



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGARUH KEBISINGAN DAN GETARAN
TERHADAP KELELAHAN OPERATOR MIXER DIVISI MI
INSTAN PT. INDOFOOD CBP SUKSES MAKMUR**

SKRIPSI

BRENDA ANGELITA LESMANA

1006773572

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

DEPOK

2014



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGARUH KEBISINGAN DAN GETARAN
TERHADAP KELELAHAN OPERATOR MIXER DIVISI
NOODLE PT. INDOFOOD CBP SUKSES MAKMUR**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

BRENDA ANGELITA LESMANA

1006773572

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

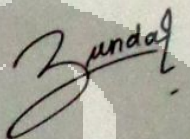
DEPOK

2014

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Brenda Angelita Lesmana
NPM : 1006773572

Tanda Tangan : 

Tanggal : 30 Juni 2014



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh,

Nama : Brenda Angelita Lesmana
NPM : 1006773572
Program Studi : Teknik Industri
Analisis Dampak Kebisingan dan Getaran
Judul Skripsi : Terhadap Kelelahan Operator Mixer Divisi
Noodle PT. Indofood CBP Sukses Makmur
Tbk

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 : Ir. Boy Nurtjahyo Moch, MSIE

Penguji : Ir. Erlinda Muslim, MEE

Penguji : Dr.-Ing. Amalia Suzianti, ST., M.Sc

Penguji : Irvanu Rahman, ST., MT

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 30 Juni 2014

KATA PENGANTAR

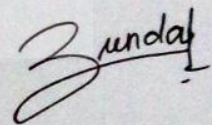
Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat, dan kebijaksanaan yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan mendalam kepada:

1. Bapak Ir. Boy Nurtjahyo Moch, MSIE, selaku dosen pembimbing skripsi dan dosen pembimbing Laboratorium Ergonomi yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran, dan kesabaran, untuk membimbing, mengarahkan, dan memberikan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini dengan baik dan tepat waktu.
2. Bapak Dr. Ir. M. Dachyar, M.Sc, selaku dosen pembimbing akademis yang telah memberikan arahan dan masukan akademis kepada penulis selama penulis menjalani perkuliahan.
3. Ibu Ir. Erlinda Muslim, MEE dan Ibu Maya Arlini Puspasari, ST., MT., MBA, selaku dosen pembimbing Laboratorium Ergonomi tempat penulis melakukan penelitian skripsi yang telah memberikan banyak ide, masukan, dan arahan kepada penulis selama menyelesaikan penelitian ini.
4. Bapak Banu dan Bapak Lulu Waluyo selaku mentor lapangan dalam penelitian ini yang telah banyak memberikan arahan dan bantuan selama penulis melakukan pengambilan data di PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk
5. Ir. Ridwan Lesmana, SE. dan Rintowati Istitah selaku kedua orangtua penulis; dan Jeffery Febrian Lesmana ST. selaku kakak penulis yang selalu memberikan doa restu, dukungan dan kasih sayang kepada penulis.
6. Adi Wira Saragih ST., sebagai orang terdekat penulis yang senantiasa mendoakan, memberikan pembelajaran, dukungan, semangat, dan keceriaan kepada penulis, baik selama penelitian maupun selama masa perkuliahan berlangsung.

7. Shabila Anjani, Alvin Goputra, dan Ferryanto Nugroho sebagai teman terdekat penulis selama masa perkuliahan
8. Viky Muruatut, Tito Agistha, Lucky Ariadi, Ida Arifin, Gita Chairiana, Debrina Puspitarini dan Ingga Wulandhari sebagai sesama teman seperjuangan asisten laboratorium Ergonomi yang melakukan tugas akhir saat ini
9. Rekan-rekan asisten laboratorium *Ergonomics Centre* Teknik Industri Universitas Indonesia : Triasni, Danar, Rinda, Dania, Bella, Deo, Maria, Didit, Dinta, Raja, Anselma, Faishal, Primalia, Sarah, Shafira, dan Rensi
10. Teman teman Teknik Industri Universitas Indonesia angkatan 2010
11. Pak Mursyid, Mas Iwan, Mas Fajar, Mas Taufan, Mas Acil, Mas Dodi, Ibu Har, Mbak Willy, Mbak Hesti, Mbak Triana, dan Mbak Fat yang telah membantu penulis baik dalam menyelesaikan penelitian ini maupun di dalam menjalani masa perkuliahan.
12. Seluruh pihak yang telah membantu penulis di dalam menyelesaikan penelitian ini dan di dalam masa perkuliahan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa karya ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritik, saran, dan masukan sangat penulis nantikan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi setiap pembaca, serta dunia pendidikan dan penelitian.

Depok, Juni 2014



Penulis

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 : Brenda Angelita Lesmana
NPM : 1006773572
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

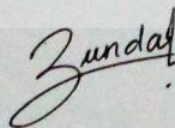
demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis Dampak Kebisingan dan Getaran Terhadap Kelelahan Operator Mixer Divisi Noodle PT. Indofood CBP Sukses Makmur Tbk

berserta 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 : Juni 2014
Yang menyatakan



Brenda Angelita Lesmana

ABSTRAK

Nama : Brenda Angelita Lesmana
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Analisis Dampak Kebisingan dan Getaran Terhadap Kelelahan Operator Mixer Divisi Noodle PT. Indofood CBP Sukses Makmur, Tbk.

Kelelahan merupakan salah satu faktor yang menjadi hambatan bagi operator untuk melakukan pekerjaannya, sebab kelelahan dapat menyebabkan kantuk, sulit berpikir, lelah berbicara, tidak mudah berkonsentrasi, cenderung lupa, dan merasakan ketidaknyamanan lain. Salah satu penyebab kelelahan yang diketahui adalah keadaan lingkungan kerja, dan faktor-faktor yang mempengaruhinya seperti kebisingan, getaran, pencahayaan, dan lain-lain. Belum ada penelitian yang membahas mengenai pengaruh variabel tersebut secara simultan terhadap kelelahan pekerja, sehingga penelitian ini dibuat dengan tujuan menghasilkan persamaan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Dengan menggunakan alat pengukur getaran *Larson Davis Human Vibration Meter 100*, alat pengukur kebisingan *Larson Davis Dosimeter Spark 706C*, dan software pengukur waktu reaksi sebagai parameter kelelahan *Design Tools*, didapatkan persamaan regresi berganda $\frac{1}{Y} = 43,0 - 1,210 \ln X1 - 0,495 X2$, dimana Y melambangkan waktu reaksi subjek terhadap stimulus yang diberikan (s), X1 melambangkan getaran yang terdapat pada area kerja subjek (m/s^2), dan X2 melambangkan kebisingan (dB). Dengan nilai *adjusted R square* sebesar 96,6% , dapat diartikan bahwa variabel independen dalam penelitian ini mampu menjelaskan sebagian besar variabel dependen waktu reaksi sebagai parameter kelelahan operator

Kata Kunci:

Operator Produksi, Kebisingan, Getaran, Kelelahan, Waktu Reaksi, Regresi Berganda

ABSTRACT

Name : Brenda Angelita Lesmana
Study Program : Industrial Engineering
Title : Analysis of Noise and Vibration Effect to Fatigue of Noodle
Division's Mixer Operator in PT Indofood CBP Sukses
Makmur Tbk.

Fatigue is one of the known nuisance factors for worker to do his job, because fatigue can cause drowsiness, difficulty thinking, tired of talking, difficulty to concentrate, inclined to forget, and other discomforts. One of the known causes of fatigue is the working environment, and the influencing factors are noise, vibration, lighting, and others. No studies have discuss the influence of these variables simultaneously to a worker's fatigue before, so this study was made with the purpose of generating equations to meet those needs. By using vibration gauges Larson Davis Human Vibration Meter 100, noise gauges Larson Davis Noise Dosimeters Spark 706C, and a computer software to measure reaction time as a parameter of fatigue, Design Tools, obtained multiple regression equation $\frac{1}{Y} = 43,0 - 1,210 \ln X_1 - 0,495 X_2$, where Y symbolizes the reaction time of the subject when given a stimulus (s), X_1 symbolizes vibrations in the working area (m/s^2), and X_2 symbolizes noise (dB). With the adjusted R square value of 96.6%, it means that the independent variables in this study were able to explain most of the reaction time as the dependent variable.

Keywords:

Production Operator, Noise, Vibration, Fatigue, Reaction Time, Multiple Regression

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
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah	4
1.3 Rumusan Permasalahan	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penelitian.....	7
2. DASAR TEORI.....	9
2.1 Ergonomi.....	9
2.2 Kelelahan	10
2.3 Kebisingan	11
2.4 Getaran.....	13
2.5 Waktu Reaksi	14
2.5.1 Jenis-jenis Eksperimen Waktu Reaksi	14
2.5.2 Mean Simple Reaction Time.....	15
2.5.3 Waktu Reaksi pada Eksperimen Simple vs Recognition vs Choice Reaction Time.....	15
2.5.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Waktu Reaksi.....	16
3. PENGUMPULAN DATA.....	20
3.1 Profil Perusahaan	20
3.3.1 Sejarah Perusahaan.....	20
3.3.2 Maklumat Mutu dan Moto Perusahaan	22
3.3.3 Visi dan Misi ICBP	23
3.3.4 Core Values Indofood	24
3.3.5 Lingkup Pekerjaan Perusahaan	24
3.2 Lokasi Pengambilan Data	26
3.3 Alur Proses Produksi.....	26
3.4 Identifikasi Permasalahan	28
3.4.1 Kondisi Aktual Lapangan	28

3.4.2	Kuesioner Keluhan Kondisi Lingkungan.....	29
3.5	Instrumen Pengumpulan Data Paparan Getaran, Paparan Kebisingan dan Waktu Reaksi	33
3.6	Pengambilan Data	36
4.	PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS	38
4.1	Variabel Penelitian.....	38
4.2	Pengolahan Data	38
4.2.1	Pengujian Kenormalan Data	39
4.2.2	Pembuatan Model Regresi	42
4.2.3	Pengujian Asumsi Regresi	43
4.3	Analisis Hasil	45
4.3.1	Analisis Model Keseluruhan	45
4.3.2	Analisis Masing-Masing Variabel Independen	46
4.3.3	Analisis Hasil Model Regresi terhadap Hasil Pengukuran Simple Reaction Time.....	47
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA		52
LAMPIRAN.....		54

DAFTAR TABEL

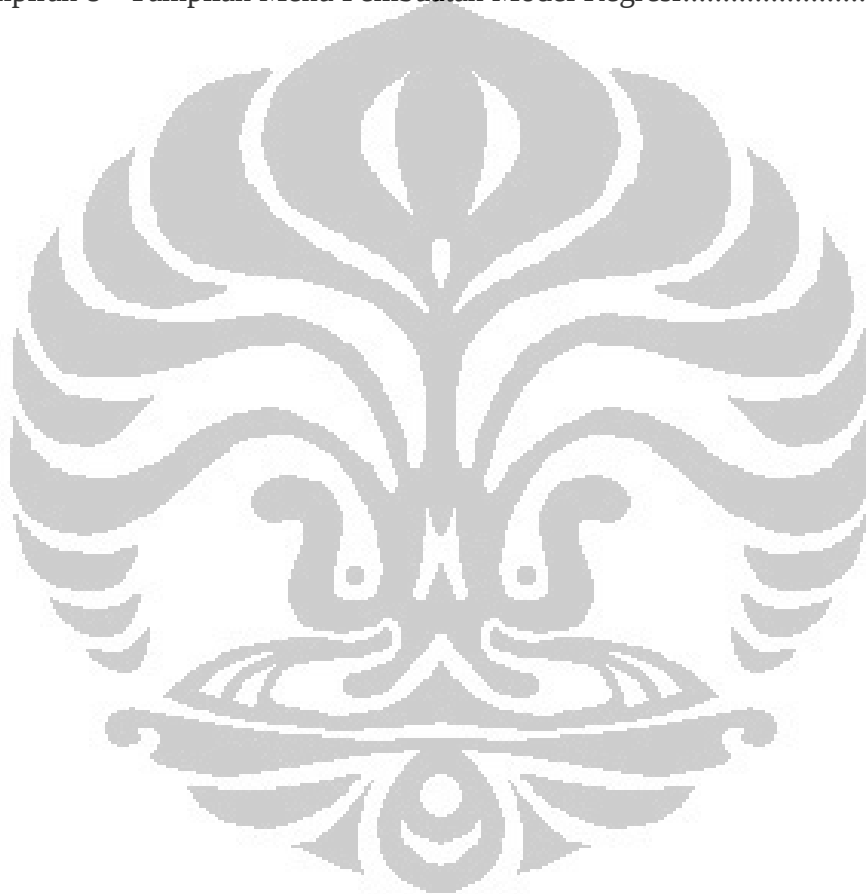
Tabel 2.1 - Nilai Ambang Batas Kebisingan Harian	13
Tabel 3.1 - Hasil Rekapitulasi Faktor Lingkungan	29
Tabel 3.2 - Hasil Rekapitulasi Data Responden	29
Tabel 3.3 - Rekapitulasi Jumlah Responden yang Memilih Faktor Lingkungan terkait	31
Tabel 3.4 - Rekapitulasi Hasil Kuesioner Alat Ukur Kelelahan Kerja	32
Tabel 3.5 - Data Waktu Reaksi, Getaran dan Kebisingan	37
Tabel 4.1 - Syarat Transformasi Box Cox	41
Tabel 4.2 - Hasil Uji Linearitas Kedua Variabel	43
Tabel 4.3 - Hasil Uji Multikolinearitas Kedua Variabel	44
Tabel 4.4 - Nilai Durbin Watson	44
Tabel 4.5 - Nilai Adjusted R-Square	45
Tabel 4.6 - Perbandingan Nilai Waktu Reaksi Perhitungan Rumus dan Pengukuran	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 - Diagram Hubungan antara Rangsangan dengan Waktu Reaksi	16
Gambar 3.1 - Logo Perusahaan Indofood CBP	20
Gambar 3.2 - Logo Produk ICBP	25
Gambar 3.3 - Larson Davis Human Vibration Meter 100	33
Gambar 3.4 - Larson Davis Dosimeter Spark 706C	34
Gambar 3.5 - Menu Design Tools.....	35
Gambar 3.6 - Tampilan Uji Waktu Reaksi	35
Gambar 4.1 - Probability Plot Variabel Waktu Reaksi.....	39
Gambar 4.2 - Probability Plot Variabel Getaran.....	40
Gambar 4.3 - Probability Plot Variabel Kebisingan	40
Gambar 4.4 - Probability Plot untuk Waktu Reaksi yang Telah Dinormalisasi.....	42
Gambar 4.5 - Probability Plot untuk Data Getaran yang Telah Dinormalisasi.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 - Tampilan Menu Uji Normalitas dalam Minitab.....	54
Lampiran 2 - Tampilan Menu untuk Uji Normalitas	54
Lampiran 3 - Tampilan Menu untuk Transformasi Box Cox	55
Lampiran 4 - Tampilan Menu Untuk Transformasi Box Cox	55
Lampiran 5 - Tampilan Menu Transformasi Box Cox	56
Lampiran 6 - Tampilan Menu Pembuatan Model Regresi.....	56
Lampiran 7 - Tampilan Menu Pembuatan Model Regresi.....	57
Lampiran 8 - Tampilan Menu Pembuatan Model Regresi.....	57



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada setiap jenis usaha, baik usaha kecil, usaha menengah, maupun usaha yang berskala besar, pasti akan terjadi interaksi antara pekerja dengan lingkungan kerja. Secara umum, lingkungan kerja sendiri didefinisikan sebagai lingkungan dimana pekerja melakukan pekerjaannya sehari-hari (Mardiana, 2005). Selain itu, lingkungan kerja juga dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang ada di sekitar pekerja yang dapat mempengaruhi dirinya dalam menjalankan tugas-tugas yang diemban (Nitisemito, 2008). Lingkungan kerja yang kondusif memberikan rasa aman dan nyaman dan memungkinkan pekerja untuk dapat bekerja produktif sehingga memberikan hasil yang optimal.

