level suhu yang berbeda.

3.5.1. Pra-Eksperimen

Kegiatan ini untuk mengklarifikasikan bahwa responden memenuhi syarat untuk berada di dalam *climate room* selama 20 menit berdasarkan level suhu yang random yang telah ditentukan.

3.5.2. Pemberian Variasi Suhu

Responden terbagi 12 sub kelompok, masing-masing terdiri atas 3 orang, masuk ke dalam *climate room* untuk menerima variasi suhu yang telah ditentukan

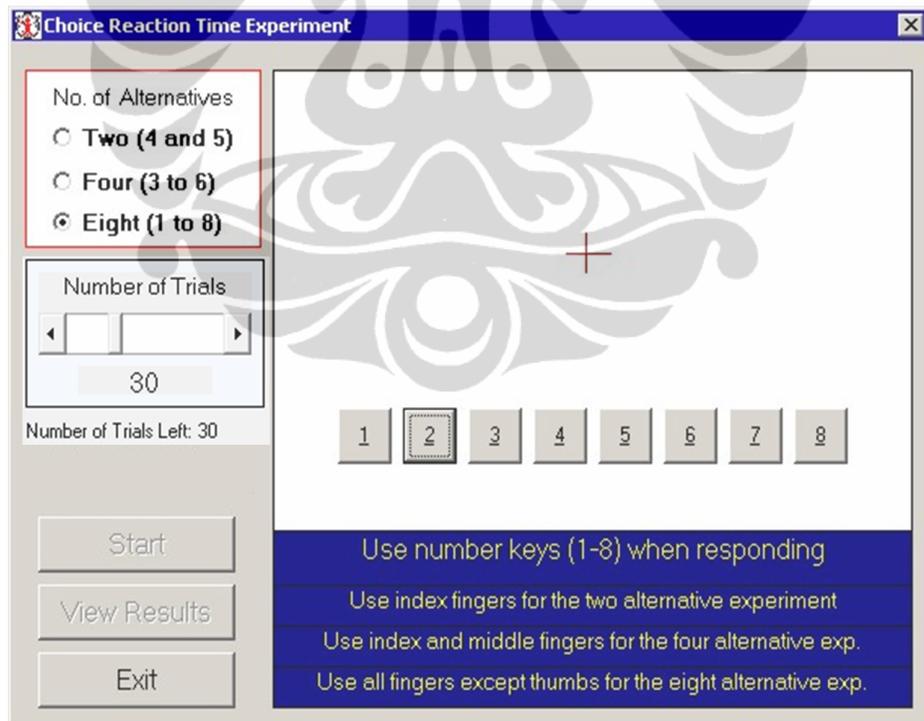
sebelumnya selama 20 menit. Responden diperkenankan untuk melakukan berbagai aktivitas santai seperti membaca, berdiskusi dan bermain game kecuali makan dan minum.

Pada saat responden telah menghabiskan waktu selama 20 menit di dalam climate room, responden melakukan uji *eight-choice reaction time* menggunakan laptop yang telah disediakan.

Berikut ini adalah tahapan-tahapan yang akan dilewati responden dalam pengukuran *choice reaction time* :

a. Mulai

Responden perlu mengaktifkan tombol start pada layar dengan menekan tombol mulai yang disediakan di keyboard. Sebelum mulai, sasaran tempat sinyal perintah muncul masih berupa tanda “+”. Sebelum berubah menjadi angka, responden tidak boleh menekan apapun. Apabila terjadi kesalahan maka akan langsung *error* dan percobaan *choice reaction time* dinyatakan gagal.



Gambar 3.1 Tampilan Awal Percobaan Choice Reaction Time di Software Design Tools
Versi 4.0

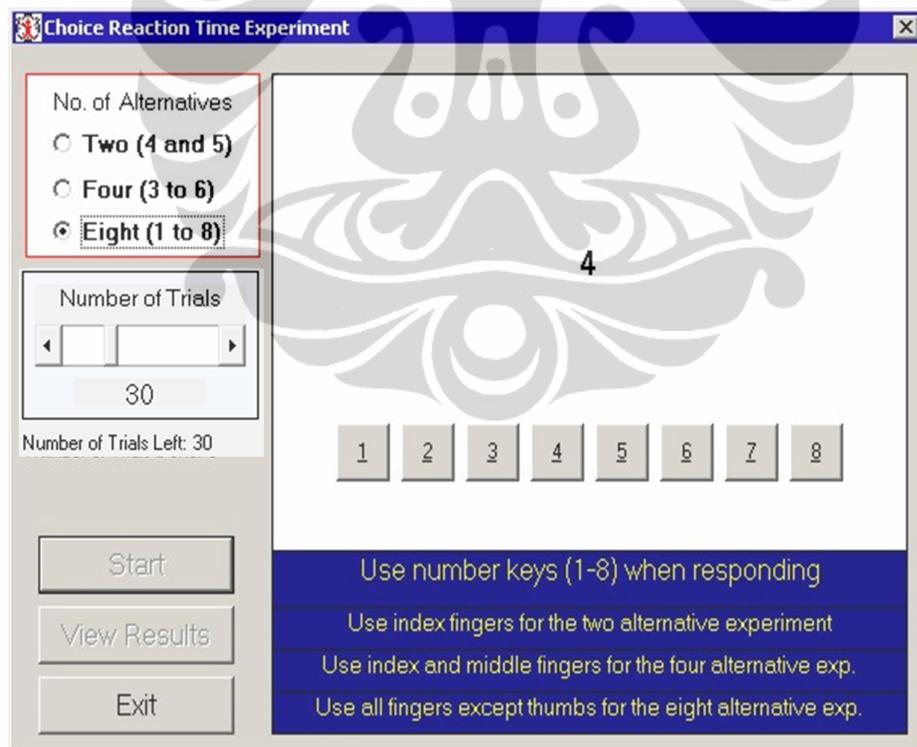
..

b. Tampilan Sinyal

Sinyal visual, berupa perintah nomor yang harus ditekan oleh responden akan muncul menggantikan tanda “+” di mana responden harus menekan pilihan berdasarkan sinyal yang ada secepat mungkin. Setelah dilakukan maka akan berlanjut pada percobaan berikutnya sampai tiga puluh percobaan berhasil dilakukan.

c. Respon Sinyal

Responden merespons sinyal yang diberikan dengan menekan *keyboard* laptop yang telah disediakan. Untuk mencegah deviasi percobaan karena masalah kemampuan dan kefasihan dengan laptop maka semua responden diwajibkan hanya menggunakan satu jari pada tombol yang telah dilabeli dengan stiker warna kuning dan bertulisan hitam yang mempunyai kontras baik bagi penglihatan.



