

LAPORAN TUGAS AKHIR
USULAN RANCANGAN PERBAIKAN RUANG PRODUKSI
SARUNG TENUN UNTUK MENGURANGI KEBISINGAN DAN
TEMPERATUR UDARA DENGAN PENDEKATAN
HIERARCHY OF CONTROLS

(STUDI KASUS: DEPARTEMEN *WEAVING* PT. SUKOREJO INDAH
TEXTILE)

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR SARJANA STRATA SATU (S1) PADA PROGRAM
STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG



DISUSUN OLEH :
SHEMA SEPTYANA
NIM 31601700080

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG

2022

FINAL PROJECT

***Design of Woven Sheath Production Room Improvement to Reduce
Noise and Room Temperature with Hierarchy of Control Approach***

(Case Study: Department Weaving of PT. Sukorejo Indah Textile)

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1) at
Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Universitas Islam Sultan Agung*



**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2022

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**USULAN RANCANGAN PERBAIKAN RUANG PRODUKSI SARUNG TENUN UNTUK MENGURANGI KEBISINGAN DAN TEMPERATUR UDARA DENGAN PENDEKATAN HIERARCHY OF CONTROLS (STUDI KASUS: DEPARTEMEN WEAVING PT. SUKOREJO INDAH TEXTILE)**” ini disusun oleh :

Nama : Shema Septyana

NIM : 31601700080

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari

Tanggal

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Irwan Sukendar, ST, MT, IPM, ASEAN, Eng

Bray Deva Bernadhi, ST, MT

NIDN. 00-1001-7601

NIDN. 06-3012-8601

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Nuzulia Khoiriyah, ST., MT

NIK. 210-603-029

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**USULAN RANCANGAN PERBAIKAN RUANG PRODUKSI SARUNG TENUN UNTUK MENGURANGI KEBISINGAN DAN TEMPERATUR UDARA DENGAN PENDEKATAN *HIERARCHY OF CONTROLS* (STUDI KASUS: DEPARTEMEN WEAVING PT. SUKOREJO INDAH TEXTILE)**” ini disusun oleh :

Nama : Shema Septyana

NIM : 31601700080

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari :

Tanggal :

Anggota I

Nuzulia Khoirivah., ST., MT

NIDN. 06-2405-7901

Anggota II

Rieska Ernawati., ST., MT

NIDN. 06-0809-9201

Mengetahui,

Ketua Penguji

Dr. Ir. Novi Marlvana, ST., MT. IPU. ASEAN Eng

NIDN. 00-1511-7061

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shema Septyana

NIM : 31601700080

Judul Tugas Akhir : **USULAN RANCANGAN PERBAIKAN RUANG PRODUKSI SARUNG TENUN UNTUK MENGURANGI KEBISINGAN DAN TEMPERATUR UDARA DENGAN PENDEKATAN *HIERARCHY OF CONTROLS* (STUDI KASUS: DEPARTEMEN WEAVING PT. SUKOREJO INDAH TEXTILE).**

Dengan ini menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis, ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis, maupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 16 Agustus 2022

Yang menyatakan,



Shema Septyana

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Shema Septyana

NIM : 31601700080

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan bahwa Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul: **“USULAN RANCANGAN PERBAIKAN RUANG PRODUKSI SARUNG TENUN UNTUK MENGURANGI KEBISINGAN DAN TEMPERATUR UDARA DENGAN PENDEKATAN *HIERARCHY OF CONTROLS* (STUDI KASUS: DEPARTEMEN WEAVING PT. SUKOREJO INDAH TEXTILE)”** Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola, pangkalan data, dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila di kemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 16 Agustus 2022

Yang menyatakan,



Shema Septyana

HALAMAN PERSEMBAHAN

TUGAS AKHIR INI SAYA PERSEMBAHKAN UNTUK:
BAPAK SUWARJONO – IBU NUR FAYATUN

Alhamdulillahill‘Aalamiin

Sujud syukur kupersembahkan kepadaMu Allah SWT yang Maha Agung lagi Maha Penyayang, atas takdirmu telah kau jadikan aku manusia yang senantiasa berpikir, berilmu, beriman dan bersabar dalam menjalani kehidupan ini. Semoga keberhasilan ini menjadi suatu langkah awal bagiku untuk meraih cita-citaku. Kupersembahkan sebuah karya kecil ini untuk Bapak – Ibu yang tercinta, yang tiada hentinya memberiku semangat, doa, dorongan, nasehat dan kasih sayang dan pengorbanan yang tak pernah tergantikan, yang selalu menjadi panutanku, yang selalu menjadi motivator, yang selalu membuat hari-hariku penuh dengan warna, yang selalu mengajarku betapa pentingnya suatu perjuangan, kerja keras, tidak berpangku tangan kepada orang lain. Bapak Ibu terimalah bukti kecil ini sebagai kado keseriusanku untuk membalas semua pengorbananmu dalam hidupmu demi hidupku dengan ikhlas mengorbankan segala perasaan tanpa kenal letih. Mempelajari arti kehidupan, tanggung jawab sebagai anak dan semoga anakmu ini bisa mewujudkan harapan Bapak dan Ibu tersayang. Tanpa doa, bantuan dan restu kalian, tugas akhir ini tidak akan dapat terselesaikan.

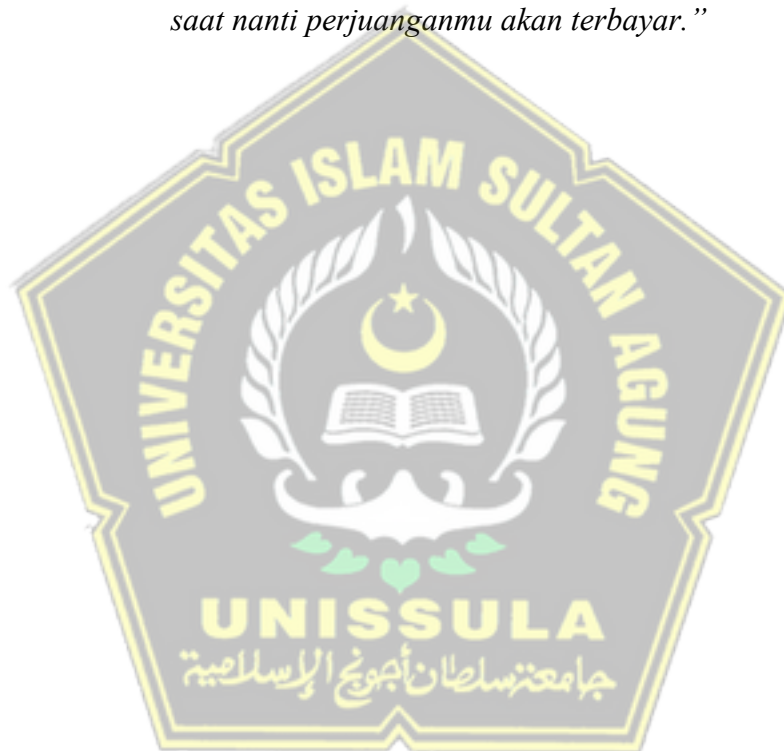
Dan tak lupa teruntuk kakak-kakakku tersayang, keluargaku, dan teman-temanku terima kasih atas dukungannya selama ini memberikan bantuan spirit, materil, semangat, dorongan, dan perhatian selama ini dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

MOTTO

“Allah selalu memberi solusi terbaik yang kita butuhkan”

-Q.S AL Thalaq :2-

“Untuk yang sedang berjuang ketika merasa putus asa dan ingin menyerah kalian mungkin hanya punya 1% peluang, tapi jika hati kalian masih ingin terus berjuang kesempatan itu tidak akan berkurang menjadi 0%. Percayalah suatu saat nanti perjuanganmu akan terbayar.”



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat merampungkan laporan ini dengan judul "Usulan Rancangan Perbaikan Ruang Produksi Sarung Tenun Untuk Mengurangi Kebisingan dan Temperatur Udara dengan Pendekatan *Hierarchy of Controls* (Studi Kasus: Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile)".

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang untuk meraih gelar Sarjana S-1. Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini penulis tidak dapat melakukan sendiri melainkan berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segenap ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga dapat terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua saya, Bapak Suwarjono dan Ibu Nur Fayatun yang telah banyak memberikan doa, bantuan spirit, materil, semangat, dorongan, dan perhatian selama ini.
3. Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, ST, MT, IPU Dekan Fakultas Teknologi Industri Unissula Semarang.
4. Ibu Nuzulia Khoiriyah, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Unissula Semarang.
5. Kedua Dosen Pembimbing saya, Bapak Ir. Irwan Sukendar, ST, MT, IPM, ASEAN, Eng dan Bapak Brav Deva Bernadhi, ST, MT yang telah membantu dan membimbing dengan sabar sampai tugas akhir ini terselesaikan.
6. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Industri, serta Asisten Laboratorium Teknik Industri yang telah membantu, membimbing, dan memberikan ilmu kepada penulis selama menempuh studi.

7. Staff dan Karyawan Fakultas Teknologi Industri yang sudah membantu menyelesaikan segala urusan Tugas Akhir dari surat permohonan penelitian.
8. Kakak-kakak saya, Dyah Ayu Widosari, Fajar Noor Rizki, Makdum, Ikma Yuliani dan saudara saya lainnya terima kasih telah memberikan dukungan selama saya mengerjakan Tugas Akhir sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
9. PT. Sukorejo Indah Textile, terima kasih atas diberikan izinnya untuk melakukan penelitian di dalam perusahaan.
10. Sahabat saya Novinda Sukma Rini, Ely Z. Mila, dan Generasi Rajawali Muda yang seperti keluarga dan memberikan hiburan serta selalu ada untuk saya.
11. Sahabat saya Lisemai Sempanasaf J yang selalu menemani dan melewati hari – hari bersama saya semasa perkuliahan. Terima kasih atas kenangan, canda tawa, bantuan, dukungan, dan kepeduliannya selama ini.
12. Teman – teman Teknik Industri B dan Teknik Industri 2017, yang tidak bisa penulis tuliskan satu persatu. Terimakasih atas kenangan, bantuan, dan dukungan selama masa perkuliahan.
13. Teman – teman Radio Tazmania 107.8 FM 2019/2020, teman-teman di Fakultas dan di Unissula yang tidak bisa penulis sertakan satu per satu.
14. Teman – teman Berbagi Nasi Semarang dan Kos Putri Bedagan I Pemuda, terima kasih atas dukungannya.
15. Semua pihak yang membantu dalam penyusunan Tugas Akhir yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna. Untuk itu, penulis mengharap saran dan kritik demi kesempurnaan karya ilmiah selanjutnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk semua.

Semarang, 16 Agustus 2022

Shema Septyana

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	i
FINAL PROJECT	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
ABSTRAK	xx
ABSTRACT	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori	20
2.2.1 Definisi Kebisingan (<i>Noise</i>).....	20
2.2.2 Faktor Yang Dapat Bepengaruh Pada Kebisingan	20
2.2.3 Sumber-sumber Kebisingan.....	21
2.2.4 Jenis Kebisingan	22

2.2.5	Pengaruh Kebisingan	23
2.2.6	Pengukuran Kebisingan	24
2.2.7	Aplikasi <i>DecibelX</i>	26
2.2.8	Pengendalian Kebisingan.....	26
2.2.9	Temperatur Udara	28
2.2.10	Peta Kontur	29
2.2.11	Nilai Ambang Batas Kebisingan.....	29
2.2.12	Gangguan Kebisingan Terhadap Kesehatan	31
2.2.13	Paparan Bising atau <i>Daily Noise Dose</i> (DND).....	31
2.2.14	Material Akustik Pengendali Bunyi.....	32
2.2.15	Istilah dan Pengertian dalam Kebisingan.....	35
2.2.16	Persamaan Regresi Linier Sederhana	36
2.2.17	Hierarki Pengendalian (<i>Hierarchy of Control</i>).....	37
2.3	Hipotesis dan Kerangka Teoritis.....	39
2.3.1	Hipotesis	39
2.3.2	Kerangka Teoritis	40
BAB III	METODE PENELITIAN.....	41
3.1	Pengumpulan Data.....	41
3.2	Teknik Pengumpulan Data.....	42
3.3	Pengujian Hipotesa	43
3.4	Metode Analisis	43
3.5	Pembahasan	44
3.6	Penarikan Kesimpulan	45
3.7	Diagram Alir	45
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	47
4.1	Pengumpulan Data	47
4.1.1	Gambaran Umum PT. Sukorejo Indah Textile	47
4.1.2	Visi, Misi, dan Kebijakan Mutu Perusahaan	47
4.1.3	Struktur Organisasi Perusahaan	49
4.1.4	Sistem Produksi	50
4.1.5	Ketenagakerjaan.....	51

4.1.6	Produk Yang Dihasilkan	51
4.1.7	Mesin Tenun <i>Air Jet Loom</i>	51
4.2	Pengolahan Data	54
4.2.1	Ruang Produksi Departemen <i>Weaving</i> Mesin <i>Air Jet Loom</i>	54
4.2.2	Pengukuran Level Kebisingan	54
1.	Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan	55
2.	Perhitungan Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq)	58
3.	Tingkat Kebisingan Equivalen pada Siang Hari (Ls)	60
4.	Tingkat Intensitas Bunyi	62
5.	Pemetaan Kebisingan	66
6.	Waktu paparan maksimum yang diizinkan	67
7.	<i>Daily Dose Noise</i> (DND)	69
8.	Uji Regresi Tingkat Kebisingan Terhadap <i>Daily Dose Noise</i> (DND)	70
9.	Uji Regresi Durasi Kerja (Jam) terhadap <i>Daily Noise Dose</i> (DND)	72
4.2.3	Temperatur Udara	74
1.	Pemetaan Temperatur Udara	78
2.	Uji Regresi Temperatur Udara Terhadap Tingkat Kebisingan	79
4.2.4	Usulan Perancangan Perbaikan Ruang Produksi Menggunakan <i>Hierarchy of Controls</i>	84
4.3	Analisa dan Interpretasi	101
4.3.1	Analisa Tingkat Kebisingan Terhadap Paparan Kebisingan	101
4.3.2	Analisa Durasi Kerja Terhadap Paparan Kebisingan	101
4.3.3	Analisa Temperatur Udara Terhadap Paparan Kebisingan	102
4.3.4	Analisa Peta Kontur	103
4.3.4.1	Analisa Peta Kontur Kebisingan	103
4.3.4.2	Analisa Peta Kontur Temperatur Udara	103
4.4	Pembuktian Hipotesa	103
4.5	Analisa Rekomendasi Perbaikan	104
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	106

5.1	Kesimpulan	106
5.2	Saran	107

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Penelitian Terdahulu.....	14
Tabel 2. 2	Nilai Ambang Batas Kebisingan	30
Tabel 2. 3	Pengaruh Kebisingan pada Manusia	31
Tabel 2. 4	Koefisien Serapan Bunyi.....	34
Tabel 2. 5	Skala Korelasi.....	37
Tabel 3. 1	Definisi Operasional.....	41
Tabel 3. 2	Pengujian Hipotesa.....	43
Tabel 4. 1	Bagian-Bagian Mesin Tenun Air Jet Loom.....	53
Tabel 4. 2	Rekap Data Pengukuran Tingkat Kebisingan Selama 5 Hari.....	56
Tabel 4. 3	Rata-Rata Level Kebisingan (DB).....	57
Tabel 4. 4	Hasil Rekapitulasi Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq) Pada Semua Titik Pengukuran	59
Tabel 4. 5	Hasil Rekap Data Tingkat Kebisingan Siang Hari (Ls)	61
Tabel 4. 6	Rekapitulasi Intensitas Bunyi.....	63
Tabel 4. 7	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Energi Sumber Bunyi (Watt).....	65
Tabel 4. 8	Titik-Titik Koordinat Tingkat Kebisingan	66
Tabel 4. 9	Waktu paparan maksimum yang diizinkan	68
Tabel 4. 10	Rekap Data <i>Daily Dose Noise</i>	69
Tabel 4. 11	Data Tingkat Kebisingan (dB) dan <i>Daily Noise Dose</i> (DND)	70
Tabel 4. 12	Data Durasi Kerja (Jam) dan <i>Daily Noise Dose</i> (DND).....	72
Tabel 4. 13	Rekapitulasi Pengukuran Temperatur Udara selama 5 hari	75
Tabel 4. 14	Rata-Rata Temperatur Udara.....	76
Tabel 4. 15	Pemetaan Temperatur Udara	78
Tabel 4. 16	Data Temperatur Udara (°C) dan Tingkat Kebisingan (dB).....	79
Tabel 4. 17	<i>Output</i> Keterangan Hubungan Temperatur Udara dengan Tingkat Kebisingan.....	84
Tabel 4. 18	Rata-Rata Tingkat Kebisingan dan Temperatur Udara	86

Tabel 4. 19	Serapan Total Permukaan Luas Lantai Produksi Departemen <i>Weaving</i> Sebelum Direduksi	89
Tabel 4. 20	Serapan Total Permukaan Luas Lantai Produksi Departemen <i>Weaving</i> Setelah Direduksi.....	90
Tabel 4. 21	Perkiraan Perbandingan Level Kebisingan Sebelum dan Sesudah Reduksi	92
Tabel 4. 22	Temperatur Udara Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....	98
Tabel 4. 23	Keterangan Hubungan Temperatur Udara dengan Tingkat Kebisingan.....	102



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	<i>Layout</i> Regait Th. 2021 Mesin Tenun <i>Air Jet Loom</i> Departemen <i>Weaving</i>	2
Gambar 1. 2	Rambu-Rambu Instrumen K3 di Departemen <i>Weaving</i>	4
Gambar 2. 1	Kalibrasi alat <i>Sound Level Meter</i> (SLM) dengan aplikasi <i>DecibelX</i>	25
Gambar 2. 2	Persamaan Regresi Linier Sederhana	36
Gambar 2. 3	<i>Hierarchy of Controls</i>	38
Gambar 2. 4	Kerangka Teoritis	40
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian.....	46
Gambar 4. 1	Struktur Organisasi.....	49
Gambar 4. 2	Proses Produksi	50
Gambar 4. 3	Bagian Depan Mesin <i>Air Jet Loom</i>	52
Gambar 4. 4	Bagian Belakang Mesin <i>Air Jet Loom</i>	52
Gambar 4. 5	<i>Layout</i> Departemen <i>Weaving</i>	55
Gambar 4. 6	Grafik Rata-Rata Kebisingan Terhadap Waktu.....	58
Gambar 4. 7	Grafik Tingkat Kebisingan Equivalen (Leq).....	60
Gambar 4. 8	Grafik Tingkat kebisingan Siang Hari Shift GS (Ls)	62
Gambar 4. 9	Peta Kontur Tingkat Kebisingan pada Ruang Produksi Departemen <i>Weaving</i>	67
Gambar 4. 10	Grafik Waktu Paparan Maksimum yang Diizinkan	68
Gambar 4. 11	Grafik <i>Daily Dose Noise</i> (DND)	70
Gambar 4. 12	Grafik Hubungan Tingkat Kebisingan dengan Paparan Kebisingan.	72
Gambar 4. 13	Grafik Hubungan Durasi Kerja dengan Paparan Kebisingan.....	74
Gambar 4. 14	Grafik Temperatur Udara	77
Gambar 4. 15	Peta Kontur Temperatur Udara	79

Gambar 4. 16 Grafik <i>Scaterdiagram</i> , Persamaan regresi dan Koefisien korelasi Temperatur Udara (°C) dengan Tingkat Kebisingan (dB).....	83
Gambar 4. 17 Pemasangan Papan Akustik 3/4 Departemen <i>Weaving</i>	88
Gambar 4. 18 Pemasangan <i>Barrier</i> Departemen <i>Weaving</i>	89
Gambar 4. 19 Grafik Tingkat Kebisingan Siang (Ls) Sebelum dan Sesudah Reduksi	92
Gambar 4. 20 Peta Kontur Tingkat Kebisingan pada Ruang Produksi Departemen <i>Weaving</i> Setelah Reduksi	93
Gambar 4. 21 Rancangan Awal Bangunan Departemen <i>Weaving</i> PT. Sukorejo Indah Textile (Tampak Depan)	96
Gambar 4. 22 Rancangan Awal Bangunan Departemen <i>Weaving</i> PT. Sukorejo Indah Textile (Tampak Samping).....	96
Gambar 4. 23 Rancangan Awal Bangunan Departemen <i>Weaving</i> PT. Sukorejo Indah Textile (Tampak Belakang).....	97
Gambar 4. 24 Rancangan Perbaikan Bangunan Departemen <i>Weaving</i> PT. Sukorejo Indah Textile.....	97
Gambar 4. 25 Rancangan Perbaikan Bangunan Departemen <i>Weaving</i> PT. Sukorejo Indah Textile (Tampak Depan)	97
Gambar 4. 26 Rancangan Perbaikan Bangunan Departemen <i>Weaving</i> PT. Sukorejo Indah Textile (Tampak Samping).....	98
Gambar 4. 27 Grafik Temperatur Udara Sebelum dan Sesudah Perbaikan	99
Gambar 4. 28 Peta Kontur Temperatur Udara Setelah Perbaikan.....	99

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Daftar Pertanyaan Wawancara	L-1
Lampiran 2.	Rekapitulasi Hasil Wawancara Observasi Awal Penelitian	L-3
Lampiran 3.	<i>Output</i> Perhitungan Uji Regresi Hubungan Tingkat Kebisingan dengan Paparan Kebisingan	L-5
Lampiran 4.	<i>Output</i> Perhitungan Uji Regresi Hubungan Durasi Kerja dengan Paparan Kebisingan	L-7
Lampiran 5.	<i>Output</i> Perhitungan Uji Regresi Hubungan Temperatur Udara dengan Tingkat Kebisingan	L-9
Lampiran 6.	Dokumentasi Penelitian	L-14
Lampiran 7.	Pengukuran Kebisingan	L-16



ABSTRAK

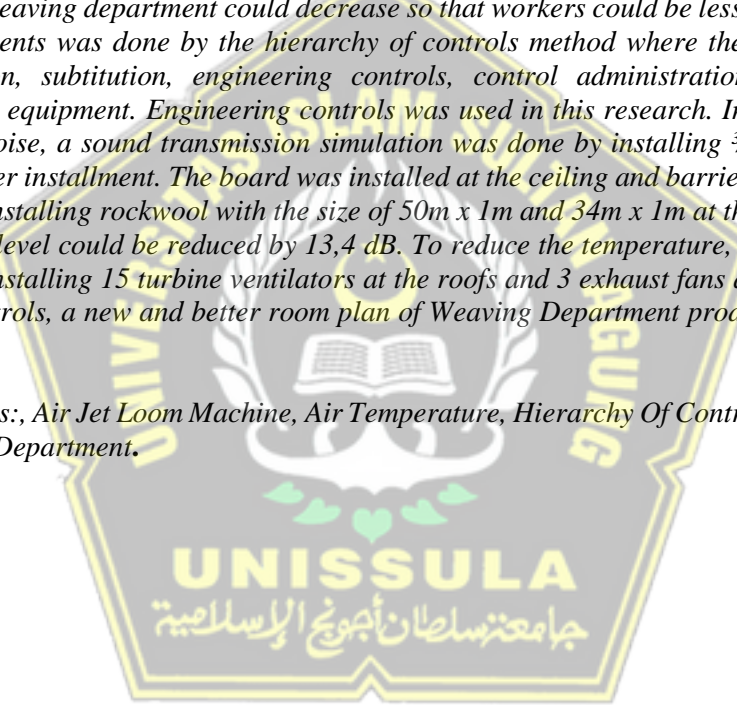
PT. Sukorejo Indah Textile merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri tekstil yang memproduksi sarung tenun wadimor. Pada proses produksi di Departemen *Weaving* terdapat potensi bahaya kebisingan dan temperatur udara yang disebabkan oleh mesin tenun *Air Jet Loom*. Tingkat kebisingan dan temperatur udara diukur menggunakan aplikasi *decibelX* dan *temperature meter*. Di Departemen *Weaving* kebisingan terjadi secara terus-menerus terjadi pada level 95,2 dB – 98,2 dB. Hal ini tidak sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 NAB untuk paparan selama 8 jam sehari atau 40 jam seminggu adalah 85 dB. Temperatur udara ditempat kerja dirasakan nyaman dan dapat diterima yaitu sebesar 18°C sampai 28°C tetapi temperatur udara di Departemen *Weaving* adalah 29,2 °C – 31,3 °C termasuk kategori tidak aman. Kebisingan dan temperatur udara yang panas menyebabkan gangguan komunikasi, gangguan *auditory*, gangguan fisiologis, dan gangguan psikologis bagi karyawan yang terpapar. Penelitian dilakukan dengan tujuan memberi usulan rancangan agar tingkat kebisingan dan temperatur udara di ruang produksi departemen *weaving* agar paparan yang didapat karyawan dapat dikurangi. Tahapan rancangan perbaikan dilakukan dengan metode *hierarchy of controls* dimana terdapat 5 tahapan yaitu eliminasi, substitusi, *engineering controls*, *administrative control*, alat pelindung diri (APD). Adapun tahapan yang digunakan di penelitian ini adalah tahapan *engineering controls*. Untuk mengurangi tingkat kebisingan, dilakukan perancangan pemasangan transmisi suara dengan pemasangan papan akustik $\frac{3}{4}$ dan pemasangan *barrier*. Papan akustik $\frac{3}{4}$ dipasang pada langit-langit Departemen *Weaving* dan *barrier* dilakukan dengan pemasangan *rockwool* pada dinding ruang produksi dengan ukuran 50 m x 1 m dan 34 m x 1 m dan mampu mereduksi kebisingan sekitar 13,5 dB. Untuk mengurangi temperatur udara dilakukan perancangan pemasangan 15 *turbine ventilator* yang dipasang di atap ruang produksi Departemen *Weaving* dan 3 *Exhaust fan* yang dipasang pada dinding ruang produksi Departemen *Weaving*. Dengan pengendalian tersebut didapatkan rancangan ruang produksi Departemen *Weaving* yang berkondisi aman.

Kata Kunci: Departemen *Weaving*, *Hierarchy of Controls*, Mesin *Air Jet Loom*, Temperatur Udara, Tingkat Kebisingan.

ABSTRACT

PT. Sukorejo Indah Textile produces Wadimor sarong. Within the production process at weaving department, there were dangerous potentials of noise and temperature that were caused by the weaving machine, Air Jet Loom. Noise level and temperature were recorded using decibelX and temperature meter. At the Weaving Department, noise was emitted on the decibel level of 95,2dB – 98,2 dB. This number exceeded the permitted noise level where the safe level of noise exposure for 8 hours per day or ± 40 hours per week is 85dB. Room temperature at Weaving Department was around 29,2C – 31,3C and was categorized as dangerous as it has exceeded the temperature limit which is around 18-28C. This level of noise and high air temperature caused communication, auditory, physiological and psychological problems for the workers who were exposed. The intention of this research is to find an improvement solution so that the level of noise and temperature at production room of weaving department could decrease so that workers could be less exposed. Design improvements was done by the hierarchy of controls method where there were 5 steps: elimination, substitution, engineering controls, control administration, and personal protective equipment. Engineering controls was used in this research. In order to reduce level of noise, a sound transmission simulation was done by installing $\frac{3}{4}$ acoustic board and barrier installment. The board was installed at the ceiling and barrier installment was done by installing rockwool with the size of 50m x 1m and 34m x 1m at the walls, this way the noise level could be reduced by 13,4 dB. To reduce the temperature, a simulation was done by installing 15 turbine ventilators at the roofs and 3 exhaust fans at the walls. With these controls, a new and better room plan of Weaving Department production room was found.

Key Words: Air Jet Loom Machine, Air Temperature, Hierarchy Of Controls, Noise Level, Weaving Department.



BAB I PENDAHULUAN

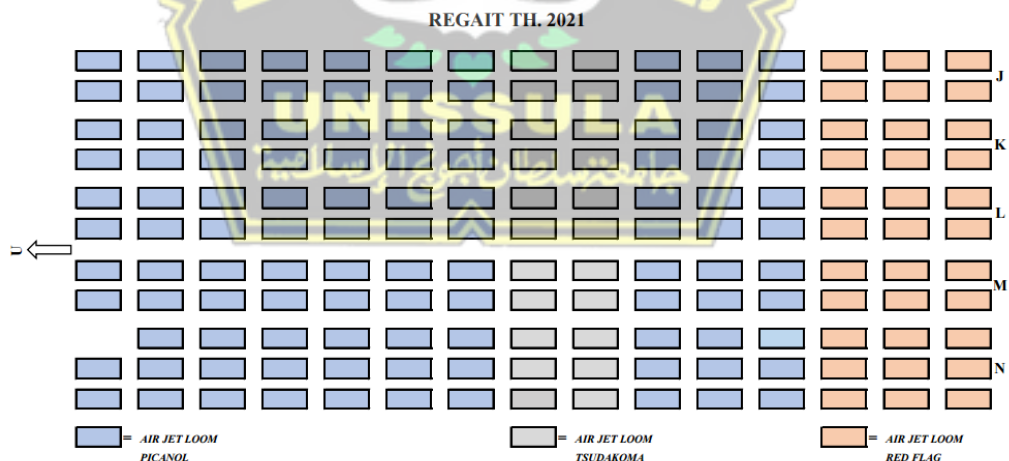
1.1 Latar Belakang Masalah

Proses produksi banyak melibatkan mesin yang bersifat otomatis. Banyak keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan mesin ini, salah satunya menghasilkan *output* yang lebih banyak dan menghemat biaya produksi. Mesin yang dapat beroperasi secara otomatis tetapi juga memiliki kekurangan. Salah satu yang menjadi kekurangan adalah suara bising yang dihasilkan dari pengoperasian mesin. PT. Sukorejo Indah Textile dalam melakukan proses produksinya menggunakan mesin di ruangan tertutup, dengan seluruh atap gedung menggunakan material seng, dan pada bangunan memiliki sedikit ventilasi udara, dimana hal tersebut memicu kondisi lingkungan kerja yang panas. Pada proses produksi di Departemen *Weaving* juga terdapat potensi bahaya kebisingan yang disebabkan oleh mesin tenun *Air Jet Loom* yang merupakan mesin tenun tanpa teropong. Mesin ini menggunakan semburan udara yang dikompresi untuk menyisipkan benang pakan kedalam mulut lusi (*warp shed*).

Sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 nilai ambang kebisingan untuk paparan selama 8 jam sehari atau 40 jam seminggu adalah 85 dB dan temperatur udara ditempat kerja dirasakan nyaman dan dapat diterima yaitu sebesar 18°C sampai 28°C. Apabila tingkat kebisingan diatas 85 dB dan temperatur diatas 28°C dapat berdampak pada beberapa gangguan. Gangguan *auditory* seperti gangguan pendengaran dan berdampak pada gangguan fisik dan psikis yang merupakan gangguan kesehatan bersifat kumulatif. Tingkat keparahan gangguan tergantung pada intensitas paparan kebisingan dan durasi paparan kebisingan. Gangguan fisiologis berupa peningkatan tekanan darah, cepat lelah, gangguan keseimbangan, gangguan komunikasi, gangguan pendengaran, dan gangguan psikologis berupa stres merupakan akibat dari kebisingan pada tenaga kerja (Looker, T. dan Gregson, 2005). Dari gangguan tersebut menyebabkan kecelakaan kerja, dari kecelakaan kerja dari kategori ringan sampai kecelakaan kategori berat yang dapat menghambat kelancaran proses produksi dapat

memberikan pengaruh bagi perusahaan sebab pekerja merupakan aset dari perusahaan dalam menjaga alur produksi sehingga hal tersebut diatas menjadi penghambat bagi kelangsungan proses produksi (Sukendar et al., 2021).

Pada penelitian ini kebisingan dan temperatur panas menyebabkan kondisi tidak nyaman dan mengganggu kesehatan pekerja. Dua jenis pekerja yang paling terpapar kebisingan dan temperatur panas pada Departemen *Weaving* yaitu operator dan *smasher*. Operator merupakan pekerja yang mengoperasikan mesin tenun *air jet loom* sedangkan *smasher* merupakan pekerja yang membantu pekerjaan operator dalam mengoperasikan mesin tenun *Air Jet Loom*. Satu operator mengoperasikan 6-7 mesin tenun dan satu *smasher* mengoperasikan 12-14 mesin tenun selama delapan jam. Mesin tenun *Air Jet Loom* dalam satu ruang produksi Departemen *Weaving* berjumlah 164 mesin terdiri dari tiga jenis yaitu *Air Jet Loom Red Flag* (Tiongkok) sejumlah 33 mesin dengan kecepatan 750 rpm, *Air Jet Loom Tsudakoma* (Jepang) sejumlah 22 mesin dengan kecepatan 1000 rpm, dan *Air Jet Loom Picanol OMNI Plus* (Belgia) sejumlah 109 mesin dengan kecepatan 1000 rpm. Tata letak mesin tenun yang disebutkan diatas ditunjukkan pada gambar 1.1 berikut.



Gambar 1. 1 Layout Regait Th. 2021 Mesin Tenun *Air Jet Loom* Departmen *Weaving*

Sumber: Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile, 2021

Observasi awal yang peneliti lakukan di Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile yaitu pengukuran kebisingan dan temperatur ruang serta wawancara pada beberapa pekerja. Pengukuran kebisingan dan temperatur ruang dalam ruang

produksi sarung tenun ditemukan bahwa level kebisingan berada pada rentang 95-98 dB dan temperatur udara sekitar 29°C-31°C. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa level kebisingan dan temperatur melebihi rata-rata nilai ambang batas yang telah ditentukan yaitu untuk kebisingan diatas 85 dB dan temperatur udara diatas 28°C.