Berdasarkan peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi tahun 2011, lingkungan kerja yang nyaman didefinisikan sebagai tiap ruangan atau lapangan, tertutup maupun terbuka, bergerak atau tetap dimana tenaga kerja bekerja, atau yang sering dimasuki tenaga kerja untuk suatu keperluan usaha. Lingkungan kerja tersebut harus dapat memberikan perlindungan terhadap tenaga kerja atas kemungkinan timbulnya potensi-potensi bahaya yang terjadi akibat adanya suatu proses kerja. Oleh karena itu, pemilik perusahaan diwajibkan untuk mengkondisikan lingkungan kerja perusahaannya sedemikian rupa sehingga memenuhi kriteria lingkungan kerja yang nyaman.

Salah satu jenis usaha besar yang sedang berkembang di Indonesia adalah perusahaan *Fast Moving Consumer Goods* atau biasa disingkat sebagai FMCG. Produk FMCG adalah semua jenis barang komersial yang diproduksi dengan biaya unit rendah dan memiliki kecenderungan untuk terjual secara cepat (Ramanuj Majumdar, 2004). Meskipun margin keuntungan per item pada produk FMCG tergolong rendah, namun umumnya produk terjual dalam skala besar karena demand dari konsumen yang tinggi. Dengan permintaan konsumen yang cenderung meningkat, perusahaan dituntut untuk memastikan bahwa permintaan konsumen tersebut dapat terpenuhi, dengan cara bagaimanapun. Banyak

perusahaan yang kemudian melakukan ekspansi perusahaan, pembangunan pabrik baru, sedemikian sehingga permintaan pasar terpenuhi dan perusahaan tidak mengalami kehilangan penjualan.

Dari sekian banyak perusahaan FMCG yang tersebar di seluruh Indonesia, salah satu perusahaan FMCG yang tergolong cukup terkenal adalah PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk (ICBP). ICBP terbagi menjadi sejumlah divisi yang seluruhnya bergerak dalam bidang makanan. Dari keseluruhan divisi yang ada di ICBP, divisi mi instan merupakan divisi yang paling menonjol, karena hasil produksinya sangat dikenal oleh masyarakat dan sukses menghasilkan angka pendapatan yang cukup besar. Produk divisi mi instan antara lain adalah Indomie, Supermi, Sarimi, Sakura, Mi Telor Cap 3 Ayam, dan Pop Mie. Untuk dapat memenuhi permintaan konsumen yang begitu tinggi, divisi mi instan didukung oleh 15 pabrik produksi yang tersebar di seluruh Indonesia.

Ruang produksi mi instan memiliki beragam mesin untuk mengolah bahan baku hingga menjadi barang jadi. Hampir setiap mesin memiliki operator atau teknisi yang bertanggung jawab untuk mengoperasikan, memelihara dan mengatur penggunaan mesin agar hasil produksi masuk dalam kriteria produk baik dan dapat dijual. Operator atau teknisi mesin dituntut untuk selalu fokus, karena hasil produksi bergantung pada bagaimana cara mereka mengoperasikan dan merawat mesin produksi. Pekerja ruang produksi memegang peranan penting dalam menjaga kualitas produksi, dan oleh karena itu maka lingkungan kerja pekerja ruang produksi harus diatur sedemikian rupa sehingga mereka dapat bekerja dengan nyaman.

Manusia akan mampu bekerja dan melaksanakan kegiatannya dengan baik apabila lingkungan kerjanya mendukung. Lingkungan kerja yang baik dan sesuai dengan kondisi pekerja tentu saja akan memberikan pengaruh yang besar terhadap pekerja itu sendiri, dan terhadap produktivitasnya. Oleh karena itu diperlukan perancangan kondisi lingkungan kerja yang secara ergonomis dapat memberikan rasa nyaman terhadap pekerja. Penyimpangan dari batas kenyamanan akan menyebabkan perubahan secara fungsional yang pada akhirnya dapat berpengaruh pada fisik maupun mental pekerja.

Ada interaksi berkelanjutan dan dinamis antara manusia dan lingkungan sekitarnya yang dapat menghasilkan ketegangan fisik dan psikis pada manusia tersebut. Hal ini dapat menyebabkan perasaan terganggu, tidak nyaman, dampak secara langsung maupun tidak langsung terhadap performa dan produktivitas, dampak terhadap kesehatan, keselamatan, dan kematian. Ketidaknyamanan pada ruang kerja dapat disebabkan oleh pencahayaan yang tidak tepat, peralatan yang menyebabkan kebisingan, aliran udara yang kurang lancar, maupun bau-bauan. Dalam lingkungan kerja yang dingin, manusia dapat mengalami radang dingin dan hipotermia. Dalam lingkungan kerja yang panas, manusia dapat pingsan atau meninggal karena sengatan panas. Alat-alat yang menghasilkan getaran dapat membuat subjek mengalami penyakit pada area yang terpajan oleh getaran.

Oleh sebab itu, Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi serta Menteri Kesehatan menerapkan sejumlah peraturan terkait Nilai Ambang Batas (NAB) faktor-faktor lingkungan kerja sebagai syarat dan tata cara penyelenggaraan kesehatan kerja. Perusahaan wajib melakukan pengendalian faktor-faktor lingkungan kerja hingga berada dibawah NAB, atau jika faktor-faktor tersebut berada diatas NAB maka perusahaan wajib melakukan upaya-upaya teknis untuk menurunkan NAB hingga memenuhi ketentuan yang berlaku. Faktor-faktor lingkungan kerja yang perlu diperhatikan oleh perusahaan antara lain adalah kebisingan, getaran, suhu, kelembapan, pencahayaan, debu, tekanan udara, gravitasi, dan radiasi.

Bagi seorang pekerja ruang produksi, banyak permasalahan yang dihadapi ketika sedang bekerja atau setelah selesai melakukan pekerjaan yang dapat mengganggu performa mereka. Permasalahan ini antara lain adalah mengantuk, tidak seimbang dalam berdiri, sulit berpikir, lelah berbicara, tidak mudah berkonsentrasi, cenderung lupa, merasakan ketidaknyamanan seperti sakit kepala, haus, dan berbagai permasalahan lainnya. Masalah yang telah disebutkan diatas adalah faktor-faktor yang perlu diperhatikan, karena permasalahan tersebut dapat mengakibatkan hal yang kurang menyenangkan, seperti munculnya penyakit yang berkepanjangan, kecelakaan, dan bahkan kematian.

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

Diagram keterkaitan masalah merupakan penyederhanaan dari argumen penulisan penelitian ini berupa penjelasan secara singkat dan detail mengenai masalah yang diangkat serta solusi yang mungkin diterapkan untuk masalah tersebut.

1.3 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan uraian diatas, rumusan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah apakah faktor lingkungan kerja ruang produksi mi instan PT Indofood CBP Sukses Makmur cabang DKI tergolong nyaman bagi pekerja ruang produksi, terutama jika ditinjau dari hubungannya terhadap segi kelelahan dan produktivitas pekerja?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengetahui faktor lingkungan fisik yang mengganggu operator produksi, mengetahui nilai dari faktor tersebut, dan seberapa besar pengaruhnya terhadap kelelahan operator. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan kontribusi terhadap perusahaan dan memperluas pengetahuan mengenai studi terkait faktor lingkungan dan kelelahan manusia dalam suatu lingkungan kerja.

1.5 Batasan Penelitian

Penulis menerapkan beberapa batasan agar pelaksanaan penelitian dan hasil yang diperoleh dari penelitian sesuai dengan tujuan dari penelitian. Adapun batasan yang diterapkan di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian akan dilakukan pada ruang *Mixer* dalam pabrik produksi mi instan PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk cabang DKI Jakarta
2. Observasi dilakukan terhadap operator mesin *Mixer*

3. Standar pajanan getaran dan kebisingan untuk pekerja yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja
4. Variabel yang diukur pada penelitian ini adalah nilai kebisingan (L_{Aeq}) dan nilai getaran (A_{rms}), serta waktu reaksi responden (ms) sebagai indikator kelelahan
5. Data yang diambil berasal dari responden pria pada kisaran usia 35-55 tahun
6. Penelitian dengan menggunakan *pilot project* atau penelitian pendahuluan, dilakukan untuk memfokuskan faktor lingkungan yang akan diukur menjadi faktor-faktor yang benar-benar dirasa bermasalah oleh responden
7. Jumlah subjek penelitian terbatas. Hal ini dikarenakan rentang waktu dan dana yang dapat digunakan di dalam pengumpulan dan pengolahan data di dalam penelitian ini terbatas.

1.6 Metodologi Penelitian

Seluruh kegiatan yang akan dilakukan di dalam penelitian ini dirancang sesuai dengan metodologi penelitian yang utuh dan selaras agar penelitian ini dapat mencapai tujuan secara efektif. Metodologi yang dirancang dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Penentuan topik penelitian.

Adapun topik penelitian ini adalah analisis pengaruh kebisingan dan getaran terhadap kelelahan operator mesin *mixer* di lantai produksi mi instan PT ICBP.

2. Pemahaman dasar teori.

Setelah menentukan topik penelitian, penulis mempelajari dasar teori dari berbagai jurnal dan buku teks untuk memahami teori terkait topik

penelitian yang telah ditentukan sebelumnya. Adapun dasar teori yang dipelajari adalah sebagai berikut :

- Dasar-dasar perancangan penelitian
- Faktor-faktor lingkungan kerja yang mempengaruhi kelelahan secara langsung
- Prinsip pengukuran kelelahan dengan menggunakan metode time reaction
- Metode statistik yang sesuai untuk mengolah data
- Ergonomi

3. Perancangan metodologi penelitian.

Setelah mempelajari dasar teori yang sesuai dengan topik penelitian, hal yang dilakukan kemudian adalah menentukan metode penelitian, peralatan yang akan digunakan, dan prosedur penelitian yang sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian. Prosedur penelitian dibuat berdasarkan studi literatur dengan menggunakan buku teks, jurnal, dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sebelum penelitian dilaksanakan sesuai standar yang ada..

4. Studi kasus terkait dampak kebisingan dan getaran terhadap kelelahan operator mesin *mixer*

Setelah metodologi penelitian dirancang, langkah selanjutnya adalah menjalankan prosedur penelitian yang telah dibuat sebelumnya. Penelitian dilakukan untuk menguji dan mendapatkan persamaan untuk menghitung perkiraan besar kelelahan dengan kebisingan dan getaran lingkungan yang diketahui. Dengan melakukan studi literatur terhadap dampak kebisingan dan getaran terhadap kelelahan pada beberapa populasi pekerja seperti pekerja di Amerika dan Eropa, studi mengenai dampak kebisingan dan getaran terhadap kelelahan operator *mixer* di Indonesia akan menghasilkan persamaan yang sesuai bagi karakteristik masyarakat Indonesia. Beberapa prosedur penelitian

disesuaikan dengan kondisi yang umum dilakukan oleh manusia Indonesia

5. Pengambilan kesimpulan.

Pada tahap ini penulis menarik kesimpulan dan mengajukan saran terhadap penelitian yang telah dilakukan.

1.7 Sistematika Penelitian

Laporan penelitian akhir ini disusun mengikuti aturan sistematika penulisan baku, yang dirangkai berdasarkan metodologi penelitian penulis untuk memudahkan proses penulisan dan penyusunannya. Laporan penelitian akhir ini terdiri dari lima bab, yaitu : Bab 1 Pendahuluan, Bab 2 Dasar Teori, Bab 3 Pengumpulan Data, Bab 4 Pengolahan Data dan Analisis, dan Bab 5 Kesimpulan dan Saran. Rincian tiap-tiap bab adalah sebagai berikut.

Bab pertama merupakan Bab Pendahuluan, yang mencakup latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, batasan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penelitian.

Bab kedua merupakan Bab Dasar Teori, yang membahas konsep dari teori-teori dan literatur-literatur dari berbagai disiplin ilmu yang menjadi landasan teori terhadap penelitian ini. Landasan teori yang dijelaskan pada bagian ini mencakup penjelasan mengenai ergonomi sebagai dasar dari penelitian ini, dan konsep waktu reaksi sebagai pengukur kelelahan sebagai fokus penelitian. Kemudian dilakukan pembahasan mengenai getaran dan prinsipnya; juga suara, kebisingan dan prinsipnya untuk memenuhi kebutuhan akan teori terkait kebisingan dan getaran sehingga penelitian dapat dilakukan dengan konsep yang benar.

Bab ketiga merupakan Bab Pengumpulan Data. Adapun bab ketiga ini menjelaskan proses pengambilan data, peralatan yang digunakan dan prosedur penggunaannya, serta data yang dikumpulkan selama penelitian ini berlangsung seperti data pribadi operator mixer, data kebisingan, data getaran, dan data waktu reaksi operator terhadap stimulan warna dengan menggunakan perangkat lunak *Design Tools*.

Bab keempat merupakan Bab Pengolahan Data dan Analisis Persamaan bab analisa dari hasil luaran model. Adapun bab keempat ini berisikan analisa dari rancangan metode penelitian yang telah dibuat dan penjelasan serta analisis dari persamaan matematika terhadap pengukuran kelelahan operator yang disebabkan oleh kebisingan dan getaran dengan menggunakan metode statistik. Sebelum melakukan analisis, diperlukan studi mengenai metode statistik yang sesuai untuk membuat persamaan matematika dan menguji kelayakan metode penelitian.

Bab kelima merupakan Bab Kesimpulan dan Saran dari penelitian yang telah dilakukan oleh penulis. Bagian kesimpulan membahas hal-hal yang dihasilkan dari analisis pengolahan data sebelumnya. Bagian saran membahas saran yang dapat diberikan oleh penulis terhadap penelitian yang telah dilakukan apabila ingin melanjutkan penelitian kedepannya, dan saran perbaikan terhadap perusahaan.



BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Ergonomi

Dengan perkembangan teknologi, peralatan dan mesin-mesin menjadi kebutuhan pada lapangan kerja, karena mesin dan alat-alat yang berada pada ruang produksi adalah penunjang untuk meningkatkan produktivitas kerja. Namun penggunaan mesin dan peralatan tersebut masih tetap harus diperhatikan, karena ada kemungkinan timbulnya dampak negatif penggunaan mesin dan peralatan apabila operator kurang waspada memperkirakan bahaya potensial yang mungkin timbul.

Potensi bahaya yang mungkin timbul tidak akan terjadi apabila sudah dilakukan antisipasi sebelumnya. Resiko dan potensi bahaya yang kemungkinan terjadi adalah penyakit akibat kerja, penyakit yang berhubungan dengan kelelahan dan kecelakaan akibat kerja yang dapat menyebabkan kecacatan ataupun kematian. Antisipasi terhadap potensi bahaya ini harus dilakukan oleh seluruh perangkat perusahaan dengan cara penyesuaian antar pekerja, proses kerja, dan lingkungan kerja. Pendekatan ini dikenal sebagai pendekatan ergonomi.