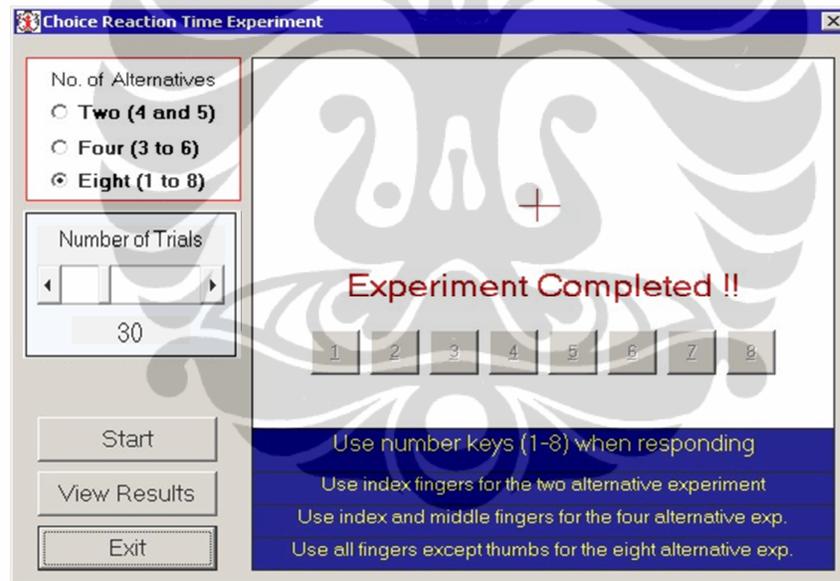
Gambar 3.2 Tampilan Stimuli Visual di Software Design Tools Versi 4.0



Gambar 3.3 Tampilan Keyboard dan Tombol Respons

d. Selesai

Setelah semua percobaan selesai dilakukan maka akan muncul tulisan ‘Eksperimen Completed!!’ yang menyatakan bahwa responden telah merespons sinyal yang diberikan dari delapan pilihan yang mungkin sebanyak tiga puluh kali. Nilai rata-rata dari percobaan ini akan menjadi output dari eksperimen.



Gambar 3.4 Tampilan Selesai Eksperimen di Software Design Tools Versi 4.0

Semua data berasal dari data primer, yaitu data identitas yang meliputi usia, pendidikan, tinggi badan, dan berat badan yang diperoleh dari kuesioner dan data *choice reaction time*.

..

3.6. Jenis Variabel

Jenis variabel dibagi menjadi 2 yaitu:

- Variabel Bebas

Adalah perlakuan yang diberikan yaitu intensitas bising pada masing-masing kelompok sebesar 20 °C, 22 °C, 24 °C, 26 °C, 28 °C dan 30 °C

- Variabel Terikat

Variabel ini meliputi rata-rata hasil 30 kali pengambilan data *eight-choice reaction time* per responden dalam satuan detik.

3.7. Instrumen dan Alat Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan :

Kuesioner mengenai data karakteristik individual responden

- Formulir isian biodata dan pengukuran fisik

Alat-alat yang digunakan selama penelitian :

- Timbangan berat badan dan Pengukur tinggi badan
- Laboratorium *climate room*
- Tempat duduk kerja nyaman bagi dewasa
- Termometer digital
- 1 laptop dengan OS Windows XP dan software Design Tools versi 4.0

3.8. Pengolahan Data

Data yang terkumpul akan diolah menggunakan program Minitab versi 16

3.9. Penyajian Data

Penyajian data berupa tekstular, tabuler dan grafikal dan data yang akan disajikan adalah

- Rekapitulasi data bersih *choice reaction time* pada berbagai level suhu dan BMI
- Data analisis hasil *choice reaction time* pada berbagai level suhu dan BMI.

BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

4.1. Rekapitulasi Pengambilan Data

Berikut ini adalah hasil rekapitulasi pengambilan data *choice reaction time* di mana dibagi berdasarkan kelompok Body Mass Index (BMI) dan suhu ruangan.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Bersih Choice Reaction Time

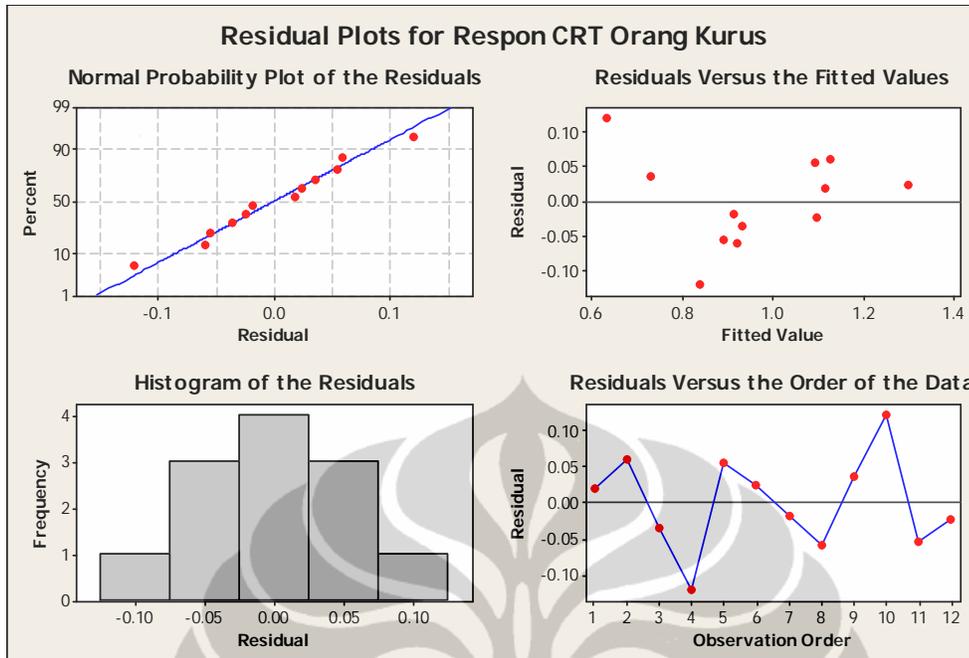
Suhu BMI	Wanita			Pria		
	< 18,5	18,5 - 24,9	> 24,9	< 18,5	18,5 - 24,9	> 24,9
20°C	0.8938	1.0178	0.8289	1.1341	0.9966	0.7521
22°C	0.8629	1.0083	0.7965	1.1866	0.8836	0.7180
24°C	0.7656	0.8945	0.7391	0.8970	0.7996	0.6859
26°C	0.7533	0.9724	0.7758	0.7156	0.6906	0.7802
28°C	0.8340	1.0392	0.8885	1.1488	1.1096	0.9258
30°C	1.0729	1.5641	1.2781	1.3263	1.5529	1.0365