Observasi awal yang dilakukan selanjutnya adalah wawancara kepada 10 pekerja di dalam ruang produksi Departemen *Weaving* dengan pertanyaan wawancara terlampir pada lampiran 1 mengacu pada penelitian terdahulu berjudul *Analisa Tingkat Kebisingan Terhadap Karyawan Di Lingkungan Kerja Kantor PT. Surveyor Indonesia Cabang Medan* oleh (Sahab et al., 2019) menghasilkan wawancara yang terlampir pada lampiran 2. menunjukkan bahwa 10 pekerja dengan rentang usia 21 sampai 31 tahun, berjenis kelamin perempuan dan mengalami masa kerja selama 2 sampai 8 tahun menyatakan bahwa kebisingan pada ruang produksi masuk dalam kategori sangat bising. temperatur udara dalam ruang produksi juga masuk dalam kategori panas. Pekerja juga menyatakan terganggu oleh suara bising dan temperatur udara yang panas karena dapat mengganggu komunikasi yaitu harus berteriak ketika harus berbicara dengan pekerja lainnya tetapi tidak terganggu dalam hal konsentrasi. Pekerja juga mengalami gangguan fisiologis akibat terpapar suara bising dan temperatur udara yang panas seperti pusing atau sakit kepala, mual, susah tidur, mudah berkeringat, otot tegang dan cepat lelah. Gangguan lain yang dirasakan oleh pekerja adalah gangguan psikologis dimana pekerja merasa terganggu atau tidak nyaman dalam bekerja dengan suara bising dan temperatur udara panas yang ada. Keluhan tersebut juga dirasakan oleh faktor lain seperti terlalu lelah dalam bekerja dan tidak mematuhi aturan perusahaan dengan memakai alat pelindung diri.

Dalam mengatasi permasalahan tersebut, perusahaan telah mengupayakan untuk mereduksi bahaya paparan bising di ruang produksi seperti mensosialisasikan kepada pekerja secara tidak langsung dengan instrumen K3 yang dipasang diruang produksi tetapi pada kenyataannya masih ditemukan pekerja yang tidak memakai alat pelindung diri.



Gambar 1. 2 Rambu-Rambu Instrumen K3 di Departemen *Weaving*

Sumber: Departemen Weaving PT. Sukorejo Indah Textile, 2021

Dari permasalahan diatas maka perlu dilakukan penelitian guna merancang perbaikan ruang produksi sarung tenun untuk mengurangi kebisingan dan temperatur udara di Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile.

1.2 Perumusan Masalah

Pada uraian pada latar belakang tingkat kebisingan dan temperatur udara menjadi objek perumusan masalah karena melebihi nilai ambang batas standar yang telah ditetapkan tidak boleh lebih dari 85 dB untuk 8 jam per hari, sedangkan standar untuk temperatur udara adalah 26°C-28°C. Perusahaan juga belum mengetahui bagaimana cara yang tepat untuk mengurangi atau mengendalikan bahaya kebisingan dan temperatur udara.

1. Bagaimana menganalisa tingkat kebisingan dan temperatur udara pada Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile?
2. Bagaimana pemetaan kebisingan dan temperatur udara pada Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile?
3. Bagaimana konsep usulan pengendalian kebisingan dan temperatur udara di Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile?

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk memfokuskan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini diperlukan adanya pembatasan masalah, batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Penelitian dilakukan pada *Department Weaving* mesin tenun *Air Jet Loom* PT. Sukorejo Indah Textile.
2. Iklim kerja yang diteliti hanya pada temperatur udara.
3. Pengukuran kebisingan dan temperatur udara dilakukan pada *shift* GS (*General Shift*) yaitu pukul 08.00-16.00 WIB.
4. Pengukuran kebisingan dan temperatur udara dilakukan selama lima hari berdasarkan interval waktu yaitu pukul 08.00 – 10.00 WIB, pukul 11.00 – 13.00 WIB dan pukul 14.00 – 16.00 WIB.
5. Penelitian hanya merekomendasikan konsep usulan rancangan untuk mereduksi paparan kebisingan dan temperatur udara tanpa melakukan perhitungan biaya.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Menganalisa tingkat kebisingan dan temperatur udara pada Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile.
2. Melakukan pemetaan kebisingan dan temperatur udara pada Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile.
3. Merekomendasi konsep usulan pengendalian kebisingan dan temperatur udara di Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile.

1.5 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

a. Bagi Perusahaan:

Hasil dari penelitian ini dapat menjadi sumber informasi kepada perusahaan mengenai kondisi lingkungan kerja fisik, serta dapat memberikan solusi untuk mengurangi bahaya paparan kebisingan dan temperatur udara yang panas di dalam ruang produksi.

b. Bagi Peneliti:

Untuk memperdalam ilmu pengetahuan yang telah didapat saat dalam perkuliahan terutama dalam pengaplikasian ilmu ergonomi dan K3.

c. Bagi Universitas:

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan referensi dan sumber informasi tambahan bagi civitas akademik Fakultas Teknologi Industri khususnya mengenai salah satu pengaplikasian ergonomi dan K3 dalam perusahaan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam laporan tugas akhir ini sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang permasalahan dalam penelitian, perumusan masalah, pembatasan masalah agar penelitian terfokus pada batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan definisi kebisingan, temperatur udara, nilai mabang batas sehingga dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini serta untuk dapat menjawab atau menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini berisi uraian metode yang digunakan dalam penelitian dan tahapan-tahapan dalam penelitian ini. Tahapan dalam penelitian diuraikan secara sistematis, sehingga mempermudah dalam penyelesaian masalah

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi uraian hasil penelitian yang telah dilaksanakan, baik berupa data perusahaan, pengolahan data, dan hasil akhir yang didapatkan. Kemudian dari hasil penelitian yang telah diperoleh, dilakukan analisa dan pembahasan terkait dengan hasil akhir penelitian sehingga dapat menjadi acuan untuk dapat memberikan rekomendasi pada perusahaan.

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan bab terakhir yang berisi kesimpulan dari hasil seluruh penelitian tentang rancangan perbaikan ruang produksi yang telah dilakukan ini serta saran yang diberikan oleh penulis kepada perusahaan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode *Hierarchy of Controls* karena pada metode ini merupakan metode yang tepat dalam hal yang sangat diperhatikan dalam kegiatan pengkajian risiko. Risiko bahaya yang dapat dilakukan pengidentifikasian dan penilaian memerlukan langkah pengendalian dalam menurunkan tingkat bahaya sampai ke titik yang paling aman.

Berikut merupakan penelitian terdahulu, penelitian oleh (Meri dan Risda Eka Putra, 2016) dengan judul “Pengendalian Tekanan Panas (*Heat Stress*) Lingkungan Kerja Berdasarkan Metode ISBB”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kualitatif dan kuantitatif, dimana metode kuantitatif dilakukan dengan cara pengukuran suhu termal dan perhitungan kelembaban udara. Peneliti ingin mengetahui iklim kerja di industri kerupuk sudah sesuai dengan nilai ambang batas yang ditetapkan oleh Kementrian Tenaga Kerja dan Transmigrasi dengan menggunakan parameter Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) serta upaya pengendaliannya. Dari hasil pengukuran Indeks Suhu Basah dan Bola didapati bahwa kondisi paparan tekanan panas di bagian pengukusan cukup tinggi yaitu 27,61 °C dan hal yang sama juga terdapat pada area penggorengan yaitu 28,79 °C, dan kedua area ini telah melebihi NAB di mana bekerja secara terus menerus (8 jam sehari) ISBB tidak boleh melebihi 26,7 °C. Untuk kelembaban di area pengukusan dan penggorengan sudah melewati Nilai Ambang Batas yakni rata-rata kelembaban relatif di area pengukusan dan penggorengan berada pada nilai 87,09 % dan 92,84 % dengan Nilai Ambang Batas berada pada kisaran 40- 60%.

Penelitian oleh (Candraditya dan Dwiyaniti, 2017) dengan judul “Hubungan tingkat pendidikan, masa kerja, dan tingkat kebisingan dengan stres kerja di PT. X” Menggunakan Penelitian observasional dengan rancang bangun cross-sectional. Variabel penelitian adalah stress kerja, kebisingan, usia, tingkat pendidikan, dan

masa kerja. Meneliti hubungan tingkat kebisingan dengan stress kerja pada tenaga kerja di PT. X. Total keseluruhan populasi pada penelitian ini berjumlah 55 orang yang terdiri atas 30 karyawan yang bekerja di *workshop* dan 25 karyawan yang bekerja di office PT. X. Sampel merupakan 50 orang yang dipilih dari total populasi menggunakan teknik simple random sampling.

Penelitian oleh (Darlan dan Sugiharto, 2017) dengan judul “Kebisingan dan Gangguan Psikologis Pekerja *Weaving Loom* dan *Inspection* PT. Primatexco Indonesia” Jenis penelitian ini adalah analitik observasional dengan pendekatan cross sectional. Teknik pengambilan sampel dengan metode purposive sampling. Meneliti hubungan antara kebisingan dengan gangguan psikologis pekerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kebisingan dengan gangguan psikologis diantaranya pada rasa tidak nyaman ($p=0,014$), gangguan konsentrasi ($p=0,04$), gangguan emosi ($p=0,046$), dan gangguan tidur ($p=0,038$). Simpulan: Terdapat hubungan antara kebisingan dengan gangguan psikologis pekerja.

Penelitian oleh (Yang et al., 2017) dengan judul “*Simulation study on the thermal environment in an office with radiant cooling and displacement ventilation system*” Metode yang digunakan yaitu Computational Fluid Dynamic (CFD) Pada penelitian didapatkan, selama proses simulasi 7 case dibandingkan untuk menyelidiki dampak dari permukaan pendingin radiasi pada lingkungan termal. Peneliti ingin memenuhi persyaratan efisiensi energi dan kenyamanan termal. Hasilnya menunjukkan suhu ruangan yang lebih rendah dan kenyamanan termal yang lebih baik dicapai pada case dengan permukaan pendingin radiasi serta penambahan ventilasi yang dikonfigurasi pada bagian atas ruangan.

Penelitian oleh (Ayatulloh et al., 2018) dengan judul “Pemetaan Paparan Panas pada Bagian Produksi *Boy's Cake & Bakery* dengan *Software Surfer*”. Metode yang digunakan yaitu survei lapangan dengan sistem grid, dan melakukan pemetaan paparan panas dengan *software surfer*. Suhu ruangan sesuai dengan titik yang telah ditentukan dengan berdasarkan SNI 16-7062- 2004 yang nantinya akan diolah melalui *software surfer*. Berdasarkan peta kontur suhu tidak terdapat zona aman di bagian produksi *Boy's Cake & Bakery* karena nilai terkecilpun sebesar

29.8 C dan masih berada di atas NAB yang telah ditentukan oleh Permenakertrans No. PER 13/MEN/X/2011. Dan dari peta kontur juga dapat diperoleh informasi tentang daerah atau zona terekstrim pada tiap area di bagian produksi Boy's Cake & Bakery.

Penelitian oleh (Radosz dan Pleban, 2018) dengan judul "*Ultrasonic noise Measurements in the Work Environment*" Metode yang disajikan untuk pengukuran *individual acoustic events*. aktivitas atau situasi akustik yang dipilih (misalnya, pengoperasian tukang las ultrasonik) tidak dicirikan oleh durasi pembuatannya tetapi oleh peristiwa akustik yang terjadi pada saat itu, dan jumlah peristiwa ini. Pada penelitian ini faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran tingkat tekanan suara. Terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan kisi pelindung mikrofon dan karakteristik metrologi instrumen pada hasil pengukuran, tingkat tekanan suara di frequency band.

Penelitian oleh (Ejigu, 2019) dengan judul "*Excessive Sound Noise Risk Assessment in Textile Mills of an Ethiopian-Kombolcha Textile Industry Share Company*" Instrumen yang digunakan untuk pengukuran adalah pengukur tingkat suara profesional portabel yang terintegrasi dengan presisi. Permasalahannya adalah peneliti ingin mengkarakterisasi polusi suara yang berlebihan di industri tekstil. Dilihat dalam analisis data berbasis MATLAB tindakan pengendalian kebisingan tidak dilakukan paparan kebisingan harian pekerja di area seperti pabrik tenun dan pemintalan di pabrik KTM melebihi batas paparan maksimum 90 dBA, yang ditentukan oleh negara berkembang kesehatan kerja.

Penelitian oleh (Zare et al., 2019) dengan judul "*The Effect of Occupational Noise Exposure on Serum Concentration of Night-Shift Industrial Workers: A field Study*" Pengukuran menggunakan standar ISO 9612. Dosimetri untuk mengevaluasi SPL, Konsentrasi kortisol serum diukur menggunakan uji radioimmunoassay. Peneliti ingin menguji efek sound pressure level (SPL) terhadap konsentrasi kortisol serum pada tiga waktu yang berbeda selama shift malam. Hasilnya menunjukkan tren penurunan konsentrasi kortisol serum dari tiga kelompok selama shift malam. Baik SPL dan waktu paparan secara signifikan mempengaruhi konsentrasi kortisol ($p < 0,0001$, $p < 0,0001$). Sebaliknya, usia dan

indeks massa tubuh tidak berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi kortisol. $P = 0,360$, $P = 0,62$).

Penelitian oleh (Turan, 2020) dengan judul “Investigation of the Noise Exposure in Weaving Workplaces in Western Turkey”. Pengukuran kebisingan diukur menurut TS ISO 1996 dan TS EN ISO 9612. Dengan meneliti hubungan perbedaan teknologi mesin tenun dan tata letak mesin terhadap tingkat kebisingan. Pengukuran di semua tempat kerja tekstil menunjukkan bahwa tingkat kebisingan memiliki nilai yang signifikan dan sangat penting dalam hal kesehatan dan keselamatan kerja bagi pekerja.

Penelitian oleh (Abbasi et al., 2020) dengan judul “Noise Exposure and Job Stress – a Structural Equation Model in Textiles Industries” Menggunakan metode cross sectional, memodelkan interaksi antara independen dan variabel mediasi dan stres kerja menggunakan pemodelan persamaan struktural. Dari 75 populasi seluruh pekerja produksi diambil sampel jenuh yang artinya semua pekerja dijadikan responden karena jumlah populasi 183 pekerja yang berada di gedung tersebut. Hubungan usia individu dan pengalaman kerja adalah $39,7 \pm 6,4$ dan $14,8 \pm 5,9$. 50 pekerja tidak sensitif, 92 pekerja cukup sensitif, dan 41 pekerja sangat sensitif terhadap kebisingan, standar deviasi $54 \pm 8,3$, $71,3 \pm 4,7$ dan $87,6 \pm 5,9$.

Penelitian oleh (Kodaloglu, 2021) dengan judul “Evaluation of Noise from Jacquard and Dobby in the Weaving Facility in Terms of Occupational Health and Safety” Pengukuran kebisingan menggunakan alat pengukur kebisingan dosimetrik dan penentuan kebisingan menggunakan metode TS 2607 ISO 1999. Peneliti ingin mengetahui status paparan kebisingan pekerja dalam mengubah kebisingan lingkungan kerja di pabrik. Kebisingan yang berdampak negatif terhadap kesehatan karyawan dan menyebabkan hasil yang tidak dapat dipulihkan harus dikendalikan.

Penelitian oleh (Alyan et al., 2021) dengan judul “Identifying the Impact of Noise-Levels on Mental Stress: An EEG-fNIRS Study” Menggunakan analisis statistik fungsi uji-t berpasangan MATLAB (tingkat signifikan $p < 0,05$) penurunan konsentrasi oksigenasi hemoglobin (HbO) pada PFC dorsolateral kanan dan sebagian daerah frontopolar saat terpapar dengan tingkat kebisingan yang lebih

tinggi dibandingkan dengan tingkat yang lebih rendah. Perusahaan dapat mengetahui potensi risiko yang ada, mengetahui nilai risikonya, serta membuat usulan pengendalian risikonya. Hasil juga menunjukkan korelasi yang lebih tinggi antara fNIRS-HbO dan daya EEG-alpha dalam kondisi stres dibandingkan dengan pita EEG lainnya.

Penelitian oleh (Saputro dan Lombardo, 2021) dengan judul “Metode *Hazard Identification, Riskassessment And Determining Control (HIRADC)* Dalam Mengendalikan risiko di PT. Zae Elang Perkasa” menggunakan metode *Hazard Identification, Riskassessment And Determining Control*. Kecelakaan kerja beresiko dari kategori ringan sampai berat menjadi penghambat bagi kelancaran proses produksi. Menghasilkan 14 potensi bahaya yang memiliki 15 risiko negatif dan tujuh potensi peluang yang memiliki 15 risiko positif. Pengendalian risiko yang dilakukan pada penelitian kali ini rata-rata yaitu *administrative control* dan *exploit*. Pengendalian risiko *administrative control* untuk pengendalian pada risiko ancaman sedangkan *exploit* untuk pengendalian pada risiko peluang.

Penelitian oleh (Sukendar et al., 2021) dengan judul “Usulan Penerapan Manajemen Resiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode *Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA)* Studi Kasus PT. Semen Gresik TBK Pabrik Rembang” Metode Yang Dapat Digunakan Dalam Terkait Manajemen Resiko Adalah *Multi Attribute Failure Mode Analysis (Mafma)* Sebagai Upaya Mengurangi Kerugian Akibat Resiko Kritis Yang Berpotensi Terjadi Pada Proses Produksi Semen. Pengaruh tingkat kebisingan rendah dan tinggi di tempat kerja terhadap perubahan aktivitas otak di korteks prefrontal (PFC). Hasil resiko tertinggi yang diutamakan yaitu resiko terjatuh dari ketinggian dengan total risk 0,108 dan resiko tersengat aliran listrik dengan total risk 0,091.

Penelitian oleh (Ajslev et al., 2022) dengan judul “*The Hierarchy of Controls as an Approach to Visualize the Impact of Occupational Safety and Health Coordination*” menggunakan metode *Hierarchy of Controls*. Pada penelitian ini tidak ada studi tentang dampak mengabaikan aturan K3 dalam konstruksi ada menunjukkan hasil bahwa Pengamatan selama 107 hari koordinator menerapkan 280 tindakan K3 dan dicegah 71 kali dari penerapan tindakan. Sebagian besar

tindakan yang diterapkan berada di pengendalian administratif (53,6%) dan engineering control (35%). Hasil tersebut menjelaskan mengapa peningkatan fokus pada koordinasi K3 belum mewujudkan ke dalam peningkatan hasil K3 dalam konstruksi.

Berikut merupakan tabel tabulasi tinjauan pustaka dari penelitian terdahulu:



Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Nama Penulis	Sumber	Permasalahan	Metode Penelitian	Hasil
1	Pengendalian Tekanan Panas (<i>Heat Stress</i>) Lingkungan Kerja Berdasarkan Metode ISBB	(Meri dan Risda Eka Putra, 2016)	<i>Proceedings of National Conference of Applied Engineering, Business and Information Technology</i> , Politeknik Negeri Padang	Peneliti ingin mengetahui iklim kerja di industri kerupuk sudah sesuai dengan NAB yang ditetapkan dengan parameter ISBB serta upaya pengendaliannya.	Metode kuantitatif dan kualitatif pengukuran suhu termal dan perhitungan kelembaban udara.	Dilakukan perbaikan iklim kerja karena melebihi NAB di area produksi. Tekanan panas di bagian pengukusan 27,61 °C dan bagian penggorengan 28,79 °C. Dan Kelembaban dibagian pengukusan dan penggorengan sebesar 87,09 % dan 92,84 %.
2	Hubungan tingkat pendidikan, masa kerja, dan tingkat kebisingan dengan stres kerja di PT. X	(Candraditya dan Dwiyanti, 2017)	Jurnal Penelitian Kesehatan. Vol. 15, No. 1, Maret 2017 Universitas Airlangga	Meneliti hubungan tingkat kebisingan dengan stress kerja pada tenaga kerja di PT. X	Penelitian observasional dengan rancang bangun cross-sectional.	Kebisingan diatas NAB menyebabkan 2 orang mengalami stres berat di PT. X. Hasil uji statistik nilai signifikan $p = 0.000$ ($p \text{ value} < \alpha = 0.05$) menyatakan hubungan yang signifikan antara tingkat kebisingan dengan stres kerja di PT. X
3	Kebisingan dan Gangguan Psikologis Pekerja <i>Weaving</i>	(Darlani dan Sugiharto, 2017)	<i>Jurnal of Health Education</i> , Vol. 2 No.2 2017, Universitas Negeri Semarang	Meneliti hubungan antara kebisingan	Jenis penelitian ini adalah analitik observasional	Adanya hubungan kebisingan dengan gangguan psikologis pekerja seperti rasa tidak nyaman ($p=0,014$), gangguan

	Loom dan Inspection PT. Primatexco Indonesia			dengan gangguan psikologis pekerja	dengan pendekatan cross sectional.	konsentrasi ($p=0,04$), gangguan emosi ($p=0,046$)
4	<i>Simulation study on the thermal environment in an office with radiant cooling and displacement ventilation system</i>	(Yang et al., 2017)	<i>National Engineering Technology Research Center for Prefabrication Construction in Civil Engineering, Shanghai, 200092, China</i>	Peneliti ingin memenuhi persyaratan efisiensi energi dan kenyamanan termal.	<i>Computational Fluid Dynamic (CFD)</i>	Pengkondisian setiap <i>case</i> dengan perpindahan sistem ventilasi yang dikonfigurasi pada bagian atas ruangan menunjukkan suhu ruangan turun dan mencapai kenyamanan kerja.
5	Pemetaan Paparan Panas pada Bagian Produksi Boy's Cake & Bakery dengan Software Surfer	(Ayatulloh et al., 2018)	Prosiding SNST ke-9 Tahun 2018 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim	suhu ruangan sesuai dengan titik yang telah ditentukan dengan berdasarkan SNI 16-7062- 2004	Pemetaan paparan panas dengan <i>software surfer</i>	Dari peta kontur diperoleh bagian produksi Boy's Cake & Bakery yang terdapat suhu sebesar 29,8 C artinya suhu tersebut diatas NAB dan bukan merupakan zona aman bagi pekerja.
6	<i>Ultrasonic noise Measurements in the Work Environment</i>	(Radosz dan Pleban, 2018)	<i>Journal od the Acoustical Society of America</i> 144, 2018	Meneliti yang menjadi faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran tingkat tekanan suara.	Pengukuran individual acoustic events.	Penggunaan kisi pelindung mikrofon dan karakteristik metrologi instrumen berpengaruh signifikan terhadap tingkat tekanan suara di frekuensi band.

7	<i>Excessive Sound Noise Risk Assessment in Textile Mills of an Ethiopian-Kombolcha Textile Industry Share Company</i>	(Ejigu, 2019)	<i>International Journal of Research in Industrial Engineering</i> Vol. 8 No. 2 2019 Wollo University	Mengkarakterisasi polusi suara yang berlebihan di industri tekstil	pengukuran tingkat suara profesional portabel yang terintegrasi dengan presisi.	Dalam analisis data berbasis MATLAB tindakan pengendalian paparan kebisingan harian pekerja di area seperti pabrik tenun dan pemintalan di pabrik KTM melebihi batas paparan maksimum 90 dBA.
8	<i>The Effect of Occupational Noise Exposure on Serum Concentration of Night-Shift Industrial Workers: A field Study</i>	(Zare et al., 2019)	<i>Safety and Health at Work</i> Vol. 10 2019 Urmia University of Medical Science Iran	Menguji efek sound pressure level (SPL) terhadap konsentrasi kortisol serum pada tiga waktu yang berbeda selama shift malam.	Pengukuran menggunakan standar ISO 9612 Dosimetri dan uji radioimmunoassay	kerja shift malam mengalami penurunan produktivitas. SPL dan waktu paparan secara signifikan mempengaruhi konsentrasi ($p < 0,0001$, $p < 0,0001$). Sebaliknya, usia dan indeks massa tubuh tidak berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi kortisol. $P \frac{1}{4} 0,360$, $P \frac{1}{4} 0.62$).
9	<i>Investigation of the Noise Exposure in Weaving Workplacses in Western Turkey</i>	(Turan, 2020)	<i>Tekstil Ve Konfeksiyon</i> Vol. 31 No.1 Usak University Turkey	Meneliti hubungan perbedaan teknologi mesin tenun dan tata letak mesin terhadap tingkat kebisingan	Pengukuran kebisingan diukur menurut TS ISO 1996 dan TS EN ISO 9612.	Pengukuran di semua tempat kerja tekstil menunjukkan bahwa tingkat kebisingan memiliki nilai yang signifikan dan sangat penting dalam hal kesehatan dan keselamatan kerja bagi pekerja

10	<i>Noise Exposure and Job Stress – a Structural Equation Model in Textiles Industries</i>	(Abbasi et al., 2020)	<i>PAN Archives of Acooustuc</i> , Vol. 45 No. 4 2020 Tehran University of Medical Sciences	Memodelkan interaksi antara independen dan variabel mediasi dan stres kerja menggunakan pemodelan persamaan struktural	Observasional analitik dengan menggunakan studi <i>cross sectional</i> .	Hubungan usia individu dan pengalaman kerja adalah $39,7 \pm 6.4$ dan 14.8 ± 5.9 . 50 pekerja tidak sensitif, 92 pekerja cukup sensitif, dan 41 pekerja sangat sensitif terhadap kebisingan, standar deviasi 54 ± 8.3 , 71.3 ± 4.7 dan $87,6 \pm 5.9$.
11	<i>Evaluation of Noise from Jacquard and Dobby in the Weaving Facility the in Terms of Occupational Health and Safety</i>	(Kodaloglu, 2021)	<i>Internasional Journal of Engineering and Innovative Research</i> Vol. 3 2021	Peneliti ingin mengetahui status paparan kebisingan pekerja dalam mengubah kebisingan lingkungan kerja di pabrik	Metode TS 2607 ISO 1999.	Kebisingan yang berdampak negatif terhadap kesehatan karyawan dan menyebabkan hasil yang tidak dapat dipulihkan harus dikendalikan.
12	<i>Metode Hazard Identification, Riskassessment And Determining Control (HIRADC) Dalam</i>	(Saputro dan Lombardo, 2021)	<i>Jurnal Baut dan Manufaktur</i> Vol. 03 2022 Universitas Islam As-Syafi'iyah	perusahaan dapat mengetahui potensi risiko yang ada, mengetahui nilai risikonya,	<i>Hazard Identification, Riskassessment And Determining Control</i>	14 potensi bahaya yang memiliki 15 risiko negatif dan tujuh potensi peluang yang memiliki 15 risiko positif. Pengendalian risiko yang dilakukan yaitu <i>administrative control</i> dan <i>exploit</i> .

	Mengendalikan risiko di PT. Zae Elang Perkasa			serta membuat usulan pengendalian risikonya		
13	Usulan Penerapan Manajemen Resiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode <i>Multi Attribute Failure Mode Analysis</i> (MAFMA) Studi Kasus PT. Semen Gresik TBK Pabrik Rembang	(Sukendar et al., 2021)	Jurnal Dinamika Teknik Vol. 4 No. 2 Juli 2021	Kecelakaan kerja beresiko dari kategori ringan sampai berat menjadi penghambat bagi kelancaran proses produksi	<i>Multi Attribute Failure Mode Analysis</i> (Mafma)	Hasil resiko tertinggi yang diutamakan yaitu resiko terjatuh dari ketinggian dengan total risk 0,108 dan resiko tersengat aliran listrik dengan total risk 0,091.
14	<i>Identifying the Impact of Noise-Levels on Mental Stress: An EEG-fNIRS Study</i>	(Alyan et al., 2021)	Journal of Physics: Conference Series 1962 2021 University Teknologi Petronas Malaysia	Pengaruh tingkat kebisingan rendah dan tinggi di tempat kerja terhadap perubahan aktivitas otak di korteks prefrontal (PFC)	Analisis statistik fungsi uji-t berpasangan MATLAB (tingkat signifikan $p < 0,05$)	Hasil menunjukkan korelasi yang lebih tinggi antara fNIRS-HbO dan daya EEG-alpha dalam kondisi stres dibandingkan dengan pita EEG lainnya.

15	<i>The Hierarchy of Controls as an Approach to Visualize the Impact of Occupational Safety and Health Coordination</i>	(Ajslev et al., 2022)	<i>Int. J. Environ. Res. Public Health</i> , Vol. 19, No. 2731 2022	Tidak ada studi tentang dampak mengabaikan aturan K3 dalam konstruksi	<i>Hierarchy of Controls</i>	Pengamatan selama 107 hari koordinator menerapkan 280 tindakan K3 dan dicegah 71 kali dari penerapan tindakan. Sebagian besar tindakan yang diterapkan berada di pengendalian administratif (53,6%) dan engineering control (35%). Maka koordinasi K3 belum mewujudkan ke dalam peningkatan hasil K3 dalam konstruksi.
----	--	-----------------------	---	---	------------------------------	--



2.2 Landasan Teori

2.2.1 Definisi Kebisingan (*Noise*)

Menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No 5 Tahun 2018 Kebisingan adalah bunyi yang merugikan dan bersumber dari aktivitas proses produksi atau peralatan kerja yang dapat menyebabkan gangguan pendengaran sampai batas tertentu. Kebisingan adalah suara yang dihasilkan oleh gelombang suara yang intensitas dan frekuensinya tidak stabil. Di bidang industri, kebisingan mengacu pada suara yang sangat mengganggu dan merupakan sebuah bentuk pemborosan energi yang sangat besar. Terjadinya gangguan pendengaran perlu memperhatikan tiga aspek gelombang kebisingan, yaitu frekuensi, intensitas dan waktu. Kebisingan atau yang disebut juga polusi suara adalah suara yang tidak diinginkan dan/atau suara yang muncul pada tempat dan waktu yang salah (Haryanto, 2010). Kebisingan merupakan salah satu faktor penting yang menyebabkan stres dalam kehidupan modern. Telinga manusia hanya dapat menangkap suara dengan intensitas antara 20 dan 20.000 Hz, dan batas keamanan frekuensi suara adalah sekitar 80 dBA. Paparan suara lebih dari 80 dBA dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan terjadinya ketulian sementara bahkan permanen (Chandra, 2005).

2.2.2 Faktor Yang Dapat Bepengaruh Pada Kebisingan

Bersumber pada literatur dari (Irzal, 2016), terjadinya kebisingan dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain:

- a. Intensitas kebisingan; semakin tinggi intensitas kebisingan maka akan semakin besar risiko gangguan pendengaran.
- b. Frekuensi kebisingan; semakin tinggi frekuensi kebisingan maka akan semakin besar kemungkinan terjadinya gangguan pendengaran.
- c. Lama tinggal; Orang yang tinggal di dekat sumber kebisingan untuk waktu yang lama berisiko lebih besar mengalami gangguan pendengaran dibanding dengan yang tidak tinggal di dekat sumber kebisingan.
- d. Celah individu; karena respon setiap orang terhadap kebisingan berbeda-beda, tergantung kerentanan masing-masing orang, tidak semua orang yang

terpapar kebisingan akan mengalami perubahan ambang pendengaran yang sama.

- e. Jenis kebisingan; kebisingan yang terus menerus (*continuous*) lebih mungkin menyebabkan gangguan pendengaran daripada kebisingan intermiten.
- f. Lama paparan; semakin lama waktu paparan, maka akan semakin besar risiko gangguan pendengaran. Lamanya paparan ini berkaitan erat dengan jam kerja. Faktor waktu kerja berkaitan dengan lamanya paparan kebisingan. Semakin lama seseorang terpapar kebisingan dalam setiap tahunnya, maka akan semakin besar kerusakan fungsi pendengarannya, termasuk risiko gangguan dan keluhan lainnya. Kebisingan ini direspon oleh otak sebagai ancaman stres dan kemudian terkait dengan pelepasan hormon stres seperti adrenalin, norepinefrin, dan kortisol. Stres mempengaruhi sistem saraf, menyebabkan perubahan detak jantung, tekanan darah, dan tanda-tanda fisiologis lainnya.
- g. Usia; Secara umum, sensitivitas pendengaran akan menurun seiring dengan bertambahnya usia. Usia merupakan salah satu faktor penyebab non-tunarungu pada pekerja, dan hal ini berkaitan dengan fungsi fisiologis tubuh pekerja. Dengan bertambahnya usia, fungsi fisiologis juga secara bertahap menurun. Usia merupakan faktor yang tidak dapat diabaikan, karena mempengaruhi kekuatan fisik dan mental seseorang dan akan mengalami perubahan prestasi kerja pada usia tertentu.

2.2.3 Sumber-sumber Kebisingan

Menurut (Tambunan, 2005), ada banyak fakta yang menunjukkan bahwa perusahaan dan segala aktivitasnya dapat menyebabkan dan meningkatkan keparahan tingkat kebisingan di tempat kerja, seperti:

- a. Penggunaan mesin produksi yang sudah tua.
- b. Pengoperasian mesin kerja dengan kapasitas kerja yang cukup tinggi dan penggunaan intensitas yang terlalu sering.
- c. Sistem pemeliharaan dan perbaikan mesin produksi yang dilakukan hanya bila mesin-mesin tersebut rusak berat.

- d. Perubahan atau penggantian sebagian suku cadang mesin produksi tanpa memperhatikan kaidah teknis yang benar, termasuk penggunaan suku cadang palsu atau tiruan.
- e. Pemasangan dan penempatan suku cadang mesin yang tidak tepat, seperti terbalik, tidak kencang atau terlalu longgar, dll.
- f. Penggunaan alat yang tidak memenuhi fungsinya, seperti palu atau pemukul sebagai alat untuk membengkokkan benda logam atau alat untuk membuka baut.

2.2.4 Jenis Kebisingan

Kebisingan dibagi menjadi 4 jenis berdasarkan kontinuitas, intensitas dan spektrum frekuensi suara yang ada, yaitu:

- a. *Continuous Noise*
Kebisingan yang terus menerus, memiliki tekanan suara dan intensitas yang relatif sama selama terjadinya bising (Irzal, 2016). Kebisingan jenis ini memiliki perbedaan kurang dari 3 dBA di antara intensitas maksimal dan minimalnya. Contohnya adalah suara mesin, suara generator listrik, suara mesin cetak dan suara mesin penenun tekstil (Anizar, 2012).
- b. *Steady State Noise*
Kebisingan jenis ini terjadi secara terus menerus dalam spektrum suara sempit dengan intensitas bising yang bervariasi lebih dari 3 dBA namun fluktuasi kebisingan tidak melebihi 6 dBA. Contoh kebisingannya adalah suara mesin gergaji dan katup uap (Suma'mur, 2009).
- c. Kebisingan Intermitten
Kebisingan ini memiliki intensitas bising yang naik turun hingga tingkat batas berapa kali, intensitas bising turun dalam jangka waktu satu detik atau lebih. Contohnya adalah suara mesin terbang dan kereta api (Jeyaratnam, J., dan Koh, 2010).
- d. Kebisingan Impulsif
Kebisingan ini merupakan jenis yang memekakkan telinga dan memiliki intensitas yang sangat tinggi. intensitas kebisingannya meningkat sebesar 40 dBA, jangka waktu kebisingannya pendek, biasanya kurang dari 0,5 detik,

contohnya suara tembakan senjata api (Anizar, 2012). Bising impulsif dapat menyebabkan kerusakan pada gendang telinga dan *ossicle* pada telinga tengah (Suma'mur, 2009). Kebisingan jenis ini juga dapat terjadi berulang-ulang, atau disebut dengan kebisingan impulsif berulang, kebisingan ini biasanya ditemukan di perusahaan dengan mesin besar yang mengeluarkan suara sangat keras sehingga pekerja diharuskan menggunakan alat pelindung telinga saat bekerja di lokasi tersebut (Suma'mur, 2009).