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari perilaku manusia dalam kaitannya dengan pekerjaan mereka. Sasaran penelitian ergonomi ialah manusia pada saat bekerja dalam lingkungan. Secara singkat dapat dikatakan bahwa ergonomi ialah penyesuaian tugas pekerjaan dengan kondisi tubuh manusia ialah untuk menurunkan stress yang akan dihadapi. Upayanya antara lain berupa menyesuaikan ukuran tempat kerja dengan dimensi tubuh agar tidak melelahkan, pengaturan suhu, cahaya dan kelembaban bertujuan agar sesuai dengan kebutuhan tubuh manusia. (Dokumen Departemen Kesehatan RI)

Chapanis (1996) mendefinisikan ergonomi sebagai sebuah bidang multidisiplin, dengan faktor psikologi (terutama psikologi eksperimental), antropometri (cabang terapan dari antropologi), fisiologi terapan, kedokteran lingkungan, keteknikan, statistik, riset operasi, dan desain industri terlibat di dalamnya. Hal tersebut dilakukan dengan berusaha menjaga keselamatan, kesehatan, dan kesejahteraan sementara sambil mengoptimalkan efisiensi dan

kinerja (*ISO Working Draft*, 1999). Ergonomi didefinisikan sebagai aplikasi dari pengetahuan terhadap karakteristik manusia pada desain sebuah sistem (Parsons, 2000). Sementara itu, Wilson (2000) mendefinisikan ergonomi sebagai sebuah disiplin yang memuat pemahaman secara teoritis dan fundamental dari perilaku dan kinerja manusia dalam interaksi pada sistem sosioteknikal, dan aplikasi terhadap pemahaman tersebut untuk desain dari interaksi dalam konteks pengaturan nyata.

Penerapan Ergonomi di tempat kerja bertujuan agar pekerja saat bekerja selalu dalam keadaan sehat, nyaman, selamat, produktif dan sejahtera. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut, dibutuhkan kemauan, kemampuan dan kerjasama yang baik dari semua pihak (Dokumen Departemen Kesehatan RI)

2.2 Kelelahan

Kelelahan kerja adalah suatu keadaan yang ditandai oleh adanya penurunan kesiagaan dan perasaan lelah. Perasaan lelah tersebut merupakan akibat kumulatif dari beberapa faktor seperti intensitas dan durasi kerja fisik dan mental, monoton, iklim kerja, penerangan, kebisingan, tanggung jawab, kecemasan, konflik-konflik, penyakit, keluhan sakit dan nutrisi (Grandjean, 1985). Kata kelelahan menunjukkan keadaan yang berbeda-beda, tetapi semuanya berakibat kepada pengurangan kapasitas kerja dan ketahanan tubuh (Suma'mur, 1988).

Terdapat dua jenis kelelahan, yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot merupakan tremor pada otot atau perasaan nyeri yang terdapat pada otot. Kelelahan umum ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja. Penyebab kelelahan dapat digolongkan kedalam 5 kategori utama (Suma'mur, 1988), yaitu :

- Monotoni

Pekerjaan yang berulang-ulang tanpa ada variasi gerakan atau variasi tugas dapat menyebabkan subjek semakin cepat lelah

- Intensitas dan lamanya kerja mental atau fisik

Pasal 77 ayat 1, UU No.13/2003 mewajibkan setiap pengusaha untuk melaksanakan ketentuan jam kerja, yaitu batasan jam kerja 40

jam dalam satu minggu kerja. Apabila melebihi waktu 40 jam kerja dalam seminggu, maka pekerja dianggap masuk kedalam waktu kerja lembur dan berhak atas upah lembur.

- Lingkungan Kerja

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi lingkungan kerja, antara lain penerangan, kelembapan, suhu udara, kebisingan, getaran penggunaan warna, ruang gerak, dan keamanan pekerja (Sedarmayanti, 1996:5)

- Sebab-sebab mental seperti tanggung jawab, kekhawatiran, dan konflik, dan
- Penyakit

Pengukuran kelelahan dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti tes pada kelopak mata, kecepatan mendeteksi sinyal, atau pemeriksaan pada serabut otot secara elektrik dan sebagainya. Beberapa teknik yang umum digunakan untuk mengukur kelelahan antara lain adalah :

- Pengukuran Waktu Reaksi
- *Flicker Fusion Test*
- *Bourdon-Wiersma Test*
- Pengujian Kuantitatif dengan Kuesioner Alat Ukur Kelelahan Kerja (KAUPK2)

2.3 Kebisingan

Bunyi didengar sebagai rangsangan-rangsangan pada telinga yang disebabkan oleh getaran-getaran melalui media elastis. Apabila bunyi tersebut tergolong kedalam bunyi yang tidak dikehendaki, maka bunyi tersebut dapat disebut sebagai kebisingan (Suma'mur, 1988)

Kebisingan adalah polusi lingkungan utama yang menghasilkan reaksi emosional negatif, dan menurunkan kualitas hidup (Berglund and Lindvall, 1995; Job, 1996). Kebisingan selalu menjadi permasalahan lingkungan yang penting bagi manusia. Pada jaman Romawi kuno, peraturan mengenai kebisingan dibuat ketika roda besi kereta kuda berbenturan dengan lantai batu dan menimbulkan

suara, menyebabkan gangguan terhadap penduduk Romawi. Pada abad pertengahan Eropa, kereta kuda kembali tidak diizinkan pada malam hari di kota-kota tertentu, untuk memastikan agar penduduk mendapatkan tidur malam yang nyaman. Namun, gangguan kebisingan pada masa lampau tidak dapat dibandingkan dengan masyarakat masa kini. Sejumlah besar kendaraan melintasi kota-kota dan pedesaan, truk bermuatan besar dengan mesin diesel, kendaraan yang mesin dan knalpot yang bising, siang dan malam. Pesawat dan kereta api memperburuk skenario kebisingan lingkungan. Pada dunia industri, mesin-mesin menghasilkan level kebisingan yang tinggi dan pada taman hiburan, kebisingan mengganggu waktu relaksasi (Richard Helmer, 1999)

Terdapat 2 hal yang menentukan kualitas suatu bunyi, yaitu frekuensi dan intensitasnya. Frekuensi dinyatakan dalam jumlah getaran per detik, atau disebut Hertz (Hz). Suatu kebisingan umumnya terdiri dari campuran sejumlah gelombang-gelombang sederhana dari berbagai frekuensi. Intensitas atau arus energi per satuan luas biasanya dinyatakan dalam suatu logaritma yang disebut desibel (dB) dengan memperbandingkannya dengan kekuatan dasar $0,0002 \text{ dyne/cm}^2$, yaitu kekuatan dari bunyi dengan frekuensi 1000 Hz yang tepat dapat didengar oleh telinga normal. Hal tersebut dapat ditunjukkan dalam rumus :

$$dB = 20^{10} \log \frac{p}{p_0} \quad (2.1)$$

$$p = \text{tegangan suara} \quad (2.2)$$

$$p_0 = \text{tegangan suara standar } (0,0002 \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}) \quad (2.3)$$

Berdasarkan peraturan yang dikeluarkan oleh Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi pada tahun 2011, Nilai Ambang Batas (NAB) untuk faktor kebisingan yang harus dipenuhi oleh setiap industri bergantung pada lama kerja karyawannya. NAB secara detail dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1 - Nilai Ambang Batas Kebisingan Harian

Lama Paparan per Hari		Intensitas Kebisingan Maksimum
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7,5		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12	Detik	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		136
0,11		139

Nilai Ambang Batas yang direkomendasikan untuk kebisingan adalah 85 dB, karena perusahaan di Indonesia pada umumnya menggunakan sistem kerja 40 jam seminggu atau 8 jam sehari. Untuk kebisingan yang melampaui 85 dB, waktu paparan ditetapkan sebagaimana tercantum dalam tabel diatas. Pekerja tidak boleh terpajan kebisingan lebih dari 140 dB, walaupun hanya sesaat.

2.4 Getaran

Getaran didefinisikan sebagai gerakan yang teratur dari benda atau media dengan arah bolak-balik dari kedudukan keseimbangannya (Menteri Tenaga Kerja, 2011). Keseimbangan dapat diartikan sebagai keadaan dimana suatu benda berada pada posisi diam jika tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut. Getaran mempunyai amplitudo (jarak simpangan terjauh dengan titik tengah) yang sama.

Ada dua jenis getaran yang dikenal, yaitu getaran bebas dan getaran paksa. Sebuah getaran disebut getaran bebas apabila sistem mekanis dimulai dengan gaya awal, lalu dibiarkan bergetar secara bebas. Contoh getaran seperti ini adalah memukul garpu tala dan membiarkannya bergetar, atau bandul yang ditarik dari keadaan setimbang lalu dilepaskan. Sementara getaran paksa terjadi apabila gaya bolak-balik atau gerakan diterapkan pada sistem mekanis. Contohnya adalah getaran gedung pada saat gempa bumi.

Nilai ambang batas untuk getaran juga diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi tahun 2011. Getaran yang terkontak langsung maupun tidak langsung pada seluruh tubuh ditetapkan sebesar 0,5 meter per detik kuadrat (m/s^2).

2.5 Waktu Reaksi

2.5.1 Jenis-jenis Eksperimen Waktu Reaksi

Psikolog menggolongkan tiga jenis dasar eksperimen untuk pengujian waktu reaksi, yaitu *Simple reaction time*, *recognition reaction time*, dan *choice reaction time*. (Luce, 1986; Welford, 1980). Ketiga jenis eksperimen dasar tersebut adalah sebagai berikut :

- Pada eksperimen *simple reaction time*, hanya ada satu stimulus dan satu respon. ‘X pada suatu tempat yang diketahui’, ‘perhatikan titik’ dan ‘reaksi terhadap suara’ dapat digunakan untuk mengukur *simple reaction time*.
- Pada eksperimen *recognition reaction time*, ada beberapa stimuli yang harus diberikan respon (stimulus yang harus diingat), dan beberapa stimuli yang tidak boleh diberikan respon (stimulus pengganggu). Hanya akan ada satu respon yang benar. ‘Pengenalan suara’ dan ‘pengenalan bunyi’, keduanya termasuk kedalam eksperimen *recognition reaction time*.
- Pada eksperimen *choice reaction time*, responden harus memberikan sebuah respon yang berkaitan dengan stimulus, sebagai contoh menekan sebuah tombol yang berkaitan dengan sebuah huruf apabila huruf tersebut muncul

pada layar. Dalam sebuah eksperimen *choice reaction time* murni, urutan kemunculan jenis stimuli adalah acak.

Satu jenis eksperimen pengukuran waktu reaksi yang diketahui adalah *serial reaction time*, yaitu suatu jenis eksperimen *choice reaction time* dimana urutan jenis stimulusnya tidak diacak. Sebagai gantinya, sebuah stimulus jenis y biasanya akan muncul setelah sebuah stimulus jenis x. Responden dapat memberikan waktu reaksi yang semakin lama semakin cepat, karena responden dapat mempelajari urutan stimulus yang akan muncul dan mulai mengantisipasi stimulus apa yang akan muncul berikutnya. (Swarb and Schumacher, 2012).

2.5.2 Mean Simple Reaction Time

Selama sekitar 120 tahun, angka waktu rata-rata eksperimen *simple reaction time* yang diterima untuk responden usia muda adalah 190 ms untuk stimuli cahaya dan 160 ms untuk stimuli suara (Galton, 1899; Fiendt et al, 1956; Welford, 1980; Brebner and Welford, 1980). Namun, Eckner et al (2010) menemukan bahwa waktu reaksi dari pemain football NCAA rata-rata adalah 203 ms ketika diuji dengan menggunakan sebuah tongkat pengukur yang dijatuhkan, dan 268 ms ketika diuji dengan menggunakan komputer.

2.5.3 Waktu Reaksi pada Eksperimen Simple vs Recognition vs Choice Reaction Time

Pendahulu waktu reaksi adalah Donders (1868), yang menunjukkan bahwa waktu reaksi dalam *Simple Reaction Time* lebih pendek dibandingkan *Recognition Reaction Time*, dan *Choice Reaction Time* menghasilkan waktu reaksi yang paling panjang diantara ketiganya. Laming (1986) menyimpulkan bahwa rata-rata waktu untuk *simple reaction time* adalah 220 ms, namun rata-rata waktu untuk *choice reaction time* adalah 384 ms. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyimpulkan bahwa stimulus yang kompleks menghasilkan waktu reaksi yang lebih lambat (Brebner dan Welford, 1980; Teichner dan Krebs, 1974; Luce, 1986). Pada penelitian yang dilakukan oleh Surwillo (1973), dimana waktu reaksi

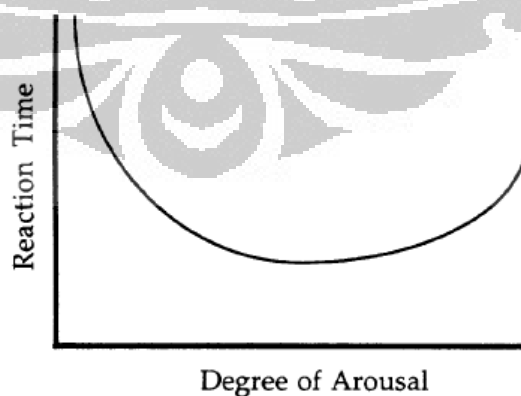
untuk stimulus berbentuk suara dengan satu nada lebih cepat, dibandingkan ketika diberikan stimuli dengan dua nada dan responden diminta untuk bereaksi hanya ketika salah satu nada dibunyikan. Miller dan Low (2001) menentukan bahwa waktu untuk persiapan motorik (sebagai contoh : menegangkan otot) dan respon motorik (dalam hal ini, menekan tombol spasi) adalah sama dalam ketiga jenis uji waktu reaksi, menandakan bahwa yang membedakan waktu reaksi adalah waktu prosesnya.

2.5.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Waktu Reaksi

Waktu reaksi manusia dapat menjadi lebih lambat atau lebih cepat dari waktu reaksi standar manusia, ketika terpengaruh oleh berbagai hal. Hal-hal yang secara umum dapat mempengaruhi waktu reaksi dapat dilihat pada penjelasan berikut ini.

- **Rangsangan**

Salah satu faktor yang paling sering diteliti terkait waktu reaksi adalah ‘rangsangan’, termasuk ketegangan otot. Waktu reaksi paling cepat didapatkan dari level rangsangan sedang, dan waktu reaksi melambat apabila responden terlalu santai atau terlalu tegang (Welford, 1980; Broadbent, 1971; Freeman, 1933). Waktu reaksi terhadap rangsangan dapat dilihat melalui ilustrasi berikut :



Gambar 2.1 - Diagram Hubungan antara Rangsangan dengan Waktu Reaksi

- Usia

Sebuah penelitian terdahulu (Galton, 1899) menyatakan bahwa untuk remaja (15-19 tahun), rata-rata waktu reaksi adalah 187 detik untuk stimuli bentuk cahaya dan 158 ms untuk stimuli bentuk suara. Waktu reaksi terhadap uji *simple reaction time* menjadi semakin pendek sejak kelahiran hingga akhir usia 20 tahun, dan kemudian semakin meningkat hingga usia 50-60 tahun, dan meningkat semakin cepat ketika seseorang memasuki usia 70 tahun dan setelahnya. (Welford, 1977; Jevan and Yan, 2001; Luchies et al, 2002; Rose et al, 2002; Der and Deary, 2006). Dengan kata lain, bertentangan dengan kepercayaan umum, remaja kemungkinan memiliki waktu reaksi yang lebih lambat dibandingkan orang dewasa (Riddervold et al., 2008; Van Damme and Crombez, 2009).