4.2. Pengujian Data BMI <18.5

Berikut ini adalah nilai input data BMI untuk kriteria < 18.5 menggunakan software Minitab 16

Tabel 4.2 Input Data BMI < 18.5

↓	C1	C2-T	C3
	Suhu	Block	Respon CRT Orang Kurus
1	20	Pria	1.1341
2	22	Pria	1.1866
3	24	Pria	0.8970
4	26	Pria	0.7156
5	28	Pria	1.1488
6	30	Pria	1.3263
7	20	Wanita	0.8938
8	22	Wanita	0.8629
9	24	Wanita	0.7656
10	26	Wanita	0.7533
11	28	Wanita	0.8340
12	30	Wanita	1.0729



Gambar 4.1 Residual Plot untuk BMI

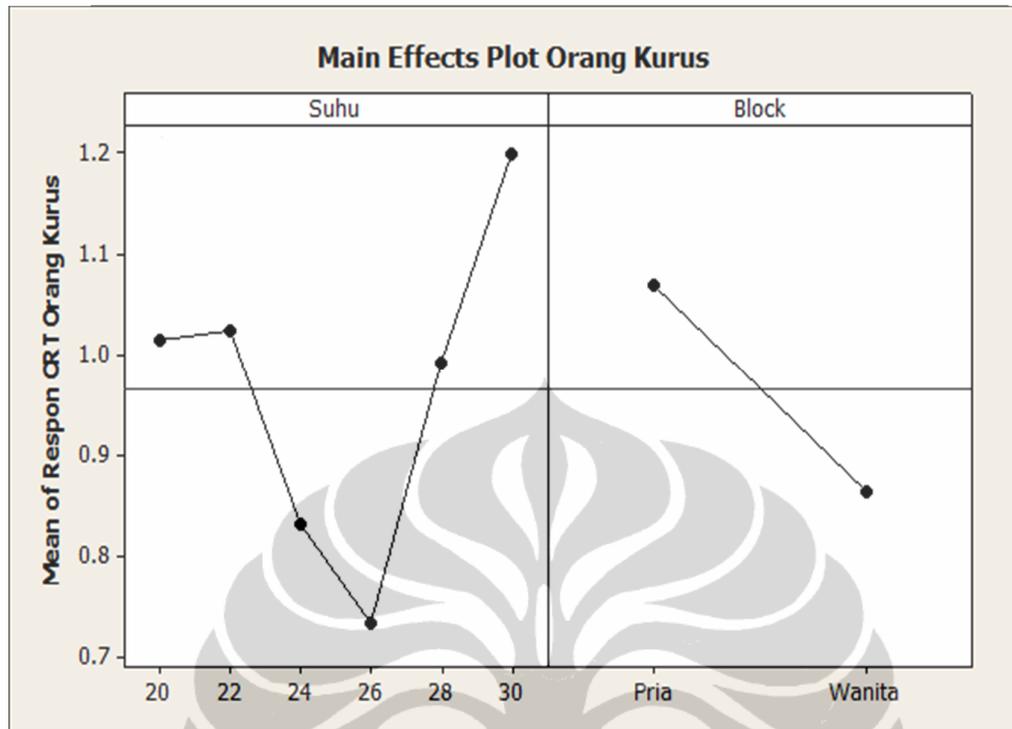
Uji normalitas dapat direpresentasikan dengan baik oleh *residual plot*. *Histogram of residual* yang ditunjukkan pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa data terdistribusi normal di mana nilai maksimal dan minimalnya seimbang dan data terbanyak dekat dengan median.

Tabel 4.3 Hasil Minitab untuk BMI < 18.5

Tabel Anova Randomized Complete Block Design					
Source	DF	SS	MS	F	P
Suhu	5	0.265449	0.053090	5.64	0.040
Block	1	0.125236	0.125236	13.32	0.015
Error	5	0.047026	0.009405		
Total	11	0.437710			

S = 0.09698 R-Sq = 89.26% R-Sq(adj) = 76.36%

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa nilai P untuk suhu adalah 0.040. Nilai ini lebih kecil daripada $\alpha = 0.05$. Hal ini menunjukkan bahwa faktor suhu signifikan terhadap respon variabel.



Gambar 4.2 Main Effects Plot untuk BMI < 18.5

Berdasarkan Gambar 4.2 di atas kita dapat mengambil sebuah hipotesa bahwa untuk kategori BMI < 18.5, nilai respon variabel dalam hal ini kecepatan respon responden memiliki nilai tercepat pada suhu 26°C. Dapat kita lihat dengan jelas bahwa responden wanita memiliki kecepatan respon yang cenderung lebih cepat dibandingkan dengan pria.

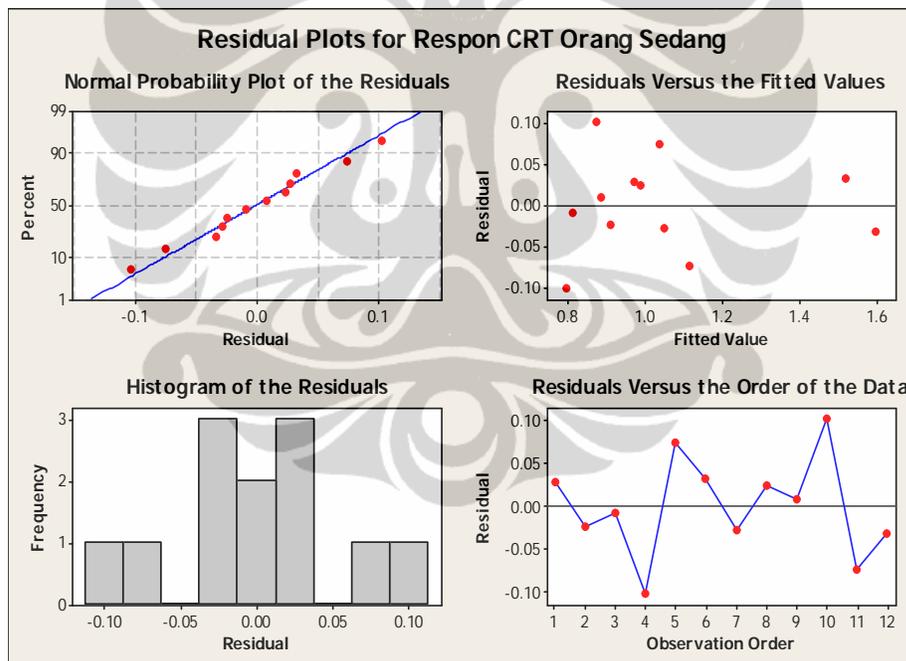
4.3. Pengujian Data BMI 18.5-24.9

Berikut ini adalah nilai input data BMI untuk kriteria 18,5 - 24,9 menggunakan software Minitab 16

..

