

**MODEL PENCEGAHAN RISIKO KECELAKAAN
KERJA DENGAN MENGURANGI *HUMAN ERROR*
PROBABILITY MENGGUNAKAN METODA HEART
DI PERUSAHAAN OTOMOTIF**

TESIS

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
PASCASARJANA UNIVERSITAS PASUNDAN**

Oleh
FETTA SAFFANAH GITAPUTRI
NPM: 218030006



**PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS PASUNDAN**

2023

MODEL PENCEGAHAN RISIKO KECELAKAAN KERJA DENGAN MENGURANGI *HUMAN ERROR PROBABILITY* MENGGUNAKAN METODA HEART DI PERUSAHAAN OTOMOTIF

FETTA SAFFANAH GITAPUTRI
NPM: 218030006

ABSTRAK

Sumber daya manusia memegang peranan penting bagi perusahaan dan tidak ada salahnya bagi perusahaan untuk memperhatikan kondisi karyawannya dalam menjalankan tugas yang diberikan. Pada sebuah perusahaan dalam melakukan kegiatan proses produksinya tentu harus menerapkan *system* kerja ENASE, yaitu Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien sehingga mendapatkan kinerja dan produktivitas kerja yang baik. Berbicara mengenai kinerja, saat karyawan melakukan suatu pekerjaan di *workstation*, sering terjadi bahwa kesalahan atau kegagalan disebabkan oleh *human error*. Seperti operator pada salah satu perusahaan otomotif di bagian *Light Duty Truck Department Trimming* pada proses pemasangan *wire cowl*, pedal gas, dan *head lining* yang belum memperhatikan postur kerjanya sehingga terdapat beberapa tenaga kerja yang mengeluhkan rasa nyeri di tubuh dan mengakibatkan proses produksi terhambat. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk mencari seberapa besar nilai HEPnya. Metode yang dipilih untuk permasalahan ini adalah *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART).

Metode HEART memiliki lima langkah untuk mencari nilai *human error*, yaitu identifikasi *Generic Task*, identifikasi *Error Producing Conditions*, menentukan *Assessed Proportion of Effect*, dan menghitung *Human Error Probability*. Identifikasi *Generic Task*, EPC dan APOE dilihat melalui hasil pengamatan dan melakukan penilaian dengan subjektif. Untuk mendapatkan nilai HEP dibutuhkan nilai *Generic Task* dan *Assessed Effect*.

Hasil dari penelitian ini diketahui penyebab utamanya adalah postur kerja yang membungkuk dan di dapat nilai HEP tertinggi ada pada proses pemasangan pedal gas dalam *subtask tightening bolt pedal* dan *tightening wire grounding* dengan nilai sebesar 0,785. Sedangkan nilai terendah ada pada *subtask* inspeksi (*marking*) dengan nilai sebesar 0,002.

Kata Kunci: *Error*, HEP, HEART, Postur Kerja, *Human Error*

MODEL OF PREVENTING THE RISK OF WORK ACCIDENTS BY REDUCING HUMAN ERROR PROBABILITY USING HEART METHODS IN AUTOMOTIVE COMPANIES

FETTA SAFFANAH GITAPUTRI
NPM: 218030006

ABSTRACT

Human resources play an important role for a company and there is no harm in a company paying attention to the condition of its employees in carrying out their assigned tasks. In carrying out its production process activities, a company must of course implement the ENASE work system, namely Effective, Comfortable, Safe, Healthy and Efficient so as to obtain good work performance and productivity. Talking about performance, when employees do work at a workstation, errors or failures often occur due to human error. For example, operators at an automotive company in the Light Duty Truck Department Trimming section during the process of installing the wire cowl, gas pedal and head lining did not pay attention to their working posture, so there were several workers who complained of pain in their bodies and this resulted in the production process being hampered. Therefore, this research was conducted to find out how big the HEP value is. The method chosen for this problem is Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART).

The HEART method has five steps to find human error values, namely identifying Generic Tasks, identifying Error Producing Conditions, determining Assessed Proportion of Effect, and calculating Human Error Probability. Identification of Generic Task, EPC and APOE can be seen through observations and subjective assessments. To get the HEP value, you need the Generic Task and Assessed Effect values.

The results of this research show that the main cause is a bent work posture and the highest HEP value was found in the process of installing the gas pedal in the pedal bolt tightening and grounding wire tightening subtasks with a value of 0.785. Meanwhile, the lowest value is in the inspection (marking) subtask with a value of 0.002.

Keywords: Error, HEP, HEART, Work Posture, Human Error

MODÉL PENCEGAHAN RISIKO KACILAKAAN GAWÉ KU CARA NGURANGAN PROBABILITAS KASALAHAN MANUSA NGAGUNAKEUN MÉTODE HEART DI PAUSAHAAN OTOMOTIF

FETTA SAFFANAH GITAPUTRI

NPM: 218030006

ABSTRAK

SDM boga peran anu penting pikeun hiji pausahaan sarta teu aya rugina dina hiji pausahaan merhatikeun kaayaan karyawanna dina ngalaksanakeun tugas anu ditugaskeun. Dina ngalaksanakeun kagiatan prosés produksina, hiji pausahaan tangtuna kudu ngalaksanakeun sistem gawé ENASE, nyaéta Éféktif, Nyaman, Aman, Sehat jeung Éfisién sangkan meunang kinerja jeung produktivitas gawé anu hadé. Ngawangkong ngeunaan kinerja, nalika pagawé ngalakukeun pagawean di workstation, kasalahan atawa kagagalan mindeng lumangsung alatan kasalahan manusa. Contona, operator di hiji pausahaan otomotif di bagian Light Duty Truck Department Trimming salila prosés masang *cowl* kawat, pedal gas jeung *head lining* teu merhatikeun postur gawé maranéhanana, jadi aya sababaraha pagawe anu humandeuar nyeri dina awak jeung ieu ngakibatkeun prosés produksi keur hampered. Ku kituna, ieu panalungtikan dilaksanakeun pikeun mikanyaho sabaraha gedé ajén HEP. Méthode anu dipilih pikeun masalah ieu nyaéta Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART).

Méthode HEART mibanda lima léngkah pikeun manggihan niléy kasalahan manusa, nya éta ngaidéntifikasi Tugas Generik, Ngaidéntifikasi Kaayaan Ngahasilkeun Kasalahan, Nangtukeun Proporsi Pangaruh Pangaruh, jeung ngitung Probabilitas Kasalahan Manusa.

Hasil tina ieu panalungtikan nunjukkeun yén panyabab utama nyaéta sikep kerja anu bengkok sareng nilai HEP pangluhurna kapanggih dina prosés masang pedal gas dina subtugas pengencangan baut pedal sareng pengencangan kawat grounding kalayan nilai 0,785. Samentara éta, nilai panghandapna aya dina subtask inspeksi (marking) kalayan nilai 0,002.

Kata Kunci: Kasalahan, HEP, HEART, Sikep Pagawean, Kasalahan Manusa

**MODEL PENCEGAHAN RISIKO KECELAKAAN
KERJA DENGAN MENGURANGI *HUMAN ERROR*
PROBABILITY MENGGUNAKAN METODA HEART
DI PERUSAHAAN OTOMOTIF**

TESIS

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
PASCASARJANA UNIVERSITAS PASUNDAN**

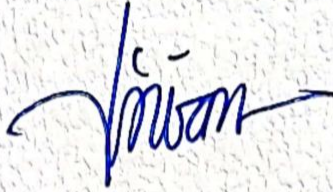
Oleh
FETTA SAFFANAH GITAPUTRI
NPM: 218030006



**PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS PASUNDAN**

2023

Diketahui/disetujui
Ketua Program Studi



Dr. Ir. Yogi Yogaswara, MT

NIPY: 131 101 74

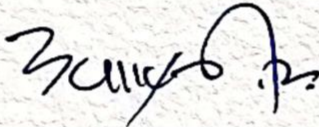
LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Tesis: Model Pencegahan Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Mengurangi *Human Error Probability* Menggunakan Metoda HEART Di Perusahaan Otomotif

Diterima dan disetujui untuk dipertahankan

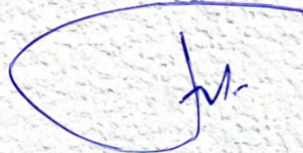
Tim Pembimbing,

Pembimbing I



(Dr. Ir. H. Chevy Herli Sumerli A., MT)

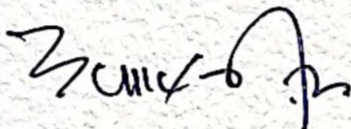
Pembimbing II



(Dr. Oktri Mohammad Firdaus, ST., MT)

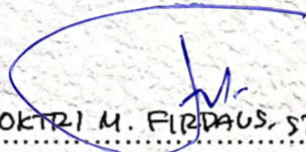
Diperiksa dan disahkan oleh Tim Penguji Sidang Jenjang Strata-2 Program Studi Magister Teknik Industri Pascasarjana Universitas Pasundan di Bandung, pada tanggal ...27...DESEMBER 2023

Ketua Merangkap Anggota




(Dr. Ir. H. Chevy Herli Sumerli A., MT)

Anggota



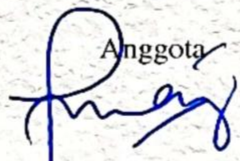
(DR. OKTRI M. FIRDAUS, ST, MT)

Anggota



(DR. IR. REN PATHONI ISYAK, MT)

Anggota



(DR. IR. PUTRI METY ZALYNDA, MT)

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa Judul Tesis:

**MODEL PENCEGAHAN RISIKO KECELAKAAN KERJA
DENGAN MENGURANGI *HUMAN ERROR PROBABILITY*
MENGUNAKAN METODA HEART
DI PERUSAHAAN OTOMOTIF**

Adalah hasil kerja saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Bandung, 27 Desember 2024

Fetta Saffanah Gitaputri

NPM: 218030006

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis Magister yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Pasundan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Tesis haruslah seizin Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Program Pascasarjana Unpas.

Perpustakaan yang meminjam tesis ini untuk keperluan anggotanya harus mengisi nama dan tanda tangan peminjam dan tanggal pinjam.

Dipersembahkan kepada kedua orang tua dan adik-ku

*“I don’t believe you have to be better than everybody else. I believe you
have to be better than you ever thought you could be.”*

- Adi Darmanto, S. Kom -

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb,

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tesis yang telah disusun secara sistematis dan sebaik mungkin. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan besar kita, yaitu Nabi Muhammad SAW.