- Jenis Kelamin

Dalam hampir setiap golongan usia, laki-laki memiliki waktu reaksi yang lebih cepat dibandingkan perempuan, dan kekurangan perempuan tidak dapat dihilangkan dengan berlatih (Noble et al., 1964; Welford, 1980; Adam et al., 1999; Dane and Erzurumluoglu, 2003; Der and Deary, 2006). Penelitian Der and Deary tergolong luar biasa karena mereka mengikutsertakan lebih dari 7400 responden. Bellis (1993) menemukan bahwa waktu rata-rata untuk menekan sebuah tombol sebagai respon dari stimulus cahaya adalah 220 ms untuk laki-laki, dan 260 ms untuk perempuan; untuk stimulus suara perbedaannya adalah 190 ms untuk laki-laki dan 200 ms untuk perempuan. Sebagai perbandingan, Engel (1972) menemukan bahwa waktu reaksi untuk stimulus suara adalah 227 ms untuk laki-laki dan 242 ms untuk perempuan. Namun, hal-hal tersebut berubah sesuai dengan perkembangan zaman. Silverman (2006) menemukan bukti yang menyatakan bahwa keunggulan laki-laki dalam waktu reaksi visual semakin mengecil, kemungkinan besar disebabkan oleh semakin banyaknya perempuan yang berpartisipasi dalam menyetir dan olahraga cepat. Spierer et al (2010) menemukan bahwa ketika pemain sepakbola laki-laki dibandingkan dengan pemain lacrosse perempuan, laki-laki dapat merespon lebih cepat dalam stimuli visual dan auditori. Dikatakan bahwa keunggulan

laki-laki lebih hebat ketika menggunakan stimuli visual. Botwinick and Thompson (1966) menemukan bahwa hampir seluruh perbedaan laki-laki dan perempuan disebabkan oleh beda waktu antara kemunculan stimulus, dan mulainya kontraksi otot. Waktu untuk kontraksi otot laki-laki dan perempuan adalah sama.

- Pengguna Tangan Kiri atau Tangan Kanan

Dane and Erzurumluoglu (2003) menemukan bahwa pada pemain bola tangan, pengguna tangan kiri lebih cepat dibandingkan pengguna tangan kanan ketika menggunakan tangan kiri dalam uji waktu reaksi, namun tidak ada perbedaan yang signifikan ketika pengujian waktu reaksi dilakukan dengan menggunakan tangan kanan. Mereka menyimpulkan bahwa pengguna tangan kiri memiliki keunggulan dalam hal kecepatan waktu reaksi. Dalam sebuah penelitian dengan menggunakan *mouse* komputer, Peters dan Ivanoff (1999) menemukan bahwa pengguna tangan kanan lebih cepat ketika menggunakan tangan kanan, namun pengguna tangan kiri memiliki kecepatan yang kurang lebih sama pada kedua tangannya. Tangan yang biasa digunakan umumnya lebih cepat.

- Percobaan dan Latihan

Penelitian Sander (1998) menampilkan bahwa ketika subjek baru saja diberikan stimulus, waktu reaksinya tidak sekonsisten apabila subjek telah melakukan sejumlah percobaan terlebih dahulu. Ando et al (2002) menemukan bahwa waktu reaksi untuk stimulus visual menurun setelah 3 minggu latihan, dan kelompok penelitian yang sama (2004) melaporkan bahwa dampak dari latihan tersebut bertahan selama kurang lebih tiga minggu, Visser et al (2007) juga menemukan bahwa latihan dalam sebuah tugas yang rumit dapat memperpendek waktu reaksi dan meningkatkan akurasi.

- Kelelahan

Welford (1968, 1980) menemukan bahwa waktu reaksi melambat ketika subjek dalam keadaan lelah. Kelelahan mental, khususnya rasa kantuk, memiliki dampak yang paling besar. Kroll (1973) tidak menemukan adanya dampak dari kelelahan otot dalam pengujian waktu reaksi.

- **Puasa**

Tiga hari tanpa mengkonsumsi makanan tidak memperlambat waktu reaksi, meskipun dapat mengganggu kemampuan subjek dalam melakukan pekerjaan (Gutierrez et al., 2001). Hasil ini disetujui oleh Cheatham et al (2009) yang menyatakan bahwa dalam diet pembatasan kalori selama 6 bulan dengan karbohidrat tinggi maupun rendah, tidak ada dampak nyata terhadap waktu reaksi maupun perhitungan kognitif lainnya. Diet tinggi karbohidrat hanya berpengaruh terhadap perasaan tertekan.

- **Gangguan / Distraksi**

Trimmel dan Poelzl (2006) menemukan bahwa kebisingan memperlambat waktu reaksi. Hsies et al (2007) menemukan bahwa getaran yang disimulasikan pada sebuah monitor komputer meningkatkan waktu reaksi terhadap stimuli yang diperlihatkan pada monitor, memperbesar tingkat eror, dan menyebabkan kelelahan visual. Reed dan Antonova (2007) membuat sejumlah subjek frustrasi dengan memberikan soal-soal yang tidak mungkin dipecahkan, kemudian menguji waktu reaksi seluruh subjek dalam keadaan normal dan terdistraksi.

- **Peringatan Terhadap Kemunculan Stimuli**

Bertelson (1967) menemukan bahwa selama peringatan akan kedatangan stimuli lebih lama dari 0.2 detik, semakin pendek peringatannya, semakin cepat waktu reaksi yang didapatkan. Dampak ini kemungkinan disebabkan karena perhatian dan ketegangan otot tidak dapat dijaga dalam level yang tinggi selama lebih dari beberapa detik (Gottsdanker, 1975)

BAB 3

PENGUMPULAN DATA

3.1 Profil Perusahaan

3.3.1 Sejarah Perusahaan



Gambar 3.1 - Logo Perusahaan Indofood CBP

PT Indofood CBP Sukses Makmur (selanjutnya akan disebut ICBP) memiliki sejarah panjang dalam dunia *consumer goods* di Indonesia, khususnya dalam bidang mi instan. Ada berbagai akuisisi dari perusahaan yang berbeda-beda hingga akhirnya ICBP dapat dikenal oleh masyarakat luas hari ini. Sejarah ICBP per tahun dapat dilihat melalui poin-poin berikut :

- 1968 - PT Lima Satu Sankyu (selanjutnya berganti nama menjadi PT Supermi Indonesia) didirikan, pertama kali memproduksi Supermi sebagai mi instan pertama di Indonesia. Pada tahun yang sama PT Sanmaru Foods Manufacturing Co Ltd (PT Sanmaru) didirikan.
- 1972 - PT Sanmaru mulai memproduksi Indomie.
- 1982 - PT Sarimi Asli Jaya didirikan dan mulai memproduksi Sarimi.
- 1984 - PT Sarimi Asli Jaya diakuisisi oleh PT Sanmaru.
- 1986 - PT Supermi Indonesia diakuisisi oleh PT Sarimi Asli Jaya dan PT Sanmaru.
- 1987 - PT Sanmaru meluncurkan mi instan dalam bentuk cup bermerek Pop Mie.
- 1989 - PT Sanmaru mengakuisi PT Sari Pangan Nusantara, yang memproduksi makanan bayi bermerek SUN.

- 1990 - PT Sanmaru membentuk perusahaan patungan dengan PepsiCo, Inc yang memiliki merek FritoLay dan mulai memproduksi makanan ringan seperti Chitato, Chiki, Cheetos, Jetz, Lay's, dan Qtela.
- 1990 - Indofood didirikan oleh Sudono Salim dengan nama PT Panganjaya Intikusuma.
- 1993 - PT Panganjaya Intikusuma dan PT Sanmaru membentuk perseroan dengan nama PT Indomie Sukses Makmur Tbk.
- 1994 - PT Panganjaya Intikusuma berganti nama menjadi PT Indofood Sukses Makmur Tbk.
- 1995 - Mengakuisisi pabrik penggilingan gandum Bogasari.
- 1997 - Mengakuisisi 80% saham perusahaan yang bergerak di bidang perkebunan, agribisnis serta distribusi.
- 2005 - PT Indosentra Pelangi sebagai produsen bumbu, kecap dan sambal bermerek Indofood membentuk perusahaan patungan dengan Nestlé, mengakuisisi perusahaan perkebunan di Kalimantan Barat.
- 2006 - Mengakuisisi 55,0% saham perusahaan perkapalan Pacsari Pte. Ltd.
- 2007 - Mencatatkan saham Grup Agribisnis di Bursa Efek Singapura dan menempatkan saham baru.
- 2008 - Mengakuisisi 100% saham Drayton Pte. Ltd. yang memiliki secara efektif 68,57% saham di PT Indolakto, sebuah perusahaan dairy terkemuka.
- 2009 - Memulai proses restrukturisasi internal Grup CBP melalui pembentukan PT. Indofood CBP Sukses Makmur dan pemekaran kegiatan usaha mi instan dan bumbu yang diikuti dengan penggabungan usaha seluruh anak perusahaan di Grup Produk Konsumen Bermerek (CBP), yang seluruh sahamnya dimiliki oleh Perseroan, ke dalam ICBP.
- 2010 - Menyelesaikan restrukturisasi internal Grup CBP melalui pengalihan kepemilikan saham anak perusahaan di Grup CBP dengan jumlah kepemilikan kurang dari 100% ke ICBP dan melakukan Penawaran Saham Perdana yang dilanjutkan dengan pencatatan saham ICBP di Bursa Efek Indonesia pada tanggal 7 Oktober 2010. Peningkatan kepemilikan di Pacsari Pte. Ltd sebesar 10% menjadi pemilik 100%.

- 2011 - Pada bulan Januari 2011, PT. Indofood CBP Sukses Makmur, PT Gizindo Primanasantara, PT Indosentra Pelangi, PT Indobiskuit Mandiri Makmur dan PT Ciptakemas Abadi digabung sepenuhnya dengan status perusahaan terbuka (Tbk.) menjadi PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk. PT Salim Ivomas Pratama (SIMP), anak perusahaan langsung dan tidak langsung Perseroan, melakukan IPO diikuti dengan pencatatan saham di BEI pada 9 Juni 2011.
- 2013 - Menyelesaikan akuisisi PT Pepsi-Cola Indobeverages, perusahaan yang memproduksi minuman ringan bermerek Pepsi, 7 Up dan sebagainya. Akuisisi ini dilakukan oleh PT Indofood Asahi Sukses Beverage dan PT Asahi Indofood Beverage Makmur, yang masing-masing adalah 51% dan 49% dimiliki oleh ICBP.

3.3.2 Maklumat Mutu dan Moto Perusahaan

Maklumat mutu dan moto perusahaan terpampang di seluruh ruangan perusahaan. Maklumat mutu ICBP adalah:

Kami bertekad untuk hanya menghasilkan produk dan jasa tanpa cacat untuk semua pelanggan kami

Kami sepenuhnya memahami persyaratan-persyaratan untuk proses kerja dan kami akan mematuhi semua persyaratan setiap saat

Sedangkan moto perusahaan adalah :

CONSISTENT

CONSISTENT terdiri dari beberapa kata yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

a. Consumer

Our success test on satisfying consumer needs

b. Innovation

Innovation is our key to future growth

c. Staff

Reliable staff is our biggest asset

d. *Excellence*

Excellence is our way of life

e. *Teamwork*

Teamwork makes a winning team

3.3.3 Visi dan Misi ICBP

Visi ICBP

“The Leading Consumer Goods Company”

“Produsen barang-barang konsumsi yang terkemuka”

Misi ICBP

To continuously Innovate, focusing on Consumer's needs, delivering great Brands with unparalleled Performance [ICBP] Senantiasa melakukan inovasi, fokus pada kebutuhan pelanggan, menawarkan merek-merek unggulan dengan kinerja yang tidak tertandingi

To deliver quality products which are loved by consumers Menyediakan produk berkualitas yang merupakan pilihan pelanggan

To continuously improve our people, processes and technologies Senantiasa meningkatkan kompetensi karyawan, proses produksi dan teknologi kami

To contribute to the welfare of the society and environment in a sustainable manner Memberikan kontribusi bagi kesejahteraan masyarakat dan lingkungan secara berkelanjutan

To continuously improve stakeholders' value Meningkatkan stakeholders' value secara berkesinambungan

3.3.4 Core Values Indofood

Dengan disiplin sebagai falsafah hidup; Kami menjalankan usaha kami dengan menjunjung tinggi integritas; Kami menghargai seluruh pemangku kepentingan dan secara bersama-sama membangun kesatuan untuk mencapai keunggulan dan inovasi yang berkelanjutan

3.3.5 Lingkup Pekerjaan Perusahaan

a. Mi Instan

Memproduksi dan memasarkan berbagai produk mi instan antara lain *bag noodles, cup noodles*, mi telur dan bihun instan

- Pop Bihun
- Sakura
- Mie Telor Cap 3 Ayam
- Supermi
- Sarimi
- Pop Mie
- Indomie

b. Dairy

Memproduksi dan memasarkan berbagai macam produk dairy, yaitu susu kental manis, susu cair (susu ultra-high temperature, susu steril dalam botol dan susu pasteurisasi), susu bubuk, es krim dan mentega

- Gold Monas
- Tam Tam
- Espessia
- Max
- Indomilk
- Indomilk Kids
- Indomilk Biokids
- Enaak
- Orchid Butter

c. Makanan Ringan

Memproduksi dan memasarkan berbagai makanan ringan modern dan makanan ringan tradisional yang dikemas secara modern, serta produk biskuit

- Wonderland
- Trenz
- Jet-Z
- Qtela
- Chitato

d. Penyedap Makanan

Memproduksi beragam produk kuliner seperti kecap, saus sambal, saus tomat, kaldu dan bumbu instan, serta juga memproduksi dan memasarkan sirup

- Bumbu Indofood
- Kaldu Indofood
- Bumbu Racik Indofood
- Saus Sambal
- Saus Tomat
- Kecap Manis
- Kecap Asin
- Freiss

e. Nutrisi dan Makanan Khusus

Memproduksi dan memasarkan berbagai macam bubur sereal dan biskuit untuk bayi dan anak-anak, serta produk susu untuk ibu hamil dan menyusui

- SUN
- Promina



Gambar 3.2 - Logo Produk ICBP

3.2 Lokasi Pengambilan Data

Pengambilan data untuk penelitian dilakukan pada salah satu cabang divisi mi instan yaitu cabang DKI, Jalan Ancol I No 4-5, Ancol Barat, Jakarta 14430. Penelitian difokuskan pada area ruang Mixer, dimana ruang Mixer merupakan bagian hulu dari proses pembuatan mi instan

3.3 Alur Proses Produksi

a. Air Alkali

Adalah campuran garam-garam karbonat, fosfat, garam, pewarna makanan dan lain-lain yang digunakan untuk memperbaiki tekstur mi agar kenyal, tidak mudah patah, tidak mudah menyerap air, dan sebagainya. Air alkali harus homogen dengan pH yang dijaga antara 10-11, dan digunakan dalam waktu 24 jam sejak dibuat

b. Flour Feeding

Adalah alat untuk menyalurkan tepung terigu kedalam *mixer*. *Flour Feeder* selalu diawali dengan ayakan terigu untuk mencegah benda-benda asing masuk ke dalam *Mixer* dan menyebabkan konsumen mengeluhkan kualitas produk. Pada beberapa pabrik baru, digunakan mesin yang menggunakan *Sylo System*

c. Mixer

Terigu, air alkali dan tepung lainnya dicampur didalam *Mixer* selama ± 15 menit sehingga menjadi adonan yang homogen dan mudah dibentuk. Kadar air adonan dalam *Mixer* sekitar 31-34%

d. Feeder

Setelah adonan dalam *Mixer* selesai diaduk, adonan terigu ditampung didalam *Feeder* untuk kemudian disalurkan ke *Dough Sheeter*

e. Dough Sheeter

Adonan dibentuk menjadi lembaran adonan yang panjang dengan tebal 1 cm

f. Continuous Pressing Roller

Adonan yang tebalnya sekitar 1 cm dari *dough sheeter* kemudian ditipiskan melalui beberapa pasang *pressing roller* hingga menghasilkan adonan dengan tebal yang diinginkan

g. *Slitter & Wave Former*

Alat ini digunakan untuk memotong dan membentuk adonan mi instan sesuai bentuk untaian yang diinginkan. Tebal untaian turut menentukan Kadar Air dan Kadar Lemak produk, dimana untaian yang lebih tipis cenderung menghasilkan produk dengan kadar lemak yang lebih tinggi.