Tabel 4.4 Input Data BMI antara 18.5-24.9

↓	C1	C2-T	C3
	Suhu	Block	Respon CRT orang Normal
1	20	Pria	0.9966
2	22	Pria	0.8836
3	24	Pria	0.7996
4	26	Pria	0.6906
5	28	Pria	1.1096
6	30	Pria	1.5529
7	20	Wanita	1.0178
8	22	Wanita	1.0083
9	24	Wanita	0.8945
10	26	Wanita	0.9724
11	28	Wanita	1.0392
12	30	Wanita	1.5641



Gambar 4.3 Residual Plot untuk BMI 18.5-24.9

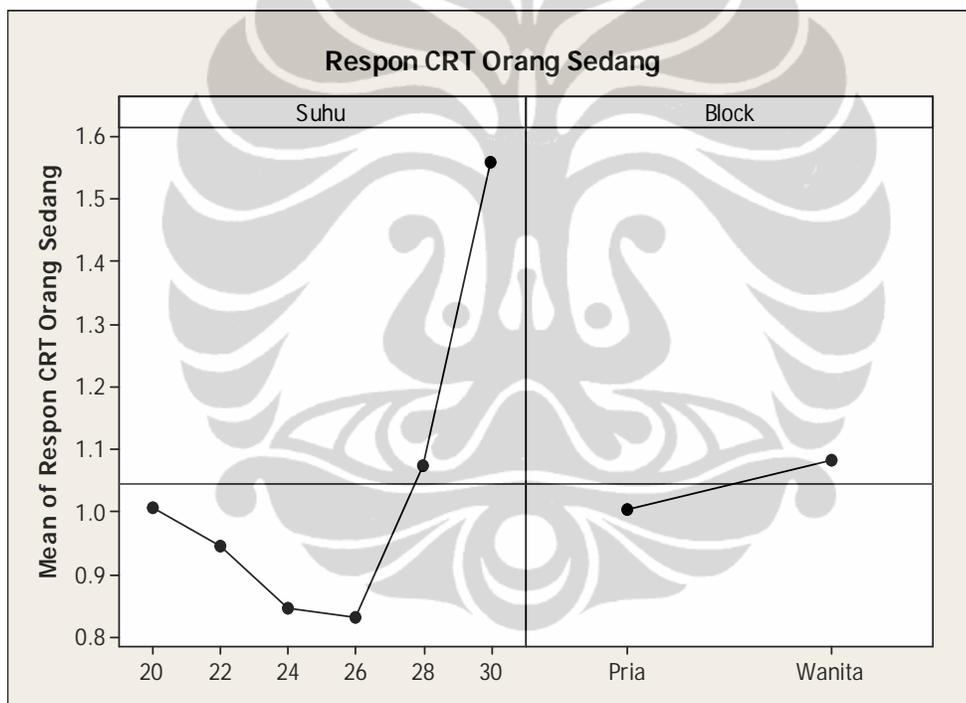
Uji normalitas dapat direpresentasikan dengan baik oleh *residual plot*. *Histogram of residual* yang ditunjukkan pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa data terdistribusi normal di mana nilai maksimal dan minimalnya seimbang dan data terbanyak dekat dengan median.

Tabel 4.5 Hasil Minitab untuk BMI 18.5 – 24.9

Tabel Anova Randomized Complete Block Design					
Source	DF	SS	MS	F	P
Suhu	5	0.721096	0.144219	19.57	0.003
Block	1	0.017895	0.017895	2.43	0.180
Error	5	0.036854	0.007371		
Total	11	0.775845			

S = 0.08585 R-Sq = 95.25% R-Sq(adj) = 89.55%

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa nilai P untuk suhu adalah 0.003. Nilai ini lebih kecil daripada $\alpha = 0.05$. Hal ini menunjukkan bahwa faktor suhu signifikan terhadap respon variabel.



Gambar 4.4 Main Effect Plot untuk BMI 18.5-24.9

Berdasarkan Gambar 4.4 di atas kita dapat mengambil sebuah hipotesa bahwa untuk kategori BMI 18.5 – 24.9, nilai respon variabel dalam hal ini kecepatan respon responden memiliki nilai tercepat pada suhu 26°C. Dapat kita lihat dengan jelas bahwa responden wanita memiliki kecepatan respon yang cenderung lebih lambat dibandingkan dengan pria.

..

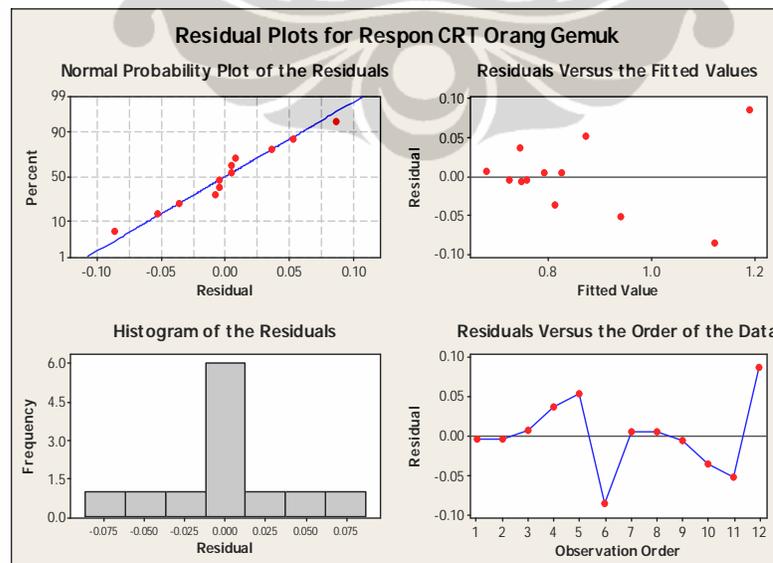
4.4. Pengujian Data BMI > 24.9

Berikut ini adalah nilai input data BMI untuk kriteria > 24,9 menggunakan software Minitab 16.