Penulis menyadari tanpa bantuan dan bimbingan berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk dapat menyelesaikan Laporan Tesis yang berjudul **“Model Pencegahan Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Mengurangi *Human Error Probability* Menggunakan Metoda HEART Di Perusahaan Otomotif”**. Maka dari itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis, Bapak Yogi Yogaswara dan Ibu Lita Nelawaty yang selalu memberikan dukungan doa dan motivasi kepada penulis dari awal masuk perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tesis ini.
2. Bapak Dr. Ir. H. Chevy Herli Sumerli A.,MT selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan dukungan, masukan dan saran selama bimbingan berlangsung sampai penulis dapat menyelesaikan Laporan Tesis ini.
3. Bapak Dr. Oktri Mohammad Firdaus, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan arahan kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tesis ini.
4. Seluruh Dosen Pengajar di Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Pasundan yang telah memberikan ilmu dan pelajaran hidup kepada penulis selama penulis menjadi mahasiswa.

5. Febriyanti, A.Md.A.B., Adeliya Sanya Lenita, S. Stat., Muhammad Rijalulhaqq, S.Tr.T., Adrian Ilmi, S.T., Mustika Putri Jamrud, S.Psi., Ka Dani, dan teman-teman lainnya yang telah memberikan semangat dan menghibur penulis dikala penulis sedang dalam keadaan *down*.
6. Andi Firmansyah, S.T., M.T., dan Dhia Ahmad R, S.T. yang telah berjuang bersama, bertukar pikiran dan memberikan semangat serta motivasi selama perkuliahan.
7. Seluruh teman-teman Magister Teknik Industri 2021 yang tidak bisa penulis sebut satu persatu namanya, yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tesis ini masih jauh dari kata sempurna, mengingat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak. Akhir kata, penulis berharap semoga Laporan Tesis ini bisa memberi manfaat bagi mahasiswa dan semua pihak yang memiliki kepentingan.

Bandung,

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	<i>i</i>
ABSTRACT	<i>ii</i>
LEMBAR PERSETUJUAN	<i>vi</i>
PERNYATAAN	<i>viii</i>
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS	<i>ix</i>
KATA PENGANTAR	<i>xii</i>
DAFTAR ISI	<i>xiv</i>
DAFTAR TABEL	<i>xvii</i>
DAFTAR GAMBAR	<i>xviii</i>
BAB I	
PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Perumusan Masalah	7
I.3 Tujuan Penelitian	7
I.4 Ruang Lingkup dan Asumsi Penelitian	8
I.4.1 Ruang Lingkup	8
I.4.2 Asumsi Penelitian.....	8
I.5 Sistematika Penulisan	8
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	11
II.1 Ergonomi	11
II.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja	13
II.3 Kecelakaan Kerja.....	14
II.3.1 Klasifikasi Kecelakaan Kerja	16
II.4 <i>Human Error</i>	20

II.4.1	Kategori <i>Human Error</i>	21
II.4.2	Klasifikasi <i>Human Error</i>	22
II.4.3	Eliminasi <i>Human Error</i>	23
II.5	<i>Human Reliability Assessment</i>	24
II.6	<i>Human Error Assessment and Reduction Technique</i> (HEART).....	28
II.6.1	<i>Hirarchical Task Analysis (HTA)</i>	29
II.6.2	<i>Generic Task (GT)</i>	32
II.6.3	Identifikasi Nilai <i>Error Producing Conditions (EPCs)</i>	32
II.6.4	<i>Assessed Proportion of Effect (APOE)</i>	32
II.7	Posisi Penelitian.....	32
BAB III	.....	37
METODOLOGI PENELITIAN	.....	37
III.1	Kerangka Berpikir	37
III.2	Usulan Pemecahan Masalah	38
III.2.1	Observasi Perusahaan	39
III.2.2	Identifikasi Masalah	39
III.2.3	Perumusan Masalah.....	39
III.2.4	Tujuan Penelitian.....	39
III.2.5	Studi Literatur	39
III.2.6	Pengumpulan Data.....	40
III.2.7	Pengolahan Data	40
III.2.8	Analisis dan Usulan Perbaikan	47
III.2.9	Kesimpulan dan Saran.....	47
BAB IV	.....	48
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	.....	48
IV.1	Pengumpulan Data.....	48
IV.1.1	Observasi	48

IV.1.2	Kuesioner Identifikasi Kemungkinan <i>Human Error</i>	55
IV.2	Pengolahan Data	58
IV.2.1	<i>Hierarchical Task Analysis</i>	58
IV.2.2	Identifikasi <i>Generic Task</i>	59
IV.2.3	Identifikasi Nilai <i>Error Producing Conditions</i> (EPCs)...	60
IV.2.4	Penentuan Nilai <i>Assessed Proportion of Effect</i> (APOE).	61
IV.2.5	Perhitungan Nilai <i>Assessed Effect</i>	62
IV.2.6	Perhitungan <i>Human Error Probability</i> (HEP).....	63
BAB V	.....	65
ANALISIS	.....	65
V.1	Analisis <i>Hierarchical Task</i>	66
V.2	Analisis <i>Generic Task</i>	66
V.3	Analisis <i>Error Producing Conditions</i>	68
V.4	Analisis <i>Assessed Proportion of Effect</i>	69
V.5	Analisis <i>Assessed Effect</i> dan <i>Human Error Probability</i>	69
V.6	Analisis Hubungan Antara <i>Human Error Probability</i> dengan Postur Kerja	71
V.7	Usulan Perbaikan	73
BAB VI	.....	76
KESIMPULAN	.....	76
VI.1	Kesimpulan	76
VI.2	Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	.....
LAMPIRAN	.....

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Metode <i>Human Reliability Assessment</i>	25
Tabel II. 2 Lanjutan Metode <i>Human Reliability Assessment</i>	26
Tabel II. 3 Metode <i>Human Reliability Assessment</i> (HRA) yang potensial dalam kasus K3.....	27
Tabel II. 4 <i>State of The Art</i>	33
Tabel II. 5 Lanjutan <i>State of The Art</i>	34
Tabel III. 1 <i>Generic Task Types</i>	41
Tabel III. 2 Lanjutan <i>Generic Task Types</i>	42
Tabel III. 3 Tabel Penilaian <i>Error Producing Conditions</i>	43
Tabel III. 4 Lanjutan Tabel Penilaian <i>Error Producing Conditions</i>	43
Tabel III. 5 Lanjutan Tabel Penilaian <i>Error Producing Conditions</i>	44
Tabel III. 6 Tabel Penilaian <i>Assessed Proportion of Effect</i> (APOE).....	45
Tabel III. 7 Lanjutan Tabel Penilaian <i>Assessed Proportion of Effect</i> (APOE).....	46
Tabel IV. 1 Hasil Kuesioner Pada Proses Pemasangan <i>Wire Cowl</i> , Pedal Gas, dan <i>Head Lining</i>	56
Tabel IV. 3 Identifikasi <i>Generic Task</i>	60
Tabel IV. 4 <i>Error Producing Conditions</i>	61
Tabel IV. 5 <i>Assessed Proportion of Effect</i>	62
Tabel IV. 6 Nilai <i>Assessed Effect</i>	63
Tabel IV. 7 <i>Human Error Probability</i>	64
Tabel V. 1 <i>Possible Error</i>	70
Tabel V. 2 Rekapitulasi Postur Tubuh dan HEP	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Presentase Waktu Postur Tubuh pada Proses <i>Trimming</i>	4
Gambar I. 2 Grafik Ekspektasi Rentang Produktivitas Waktu proses untuk Setiap Gerakan.....	5
Gambar II. 1 Contoh Diagram <i>Hierarchical Task Analysis</i>	31
Gambar III. 1 Kerangka Berpikir.....	37
Gambar III. 2 <i>Flowchart</i> Usulan Pemecahan Masalah.....	38
Gambar IV. 1 Postur Tubuh saat Merakit <i>Bracket</i>	49
Gambar IV. 2 Postur Tubuh saat Mengambil Mesin Bor dan Sekrup.....	50
Gambar IV. 3 Postur Tubuh saat Pemasangan Sekrup.....	50
Gambar IV. 4 Postur Tubuh saat Melakukan Pengencangan Sekrup (<i>Tightening Bolt</i>).....	51
Gambar IV. 5 Postur saat Melakukan Pemasangan Lakban Kertas	51
Gambar IV. 6 Postur Tubuh Saat Melakukan Pemasangan <i>Bracket</i>	52
Gambar IV. 7 Postur Tubuh saat Melakukan Pemasangan <i>Bracket Wire</i>	52
Gambar IV. 8 Postur Tubuh saat Melakukan <i>Plug in Wire</i>	53
Gambar IV. 9 Postur Tubuh saat Melakukan <i>Tightening Bolt Pedal</i>	53
Gambar IV. 10 Postur Tubuh saat Melakukan <i>Tightening Wire Grounding</i>	54
Gambar IV. 11 Postur Tubuh saat Melakukan Inspeksi (<i>Marking</i>)	54
Gambar IV. 12 Postur Tubuh saat Membereskan Peralatan.....	55
Gambar IV. 13 Persentase Bagian Tubuh Yang Berpotensi Kemungkinan Terjadinya <i>Human Error</i>	57
Gambar IV. 14 <i>Hierarchical Task Analysis</i>	59
Gambar V. 1 <i>Back Support</i>	73
Gambar V. 2 Ilustrasi <i>Adjusted Chair Portable</i>	74

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Melalui Kementerian Perindustrian (Kemenperin), pemerintah telah memilih lima sektor industri dalam negeri untuk mendukung pertumbuhan ekonomi negara. Kelima sektor tersebut adalah tekstil, elektronik, makanan dan minuman, petrokimia, serta otomotif. Dari kelima sektor tersebut, industri otomotif merupakan salah satu sektor yang menjadi titik focus Kementerian Perindustrian untuk pengembangan “Making Indonesia 4.0”. Hal ini bisa terus memacu kinerjanya agar bisa lebih meningkatkan angka penjualan setiap tahunnya sehingga tetap menjadi sektor yang memberikan kontribusi besar terhadap perekonomian negara. Hal ini berhubungan dengan kinerja pekerja yang dimana kinerja adalah kesediaan seseorang atau sekelompok orang untuk melakukan atau meningkatkan kegiatan sesuai dengan tanggung jawabnya dengan hasil yang diharapkan (Afandi, 2021). Dilihat dari pengertian kinerja tersebut bahwa untuk tewujudnya kinerja pekerja yang diinginkan oleh suatu perusahaan, kondisi dan kebutuhan pekerja tersebut perlu diperhatikan karena saat ini pekerja atau manusia sudah dinilai sebagai aset perusahaan.

Manusia memiliki peran yang penting bagi perusahaan, maka tidak salah apabila perusahaan memperhatikan kondisi pekerjanya saat mereka melakukan pekerjaan yang ditugaskan dari perusahaan. Setiap pekerjaan memiliki beban kerja yang berbeda tergantung dari jenis pekerjaan yang dilakukan. Beban kerja perlu diperhatikan agar tidak berlebihan dan membuat pekerja kelelahan secara batin maupun fisik, karena hal tersebut akan mempengaruhi kinerja dan produktivitas kerjanya.