Ukuran *slitter* menentukan besarnya untaian mi, dimana *Slitter* ukuran 22 mempunyai untaian mi yang lebih besar dibandingkan *Slitter* ukuran 30. *Slitter* nomor 22 artinya ada 22 untai mi dalam adonan selebar 3 cm

h. *Steamer*

Untaian mi yang sudah melalui *wave former* kemudian dikukus dalam *Steamer* dengan menggunakan steam yang dihasilkan oleh *Boiler*. *Steaming time*, *steaming pressure* dan debit *steam* sangat menentukan dalam proses *steaming* untuk memastikan mi yang keluar dari *steamer* memiliki derajat Gelatinisasi yang baik.

i. *Cutter & Distributor*

Mi yang telah melalui proses *steaming* kemudian dipotong-potong dengan panjang 2 kali blok mi biasa menggunakan *rotary cutter*, kemudian dilipat oleh *Folding Adjuster*, dibawa oleh distributor kemudian dimasukkan kedalam *retainer fryer*

Berat mi sangat ditentukan oleh panjang dan tebal mi yang dihasilkan oleh *slitter* dan *cutter* dan tebal-tipis untaian yang dihasilkan oleh *roll press*. Panjang potongan diatur dengan mengubah putaran *Cutter* terhadap kecepatan linear *Steamer*

j. *Fryer*

Parameter penting dalam *fryer* adalah waktu penggorengan dan temperatur minyak goreng didalam *fryer*. Kedua parameter tersebut menentukan Kadar Air dan Kadar Lemak mi yang dihasilkan

k. *Cooling Conveyor*

Mi yang sudah digoreng kemudian ditransfer ke *cooling conveyor* untuk didinginkan dengan kipas. Semakin rendah temperatur mi yang keluar dari *Cooling Conveyor* akan semakin baik karena mengurangi kondensasi pada saat mi dikemas dan mengurangi resiko tumbuhnya organisme mikro pada mi.

l. Packaging Machine

Didalam mesin *packing*, blok mi ditambahkan bumbu, minyak bumbu dan *solid ingredient* sesuai spesifikasi produk masing-masing, kemudian dikemas menggunakan etiket. Kemasan yang digunakan sangat menentukan *shelf life* produk, semakin tebal suatu kemasan berarti semakin baik proteksi terhadap produk didalamnya walaupun harganya semakin mahal.

m. Cartoning

Setelah dikemas, mi dimasukkan kedalam karton dan disegel dengan baik. Karton luar berguna untuk melindungi produk dari kehancuran karena benturan serta hal-hal lainnya

n. Warehousing

Produk yang sudah dikemas didalam karton kemudian disimpan di Gudang dengan menggunakan metode FIFO. Di dalam gudang pun perlu diperhatikan temperatur dan kelembapan ruang simpan, serta tidak meletakkan produk berdekatan dengan produk lain yang beraroma keras seperti Obat Nyamuk, Minyak Tanah, Kamper, dll

3.4 Identifikasi Permasalahan

Pada tahap identifikasi permasalahan, dilakukan penelitian pendahuluan yang bertujuan untuk memastikan bahwa objek penelitian dapat mendukung tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini. Penelitian pendahuluan dilakukan melalui tiga bagian, yaitu survei mengenai kondisi aktual lapangan, penyebaran kuesioner keluhan pekerja terkait kondisi lingkungan, dan penyebaran kuesioner keluhan pekerja terkait kelelahan. Ketiga bagian penelitian pendahuluan didukung dengan kuesioner untuk mempermudah identifikasi permasalahan.

3.4.1 Kondisi Aktual Lapangan

Untuk mengetahui kondisi aktual lapangan, perlu dilakukan survei terkait kondisi aktual lingkungan kerja operator *mixer*. Kuesioner bagian pertama mencakup tanggal dan waktu pengambilan data, line produksi yang diamati, jenis mesin yang diamati, nilai faktor lingkungan yang diamati, dan kolom untuk keterangan khusus.

Berikut ini adalah rekapitulasi dari kuesioner pendahuluan pertama

Tabel 3.1 - Hasil Rekapitulasi Faktor Lingkungan

	LINE	Kebisingan (dB)	Getaran (m/s^2)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembapan (%)	Pencahayaan (lux)	Debu ($\mu\text{g/N.m}^3$)
Mesin Mixer	09-10	84,4	0,0492	28	62	255	0,02
	07-08	87,5	0,0125	27	49	239	0,27
	05-06	85,4	0,0206	29	51	236	0,2
	03-04	88,8	0,0202	30	50	242	0,31
	01-02	86	0,0454	30	51	227	0,27

Berdasarkan rekapitulasi dari form penelitian pendahuluan, dapat diamati bahwa kebisingan pada area mesin *mixer* sangat menonjol, dimana hampir pada setiap tempat operator, nilai kebisingan berada di atas Nilai Ambang Batas 85 dB.

3.4.2 Kuesioner Keluhan Kondisi Lingkungan

Kuesioner Keluhan Kondisi Lingkungan digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan yang benar-benar dirasakan oleh operator mesin *Mixer*. Di dalam kuesioner ini terdapat pertanyaan mengenai usia, jenis kelamin, lama kerja, dan persepsi operator mengenai lingkungan kerjanya. Berikut ini adalah hasil rekapitulasi dari kuesioner penelitian pendahuluan kedua

Tabel 3.2 - Hasil Rekapitulasi Data Responden

Responden No.	Usia	Jenis Kelamin	Lama Kerja
1	43	Laki-Laki	> 10 Tahun
2	30	Laki-Laki	> 10 Tahun
3	49	Laki-Laki	> 10 Tahun
4	49	Laki-Laki	> 10 Tahun
5	43	Laki-Laki	> 10 Tahun
6	50	Laki-Laki	> 10 Tahun
7	41	Laki-Laki	> 10 Tahun
8	43	Laki-Laki	5-10 Tahun
9	47	Laki-Laki	> 10 Tahun
10	50	Laki-Laki	< 1 Tahun
11	41	Laki-Laki	< 1 Tahun
12	46	Laki-Laki	< 1 Tahun
13	47	Laki-Laki	> 10 Tahun
14	42	Laki-Laki	> 10 Tahun
15	54	Laki-Laki	> 10 Tahun

Adapun ketentuan yang digunakan untuk kategori frekuensi kejadian pertanyaan nomor 2 adalah :

- a. Sangat tidak mengganggu : Keberadaan variabel faktor lingkungan tidak dirasakan dan sama sekali tidak mengganggu subjek
- b. Tidak mengganggu : Keberadaan variabel faktor lingkungan tidak dirasakan dan tidak mengganggu subjek
- c. Netral : Keberadaan variabel faktor lingkungan dirasakan dan tidak mengganggu subjek
- d. Mengganggu : Keberadaan variabel faktor lingkungan dirasakan dan mengganggu subjek
- e. Sangat mengganggu : Keberadaan variabel faktor lingkungan dirasakan dan sangat mengganggu subjek

Dengan menggunakan ketentuan tersebut, responden diminta untuk mengisi nilai yang dirasa sesuai dengan variabel faktor lingkungan yang dimaksud. Nilai total didapatkan dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai Total} = (n_1 \times 1) + (n_2 \times 2) + (n_3 \times 3) + (n_4 \times 4) + (n_5 \times 5) \quad (3.1)$$

Sementara kriteria untuk mereject variabel yang dianggap tidak mengganggu oleh responden didapatkan dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai Reject} < \frac{(n_1 \times 1) + (n_5 \times 5)}{2} \quad (3.2)$$

Didapatkan hasil hitung nilai reject adalah 45, oleh karena itu seluruh faktor yang memiliki nilai total dibawah 45 dianggap tidak signifikan dan tidak ikut diperhitungkan dalam pembuatan model regresi. Faktor yang tetap diperhitungkan dalam pembuatan model hanya dua variabel, yaitu variabel kebisingan dan variabel getaran.

Tabel 3.3 - Rekapitulasi Jumlah Responden yang Memilih Faktor Lingkungan terkait

	1	2	3	4	5	Nilai Total
Kebisingan	0	1	6	8	0	52
Getaran	0	3	6	6	0	48
Suhu Kering	0	6	5	4	0	43
Kelembapan	0	6	6	3	0	42
Pencahayaan	1	12	2	0	0	31
Partikel Debu	1	7	6	1	0	37
						253

3.4.3 Kuesioner Alat Ukur Perasaan Kelelahan Kerja

Kuesioner bagian ketiga diadaptasi dari daftar gejala-gejala dan perasaan kelelahan yang dibuat oleh Dr. Suma'mur P.K, 1988. Digunakan 17 poin pendeteksi kelelahan yang diubah menjadi pertanyaan dengan 3 kategori jawaban. Kategori frekuensi kejadian pertanyaan kuesioner ini adalah :

- a. Ya : Subjek merasa setuju dengan pernyataan yang diberikan
- b. Tidak : Subjek merasa tidak setuju dengan pernyataan yang diberikan
- c. Biasa saja : Subjek tidak merasakan apapun terkait pernyataan yang diberikan

Berikut ini adalah rekapitulasi dari kuesioner penelitian pendahuluan ketiga

Tabel 3.4 - Rekapitulasi Hasil Kuesioner Alat Ukur Kelelahan Kerja

REKAPITULASI			
No	Ya	Tidak	Biasa Saja
1	6	7	0
2	9	3	1
3	7	1	5
4	3	10	0
5	0	12	1
6	6	4	3
7	2	9	2
8	0	13	0
9	1	11	1
10	0	12	1
11	8	5	0
12	7	5	1
13	1	11	1
14	2	0	0
15	4	9	0
16	4	7	2
17	6	5	2

3.5 Instrumen Pengumpulan Data Paparan Getaran, Paparan Kebisingan dan Waktu Reaksi

Pengukuran paparan getaran dilakukan dengan cara menempelkan *accelerometer* pada lokasi dimana operator berpijak, dengan lama pengambilan data minimal 10 menit. Penelitian ini sendiri menggunakan lama pengambilan data minimal 20 menit untuk memastikan data yang diambil memiliki *range* yang lebih luas karena satu proses kerja dalam ruang operator *mixer* biasanya memakan waktu 12,5 menit dengan waktu jeda antar operasi ± 5 menit. Instrumen pengukuran yang digunakan pada penelitian ini adalah *Larson Davis Human Vibration Meter 100 (HVM 100)*.



Gambar 3.3 - Larson Davis Human Vibration Meter 100

Pengukuran paparan kebisingan dilakukan dengan menggunakan instrumen pengukur kebisingan *Larson Davis Dosimeter Spark 706C*. Ukuran alat yang relatif lebih kecil apabila dibandingkan dengan *sound level meter* sehingga lebih mudah dibawa, selain itu larson davis dosimeter lebih cocok untuk pengambilan data dimana subjeknya berpindah-pindah tempat, karena penangkap suara dapat diposisikan dekat dengan telinga subjek. Sebelum dilakukan pengambilan data

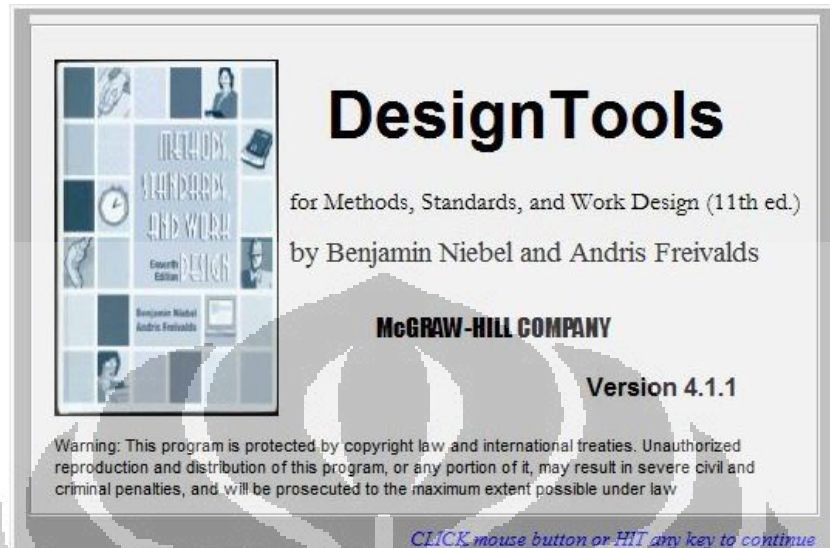
kebisingan, Dosimeter dikalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan kalibrator yang sudah termasuk dalam paket peralatan *Larson Davis Dosimeter*.



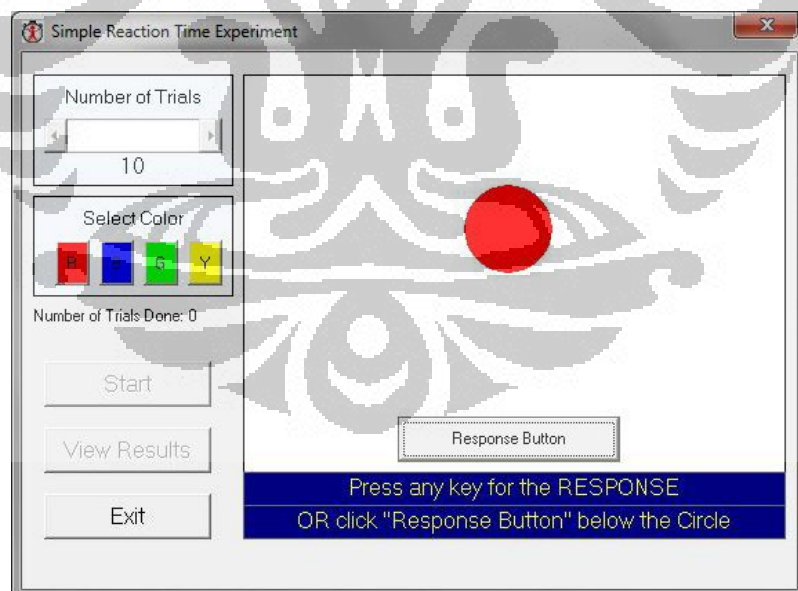
Gambar 3.4 - Larson Davis Dosimeter Spark 706C

Pengukuran waktu reaksi subjek dilakukan dengan menggunakan *software Design Tools*, pada menu *Simple Reaction Time*. Penggunaan software ini dilakukan karena pekerjaan yang dilakukan oleh operator mesin mixer adalah mengendalikan mesin melalui panel kontrol, dengan beberapa tombol yang mengatur seluruh operasi mesin mixer. Pada menu *Simple Reaction Time*, operator diharapkan dapat menekan tombol respon secepat mungkin setelah melihat stimulus visual, yang serupa dengan dimana dalam menggunakan panel kontrol pun

Pengujian waktu reaksi menggunakan stimulan berwarna merah dengan 10 kali replikasi dengan ekspektasi untuk mendapatkan hasil yang terdistribusi dengan normal.