Tabel 4.6 Input Data BMI > 24.9

↓	C1	C2-T	C3
	Suhu	Block	Respon CRT orang Gemuk
1	20	Pria	0.7521
2	22	Pria	0.7180
3	24	Pria	0.6859
4	26	Pria	0.7802
5	28	Pria	0.9258
6	30	Pria	1.0365
7	20	Wanita	0.8289
8	22	Wanita	0.7965
9	24	Wanita	0.7391
10	26	Wanita	0.7758
11	28	Wanita	0.8885
12	30	Wanita	1.2781

Uji normalitas dapat direpresentasikan dengan baik oleh *residual plot*. *Histogram of residual* yang ditunjukkan pada gambar 4.5 di bawah ini menunjukkan bahwa data terdistribusi normal di mana nilai maksimal dan minimalnya seimbang dan data terbanyak dekat dengan median.



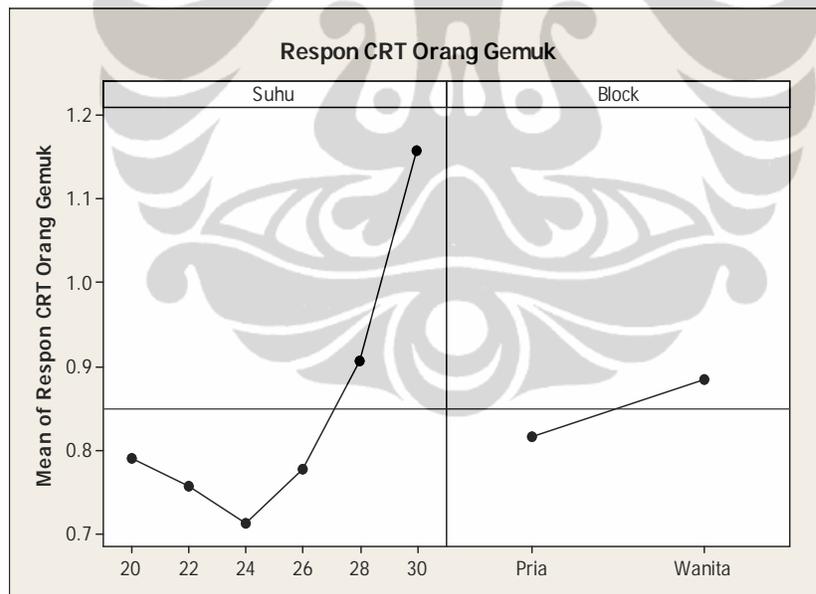
Gambar 4.5 Residual Plot untuk BMI > 24.9

Tabel 4.7 Hasil Minitab untuk BMI > 24.9

Source	DF	SS	MS	F	P
Suhu	5	0.267863	0.0535725	11.43	0.009
Block	1	0.013899	0.0138992	2.97	0.146
Error	5	0.023437	0.0046874		
Total	11	0.305198			

S = 0.06846 R-Sq = 92.32% R-Sq(adj) = 83.11%

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa nilai P untuk suhu adalah 0.009. Nilai ini lebih kecil daripada $\alpha = 0.05$. Hal ini menunjukkan bahwa faktor suhu signifikan terhadap respon variabel.



Gambar 4.6 Main Effect Plot untuk BMI > 24.9

Berdasarkan Gambar 4.7 di atas kita dapat mengambil sebuah hipotesa bahwa untuk kategori BMI > 24.9, nilai respon variabel dalam hal ini kecepatan respon responden memiliki nilai tercepat pada suhu 24°C. Dapat kita lihat dengan

jelas bahwa responden wanita memiliki kecepatan respon yang cenderung lebih lambat dibandingkan dengan pria.

4.5. Pengujian Data antara BMI 18.5 – 24.9 dan BMI > 24.9

Dikarenakan hasil block pada BMI 18.5 – 24.9 dan BMI > 24.9 yang tidak signifikan, kita dapat menggabung variabel block yang terdiri dari pria dan wanita menjadi satu untuk melihat hubungan antara kedua BMI tersebut dan mengetahui nilai BMI manakah yang memiliki nilai respon CRT yang lebih lambat. Berikut ini adalah nilai input data BMI menggunakan software minitab 16.

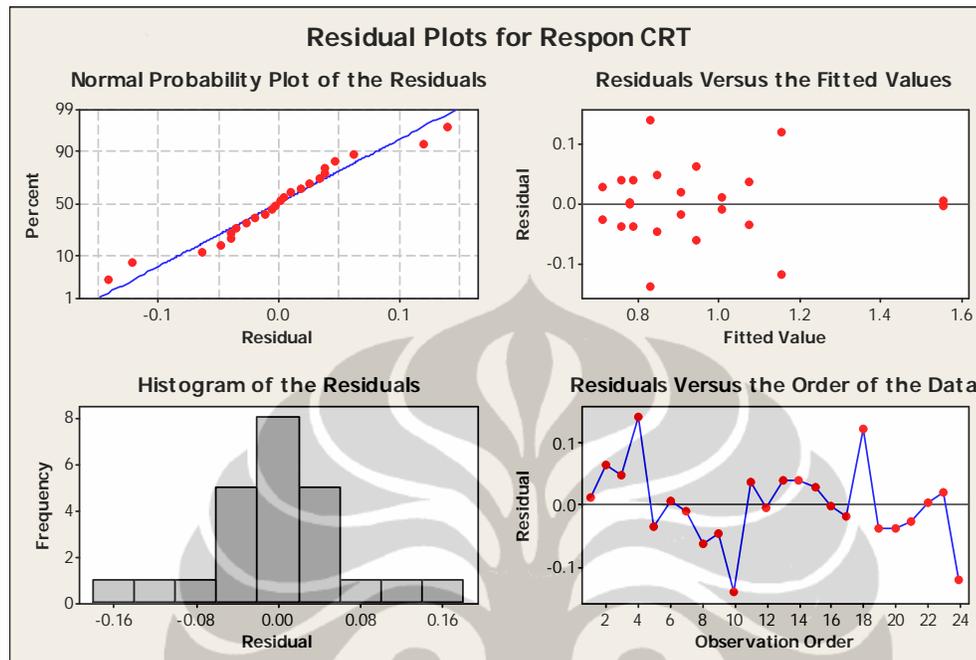
Tabel 4.8 Input Data BMI Gabungan

↓	C1	C2-T	C3
	Suhu	Block	Respon CRT
1	20	BMI NORMAL	1.0178
2	22	BMI NORMAL	1.0083
3	24	BMI NORMAL	0.8945
4	26	BMI NORMAL	0.9724
5	28	BMI NORMAL	1.0392
6	30	BMI NORMAL	1.5641
7	20	BMI NORMAL	0.9966
8	22	BMI NORMAL	0.8836
9	24	BMI NORMAL	0.7996
10	26	BMI NORMAL	0.6906
11	28	BMI NORMAL	1.1096
12	30	BMI NORMAL	1.5529
13	20	BMI GEMUK	0.8289
14	22	BMI GEMUK	0.7965
15	24	BMI GEMUK	0.7391
16	26	BMI GEMUK	0.7758
17	28	BMI GEMUK	0.8885
18	30	BMI GEMUK	1.2781
19	20	BMI GEMUK	0.7521
20	22	BMI GEMUK	0.7180
21	24	BMI GEMUK	0.6859
22	26	BMI GEMUK	0.7802
23	28	BMI GEMUK	0.9258
24	30	BMI GEMUK	1.0365