Ketika berbicara mengenai kinerja manusia saat menjalankan tugas dalam suatu stasiun yang membutuhkan peran manusia, sering terlihat bahwa kesalahan disebabkan oleh kesalahan manusia (*human error*). *Human error* disebabkan oleh banyak hal. Pekerjaan dengan intensitas tinggi merupakan salah satu penyebab kesalahan manusia akibat kelelahan. Kesalahan juga bisa disebabkan oleh kecerobohan pihak pekerja. Masalah ini menunjukkan bahwa kesalahan manusia (*human error*) dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Walaupun saat ini perusahaan-perusahaan sudah menggunakan teknologi dalam proses produksinya, akan tetapi manusia masih dijadikan sebagai operator untuk mengendalikan teknologi tersebut. Jadi, *Human Error* merupakan sebuah aktivitas atau proses yang dilakukan oleh manusia yang perlu di kaji kembali karena berhubungan dengan keselamatan pekerja.

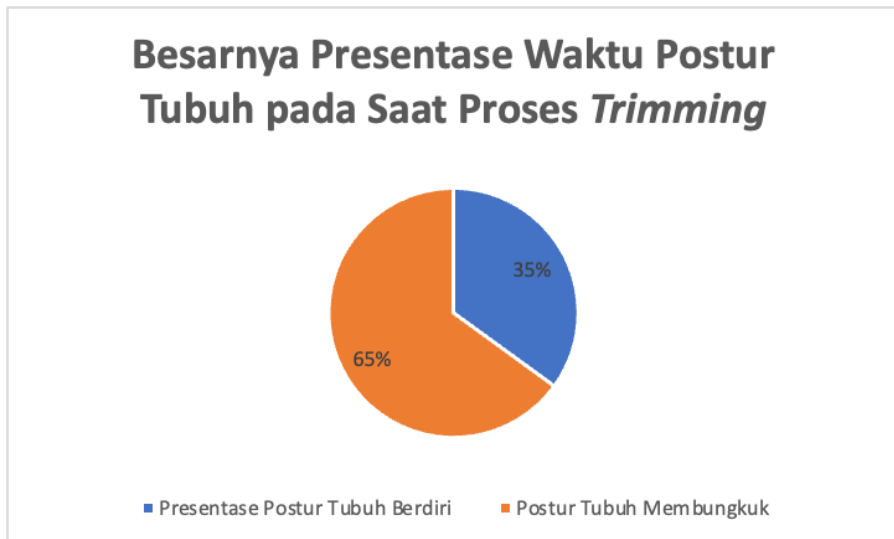
Kesalahan atau kegagalan manusia dapat mempengaruhi keandalan proses dan mempengaruhi sebuah perusahaan. Maka dari itu, setiap celah atau kesalahan yang terjadi dan berdampak signifikan harus diidentifikasi. *Human Error* ini dapat dicegah dengan menggunakan metode Analisis Keandalan Manusia (*Human Reliability Analysis*). *Human Reliability Analysis* ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi adanya sebuah kesalahan yang disebabkan oleh manusia dengan memperkirakan probabilitas suatu peristiwa tersebut (Alijoyo, CERG, QRGP, Wijaya, M.M., ERMCP, QRMP, & Jacob, M.M., QRMP, 2020).

PT. X adalah salah satu perusahaan dalam bidang otomotif yang berlokasi di Purwakarta. PT. X ini bergerak dalam bidang usaha industry pembuatan motor diesel, industry perakitan mobil truk dan perlengkapannya.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Gitaputri, 2022) di PT. Hino Motors Manufacturing Indonesia (HMMI) pada *Workstation Vehicle Light Duty Truck* bagian *Trimming*, menunjukkan bahwa upaya perbaikan postur kerja operator LDT *Trimming* untuk meningkatkan produktivitas yaitu mengurangi rasa sakit yang diderita operator dengan mengubah sudut kemiringan pada postur tubuh punggung menjadi ideal yaitu 20° atau alternatifnya dengan mengubah sudut kemiringan dimulai dari 25° hingga 40° . Metode yang digunakan pada penelitian sebelumnya untuk menilai tingkat risiko pada postur tubuh, yaitu metode *Ergonomic Assessment Survey* (EASY). Metode ini menggunakan tiga jenis survey yang berbeda, yaitu *Base Risk Identification of Ergonomic Factor Survey* (BRIEF Survey), *Employee Survey*, dan *Medical Survey*. *BRIEF Survey* adalah identifikasi risiko ergonomis dengan melakukan penilaian pada pekerja dalam pekerjaan yang dilakukan sehari-hari. *Employee Survey* adalah *survey* yang dilakukan pada pekerja terkait dengan memberikan kuesioner atau wawancara mengenai keluhan yang di alaminya. *Medical Survey* adalah hasil rekam medis pekerja berupa data kunjungan ke klinik perusahaan atau pelayanan kesehatan lainnya yang dapat memvalidasi kedua *survey* sebelumnya, yaitu *BRIEF Survey* dan *Employee Survey*. Ketiga *survey* tersebut akan menghasilkan skor yang kemudian dijumlahkan sehingga mendapatkan hasil akhir berupa *rating* yang nantinya akan menunjukkan prioritas pengendalian yang perlu dilakukan, semakin tinggi skor maka semakin tinggi tingkat pengendaliannya (Adiguna, Adam, & Kusmindari, 2016).

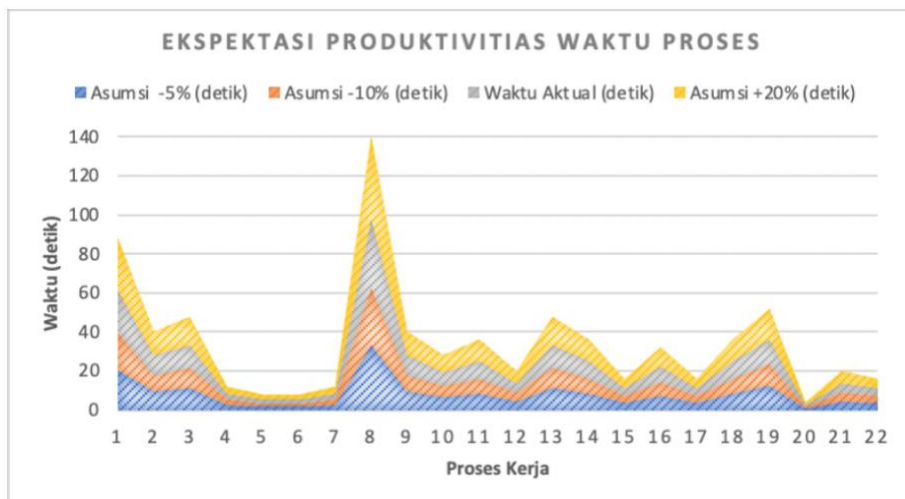
Pada penelitian tersebut, didapatkan hasil observasi pada pekerjaan *trimming* bahwa operator melakukan pekerjaan tersebut dengan 65% postur tubuh membungkuk, dan sisanya 35% dengan postur tubuh berdiri

pada 22 proses kerja selama 189 detik atau 3 menit 9 detik, sesuai dengan Gambar I.1.



Gambar I. 1 Presentase Waktu Postur Tubuh pada Proses *Trimming*

Bekerja dengan posisi bungkuk dalam jangka waktu lama akan cepat menyebabkan kelelahan sehingga berdampak pada rendahnya produktivitas. Kemudian, pada hasil penelitian tersebut didapat jika operator merasa semakin nyaman dengan postur kerja yang sudah diperbaiki maka ekspektasi waktu kerja akan makin cepat, diasumsikan jika waktu berkurang 5% dan 15% dari waktu aktual. Sementara jika tidak dilakukan perbaikan, maka diasumsikan 20% atau lebih akan terjadi kelambatan dalam waktu proses dikarenakan operator merasa lelah dan menurunkan *human reliability* serta produktivitas kerja. Berikut adalah Grafik Ekspektasi Rentang Produktivitas Waktu Proses untuk Setiap Gerakan ditunjukkan pada Gambar I.1.



(Sumber: Gitaputri, 2022)

Gambar I. 2 Grafik Ekspektasi Rentang Produktivitas Waktu proses untuk Setiap Gerakan

Pada Gambar I.2 diilustrasikan ekspektasi produktivitas waktu proses untuk 22 proses kerja dalam rentang waktu actual proses yang minimal harus dipertahankan dalam kerangka *Human Reliability*. Ketika tindakan perbaikan dilakukan, setidaknya waktu proses yang sesuai dengan waktu actual dilakukan secara terus menerus. Di sisi lain, jika operator merasa nyaman dengan postur kerja yang diperbaiki, waktu proses yang lebih cepat dapat diharapkan. Dalam hal ini, diasumsikan berkurang 5% (Area oranye) atau 15% (area biru) dari waktu actual. Sementara jika tidak ada koreksi, dianggap bahwa 20% atau lebih (area kuning) akan mengakibatkan keterlambatan waktu proses yang disebabkan oleh operator yang merasa lelah dan cedera (trauma disorder) dapat terjadi dalam jangka waktu yang lama dan mempengaruhi *Human Reliability* serta produktivitas kerja.

Pekerja yang mengalami kelelahan dalam bekerja mudah kehilangan konsentrasi, sehingga tidak jarang kelelahan menjadi penyebab terjadinya kecelakaan kerja. Kelelahan di tempat kerja berkontribusi

terhadap lebih dari 60% kecelakaan kerja. *National Safety Council* melaporkan bahwa 13% kecelakaan kerja disebabkan oleh kelelahan. Dari sekitar 2.000 pekerja yang terlibat kecelakaan, terlihat bahwa 97% pekerja memiliki setidaknya satu faktor risiko kelelahan kerja, sementara lebih dari 80% memiliki lebih dari satu faktor risiko. Jika beberapa faktor ini digabungkan, risiko cedera di tempat kerja akan meningkat (Kementerian Kesehatan, 2023). Pekerja yang bekerja dalam kondisi badan lelah cenderung mengalami penurunan kemampuan fisik dan mental/spiritual, sehingga dapat menyebabkan pekerja menjadi kurang hati-hati dan kurang teliti dalam bekerja sehingga dapat mengakibatkan kecelakaan pada diri sendiri atau orang lain serta dapat menimbulkan kecelakaan yang merugikan bagi perusahaan tempat mereka bekerja (Suoth, Pinontoan, & Doda, 2017).

Pada sebuah perusahaan dalam melakukan kegiatan proses produksinya tentu harus menerapkan system kerja ENASE, yaitu Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien sehingga mendapatkan kinerja dan produktivitas kerja yang baik.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Safitri, Astriaty, & Rizani, 2015) mengenai *Human Reliability Assessment* dengan menggunakan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART). Dalam penelitiannya tersebut, diketahui bahwa dari perhitungan *Human Error Probability* (HEP) dapat menemukan letak kesalahan yang dapat menyebabkan kerugian dalam perusahaan, yaitu dengan didapatkannya nilai terbesar pada salah satu jenis kesalahan dalam pekerjaannya. Pada kasus penelitian ini jenis kesalahannya yaitu tidak menyisip sisi *flash* dengan hati-hati sehingga disimpulkan sebagai penyebab utama cacatnya produk yang mengakibatkan kerugian pada perusahaannya.