2.2.5 Pengaruh Kebisingan

Kebisingan tingkat tinggi dapat menyebabkan efek jangka pendek dan jangka panjang pada indra pendengaran. Semakin tinggi intensitas dari kebisingan maka potensi untuk menimbulkan gangguan pendengaran akan semakin besar pula. Kebisingan mempunyai pengaruh terhadap tenaga kerja, mulai dari gangguan ringan seperti gangguan terhadap konsentrasi kerja, pengaruh dalam komunikasi dan kenikmatan kerja sampai pada kecacatan yang berat karena kehilangan daya pendengaran (Anizar, 2012).

- a. Gangguan terhadap konsentrasi kerja dapat mengakibatkan menurunnya kuantitas dan kualitas kerja para pekerja. Hal ini pernah dibuktikan pada sebuah perusahaan film dimana penurunan intensitas kebisingan berhasil mengurangi jumlah film yang rusak, sehingga dapat menghemat bahan baku.
- b. Gangguan dalam kenikmatan kerja berbeda-beda untuk tiap orang. Untuk beberapa orang yang rentan terhadap suara maka kebisingan dapat menyebabkan rasa pusing, kantuk, sakit, tekanan darah tinggi, tegang dan stres yang diikuti dengan sakit maag, kesulitan tidur, gangguan konsentrasi dan kehilangan semangat kerja.
- c. Gangguan terhadap komunikasi akan mengganggu kerja sama antara pekerja dan kadang-kadang mengakibatkan salah pengertian yang secara tidak langsung akan menurunkan kualitas dan kuantitas kerja.
- d. Penurunan daya dengar adalah akibat yang paling serius dan dapat menimbulkan ketulian total, sehingga seseorang tidak dapat mendengar sama sekali.

2.2.6 Pengukuran Kebisingan

Pengukuran kebisingan bertujuan untuk mendapatkan data frekuensi dan intensitas kebisingan. Data hasil pengukuran kebisingan ini kemudian digunakan untuk mengurangi intensitas kebisingan (Suma'mur, 2014). Pengukuran kebisingan dilakukan dengan jarak minimal tiga meter dari sumber kebisingan. Upaya ini diharapkan dapat memberikan perlindungan bagi karyawan atau masyarakat dari gangguan kebisingan yang terjadi. Tingkat kebisingan ekuivalen dapat diperoleh dengan persamaan matematis berikut.

$$Leq = 10 \log \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

Leg = Tingkat kebisingan ekuivalen (dB)

L_j = Tingkat tekanan suara ke-1

t_j = Fraksi Waktu

T = Lama waktu

Tingkat kebisingan dibagi menjadi dua yaitu tingkat kebisingan pada siang hari (L_s) dan tingkat kebisingan pada malam hari (L_m) dapat diperoleh dengan persamaan matematis berikut. Berikut persamaan matematis yang digunakan.

$$L_s = 10 \log_{1/T} [t_1 \times 10^{\frac{L_1}{10}} + t_2 \times 10^{\frac{L_2}{10}} + t_3 \times 10^{\frac{L_3}{10}}] \dots \dots \dots (2.2)$$

$$L_m = 10 \log_{1/T} [t_1 \times 10^{\frac{L_1}{10}} + t_2 \times 10^{\frac{L_2}{10}} + t_3 \times 10^{\frac{L_3}{10}}] \dots \dots \dots (2.3)$$

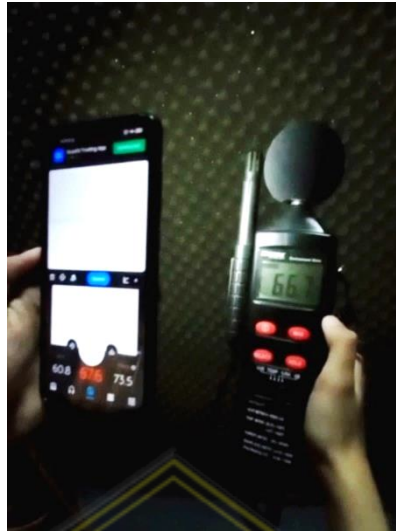
L_s = Tingkat kebisingan pada siang hari (dB)

L_m = Tingkat kebisingan pada malam hari (dB)

t_j = Fraksi Waktu

T = Lama waktu penelitian

Alat untuk mengukur tingkat kebisingan adalah *Sound Level Meter* (SLM). Terkait keterbatasan alat di perusahaan penelitian dilakukan menggunakan aplikasi *DecibelX* yang telah dikalibrasi dengan alat *Sound Level Meter* (SLM).



Gambar 2. 1 Kalibrasi alat *Sound Level Meter* (SLM) dengan aplikasi *DecibelX*

Tingkat bunyi merupakan rasio logaritmik energi sumber suara terhadap kekuatan sumber suara, diukur dalam desibel (dB). Untuk setiap penggandaan jarak, tingkat suara berkurang enam desibel. Untuk setiap penggandaan sumber suara, tingkat suara meningkat tiga desibel (A). Untuk setiap penggandaan massa dinding, tingkat suara berkurang lima dB(A). Setiap penggandaan area muffler mengurangi tingkat suara hingga tiga desibel (A). Tingkat intensitas suara dapat dihitung dengan rumus matematika berikut::

$$L_i = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ dB} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

L_i = Tingkat intensitas bunyi (dB)

I = Intensitas bunyi pada jarak r dari sumber bunyi (watt/m^2)

I_0 = Acuan untuk Intensitas Bunyi ($10\text{-}12 \text{ W/m}^2$)

Untuk menghitung energi yang dikeluarkan oleh sumber bunyi (w) dengan rumus dibawah ini:

$$I = w / 4\pi D^2 \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana,

I = Intensitas bunyi (W/m^2)

W = Energi yang dikeluarkan oleh sumber bunyi (watt)

D = Jarak (m) (jarak titik pengukuran = 6 m)

2.2.7 Aplikasi *DecibelX*

Hadirnya perangkat lunak terkait, membuat kegiatan menjadi lebih praktis. aplikasi *decibelX* adalah alat uji untuk mengukur taraf kebisingan sebuah bunyi. Sedangkan fungsi sound meter agar mengetahui nilai kebisingan asal suatu bunyi dengan yang akan terjadi objektif serta akurat. perangkat lunak untuk *decibelX* memiliki fungsi yang banyak, salah satunya untuk mengukur audio bunyi. pada dunia industri alat ukur db audio sangat penting. *Smartphone* yang dapat diubah menjadi indera pengukur suara sebab ponsel mikro bawaannya, yang mana memungkinkan perangkat ini dapat memperluas basis setiap orang buat mengukur tingkat kebisingan. Konsep kerjanya sangatlah sederhana yaitu dengan cara *download* perangkat lunak *decibelX* pada *smartphone* kemudian di *setting* ikuti petunjuknya, lakukan kalibrasi Jika diperlukan sehingga *software* ini bisa mengukur dan menangkap suara sesuai menggunakan level kebisingan. Fitur dari perangkat lunak *decibelX* diantaranya:

1. Menampilkan nilai dB pada aneka macam bentuk;
2. Tampilkan desibel dengan grafik;
3. Berukuran tergolong ringan;
4. Dosimeter: NIOSH, standar OSHA
5. Dapat mengukur taraf kebisingan hingga lebih asal 130 dBA;
6. Manajemen data riwayat yang kuat dan cerdas;
7. Data rekaman dapat disimpan ke dalam daftar catatan riwayat untuk akses dan analisis di masa mendatang;
8. Data rekaman dapat disimpan ke dalam daftar catatan riwayat untuk akses dan analisis di masa mendatang;
9. Desain UI yang indah, intuitif, dan dibuat dengan hati-hati.

2.2.8 Pengendalian Kebisingan

Berdasarkan (Suma'mur, 2014) mengendalikan kebisingan dapat dilakukan dengan empat cara, yaitu:

- a. Mengurangi kebisingan pada sumber bunyi
Kebisingan dapat dikurangi dari sumber bunyi dilakukan dengan menempatkan peredam pada sumber suara tetapi hanya dapat dicapai

melalui penelitian dan perencanaan mesin atau peralatan kerja baru. Perancangan dan produksi mesin-mesin baru dengan standar intensitas kebisingan yang lebih baik sangat tergantung pada kebutuhan para perusahaan pengguna mesin-mesin tersebut kepada pabrik sebagai produsen. Tidak hanya tingkat bahaya kebisingan yang menjadi perhatian, tetapi juga intensitas kebisingan yang dihasilkan oleh desain tidak akan mengganggu pekerjaan karyawan, sehingga dapat menjaga efisiensi dan produktivitas kerja.

b. **Penempatan Penghalang pada Jalan Transmisi**

Mengisolasi pekerja, mesin atau unit operasi adalah salah satu cara lainnya untuk mengurangi kebisingan. Dalam cara ini, perencanaan yang matang harus dilakukan, dan bahan yang digunakan untuk insulasi harus mampu menyerap suara. Penutup atau pintu ruang isolasi harus memiliki beban yang berat untuk menutupi bukaan yang ada, dan lapisan dalam terbuat dari bahan penyerap suara untuk menghindari getaran yang dapat menjadi sumber kebisingan.

c. **Proteksi Telinga dengan Sumbat atau Tutup Telinga**

Gunakan alat pelindung diri (APD) yaitu earmuff dan earplug. Penutup telinga umumnya lebih efektif daripada penyumbat telinga dan dapat sangat mengurangi intensitas kebisingan yang biasanya mencapai saraf pendengar. Ukuran alat yang tepat harus dipilih bagi penggunaannya. Alat-alat tersebut dapat mengurangi intensitas kebisingan hingga sekitar 10-25 desibel.

d. Pelaksanaan Waktu Paparan Bagi Intensitas di Atas NAB

Untuk menekan efek negatif kebisingan pelaksanaan jam kerja harus sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016.

2.2.9 Temperatur Udara

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016. Perpaduan antara suhu, kelembaban, sirkulasi udara, dan panas radiasi dengan tingkat suhu dari tubuh pekerja sebagai akibat dari pekerjaan merupakan iklim kerja panas. Salah satu penentu iklim kerja adalah temperatur lingkungan kerja. Suhu udara sangat berpengaruh dalam kenyamanan bekerja karena tubuh manusia menghasilkan panas yang digunakan untuk metabolisme basal dan maskuler. Pekerjaan akan dapat dikerjakan dengan optimal oleh pekerja jika kondisi lingkungan kerjanya nyaman. Pada suatu ruang kerja, semakin cepat aliran udara dan semakin tinggi suhu udara maka akan semakin membebani tenaga kerja. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 menyatakan bahwa standar suhu ruangan kerja adalah sekitar 18°C-28°C.

Lingkungan kerja fisik yang tidak sesuai atau terlalu panas dapat mengakibatkan pekerja menjadi cepat kelelahan karena kehilangan cairan tubuh. Bila suhu lingkungan tidak seimbang dengan suhu yang dikeluarkan oleh tubuh maka akan menjadikan kondisi kerja tidak nyaman. Suhu tempat kerja yang melebihi 30°C akan mempercepat kelelahan tenaga kerja (Suma'mur, 2009). Rasa letih, mengantuk, dan mengalami kelelahan panas atau *heat exhaustion* merupakan dampak dari kondisi lingkungan kerja yang terlalu panas. Kelelahan yang dialami pekerja ini dapat mengganggu kestabilan dan meningkatkan jumlah angka kesalahan kerja (Tarwaka, 2011).

Pada penelitian (Nia et al., 2016) bahwa pengendalian terhadap paparan iklim kerja panas, dapat dilakukan rekayasa *engineering* berupa penambahan ventilasi buatan seperti *exhaust fan* atau *cyclone turbin ventilator* dapat mengurangi temperatur suhu sebesar 10%. Adapun perhitungan kebutuhan *Turbine ventilator* dan *exhaust fan* pada ruang produksi

$$V_{total} = V_{ruangan} + V_{atap} \dots \dots \dots (2.6)$$

Apabila turbin yang digunakan adalah *Cyclon Turbine Ventilator Type L-45* kapasitas hisapnya 62,47 m³ dengan waktu sirkulasi sekitar 10 menit, oleh karena itu jumlah turbin yang direkomendasikan adalah:

$$\text{Jumlah turbine} = \frac{\text{volume total}}{\text{kapasitas hisap} \times \text{waktu sirkulasi}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana,

Volume total = Vruangan + Vatap (m³)

Kapasitas hisap = 62,47 m³

waktu sirkulasi = 10 menit

Perhitungan jumlah *exhaust fan* dengan rumus:

$$\text{CMH} = V \times \text{ARC} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana,

CMH = *Cubic Meter Hour* atau kebutuhan sirkulasi udara di dalam ruang

ACH = *Air Changer Per Hour* (untuk pabrik nilai ACH adalah 8-10)

V = Volume ruangan

2.2.10 Peta Kontur

Peta kontur dibuat dengan mengukur tingkat kebisingan dan suhu udara di beberapa titik pengukuran di sekitar ruang produksi. Titik-titik tersebut dihubungkan membentuk garis pada peta. Peta kontur dibuat menggunakan *software Surfer 13*, merupakan *software* yang digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi berbasis pada *grid*. Perangkat lunak ini memplot data tabulasi XYZ yang tidak beraturan ke dalam kotak titik-titik yang teratur. *Grid* adalah serangkaian garis vertikal dan horizontal, persegi panjang yang berfungsi sebagai dasar untuk membentuk kontur dan permukaan tiga dimensi. Garis vertikal dan horizontal ini memiliki perpotongan. Perpotongan nilai Z disimpan sebagai titik ketinggian atau kedalaman.

2.2.11 Nilai Ambang Batas Kebisingan

Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan merupakan pedoman pengendalian standar agar pekerja tetap dapat menangani kebisingan tanpa menimbulkan gangguan kesehatan atau penyakit tidak lebih dari 8 jam per hari atau 5 hari kerja atau 40 jam per minggu (Suma'mur, 2009). NAB kebisingan di Indonesia

didasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 tahun 2016 (2016) Nilai Ambang Batas (NAB) faktor fisik/kimia adalah intensitas rata-rata pajanan bahaya fisik/kimia yang dapat diterima oleh pekerja tanpa mengakibatkan gangguan kesehatan atau penyakit dengan tidak melebihi 8 jam perhari atau 40 jam perminggu, yang terdiri dari TWA (*Time Weighted Average*), STEL (*Short Term Exposure Limit*) dan Ceiling. TWA (*Time Weighted Average*) adalah rata-rata tertimbang intensitas waktu kerja yang dapat diterima oleh hampir semua pekerja tanpa menimbulkan gangguan kesehatan atau penyakit, tidak melebihi 8 jam per hari atau 40 jam per minggu. STEL (*Short Term Exposure Limit*) adalah rata-rata tertinggi dalam waktu 15 menit yang diperkenankan dan tidak boleh terjadi lebih dari 4 kali, dengan periode antar pajanan minimal 60 menit selama pekerja melakukan pekerjaannya dalam 8 jam kerja perhari. *Ceiling* adalah intensitas faktor bahaya di tempat kerja yang tidak boleh dilampaui selama jam kerja Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 tahun 2016 (2016).

Tabel 2. 2 Nilai Ambang Batas Kebisingan

Satuan	Durasi Panjang Kebisingan per Hari	Level Kebisingan (dBA)
Jam	24	80
	16	82
	8	85
	4	88
	2	91
	1	94
Menit	30	97
	15	100
	7,5	103
	3,75	106
	1,88	109
	0,94	112
Detik	28,12	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

Catatan : tidak dapat terpapar lebih dari 140 dBA walaupun sesaat.

(sumber: Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 tahun (2016)

2.2.12 Gangguan Kebisingan Terhadap Kesehatan

Menurut (Suma'mur, 2009) Efek kesehatan utama dari kebisingan adalah kerusakan pendengaran, yang dapat menyebabkan ketulian progresif, efek yang telah umum dikenal selama berabad-abad. Efek kebisingan pada pendengaran pada awalnya bersifat sementara dan pulih dengan cepat setelah berhenti bekerja di lingkungan yang bising. Namun, bekerja terus menerus di tempat bising dapat menyebabkan gangguan pendengaran permanen dan tidak dapat diubah. Oleh karena itu, jika terjadi gangguan pendengaran, komunikasi atau percakapan antar pekerja harus dilakukan dengan cara berteriak. Hambatan komunikasi ini dapat menyebabkan gangguan pekerjaan dan kemungkinan kesalahan, terutama jika pekerja baru dipekerjakan.

Tabel 2. 3 Pengaruh Kebisingan pada Manusia

Level Kebisingan (dbA)	Efek pada Manusia
30 - 65	Mengganggu selaput telinga dan menyebabkan gelisah apabila berlangsung terus-menerus.
65 - 90	Merusak lapisan vegetatif manusia (jantung, peredaran darah, dll) apabila berlangsung terus-menerus.
90 - 130	Dapat merusak telinga apabila berlangsung terus-menerus.

2.2.13 Paparan Bising atau *Daily Noise Dose (DND)*

Paparan bising atau *Daily Noise Dose* adalah paparan kebisingan harian yang dapat diterima seseorang dengan perbandingan jumlah waktu untuk kebisingan tertentu dan lama waktu yang diizinkan untuk tingkat kebisingan tersebut. DND dapat dihitung dengan persamaan:

$$D = \sum \frac{C_i}{T_i} \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

D = dosis paparan kebisingan (≤ 1)

Ci = waktu dari paparan kebisingan

Ti = waktu yang diperbolehkan untuk tingkat kebisingan tertentu.

Kondisi dosis kebisingan > 1 dapat sangat berisiko (berbahaya) bagi pendengaran pekerja. Waktu paparan maksimum (Ti) dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Ti = \frac{8}{2^{(L-90)/5}} \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan:

Ti = Waktu paparan maksimum perhari yang diperbolehkan (jam)

Leq = Level/Tingkat kebisingan (dB)

8 = Jumlah jam kerja per hari yang di izinkan 85 dB

3 = *Exchange rate* (angka yang menunjukkan hubungan antara intensitas kebisingan dengan tingkat kebisingan)

2.2.14 Material Akustik Pengendali Bunyi

Dalam buku Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan milik (Mediastika, 2009) Perambatan suara dari sumber ruangan ke semua area ruangan dapat terjadi baik melalui perambatan suara langsung maupun refleksi. Perambatan langsung memungkinkan gelombang suara meluruh setelah jarak tertentu. Suara langsung dengan kenyaringan dan kejernihan yang cukup yang dapat diterima telinga manusia sangat dibatasi oleh jarak. Oleh karena itu, pada jarak tertentu, redaman suara langsung harus memperkuat suara yang diterima dari pantulan. Agar pantulan di dalam celah terjadi seperti yang diinginkan, elemen penentu celah harus dilapisi dengan bahan reflektif. Bahan reflektif adalah bahan yang permukaannya keras dan kokoh. Permukaan keras seperti kaca, akrilik, logam, dan kayu menghasilkan pemantulan sempurna menurut hukum Sudut Pantul = Sudut Datang. Arah pemantulan tidak hanya ditentukan oleh sifat permukaan permukaan pantul, tetapi juga oleh bentuk permukaan pantul. Pemantulan yang terjadi dapat berasal dari permukaan datar, cekung, dan cembung. Masing-masing bentuk refleksi ini memiliki kelebihan dan kekurangan, antara lain:

1. Dalam sebuah bidang, jika seluruh bidang memiliki reflektifitas yang sama, distribusi gelombang suara asli yang menabraknya akan dipantulkan sesuai dengan hukum Sudut Pantul = Sudut Datang.
2. Pemantulan yang terjadi pada permukaan cekung, cekung dianggap baik pada lokasi titik tertentu (terjadi penguatan suara akibat pemantulan pemantulan), tetapi terdapat redaman suara di tempat lain.
3. Kecembungan terlihat seragam, tetapi tergantung pada busur kecembungan dan tidak dapat disesuaikan secara sembarangan.

Bahan yang biasa digunakan sebagai peredam suara adalah:

1. Kombinasi batu bata dan logam sering digunakan untuk dinding rumah.
2. Tanaman merambat sebagai penghalang suara pada bangunan.
3. Bata gipsum digunakan untuk bangunan.
4. Kayu dalam kombinasi dengan beton sebagai penghalang suara untuk jalan dan bangunan.
5. Batu yang digunakan pada bangunan pabrik.
6. Logam untuk mengurangi kebisingan dari peralatan pabrik.
7. Kaca dan akrilik umumnya digunakan sebagai alternatif bahan dinding tradisional pada bangunan modern, tetapi sifat kaca yang halus dan licin membuatnya menjadi penghalang suara yang kurang baik, sering dikombinasikan dengan logam.
8. Bahan berserat (*rock wool* dan *glass wool*): Jenis bahan penyerap suara ini lebih disukai karena dapat menyerap berbagai frekuensi suara dan tidak mudah terbakar. Namun, titik lemahnya adalah permukaan berserat, sehingga perlu berhati-hati agar tidak merusak atau merusaknya, atau menggunakan bahan pelapis, dan kemungkinan melepaskan serat halus ke udara rendah. Kedua lapisan serat ini memiliki sifat yang hampir sama, bedanya *rock wool* tahan kelembaban hingga 95%, sedangkan *glass wool* hampir 100%.

Menggunakan dinding yang lebih tebal meningkatkan kapasitas bantalan dan meningkatkan kantong udara jika ada. Semakin tebal rongga udara, semakin baik bantalannya. Namun, kebutuhan ruang yang besar pasti membatasi ketebalan

rongga udara. Bahan pengisi juga dapat ditambahkan ke rongga udara untuk memberikan bantalan yang lebih baik. Bahan tambahan biasanya adalah selimut akustik *fiberglass* (wol kaca). Koefisien serapan bunyi menurut (Mediastika, 2009) dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 4 Koefisien Serapan Bunyi

<i>Nature of Surface</i>	<i>Sound Absorption Coefficients at frequency (α_{1000})</i>
<i>Acoustic tile, rigid mount</i>	0,8
<i>Acoustic tile, suspended</i>	0,7
<i>Acoustic board, 3/4</i>	0,99
<i>Acoustical plaster</i>	0,6
<i>Ordinary plaster, on lath</i>	0,05
<i>Gypsum wallboard, 1/2" on studs</i>	0,04
<i>Plywood sheet, 1/4" on studs</i>	0,1
<i>Concrete block, unpainted</i>	0,2
<i>Concrete block, painted</i>	0,07
<i>Concrete, poured</i>	0,02
<i>Brick</i>	0,04
<i>Wall</i>	0,07
<i>Steel door</i>	0,06
<i>Vinyl tile on concrete</i>	0,03
<i>Heavy carpet on concrete</i>	0,4
<i>Heavy carpet on felt backing</i>	0,5
<i>Platform floor, wooden</i>	0,2
<i>Ordinary window glass</i>	0,1
<i>Zinc</i>	0,01
<i>Heavy plate glass</i>	0,03
<i>Draperies, medium velour</i>	0,07
<i>Glasswool</i>	0,96
<i>Rockwool</i>	0,9
<i>Upholstered seating, unoccupied</i>	0,07
<i>Upholstered seating, occupied</i>	0,9
<i>Wood seating, unoccupied</i>	0,06
<i>Wooden pews, occupied</i>	0,7

2.2.15 Istilah dan Pengertian dalam Kebisingan

Istilah kebisingan adalah:

1. Standar kebisingan, juga dikenal sebagai tingkat kebisingan latar belakang yang dapat diterima untuk aktivitas tanpa gangguan, ini adalah tingkat kebisingan terendah yang diperlukan untuk ruang tertentu sesuai dengan fungsi utamanya.
2. Pengurangan kebisingan (NR) adalah pengurangan kekuatan suara yang diukur dalam dB.
3. Bunyi dengung adalah bunyi yang terpantul. Tergantung pada bagaimana ruangan digunakan, suara mendengung mungkin diperlukan atau tidak.
4. Waktu dengung (TR) adalah waktu yang dibutuhkan suara untuk jatuh 60 dB (diukur dalam detik) sebelum menjadi tidak terdengar. Waktu dengung yang dibutuhkan berbeda-beda tergantung bagaimana ruangan digunakan. Waktu dengung yang disarankan adalah antara 0,6 detik hingga 0,8 detik.
5. Penyerapan suara, Kapasitas redaman material, dihitung sebagai persentase atau fraksi, adalah $0 \leq \alpha \leq 1$. Nilai 0 berarti tidak ada redaman (semua nada dering sepenuhnya tercermin). Nilai 1 berarti nada dering benar-benar diserap (tidak ada yang dipantulkan). Jendela yang terbuka dihitung sebagai 1 karena tidak semua suara dipantulkan. Absorbansi Sabine, rasio energi yang tidak dipantulkan terhadap energi total suara yang datang. Sabine 1 m^2 didefinisikan sebagai nilai penyerapan suara (tidak ada pantulan) yang setara dengan 1 m^2 jendela yang terbuka.
6. Panel akustik, bahan khusus yang dirancang untuk menyerap suara pada frekuensi tertentu. Rumus yang digunakan adalah:

1. Waktu dengung (*Reverberation Time*)

Rumus Sabine,

$$TR = 0,16 \times \left(\frac{V}{\sum S \alpha} \right) \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan,

TR = Waktu dengung

0,16 = konstanta

V = volume ruang (m^3)

$\Sigma S\alpha$ = total luas bidang serap

2. Pengurangan kebisingan (*noise reduction*), dapat dilakukan dengan penambahan peredam.

$$NR = 10 \times \log\left(\frac{a_2}{a_1}\right) \dots\dots\dots (2.12)$$

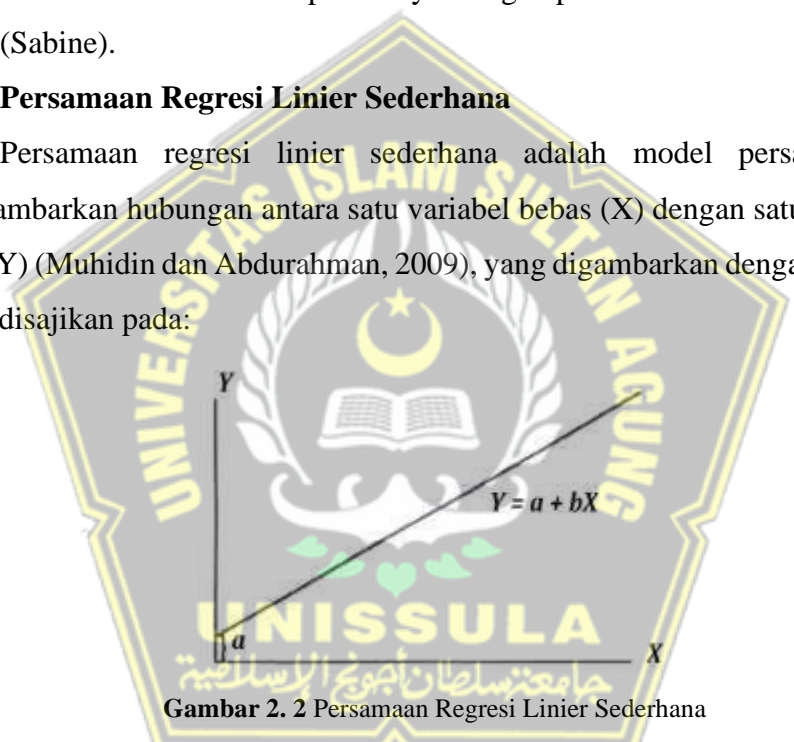
Keterangan:

a_1 = total koefisien serapan bunyi ruangan pada kondisi peredam awal, (Sabine)

a_2 = total koefisien serapan bunyi ruangan pada kondisi setelah diperbaiki, (Sabine).

2.2.16 Persamaan Regresi Linier Sederhana

Persamaan regresi linier sederhana adalah model persamaan yang menggambarkan hubungan antara satu variabel bebas (X) dengan satu variabel tak bebas (Y) (Muhidin dan Abdurahman, 2009), yang digambarkan dengan garis lurus, seperti disajikan pada:



Gambar 2. 2 Persamaan Regresi Linier Sederhana

Persamaan regresi linier sederhana dapat ditulis secara matematis:

$$Y = a + bX$$

Dimana:

Y = Variabel tak bebas

a = Konstanta

b = Koefisien variabel X

X = Variabel bebas

Berdasarkan konstanta a dan b nilai dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$b = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \cdot \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

n = jumlah data

Korelasi merupakan ukuran kekuatan hubungan dua peubah (tidak harus memiliki hubungan sebab akibat).

Skala korelasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 5 Skala Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00-0,1999	Sangat Rendah
0,20-0,3999	Rendah
0,40-0,5999	Cukup
0,60-0,7999	Kuat
0,80-1,000	Sangat Kuat

2.2.17 Hierarki Pengendalian (*Hierarchy of Control*)

Resiko/bahaya yang sudah diidentifikasi maka akan dilakukan penilaian dan memerlukan langkah pengendalian untuk menurunkan tingkat resiko/bahayanya menuju ke titik yang aman. Pengendalian Resiko/Bahaya dengan cara eliminasi memiliki tingkat keefektifan, kehandalan dan proteksi tertinggi di antara pengendalian lainnya. Dan pada urutan hierarki setelahnya, tingkat keefektifan, kehandalan dan proteksi menurun. Pengendalian resiko merupakan suatu hierarki (dilakukan berurutan sampai dengan tingkat resiko/bahaya berkurang menuju titik yang aman).



Gambar 2.3 Hierarchy of Controls

5 tahap hierarki pengendalian risiko berdasarkan ISO 45001:2018 (2018) adalah:

1. Eliminasi

Eliminasi adalah pengendalian risiko K3 untuk mengeliminasi atau menghilangkan suatu bahaya. Misalnya ketika di tempat kerja ada oli yang tumpah atau berceceran maka sesegera mungkin kita bersihkan. Eliminasi merupakan puncak tertinggi dalam pengendalian risiko dalam K3, karena apabila bahaya sudah dihilangkan maka sangat kecil kemungkinan akan mengancam pekerja. Hierarki pengendalian risiko ini adalah yang paling utama. Sebab, dengan menghilangkan risiko kecelakaan maka sangat mungkin kecelakaan tidak akan terjadi kembali.

2. Substitusi

Substitusi adalah metode pengendalian risiko yang berfokus pada penggantian alat atau mesin atau barang yang memiliki bahaya.

3. *Engineering Control*

Engineering control adalah proses pengendalian risiko dengan merekayasa suatu alat atau bahan dengan tujuan mengendalikan bahayanya. *Engineering control* dilakukan apabila proses substitusi tidak bisa dilakukan. Proses pengendalian ini biasanya terkendala oleh biaya untuk penggantian alat dan bahan oleh karena itu, kita melakukan proses rekayasa *engineering*. Contoh

perlindungan dalam rekayasa teknik dan reorganisasi pekerjaan adalah pemberian pelindung mesin, system ventilasi, mengurangi bising, jam kerja dan beban kerja yang tidak sehat.

4. Pengendalian Administratif

Pengendalian administrasi merupakan pengendalian risiko dan bahaya dengan peraturan-peraturan terkait dengan keselamatan dan kesehatan kerja yang dibuat. Contoh pengendalian administrasi adalah melaksanakan inspeksi terhadap peralatan secara periodik, melaksanakan pelatihan, mengatur keselamatan dan kesehatan kerja pada aktivitas kontraktor, melaksanakan *safety induction*, memastikan operator *forklift* sudah mendapatkan lisensi yang diwajibkan, menyediakan instruksi kerja untuk melaporkan kecelakaan, mengganti shift kerja, menempatkan pekerja sesuai dengan kemampuan dan risiko pekerjaan.

5. Alat Pelindung Diri

APD atau alat pelindung diri adalah hierarki pengendalian risiko terakhir dalam K3. APD tidak menghilangkan sumber bahaya sehingga proteksi yang diberikan tergantung dari individu yang memakai. Contoh APD adalah *helm*, *earmuff*, *safety gloves* dan lainnya.