Uji normalitas dapat direpresentasikan dengan baik oleh *residual plot*. *Histogram of residual* yang ditunjukkan pada gambar 4.8 di bawah ini

..

menunjukkan bahwa data terdistribusi normal di mana nilai maksimal dan minimalnya seimbang dan data terbanyak dekat dengan median.



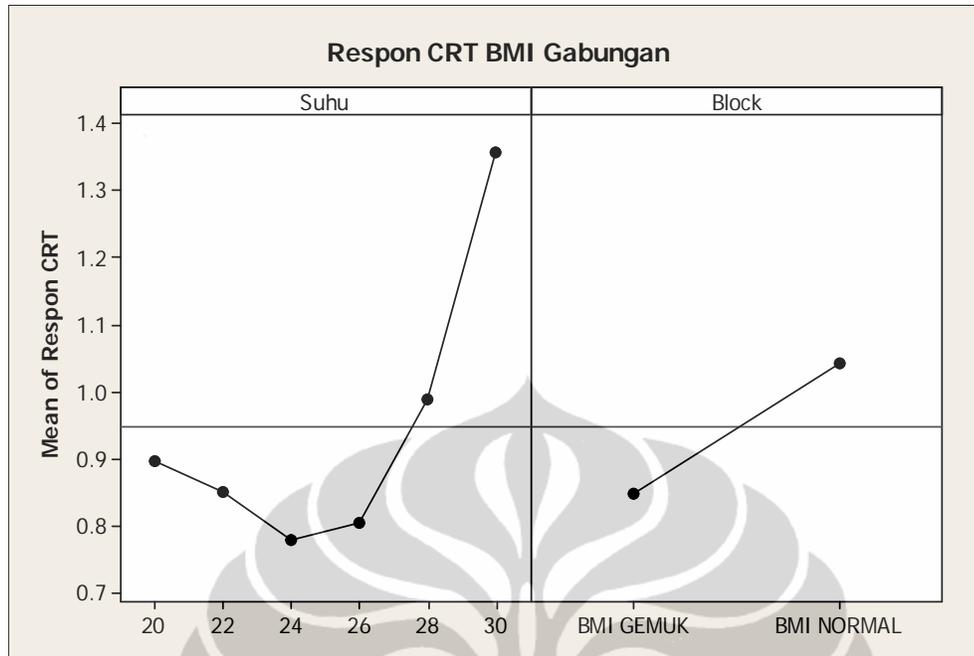
Gambar 4.7 Residual Plot untuk BMI Gabungan

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.9 di bawah ini dapat dilihat bahwa nilai P untuk suhu adalah 0.000. Nilai ini lebih kecil daripada $\alpha = 0.05$. Hal ini menunjukkan bahwa faktor suhu signifikan terhadap respon variabel.

Tabel 4.9 Hasil Minitab untuk BMI Gabungan

Tabel Anova Randomized Complete Block Design						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Suhu	5	0.92149	0.92149	0.18430	19.64	0.000
Block	1	0.22500	0.22500	0.22500	23.97	0.000
Error	17	0.15955	0.15955	0.00939		
Total	23	1.30605				

S = 0.0968777 R-Sq = 87.78% R-Sq(adj) = 83.47%

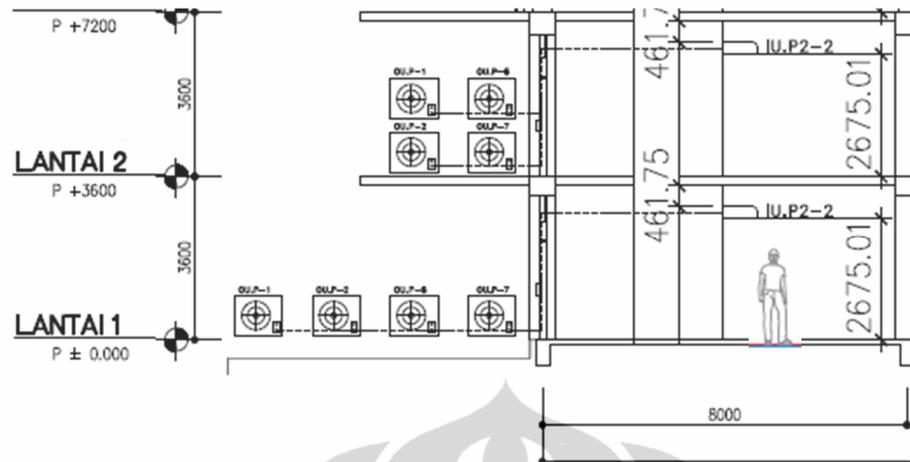


Gambar 4.8 Main Effect Plot untuk BMI Gabungan

Berdasarkan Gambar 4.8 di atas kita dapat mengambil sebuah hipotesa bahwa untuk BMI Gabungan ini, nilai respon variabel dalam hal ini kecepatan respon responden memiliki nilai tercepat pada suhu 24°C. Dapat kita lihat dengan jelas bahwa responden dengan kategori BMI normal memiliki kecepatan respon yang cenderung lebih lambat dibandingkan dengan BMI gemuk.