Adapun menurut penelitian yang dilakukan oleh (Abdila, 2018), bahwa proses yang memiliki nilai *Human Error Probabilities* (HEP) besar maka akan besar pula kemungkinan terjadinya *error* pada kegiatan yang sedang dilakukan dan begitupula sebaliknya. Kemudian, dalam penelitian ini dapat dilihat bahwa adanya peningkatan *human error probabilities* (HEP) yang diikuti dengan tingginya beban kerja sehingga dapat menyebabkan kemungkinan terjadinya *human error*.

Pada penelitian ini mencoba untuk mengetahui nilai *human error probabilities* (HEP) yang ada di pos 5 pada proses *Trimming* di salah satu perusahaan otomotif dari hasil mengintergrasikan ekonomi gerakan dengan sikap kerja sehingga dapat memberikan efek yang lebih baik pada pencapaian produktivitas yang diharapkan dengan menggunakan *Human Reliability Assessment* melalui pendekatan *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART).

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang ada pada penelitian ini berdasarkan latar belakang diatas, yaitu sebagai berikut:

1. Berapa besar tingkat *Human Error Probabilities* dalam proses *Trimming* di pos 5 pada PT. X?
2. Apa penyebab utama dari *Human Error* yang terjadi pada proses *Trimming* di pos 5 PT. X?
3. Bagaimana upaya yang harus dilakukan untuk mengurangi *Human Error*?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang dan perumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengukur besarnya tingkat *Human Error Probabilities* dalam proses *Trimming* di pos 5 pada PT. X.
2. Memperoleh penyebab utama *Human Error Probabilities* dalam proses *Trimming* di pos 5 pada PT. X.
3. Memperoleh upaya yang harus dilakukan untuk mengurangi *Human Error*.

I.4 Ruang Lingkup dan Asumsi Penelitian

I.4.1 Ruang Lingkup

Berikut adalah ruang lingkup pada penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian di lakukan pada salah satu perusahaan otomotif di *workstation Light Duty Truck Production Departement Trimming* di pos 5.
2. Penelitian focus pada operator di *Department Trimming* pada pos 5.
3. *Human error* yang ditimbulkan dari postur tubuh di *Departement Trimming*.

I.4.2 Asumsi Penelitian

Adapun asumsi pada penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut, diantaranya yaitu:

1. Adanya operator yang merasa kelelahan dan cidera sehingga membuat waktu proses menjadi terlambat 20% dari waktu actual.
2. Lingkungan kerja tidak berpengaruh terhadap *human error*

I.5 Sistematika Penulisan

Memaparkan pembahasan dari setiap bab secara terperinci dan berurutan yang ada pada penelitian ini sesuai dengan ketentuan yang

berlaku. Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan uraian mengenai latar belakang yang membahas gambaran umum industry otomotif dan permasalahan utama yaitu melambatnya waktu proses dikarenakan operator yang kelelahan dan mengalami cedera sehingga berpotensi menurunnya produktivitas kerja akibat *human error*. Maka dari itu dibuat perumusan masalah dengan menghitung besaran nilai *human error probabilities* dengan menggunakan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal bagi perusahaan dan Kesehatan serta keamanan bagi pekerja. Kemudian dijelaskan pula manfaat, asumsi dan ruang lingkup pada penelitian ini.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat teori-teori yang berkaitan dengan masalah yang diteliti, serta teori-teori yang mendukung penelitian ini. Landasan teori yang ada pada penelitian ini, yaitu keandalan manusia, teknik menghitung keandalan manusia, *human error*, *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART), beban kerja, dan *workload analysis*. Selain itu, terdapat tinjauan pustaka mengenai jurnal-jurnal yang berisikan hasil penelitian terdahulu yang dimana akan menjadi faktor pendukung penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memberikan penjelasan mengenai kerangka berpikir dan usulan pemecahan masalah yang akan digunakan dalam penelitian terkait dengan peningkatan produktivitas.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini membahas mengenai pengumpulan dan pengolahan data penelitian yang berasal dari hasil data pengamatan untuk melakukan pemecahan masalah. Data yang di dapatkan adalah *generic task, error producing condition, assessed proportion, assessed effect, human error probability, performance rating* dan *allowance*, serta nilai beban kerja.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang analisis dan pembahasan hasil pengolahan data yang dilakukan pada bab sebelumnya. Pada bab ini pun menjabarkan secara rinci cara menghitung dengan menggunakan metode HEART berdasarkan hasil pengolahan data pada bab IV dan berapa besar peningkatan produktivitas yang di dapatkan dari hasil pengolahan data tersebut.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran yang merupakan jawaban atas perumusan masalah serta tujuan masalah penelitian ini. Adapun saran untuk pihak yang dituju yaitu perusahaan untuk memberikan usulan atau rekomendasi perbaikan pada perusahaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Ergonomi

Secara umum, definisi ergonomi adalah ilmu yang mempelajari tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, mesin, manajemen, dan desain perancangan. Selain itu, ergonomi juga merupakan ilmu yang mempelajari optimasi, efisiensi, Kesehatan, keselamatan dan kenyamanan di tempat kerja, di rumah dan di tempat umum. Berikut adalah pengertian ergonomi menurut beberapa sumber, yaitu:

- Ergonomi adalah bidang ilmiah di mana benda (perangkat) buatan manusia dirancang agar orang dapat menggunakannya secara efisien dan aman, serta menciptakan lingkungan yang sesuai untuk kehidupan dan pekerjaan manusia (Wignjosoebroto, 2017).
- Ergonomi adalah ilmu, teknologi dan seni menyelaraskan alat, cara kerja dan lingkungan dengan kemampuan, keterampilan dan keterbatasan manusia untuk menciptakan kondisi dan lingkungan kerja yang sehat, aman, nyaman dan efisien untuk produktivitas yang maksimal (Tarwaka, Solikhul, & Sudiajeng, Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Produktivitas, 2004).
- Ergonomi adalah ilmu yang berkaitan dengan pemahaman mendasar tentang bagaimana orang berinteraksi dengan bagian lain dari system, dan profesi yang menerapkan teori, prinsip, data, dan metode desain untuk mencapai kesejahteraan manusia yang optimal dan efisiensi system secara keseluruhan (International Ergonomics Association (IEA), 2000).

- Ergonomi adalah kemampuan untuk menerapkan pengetahuan mengenai karakteristik, kemampuan, dan keterbatasan manusia pada rancangan tugas manusia, system mesin, ruang hidup, dan lingkungan sehingga manusia dapat hidup, bekerja, dan bermain dengan aman, nyaman, dan efisien (U.S. Departement of Labor, 2000).

Dilihat dari definisi ergonomi, menurut Wignjosuebrotto (2017) terdapat tujuan yang ingin dicapai dengan adanya penerapan ergonomi, yaitu sebagai berikut:

1. Meningkatkan Kesehatan fisik dan mental dengan mencegah cedera dan mengurangi penyakit akibat kerja, beban kerja fisik dan mental, serta mengupayakan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan social dengan meningkatkan kualitas hubungan atau interaksi social dan kepemimpinan serta koordinasi kerja yang tepat.
3. Membangun keseimbangan yang tepat antara aspek teknis, ekonomi, antropologi dan budaya dari setiap system kerja yang diterapkan untuk menghasilkan pekerjaan dan kehidupan yang berkualitas.
4. Meningkatkan efisiensi kerja manusia, seperti meningkatkan kecepatan kerja, keselamatan kerja, mengurangi tenaga kerja yang berlebihan dan mengurangi munculnya kelelahan yang terlalu cepat.

Dilihat dari perspektif pendekatan ilmiah ergonomi dan teknologi faktor manusia, ada beberapa pendapat yang berkaitan dengan subjek yang sama berdasarkan fakta bahwa dua studi memiliki data yang menggambarkan interaksi antara pekerja pribadi dan tugas kerja yang bertujuan untuk mengurangi atau menghapuskan kendala yang dapat mempengaruhi pekerjaan baik secara fisik maupun mental. Namun, makroergonomi memiliki ciri khas, Desain Faktor Manusia (*Human*

Factor Engineering) yang berfokus pada hubungan atau interaksi antara manusia dengan mesin atau peralatan, tempat kerja dengan lingkungan.

II.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan semua kondisi dan faktor yang dapat berdampak pada keselamatan dan Kesehatan kerja bagi tenaga kerja maupun orang lain di tempat kerja (International Labour Organization (ILO), Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Lingkungan Rumah Tangga, 2021). Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia No. 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja yang mendefinisikan tempat kerja sebagai ruangan atau lapangan, tertutup atau terbuka, bergerak atau tetap dimana tenaga kerja bekerja. Termasuk tempat kerja ialah semua ruangan, lapangan, halaman, dan sekelilingnya yang merupakan bagian-bagian atau berhubungan dengan tempat kerja tersebut. Adapun Undang-undang Nomor 1 Tahun 1970 Bab III pasal 3 tersebut berisi:

1. Mencegah dan mengurangi kecelakaan
2. Mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran
3. Mencegah dan mengurangi bahaya peledakan
4. Memberi kesempatan atau jalan menyelamatkan diri pada waktu kebakaran atau kejadian-kejadian lain yang berbahaya.
5. Memberi pertolongan pada kecelakaan
6. Memberi alat-alat perlindungan diri pada para pekerja
7. Mencegah dan mengendalikan timbul atau menyebar luasnya suhu, kelembapan, debu, kotoran, asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar atau radiasi, suara dan getaran
8. Mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja baik fisik maupun psikis, peracunan, infeksi dan penularan

9. Memperoleh penerangan yang cukup dan sesuai
10. Menyelenggarakan suhu dan lembah udara yang baik
11. Menyelenggarakan penyegaran udara yang cukup
12. Memelihara kebersihan, Kesehatan, dan ketertiban
13. Memperoleh keserasian antara tenaga kerja, alat kerja, lingkungan cara dan proses kerjanya
14. Mengamankan dan memperlancar pengangkutan orang, binatang, tanaman atau barang
15. Mengamankan dan memelihara segala jenis bangunan
16. Mengamankan dan memperlancar pekerjaan bongkar muat, perlakuan dan penyimpanan barang
17. Mencegah terkena aliran listrik yang berbahaya
18. Menyesuaikan dan menyempurnakan pengamanan pada pekerjaan yang bahaya kecelakaannya menjadi bertambah tinggi

II.3 Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja adalah kecelakaan yang terjadi dalam hubungan kerja, termasuk kecelakaan yang terjadi dalam perjalanan dari rumah menuju tempat kerja atau sebaliknya dan penyakit yang disebabkan oleh lingkungan kerja (Peraturan Menteri Ketenagakerjaan, 2021).