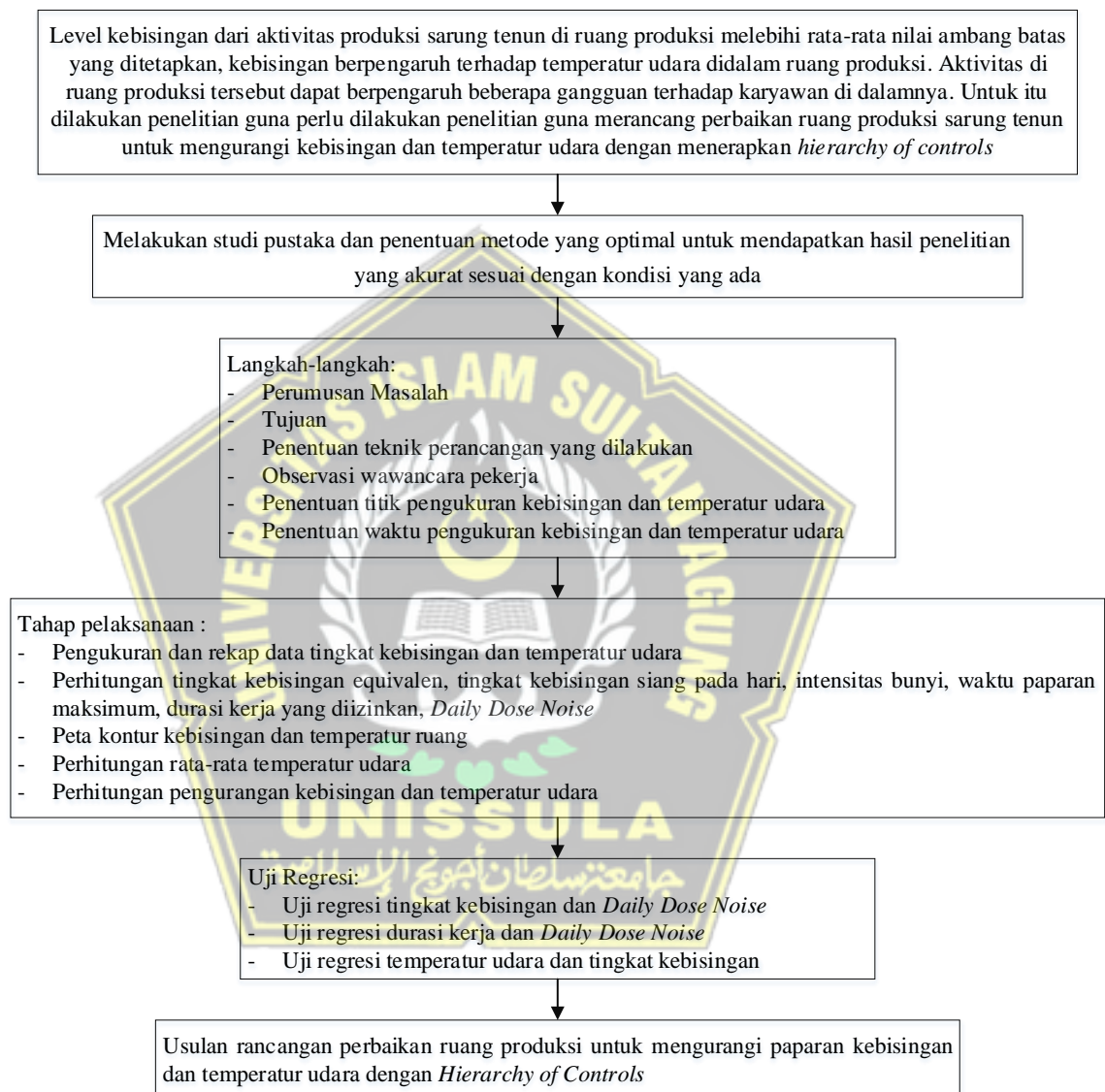
2.3 Hipotesa dan Kerangka Teoritis

2.3.1 Hipotesa

Hipotesa merupakan suatu pernyataan sementara atau dugaan jawaban sementara yang paling memungkinkan meskipun masih harus dibuktikan dengan kebenarannya. Dugaan jawaban tersebut akan diuji kebenarannya dengan data yang dikumpulkan dalam penelitian. Berdasarkan penelitian lain yang telah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa metode *hierarchy of controls* dapat digunakan sebagai alat ukur yang paling efektif dalam hal pengkajian resiko bahaya kebisingan dan temperatur udara, maka hipotesa penelitian ini adalah diharapkan penggunaan metode *hierarchy of controls* mampu membantu menentukan tingkat kebisingan dan temperatur yang baik sekaligus mampu mengurangi tingkat kebisingan dan temperatur pada ruang produksi Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile.

2.3.2 Kerangka Teoritis

Kerangka teoritis atau kerangka konsep adalah suatu hubungan kaitan antara konsep satu dengan lainnya dari masalah yang diteliti (Notoatmodjo, 2005). Kerangka teoritis dilihat pada gambar 2.4 dibawah.



Gambar 2. 4 Kerangka Teoritis

BAB III METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini termasuk penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah penggambaran secara sistematis, faktual, dan akurat tentang fakta dan ciri-ciri suatu objek, menemukan pemecahan masalah yang ada pada objek tersebut, mengatasi masalah, merencanakan, dan memecahkan masalah untuk menetapkan rencana dan keputusan.

3.1 Pengumpulan Data

1. Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian meliputi operator, mesin produksi, dan kondisi lingkungan kerja pada unit produksi sarung tenun *department weaving* PT. Sukorejo Indah Textile. Adapun yang menjadi objek penelitian adalah:

1. Tingkat kebisingan
2. Durasi kerja
3. Temperatur ruang
4. Paparan Kebisingan

2. Variabel Penelitian

Jenis variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas (*independent*), yaitu temperatur udara (°C), tingkat kebisingan (dB), Durasi kerja (jam)
2. Variabel terikat (*dependent*), yaitu paparan kebisingan yang diterima operator

Tabel 3. 1 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur
1	Tingkat Kebisingan	Besarnya tekanan suara yang ditimbulkan oleh proses sarung tenun pada mesin tenun <i>Air Jet Loom</i> Department <i>Weaving</i>	Pengukuran	<i>Aplikasi Decibel X</i>	dB

2	Waktu Kerja	Lama waktu yang dibutuhkan pada tahapan kerja	Observasi dan Wawancara	Pengolahan Data	Jam
3	Temperatur Udara	Temperatur Udara yang diukur pada saat penelitian	Pengukuran	<i>Temperature meter</i>	°C
4	Paparan Kebisingan	Perbandingan level kebisingan tertentu dengan lama waktu yang diperbolehkan	Pengukuran	Pengolahan Data	%
5	Pengendalian Kebisingan	Upaya terencana, terorganisir, terlaksana dan terevaluasi untuk mengurangi tingkat resiko bahaya kebisingan	Telaah Dokumen	Pengolahan Data	dB

3. Jenis dan sumber data

Berikut jenis data yang digunakan dalam penelitian ini:

a. Data primer

Data primer adalah data yang didapatkan dengan cara pengukuran yang dilakukan secara langsung selama waktu penelitian. Data primer penelitian ini yaitu data level kebisingan dan temperatur udara.

b. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah tersedia dari pihak lain sehingga peneliti tidak perlu meneliti secara langsung data dan sumbernya. Data sekunder untuk penelitian ini meliputi struktur organisasi, jam kerja, dan bahan yang digunakan.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan pada PT. Sukorejo Indah Textile dengan cara:

1. Observasi

Awal identifikasi masalah dilakukan dengan mengetahui kondisi sebenarnya di lapangan. Tahap ini dilakukan dengan mengamati secara langsung pada objek penelitian. Melalui observasi lapangan sejumlah masalah yang nantinya akan masuk dalam perumusan masalah. Pada

perumusan masalah dibangun fokus permasalahan yang nantinya akan menjadi acuan dalam menentukan tujuan penelitian

2. Wawancara

Merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada pihak yang terkait dalam perusahaan untuk mendapatkan informasi atau penjelasan yang diperlukan untuk penyelesaian masalah.

3. Pengukuran Kebisingan dan Temperatur Udara

Data level kebisingan didapatkan dengan melakukan pengukuran secara langsung di ruang produksi menggunakan aplikasi *decibelX* dan temperatur udara menggunakan *temperature meter*.

3.3 Pengujian Hipotesa

Berdasarkan permasalahan yang terjadi dan tujuan penelitian ini maka langkah pengujian hipotesa yaitu dengan mengumpulkan data dari variabel bebas dan variabel terikat setelah itu untuk dapat menganalisa hasil penelitian dilakukan pengujian statistika dengan uji regresi lalu dilakukan usulan rancangan rekomendasi mengurangi kebisingan dan temperatur udara dengan *Hierarchy of Control*.

Tabel 3. 2 Pengujian Hipotesa

Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Tingkat kebisingan diatas NAB	Tingkat Kebisingan Sesuai NAB
Temperatur udara panas	Temperatur udara sesuai standar
Belum adanya pengendalian kebisingan dan iklim kerja	Perancangan pengendalian kebisingan dan temperatur udara

3.4 Metode Analisis

Setelah melakukan penelitian tentang evaluasi paparan kebisingan dan temperatur udara menggunakan *Hierarchy of Controls* maka dilakukan analisis dari pengolahan data dan pengujian hipotesa yang telah dilakukan pada langkah sebelumnya. Menganalisis tingkat kebisingan dan temperatur udara secara keseluruhan pada ruang produksi mesin *air jet loom* Departemen *Weaving* PT.

Sukorejo Indah Textile lalu membandingkannya dengan standar Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 tahun 2016 yaitu dengan nilai ambang batas 85 dB per 8 jam kerja, suhu yang ditentukan adalah 18 - 28°C. Karena tingkat kebisingan dan temperatur melebihi ambang batas, pengendalian kebisingan dan temperatur yang diusulkan harus dirancang untuk mengurangi waktu produktif pekerja dan risiko masalah kesehatan terkait pekerjaan.

3.5 Pembahasan

Data dari pengukuran dan *file* perusahaan diproses secara kuantitatif untuk mendapatkan citra data yang representatif yang mendukung pemecahan masalah kebisingan dan suhu di ruang produksi di Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile. Pengolahan data dilakukan dengan cara:

1. Membuat jumlah data tingkat kebisingan, dan temperatur udara
2. Menghitung tingkat kebisingan ekivalen (L_{eq}) dengan rumus:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n 10^{\left(\frac{L_i}{10}\right)}$$

Setelah dilakukan perhitungan tingkat kebisingan dilakukan beberapa perhitungan yaitu:

- a. Perhitungan Intensitas Bunyi

$$L_i = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ dB}$$

- b. Perhitungan waktu kerja yang diizinkan, rumus:

$$T_i = \frac{8}{2^{(L-90)/5}}$$

- c. Perhitungan papadan bising (DND), rumus:

$$D = \sum_i \frac{C_i}{T_i}$$

d. Uji Regresi

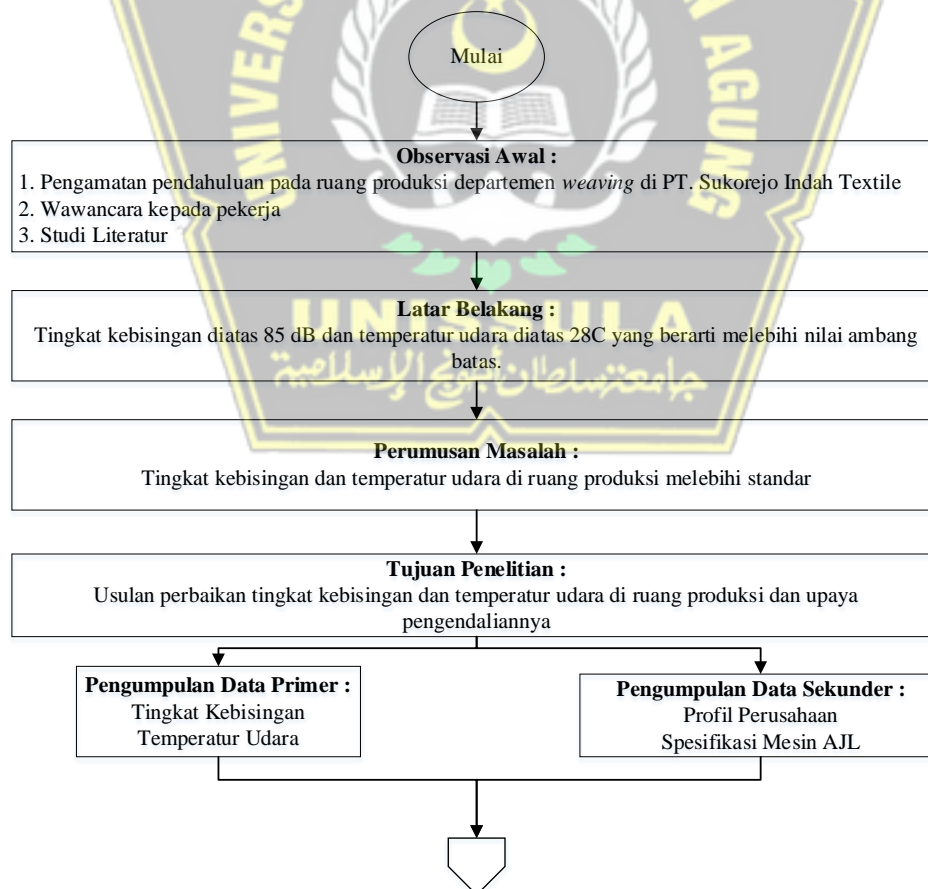
$$b = \frac{n \sum XY - \sum X - \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

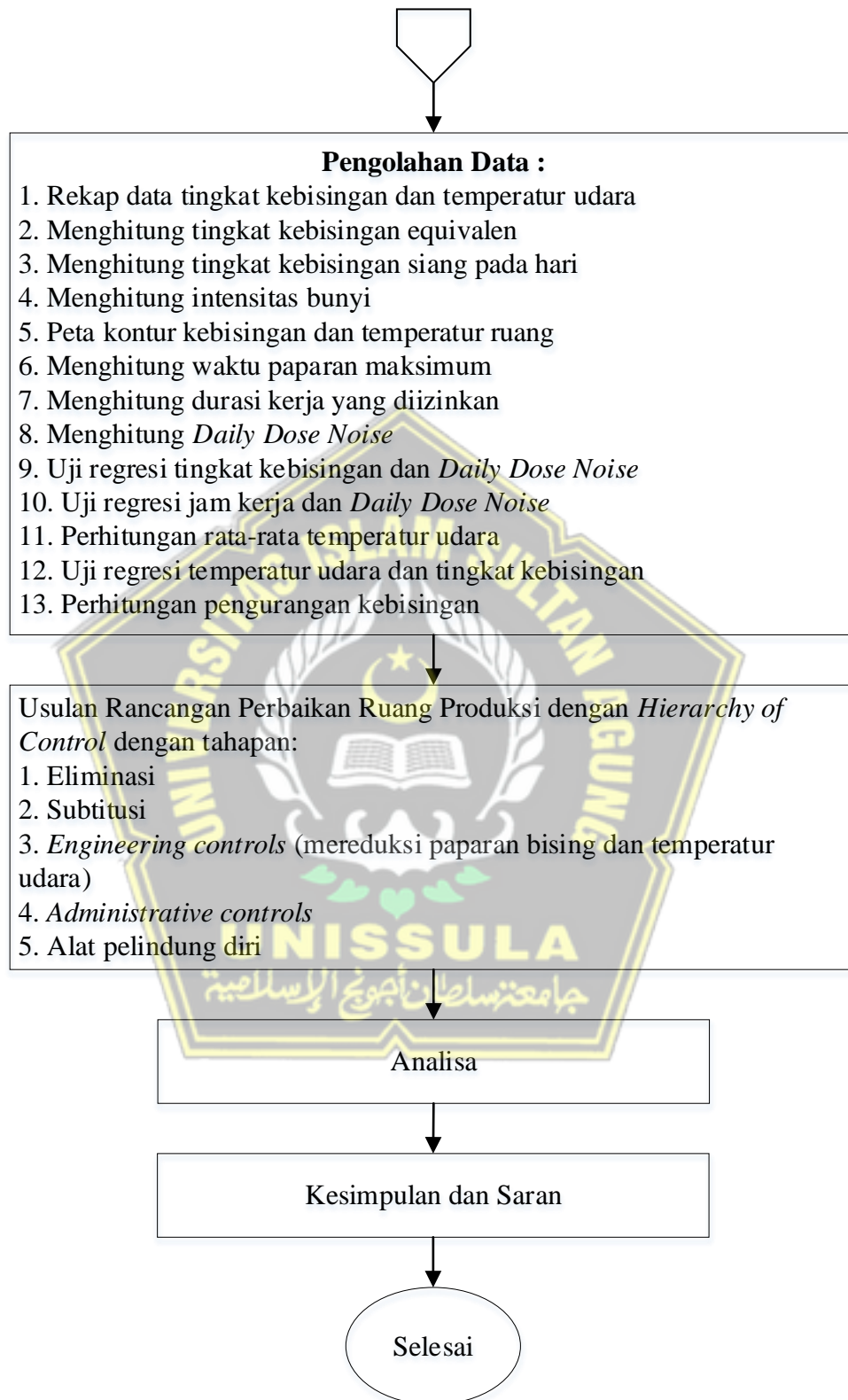
e. Perhitungan pengurangan kebisingan (noise reduction)

$$NR = 10 \log \left(\frac{a_2}{a_1} \right) \text{dB}$$

3. Perancangan mengurangi kebisingan dan temperatur udara dengan *Hierarchy of Control*.**3.6 Penarikan Kesimpulan**

Dari hasil pengolahan data, pembahasan dan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai hasil akhir dari penelitian, kemudian diberikan saran atau saran bagi perusahaan sebagai acuan perbaikan sistem dan penelitian selanjutnya.

3.7 Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Gambaran Umum PT. Sukorejo Indah Textile

PT. Sukorejo Indah Textile merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang pertenunan sarung yang beralamatkan di Jalan Raya Kandeman Km 4.5, Kandeman RT 005/ RW05, Kec. Batang, Jawa Tengah dengan luas area 12.398 m² dan luas bangunan 6.602 m². Tahun 1999 Perusahaan ini didirikan oleh bapak Muchsin di kecamatan Sukorejo, Pasuruan Jawa Timur dan melakukan kerjasama dengan pemerintah daerah Pasuruan melalui PT. Kamajaya Textile.

Pada tahun 2004 perusahaan mulai mendatangkan mesin sedikit demi sedikit ke pabrik baru di Kabupaten Batang hingga diakhir tahun 2004 PT. Sukorintex resmi beroperasi. Diawal-awal produksi PT. Sukorintex-Batang hanya terdapat proses *weaving* (penenunan) sedangkan proses-proses lainnya yaitu proses persiapan dan proses *finishing* masih dilakukan di PT. Sukorintex - Pasuruan. Secara bertahap, PT. Sukorintex yang beralamatkan di desa Kandeman ini melengkapi kebutuhan – kebutuhan seperti proses persiapan, *finishing*, dan lain sebagainya untuk menunjang produktivitas.

Pada tahun 2007 PT. Sukorintex-Pasuruan produksi direlokasikan ke Batang dan untuk kantor pusat pemasaran direlokasikan ke Gresik, Jawa Timur sehingga menutup kerjasama dengan pemerintah daerah Pasuruan.

4.1.2 Visi, Misi, dan Kebijakan Mutu Perusahaan

1. Visi

Visi dari PT. Sukorejo Indah Textile (Sukorintex) adalah Menjadi Sarung No. 1 di Indonesia.

2. Misi

Adapun Misi perusahaan PT. Sukorejo Indah Textile (Sukorintex) yang juga akan memberikan arah sekaligus batasan proses pencapaian tujuan adalah:

- Produk yang berkualitas dihasilkan dari perusahaan yang berkualitas.
- Perusahaan yang berkualitas dihasilkan dari management dan karyawan yang berkualitas.

3. Kebijakan Mutu

Adapun kebijakan mutu perusahaan PT. Sukorejo Indah Textile (Sukorintex) adalah W-A-D-I-M-O-R, dimana setiap huruf memiliki arti dan makna tersendiri, yaitu:

Warna lebih variatif

Aslu buatan Indonesia

Desain beraneka ragam

Inovasi tiada henti

Mengutamakan kualitas produk demi kepuasan pelanggan

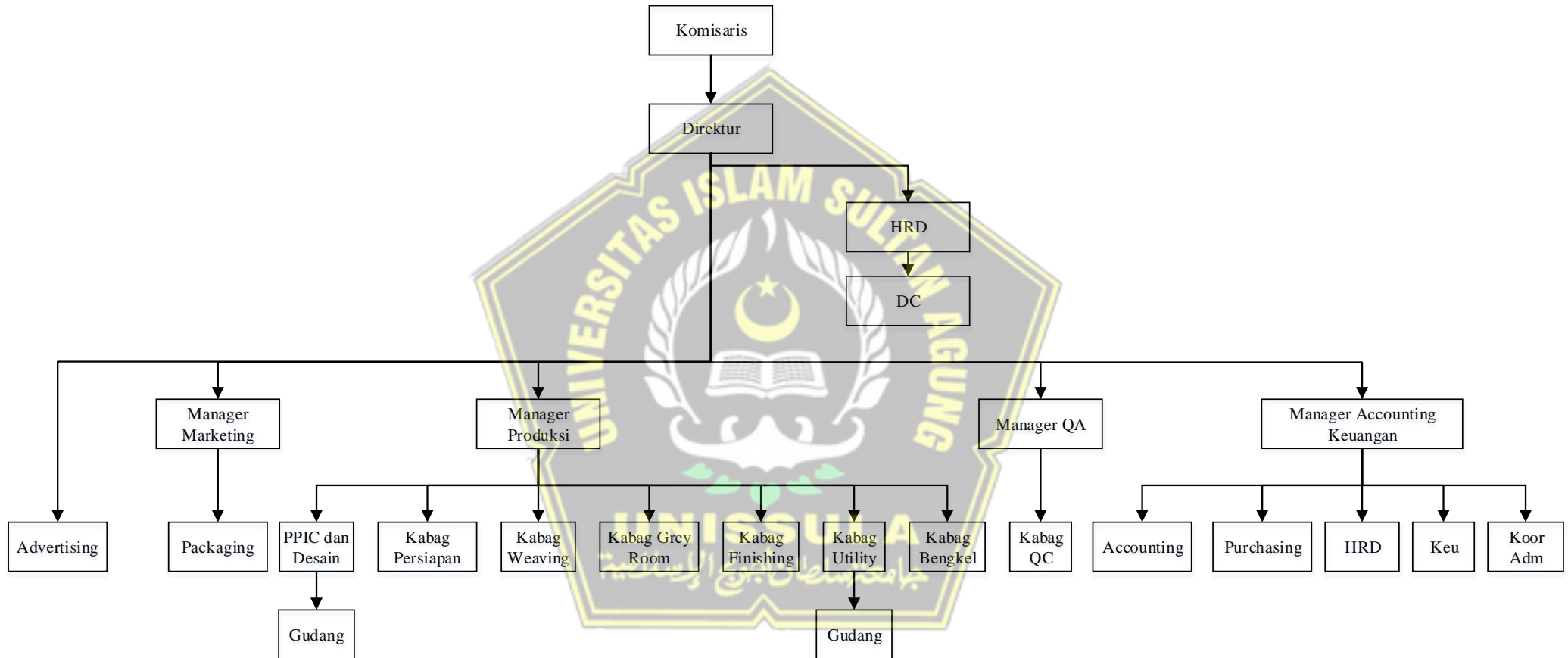
Organisasi yang memberi manfaat bagi semua

Rekan terpercaya bagi semua pihak



4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

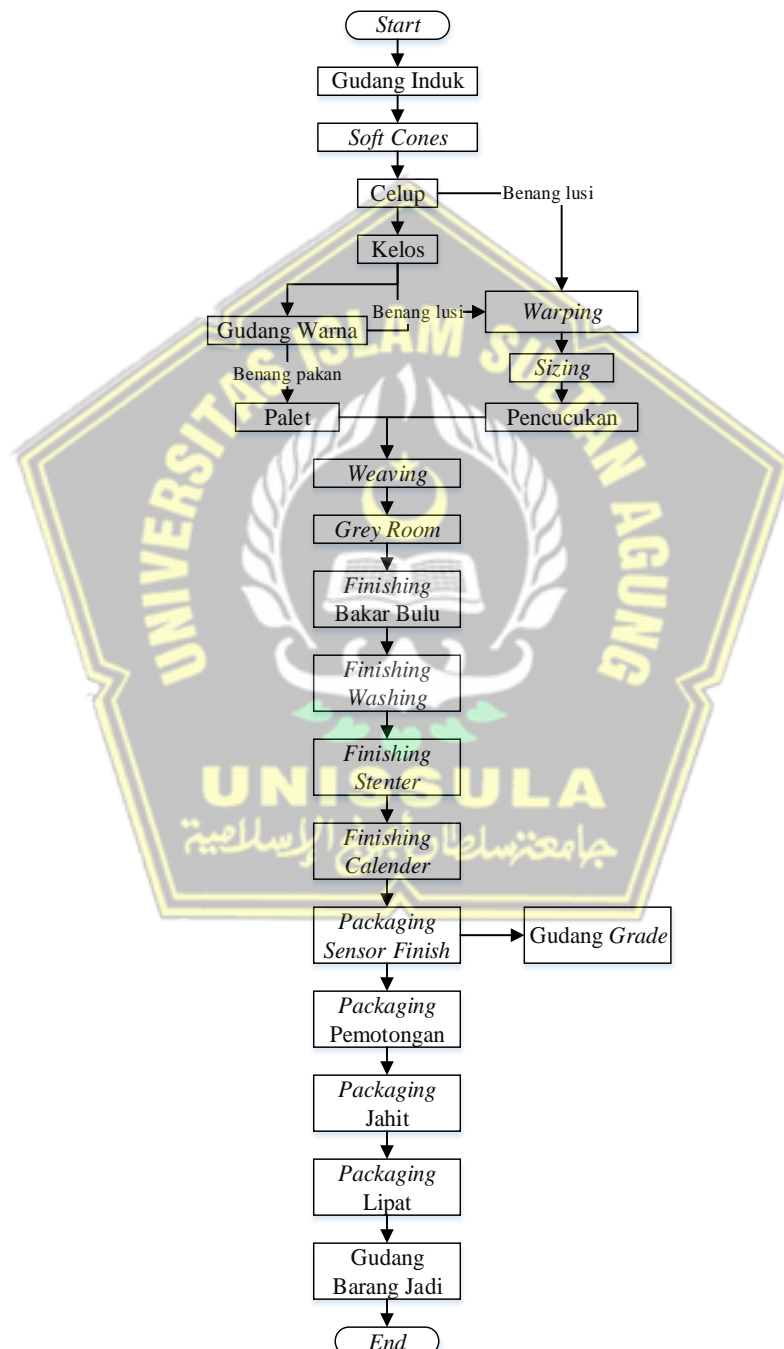
Struktur organisasi dari PT. Sukorejo Indah Textile adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Struktur Organisasi

4.1.4 Sistem Produksi

Pada PT. Sukorejo Indah Textile menggunakan sistem MTO *make to order* (memproduksi berdasarkan pesanan atau permintaan konsumen). Berikut alur proses produksi sarung tenun PT. Sukorejo Indah Textile (SUKORINTEX) adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 2 Proses Produksi

4.1.5 Ketenagakerjaan

Saat ini tenaga kerja PT. Sukorintex sampai bulan Agustus 2022 tercatat 3000 karyawan. Karyawan bekerja selama 6 hari dalam seminggu, dengan jam kerja 8 jam/hari. Setiap karyawan diharuskan berada di area perusahaan 10 menit sebelum jam masuk dimulai. Pembagian jam kerja yang diterapkan oleh PT. Sukorintex dibagi menjadi empat *shift*, diantaranya:

1. Pagi : Pukul 06.00 – 14.00 WIB
2. Siang : Pukul 14.00 – 22.00 WIB
3. Malam : Pukul 22.00 – 06.00 WIB
4. GS : Pukul 08.00 – 16.00 WIB

4.1.6 Produk Yang Dihasilkan

Produk utama dari PT. Sukorejo Indah Textile (Sukorintex) adalah sarung tenun merek Wadimor. Dengan berbagai macam jenis dan motif seperti *Primer*, *Grandmaster*, *Balimoon*, *Relief*, *Luxury*, Motif Bali, Bali 555, *Viscose*, *Mascot Jacquard*, dan *Classic Jacquard Songket*.

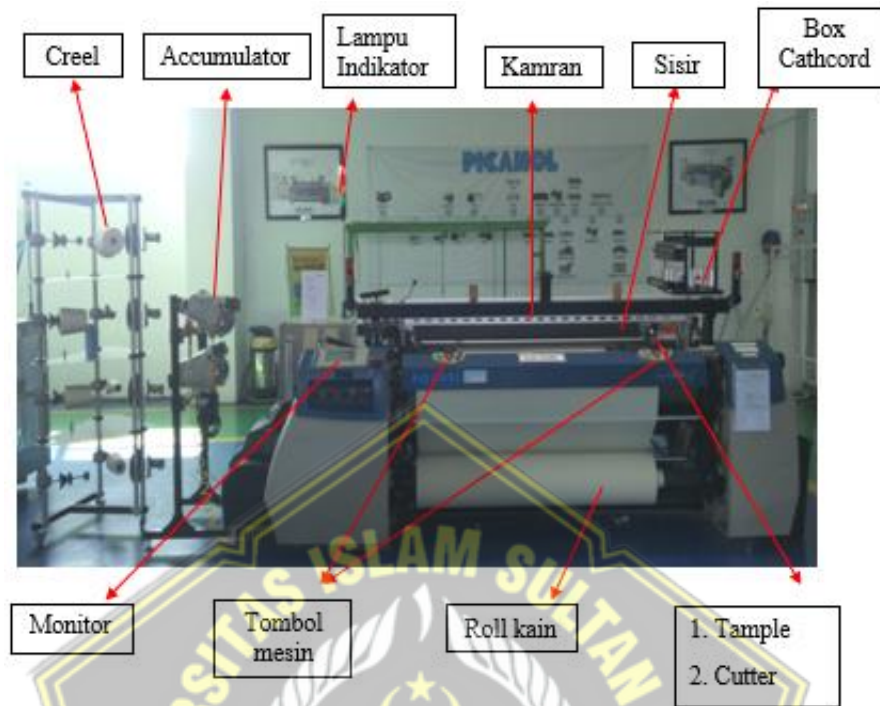
4.1.7 Mesin Tenun Air Jet Loom

Mesin Tenun *Air Jet Loom* mesin tenun tanpa teropong yang menggunakan semburan udara yang dikompresi untuk menyisipkan benang pakan kedalam mulut lusi (warp shed). Besar kecilnya tekanan angin diatur sesuai ketentuan agar didapat suatu keseimbangan antara benang pakan sampai keujung kain, tetapi tidak merusak atau memutus benang pakan tersebut. Besar kecilnya tekanan angin tergantung dari beberapa hal seperti :

- Benang pakan semakin besar, semakin tinggi kebutuhan tekanan angin
- Kecepatan mesin (RPM) semakin tinggi, semakin tinggi kebutuhan tenaga angin
- Semakin tinggi daya tarik mulur benang pakan, semakin tinggi pula kebutuhan tekanan anginnya

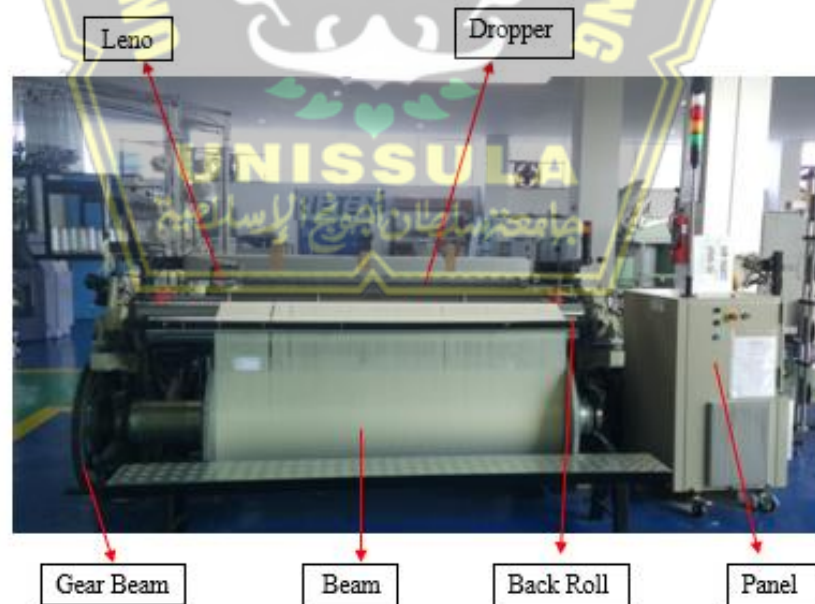
Bagian-bagian mesin tenun *Air Jet Loom*, yaitu:

1. Bagian depan



Gambar 4. 3 Bagian Depan Mesin Air Jet Loom

2. Bagian Belakang



Gambar 4. 4 Bagian Belakang Mesin Air Jet Loom

Fungsi dari bagian-bagian mesin tenun *air jet loom* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 1 Bagian-Bagian Mesin Tenun *Air Jet Loom*

No	Nama Bagian Mesin	Fungsi
1	<i>Creel</i>	Tempat untuk menempatkan benang pakan
2	Lampu indikator	Mengetahui trouble mesin
3	<i>Accumulator</i>	Menggulung benang pakan sesuai lebar kain
4	Kamran	Membuat pola anyaman dan membuka mulut lusi
5	Sisir	Merapatkan atau mengetek benang pakan
6	<i>Box catch cord</i>	Menempatkan benang <i>catch cord</i> dan <i>leno</i>
7	<i>Monitor</i>	<i>Setting</i> mesin
8	Roll kain	Menggulung kain hasil pertenunan
9	Tombol mesin	Menjalankan mesin
10	<i>Cutter</i>	Memotong sisa benang pakan
11	<i>Ring tample</i>	Menjaga lebar kain
12	<i>Leno</i>	Mengunci pinggiran kain
13	<i>Dropper</i>	Otomatis lusi putus
14	<i>Gear beam</i>	Memutar beam lusi
15	<i>Beam</i>	Menggulung benang lusi
16	<i>Back roll</i>	Memberi <i>tension</i> benang lusi
17	<i>Panel</i>	Penempatan komponen listrik

Dalam menjalankan mesin tenun *air jet loom* terdapat hal – hal yang perlu

diperhatikan dalam menjalankannya, seperti:

- a. Perhatikan tekanan angin minimal 4 barr
- b. Kebersihan akumulator, sisir, *dropper* dan *gun*
- c. Benang leno harus penuh / *full*
- d. Pastikan tombol *emergency* dalam keadaan *off*

Keunggulan dari mesin tenun *air jet loom*, yaitu:

- a. Produktifitasnya tinggi
- b. Kecepatan penyisipan benang pakan tinggi

- c. Bekerjanya sederhana dan tidak membahayakan karena sedikitnya bagian yang bergerak
- d. Hemat penggunaan ruang
- e. Pemeliharaan minimum dan mudah
- f. Hemat pemakaian suku cadang

Selain keunggulan mesin tenun *air jet loom* juga memiliki kelemahan mesin seperti:

- a. Konsumsi daya listrik tinggi
- b. Membutuhkan double power (listrik dan angin)
- c. Setelah listrik mati, mesin tidak bisa langsung dijalankan karena menunggu tekanan kompresor

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Ruang Produksi Departemen *Weaving* Mesin *Air Jet Loom*

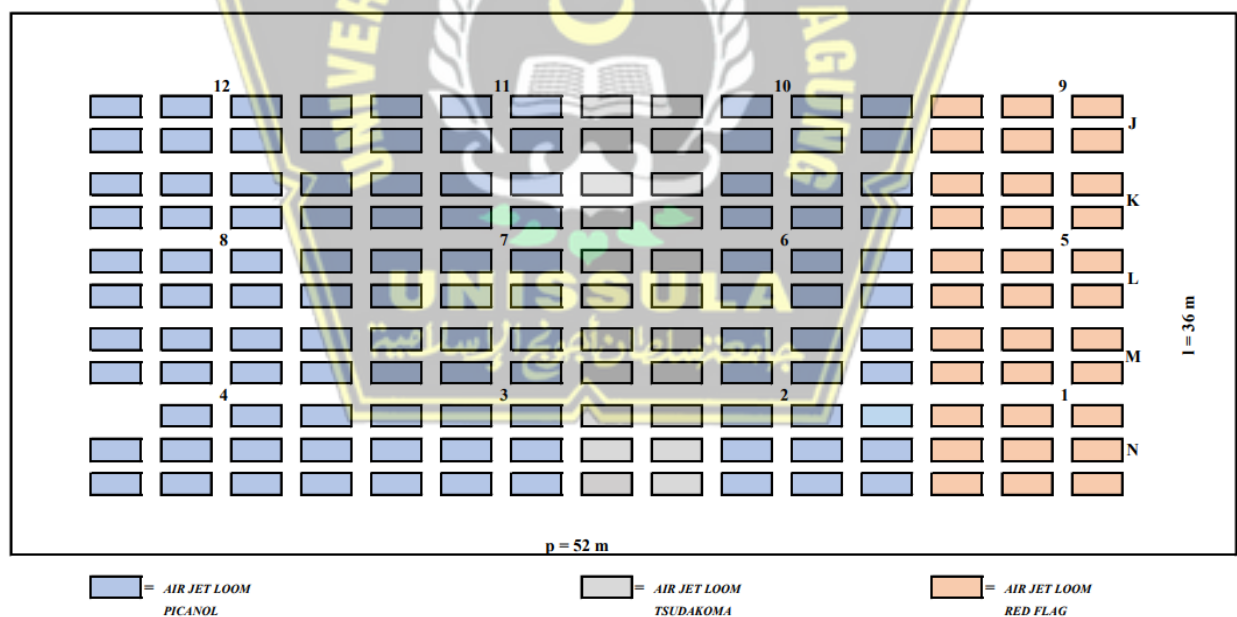
Pada ruang produksi Departemen *Weaving* terjadi proses perubahan benang menjadi kain dengan cara di tenun. Proses penenunan menggunakan mesin tenun *Air Jet Loom*. Bangunan pada gedung Departemen *Weaving* ini memiliki ukuran sebesar 52 meter x 36 meter atau seluas 1872 m². Bangunan gedung Departemen *Weaving* sangat tertutup tidak memiliki jendela. Dinding bermaterialkan beton dengan di cat putih. Terdapat 3 buah pintu ukuran 2 meter bermaterialkan besi baja dicat hijau. Seluruh atap bermaterialkan seng tebal dan tidak adanya ventilasi, dikarenakan jika terdapat ventilasi maka angin yang ada untuk menjalankan mesin tenun akan keluar dan mengakibatkan tekanan angin turun sehingga mesin tidak dapat beroperasi. Sirkulasi yang ada dalam ruang produksi menggunakan *blower* tetapi *blower* tersebut tidak memungkinkan untuk mendapatkan sirkulasi udara yang maksimal di dalam ruang produksi.