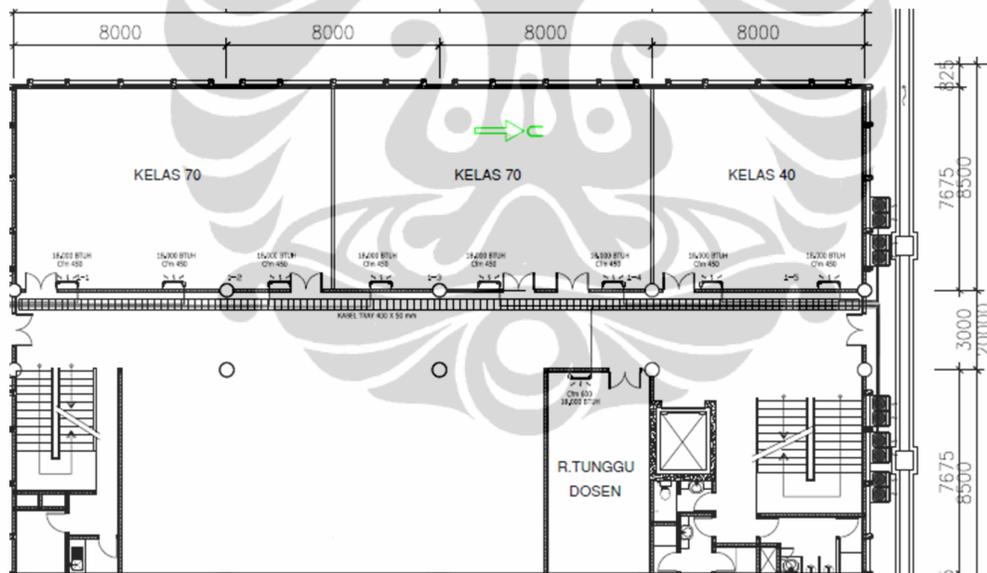
4.6. Pengujian Posisi AC di dalam Gedung S

Posisi ruang kelas yang dipilih adalah ruang kelas ukuran kecil dan besar yang berada di gedung S yang memiliki kapasitas masing – masing 40 dan 70 orang. Ukuran ruang kelas kecil adalah 8 x 7.67 m, ukuran ruang kelas besar adalah 12 x 7.67 m dengan jumlah AC yang dimiliki masing – masing ruangan adalah 2 dan 3 unit AC dengan kapasitas masing – masing unit 18,000 BTU/Jam



Gambar 4.9 Posisi AC di Gedung S

Dapat dilihat pada Gambar 4.9 di atas bahwa tinggi AC berada pada jarak 2.675 m dari lantai dan 46,175 cm dari atap dinding, hal ini sudah sesuai dengan batas minimum penempatan ac yaitu 2.3 m dari lantai dan 20 cm dari atap dinding



Gambar 4.10 Posisi AC di Gedung S

Berdasarkan Gambar 4.10 di atas kita dapat menghitung kebutuhan BTU untuk masing – masing ruangan yaitu berdasarkan rumus :

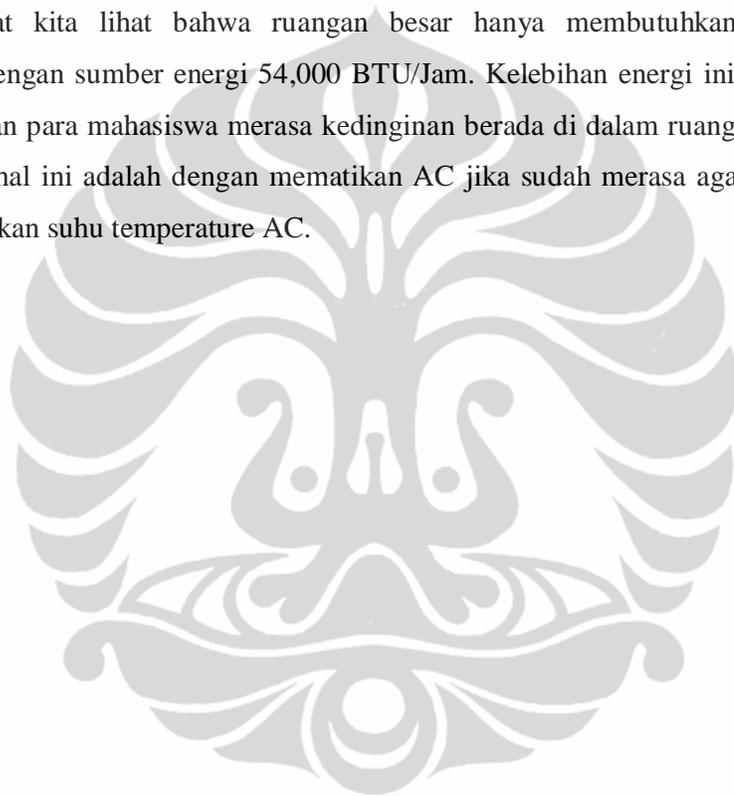
$$\text{Kebutuhan BTU} = P(\text{dalam satuan kaki}) \times L \times T \times E : I$$

$$\text{Kebutuhan BTU ruang kecil} = 26.24 \times 25.18 \times 11.81 \times 20 : 5 = 31,222 \text{ BTU/Jam}$$

Dapat kita lihat bahwa ruangan kecil hanya membutuhkan 31,222 BTU/Jam dengan sumber energi 36,000 BTU/Jam. Kelebihan energi inilah yang menyebabkan para mahasiswa merasa kedinginan berada di dalam ruang kelas S. Solusi dari hal ini adalah dengan mematikan AC jika sudah merasa agak dingin atau menaikkan suhu temperature AC.

Kebutuhan BTU ruang besar = $39.37 \times 25.18 \times 11.81 \times 20 : 5 = 46,834$ BTU/Jam

Dapat kita lihat bahwa ruangan besar hanya membutuhkan 46,834 BTU/Jam dengan sumber energi 54,000 BTU/Jam. Kelebihan energi inilah yang menyebabkan para mahasiswa merasa kedinginan berada di dalam ruang kelas S. Solusi dari hal ini adalah dengan mematikan AC jika sudah merasa agak dingin atau menaikkan suhu temperature AC.



BAB 5 PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya kita dapat menarik beberapa kesimpulan diantaranya rentang suhu yang efektif dalam ruang kelas adalah 24°C - 26°C , dalam hal ini tidak memperhatikan faktor kenyamanan lainnya, seperti kelembaban, radiasi sinar matahari dan sirkulasi udara.

Dengan terbuktinya suhu mempengaruhi respon variabel, dalam hal ini adalah *choice reaction time* yang merepresentasikan kecepatan respon, maka dapat kita simpulkan bahwa suhu yang efektif akan meningkatkan produktifitas. Dapat dilihat bahwa untuk kategori BMI < 18.5 , pria memiliki kecepatan respon yang lebih lambat dibandingkan wanita, tetapi pada kategori BMI $18.5 - 24.9$ dan > 24.9 , wanita memiliki kecepatan respon yang lebih lambat dibandingkan dengan pria.