Menurut Tarwaka (2017), kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang jelas tidak dikehendaki dan sering kali tidak terduga semula yang menimbulkan kerugian baik waktu, harta benda atau property maupun korban jiwa yang terjadi dalam suatu proses kerja industry atau yang berkaitan dengannya.

Berdasarkan pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa kecelakaan kerja merupakan peristiwa yang tidak terjadi secara kebetulan tetapi ada sebabnya. Oleh karena adanya penyebab, maka kecelakaan tersebut harus

diteliti dan ditemukan untuk menentukan tindakan yang mengatasi penyebab tersebut. Dengan adanya upaya pencegahan tambahan maka kecelakaan dapat dihindari dan diharapkan kecelakaan serupa tidak terulang kembali.

Menurut Sucipto (2014), kecelakaan yang terjadi di tempat kerja disebabkan oleh dua kelompok, yaitu *immediate causes* (*unsafe action* dan *unsafe condition*) dan *basic causes* (faktor manusia dan faktor kerja atau lingkungan).

1. *Immediate Causes*

1) *Unsafe Action*

Perilaku tidak aman (*unsafe action*) adalah perilaku yang melanggar atau tidak memenuhi standar keselamatan kerja sehingga dapat menimbulkan kecelakaan di tempat kerja. Perilaku yang dapat memicu terjadinya kecelakaan kerja adalah bekerja dengan kecepatan yang salah, penggunaan alat kerja yang tidak tepat, tidak memakai alat pelindung diri (misalnya APD yang tidak sesuai, memperbaiki peralatan saat bekerja, dan lain sebagainya) (Larasatie, Fauziyah, Dihartawan, Herdiansyah, & Ernyasih, 2022).

Perilaku tidak aman (*unsafe action*) dapat terjadi oleh faktor internal seperti sikap dan perilaku tidak aman, kurangnya pengetahuan atau keterampilan, cacat tubuh yang tidak terlihat, dan kelelahan. Selain itu, faktor pribadi juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi munculnya perilaku tidak aman (*unsafe action*). Faktor pribadi ini meliputi tingkat kinerja, kecerdasan, kesadaran, pengalaman, kepribadian, pendidikan, usia, kelelahan, tekanan kerja, kepuasan kerja, ketegangan fisik, serta kecanduan alkohol dan obat-obatan. Baik secara sadar atau tidak sadar dilakukan oleh karyawan, perilaku tidak aman (*unsafe action*)

mempunyai dampak negatif baik bagi perusahaan maupun karyawan itu sendiri. Contoh dampak perilaku tidak aman yang berdampak negatif terhadap karyawan adalah sanksi atas pelanggaran peraturan. Adapun contoh dari dampak perilaku yang membahayakan atau merugikan perusahaan antara lain rusaknya peralatan kerja di dalam perusahaan dan meningkatnya kerugian akibat kecelakaan kerja.

2) *Unsafe Conditions*

Keadaan yang tidak aman (*unsafe conditions*) merupakan kondisi lingkungan kerja yang berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Sebagian besar penyebab situasi berbahaya terkait dengan manajemen lapangan, contohnya seperti pekerjaan yang tidak efisien, perencanaan kesehatan dan keselamatan tidak efektif, peralatan kerja yang tidak memadai, pengelolaan lapangan yang buruk, dan kurangnya perhatian terhadap kesehatan lingkungan, pencahayaan, tata udara, dan lain-lain (Patricia, David, & Andi, 2017).

2. *Basic Causes*

- 1) Faktor Manusia, antara lain kurangnya kemampuan fisik, mental dan psikologis, kurang atau lemahnya pengetahuan dan keterampilan, stress dan motivasi yang tidak cukup.
- 2) Faktor kerja atau lingkungan, antara lain karena ketidakcukupan kemampuan kepemimpinan, perawatan barang, alat-alat, perlengkapan, bahan-bahan, standar kerja serta berbagai penyalahgunaan yang terjadi di lingkungan kerja.

II.3.1 Klasifikasi Kecelakaan Kerja

Menurut *International Labour Organization* (ILO) (1962), klasifikasi kecelakaan kerja terbagi menjadi 4 (empat) bagian diantaranya, yaitu:

1. Klasifikasi menurut jenis kecelakaan

Jenis kecelakaan merupakan jenis kecelakaan yang menimpa korban atau tenaga kerja, yaitu:

- a. Terjatuh
- b. Tertimpa benda jatuh
- c. Tertubruk atau terkena benda-benda, terkecuali benda jatuh
- d. Terjepit oleh benda
- e. Gerakan-gerakan melebihi kemampuan
- f. Pengaruh suhu tinggi
- g. Terkena arus listrik
- h. Kontak dengan bahan-bahan berbahaya atau radiasi
- i. Jenis-jenis lain, termasuk kecelakaan yang data-datanya tidak cukup atau kecelakaan-kecelakaan lain yang belum masuk klasifikasi tersebut.

2. Klasifikasi menurut penyebab

Penyebab kecelakaan adalah suatu keadaan atau perbuatan berbahaya yang menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja, yaitu:

- a. Mesin
 - a) Pembangkit tenaga, terkecuali motor-motor listrik
 - b) Mesin penyalur (transmisi)
 - c) Mesin-mesin untuk pengerjaan logam
 - d) Mesin-mesin pengolah kayu
 - e) Mesin-mesin pertanian
 - f) Mesin-mesin pertambangan
 - g) Mesin-mesin lain yang tidak termasuk klasifikasi tersebut
- b. Alat angkut dan alat angkat
 - a) Mesin angkat dan peralatannya
 - b) Alat angkutan lain yang beroda, kecuali kereta api

- c) Alat angkut udara
- d) Alat angkutan air
- e) Alat-alat angkutan lain
- c. Peralatan lain
 - a) Bejana bertekanan
 - b) Dapur pembakar dan pemanas
 - c) Instalasi pendingin
 - d) Instalasi listrik, termasuk motor listrik, tetapi dikecualikan alat-alat listrik (tangan)
 - e) Alat-alat listrik (tangan)
 - f) Alat-alat kerja dan perlengkapannya, kecuali alat-alat listrik
 - g) Tangga
 - h) Perancah (steger)
 - i) Peralatan lain yang belum termasuk klarifikasi tersebut
- d. Bahan-bahan, zat-zat dan radiasi
 - a) Bahan peledak
 - b) Debu, gas, cairan dan zat-zat kimia, terkecuali bahan peledak
 - c) Benda-benda melayang
 - d) Radiasi
 - e) Bahan-bahan dan zat lain yang belum termasuk golongan tersebut
- e. Lingkungan kerja
 - a) Diluar bangunan
 - b) Didalam bangunan
 - c) Dibawah tanah
- f. Penyebab-penyebab lain yang belum termasuk golongan-golongan tersebut
 - a) Hewan

b) Penyebab lain

g. Penyebab-penyebab yang belum termasuk golongan tersebut atas data tidak memadai

3. Klasifikasi menurut sifat luka.

Sifat luka adalah kelainan atau luka pada tenaga kerja akibat kecelakaan kerja, yaitu:

- a. Patah tulang
- b. Keseleo/dislokasi
- c. Ragang otot/urat
- d. Memar dan luar dalam yang lain
- e. Amputasi
- f. Luka-luka lain
- g. Luka permukaan
- h. Gegar dan remuk
- i. Luka bakar
- j. Keracunan-keracunan mendadak (akut)
- k. Akibat cuaca dan lain-lain
- l. Mati rasa
- m. Pengaruh arus listrik
- n. Pengaruh radiasi
- o. Lain-lain

4. Klasifikasi menurut letak kelainan atau luka pada tubuh.

Letak kelainan atau luka adalah bagian tubuh dimana tenaga kerja terluka atau cidera akibat kecelakaan kerja, yaitu:

- a. Kepala
- b. Leher
- c. Badan
- d. Anggota atas

- e. Anggota bawah
- f. Banyak tempat
- g. Kelainan umum
- h. Letak lain yang tidak dapat dimasukkan klasifikasi tersebut

II.4 *Human Error*

Human Error adalah kesalahan yang dilakukan manusia saat melakukan tugas atau aktivitas tertentu. Kesalahan ini dapat terjadi dalam berbagai macam konteks, yaitu saat di tempat kerja, saat menggunakan teknologi, atau dalam situasi sehari-hari. Menurut (Sanders & McCormick, 1993), *Human Error* adalah keputusan atau perilaku manusia yang tidak pantas atau tidak diinginkan yang mengurangi atau berpotensi mengurangi, efektivitas, keamanan, atau kinerja system. Ada dua hal yang perlu diperhatikan mengenai definisi ini. Pertama, kesalahan didefinisikan sebagai efek yang tidak diinginkan atau potensial pada system kriteria atau manusia. Lupa dalam mengemas makanan untuk makan siang tidak dianggap sebagai kesalahan manusia dalam konteks pekerja bangunan yang membangun jembatan, tetapi melupakan sepatu dan kacamata pengaman di lokasi konstruksi adalah kesalahan. Kedua, suatu Tindakan tidak boleh mengakibatkan penurunan kinerja system atau kerugian manusia yang tidak diinginkan untuk dianggap sebagai kesalahan. Sebuah kesalahan yang dikoreksi sebelum dapat merugikan adalah sebuah kesalahan, yang terpenting fungsi tersebut harus memiliki kemampuan untuk mempengaruhi kriteria system atau manusia secara negative.

Meskipun beberapa orang cenderung menganggap kesalahan sebagai “operator”, orang lain yang terlibat dalam desain dan pengoperasian system, seperti perancang peralatan, *manager*, pengawas, dan personel pemeliharaan dapat membuat kesalahan juga. Oleh karena itu, Ketika

sedang berbicara mengenai *human error*, harus melihat secara keseluruhan system dan tidak hanya focus pada pengguna.