4.2.2 Pengukuran Level Kebisingan

Teknik peta kontur digunakan untuk menentukan jumlah titik pengukuran berdasarkan (SNI 16-7061-2004, 2004) yaitu lantai produksi dengan luas diatas 100 m² titik potong horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak 6 meter pada Departemen *Weaving*. Tujuan dari pengukuran agar keadaan seluruh Departemen

Weaving dapat dianalisis secara semuanya sehingga didapatkan hasil pengukuran yang merata pada Departemen *Weaving*. Area pengukuran pada Departemen *Weaving* dari 12 titik yang telah ditentukan dengan mengplot 6 x 6 m pada area Departemen *Weaving* dapat dilihat pada Gambar 4.5 Alat yang digunakan dalam pengukuran tingkat kebisingan adalah aplikasi *decibel X*. Pengukuran dengan aplikasi tersebut terlampir pada lampiran 7. Pengukuran dilakukan selama lima hari pada tanggal 24 Januari 2022 sampai dengan 28 Januari 2022 mulai pukul 08.00-16.00 WIB yang dibagi ke dalam interval waktu pada shift GS. Setiap pengukuran harus dapat mewakili interval waktu tertentu dengan penentuannya, rekapitulasi pengukuran tingkat kebisingan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

1. L1 diukur pada jam 09.00 untuk mewakili jam 08.00 – 11.00
 2. L2 diukur pada jam 13.00 untuk mewakili jam 11.00 – 14.00
 3. L3 diukur pada jam 15.00 untuk mewakili jam 14.00 – 16.00
- Layout titik pengukuran dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Sumber: Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile , 2021

Gambar 4. 5 *Layout* Departemen *Weaving*

1. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan

Rekapitulasi hasil pengukuran tingkat kebisingan dari titik 1 sampai titik 12 untuk setiap jam 09.00, 13.00 dan 15.00 selama 5 hari dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Rekap Data Pengukuran Tingkat Kebisingan Selama 5 Hari

Pukul (WIB)	No	Tanggal Pengukuran	Tingkat Kebisingan (dB)											
			Pengukuran ke-											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
09.00	1	24/01/2022	95,7	95,7	97,2	95,8	96,2	97,8	97,9	96,7	95,1	95,6	96,5	96,1
	2	25/01/2022	95,5	95,5	96,6	96,1	96,5	97,6	98,3	96,6	95,3	95,8	96,3	95,8
	3	26/01/2022	95,7	95,8	96,5	95,7	95,6	98,2	98,5	96,8	95,3	95,4	96,4	95,6
	4	27/01/2022	95,6	95,6	96,4	95,9	96,3	97,9	98,2	96,7	95,2	95,3	96,3	95,9
	5	28/01/2022	95,4	95,5	96,6	95,8	96,4	97,9	97,8	96,6	95,1	95,5	96,6	95,8
	Rata-rata			95,6	95,6	96,7	95,9	96,2	97,9	98,1	96,7	95,2	95,5	96,4
13.00	1	24/01/2022	95,6	95,8	96,4	95,9	96,1	98,1	98,1	96,9	95	95,3	95,9	96,2
	2	25/01/2022	95,5	95,7	96,5	95,8	96,6	98,3	98,4	96,7	95,3	95,5	96	95,8
	3	26/01/2022	95,7	95,5	96,3	95,8	96,4	98,1	98,1	96,7	95,1	95,5	96,2	95,8
	4	27/01/2022	95,4	95,7	96,4	95,6	96,5	98	98,3	96,6	95,3	95,2	96,2	95,7
	5	28/01/2022	95,3	95,8	96,3	95,7	96,2	98,3	98	96,9	95	95,4	96,1	95,6
	Rata-rata			95,5	95,7	96,4	95,8	96,4	98,2	98,2	96,8	95,1	95,4	96,1
15.00	1	24/01/2022	95,6	95,8	96,5	95,8	96,3	97,8	97,9	96,8	95,2	95,6	96,1	96
	2	25/01/2022	95,6	95,7	96,3	96	96,5	98,2	98,4	96,6	95,2	95,6	96	95,8
	3	26/01/2022	95,8	95,8	96,5	96,1	96,5	98,1	98,1	96,8	95,1	95,4	96,3	96,1
	4	27/01/2022	95,7	95,5	96,3	95,8	96,6	98	98,3	96,5	95	95,7	96,3	95,9
	5	28/01/2022	95,5	95,6	96,5	95,9	96,5	97,7	98,4	96,7	95,3	95,5	96	95,7
	Rata-rata			95,6	95,7	96,4	95,9	96,5	98,0	98,2	96,7	95,2	95,6	96,1

Sumber : Pengumpulan Data

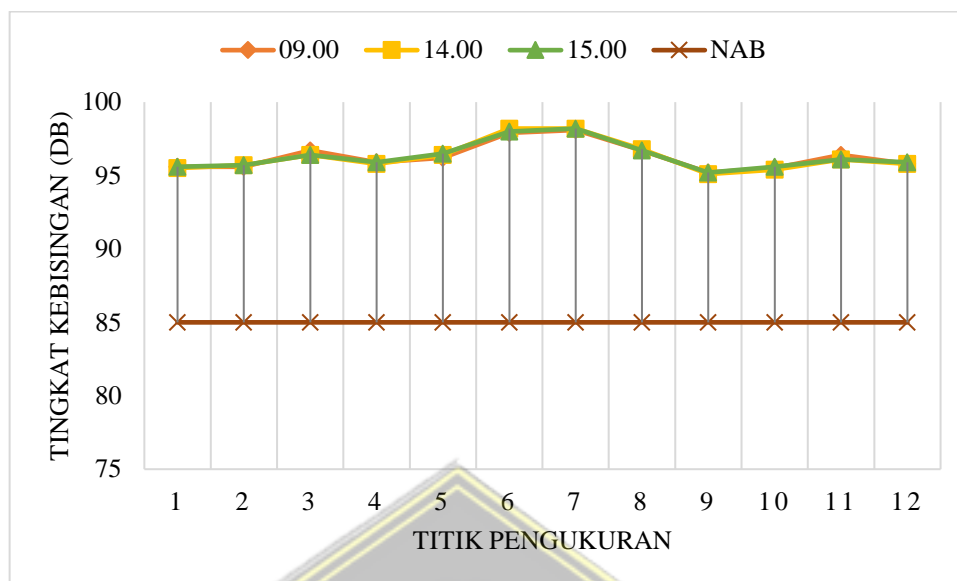
Berdasarkan data, tingkat kebisingan rata-rata ruang produksi dihitung. Melihat besarnya tingkat kebisingan di lingkungan kerja dan menggunakannya untuk menghitung tingkat kebisingan ekuivalen (Leq) dan tingkat kebisingan (Ls) pada *shift* GS. Tabel 4.3 menunjukkan tingkat kebisingan rata-rata yang diperoleh pada setiap titik pengukuran.

Tabel 4.3 Rata-Rata Level Kebisingan (DB)

Titik Pengukuran	Rata-Rata Waktu Kebisingan (dB)		
	Waktu Pengukuran (WIB)		
	09.00	14.00	15.00
1	95,6	95,5	95,6
2	95,6	95,7	95,7
3	96,7	96,4	96,4
4	95,9	95,8	95,9
5	96,2	96,4	96,5
6	97,9	98,2	98
7	98,1	98,2	98,2
8	96,7	96,8	96,7
9	95,2	95,1	95,2
10	95,5	95,4	95,6
11	96,4	96,1	96,1
12	95,8	95,8	95,9

Sumber: Pengumpulan Data

Berdasarkan data pada Tabel 4.3 dilakukan uji statistik untuk melihat hubungan waktu pengukuran tingkat kebisingan terhadap paparan bising. Grafik tingkat kebisingan terhadap waktu pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4.6



Sumber: Pengolahan Data

Gambar 4. 6 Grafik Rata-Rata Kebisingan Terhadap Waktu

Pada Gambar 4.6 Grafik rata-rata tingkat kebisingan terhadap waktu menunjukkan kebisingan rata-rata pada ruang produksi Departemen *Weaving* melebihi nilai ambang batas berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 yaitu 85 dB untuk 8 jam kerja per hari.

2. Perhitungan Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq)

Tingkat kebisingan ekuivalen (Leq) terdiri dari dua bagian, tingkat kebisingan pada waktu siang hari (LS) dan tingkat kebisingan malam hari (LM). Namun, dalam penelitian ini, hanya menghitung tingkat kebisingan siang hari *shift* GS (Leq *shift* GS) yang dihitung. Tingkat kebisingan diukur di 12 titik Departemen *Weaving* selama 5 hari pada tanggal 24 Januari 2022-28 Januari 2022. Tingkat kebisingan ekuivalen (Leq) adalah nilai tingkat kebisingan dari suatu kebisingan yang bervariasi selama waktu tertentu, sesuai dengan tingkat kebisingan konstan selama interval waktu yang sama. Data tingkat kebisingan di setiap titik dan waktu pengukuran selama 5 hari direpresentasikan dengan tingkat kebisingan ekuivalen (Leq). Pengukuran titik 1, untuk tingkat kebisingan ekuivalen (Leq) pada Jam 09.00, yaitu:

Hari 1 = 95,7 dB

Hari 2 = 95,5 dB

Hari 3 = 95,7 dB

Hari 4 = 95,6 dB

Hari 5 = 95,4 dB

Perhitungan tingkat kebisingan ekuivalen (L_{eq}) mengacu pada rumus 2.1 pada titik 1 dengan tingkat kebisingan (t_{j1-5}) = 95,7; 95,5; 95,7; 95,6; 95,4 di pengukuran jam 09.00 selama 5 hari sebagai berikut:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \left[\sum t_j 10^{L_j/10} \right]$$

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \left[\sum t_j 10^{L_j/10} \right]$$

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{25} \left[5 \times 10^{\frac{95,7}{10}} + 5 \times 10^{\frac{95,5}{10}} + 5 \times 10^{\frac{95,7}{10}} + 5 \times 10^{\frac{95,6}{10}} + 5 \times 10^{\frac{95,4}{10}} \right]$$

$$L_{eq} = 95,6 \text{ dB}$$

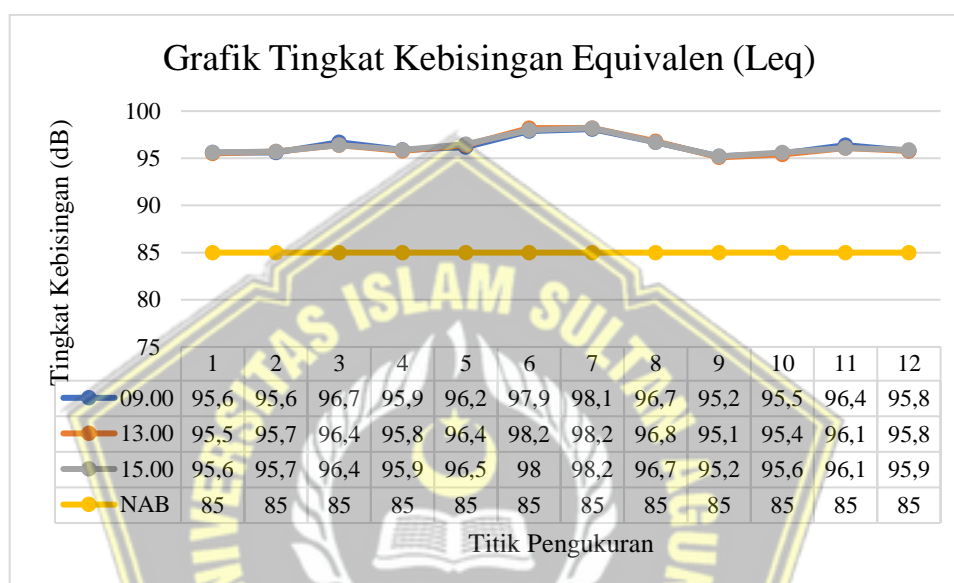
Digunakan rumus yang sama, rekap data tingkat kebisingan ekuivalen (L_{eq}) selama 5 hari dari hari ke-1 sampai ke-5 untuk 12 titik pengukuran di jam 09.00, 13.00 dan 15.00 dapat dilihat pada Tabel 4.4 Berikut ini:

Tabel 4. 4 Hasil Rekapitulasi Tingkat Kebisingan Ekuivalen (L_{eq}) Pada Semua Titik Pengukuran

Titik Pengukuran	Tingkat Kebisingan Ekuivalen (L_{eq}) pada Jam (WIB)		
	09.00 (L1)	13.00 (L2)	15.00 (L3)
1	95,6	95,5	95,6
2	95,6	95,7	95,7
3	96,7	96,4	96,4
4	95,9	95,8	95,9
5	96,2	96,4	96,5
6	97,9	98,2	98
7	98,1	98,2	98,2
8	96,7	96,8	96,7
9	95,2	95,1	95,2
10	95,5	95,4	95,6
11	96,4	96,1	96,1
12	95,8	95,8	95,9
Rata-Rata	96,3	96,3	96,3

Sumber : Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.4, grafik yang dibuat menunjukkan tingkat kebisingan ekuivalen (L_{eq}) dari 12 titik pengukuran di ruang produksi Departemen *Weaving*. Tujuan pembuatan grafik adalah untuk mengetahui titik – titik yang memiliki tingkat kebisingan tertinggi maupun terendah. Grafik ini juga berguna dalam mengetahui berapa banyak titik pengukuran yang melewati NAB. Grafik tingkat kebisingan ekuivalen (L_{eq}) ditunjukkan pada Gambar 4.7



Sumber : Pengolahan Data

Gambar 4. 7 Grafik Tingkat Kebisingan Ekuivalen (L_{eq})

Pada Gambar 4.7 Grafik tingkat kebisingan ekuivalen menunjukkan kebisingan pada 12 titik ruang produksi Departemen *Weaving* melebihi nilai ambang batas berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 yaitu 85 dB untuk 8 jam kerja/hari.

3. Tingkat Kebisingan Ekuivalen pada Siang Hari (L_s)

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MENLH/11/1996 data tingkat kebisingan ekuivalen setiap saat dikategorikan menjadi dua jenis: tingkat kebisingan siang hari dan malam hari. Pengukuran hanya dilakukan pada pukul 09.00, 13.00, dan 15.00, sehingga tingkat kebisingan yang dihitung hanya pada siang hari (*shift* GS). Dibawah ini adalah perhitungan tingkat kebisingan pada titik 1.

1. L_1 diukur pada jam 09.00 mewakili jam 08.00 - 11.00 = 95,6 dB ($T_1 = 3$)
2. L_2 diukur pada jam 13.00 mewakili jam 11.00 – 14.00 = 95,5 dB ($T_2 = 3$)

3. L3 diukur pada jam 15.00 mewakili jam 14.00 – 16.00 = 95,6 dB (T3 = 2)

Perhitungan Ls mengacu pada rumus 2.2 yang digunakan yaitu:

$$L_s = 10 \log_{1/T} [t_1 \times 10^{\frac{L_1}{10}} + t_2 \times 10^{\frac{L_2}{10}} + t_3 \times 10^{\frac{L_3}{10}}]$$

Dengan,

t1 = fraksi waktu yang mewakili pukul 08.00-11.00 (t1=3/8)

t2 = fraksi waktu yang mewakili pukul 11.00-14.00 (t2=3/8)

t3 = fraksi waktu yang mewakili pukul 14.00-16.00 (t3=2/8)

$$\text{Jadi, } L_s = 10 \log \left[\frac{3}{8} \times 10^{\frac{95,6}{10}} + \frac{3}{8} \times 10^{\frac{95,5}{10}} + \frac{2}{8} \times 10^{\frac{95,6}{10}} \right] = 95,6 \text{ dB}$$

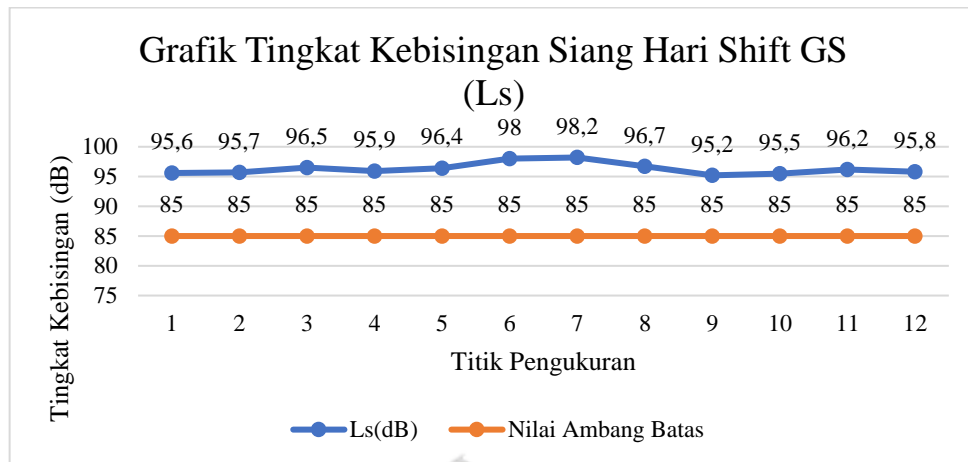
Rekapitulasi hasil tingkat kebisingan siang hari (Ls) pada titik pengukuran 1 sampai pengukuran 12 dengan rumus yang sama dapat dilihat dari tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Rekap Data Tingkat Kebisingan Siang Hari (Ls)

Titik Pengukuran	Tingkat Kebisingan Equivalen (Leq) pada Jam (WIB)			Ls(dB)
	09.00	13.00	15.00	
1	95,6	95,5	95,6	95,6
2	95,6	95,7	95,7	95,7
3	96,7	96,4	96,4	96,5
4	95,9	95,8	95,9	95,9
5	96,2	96,4	96,5	96,4
6	97,9	98,2	98	98
7	98,1	98,2	98,2	98,2
8	96,7	96,8	96,7	96,7
9	95,2	95,1	95,2	95,2
10	95,5	95,4	95,6	95,5
11	96,4	96,1	96,1	96,2
12	95,8	95,8	95,9	95,8
Rata-Rata	96,3	96,3	96,3	96,3

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.5 adalah grafik yang menunjukkan tingkat kebisingan *shift* GS (Ls) dari setiap titik pengukuran pada ruang produksi Departemen *Weaving*. Grafik dibuat untuk menunjukkan titik – titik dengan tingkat kebisingan tertinggi dan terendah. Grafik tingkat kebisingan *shift* GS (Ls) ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Sumber: Pengolahan Data

Gambar 4. 8 Grafik Tingkat kebisingan pada Siang Hari Shift GS (Ls)

Gambar 4.8 Grafik tingkat kebisingan siang hari shift GS menunjukkan kebisingan pada 12 titik ruang produksi Departemen *Weaving* melebihi nilai ambang batas Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 yaitu 85 dB untuk 8 jam kerja perhari.

4. Tingkat Intensitas Bunyi

Nilai intensitas minimum yang dapat didengar manusia adalah $I_0 = 10^{-12}$ W/m². Lebih kecil dari nilai tersebut maka intensitas tersebut tidak dapat didengar oleh manusia. Tidak ada nilai untuk intensitas maksimum, sekeras apapun bunyi manusia masih dapat mendengarnya. Perhitungan intensitas bunyi pada titik 1 untuk L_1 (tingkat intensitas bunyi) = 95,7 dB, mengacu pada rumus 2.4 perhitungannya adalah:

$$L_i = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ dB}$$

$$95,7 \text{ dB} = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \text{ dB}$$

$$I = 3,72 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$$

Rumus yang sama digunakan, didapatkan rekap data hasil tingkat intensitas kebisingan di titik pengukuran 1 sampai pengukuran 12 dapat ditunjukkan tabel 4.6

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Intensitas Bunyi

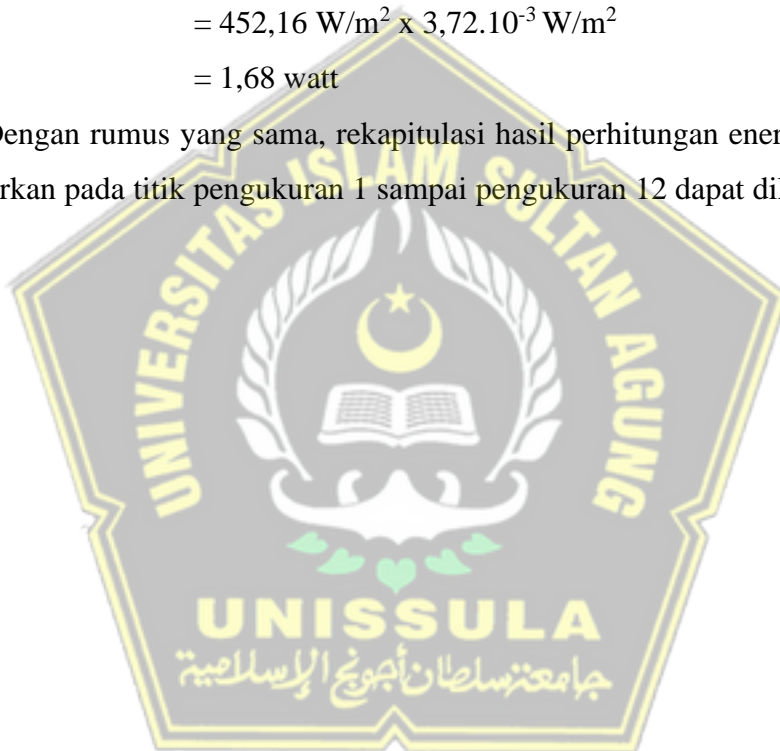
Pukul (WIB)	Tanggal Pengukuran	Titik Pengukuran											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
08.00	24/01/2022	3,72.10 ⁻³	3,72.10 ⁻³	5,25.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³	4,17.10 ⁻³	6,03.10 ⁻³	6,17.10 ⁻³	4,68.10 ⁻³	3,24.10 ⁻³	3,63.10 ⁻³	4,47.10 ⁻³	4,07.10 ⁻³
	25/01/2022	3,55.10 ⁻³	3,55.10 ⁻³	4,57.10 ⁻³	4,07.10 ⁻³	4,47.10 ⁻³	5,75.10 ⁻³	6,76.10 ⁻³	4,57.10 ⁻³	3,39.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³	4,27.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³
	26/01/2022	3,72.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³	4,47.10 ⁻³	3,72.10 ⁻³	3,63.10 ⁻³	6,61.10 ⁻³	7,08.10 ⁻³	4,79.10 ⁻³	3,39.10 ⁻³	3,47.10 ⁻³	4,37.10 ⁻³	3,63.10 ⁻³
	27/01/2022	3,63.10 ⁻³	3,63.10 ⁻³	4,37.10 ⁻³	3,89.10 ⁻³	4,27.10 ⁻³	6,17.10 ⁻³	6,61.10 ⁻³	4,68.10 ⁻³	3,31.10 ⁻³	3,39.10 ⁻³	4,27.10 ⁻³	3,89.10 ⁻³
	28/01/2022	3,47.10 ⁻³	3,55.10 ⁻³	4,57.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³	4,37.10 ⁻³	6,17.10 ⁻³	6,03.10 ⁻³	4,57.10 ⁻³	3,24.10 ⁻³	3,55.10 ⁻³	4,57.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³
13.00	24/01/2022	3,63.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³	4,37.10 ⁻³	3,89.10 ⁻³	4,07.10 ⁻³	6,46.10 ⁻³	6,46.10 ⁻³	4,90.10 ⁻³	3,16.10 ⁻³	3,39.10 ⁻³	3,89.10 ⁻³	4,17.10 ⁻³
	25/01/2022	3,55.10 ⁻³	3,72.10 ⁻³	4,47.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³	4,57.10 ⁻³	6,76.10 ⁻³	6,92.10 ⁻³	4,68.10 ⁻³	3,39.10 ⁻³	3,55.10 ⁻³	3,98.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³
	26/01/2022	3,72.10 ⁻³	3,55.10 ⁻³	4,27.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³	4,37.10 ⁻³	6,46.10 ⁻³	6,46.10 ⁻³	4,68.10 ⁻³	3,24.10 ⁻³	3,55.10 ⁻³	4,17.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³
	27/01/2022	3,47.10 ⁻³	3,72.10 ⁻³	4,37.10 ⁻³	3,63.10 ⁻³	4,47.10 ⁻³	6,31.10 ⁻³	6,76.10 ⁻³	4,57.10 ⁻³	3,39.10 ⁻³	3,31.10 ⁻³	4,17.10 ⁻³	3,72.10 ⁻³
	28/01/2022	3,39.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³	4,27.10 ⁻³	3,72.10 ⁻³	4,17.10 ⁻³	6,76.10 ⁻³	6,31.10 ⁻³	4,90.10 ⁻³	3,16.10 ⁻³	3,47.10 ⁻³	4,07.10 ⁻³	3,63.10 ⁻³
15.00	24/01/2022	3,63.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³	4,47.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³	4,27.10 ⁻³	6,03.10 ⁻³	6,17.10 ⁻³	4,79.10 ⁻³	3,31.10 ⁻³	3,63.10 ⁻³	4,07.10 ⁻³	3,98.10 ⁻³
	25/01/2022	3,63.10 ⁻³	3,72.10 ⁻³	4,27.10 ⁻³	3,98.10 ⁻³	4,47.10 ⁻³	6,61.10 ⁻³	6,92.10 ⁻³	4,57.10 ⁻³	3,31.10 ⁻³	3,63.10 ⁻³	3,98.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³
	26/01/2022	3,80.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³	4,47.10 ⁻³	4,07.10 ⁻³	4,47.10 ⁻³	6,46.10 ⁻³	6,46.10 ⁻³	4,79.10 ⁻³	3,24.10 ⁻³	3,47.10 ⁻³	4,27.10 ⁻³	4,07.10 ⁻³
	27/01/2022	3,72.10 ⁻³	3,55.10 ⁻³	4,27.10 ⁻³	3,80.10 ⁻³	4,57.10 ⁻³	6,31.10 ⁻³	6,76.10 ⁻³	4,47.10 ⁻³	3,16.10 ⁻³	3,72.10 ⁻³	4,27.10 ⁻³	3,89.10 ⁻³
	28/01/2022	3,55.10 ⁻³	3,63.10 ⁻³	4,47.10 ⁻³	3,89.10 ⁻³	4,47.10 ⁻³	5,89.10 ⁻³	6,92.10 ⁻³	4,68.10 ⁻³	3,39.10 ⁻³	3,55.10 ⁻³	3,98.10 ⁻³	3,72.10 ⁻³

Sumber: Pengolahan Data

Mengetahui intensitas bunyi pada setiap titik pengukuran, dapat dihitung w (energi yang dipancarkan oleh sumber bunyi. Menghitung w (energi bunyi yang dipancarkan oleh sumber bunyi) pada titik 1 untuk I (intensitas bunyi) = $3,72 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$ mengacu pada rumus 2.5 adalah:

$$\begin{aligned}
 I &= w/4\pi D^2 \\
 I &= w/4\pi D^2 \\
 3,72 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2 &= w/4 \times (3,14)(6)^2 \text{ W/m}^2 \\
 3,72 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2 &= w/(452,16) \text{ W/m}^2 \\
 w &= 452,16 \text{ W/m}^2 \times 3,72 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2 \\
 w &= 1,68 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Dengan rumus yang sama, rekapitulasi hasil perhitungan energi bunyi yang dikeluarkan pada titik pengukuran 1 sampai pengukuran 12 dapat dilihat dari tabel 4.7



Tabel 4. 7 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Energi Sumber Bunyi (Watt)

Pukul (WIB)	Tanggal Pengukuran	Titik Pengukuran											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
08.00	24/01/2022	1,68	1,68	2,37	1,72	1,88	2,72	2,79	2,11	1,46	1,64	2,02	1,84
	25/01/2022	1,60	1,60	2,07	1,84	2,02	2,60	3,06	2,07	1,53	1,72	1,93	1,72
	26/01/2022	1,68	1,72	2,02	1,68	1,64	2,99	3,20	2,16	1,53	1,57	1,97	1,64
	27/01/2022	1,64	1,64	1,97	1,76	1,93	2,79	2,99	2,11	1,50	1,53	1,93	1,76
	28/01/2022	1,57	1,60	2,07	1,72	1,97	2,79	2,72	2,07	1,46	1,60	2,07	1,72
13.00	24/01/2022	1,64	1,72	1,97	1,76	1,84	2,92	2,92	2,21	1,43	1,53	1,76	1,88
	25/01/2022	1,60	1,68	2,02	1,72	2,07	3,06	3,13	2,11	1,53	1,60	1,80	1,72
	26/01/2022	1,68	1,60	1,93	1,72	1,97	2,92	2,92	2,11	1,46	1,60	1,88	1,72
	27/01/2022	1,57	1,68	1,97	1,64	2,02	2,85	3,06	2,07	1,53	1,50	1,88	1,68
	28/01/2022	1,53	1,72	1,93	1,68	1,88	3,06	2,85	2,21	1,43	1,57	1,84	1,64
15.00	24/01/2022	1,64	1,72	2,02	1,72	1,93	2,72	2,79	2,16	1,50	1,64	1,84	1,80
	25/01/2022	1,64	1,68	1,93	1,80	2,02	2,99	3,13	2,07	1,50	1,64	1,80	1,72
	26/01/2022	1,72	1,72	2,02	1,84	2,02	2,92	2,92	2,16	1,46	1,57	1,93	1,84
	27/01/2022	1,68	1,60	1,93	1,72	2,07	2,85	3,06	2,02	1,43	1,68	1,93	1,76
	28/01/2022	1,60	1,64	2,02	1,76	2,02	2,66	3,13	2,11	1,53	1,60	1,80	1,68

Sumber: Pengolahan Data

5. Pemetaan Kebisingan

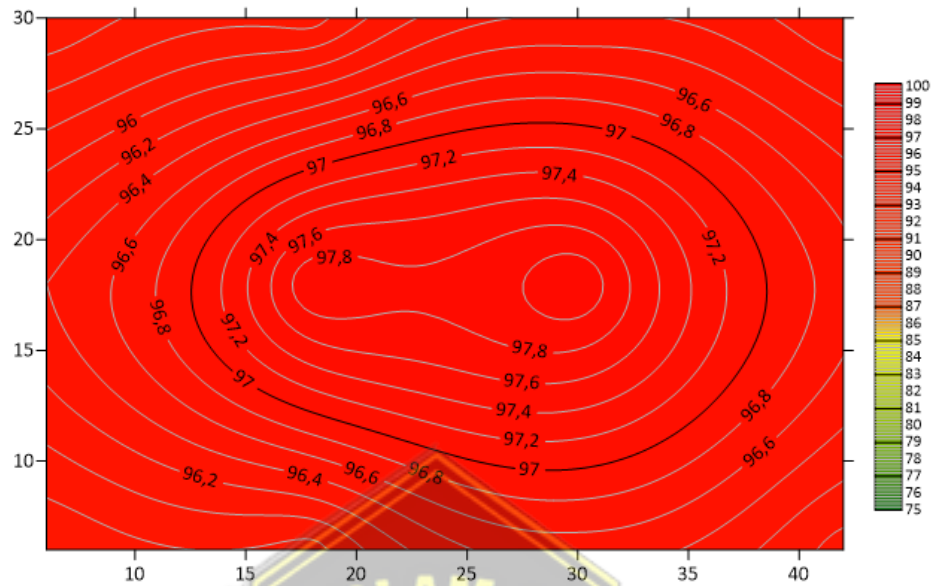
Deskripsi arah/pola sebaran kebisingan di area ruang produksi Departemen *Weaving* dapat dilakukan dengan membuat peta kebisingan (*noise mapping*) dengan *Software Surfer 13*, jumlah titik kebisingan yang diperoleh adalah 12 titik. Data yang digunakan mewakili tingkat kebisingan total ruang produksi Departemen *Weaving* dan Tabel 4.8 memberikan koordinat pemetaan kebisingan ruang produksi Departemen *Weaving*.