Gambar 3.5 - Menu Design Tools

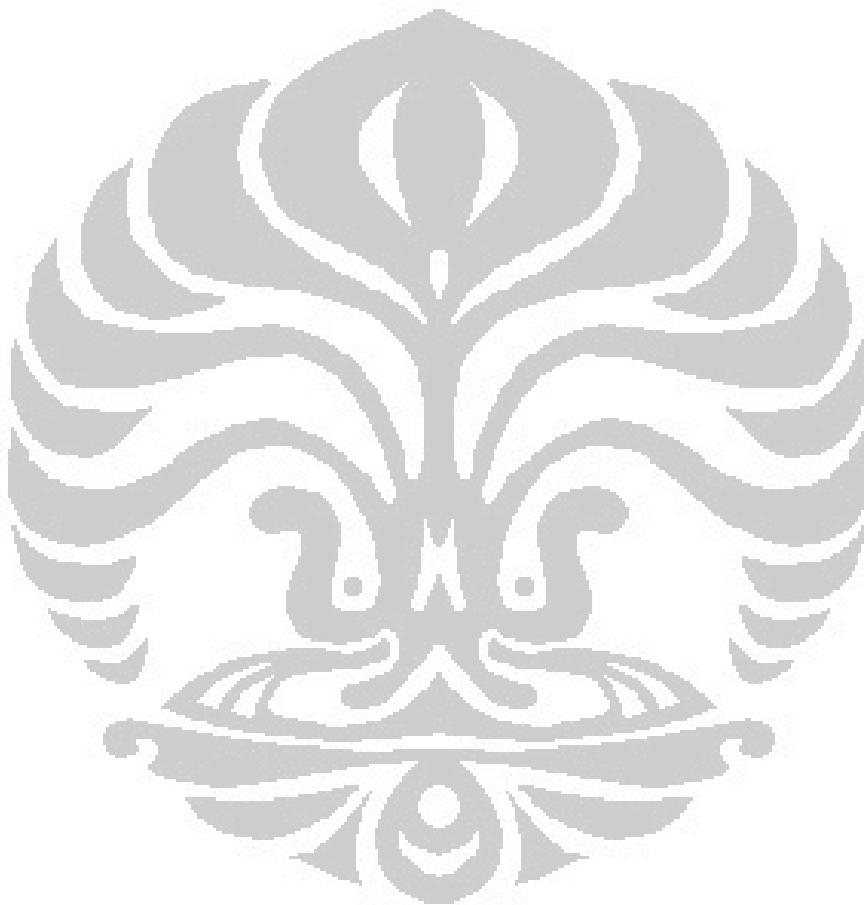


Gambar 3.6 - Tampilan Uji Waktu Reaksi

3.6 Pengambilan Data

3.6.1 Data Paparan Kebisingan, Getaran dan Waktu Reaksi

Pengambilan data dilakukan dengan cara pengukuran kebisingan dan getaran terlebih dahulu selama 20 menit, kemudian pengukuran waktu reaksi operator yang berada di lokasi terpajan kebisingan dan getaran tersebut. Data hasil pengamatan dapat dilihat dalam tabel 3.5



Tabel 3.5 - Data Waktu Reaksi, Getaran dan Kebisingan

Nomor Data	Waktu Reaksi	Getaran	Kebisingan
1	0,239586	0,0467	86,8
2	1,428471	0,1336	90
3	0,102921	0,0158	84,6
4	0,259935	0,0502	86,9
5	0,351839	0,0582	87,3
6	0,301758	0,0583	87,6
7	0,210298	0,0439	86,7
8	0,793851	0,1235	89,6
9	0,202049	0,0419	86,5
10	0,270183	0,0586	87,8
11	0,193875	0,0368	86,2
12	0,119248	0,0181	84,9
13	0,320496	0,0668	87,9
14	0,310597	0,0661	87,9
15	0,392857	0,0558	87
16	1,198274	0,1334	89,9
17	0,198837	0,0338	86,1
18	0,171002	0,0198	84,9
19	0,159028	0,0100	84,2
20	0,280398	0,0570	87,3
21	0,602918	0,1020	89,3
22	0,390294	0,0643	87,9
23	0,199825	0,0253	85,2
24	0,172934	0,0249	85,1
25	0,512937	0,0943	89,1
26	0,182374	0,0323	86
27	0,149283	0,0283	85,4
28	0,238172	0,0275	85,2
29	0,481928	0,0914	88,3
30	0,273856	0,0402	86,5

BAB 4

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

Pada bab ini dijelaskan mengenai cara pengolahan data yang dilakukan dan analisis pengolahan data yang didapatkan. Secara garis besar, yang dilakukan dalam pengolahan data, yaitu pembuatan model regresi dari variabel independen dan variabel dependen. Hasil dari pengolahan data tersebut selanjutnya akan dianalisis.

4.1 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis variabel yakni variabel dependen (Y), dan variabel independen (X). Variabel yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Y : Waktu reaksi
- X1 : Getaran (m/s^2)
- X2 : Kebisingan (dB)

4.2 Pengolahan Data

Didalam melakukan pengolahan data, ada dua tahapan yang akan dilakukan, yakni pembuatan model regresi dan pengujian asumsi regresi. Analisis akan dilakukan setelah kedua tahapan tersebut terpenuhi.

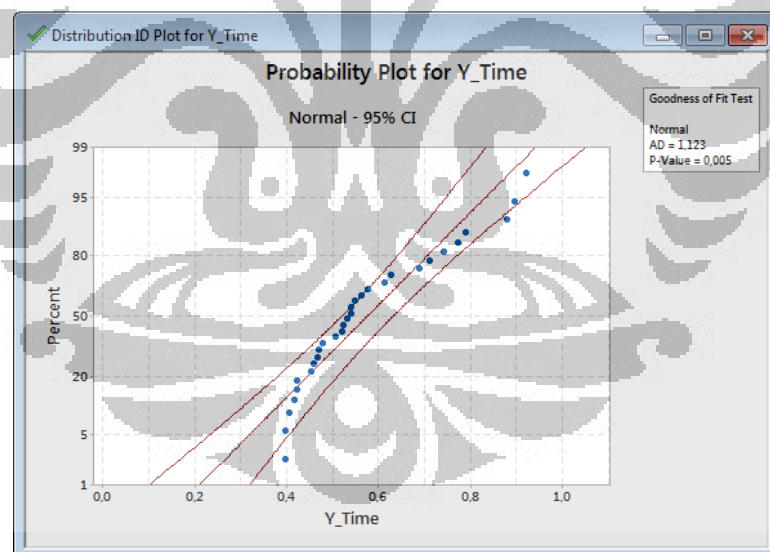
Pengolahan data dan pembuatan model dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak statistik Minitab 17. Tahapan pembuatan model regresi dibagi menjadi 2 tahap, yaitu pengujian data dan pembuatan model regresi. Dari model regresi yang didapatkan, kemudian dilakukan pengujian asumsi regresi.

4.2.1 Pengujian Kenormalan Data

Untuk dapat memenuhi syarat perhitungan statistik, seluruh data harus diuji kenormalannya terlebih dahulu. Pengujian normalitas data dapat dilakukan dengan cara berikut ini :

- Memasukkan data yang diinginkan kedalam kolom dan baris yang tersedia
- Memilih menu *Stat – Quality Tools – Individual Distribution Identification*
- Memasukkan variabel Y_Time pada bagian single column
- Memasukkan nilai 1 pada bagian subgroup size
- Memilih distribusi normal dan mengabaikan distribusi lainnya
- Klik OK

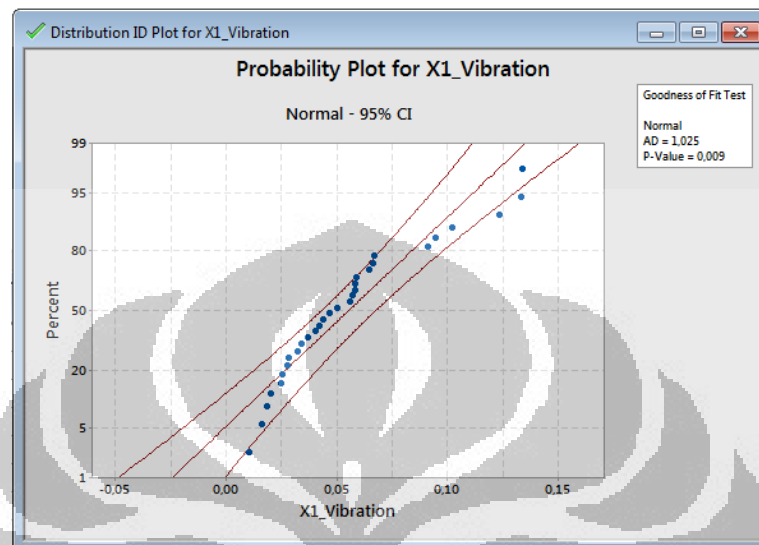
Output dari uji normalitas tersebut dapat dilihat dalam diagram berikut



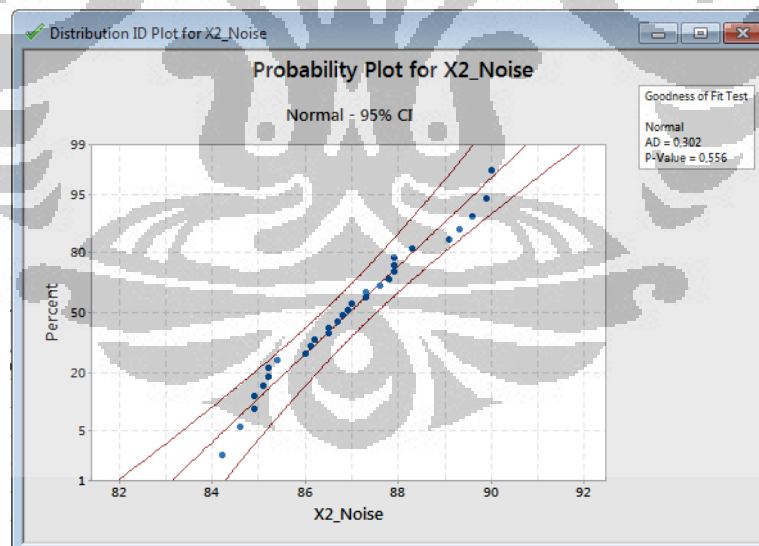
Gambar 4.1 - Probability Plot Variabel Waktu Reaksi

Dapat dilihat dari hasil uji normalitas bahwa nilai P-valuenya sangat kecil dan berada jauh dibawah 0,05, yang dapat diartikan sebagai ketidaknormalan data waktu reaksi.

Pengujian normalitas untuk variabel getaran dan kebisingan mengikuti langkah-langkah yang sama seperti pengujian normalitas variabel waktu reaksi. Dari pengujian tersebut, dihasilkan diagram normalitas sebagai berikut.



Gambar 4.2 - Probability Plot Variabel Getaran



Gambar 4.3- Probability Plot Variabel Kebisingan

Sebaran data getaran diketahui tidak normal dengan nilai P-Value yang jauh lebih kecil dari 0,05, sementara data kebisingan sudah memenuhi asumsi normalitas dengan nilai P-Value diatas 0,05. Untuk menormalkan data, dapat

digunakan normalisasi data dengan transformasi Box Cox. Ketentuan rumus transformasi tersebut adalah sebagai berikut.

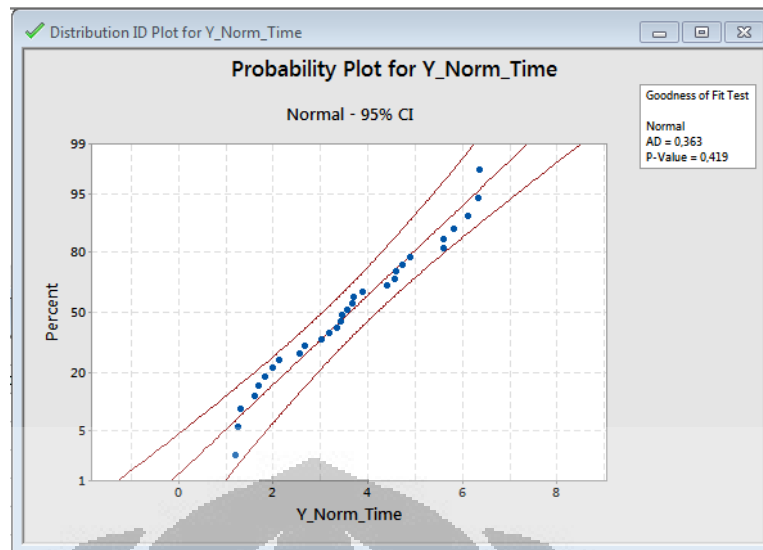
Tabel 4.1 - Syarat Transformasi Box Cox

Rounded Value	Rumus Transformasi
$\lambda = 2$	$(X1)**2$
$\lambda = 0,5$	$SQRT(X1)$
$\lambda = 0$	$LN(X1)$
$\lambda = -0,5$	$1/SQRT(X1)$
$\lambda = -1$	$1/(X1)$

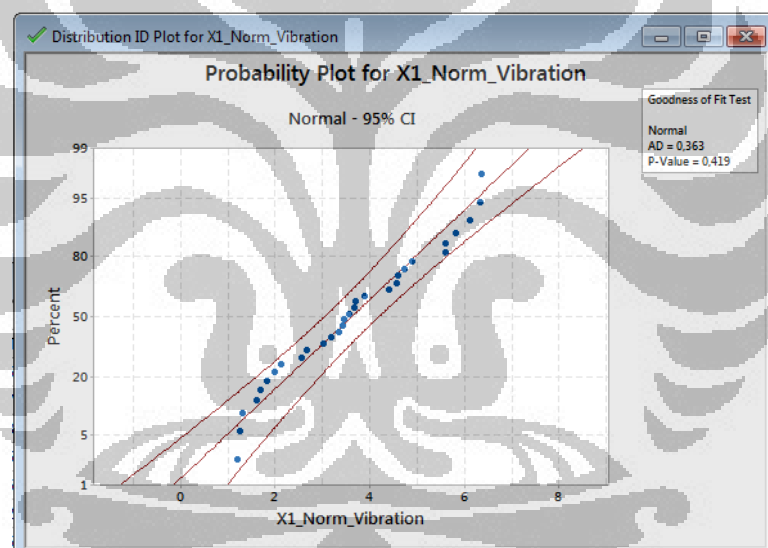
Software Minitab 17 dapat menghasilkan data yang telah dinormalisasi dengan menggunakan transformasi Box Cox, dengan tahapan sebagai berikut :

- Memilih menu *Stat – Control Charts – Box Cox Transformation*
- Memasukkan variabel Y_Time pada bagian response
- Memasukkan nilai 1 pada bagian subgroup size
- Klik Option
- Pada bagian ‘Store Transformation Data in’, ketik kolom C5 agar data yang telah ditransformasi dapat langsung tersimpan dalam kolom tersebut
- Klik OK