II.4.1 Kategori *Human Error*

Menurut Dhillon (1987) dalam (Wijaya, 2018) bahwa *human error* terdapat 6 kategori diantaranya, yaitu:

1. *Operating Error* (Kesalahan pada proses operasi)

Kesalahan operasional berfokus pada kesalahan yang berkaitan dengan proses operasi. Kesalahan ini terjadi di Sebagian besar lingkungan kerja perusahaan. Berikut ini kondisi yang dapat menyebabkan malfungsi atau *operating error* adalah:

- a) Kurangnya prosedur kerja yang jelas
- b) Kerumitan pekerjaan dan beban kerja yang berlebihan
- c) Kurang baiknya proses seleksi dan pelatihan terhadap operator
- d) *Effort* pekerja yang kurang
- e) Lingkungan fisik yang buruk
- f) Mengabaikan prosedur kerja yang telah ditetapkan

2. *Assembly Error* (Kesalahan pada proses perakitan)

Kesalahan perakitan disebabkan oleh pengguna selama perakitan produk. Kesalahan ini disebabkan oleh kurangnya ketelitian dalam pengerjaan. Penyebab kesalahan perakitan adalah sebagai berikut:

- a) Pencahayaan yang kurang jelas
- b) Lingkungan kerja yang terlalu bising
- c) Rancangan tata letak fasilitas yang buruk
- d) Proses komunikasi dan informasi yang buruk
- e) Temperature yang berlebihan
- f) Pelatihan dan pengawasan yang kurang
- g) *Standard Operating Procedure* (SOP) yang kurang baik

3. *Design Error* (Kesalahan pada proses perancangan)

Kesalahan ini disebabkan oleh hasil desain yang tidak sesuai dengan system operasi. Hal ini merupakan kesalahan untuk mengenali kebutuhan manusia, kurang merencanakan kegiatan dengan hati-hati dan mengabaikan keefektifan interaksi antara manusia dan lingkungan kerja. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kesalahan dalam proses perencanaan adalah sebagai berikut:

- a) Perancangan yang dilakukan secara terburu-buru
- b) Kesalahan menginterpretasikan solusi dengan teliti dalam perancangan
- c) Kurangnya analisis terhadap kebutuhan sistem

4. *Inspection Error* (Kesalahan pada proses inspeksi)

Kesalahan ini terkait dengan aktivitas kualitas produk yang ditujukan untuk mencegah cacat produk. Terjadi *error* pada saat proses verifikasi karena verifikasi tidak 100% akurat.

5. *Installation Error* (Kesalahan pada proses instalasi)

Kesalahan proses instalasi terjadi selama penginstalan perangkat dan diklasifikasikan sebagai kesalahan jangka pendek. Salah satu kesalahan penginstalan terbesar adalah pengguna tidak menginstal perangkat sesuai dengan petunjuk atau standar.

6. *Maintenance Error*

Dalam proses pemeliharaan, kesalahan pemeliharaan terjadi karena kurangnya tindakan perbaikan atau pemeliharaan oleh operator. Contohnya adalah peralatan yang tidak dikalibrasi dan bagian-bagian tertentu dari mesin atau peralatan tidak dilumasi.

II.4.2 **Klasifikasi *Human Error***

Berikut adalah klasifikasi *human error* menurut Latino, Robert J. (2007) dalam (Wijaya, 2018), diantaranya:

1. Kesalahan “ketidaktepatan” (*errors of commission*)

Kesalahan ketidaktepatan melibatkan melakukan tindakan secara tidak benar. Kesalahan yang diakibatkan dari tindakan yang dilakukan tidak memenuhi persyaratan dan memiliki akibat yang tidak diharapkan.

2. Kesalahan “penghilangan” (*errors of omission*)

Kesalahan ketidaktepatan melibatkan kegagalan untuk melakukan sesuatu. Kesalahan ini terjadi karena kelalaian terhadap pekerjaan yang harus dilakukan.

3. Kesalahan urutan (*sequence errors*)

Kesalahan urutan (Sebenarnya merupakan subkelas dari kesalahan komisi) terjadi ketika seseorang melakukan beberapa tugas atau langkah dalam tugas diluar urutan. Maksudnya, yaitu kesalahan yang disebabkan oleh seseorang yang tidak melakukan pekerjaan menurut urutan atau standar yang telah ditentukan.

4. Kesalahan pemilihan waktu (*timing errors*)

Kesalahan pemilihan waktu terjadi ketika seseorang tidak melakukan tindakan dalam waktu yang ditentukan, apakah itu terlalu cepat atau terlalu lambat. Ini mengarah pada fakta bahwa konsekuensinya tidak diharapkan.

II.4.3 Eliminasi *Human Error*

Menurut Sanders dan Mc. Cormick (1993) dalam (Wijaya, 2018) frekuensi dan konsekuensi dari *human error* dapat dikurangi dengan cara sebagai berikut:

1. Pemilihan Karyawan (Seleksi)

Dengan memilih karyawan dengan talenta yang tepat untuk suatu pekerjaan, kesalahan manusia memiliki potensi untuk berkurang. Kemampuan motoric dan mental karyawan menentukan keberhasilan pekerjaan. Namun, tidak mudah untuk dalam menentukan kemampuan

yang sesuai, pengujian terhadap kemampuan yang dibutuhkan juga tidak selalu tersedia. Selain itu, saat menyeleksi karyawan, seringkali tidak mungkin menemukan karyawan yang memenuhi syarat.

2. Pelatihan

Kesalahan atau kegagalan dapat diatasi dengan pelatihan yang baik terhadap karyawan. Pelatihan meningkatkan keterampilan karyawan untuk pekerjaan yang akan dilakukan.

3. Desain

Dengan merencanakan mesin, proses pengoperasian, dan lingkungan efisiensi karyawan dapat ditingkatkan dan jumlah kecelakaan kerja berkurang.

II.5 *Human Reliability Assessment*

Keandalan dapat didefinisikan sebagai kemungkinan bahwa produk akan memenuhi persyaratan selama periode waktu tertentu. Ketidakandalan produk sekarang didefinisikan sebagai kemungkinan bahwa suatu produk akan gagal memenuhi spesifikasi dan melebihi waktu yang ditentukan (Ebeling, 1997) dalam (Nurcahyo, Sarmita, Dachyar, & Edison, 2017). Keandalan erat kaitannya dengan kualitas dan keamanan, dalam hal keselamatan inilah yang paling penting keandalan. Keamanan sendiri diartikan sebagai perlindungan nyawa manusia dan terhindar dari kerugian yang diakibatkan oleh kegiatan tersebut (Dhillon, 2005).

Keandalan manusia atau dikenal juga sebagai *Human Reliability* merupakan teori yang berkaitan dengan kemampuan manusia untuk melakukan tugas atau kegiatan dengan keandalan yang tinggi. Ini sangat penting dalam industry dimana kesalahan manusia dapat mengakibatkan masalah atau konsekuensi yang serius dan bahaya, seperti industry penerbangan, nuklir, dan kedokteran. Di sebut akan mendapatkan

konsekuensi yang serius karena dapat membahayakan manusia itu sendiri dan kerugian terhadap perusahaan. Tidak ada teori keandalan manusia yang diterima secara umum oleh para ahli, karena manusia adalah makhluk yang kompleks dan keandalan mereka bergantung pada banyak faktor termasuk aspek fisik, kognitif, emosional, dan social.

Pengukuran keandalan manusia dapat dilakukan dengan menggunakan *Human Reliability Assessment (HRA)*. *Human Reliability Assessment (HRA)* merupakan suatu metode kuantitatif dan metode kualitatif yang mempunyai tujuan untuk mengukur peranan manusia terhadap suatu kesalahan. *Human Reliability Assessment (HRA)* memiliki berbagai macam cara atau variasi yang bisa dikembangkan dengan kegunaan dan tujuannya masing-masing. Terdapat 72 metode *human reliability* yang dapat digunakan, tetapi hanya 35 yang dapat digunakan dalam pengukuran *human reliability*. Berikut adalah 35 Metode *Human Reliability Assessment* menurut (Bell & Holroyd, 2009) dapat dilihat pada Tabel II.1

Tabel II. 1 Metode *Human Reliability Assessment*

Metode	Kepanjangan
ASEP	<i>Accident Sequence Evaluation Programme</i>
AIPA	<i>Accident Initiation and Progression Analysis</i>
APJ	<i>Absolute Probability Judgement</i>
ATHEANA	<i>A Technique for Human Error Analysis</i>
CAHR	<i>Connectionism Assessment of Human Reliability</i>
CARA	<i>Controller Action Reliability Assessment</i>
CES	<i>Cognitive Environmental Simulation</i>
CESA	<i>Commission Errors Search and Assessment</i>
CM	<i>Confusion Matrix</i>
CODA	<i>Conclusions from Occurrences by Descriptions of Actions</i>
COGENT	<i>Cognitive Event Tree</i>
COSIMO	<i>Cognitive Simulation Model</i>
CREAM	<i>Cognitive Reliability and Error Analysis Method</i>

Tabel II. 2 Lanjutan Metode *Human Reliability Assessment*

Metode	Kepanjangan
DNE	<i>Direct Numerical Estimation</i>
DREAMS	<i>Dynamic Reliability Technique for Error Assessment in Man-Machine Systems</i>
FACE	<i>Framework for Analysing Commission Error</i>
HCR	<i>Human Cognitive Reliability</i>
HEART	<i>Human Error Assessment and Reduction Technique</i>
HORAAM	<i>Human and Organisational Reliability Analysis in Accident Management</i>
HRMS	<i>Human Reliability Management System</i>
INTENT	<i>Not an acronym</i>
JHEDI	<i>Justified Human Error Data Information</i>
MAPPS	<i>Maintenance Personnel Performance Simulation</i>
MERMOS	<i>Methode d'Evaluation de la Realisation des Mission Operatuer pour la Surete (Assessment method for the performance of safety operation)</i>
NARA	<i>Nuclear Action Reliability Assessment</i>
OATS	<i>Operator Action Tree System</i>
OHPRA	<i>Operational Human Performance Reliability Analysis</i>
PC	<i>Paired Comparisons</i>
PHRA	<i>Probabilistic Human Reliability Assessment</i>
SHARP	<i>Systematic Human Action Reliability Procedure</i>
SLIM-MAUD	<i>Success Likelihood Index Methodology, Multi-attribute Utility Decomposition</i>
SPAR-H	<i>Simplified Plant Analysis Risk Human Reliability Assessment</i>
STAHR	<i>Socio-Technical Assessment of Human Reliability</i>
TESEO	<i>Technica Empirica Stima Errori Operatori (Empirical Technique to Estimate Operator Errors)</i>
THERP	<i>Technique for Human Error Rate Prediction</i>

Sumber: (Bell & Holroyd, 2009)

Dari ke 35 metode *Human Reliability Assessment* (HRA) tersebut, terdapat 11 metode yang dapat digunakan dalam Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lindungan Lingkungan (K3LL/HSE). Metode yang memiliki potensial adalah sebagai berikut:

Tabel II. 3 Metode *Human Reliability Assessment* (HRA) yang potensial dalam kasus K3

Metode	Kepanjangan
THERP	<i>Technique for Human Error Rate Prediction</i>
ASEP	<i>Accident Sequence Evaluation Programme</i>
HEART	<i>Human Error Assessment and Reduction Technique</i>
SPAR-H	<i>Simplified Plant Analysis Risk Human Reliability Assessment</i>
ATHENANA	<i>A Technique for Human Error Analysis</i>
CREAM	<i>Cognitive Reliability and Error Analysis Method</i>
APJ	<i>Absolute Probability Judgement</i>
SLIM-MAUD	<i>Success Likelihood Index Methodology, Multi-Attribute Utility Decomposition</i>
HRMS	<i>Human Error Reliability Management System</i>
JHEDI	<i>Justified Human Error Data Information</i>
INTENT	<i>Not an Acronym</i>