Responden dengan kategori BMI $18.5 - 24.9$ memiliki kecepatan respon yang lebih lambat dibandingkan responden yang memiliki BMI > 24.9 , dimana untuk kedua jenis BMI ini mempunyai temperature efektif sebesar 24°C .

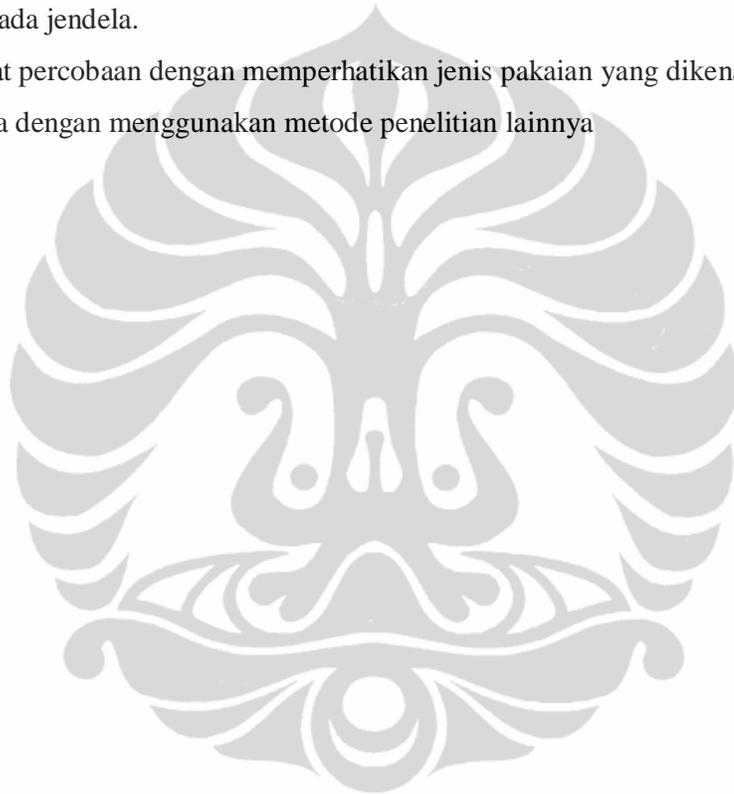
Desain AC ruang kelas Gedung S sudah memenuhi standar untuk kedua jenis kelas kecil dan besar tetapi memiliki kapasitas pendinginan yang lebih besar daripada yang dibutuhkan sehingga para mahasiswa sering merasa kedinginan berada di dalam ruang kelas Gedung S. Oleh karena itu sebaiknya remote ac dipasang pada kondisi auto, dimana suhu tetap dijaga pada temperature tertentu dan tidak mengalami penurunan suhu.

Kekurangan dari penelitian ini adalah mengabaikan kondisi responden apakah sudah makan atau belum karena jika seseorang sudah makan maka kalor yang dikeluarkan orang tersebut akan lebih besar dibandingkan dengan orang yang belum makan dan tidak menstandarisasikan jenis pakaian yang dikenakan responden dikarenakan perbedaan jenis pakaian akan menyebabkan perbedaan kalor yang diserap..

5.2. Saran

Beberapa saran berikut ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi peneliti lainnya ke depannya :

- a. Membuat percobaan dengan memperhatikan factor-faktor lain seperti asupan makanan, jenis pakaian dan lain-lain .
- b. Membuat percobaan dengan temperatur ruang kelas yang tidak menggunakan AC, dalam hal ini ruang kelas dimana sirkulasi udara berasal dari angin yang masuk pada jendela.
- c. Membuat percobaan dengan memperhatikan jenis pakaian yang dikenakan.
- d. Mencoba dengan menggunakan metode penelitian lainnya



DAFTAR PUSTAKA

- Haynes, B.P. (2008). The Impact of Office Comfort on Productivity. *Journal of Facilities Management*, 6, 37-51.
- Hoppe, P. (1988), Comfort Requirement in Indoor Climate, *Journal of Energy and Buildings*, 11, 249-267.
- Humphreys, M.A. (2002), Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for Buildings, *Journal of Energy and Buildings*, 34, 563-572.
- Hwang, R.Y. (2006). Field Experiments on Thermal Comfort in Campus Classrooms in Taiwan. *Journal of Energy and Buildings*, 38, 53-62.
- Karyono, T.H. (2000), Report on Thermal Comfort and Building Energy Studies in Jakarta, *Journal of Building and Environment*, 35, 77-90.
- Karyono, T.H. (2001), Penelitian Kenyamanan Termis Di Jakarta Sebagai Acuan Suhu Nyaman Manusia Indonesia, *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur*, 29, 24-33.
- Kruger, E.L. (2004), Acoustic, Thermal and Luminous Comfort in Classrooms, *Journal of Building and Environment*, 39, 1055-1063.
- Kwok, A.G. (1997). Thermal Comfort in Naturally Ventilated and Air-Conditioned Classrooms in The Tropics (dissertation). Berkeley:University of California.
- Kwok, A.G, Reardon, James, and Brown, Karl. (1998). Thermal Comfort in Tropical Classrooms. *ASHRAE Transactions*, 104, 1031-1047.
- Kwok, A.G. (2003). Thermal Comfort in Japanese Schools. *Journal of Solar Energy*, 74, 245-252.
- Lee, M.C, Mui, K.W. (2012). Student Learning Performance and Indoor Environmental Quality in Air-Conditioned University Teaching Rooms. *Journal of Building and Environment*, 49, 238-244
- Mannan, Abdul. (2007). Faktor Kenyamanan Dalam Perancangan Bangunan. *Jurnal Ichsan Gorontalo*, 2, 466-473.
- Montgomery, Douglas C (6th ed). (2005). *Design and Analysis of Experiments*. United States: John Wiley & Sons, inc.

Rilatupa, James. (2008). Aspek Kenyamanan Termal Pada Pengkondisian Ruang Dalam. *Jurnal Sains dan Teknologi EMAS*, 18, 191-198.

Talarosha, Basaria. (2005). Menciptakan Kenyamanan Thermal Dalam Bangunan. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 6, 148-158.

Vrecko, Darko. (2009). An Algorithm For Calculating The Optimal Reference Temperature in Buildings. *Journal of Energy and Buildings*, 41, 182-289.

Wong, N.H. (2003). Thermal Comfort in Classrooms in The Tropics. *Journal of Energy and Buildings*, 35, 337-351.

Yao, Runming. (2009). A Theoretical Adaptive Model of Thermal Comfort – Adaptive Predicted Mean Vote. *Journal of Building and Environment*, 44, 2089-2096.