Tabel 4.8 Titik-Titik Koordinat Tingkat Kebisingan

No	X (M)	Y (M)	Z {Ls(dB)}
1	6	6	95,6
2	18	6	95,7
3	30	6	96,5
4	42	6	95,9
5	6	18	96,4
6	18	18	98
7	30	18	98,2
8	42	18	96,7
9	6	30	95,2
10	18	30	95,5
11	30	30	96,2
12	42	30	95,8

Sumber : Pengolahan Data

Dari tabel 4.8 maka dibuat dibuat peta kebisingan ruang produksi Departemen *Weaving* yang ditunjukkan dari gambar 4.9



Sumber : Pengolahan Data

Gambar 4.9 Peta Kontur Tingkat Kebisingan pada Ruang Produksi Departemen *Weaving*

Pada Gambar 4.9 terlihat area kerja pada ruang produksi departemen *weaving* PT. Sukorejo Indah Textile menghasilkan tingkat kebisingan yang diatas nilai ambang batas yang telah ditentukan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 yaitu 85 dB untuk 8 jam kerja/hari.

6. Waktu paparan maksimum yang diizinkan

Karena tingkat kebisingan berbeda untuk setiap titik pengukuran, beban kerja maksimum dan waktu pemaparan juga berbeda untuk setiap titik pengukuran, sehingga waktu paparannya dihitung mengacu pada rumus 2.10 adalah

$$Ti = \frac{8}{2^{(L-85)/3}}$$

Perhitungan L_s pada titik 1, yaitu:

L_s : 95,6 dB maka,

$$Ti = \frac{8}{2^{(95,6-85)/3}} = 1,13 \text{ jam}$$

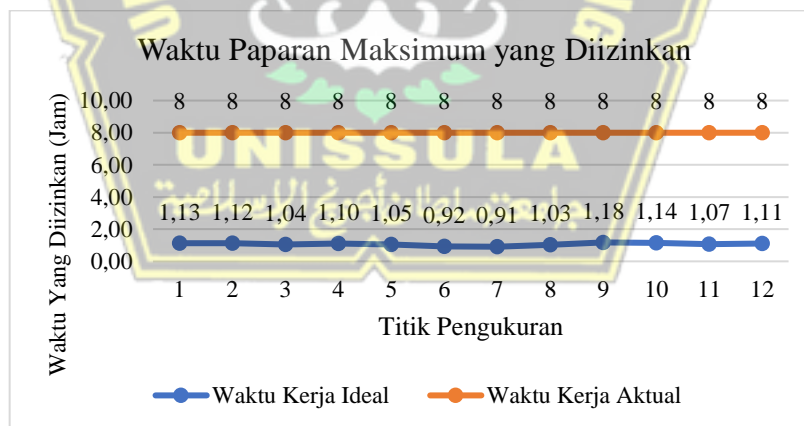
Dengan rumus yang sama, rekapitulasi hasil perhitungan waktu paparan maksimum yang diizinkan pada titik pengukuran 1 sampai pengukuran 12 dapat dilihat dari tabel 4.9

Tabel 4. 9 Waktu paparan maksimum yang diizinkan

Titik	Ls (dB)	Ti (Jam)
1	95,6	1,13
2	95,7	1,12
3	96,5	1,04
4	95,9	1,10
5	96,4	1,05
6	98	0,92
7	98,2	0,91
8	96,7	1,03
9	95,2	1,18
10	95,5	1,14
11	96,2	1,07
12	95,8	1,11
Rata-Rata	96,3	1,1

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 4.9 dapat digunakan untuk membuat grafik yang membandingkan antara waktu kerja aktual dengan waktu kerja ideal untuk paparan kebisingan. Hal ini dapat dilihat dari gambar 4.10 di bawah ini.



Sumber : Pengolahan Data

Gambar 4. 10 Grafik Waktu Paparan Maksimum yang Diizinkan

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa waktu paparan maksimum yang diizinkan disemua titik berada di bawah 8 jam, sehingga operator dan smasher tidak dapat bekerja secara produktif selama 8 jam kerja/per hari.

7. *Daily Dose Noise (DND)*

Perhitungan paparan kebisingan yang disamakan dengan *Daily Noise Dose* (DND) mengacu pada rumus 2.9 adalah

$$D = \frac{C}{T_i} \times 100\%$$

Dimana, C = 8 jam dan $T_i = 1,13$ jam

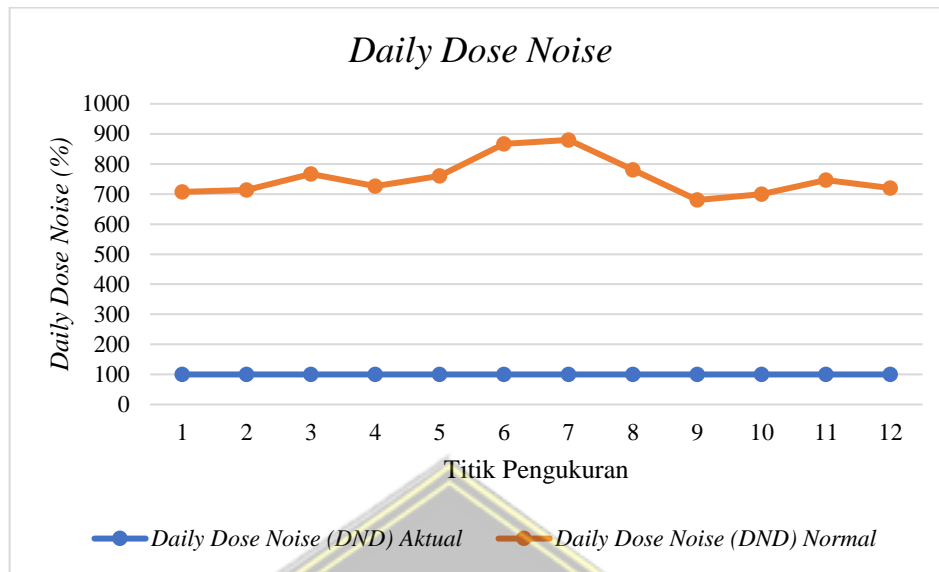
$$\text{Maka, } D = \frac{8}{1,13} \times 100\% = 707\%$$

Menurut NIOSH (2007) Kriteria dosis aman adalah 100% atau kurang, tetapi hasil perhitungan DND semua poin di atas 100%, sehingga tergolong berbahaya. Tabel 4.10 dan Gambar 4.11 memberikan gambaran perhitungan tingkat kebisingan harian.

Tabel 4. 10 Rekap Data *Daily Dose Noise*

Titik	Ls (dB)	Ti (Jam)	DND (%)	Keterangan
1	95,6	1,13	707	Berbahaya
2	95,7	1,12	713	Berbahaya
3	96,5	1,04	767	Berbahaya
4	95,9	1,10	727	Berbahaya
5	96,4	1,05	760	Berbahaya
6	98	0,92	867	Berbahaya
7	98,2	0,91	880	Berbahaya
8	96,7	1,03	780	Berbahaya
9	95,2	1,18	680	Berbahaya
10	95,5	1,14	700	Berbahaya
11	96,2	1,07	747	Berbahaya
12	95,8	1,11	720	Berbahaya
Rata-Rata	96,3	1,1	754	

Sumber : Pengolahan Data



Sumber : Pengolahan Data

Gambar 4.11 Grafik *Daily Dose Noise* (DND)

Berdasarkan Gambar 4.11 diatas, *daily noise dose* (DND) normal melebihi standar dosis aman adalah tidak lebih dari 100% menurut *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) (2007).

8. Uji Regresi Tingkat Kebisingan Terhadap *Daily Dose Noise* (DND)

Tingkat kebisingan yang digunakan untuk uji regresi adalah tingkat kebisingan shift GS (Ls) pada 12 titik pengukuran. Dari pola data pada Gambar 4.11, dilihat bahwa persamaan regresi yang paling tepat adalah persamaan linier sederhana. Perhitungan regresi linier ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Data Tingkat Kebisingan (dB) dan *Daily Noise Dose* (DND)

Titik	Ls (dB) (X)	DND % (Y)	X.Y	X ²
1	95,6	707	67557,3	9139,36
2	95,7	713	68266,0	9158,49
3	96,5	767	73983,3	9312,25
4	95,9	727	69687,3	9196,81
5	96,4	760	73264,0	9292,96
6	98	867	84933,3	9604
7	98,2	880	86416,0	9643,24
8	96,7	780	75426,0	9350,89
9	95,2	680	64736,0	9063,04
10	95,5	700	66850,0	9120,25

11	96,2	747	71829,3	9254,44
12	95,8	720	68976,0	9177,64
Jumlah	1155,7	9048	872053,50	111313,4

Sumber : Pengolahan Data

Koefisien regresi b mengacu pada rumus 2.13 ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{12 \times 872053,50 - 1155,7 \times 9048}{12 \times 111313,4 - (1155,7)^2} = \frac{7868,4}{117,95} = 66,71$$

Konstanta a mengacu pada rumus 2.14 adalah:

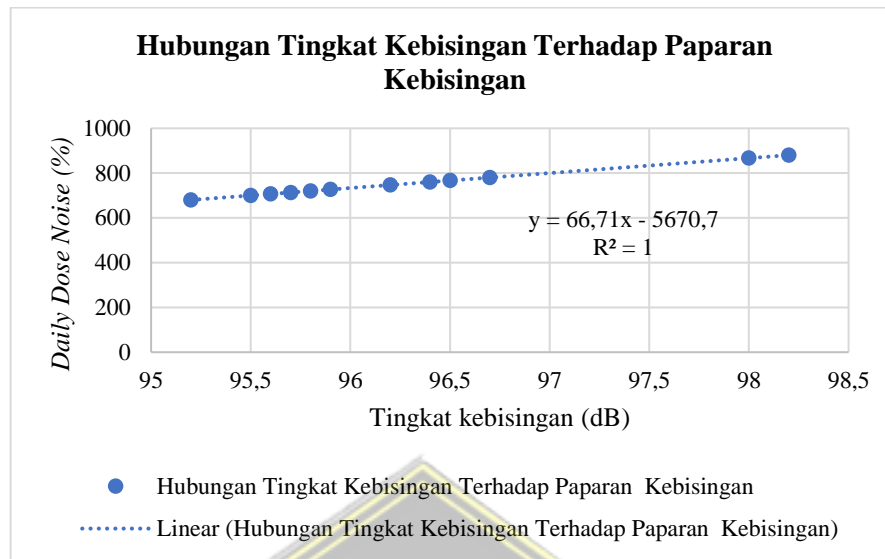
$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

$$= \frac{9048 - (66,71 \times 1155,7)}{12} = \frac{-68048,747}{12} = -5670,7$$

Persamaan regresi diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konstanta (a) bertanda negatif sebesar $-5670,7$ artinya apabila tingkat kebisingan (X) sama dengan nol (0) maka *daily dose noise* (Y) nilainya $-5670,7$.
2. Koefisien regresi tingkat kebisingan (b) sebesar $66,71$, artinya koefisien regresi positif (searah) $66,71$. Jika tingkat kebisingan (X) meningkat sebesar 1 satuan, maka *daily dose noise* (Y) juga meningkat sebesar $66,71$. Artinya jika tingkat kebisingan (X) naik sebesar $66,71$ maka *daily dose noise* akan meningkat sebesar $66,71$.

Sehingga model persamaan regresi linier sederhana adalah $Y = -5670 + 66,71X$. Data diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel* untuk mendapatkan *scatter diagram*, persamaan regresi, dan koefisien korelasi. Output hasil perhitungan uji regresi tingkat kebisingan (dB) terhadap *daily nose dose* (DND) (%) dapat dilihat pada lampiran 3. Grafik pengolahan data tingkat kebisingan dan paparan kebisingan ditunjukkan pada Gambar 4.12



Sumber: Pengolahan Data

Gambar 4. 12 Grafik Hubungan Tingkat Kebisingan Terhadap Paparan Kebisingan

Berdasarkan Gambar 4.12, Diperoleh persamaan $Y = -5670 + 66,71X$. Persamaan tersebut menunjukkan nilai R square sebesar 1 yang memiliki pengertian bahwa pengaruh tingkat kebisingan terhadap *daily nose dose* sebesar 100% dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain..

9. Uji Regresi Durasi Kerja (Jam) terhadap *Daily Noise Dose* (DND)

Durasi kerja yang digunakan untuk uji regresi adalah durasi kerja (jam) shift GS yang diizinkan pada 12 titik pengukuran. Dari pola data pada Gambar 4.10, persamaan regresi yang paling tepat adalah persamaan linier sederhana. Perhitungan regresi linier dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 12 Data Durasi Kerja (Jam) dan *Daily Noise Dose* (DND)

Titik	Ti (Jam) (X)	DND% (Y)	X . Y	X ²
1	1,13	707	798,91	1,2769
2	1,12	713	798,56	1,2544
3	1,04	767	797,68	1,0816
4	1,1	727	799,70	1,2100
5	1,05	760	798,00	1,1025
6	0,92	867	797,64	0,8464
7	0,91	880	800,80	0,8281
8	1,03	780	803,40	1,0609
9	1,18	680	802,40	1,3924

10	1,14	700	798,00	1,2996
11	1,07	747	799,29	1,1449
12	1,11	720	799,20	1,2321
Jumlah	12,80	9048	9594	13,7298

Sumber: Pengolahan Data

Persamaan regresi dihitung dengan cara perhitungan manual di 12 titik dapat dikerjakan dengan cara :

Koefisien regresi b mengacu pada rumus 2.13 adalah:

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{12 \times 9594 - 12,80 \times 9048}{12 \times 13,7298 - (12,80)^2} = \frac{-691,44}{0,9176} = -753,53$$

Konstanta a mengacu pada rumus 2.14 ditentukan dengan menggunakan rumus:

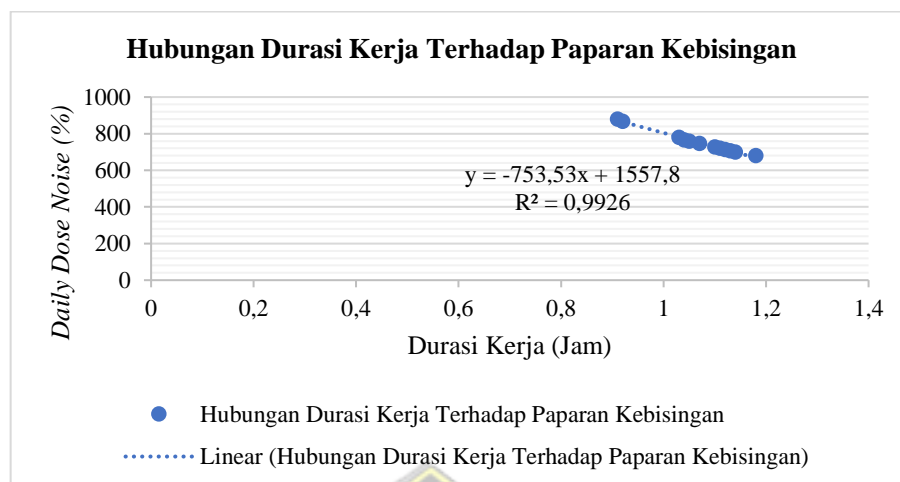
$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

$$= \frac{9048 - (-753,53 \times 12,80)}{12} = \frac{18693,184}{12} = 1157,8$$

Persamaan regresi diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konstanta (a) memiliki nilai positif (+) sebesar 1157,8 artinya apabila durasi kerja (X) sebesar nol (tidak ada perubahan) maka *daily dose noise* (Y) nilainya 1157,8.
2. Nilai koefisien regresi variabel tingkat kebisingan (b) yaitu sebesar -753,53 artinya koefisien negatif (berlawanan) sebesar -753,53. Jika durasi kerja (X) meningkat sebesar 1 satuan, maka *daily dose noise* (Y) akan menurun sebesar 753,53. Artinya jika durasi kerjanya naik sebesar 753,53 maka *daily dose noise* akan menurun sebesar 753,53.

Sehingga model persamaan regresi linier sederhana adalah $Y = 1157,8 - 753,53X$. Data diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel* untuk mendapatkan *scatter diagram*, persamaan regresi, dan koefisien korelasi. Output hasil perhitungan uji regresi durasi kerja (jam) terhadap *daily nose dose* (DND) (%) dapat dilihat pada lampiran 4. Grafik pengolahan data tingkat kebisingan dan paparan kebisingan ditunjukkan pada Gambar 4.13



Sumber: Pengolahan Data

Gambar 4. 13 Grafik Hubungan Durasi Kerja Terhadap Paparan Kebisingan

Pada gambar 4.31, diperoleh persamaan $Y = 1157,8 - 753,53X$. Persamaan tersebut menunjukkan nilai R square sebesar 0,9926 yang memiliki pengertian bahwa pengaruh durasi kerja (jam) yang diizinkan terhadap *daily nose dose* (DND) (%) sebesar 99,26%, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak disebutkan dalam model. Nilai koefisien regresi bernilai negatif yang berarti kedua parameter berbanding terbalik, dimana Semakin tinggi durasi kerja yang diizinkan (jam) maka paparan kebisingan semakin rendah sebaliknya semakin rendah durasi kerja yang diizinkan (jam) maka paparan kebisingan semakin tinggi.

4.2.3 Temperatur Udara

Data temperatur udara pdi ruang produksi Departemen *Weaving* diperoleh menggunakan *temperature meter* pada ketinggian 1.5 meter dan diukur rentang pada jam 09:00 WIB, 13:00 WIB dan 15:00 WIB selama 5 hari. Tabel 4.15 menunjukkan hasil pengukuran temperatur udara pada ruang produksi Departemen *Weaving*.

Tabel 4. 13 Rekapitulasi Pengukuran Temperatur Udara selama 5 hari

Jam (WIB)	No	Tanggal Pengukuran	Temperatur Udara (°C)											
			Pengukuran ke-											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
09.00	1	24/01/2022	29,5	29,5	30,8	29,8	30,2	31,2	31,2	30,5	29,2	29,5	30,2	29,8
	2	25/01/2022	29,5	29,5	30,5	29,8	30,2	31,1	31,4	30,5	29,2	29,8	30,2	29,8
	3	26/01/2022	29,5	29,5	30,2	29,5	30,5	31,4	31,5	30,5	29,2	29,5	30,2	29,5
	4	27/01/2022	29,5	29,5	30,2	29,8	30,2	31,2	31,4	30,5	29,2	29,2	30,2	29,8
	5	28/01/2022	29,5	29,5	30,5	29,8	30,2	31,2	31,2	30,5	29,2	29,2	30,5	29,8
	Rata-rata		29,5	29,5	30,4	29,7	30,3	31,2	31,3	30,5	29,2	29,4	30,3	29,7
13.00	1	24/01/2022	29,5	29,8	30,2	29,8	29,8	31,4	31,4	30,5	29,2	29,2	29,8	30,2
	2	25/01/2022	29,5	29,5	30,2	29,8	30,2	31,4	31,5	30,5	29,2	29,5	29,8	29,8
	3	26/01/2022	29,5	29,5	30,2	29,8	30,5	31,4	31,4	30,5	29,2	29,5	30,2	29,8
	4	27/01/2022	29,5	29,5	30,2	29,5	30,2	31,2	31,4	30,5	29,2	29,5	30,2	29,5
	5	28/01/2022	29,3	29,8	30,3	29,5	30,2	31,4	31,2	30,5	29,2	29,5	29,8	29,5
	Rata-rata		29,5	29,6	30,2	29,7	30,2	31,4	31,4	30,5	29,2	29,4	30,0	29,8
15.00	1	24/01/2022	29,5	29,8	30,2	29,8	30,2	31,2	31,2	30,5	29,2	29,5	29,8	29,8
	2	25/01/2022	29,5	29,5	30,2	29,8	30,2	31,4	31,4	30,5	29,2	29,5	29,8	29,8
	3	26/01/2022	29,8	29,8	30,2	29,8	30,2	31,4	31,2	30,5	29,2	29,2	30,2	29,8
	4	27/01/2022	29,5	29,5	30,2	29,8	30,5	31,2	31,4	30,2	29,2	29,5	30,2	29,8
	5	28/01/2022	29,5	29,5	30,2	29,8	30,2	31,1	31,4	30,5	29,2	29,5	29,8	29,5
	Rata-rata		29,6	29,6	30,2	29,8	30,3	31,3	31,3	30,4	29,2	29,4	30,0	29,7

Sumber : Pengumpulan Data

Rata-rata temperatur udara yang diukur dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.

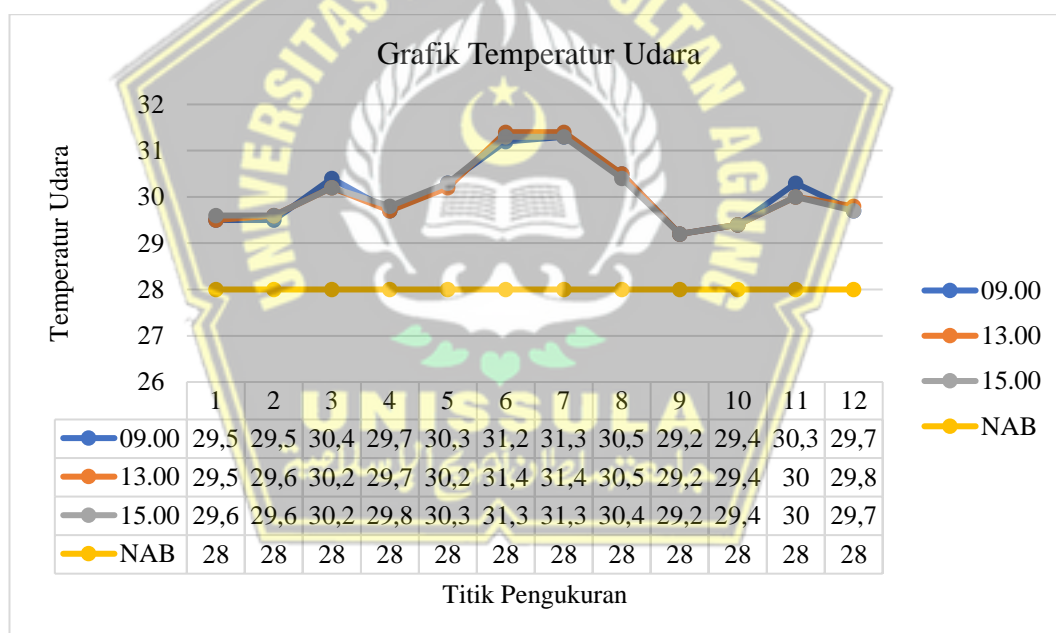
Tabel 4. 14 Rata-Rata Temperatur Udara

JAM	Titik	Rata-rata Temperatur Udara (°C) (X)	Rata-Rata Kebisingan (dB) (Y)
09.00	1	29,5	95,6
	2	29,5	95,6
	3	30,4	96,7
	4	29,7	95,9
	5	30,3	96,2
	6	31,2	97,9
	7	31,3	98,1
	8	30,5	96,7
	9	29,2	95,2
	10	29,4	95,5
	11	30,3	96,4
	12	29,7	95,8
13.00	1	29,5	95,5
	2	29,6	95,7
	3	30,2	96,4
	4	29,7	95,8
	5	30,2	96,4
	6	31,4	98,2
	7	31,4	98,2
	8	30,5	96,8
	9	29,2	95,1
	10	29,4	95,4
	11	30	96,1
	12	29,8	95,8
15.00	1	29,6	95,6
	2	29,6	95,7
	3	30,2	96,4
	4	29,8	95,9
	5	30,3	96,5
	6	31,3	98

	7	31,3	98,2
	8	30,4	96,7
	9	29,2	95,2
	10	29,4	95,6
	11	30	96,1
	12	29,7	95,9

Sumber : Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.16, dibuat grafik yang menunjukkan temperatur udara dari setiap titik pengukuran di ruang produksi Departemen *Weaving*. Tujuan pembuatan grafik adalah untuk mengetahui titik – titik yang memiliki temperatur maksimum dan minimum. Grafik tersebut juga akan membantu dalam mengetahui berapa banyak titik pengukuran yang melewati NAB. Grafik temperatur udara dapat ditunjukkan pada Gambar 4.14



Sumber: Pengolahan Data

Gambar 4. 14 Grafik Temperatur Udara

Pada Gambar 4.14 Grafik rata-rata temperatur udara terhadap waktu menunjukkan temperatur udara pada ruang produksi Departemen *Weaving* berada diatas nilai ambang batas (NAB) menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 yaitu untuk temperatur ruang sebesar 18°C-28 °C.

1. Pemetaan Temperatur Udara

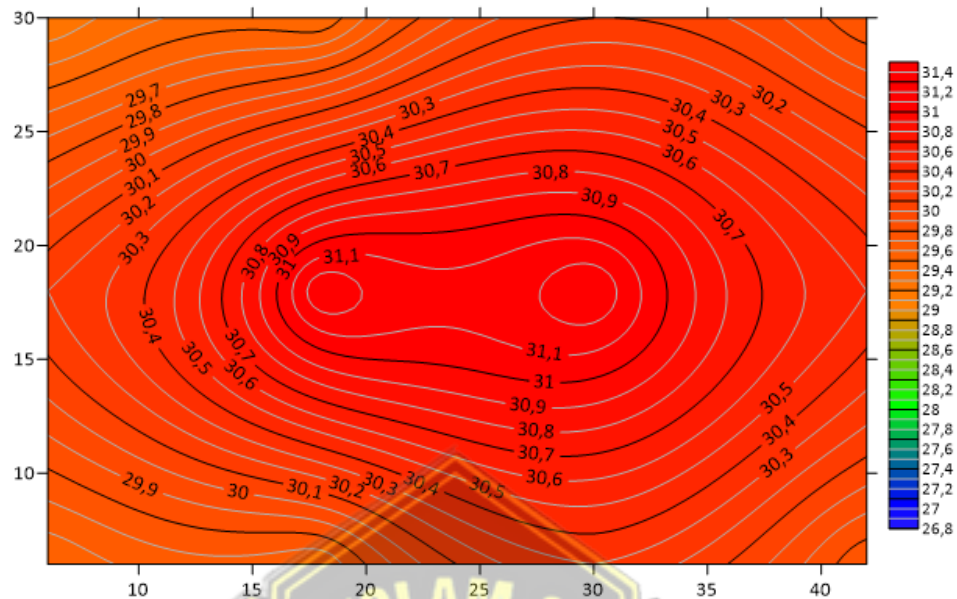
Arah dan pola distribusi temperatur di ruang produksi departemen weaving dapat digambarkan dengan membuat peta temperatur dengan *software Surfer13*. Jumlah titik temperatur udara yang diambil sebanyak 12 titik. Data yang digunakan adalah pengukuran temperatur udara di ruang produksi Departemen *Weaving* Tabel 4.17 menunjukkan titik koordinat peta temperatur udara ruang produksi Departemen *Weaving*.

Tabel 4. 15 Pemetaan Temperatur Udara

No	X(M)	Y(M)	Z (°C)
1	6	6	29,5
2	18	6	29,6
3	30	6	30,3
4	42	6	29,7
5	6	18	30,2
6	18	18	31,3
7	30	18	31,3
8	42	18	30,5
9	6	30	29,2
10	18	30	29,4
11	30	30	30,1
12	42	30	29,7

Sumber : Pengolahan Data

Dari Tabel 4.17, dibuat peta kontur pada ruang produksi dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Sumber : Pengolahan Data

Gambar 4. 15 Peta Kontur Temperatur Udara

Secara keseluruhan Gambar 4.15 dilihat bahwa area kerja pada ruang produksi Departemen *Weaving* berada diatas nilai ambang batas (NAB) yang telah direkomendasikan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 70 2016 menyebutkan bahwa nilai ambang batas (NAB) untuk temperatur ruang sebesar 18°C-28°C.

2. Uji Regresi Temperatur Udara Terhadap Tingkat Kebisingan

Temperatur udara yang digunakan untuk uji regresi adalah temperatur udara shift GS pada 12 titik pengukuran. Dari pola data pada Gambar 4.15, dilihat persamaan regresi yang paling tepat adalah persamaan linier sederhana. Dengan indikasi nilai korelasi yang terlihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Data Temperatur Udara (°C) dan Tingkat Kebisingan (dB)

JAM	Titik	Rata-Rata Temperatur Udara (°C)(X)	Rata-Rata Kebisingan(dB) (Y)	X.Y	X ²
09.00	1	29,5	95,6	2820,2	870,25
	2	29,5	95,6	2820,2	870,25
	3	30,4	96,7	2939,68	924,16
	4	29,7	95,9	2848,23	882,09
	5	30,3	96,2	2914,86	918,09
	6	31,2	97,9	3054,48	973,44

	7	31,3	98,1	3070,53	979,69
	8	30,5	96,7	2949,35	930,25
	9	29,2	95,2	2779,84	852,64
	10	29,4	95,5	2807,7	864,36
	11	30,3	96,4	2920,92	918,09
	12	29,7	95,8	2845,26	882,09
	Jumlah	361	1155,6	34771,25	10865,4
13.00	1	29,5	95,5	2817,25	870,25
	2	29,6	95,7	2832,72	876,16
	3	30,2	96,4	2911,28	912,04
	4	29,7	95,8	2845,26	882,09
	5	30,2	96,4	2911,28	912,04
	6	31,4	98,2	3083,48	985,96
	7	31,4	98,2	3083,48	985,96
	8	30,5	96,8	2952,4	930,25
	9	29,2	95,1	2776,92	852,64
	10	29,4	95,4	2804,76	864,36
	11	30	96,1	2883	900
	12	29,8	95,8	2854,84	888,04
	Jumlah	360,9	1155,4	34756,67	10859,79
15.00	1	29,6	95,6	2829,76	876,16
	2	29,6	95,7	2832,72	876,16
	3	30,2	96,4	2911,28	912,04
	4	29,8	95,9	2857,82	888,04
	5	30,3	96,5	2923,95	918,09
	6	31,3	98	3067,4	979,69
	7	31,3	98,2	3073,66	979,69
	8	30,4	96,7	2939,68	924,16
	9	29,2	95,2	2779,84	852,64
	10	29,4	95,6	2810,64	864,36
	11	30	96,1	2883	900
	12	29,7	95,9	2848,23	882,09
	Jumlah	360,8	1155,8	34757,98	10853,12

Sumber: Pengolahan Data

1. Perhitungan Pengukuran Jam 09.00

Koefisien regresi b mengacu pada rumus 2.13 adalah

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{12 \times 34771,25 - 361 \times 1155,6}{12 \times 10865,4 - (361)^2} = \frac{83,4}{63,8} = 1,3072$$

Konstanta a mengacu pada rumus 2.14 adalah:

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

$$= \frac{1155,6 - (1,3072 \times 361)}{12} = \frac{683,7008}{12} = 56,975$$

Persamaan regresi diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konstanta (a) sebesar 56,975, artinya apabila temperatur udara (X) sama dengan nol (tidak ada perubahan), maka tingkat kebisingan (Y) sebesar 56,975.
2. Koefisien regresi temperatur udara (b) sebesar 1,3072, artinya koefisien regresi positif (searah) 1,3072. Jika temperatur udara (X) meningkat sebesar 1 satuan, maka tingkat kebisingan (Y) juga meningkat sebesar 1,3072. Artinya jika temperatur udara naik sebesar 1,3072 maka tingkat kebisingannya alam meningkat sebesar 1,3072.

Sehingga model persamaan regresi linier sederhana adalah $Y = 56,975 + 1,3072X$. Berdasarkan *output* keterangan hubungan temperatur udara ($^{\circ}\text{C}$) dan tingkat kebisingan (dB) pada pukul 09.00 dengan nilai adalah 0,9686 (sangat kuat) yang memiliki pengertian bahwa pengaruh variabel tutupan temperatur udara ($^{\circ}\text{C}$) terhadap tingkat kebisingan (dB) adalah sebesar 96,86%, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak disebutkan dalam model.

2. Perhitungan Pengukuran Jam 13.00

Koefisien regresi b mengacu pada rumus 2.13 adalah:

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{12 \times 34756,67 - 360,9 \times 1155,4}{12 \times 10859,79 - (360,9)^2} = \frac{96,18}{68,67} = 1,4006$$

Konstanta a mengacu pada rumus 2.14 adalah:

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

$$= \frac{1155,4 - (1,4006 \times 360,9)}{12} = \frac{649,92346}{12} = 54,16$$

Persamaan regresi diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konstanta (a) sebesar 54,16 artinya apabila temperatur udara (X) sama dengan nol (tidak ada perubahan), maka tingkat kebisingan (Y) sebesar 54,16.
2. Koefisien regresi temperatur udara (b) sebesar 1,4006, artinya koefisien regresi positif (searah) 1,4006. Jika temperatur udara (X) meningkat sebesar 1 satuan, maka tingkat kebisingan (Y) juga meningkat sebesar 1,4006. Artinya jika temperatur udara naik sebesar 1,4006 maka tingkat kebisingannya alam meningkat sebesar 1,4006.

Sehingga model persamaan regresi linier sederhana adalah $Y = 54,16 + 1,4006X$. Berdasarkan *output* keterangan hubungan temperatur udara ($^{\circ}\text{C}$) dan tingkat kebisingan (dB) pada pukul 13.00 dengan nilai adalah 0,9955 (sangat kuat) yang memiliki pengertian bahwa pengaruh variabel tutupan temperatur udara ($^{\circ}\text{C}$) terhadap tingkat kebisingan (dB) adalah sebesar 99,55%, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak disebutkan dalam model.