Sumber: (Bell & Holroyd, 2009)

Perusahaan yang peduli terhadap keselamatan karyawannya berarti perusahaan yang bertanggung jawab untuk mengurangi *human error*. Secara umum, hal ini merupakan kepentingan perusahaan untuk mengetahui penyebab kesalahan dan mengambil Tindakan pengendalian untuk mengurangi penyebab kesalahan. Berikut adalah keuntungan dan kekurangan *Human Reliability Assessment*:

- Keuntungan
 - Memberikan analisis logis yang mempertimbangkan faktor-faktor yang menyebabkan karyawan melakukan kesalahan dalam bekerja
 - Membuat rekomendasi ke arah kemajuan atau perkembangan
 - Dukungan dalam hal keamanan kerja atau K3
 - Meningkatkan perhatian pada keamanan pekerjaan yang berbahaya

- Kekurangan
 - Menghabiskan banyak waktu dan biaya Ketika memberikan tingkat risiko dari *human error* dalam melakukan pekerjaan
 - Membutuhkan masukan dari para ahli (perusahaan)

II.6 *Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)*

Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) adalah teknik yang digunakan untuk menilai keandalan manusia dengan tujuan melakukan evaluasi terjadinya kemungkinan kesalahan manusia (*human error*) pada suatu kegiatan kerja tertentu. Metode ini dikembangkan pada tahun 1995 oleh Dr. James Reason dalam merancang dan banyak digunakan dalam keselamatan industry seperti industry nuklir, penerbangan, dan transportasi. Selain itu, metode HEART dikenal sebagai metode analisis keandalan manusia dengan metode yang cepat dan mudah menghitung risiko kesalahan manusia secara kuantitatif.

Metode HEART adalah salah satu dari 25 *tools* yang divalidasi. Metode ini divalidasi oleh Kirwan pada tahun 1995. Validasi ini dilakukan oleh 10 orang ahli HRA yang mengukur sepuluh studi kasus atau 30 tempat kerja dengan menggunakan HEART. Hasil yang diperoleh dari validasi menunjukkan bahwa korelasi berdasarkan nilai estimasi dan nilai actual adalah signifikan. Tidak ada teknik tunggal yang memiliki kinerja berbeda dibandingkan dengan yang lain dalam tiga metode tingkat akurasi yang wajar (Kirwan, 1996). Fungsi utama dari proses perhitungan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)* adalah mengelompokkan *task* ke dalam kategori *general* dan nilai level nominalnya untuk ketidakandalan manusia (*human unreliability*) sesuai pada Tabel HEART *Generic Task*. Metode HEART merupakan bagian dari

perhitungan keandalan (*reliability*), yaitu tentang seberapa banyak kesalahan yang dilakukan operator dalam pekerjaan yang dilakukannya. Kondisi yang menyebabkan terjadinya kesalahan atau dikenal dengan *Error Producing Condition* (EPC) ditunjukkan dalam keadaan yang memberikan dampak negative pada kinerja manusia, misalnya seperti kelelahan, gangguan, kondisi tempat kerja yang sempit, dan lain-lain. Faktor dengan dampak yang signifikan terhadap kinerja ditunjukkan dengan nilai *Human Error Probabilities* (HEP) tertinggi. Dalam metode HEART ini terdapat beberapa tahapan, yaitu *Hierarchical Task Analysis*, *Generic Task*, identifikasi nilai *Error Producing Conditions*, *Assessed Proportion of Effect*, dan terakhir yaitu menghitung *Human Error Probabilities*.

II.6.1 Hierarchical Task Analysis (HTA)

Sebelum melakukan analisis dengan metode *Human Reliability Assessment* (HRA), tahap pertama yang perlu dilakukan, yaitu menganalisis tahapan kerja operator. Tahapan kerja tersebut dapat dianalisis dengan menggunakan *Hierarchical Task Analysis* (HTA). HTA membuat gambaran umum berupa hirarki pekerjaan dan sub pekerjaan. HTA juga dipahami sebagai rencana yang menjelaskan proses dan kondisi pekerjaan yang akan dilakukan. Terdapat dua cara untuk menggambarkan HTA, yaitu dapat berupa tabel atau diagram. Akan tetapi, bentuk tabel lebih sering digunakan karena dapat mendeskripsikan secara menyeluruh dan lebih rinci.

Menurut Redish (1998), *task analysis* dapat didefinisikan sebagai proses menganalisis bagaimana manusia melakukan tugas atau pekerjaan yang dilakukan, hal-hal yang diperlukan untuk pekerjaan itu, dan hal-hal lain yang berkaitan dengan aktivitas tersebut. *Task Analysis* terdiri dari beberapa komponen, yaitu tugas eksternal (tujuan), tugas internal

(aktivitas), tindakan, dan metode. Tujuan atau tugas eksternal adalah keadaan system yang ingin dicapai manusia, diikuti oleh tugas internal yang merupakan serangkaian kegiatan terstruktur yang diperlukan, digunakan dan penting untuk mencapai tujuan dengan menggunakan alat-alat yang ada. Berikut adalah tahapan atau langkah-langkah untuk membuat *Hierarchical Task Analysis* (HTA), antara lain:

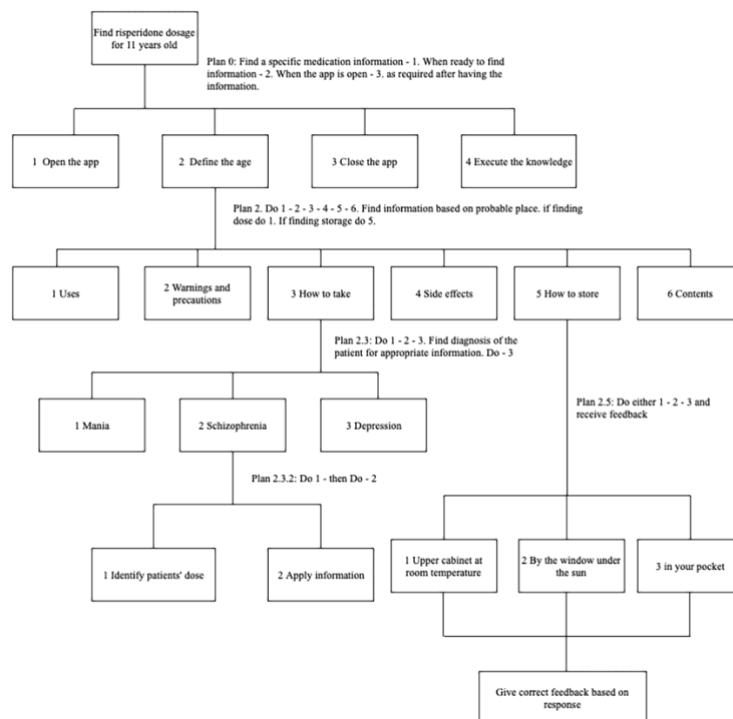
1. Menentukan tujuan dari pembuatan HTA dan diikuti identifikasi dari aktivitas yang akan dikerjakan
2. Mengidentifikasi semua *task* yang ada di dalam aktivitas tersebut
3. Membuat *sub task* yang berasal dari *task* atau pekerjaan utama yang berada dalam aktivitas
4. Membuat komponen dengan detail dan sesuai dengan tujuan dan ketentuan aktivitas yang sudah ditetapkan pada awal langkah
5. Menentukan level dari *task* dan *sub task* yang sudah dibuat

HTA memiliki keuntungan dan kekurangan, diantaranya adalah:

- Keuntungan
 - HTA adalah metode ekonomis untuk mengumpulkan dan mengorganisir informasi sejak deskripsi hirarkis hanya perlu dikembangkan sampai ke titik dimana diperlukan untuk tujuan analisis.
 - Struktur hirarki HTA memungkinkan analisis yang berfokus pada aspek penting dari tugas yang dapat berdampak pada keselamatan instalasi.
 - Ketika digunakan sebagai masukan untuk merancang, HTA memungkinkan tujuan fungsional yang akan ditentukan ditingkat yang lebih tinggi dari analisis sebelum keputusan akhir yang dibuat tentang perangkat keras. Ini penting ketika mengalokasikan fungsi antara personil dan system otomatis.

- HTA dikembangkan sebagai kolaborasi antara analisis tugas dan orang yang terlibat dalam operasi.
- HTA dapat digunakan sebagai titik awal untuk menggunakan berbagai metode analisis kesalahan untuk memeriksa potensi kesalahan dalam kinerja operasi yang diperlukan.
- Kekurangan
 - Analisis perlu mengembangkan ukuran keterampilan untuk menganalisis tugas secara efektif karena teknik ini kurang sederhana.
 - HTA harus dilakukan bekerjasama dengan pekerja, supervisor dan insinyur, kesulitan yang dihadapi seringkali dikarenakan harus menyesuaikan dengan jadwal pekerjaan.

Adapun contoh *Hierarchical Task Analysis* dapat dilihat pada Gambar II.1.



Sumber: (Roosan, et al., 2019)

Gambar II. 1 Contoh Diagram *Hierarchical Task Analysis*

II.6.2 *Generic Task (GT)*

Generic Task adalah kategori yang digunakan untuk mengelompokkan *task* berdasarkan kategori *generalnya* dan nilai tugas berdasarkan *human unreliability*. Dalam menggunakan metode HEART, terdapat 9 *Generic Task Types* (GTT) serta setiap GTT memiliki *Human Error Potential* (HEP) dan 38 *Error Producing Conditions* (EPC) yang dapat mempengaruhi keandalan operator.

II.6.3 Identifikasi Nilai *Error Producing Conditions* (EPCs)

Error Producing Conditions (EPCs) adalah kondisi yang dapat menimbulkan terjadinya kesalahan. Kondisi ini akan memberikan pengaruh yang negative terhadap kegiatan operator tersebut. EPC ditentukan dan ditetapkan berdasarkan dengan hasil *Hierarchical Task Analysis* (HTA) yang kemudian dicocokkan dengan tabel *Error Producing Condition* (EPC) yang telah ditentukan dalam metode HEART.

II.6.4 *Assessed Proportion of Effect* (APOE)

Setelah mengidentifikasi EPC, tahapan selanjutnya adalah menentukan proporsi nilai pengaruh (efek) dari EPCs yang terpilih dengan nilai 0-1 (0=*Low*, 1=*High*) dan didasarkan pada penilaian analisis yang subjektif. *Assessed Proportion of Effect* (APOE) merupakan penilaian yang dilakukan oleh para ahli yang berpengalaman dalam bidang yang dipelajari. Pakar memberikan penilaian umum tentang ketidakandalan yang dapat mempengaruhi tugas berdasarkan kriteria APOE.