Minitab 17 akan menghasilkan set data yang telah melalui transformasi box cox dan menyimpannya ke dalam kolom C5. Tahapan yang sama dilakukan untuk variabel getaran yang diketahui tidak normal, hingga datanya memenuhi uji normalitas. Tampilan grafik data setelah ditransformasi adalah sebagai beriku



Gambar 4.4 - Probability Plot untuk Waktu Reaksi yang Telah Dinormalisasi



Gambar 4.5 - Probability Plot untuk Data Getaran yang Telah Dinormalisasi

4.2.2 Pembuatan Model Regresi

Pembuatan model regresi dalam Minitab 17 dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- Memilih menu *Stat – Regression – Regression – Fit Regression Model*
- Memasukkan variabel Waktu Reaksi yang telah dinormalkan kedalam kolom Responses

- Memasukkan variabel Getaran yang telah dinormalkan kedalam kolom Continuous Predictors
- Klik pilihan Storage
- Klik *Residual*
- Klik OK

Maka minitab 17 akan menghasilkan persamaan regresi sebagai berikut

Regression Equation

$$Y_Norm_Time = 43,0 - 1,210 X1_Norm_Vibration - 0,495 X2_Noise$$

4.2.3 Pengujian Asumsi Regresi

Sebelum sebuah persamaan regresi dinyatakan sebagai benar, ada beberapa uji asumsi yang harus dipenuhi untuk memvalidasi persamaan tersebut. Uji asumsi yang dimaksud adalah uji linearitas, uji multikolinearitas, dan uji homoskedastisitas.

a. Uji Linearitas

Linearitas data getaran dan kebisingan dapat dilihat dari nilai P-Value dalam perhitungan ANOVA

Tabel 4.2 - Hasil Uji Linearitas Kedua Variabel

Regression Analysis: Y_Norm_Time versus X1_Norm_Vibration; X2_Noise						
Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
Regression	2	72,5682	36,2841	413,82	0,000	
X1_Norm_Vibration	1	0,6988	0,6988	7,97	0,009	
X2_Noise	1	0,7481	0,7481	8,53	0,007	
Error	27	2,3674	0,0877			
Total	29	74,9356				

Nilai P-Value dari kedua variabel berada dibawah 0,05, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data getaran dan data kebisingan linear terhadap data waktu reaksi

b. Uji Multikolinearitas

Tabel 4.3 - Hasil Uji Multikolinearitas Kedua Variabel

Coefficients					
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	43,0	16,0	2,68	0,012	
X1_Norm_Vibration	-1,210	0,429	-2,82	0,009	25,34
X2_Noise	-0,495	0,170	-2,92	0,007	25,34

Multikolerasi antar variabel dilihat berdasarkan nilai VIF atau *Variance Inflation Factor*. Nilai VIF yang optimal pada umumnya lebih kecil dari 5, dimana nilai VIF yang lebih besar dari 5 mengindikasikan bahwa antar variabel independen terjadi linearitas yang seharusnya tidak diperbolehkan dalam regresi linear berganda. Akan tetapi, kedua variabel independen memang diketahui saling memiliki hubungan satu sama lain, dimana getaran memang mempengaruhi kebisingan secara langsung sehingga antar variabel dapat dipastikan akan memiliki linearitas.

c. Uji Autokorelasi

Tabel 4.4 - Nilai Durbin Watson

Durbin-Watson Statistic
Durbin-Watson Statistic = 1,65195

Uji Autokorelasi dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya korelasi antara residual pada satu pengamatan dengan pengamatan lain pada model regresi. Prasyarat yang harus terpenuhi adalah tidak adanya autokorelasi dalam model regresi. Metode pengujian yang sering digunakan adalah dengan uji Durbin-Watson (uji DW) dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Jika d lebih kecil dari d_L atau lebih besar dari $(4-d_L)$ maka hipotesis nol ditolak, yang berarti terdapat autokorelasi.
2. Jika d terletak antara d_U dan $(4-d_U)$, maka hipotesis nol diterima, yang berarti tidak ada autokorelasi.

3. Jika d terletak antara dL dan dU atau diantara $(4-dU)$ dan $(4-dL)$, maka tidak menghasilkan kesimpulan yang pasti.

Nilai d_U dan d_L dapat diperoleh dari tabel statistik Durbin Watson yang bergantung banyaknya observasi dan banyaknya variabel yang menjelaskan.

Pada tabel Durbin Watson, karena penelitian menggunakan 3 buah variabel dengan 2 buah variabel independen, maka nilai d_U adalah 1,567 dengan nilai $(4-d_U)$ adalah 2,433. Dengan nilai perhitungan statistik Durbin Watson yang bernilai 1,65195, maka dapat disimpulkan bahwa persamaan tersebut memenuhi asumsi uji Autokorelasi.

4.3 Analisis Hasil

4.3.1 Analisis Model Keseluruhan

Model regresi berganda yang terbentuk untuk merepresentasikan hubungan antara getaran dan kebisingan terhadap kelelahan operator adalah sebagai berikut.

$$\frac{1}{Y} = 43,0 - 1,210 \ln X_1 - 0,495 X_2 \quad (4.1)$$

Dimana Y melambangkan waktu reaksi subjek terhadap stimulus yang diberikan, X_1 melambangkan getaran yang terdapat pada area kerja subjek, dan X_2 melambangkan kebisingan.

Tabel 4.5 - Nilai Adjusted R-Square

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,296109	96,84%	96,61%	94,96%

Dari hasil pengolahan data diperoleh nilai *adjusted R square* sebesar 0,966, yang berarti variabel-variabel independen yang terdiri dari konstanta, getaran, dan kebisingan mampu menjelaskan variabel dependen waktu reaksi sebesar 96,6%. Pada model regresi yang terbentuk juga ditunjukkan bahwa semua variabel independen secara serentak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Dari pengujian asumsi model disimpulkan bahwa model matematika waktu reaksi

yang terbentuk telah memenuhi asumsi residual berdistribusi normal, tidak terdapat masalah multikolinearitas, dan varians model telah berada di dalam homoskedastisitas. Oleh karena itu semua asumsi dari pengujian asumsi model telah terpenuhi dan model matematika waktu reaksi telah menggambarkan bagaimana kondisi sebenarnya.

4.3.2 Analisis Masing-Masing Variabel Independen

Selanjutnya penulis melakukan analisis terhadap masing-masing variabel independen untuk mengetahui lebih detil bagaimana pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen waktu reaksi.

a. Getaran

Dalam model matematika waktu reaksi menunjukkan bahwa variabel independen getaran memiliki hubungan positif di dalam kaitannya dengan besarnya waktu reaksi. Semakin besar nilai getaran, maka akan semakin besar nilai waktu reaksi, begitu juga sebaliknya.

b. Kebisingan

Dalam model matematika waktu reaksi menunjukkan bahwa variabel independen kebisingan memiliki hubungan positif di dalam kaitannya dengan besarnya waktu reaksi. Semakin besar nilai kebisingan, maka akan semakin besar nilai waktu reaksi, begitu juga sebaliknya.

Dengan keberadaan getaran dan kebisingan yang menjadi variabel independen penyusun model matematika waktu reaksi mengindikasikan bahwa getaran dan kebisingan memiliki pengaruh lebih terhadap waktu reaksi daripada faktor lainnya. Berdasarkan literatur yang ditemukan oleh penulis, terdapat pernyataan yang mendukung hasil penelitian penulis yang menyatakan bahwa getaran dan kebisingan memiliki pengaruh terhadap waktu reaksi.

Trimmel dan Poelzl (2006) menemukan bahwa kebisingan memperlambat waktu reaksi. Hsies et al (2007) menemukan bahwa getaran yang disimulasikan pada sebuah monitor komputer meningkatkan waktu reaksi terhadap stimuli yang diperlihatkan pada monitor, memperbesar tingkat kesalahan, dan menyebabkan

kelelahan visual. Oleh karena itu, variabel independen getaran dan kebisingan dapat dinyatakan telah sesuai oleh literatur yang ditemukan oleh penulis.

4.3.3 Analisis Hasil Model Regresi terhadap Hasil Pengukuran Simple Reaction Time

Pada pengumpulan data sebelumnya, penulis telah mengumpulkan waktu reaksi yang menjadi responden pada penelitian ini. Pada bagian ini penulis melakukan validasi dengan membandingkan bagaimana waktu reaksi dari responden penelitian ini yang diukur secara langsung dengan menggunakan software Simple Reaction Time dan yang dihitung dengan model matematika waktu reaksi. Berikut ini adalah tabel yang berisi perbandingan waktu reaksi yang diperoleh dengan pengukuran dan perhitungan.

Tabel 4.6 - Perbandingan Nilai Waktu Reaksi Perhitungan Rumus dan Pengukuran

Waktu reaksi dengan perhitungan	Waktu reaksi dengan pengukuran
0,267276	0,239586
1,129259	1,428471
0,162819	0,102921
0,277431	0,259935
0,309829	0,351839
0,324991	0,301758
0,258681	0,210298
0,848369	0,793851
0,248683	0,202049
0,336497	0,270183
0,231121	0,193875
0,171561	0,119248
0,361818	0,320496
0,360157	0,310597
0,291797	0,392857
1,068322	1,198274

Waktu reaksi dengan perhitungan	Waktu reaksi dengan pengukuran
0,223258	0,198837
0,174819	0,171002
0,145069	0,159028
0,307428	0,280398
0,641574	0,602918
0,355875	0,390294
0,189569	0,199825
0,187129	0,172934
0,570567	0,512937
0,218171	0,182374
0,198392	0,149283
0,193266	0,238172
0,457365	0,481928
0,245622	0,273856

Dari tabel perbandingan waktu reaksi di antara perhitungan dan pengukuran di atas, penulis menghitung koefisien korelasi di antara hasil kedua cara memperoleh waktu reaksi. Setelah perhitungan, penulis mendapatkan koefisien korelasi sebesar 0,971825. Hal ini berarti bahwa waktu reaksi yang dihasilkan dari perhitungan dan pengukuran berhubungan sebesar 97,1825%. Koefisien korelasi adalah salah satu indikator untuk menunjukkan validitas suatu hasil penelitian, dengan membandingkan hasil dari model konseptual dengan hasil dari pengukuran secara langsung. Dengan nilai koefisien korelasi yang mendekati 1, maka dapat dikatakan model matematika waktu reaksi adalah valid. Oleh karena model matematika waktu reaksi ini telah valid, maka tujuan dari penelitian ini pun dapat dinyatakan telah tercapai.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dalam area kerja operator Mixer, adanya kebisingan dan getaran yang ditimbulkan oleh mesin Mixer tidak dapat dihindari. Meskipun telah ditetapkan besaran standar nilai ambang batas kebisingan dan getaran oleh Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi, terkadang tidak dapat dielakkan bahwa nilai Kebisingan atau Getaran yang terjadi di lapangan melebihi batas standarnya. Faktor-faktor lingkungan ini tentunya memiliki dampak terhadap subjek yang terpajan secara langsung, seperti gangguan terhadap memori dan konsentrasi kerja, gangguan pendengaran, menurunnya keawasan, dan kelelahan,

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perkiraan besaran waktu reaksi yang akan muncul dengan tingkat kebisingan dan getaran yang diketahui. Waktu reaksi digunakan sebagai parameter kelelahan, dimana subjek dianggap semakin lelah apabila waktu reaksinya semakin panjang. Waktu reaksi juga memiliki kaitan terhadap kebisingan dan getaran secara langsung, sehingga dilakukan penelitian mengenai keterkaitan antara kelelahan, kebisingan dan getaran.

Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner, variabel yang dianggap mengganggu oleh operator ruang Mixer adalah kebisingan dan getaran yang keduanya berasal dari mesin Mixer. Kedua variabel tersebut digunakan untuk menghasilkan persamaan regresi. Adapun model persamaan regresi yang didapat adalah sebagai berikut.

$$\frac{1}{Y} = 43,0 - 1,210 \ln X1 - 0,495 X2$$

Dimana Y melambangkan waktu reaksi subjek terhadap stimulus yang diberikan (s), X1 melambangkan getaran yang terdapat pada area kerja subjek (m/s^2), dan X2 melambangkan kebisingan (dB).

Dari hasil pengolahan data, didapatkan nilai *adjusted R square* sebesar 96,6% yang dapat diartikan sebagai variabel independen yang terdiri dari konstanta, getaran, dan kebisingan mampu menjelaskan sebagian besar variabel dependen waktu reaksi sebagai parameter kelelahan operator, dan 3,4% kelelahan disebabkan oleh faktor lain seperti usia dan penyakit. Selain itu persamaan ini telah memenuhi semua asumsi pengujian persamaan regresi, sehingga dapat dikatakan bahwa persamaan ini dapat menggambarkan kondisi sebenarnya.

Untuk mengetahui kebenaran hasil perhitungan rumus regresi yang dihasilkan, nilai hitung waktu reaksi berdasarkan persamaan dan nilai hasil pengukuran waktu reaksi responden dibandingkan dan dihitung koefisien korelasinya. Dengan koefisien korelasi sebesar 97,18%, dapat disimpulkan bahwa keluaran dari persamaan yang dihasilkan tidak berbeda jauh dengan nilai pengukuran langsung .

5.2 Saran

Ada sejumlah saran yang dapat diberikan oleh penulis terkait penelitian ke depan, agar kekurangan dalam penelitian ini dapat dilengkapi di kemudian hari. Saran dari penulis adalah :

1. Menyertakan variabel independen yang diperkirakan dapat berpengaruh terhadap kelelahan selain kebisingan dan getaran seperti usia, penyakit, dan lain-lain untuk melengkapi persamaan yang telah dibuat
2. Menggunakan stimulus berbentuk suara terhadap responden, sebab stimulus dalam bentuk suara diketahui memiliki waktu reaksi yang lebih cepat
3. Mencari subjek penelitian dalam kelompok yang berbeda dengan kelompok responden yang dilakukan saat ini : responden wanita, atau kelompok umur yang lebih muda. Perbedaan responden tentunya akan membuat persamaan yang dihasilkan menjadi berbeda pula

Selain itu penulis juga ingin memberikan saran kepada perusahaan terkait dengan penelitian yang telah penulis lakukan. Saran-saran tersebut antara lain adalah :

1. Melengkapi pekerja operator ruang Mixer dengan atau *headphone* untuk mengurangi dampak kebisingan, sebab nilai kebisingan yang didapat ternyata cukup tinggi
2. Mencari sumber kebisingan dan getaran yang paling tinggi seperti gear box atau motor mesin, kemudian melakukan penggantian terhadap bagian terkait, atau melakukan perawatan sehingga dapat mengurangi bunyi dan getaran yang ditimbulkan