3. Perhitungan Pengukuran Jam 15.00

Koefisien regresi b mengacu pada rumus 2.13 adalah:

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{12 \times 34757,98 - 360,8 \times 1155,8}{12 \times 10853,12 - (360,8)^2} = \frac{83,12}{60,8} = 1,3671$$

Konstanta a mengacu pada rumus 2.14 adalah:

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

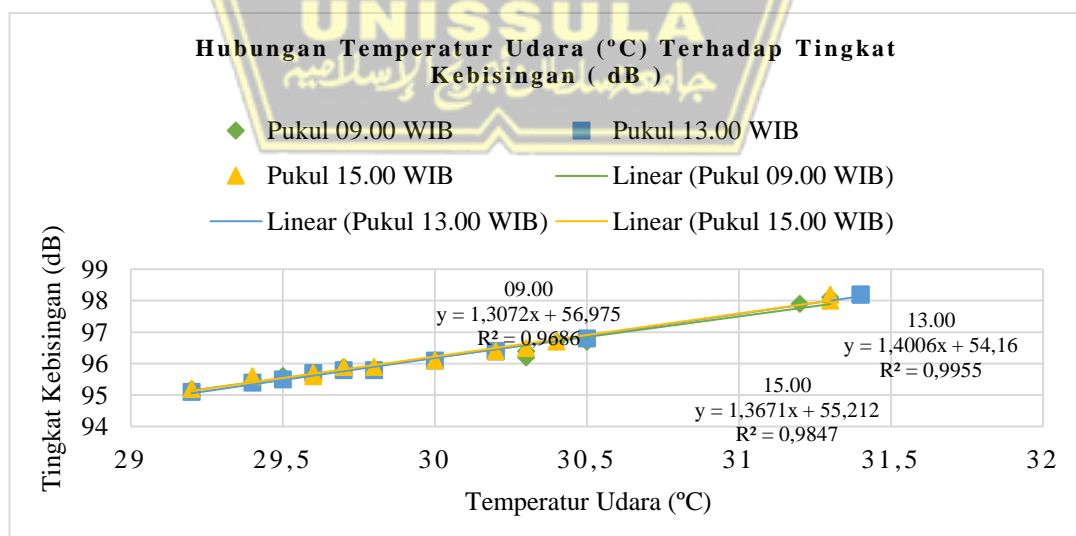
$$= \frac{1155,8 - (1,3671 \times 360,8)}{12} = \frac{662,55032}{12} = 55,212$$

Persamaan regresi diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konstanta (a) sebesar 55,212 artinya apabila temperatur udara (X) sama dengan nol (tidak ada perubahan), maka tingkat kebisingan (Y) sebesar 55,212.
2. Koefisien regresi temperatur udara (b) sebesar 1,3671, artinya koefisien regresi positif (searah) 1,4006. Jika temperatur udara (X) meningkat sebesar 1 satuan, maka tingkat kebisingan (Y) juga meningkat sebesar 1,3671. Artinya jika temperatur udara naik sebesar 1,3671 maka tingkat kebisingannya akan meningkat sebesar 1,3671.

Sehingga model persamaan regresi linier sederhana adalah $Y = 55,212 + 1,3671X$. Berdasarkan *output* keterangan hubungan temperatur udara ($^{\circ}\text{C}$) dan tingkat kebisingan (dB) pada pukul 15.00 dengan nilai adalah 0,9847 (sangat kuat) yang memiliki pengertian bahwa pengaruh variabel tutupan temperatur udara ($^{\circ}\text{C}$) terhadap tingkat kebisingan (dB) adalah sebesar 98,47%, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak disebutkan dalam model.

Grafik hubungan temperatur udara terhadap tingkat kebisingan dibuat dengan *Microsoft Excel* untuk mendapatkan *scatter diagram*. Output hasil perhitungan uji regresi temperatur udara terhadap tingkat kebisingan dapat dilihat pada lampiran 5. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Grafik *scatter diagram*, persamaan regresi dan koefisien korelasi antara Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$) dengan Tingkat Kebisingan (dB)

Hasil perhitungan data secara manual dan menggunakan *Microsoft Excel* dapat dirangkum keterangan data secara deskriptif pada Tabel 4.17

Tabel 4. 17 *Output* Keterangan Hubungan Temperatur Udara dengan Tingkat Kebisingan

Waktu	Variabel	Mean± Standar Deviasi	Koefisien Regresi		Persamaan Regresi	r	Tingkat Hubungan
			a	b			
09.00	Temperatur Udara (°C)	30,08±0,67	56,975	1,3072	Y = 56,975 + 1,3072X	0,9686	Sangat Kuat
	Tingkat Kebisingan	96,3±0,88					
13.00	Temperatur Udara (°C)	30,08±0,69	54,16	1,4006	Y = 54,16 + 1,4006X	0,9955	Sangat kuat
	Tingkat Kebisingan	96,28±0,97					
15.00	Temperatur Udara (°C)	30,07±0,68	55,212	1,3671	Y = 55,212 + 1,3671X	0,9487	Sangat kuat
	Tingkat Kebisingan	96,32±0,90					

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.17 *output* keterangan hubungan temperatur udara (°C) dan tingkat kebisingan (dB) pada pukul 09.00, 11.00 dan 15.00 adalah sangat kuat, sehingga dapat menyimpulkan bahwa temperatur udara (°C) mempengaruhi tingkat kebisingan (dB). Semakin tinggi temperatur udara (°C) maka tingkat kebisingan (dB) semakin tinggi.

4.2.4 Usulan Perancangan Perbaikan Ruang Produksi Menggunakan *Hierarchy of Controls*

Perancangan yang diusulkan di penelitian ini di PT. Sukorejo Indah Textile dilandasi dengan pendekatan *Hierarchy of Controls*. Pendekatan tersebut mengelompokkan tindakan berdasarkan efektivitas untuk mengurangi atau menghilangkan kebisingan dan temperatur udara yang tinggi. Usulan perbaikan terbagi atas tahap hierarki berupa eliminasi, substitusi, *engineering controls* (rekayasa pengendalian), *administrative controls* (pengendalian secara administrasi), dan alat pelindung diri (APD).

1. Eliminasi

Metode eliminasi yang dilakukan adalah menghilangkan sumber bising dan panas yang ada pada ruang produksi sarung tenun di Departemen *Weaving*. Metode ini melakukan pengamatan terhadap proses produksi atau peralatan mesin yang menghasilkan sumber panas dan bising dapat diganti sepenuhnya atau dihilangkan sehingga tidak menimbulkan resiko bahaya terpapar kebisingan dan temperatur udara yang panas. Proses produksi sarung tenun di Departemen *Weaving* dilakukan dengan cara 5 gerakan pokok, yaitu:

- a. Pembukaan mulut lusi, proses pembukaan mulut lusi/membuat benang lusi sebagian dinaikkan ke atas dan sebagian diturunkan ke bawah, hingga benang lusi membentuk rongga mulut lusi sesuai dengan design anyaman yang diinginkan.
- b. Peluncuran pakan, proses meluncurkan benang pakan ke dalam rongga mulut lusi menggunakan sistem peluncuran benang pakan dengan semprotan udara (*air jet loom*).
- c. Pengetekan pakan, proses pengetekan atau merapatkan benang pakan yang telah diluncurkan ke arah pakan yang dilakukan dengan sisir.
- d. Penguluran benang, menggulung benang lusi dari beam tenun sesuai dengan penggulangan kain selama menenun dan menjaga agar tegangan benang lusi selalu tetap.
- e. Penggulangan kain, Proses menggulung kain yang telah di tenun, memperbaiki garis tenun agar selalu berada pada mesin tenun, dan sekaligus mengatur kerapatan benang pakan.

Dari 5 gerakan pokok proses sarung tenun gerakan paling menghasilkan sumber bising adalah gerakan pengetekan pakan, pada proses tersebut sisir bergerak atas bawah dengan kecepatan 1000 rpm secara terus menerus agar kain sarung terbentuk sesuai anyaman. Adapaun rata-rata tingkat kebisingan dan rata-rata temperatur udara shift GS pada tabel berikut.

Tabel 4. 18 Rata-Rata Tingkat Kebisingan dan Temperatur Udara

Titik	Tingkat Kebisingan (Ls)(dB)	Temperatur Udara (°C)
1	95,6	29,5
2	95,7	29,6
3	96,5	30,3
4	95,9	29,7
5	96,4	30,2
6	98	31,3
7	98,2	31,3
8	96,7	30,5
9	95,2	29,2
10	95,5	29,4
11	96,2	30,1
12	95,8	29,7

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan pengukuran di 12 titik nilai tingkat kebisingan dan temperatur udara berada di atas NAB dari Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 70 Tahun 2016 yaitu kebisingan 85 dB per 8 jam per hari dan temperatur udara 26,7°C. dari data dapat diketahui titik ke 12 memiliki nilai tertinggi yaitu kebisingan sebesar 98,2 dB dan temperatur udara 31,3°C diakibatkan oleh pengoprasian mesin tenun *air jet loom*. Karena proses tersebut merupakan proses utama dalam kegiatan produksi maka apabila proses tersebut dihilangkan maka tidak terdapat produk sarung tenun. Dapat disimpulkan bahwa eliminasi pada proses tenun tidak dapat dilakukan. Eliminasi sumber suara tidak dapat dilakukan karena mesin tenun *air jet loom* merupakan mesin utama dalam proses penenunan sarung tenun. Dan temperatur panas pada ruang produksi disebabkan oleh aktivitas mesin. Dengan adanya ketidakmungkinan eliminasi sumber bising dan panas di Departemen *Weaving* maka tingkatan pengendalian kebisingan dan temperatur udara dilanjutkan pada tahapan substitusi.

2. Substitusi

Metode substitusi berfokus pada penggantian mesin atau alat yang menimbulkan bahaya dengan alternatif lain. Pada pengamatan penelitian di Departemen *Weaving*, mendapatkan hasil bahwa mesin-mesin tenun pada

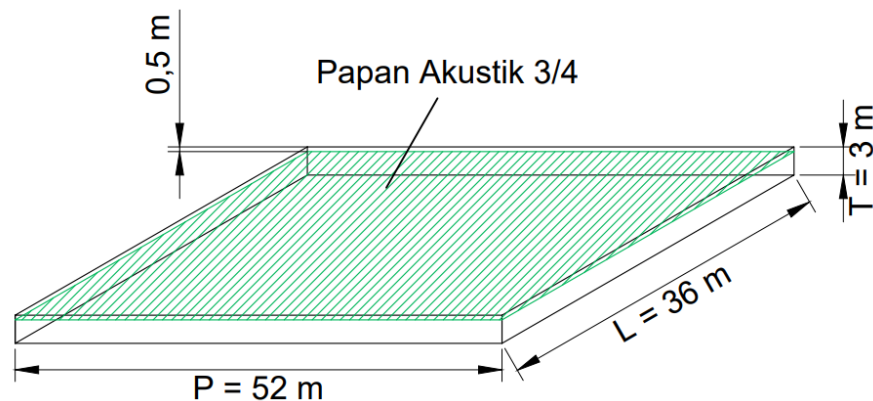
Departemen *Weaving* masih dalam kategori bagus dan baru. Selain itu tidak terdapat mesin lain yang dapat menggantikan mesin tenun *air jet loom* karena semua mesin tenun menghasilkan sumber bising dan panas. Dapat disimpulkan dengan adanya kondisi tersebut tahapan substitusi tidak dapat dilakukan. Maka dilanjutkan pada tahapan *engineering control* atau tahapan rekayasa pengendalian.

3. *Engineering Control*

Metode *engineering control* merupakan proses pengendalian risiko yang bertujuan untuk mengendalikan bahaya. Dilakukannya *engineering control* pada penelitian ini dikarenakan pada tahapan sebelumnya yaitu substitusi tidak dapat dilakukan. Upaya pengendalian yang dilakukan perusahaan antara lain penyediaan instrumen K3 tentang bahaya kebisingan dan penggunaan APD. Namun dalam praktiknya, masih banyak pekerja yang tidak menyadari akan bahaya kebisingan yang dapat mengakibatkan gangguan psikologis dan pendengaran. Hal ini terlihat dari banyak pekerja yang tidak memakai APD dengan berbagai alasan seperti tidak nyaman, tidak terbiasa, dan lain sebagainya. Pada tahapan pengendalian ini diusulkan untuk pemasangan papan akustik $\frac{3}{4}$ dan pemasangan barrier dengan *rockwool* untuk pengendalian kebisingan serta penambahan *turbine ventilator* dan *exhaust fan* untuk pengendalian temperatur udara. Usulan perancangan tersebut dapat di deskripsikan sebagai berikut:

a. **Penanggulangan Kebisingan Secara Transmisi Suara**

Penanggulangan kebisingan secara transmisi suara (*sound path*) dilakukan dengan cara pemasangan papan akustik $\frac{3}{4}$ yang dipasang dengan jarak 0,5 m dari langit-langit Departemen *Weaving*. Dimensi ruangan dan posisi papan akustik $\frac{3}{4}$ dibuat dengan *software autoCAD* 2014 dapat ditunjukkan pada Gambar 4.17



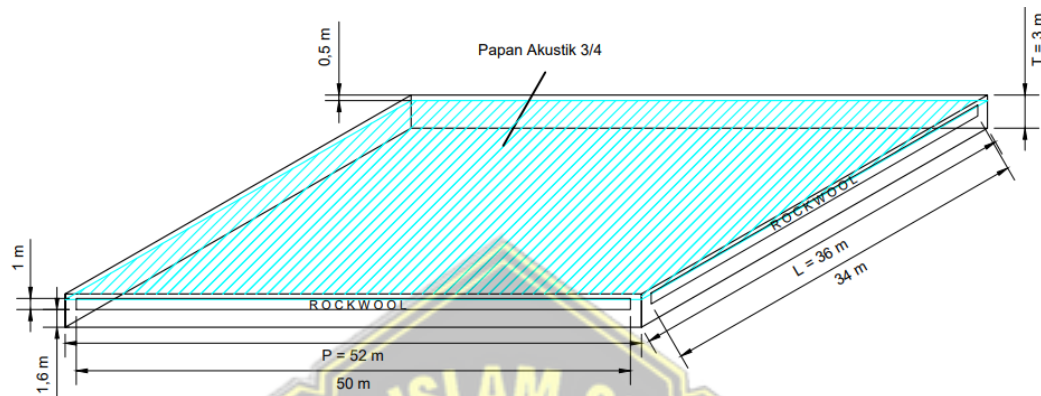
Sumber : Pengolahan Data

Gambar 4. 17 Pemasangan Papan Akustik 3/4 Departemen *Weaving*

b. Pengendalian Kebisingan Pada Sumber Suara

Sumber suara bising pada Departemen *Weaving* adalah gerakan pengetekan pakan yaitu sisir bergerak atas bawah dengan kecepatan 1000 rpm secara terus menerus agar kain sarung terbentuk sesuai anyaman. Jika pengendalian kebisingan dilakukan dengan memasang *barrier* pada sumber bising maka dapat mengganggu proses produksi serta mengganggu proses kerja operator. *Barrier* diberi bahan peredam untuk menyerap suara serta menghilangkan efek gema. Faktor yang mempengaruhi kemampuan *Barrier* yang diharapkan, yaitu tinggi *Barrier*, jarak antara sumber bising dan *Barrier*, serta lapisan bahan peredam. Bahan penghalang harus dipilih dengan benar sesuai dengan kriteria kedap suara dan tahan panas. Bahan yang umum digunakan untuk peredam suara adalah kombinasi batu bata dan logam, batu bata gipsium, batu, kayu, kaca dan akrilik, bahan logam dan tekstil (glass wool dan rock wool). Bahan yang digunakan untuk pembuatan barrier adalah rockwool. Rockwool terbuat dari bahan organik berserat dari batuan vulkanik yang telah dipanaskan hingga 1350-1400 °C dengan batu kapur yang disempurnakan dengan kokas. Bahan-bahan ini dilebur dan dipintal menjadi wol, diresapi dengan resin untuk membentuk papan busa. Rockwool dapat dibentuk menjadi kasur, papan, tabung, dll sesuai kebutuhan. Oleh karena itu, material pembatas yang digunakan adalah *rockwool*. Pengendalian kebisingan dari sumber suara dengan cara pemasangan pada dinding dengan ketinggian 160 cm didasari dengan tinggi

rata-rata operator. Dimensi yang digunakan untuk pemasangan *rockwool* pada ruang produksi adalah 50 m x 1 m dan 34 m x 1 m. material *rockwool* dan usulan pemasangan peredam pada ruang produksi dengan *software autoCAD 2014* ditunjukkan pada gambar 4.18 dibawah.



Sumber : Pengolahan Data

Gambar 4. 18 Pemasangan *Barrier* Departemen *Weaving*

c. Perhitungan Waktu Dengung dan Pengurangan Kebisingan (NR)

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung nilai NR sebelum pemasangan alat peredam (*barrier*) yaitu:

1. Sebelum dipasang alat peredam
- Menghitung volume ruang produksi

$$V = 52\text{m} \times 36\text{ m} \times 3\text{ m} = 5616\text{ m}^3$$

Tabel 4. 19 Serapan Total Permukaan Luas Lantai Produksi Departemen *Weaving* Sebelum Direduksi

Elemen	Material	Koefisien Serapan α_{1000}	Luas(m ²)	Luas. α
Langit - langit	Seng	0,01	1872	18,72
Dinding	Beton di cat	0,07	156	10,92
	Beton di cat	0,07	108	7,56
	Beton di cat	0,07	138	9,66
	Beton di cat	0,07	108	7,56
	Pintu 1	0,06	6	0,36
	Pintu 2	0,06	6	0,36

	Pintu 3	0,06	6	0,36
Lantai	Beton	0,02	1872	37,44
Total			4272	92,94

Sumber : Pengolahan Data

Perhitungan serapan total permukaan ruang produksi Departemen *Weaving* (Σ luas x α) dengan koefisien serapan α_{1000} mengacu pada tabel 2.4. Berdasarkan Tabel 4.19 serapan total permukaan ruangan = 92,94 m² Sabin.

- Menghitung Waktu Dengung (TR)

Perhitungan waktu dengung (TR) mengacu pada rumus 2.11 adalah:

$$TR = 0,16 V/\alpha \text{ detik}$$

$$= 0,16 (5616/92,94) = 9,67 \text{ detik}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai waktu dengung (TR) sebelum pemasangan peredam sebesar 9,67 detik hal ini menunjukkan bahwa ruang produksi sebelum dipasang peredam mempunyai dengung yang lama. Dibutuhkan waktu 9,67 detik sampai bunyi dengung turun sebesar 60 dB. Waktu dengung yang lama dapat menyebabkan gema yang berkepanjangan sehingga dapat menyebabkan kebisingan.

2. Setelah Pemasangan Barrier

- Menghitung volume ruang

$$V = 52 \text{ m} \times 36 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 5616 \text{ m}^3$$

Tabel 4. 20 Serapan Total Permukaan Luas Lantai Produksi Departemen Weaving Setelah Direduksi

Elemen	Material	Koefisien Serapan	Luas (m ²)	Luas.	
Langit - langit	Papan akusik 3/4	0,99	1872	1853,28	
Dinding Tanpa <i>Barrier</i>	Beton di cat	0,07	106	7,42	
	Beton di cat	0,07	74	5,18	
	Beton di cat	0,07	88	6,16	
	Beton di cat	0,07	74	5,18	
	Pintu 1		0,06	6	0,36
	Pintu 2		0,06	6	0,36

	Pintu 3	0,06	6	0,36
Barrier Pada Dinding	Rockwool	0,9	50	45
	Rockwool	0,9	34	30,6
	Rockwool	0,9	50	45
	Rockwool	0,9	34	30,6
Lantai	Beton	0,02	1872	37,44
Total			4272	2066,94

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.20 dengan koefisien serapan α_{1000} mengacu pada tabel 2.4 serapan total permukaan ruangan setelah direduksi = 2011,68 m² Sabin.

- Menghitung Waktu Dengung (TR)

Perhitungan waktu dengung (TR) mengacu pada rumus 2.11 adalah:

$$\begin{aligned} TR &= 0,16 V / \alpha \text{ detik} \\ &= 0,16 (5616 / 2066,94) = 0,43 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan nilai waktu dengung (TR) setelah pemasangan peredam sebesar 0,43 detik hal ini menunjukkan bahwa ruang produksi setelah dipasang peredam mempunyai dengung yang sesuai standar yaitu dibawah 0,6 detik sampai 0,8 detik.

Dari tabel 4.19 didapatkan $a_1 (\Sigma \text{luas} \times \alpha) = 92,94 \text{ m}^2$ Sabine. Setelah permukaan ruangan diganti dengan bahan-bahan penyerap bunyi dan *barrier*, maka didapatkan pada tabel 4.20 $a_2 (\Sigma \text{luas} \times \alpha) = 2066,94 \text{ m}$ Sabine. Maka:

Perhitungan *noise reduction* mengacu pada rumus 2.12 adalah:

$$\begin{aligned} NR &= 10 \times \log (\alpha_2 / \alpha_1) \text{ dB} \\ &= 10 \times \log (2066,94 / 92,94) \text{ dB} \\ &= 10 (1,35) \text{ dB} = 13,5 \text{ dB} \end{aligned}$$

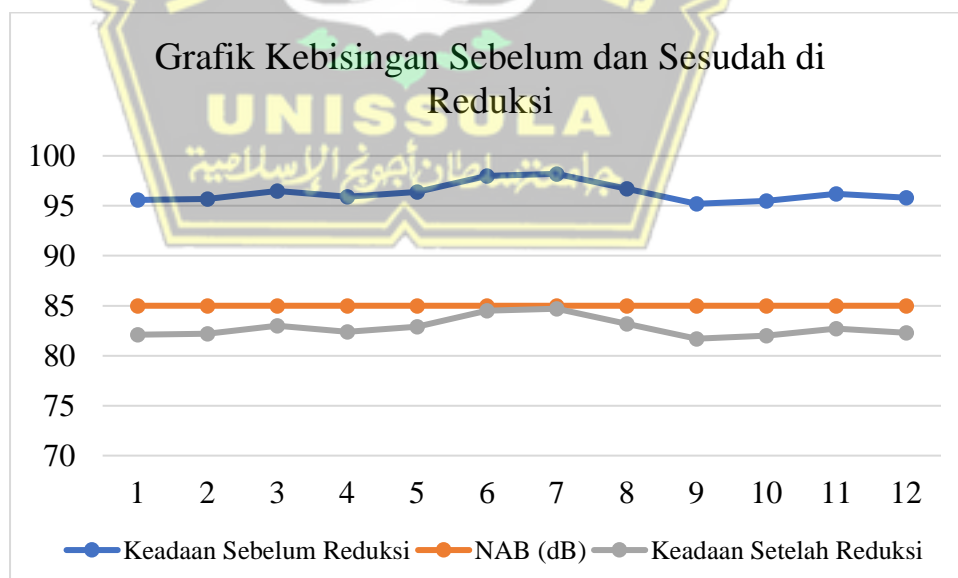
Jadi, dapat diperkirakan dengan adanya pemasangan alat peredam kebisingan menggunakan papan akustik $\frac{3}{4}$ dan *barrier* dapat mereduksi kebisingan sekitar 13,5 dB. Tabulasi level kebisingan yang operator terima sebelum dan perkiraan sesudah pengendalian kebisingan menggunakan *barrier* dan papan akustik $\frac{3}{4}$ ditunjukkan pada Tabel 4.21

Tabel 4. 21 Perkiraan Perbandingan Level Kebisingan Sebelum dan Sesudah Reduksi

Titik	Ls Sebelum Reduksi	Noise Reduction	NAB (dB)	Ls Setelah Reduksi	Keterangan
1	95,6	13,5	85	82,1	Aman
2	95,7	13,5	85	82,2	Aman
3	96,5	13,5	85	83,0	Aman
4	95,9	13,5	85	82,4	Aman
5	96,4	13,5	85	82,9	Aman
6	98	13,5	85	84,5	Aman
7	98,2	13,5	85	84,7	Aman
8	96,7	13,5	85	83,2	Aman
9	95,2	13,5	85	81,7	Aman
10	95,5	13,5	85	82,0	Aman
11	96,2	13,5	85	82,7	Aman
12	95,8	13,5	85	82,3	Aman

Sumber: Pengolahan Data

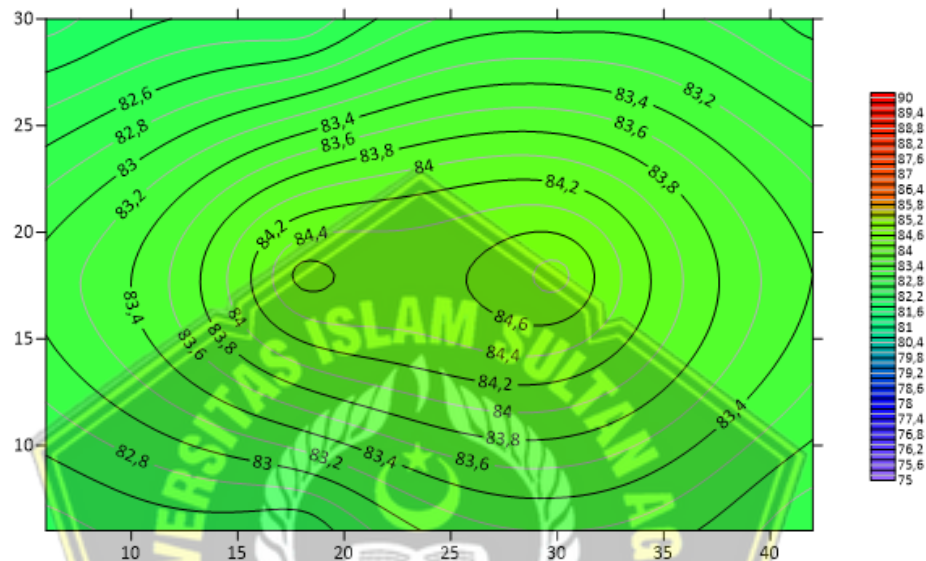
Dilihat dari Tabel 4.21 perkiraan perbandingan Ls sebelum dan sesudah direduksi ditunjukkan pada Gambar 4.19.



Sumber: Pengolahan Data

Gambar 4. 19 Grafik Tingkat Kebisingan Siang (Ls) Sebelum dan Sesudah Reduksi

Berdasarkan Gambar 4.19 dapat dilihat bahwa dengan adanya pemasangan papan akustik $\frac{3}{4}$ dan *barrier* maka diperkirakan tingkat kebisingan turun, tingkat kebisingan akan berada dibawah NAB jika dilakukan pengendalian kebisingan. Setelah kebisingan direduksi maka dapat digambar peta kontur kebisingan pada Gambar 4.20.



Sumber : Pengolahan Data

Gambar 4. 20 Peta Kontur Tingkat Kebisingan pada Ruang Produksi Departemen *Weaving* Setelah Reduksi

Berdasarkan perkiraan Tabel 4.23 bahwa tingkat kebisingan Departemen *Weaving* berada di bawah NAB berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 70 Tahun 2016 dimana NAB 85 dB untuk 8 jam kerja perhari. Seluruh area kerja pada Departemen *Weaving* berwarna hijau menandakan area kerja tersebut aman.

d. Usulan Penambahan *Turbine Ventilator* dan *Exhaust Fan* Untuk Pengendalian Temperatur Udara

Pada Departemen *Weaving* menggunakan mesin tenun jenis *air jet loom* untuk melakukan proses produksinya. Dilakukan pengukuran temperatur udara menggunakan *temperature meter* didapatkan hasil temperatur udara di dalam ruang produksi memiliki nilai diatas nilai ambang batas (NAB) yang telah ditentukan. Bangunan pada gedung Departemen *Weaving* ini memiliki ukuran sebesar 52 m x 36 m atau seluas 1872 m². Selain itu, pada

bangunan gedung Departemen *Weaving* sangat tertutup dan tidak adanya ventilasi, dikarenakan jika terdapat ventilasi maka angin yang ada untuk menjalankan mesin tenun akan keluar dan mengakibatkan tekanan angin turun sehingga mesin tidak dapat beroperasi. Sirkulasi yang ada dalam ruang produksi menggunakan *blower* tetapi *blower* tersebut tidak memungkinkan untuk mendapatkan sirkulasi udara yang maksimal di dalam ruang produksi. Untuk itu perbaikan yang dipilih adalah penambahan *turbine ventilator* dan *exhaust fan* pada ruang produksi agar sistem pengeluaran udara ruang produksi dapat membuang udara kotor dan panas. Hal ini diperkuat dalam penelitian (Nia et al., 2016) bahwa pengendalian terhadap paparan iklim kerja panas, dapat dilakukan rekayasa *engineering* berupa penambahan ventilasi buatan seperti *exhaust fan* atau *cyclone turbin ventilator* dapat mengurangi temperatur suhu sebesar 10% yang berfungsi sebagai penghisap udara panas dan sirkulasi udara dalam lantai produksi di tempat-tempat yang berpotensi menimbulkan panas tinggi. Dalam pemasangannya, *turbine ventilator* diletakkan di atas atap pabrik sedangkan *exhaust fan* diletakkan pada dinding gedung. *Turbine ventilator* dan *exhaust fan* mempunyai fungsi yang sama, yaitu menghisap udara panas dan debu serta memperlancar sirkulasi udara sehingga akan mencegah udara panas terperangkap dalam bangunan. Adapun perhitungan kebutuhan *Turbine ventilator* dan *exhaust fan* pada ruang produksi Departemen *Weaving* sebagai berikut. Mengacu pada rumus 2.6 volume total dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{total}} &= V_{\text{ruangan}} + V_{\text{atap}} \\
 V_{\text{ruangan}} &= p \times l \times t = 52 \text{ m} \times 36 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\
 &= 5616 \text{ m}^3 \\
 V_{\text{atap}} &= \frac{1}{2} (p \times l \times \text{tatap}) \\
 &= \frac{1}{2} (52 \text{ m} \times 36 \text{ m} \times 4 \text{ m}) \\
 &= 3744 \text{ m}^3 \\
 V_{\text{total}} &= V_{\text{ruangan}} + V_{\text{atap}} \\
 &= 5616 \text{ m}^3 + 3744 \text{ m}^3 = 9360 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Apabila turbin yang digunakan adalah *Cyclon Turbine Ventilator Type L-45* dengan kapasitas hisap $62,47 \text{ m}^3$ dan waktu sirkulasi 10 menit, maka jumlah turbin yang direkomendasikan mengacu pada rumus 2.7 adalah:

$$\text{Jumlah turbin} = \frac{\text{volume total}}{\text{kapasitas hisap} \times \text{waktu sirkulasi}}$$

$$\text{Jumlah turbin} = \frac{9360 \text{ m}^3}{62,47 \text{ m}^3/\text{menit} \times 10 \text{ menit}}$$

$$\text{Jumlah turbin} = \frac{9360 \text{ m}^3}{624,7 \text{ m}^3}$$

$$\text{Jumlah turbin} = \frac{9360 \text{ m}^3}{624,7 \text{ m}^3} = 14,98 \approx 15 \text{ turbin}$$

Dalam penelitian (Erni dan Kelvin, 2016) menyatakan bahwa jarak setiap *cyclone turbine ventilator* harus tidak boleh kurang dari 3 meter, dimana jarak tersebut merupakan jarak kerja optimal dari *cyclone turbine ventilator* dan dapat mengurangi temperatur udara pada ruang produksi sebesar 10%. Maka dalam penelitian ini turbin dipasang dengan jarak 6 meter tiap turbin. Rumus perhitungan kebutuhan *exhaust fan* mengacu pada rumus 2.8 adalah:

$$\text{CMH} = V \times \text{ACH}$$

Dimana,

CMH = *Cubic Meter Hour* atau kebutuhan sirkulasi udara di dalam ruang

ACH = *Air Changer Per Hour* (untuk pabrik nilai ACH adalah 8-10)

V = Volume ruangan

Perhitungan,

$$\text{Panjang Gedung} = 52 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Gedung} = 36 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Gedung} = 7 \text{ m}$$

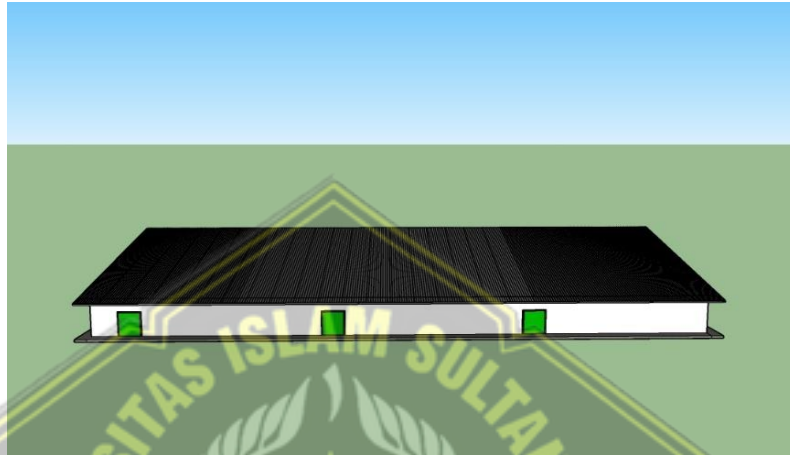
$$\text{CMH} = V \times \text{ACH}$$

$$\text{CMH} = (52\text{m} \times 36\text{m} \times 7\text{m}) \times 10$$

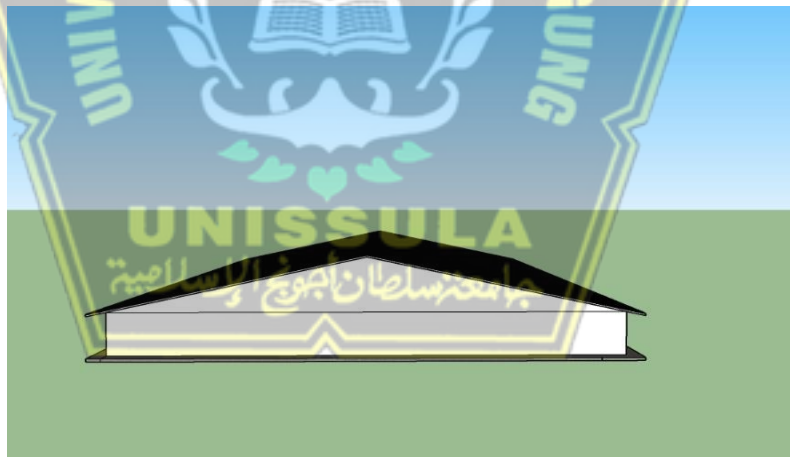
$$\text{CMH} = 13104\text{m}^3 \times 10 = 131040 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dapat disimpulkan ruang produksi tersebut perlu menambahkan *exhaust fan* dengan kapasitas hisap 131040 CMH. Jika *exhaust fan* yang digunakan mempunyai kapasitas 44000 m^3 /jam maka *exhaust fan* yang diperlukan

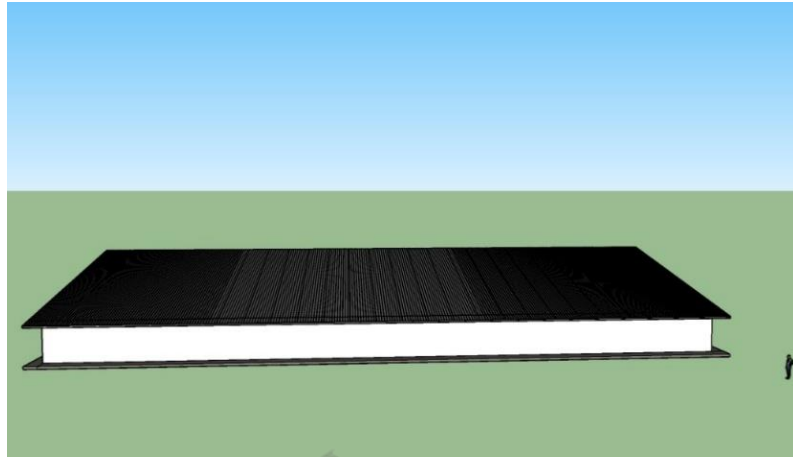
adalah 3 buah. Ketiga *exhaust fan* dengan kapasitas 44000 m³/jam tersebut akan dipasang pada 2 di sisi depan gedung dan 1 sisi samping gedung PT. Sukorejo Indah Textile. Berikut ini merupakan rancangan bangunan sebelum perbaikan dan setelah perbaikan dirancang menggunakan *software sketchup 2018*.