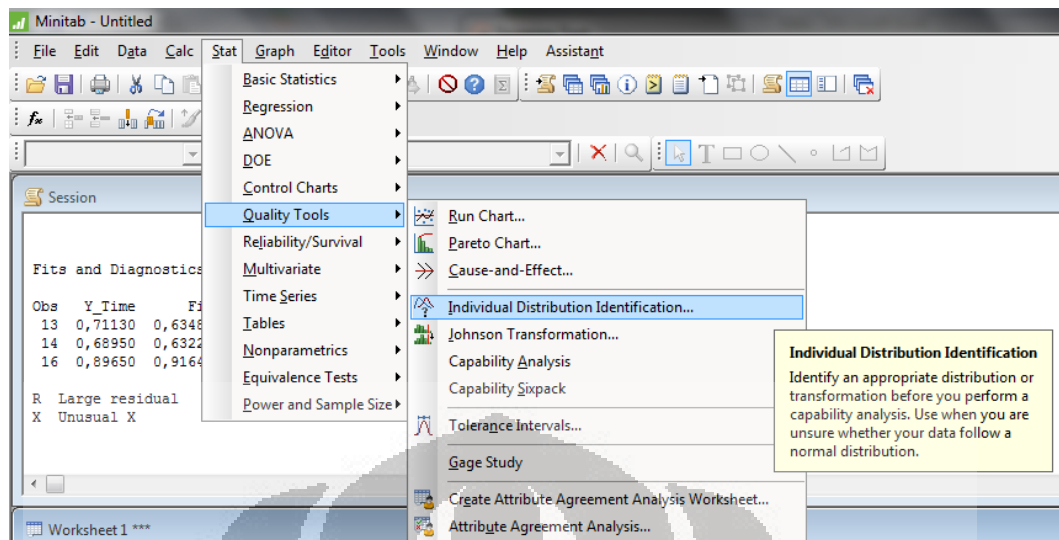


DAFTAR PUSTAKA

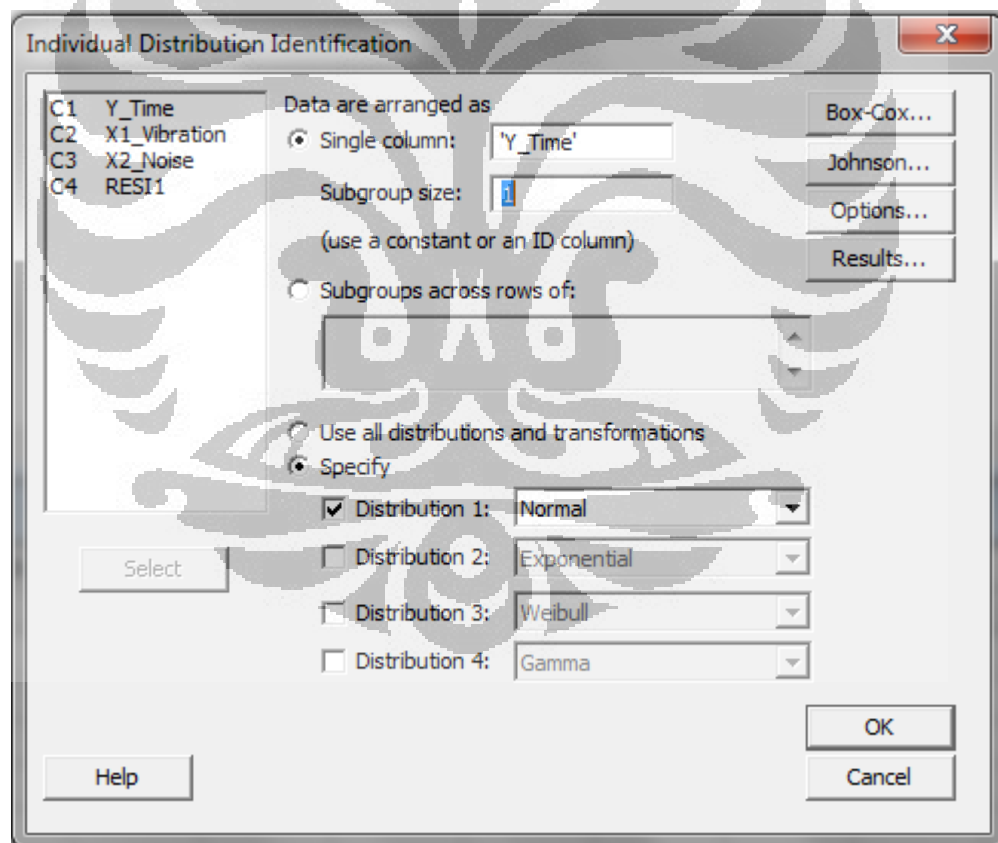
- Chao, Pao Chiang, et. al. 2013. Combined Effects of Noise, Vibration and Low Temperature on The Physiological Parameters of Labor Employees. *Kaohsiun Journal of Medical Sciences* 29; 560-567: Elsevier
- Departemen Kesehatan RI. (n.d.) *Ergonomi*. Diambil 23 April 2014 dari www.depkes.go.id/downloads/Ergonomi.PDF
- Evans, Michael (n.d.). *Minitab Manual for David Moore and George McCabe's Introduction To The Practice of Statistics*.
- Government of South Australia (2008). *Noise in The Workplace*. Australia, Author.
- Hagler, Louis MD. (n.d.) *Summary of Adverse Health Effects of Noise Pollution*. Diambil 18 Maret 2014 dari <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>
- Kampa, Marilena and E. Castanas. 2008. Human Health Effects of Air Pollution. *Environmental Pollution* 151; 362-367: Elsevier
- Kosinski, Bob and Cummings, John. (1999) *The Scientific Method : An Introduction Using Reaction Time*. Association for Biology Laboratory Education 20; 63-84. W.H. Freeman and Company.
- Mansfield, Neil J (2005). *Human Response to Vibration*. Boca Raton : CRC Press
- Meyer, David E, et. al. 1988. Modern Mental Chronometry. *Biological Psychology* 26; 3-67: North Holland
- Osborne, Jason W. (2010). *Improving Your Data Transformations : Applying the Box-Cox Transformation*. *Practical Assesment, Research and Evaluation* 15; 12. Osborne.
- Parsons, K.C. (1995). *Ergonomics of The Physical Environment*. *Applied Ergonomics* 26; 281-292: Elsevier
- Parsons, K.C. 2000. Environmental Ergonomics : A Review of Principles, Methods, and Models. *Applied Ergonomics* 31; 581-594: Elsevier

- Paschold, Helmut W. (2008) *Whole Body Vibration – Occupational Hazard*. Professional Safety
- PC Environmental Ltd. (n.d). *Larson Davis Model HVM 100 Human Vibration Meter Quick Start Guide*. Southampton: Author.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 13 Tahun 2011. Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja. 1 November 2011. Jakarta
- Stanton Neville, et.al. 2005. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. United States of America : CRC Press
- Suma'mur P.K. 1988. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta : PT. Saksama
- Winarwoko, Danu (2010). *Pengaruh Intensitas Kebisingan Terhadap Kelelahan Kerja di UD Wreksa Rahayu Boyolali*. Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret Surakarta

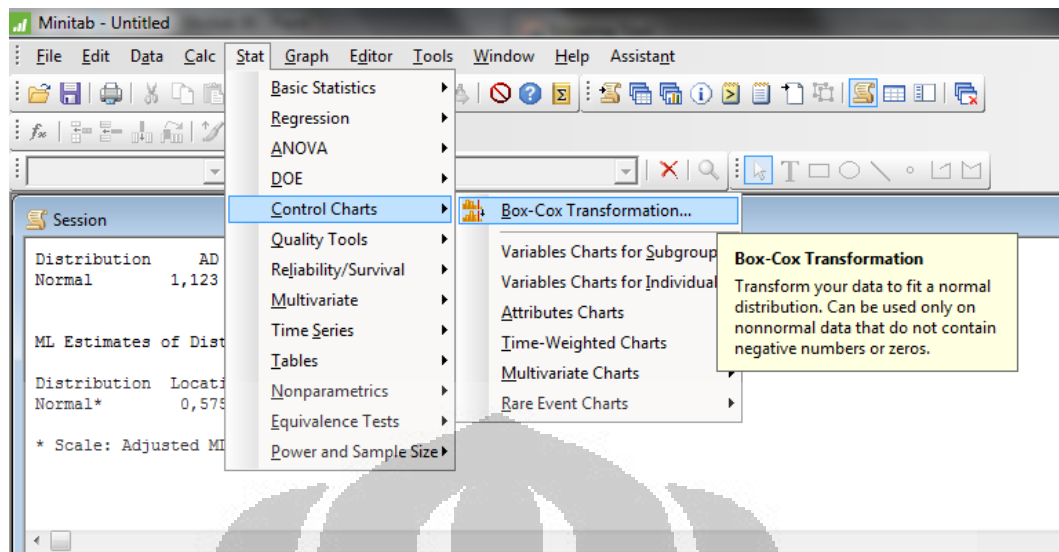
Lampiran 1- Tampilan Menu Uji Normalitas dalam Minitab



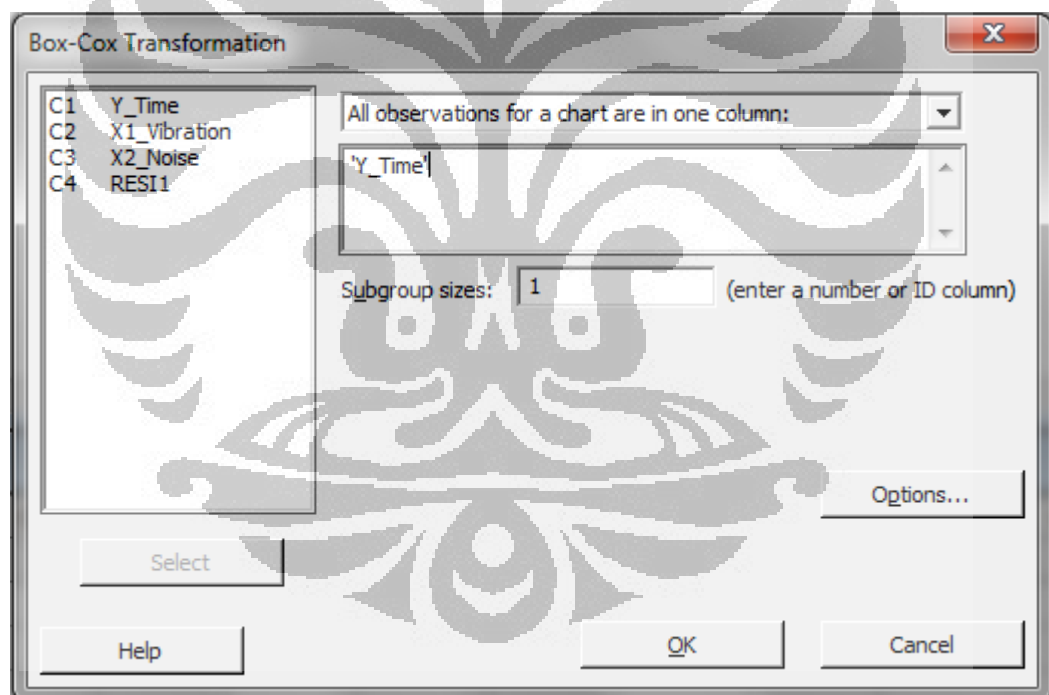
Lampiran 2 - Tampilan Menu untuk Uji Normalitas



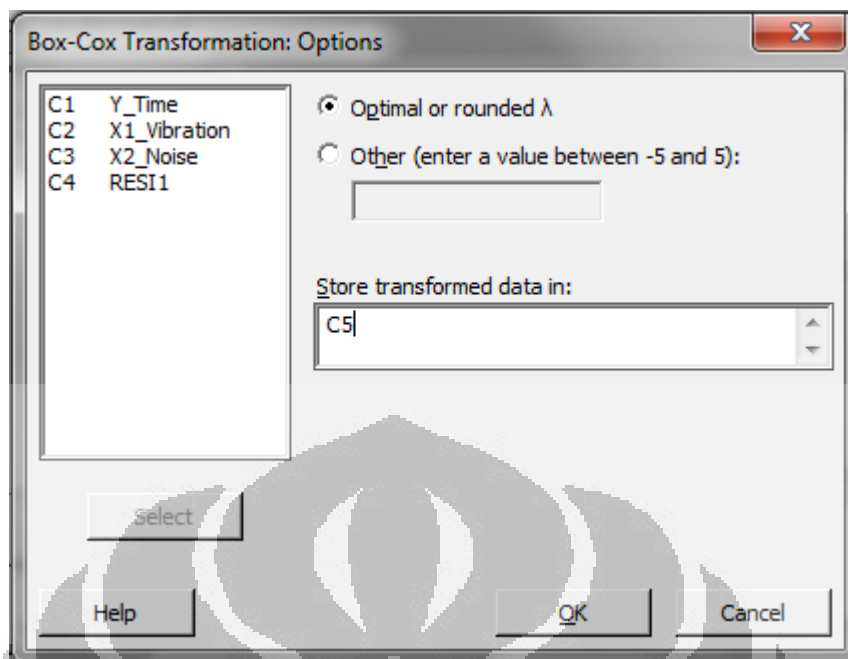
Lampiran 3 - Tampilan Menu untuk Transformasi Box Cox



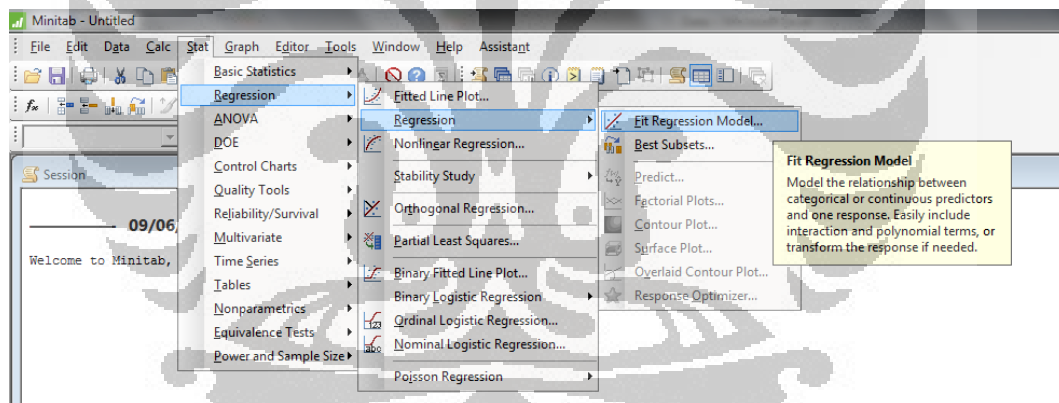
Lampiran 4 - Tampilan Menu Untuk Transformasi Box Cox



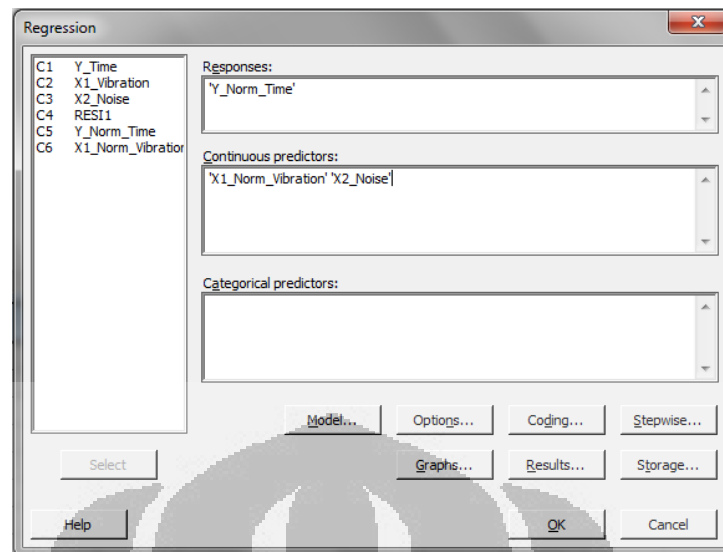
Lampiran 5 - Tampilan Menu Transformasi Box Cox



Lampiran 6 - Tampilan Menu Pembuatan Model Regresi



Lampiran 7 - Tampilan Menu Pembuatan Model Regresi



Lampiran 8 - Tampilan Menu Pembuatan Model Regresi