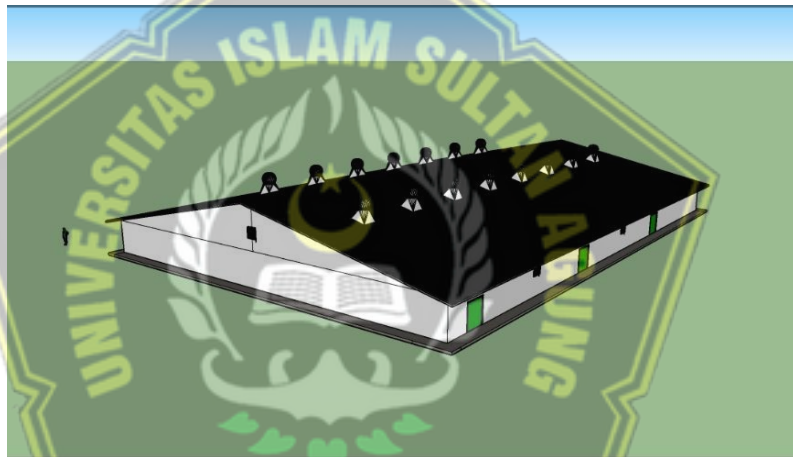
Gambar 4. 21 Rancangan Awal Bangunan Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile
(Tampak Depan)



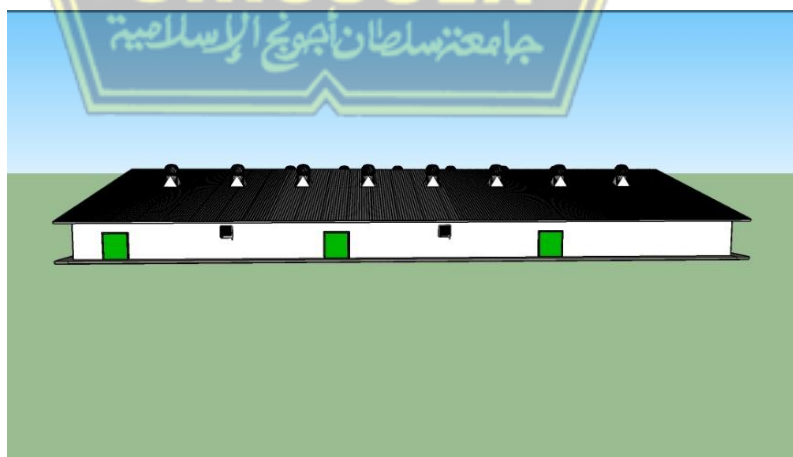
Gambar 4. 22 Rancangan Awal Bangunan Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile
(Tampak Samping)



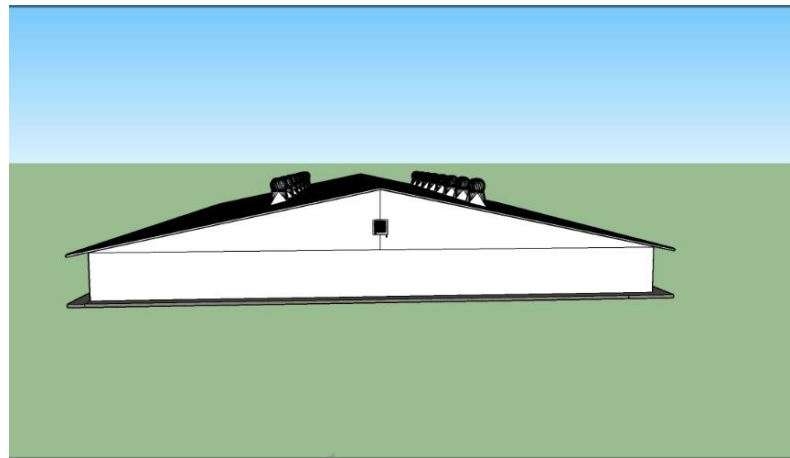
Gambar 4. 23 Rancangan Awal Bangunan Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile
(Tampak Belakang)



Gambar 4. 24 Rancangan Perbaikan Bangunan Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile



Gambar 4. 25 Rancangan Perbaikan Bangunan Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile
(Tampak Depan)



Gambar 4. 26 Rancangan Perbaikan Bangunan Departemen *Weaving* PT. Sukorejo Indah Textile (Tampak Samping)

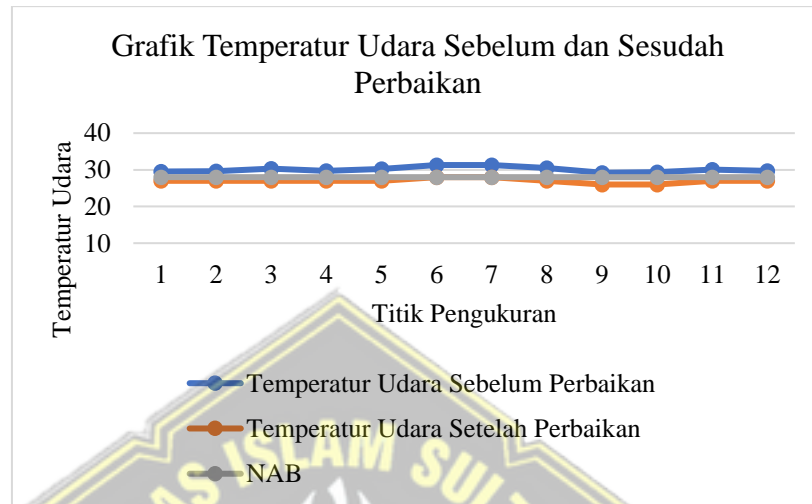
Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 menyebutkan bahwa nilai ambang batas (NAB) untuk temperatur ruang sebesar 18°C-28 °C. Berikut merupakan perbandingan temperatur udara sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat dari tabel 4.24.

Tabel 4. 22 Temperatur Udara Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Titik Pengukuran	Temperatur Udara Sebelum Perbaikan (°C)	Temperatur Udara Setelah Perbaikan (°C)	Keterangan
1	29,5	26,55	Aman
2	29,6	26,64	Aman
3	30,3	27,27	Aman
4	29,7	26,73	Aman
5	30,2	27,18	Aman
6	31,3	28,17	Aman
7	31,3	28,17	Aman
8	30,5	27,45	Aman
9	29,2	26,28	Aman
10	29,4	26,46	Aman
11	30,1	27,09	Aman
12	29,7	26,73	Aman

Sumber: Pengolahan Data

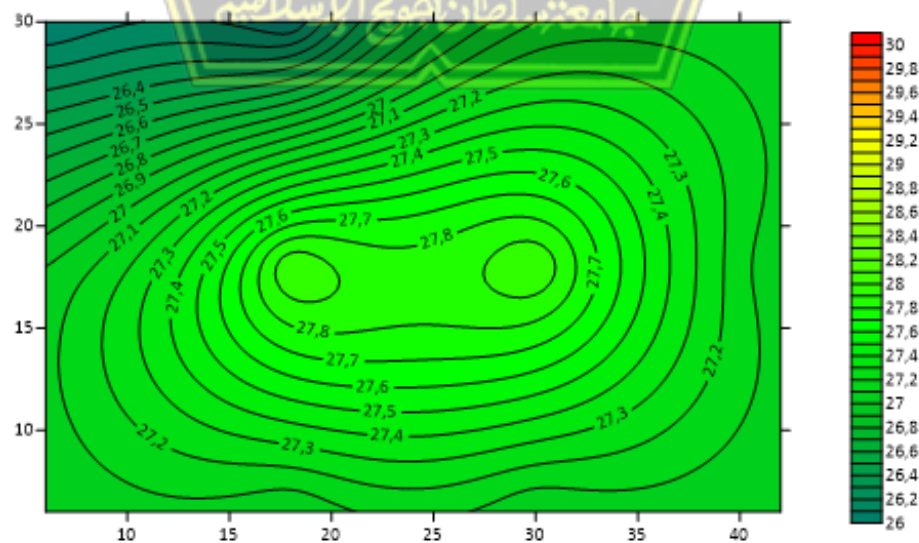
Berdasarkan Tabel 4.24 dapat dilihat perkiraan perbandingan Temperatur udara sebelum dan sesudah dilakukan perancangan perbaikan dapat dilihat pada Gambar 4.27



Sumber: Pengolahan Data

Gambar 4. 27 Grafik Temperatur Udara Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Berdasarkan Gambar 4.27 dapat dilihat bahwa dengan adanya penambahan *turbine ventilator* dan *exhaust fan* maka diperkirakan temperatur udara turun, temperatur udara berada dibawah dan atau setara NAB jika dilakukan pengendalian temperatur udara. Data temperatur udara setelah temperatur udara direduksi dapat digambar peta kontur temperatur udara setelah dilakukan reduksi pada Gambar 4.28.



Gambar 4. 28 Peta Kontur Temperatur Udara Setelah Perbaikan

Berdasarkan perkiraan Tabel 4.24 bahwa temperatur udara Departemen *Weaving* akan berada di bawah NAB yaitu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 menyebutkan bahwa nilai ambang batas (NAB) untuk temperatur ruang sebesar 18°C-28 °C. Seluruh area kerja pada Departemen *Weaving* berwarna hijau menandakan area kerja tersebut aman.

4. *Administrative Control*

Pengendalian administratif pengendalian risiko dan bahaya dengan peraturan-peraturan terkait dengan keselamatan dan kesehatan kerja yang dibuat. Beberapa hal yang dapat dilakukan pada pengendalian administratif yaitu dapat dilakukan dengan pertimbangan rotasi kerja tetapi tidak dapat dilakukan karena dapat mengganggu kelancaran aliran produksi pada Departemen *Weaving* sehingga ketika berlangsung kegiatan rotasi akan mengganggu aktivitas operator, selain itu adanya kemampuan operator yang berbeda-beda menyebabkan rotasi kerja sulit untuk diimplementasikan. Pengendalian administratif yang dapat dilakukan adalah penyelenggaraan pelatihan, pemantauan lingkungan kerja, pemasangan instrumen K3 tentang bahaya kebisingan, dan pemeriksaan karyawan secara berkala.

5. **Alat Pelindung Diri (APD)**

Penggunaan alat pelindung diri merupakan langkah terakhir apabila *engineering control* dan *administrative control* tidak dapat dilakukan. Alat pelindung diri yang baik digunakan untuk kebisingan dalam Departemen *Weaving* yang disarankan adalah penggunaan *earplug* dan menggantinya secara berkala. *Earplug* dipercaya dapat mereduksi intensitas kebisingan sebesar 25-30 dB. Dalam penggunaan APD tetap dibutuhkan pelatihan atau training bagi tenaga kerja yang menggunakannya, termasuk pemeliharannya. Tenaga kerja juga harus mengerti bahwa penggunaan APD tidak menghilangkan bahaya yang akan terjadi. Jadi bahaya akan tetap terjadi jika ada kecelakaan. Dalam aplikasi pengendalian bahaya, selain berfokus pada hirarkinya tentunya dapat dipikirkan pula kombinasi

beberapa pengendalian lainnya agar dapat meningkatkan efektivitas dan bahaya serta risiko yang ada semakin kecil.

4.3 Analisa dan Interpretasi

4.3.1 Analisa Tingkat Kebisingan Terhadap Paparan Kebisingan

Kebisingan pada Departemen *Weaving* dihasilkan dari mesin tenun jenis *air jet loom* yaitu mesin tenun tanpa teropong yang menggunakan semburan udara yang dikompresi untuk menyisipkan benang pakan kedalam mulut lusi (*warp shed*). Berdasarkan hasil pengukuran dan pengolahan data, tingkat kebisingan Departemen *Weaving* di 12 titik pengukuran telah melampaui nilai ambang batas berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 yaitu untuk nilai ambang batas tingkat kebisingan 85 dB dengan 8 jam kerja/hari. Hubungan antara tingkat kebisingan dengan paparan kebisingan dilihat dari nilai koefisien korelasi yang memperlihatkan level hubungan kebisingan yang sangat kuat atau sangat rendah. Nilai korelasi adalah 1 dengan keterangan sangat kuat dan persamaan regresi adalah $Y = -5670 + 6671X$. Disimpulkan bahwa semakin tinggi tingkat kebisingan maka semakin tinggi pula paparan kebisingannya.

4.3.2 Analisa Durasi Kerja Terhadap Paparan Kebisingan

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 yaitu untuk nilai ambang batas tingkat kebisingan 85 dB dengan 8 jam kerja perhari, sedangkan dari hasil pengolahan data yang diperoleh seluruh area Departemen *Weaving* memiliki waktu kerja maksimum dibawah 8 jam kerja/hari yaitu 0,91 jam sampai 1,18 jam. Oleh karena itu, jika dibandingkan dengan waktu kerja aktual saat ini, tingkat dosis kebisingan melebihi NAB yang ditetapkan oleh *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) (2007) yaitu $DND \leq 1$ atau 100%. Dosis kebisingan yang melebihi 1 atau 100% merupakan kondisi kebisingan yang merugikan bagi kesehatan dan keselamatan pekerja dalam bekerja. Berdasarkan pengolahan yang dilakukan, persentase nilai DND sebesar 680% sampai 880%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat dosis kebisingan telah melebihi standar yang telah ditetapkan. Hubungan durasi kerja dengan paparan kebisingan dapat dibaca dari nilai koefisien korelasi yang menunjukkan tingkat hubungan

paparan kebisingan yang tinggi atau rendah. Nilai korelasi adalah 0,9926 keterangan tinggi dan persamaan regresi adalah $Y = 1157,8 - 753,53X$.

4.3.3 Analisa Temperatur Udara Terhadap Paparan Kebisingan

Dari pengolahan data yang didapat temperatur udara di area kerja Departemen *Weaving* melewati standar yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 yaitu nilai ambang batas (NAB) untuk temperatur ruang sebesar 18°C-28 °C. Hubungan antara tingkat kebisingan dengan paparan kebisingan dapat dilihat dari nilai koefisien korelasi. Hal ini menunjukkan apakah hubungan tingkat kebisingan kuat atau lemah. Nilai korelasi dan persamaan regresi ditunjukkan pada Tabel 4.25 di bawah ini.

Tabel 4. 23 Keterangan Hubungan Temperatur Udara dengan Tingkat Kebisingan

Waktu	Variabel	Mean± Standar Deviasi	Koefisien Regresi		Persamaan Regresi	r	Tingkat Hubungan
			a	b			
09.00	Temperatur Udara (°C)	30,08±0,67	56,975	1,3072	Y = 56,975 + 1,3072X	0,9686	Sangat Kuat
	Tingkat Kebisingan	96,3±0,88					
13.00	Temperatur Udara (°C)	30,08±0,69	54,16	1,4006	Y = 54,16 + 1,4006X	0,9955	Sangat kuat
	Tingkat Kebisingan	96,28±0,97					
15.00	Temperatur Udara (°C)	30,07±0,68	55,212	1,3671	Y = 55,212 + 1,3671X	0,9487	Sangat kuat
	Tingkat Kebisingan	96,32±0,90					

Sumber: Pengolahan Data

Dilihat dari Tabel 4.25 untuk ketiga waktu tersebut menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara temperatur udara terhadap besarnya tingkat kebisingan yang dihasilkan. Kenaikan nilai temperatur udara akan mengakibatkan kenaikan tingkat kebisingan. Hal ini mengindikasikan tingkat kebisingan semakin tinggi sejalan dengan kenaikan temperatur udara karena suhu udara mempengaruhi

kecepatan rambat bunyi. Semakin tinggi suhu udara, semakin tinggi kecepatan bunyi.

4.3.4 Analisa Peta Kontur

4.3.4.1 Analisa Peta Kontur Kebisingan

Dari hasil pengolahan data 12 titik pengukuran tersebut, dibuat peta kebisingan menggunakan *software Surfer 13* dalam kondisi berbahaya bagi pekerja dengan menggunakan nilai ekivalen setiap titik yang mewakili setiap porsi waktu pengukuran. Dari pemetaan ruang yang dapat dilihat pada gambar 4.9 dinyatakan bahwa seluruh bagian Departemen *Weaving* dalam kondisi yang berbahaya bagi pekerja. Hal ini dipegaruhi karena tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin tenun *air jet loom* pada Departemen *Weaving* melewati NAB berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 yaitu 85 dB, maka dapat mengakibatkan kondisi berbahaya bagi pekerja pada Departemen *Weaving* yang terpapar selama 8 jam kerja per hari.

4.3.4.2 Analisa Peta Kontur Temperatur Udara

Dari hasil pengolahan data 12 titik pengukuran tersebut, dibuat peta kebisingan menggunakan *software Surfer 13* dalam kondisi berbahaya bagi pekerja dengan menggunakan nilai ekivalen setiap titik yang mewakili setiap porsi waktu pengukuran. Dari pemetaan ruang yang dapat dilihat pada gambar 4.15 dikatakan bahwa seluruh bagian Departemen *Weaving* dalam kondisi yang berbahaya bagi operator. Hal ini dipegaruhi karena temperatur udara dalam ruang produksi yang ditimbulkan oleh mesin tenun *air jet loom* pada Departemen *Weaving* melebihi nilai ambang batas berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 NAB untuk temperatur ruang sebesar 18°C-28 °C, sehingga mengakibatkan kondisi berbahaya bagi pekerja di Departemen *Weaving* yang terpapar selama 8 jam kerja per hari.

4.4 Pembuktian Hipotesa

Berdasarkan hasil wawancara dengan Tim K3 PT. Sukorejo Indah Textile rancangan tersebut apabila diterapkan mampu mengurangi kebisingan dan temperatur udara di ruang produksi departemen *weaving* maka ruang produksi menjadi lebih baik. Berdasarkan pendekatan *hierarchy of controls* untuk

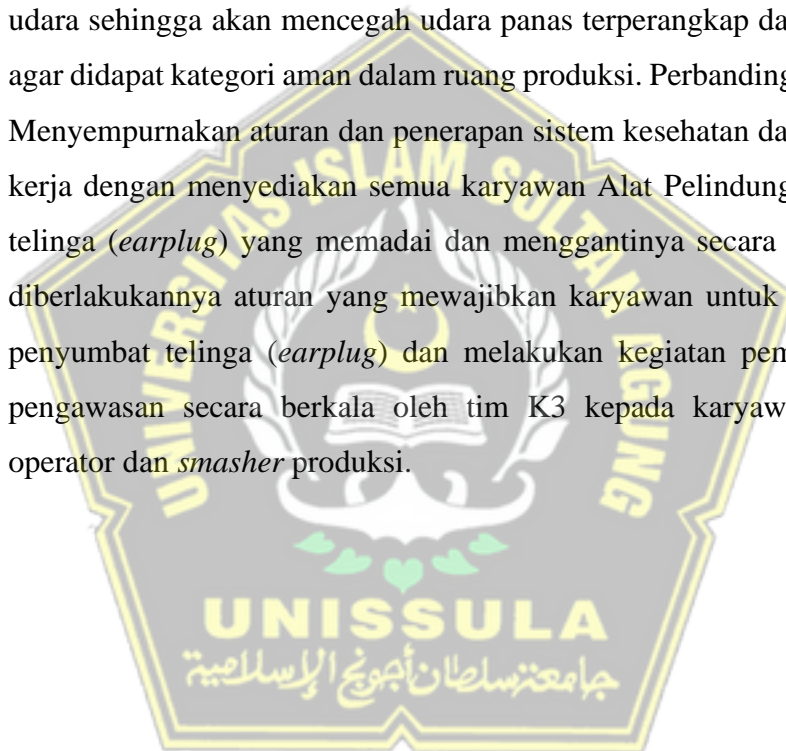
mengurangi kebisingan dilakukan secara *engineering control* dengan memasang papan akustik $\frac{3}{4}$ dengan jarak 0,5 m dari atap dan pemasangan *barrier* pada dinding ruang produksi dengan ketinggian 1,60 m didapatkan dirancang usulan tingkat kebisingan dibawah 85 dB sesuai dengan nilai ambang. Sedangkan untuk mengendalikan temperatur udara dengan tahapan *engineering control* dilakukan penambahan *turbine ventilator* dan *exhaust fan* pada ruang produksi dihitung sesuai dengan rumus kebutuhan *turbine ventilator* dan *exhaust fan* didapatkan rancangan usulan pengendalian temperatur udara dapat berkurang menjadi 10% dari awal pengukuran dan temperatur udara menjadi sesuai dengan nilai ambang batas. Hal ini sesuai dengan hipotesa awal yang menunjukkan bahwa penelitian perbaikan ruang produksi dengan mengumpulkan data dari variabel bebas dan variabel terikat lalu menganalisa hasil penelitian dengan menggunakan uji regresi dan dilakukan evaluasi dan usulan rekomendasi mengurangi kebisingan dan temperatur udara dengan pendekatan *hierarchy of controls* mampu mengatasi masalah pengendalian kebisingan dan temperatur udara di ruang produksi Departemen *Weaving* dengan tahapan evaluasi, substitusi, *engineering control*, *administrative control*, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Dengan pendekatan *hierarchy of controls* apabila perusahaan dapat menerapkannya maka dapat mengurangi kebisingan dan temperatur udara di ruang produksi Departemen *Weaving*. Sehingga dapat membuat lingkungan kerja yang aman dan nyaman bagi karyawan

4.5 Analisa Rekomendasi Perbaikan

Dari hasil observasi kemudian dilakukan analisa statistika dengan uji regresi lalu dilakukan evaluasi usulan perbaikan maka dapat diusulkan bahwa:

1. Kebisingan pada ruang produksi departemen *weaving* pada 12 titik pengukuran berada dalam kategori berbahaya atau tidak aman yaitu diatas nilai ambang batas berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 yaitu untuk nilai ambang batas tingkat kebisingan 85 dB dengan 8 jam kerja/hari. Pengendalian dapat dilakukan dengan cara pemasangan alat peredam kebisingan menggunakan papan akustik $\frac{3}{4}$ dan *barrier* dapat diprediksi mereduksi kebisingan sekitar 13,5 dB sehingga kebisingan dalam ruang produksi dapat masuk kategori aman.

2. Temperatur udara pada ruang produksi departemen *weaving* pada 12 titik pengukuran berada dalam kategori berbahaya atau tidak aman yaitu diatas nilai ambang batas berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 menyebutkan bahwa nilai ambang batas (NAB) untuk temperatur ruang sebesar 18°C-28 °C. Pengendalian dapat dilakukan dengan cara menambah *turbine ventilator* dan *exhaust fan* dalam ruang produksi dihitung sesuai kebutuhan. *turbine ventilator* dan *exhaust fan* dapat menghisap udara panas dan debu serta memperlancar sirkulasi udara sehingga akan mencegah udara panas terperangkap dalam bangunan agar didapat kategori aman dalam ruang produksi. Perbandingan temperatur
3. Menyempurnakan aturan dan penerapan sistem kesehatan dan keselamatan kerja dengan menyediakan semua karyawan Alat Pelindung Diri penutup telinga (*earplug*) yang memadai dan menggantinya secara berkala. Perlu diberlakukannya aturan yang mewajibkan karyawan untuk menggunakan penyumbat telinga (*earplug*) dan melakukan kegiatan pemeriksaan atau pengawasan secara berkala oleh tim K3 kepada karyawan khususnya operator dan *smasher* produksi.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan adalah:

1. Tingkat kebisingan ekuivalen di Departemen *Weaving* siang hari adalah 95,2 dB sampai 98,2 dB. Dengan nilai tersebut lingkungan kerja dikategorikan tidak aman karena telah melebihi standar Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 yaitu untuk nilai ambang batas tingkat kebisingan 85 dB dengan 8 jam kerja/hari. Sedangkan temperatur udara di Departemen *Weaving* adalah 29,2 °C – 31,3 °C. Nilai tersebut termasuk kategori tidak aman karena melebihi standar Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016 bahwa nilai ambang batas (NAB) untuk temperatur ruang sebesar 18°C-28 °C.
2. Pemetaan kebisingan dan temperatur udara menggunakan *software surfer* 13. Dari hasil perhitungan *grid data* dan *countur mapping* menunjukkan ruang produksi di Departemen *Weaving* berada pada zona tidak aman bagi pekerja yaitu di dominasi warna merah dan orange pada keseluruhan pada peta kontur. Setelah dilakukan pengendalian kebisingan dan temperatur udara maka ruang produksi di Departemen *Weaving* berada pada zona aman untuk pekerja yaitu didominasi dengan warna hijau pada peta kontur
3. Pengendalian kebisingan dan temperatur udara dilakukan dengan cara *engineering control*. Pengendalian kebisingan dengan transmisi suara dengan pemasangan papan akustik $\frac{3}{4}$ dan pemasangan *barrier*. Papan akustik $\frac{3}{4}$ dipasang pada langit-langit Departemen *Weaving* dan *barrier* dilakukan pemasangan *rockwool* pada dinding ruang produksi dengan ukuran 50 m x 1 m dan 34 m x 1 m mampu mereduksi kebisingan sekitar 13,4 dB. Untuk temperatur udara dilakukan dengan pemasangan 15 *turbine ventilator* dipasang di atap ruang produksi Departemen *Weaving* dan 3

Exhaust fan dipasang pada dinding ruang produksi Departemen *Weaving* sehingga menghasilkan ruang produksi di Departemen *Weaving* dalam kondisi aman yang didominasi warna hijau.

5.2 Saran

Bedasarkan hasil-hasil dari pengolahan data saran yang dapat diberikan kepada perusahaan adalah:

1. Jika perusahaan ingin memasang perangkat peredam kebisingan, *turbine ventilator*, dan *exhaust fan* di ruang produksi, maka perlu melakukan penelitian lebih lanjut tentang material, biaya pemasangan, bentuk dan posisi peralatan untuk mendapatkan efek pengurangan maksimum.
2. Perusahaan seharusnya mempunyai peralatan untuk dilakukan pengecekan lingkungan kerja fisik secara berkala.
3. Karyawan PT. Sukorejo Indah Textile khususnya yang berada di departemen *weaving* lebih disiplin dalam penggunaan APD (Alat Pelindung Diri) untuk meminimalkan risiko cedera akibat kerja.
4. Melakukan perbaikan penerapan SMK3 contohnya dengan mensosialisasikan penggunaan APD kepada karyawan, dan melakukan pengawasan pemakaian APD terhadap karyawan terutama operator produksi secara berkala.
5. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan merekomendasikan konsep usulan rancangan untuk mereduksi paparan kebisingan dan temperatur udara ditambah dengan melakukan perhitungan biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, M., Yazdanirad, S., dan Mehri, A. (2020). Noise Exposure and Job Stress – a Structural Equation Model in Textile Industries. *Journal of PAN - Archives of Accoustic*, 45(4), 601–611. <https://doi.org/10.24425/aoa.2020.135248>
- Ajslev, J. Z. N., Møller, J. L., Andersen, M. F., Pirzadeh, P., dan Lingard, H. (2022). The Hierarchy of Controls as an Approach to Visualize the Impact of Occupational Safety and Health Coordination. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph19052731>
- Alyan, E., Saad, N. M., Kamel, N., dan Al-bawri, S. S. (2021). Identifying the Impact of Noise-Levels on Mental Stress : An EEG-fNIRS Study Identifying the Impact of Noise-Levels on Mental Stress : An EEG-fNIRS Study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1962(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1962/1/012006>
- Anizar. (2012). *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ayatulloh, R., Noor, K., dan Umar, R. (2018). Pemetaan Paparan Panas Pada Bagian Produksi Boy's Cake & Bakery Dengan Software Surfer. *Prosiding SNST ke-9*, 1(1), 125–128.
- Candraditya, R., dan Dwiyantri, E. (2017). Hubungan Tingkat Pendidikan, Masa Kerja dan Tingkat Kebisingan Dengan Stress Kerja di PT.X. *penelitian Kesehatan*, 15(1), 1–9.
- Chandra, B. (2005). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Darlani, D., dan Sugiharto, S. (2017). Kebisingan Dan Gangguan Psikologis Pekerja Weaving Loom Dan Inspection Pt. Primatexco Indonesia. *JHE (Journal of Health Education)*, 2(2), 130–137. <https://doi.org/10.15294/jhe.v2i2.22618>
- Ejigu, M. A. (2019). Excessive Sound Noise Risk Assessment in Textile Mills of an Ethiopian- Kombolcha Textile Industry Share Company. *International*

- Journal of Research in Industrial Engineering*, 8(2), 105–114.
<https://doi.org/10.22105/riej.2019.169138.1071>
- Erni, N. A., dan Kelvin, K. (2016). Perbaikan Lingkungan Kerja Fisik PT. Rodamas Nuansa Fortuna. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 4, 156–165.
- Haryanto, R. (2010). *Buku Ajar Kesehatan Kerja*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Irzal. (2016). *Dasar-Dasar Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: Kencana.
- ISO 45001. (2018). *Occupational Health & Safety Implementation Guide*. Diambil dari www.nqa.com
- Jeyaratnam, J., dan Koh, D. (2010). *Buku Ajar Praktik Kedokteran Kerja*. Jakarta: EGC.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MENLH/11/1996. (1996). *Baku Tingkat Kebisingan*. Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Kodaloglu, M. (2021). Evaluation Of Noise From Jacquard And Dobby In The Weaving Facility The In Terms Of. *International Journal of Engineering and Innovative Research*, 3(3), 222–235. <https://doi.org/10.47933/ijeir.931425>
- Looker, T. and Gregson, O. (2005). *Managing Stress Mengatasi Stres Secara Mandiri*. (H. Setiawati., Ed.). Yogyakarta: BACA.
- Mediastika, C. E. (2009). *Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan* (1 ed.). Jakarta: Penerbit ANDI.
- Meri, M., dan Risda Eka Putra, H. (2016). Pengendalian Tekanan Panas (Heat Stress). *National Conference of Applied Sciences, Engineering, Business and Information Technology. Politeknik Negeri Padang, 1*(ISSN:2541-111x), 15–16.
- Muhidin, S. A., dan Abdurahman, M. (2009). *Analisis Korelasi, Regresi, dan Jalur Anova Dalam Penelitian* (Pertama). Bandung: Penerbit CV. Pustaka Setia.
- National Institute for Occupational Safety and Health. (2007). *Niosh Pocket Guide To Chemical Hazards. DHHS (NIOSH) Publication No. 2005-149* (3 ed.).
- Nia, R., Widiartini, dan Santiasih, I. (2016). Analisis Pengaruh Iklim Kerja dan Kebisingan di PT. X dan Y. In *Seminar Nasional Maritim, Sains, dan*

Teknologi Terapan (hal. Vol.1).

Notoatmodjo, S. (2005). *Metodologi Penelitian Kesehatan (Edisi Revisi)*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 70 Tahun 2016. (2016). *Standar dan Persyaratan Kesehatan Kerja Industri*. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No 5 Tahun 2018. (2018). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*. Jakarta: Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia.

Radosz, J., dan Pleban, D. (2018). Ultrasonic noise measurements in the work environment. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 144(4), 2533–2538. <https://doi.org/10.1121/1.5063812>

Sahab, M. F., Banjarnahor, M., dan Hasibuan, C. F. (2019). Analisa Tingkat Kebisingan terhadap Karyawan di Lingkungan Kerja Kantor PT. Surveyor Indonesia Cabang Medan. *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 1(2), 64. <https://doi.org/10.31289/jime.v1i2.2330>

Saputro, T., dan Lombardo, D. (2021). Metode Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control (HIRADC) Dalam Mengendalikan Risiko Di PT. Zae Elang Perkasa. *Jurnal Baut dan Manufaktur*, 03(1), 23–29. Diambil dari <https://uia.e-journal.id/bautdanmanufaktur/article/download/1316/761/>

SNI 16-7061-2004. (2004). *Pengukuran Iklim Kerja (panas) dengan Parameter Indeks Suhu Basah dan Bola*. Jakarta.

Sukendar, I., Syakhroni, A., dan Senja, M. (2021). Usulan Penerapan Manajemen Resiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA) (Studi Kasus : PT . Semen Gresik Tbk Pabrik Rembang). *Jurnal DINAMIKA TEKNIK*, 4(2), 1–9.

Suma'mur, P. K. (2009). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*. Jakarta: CV. Sagung Seto.

_____. (2014). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja Edisi 2*. Jakarta: CV. Sagung Seto.

- Tambunan, S. T. B. (2005). *Kebisingan di Tempat Kerja*. Yogyakarta: ANDI.
- Tarwaka. (2011). *Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press.
- Turan, N. Y. (2020). Investigation of the Noise Exposure in Weaving Workplaces in Western Turkey. *TEKSTİL ve KONFEKSİYON*, 31(1), 27–33. <https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.762195>
- Yang, Y., Wang, Y., Yuan, X., Zhu, Y., dan Zhang, D. (2017). Simulation study on the thermal environment in an office with radiant cooling and displacement ventilation system. *Procedia Engineering*, 205, 3146–3153. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.142>
- Zare, S., Baneshi, M. R., Hemmatjo, R., Ahmadi, S., Omidvar, M., dan Dehaghi, B. F. (2019). The Effect of Occupational Noise Exposure on Serum Cortisol Concentration of Night-shift Industrial Workers : A Field Study. *Safety and Health at Work*, 10(1), 109–113. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2018.07.002>