II.7 Posisi Penelitian

Berikut adalah posisi penelitian yang didapat dari beberapa peneliti terdahulu untuk dijadikan referensi dalam penelitian ini, yaitu:

Tabel II. 4 *State of The Art*

No	Nama Peneliti	Judul	Tahun	Metode	Objek Penelitian
1	Beatriz Navas de Maya, Alexandros Komianos, Ben Wood, Louis de Wolff, Rafet Emek Kurt, Osman Turan	<i>A Practical Application of The Hierarchical Task Analysis (HTA) and Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) to Identify The Major Errors With Mitigating Actions Taken Fire Detection Onboard Passenger Vessels</i>	2022	<i>Hierarchical Task Analysis (HTA) dan Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)</i>	Mengidentifikasi kesalahan besar dalam tindakan mitigasi yang diambil setelah mendeteksi kebakaran di atas kapal penumpang
2	Salma Noventy Cahyani, M. Tutuk Safirin, Dwi Sukma Donoriyanto, Nur Rahmawati	Analisis <i>Human Error</i> untuk Meminimalkan Kecelakaan Kerja dengan Menggunakan Metode HEART dan SHERPA di PT. Wonojati Wijoyo	2022	<i>Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) dan Simulator for Human Error Probability Analysis (SHERPA)</i>	Menentukan nilai <i>Human Error Probability (HEP)</i> pada produksi meubel

Tabel II. 5 Lanjutan *State of The Art*

No	Nama Peneliti	Judul	Tahun	Metode	Objek Penelitian
3	Salvatore Digiesi, Francesco Facchini, Giorgio Mossa, Micaela Vitti	<i>A Model To Evaluate The Human Error Probability in Inspection Tasks of a Production System</i>	2023	<i>Human Error Probability (HEP)</i>	Menganalisis kondisi lingkungan kerja dalam system produksi
4	Bjoern Klages, Michael Zaeh	<i>Concept of a data-based approach for the prediction and reduction of human errors in manual assembly</i>	2023	<i>Data-based approach using an AI model</i>	Menganalisis data kesalahan dari pekerjaan perakitan manual dengan menggunakan AI untuk memprediksi <i>human error</i>
5	Fetta Saffanah Gitaputri	Model Pencegahan Risiko Kecelakaan Kerja dengan Mengurangi <i>Human Error Probability</i> Menggunakan Metoda HEART di Perusahaan Otomotif	2023	<i>Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)</i>	Menghitung nilai <i>Human Error Probability</i> berdasarkan potensi bahaya sebelum terjadi kecelakaan atau <i>human error</i> yang dilihat dari postur tubuh operator

Dalam penelitian Maya et al., (2022), metode *Hierarchical Task Analysis* (HTA) dan *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART) digunakan pada permasalahan respons manusia pada kebakaran di kapal penumpang. Penelitian ini menunjukkan bagaimana HTA dapat

diterapkan untuk memodelkan tindakan respons manusia terhadap kebakaran di kapal penumpang dan metode HEART untuk memprediksi dan mengukur kesalahan mana yang mungkin terjadi. Hasil dari makalah ini mengungkapkan bahwa enam kesalahan respons manusia paling mungkin terjadi. Adapun penelitian dari Cahyani et al., (2022), penelitian ini menggunakan metode HEART dan SHERPA di perusahaan yang memproduksi meubel untuk mengetahui nilai *Human Error Probability* (HEP) dan merekomendasikan strategi perbaikan terhadap aktivitas yang dapat menimbulkan *human error* untuk meminimalisir kecelakaan kerja.

Menurut penelitian Digiesi et al., (2022), *Human Reliability Analysis* (HRA) sebagai estimasi *Human Error Probability* (HEP) dengan mempertimbangkan berbagai aspek lingkungan kerja. Tujuan penelitian ini untuk menilai dampak kesalahan manusia pada system manufaktur dengan mempertimbangkan berbagai faktor pembentuk kinerja yang mempengaruhi HEP. HEP diperkirakan sebagai fungsi faktor pembentuk kinerja termasuk tiga dimensi yang berbeda, yaitu rawan kesalahan dalam bertugas, kemampuan operator, dan karakteristik lingkungan kerja dalam system produksi. Ditemukan bahwa faktor pembentuk kinerja yang paling berdampak pada HEP bergantung pada kondisi lingkungan kerja dalam system produksi. Dalam hal ini, model menunjukkan bahwa dengan asumsi variasi yang sama dalam atribut yang terkait dengan semua dimensi, perubahan kondisi lingkungan kerja dari sudut pandang fisik dan psikologis menghasilkan pengurangan HEP yang paling signifikan.

Perbedaan yang diakibatkan antara persyaratan kinerja dan kemampuan actual pekerja dapat menyebabkan peningkatan jumlah *human error*, misalnya karena reaksi stress yang mengakibatkan pengerjaan ulang dan pembongkaran. Dalam penelitian Klages dan Zaeh (2023), menyajikan konsep untuk mengurangi kesalahan manusia dalam perakitan manual.

Pertama, identifikasi sistematis dan penentuan prioritas faktor penyebab *human error* dijelaskan. Selanjutnya, pengumpulan data misalnya dengan menggunakan perangkat cerdas, mengenai faktor-faktor penyebab kesalahan seperti beban tugas atau ketegangan mental disajikan. Setelah itu, diuraikan pendekatan berbasis data untuk memprediksi *human error* menggunakan model AI.

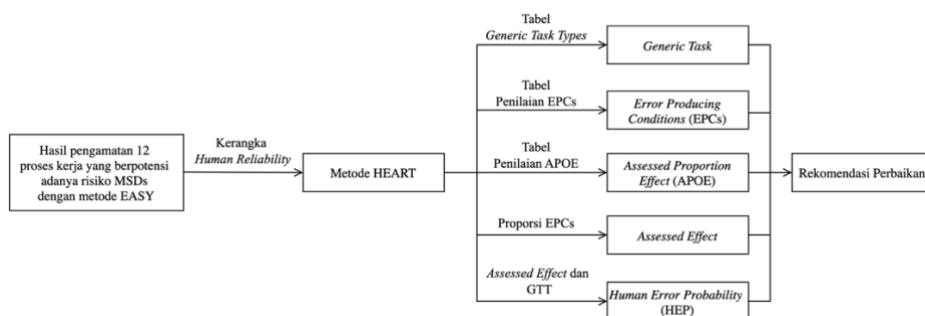
Beberapa jurnal diatas telah menjelaskan bagaimana mengurangi *human error* agar tidak terjadinya kecelakaan kerja dengan menggunakan berbagai macam metode dan studi kasus. Dengan begitu, pada penelitian ini akan menghitung nilai *human error probability* (HEP) dengan mengamati postur tubuh operator berdasarkan potensi bahaya sebelum terjadinya kecelakaan atau *human error*. Penelitian ini dilakukan pada perusahaan otomotif di bagian *trimming* menggunakan metode *Human Reliability Assessment and Reduction Technique* (HEART) yang dimana metode ini digunakan untuk memprediksi dan mengukur kesalahan yang mungkin terjadi. Sebelumnya, sudah diketahui postur tubuh apa saja yang dapat memicu risiko cedera, dengan data tersebut dapat diteliti lebih lanjut apakah postur tubuh tersebut memiliki nilai HEP yang tinggi sehingga dapat menyebabkan kecelakaan kerja.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir adalah kerangka yang menjelaskan secara garis besar mengenai alur penulisan dari tulisan yang sedang di teliti. PT. Hino Motors Manufacturing Indonesia (HMMI) menggunakan metode "TEMOTOKA" untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja. TEMOTOKA ini adalah metode yang digunakan untuk mendekatkan alat ke operator sehingga membuatnya mudah diraih dan menghilangkan perpindahan kerja yang tidak perlu. Tidak hanya jarak antara alat dengan operator, tetapi posisi gerakan yang benar saat melakukan kegiatan proses kerja perlu diperhatikan agar operator dapat merasa nyaman dan aman dalam melakukan pekerjaannya, sehingga mengurangi potensi adanya *human error*.



Gambar III. 1 Kerangka Berpikir

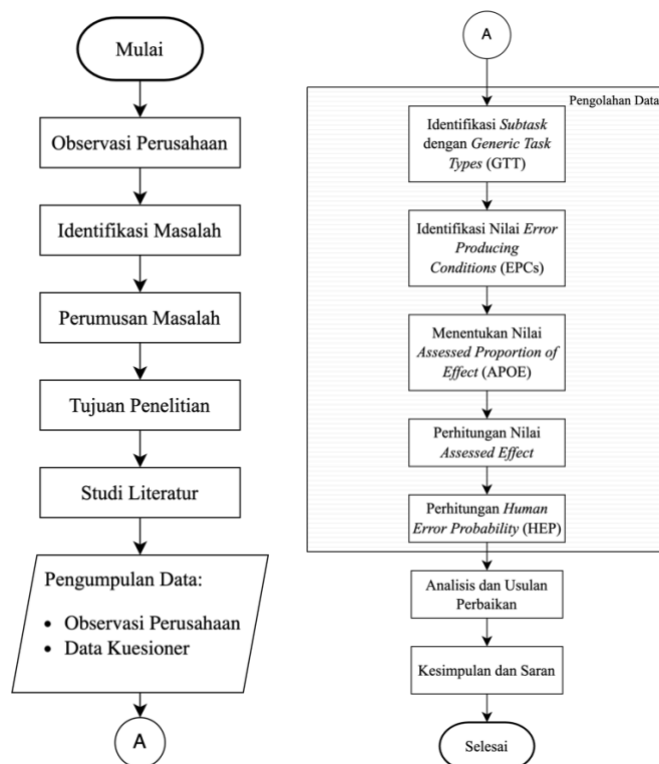
Kerangka berpikir pada Gambar III.1 ini dimulai dari hasil pengamatan proses kerja pada proses *Trimming* dengan menggunakan metode EASY dan didapat ada 12 proses kerja yang memiliki potensi adanya risiko MSDs atau kecelakaan kerja. Proses kerja tersebut dibuat

dalam kerangka *Human Reliability* yang kemudian diproses menggunakan metode HEART. Metode HEART memiliki 5 tahapan, yaitu menentukan

Generic Task, menentukan *Error Producing Conditions* (EPCs), menentukan *Assessed Proportion of Effect* (APOE), menghitung *Assessed Effect*, dan terakhir menghitung *Human Error Probability* (HEP). Setelah mendapat nilai *Human Error Probability* (HEP), diberikan rekomendasi perbaikan terhadap *task* yang memiliki nilai keandalan terkecil.

III.2 Usulan Pemecahan Masalah

Adapun usulan pemecahan masalah dari kerangka berpikir diatas dapat dilihat pada *flowchart* Gambar III.2.



Gambar III. 2 *Flowchart* Usulan Pemecahan Masalah

III.2.1 Observasi Perusahaan

Observasi dilakukan dengan melakukan wawancara untuk mengetahui kegiatan yang terjadi di dalam perusahaan sehingga dapat memperoleh data-data yang diperlukan untuk penelitian ini.

III.2.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengidentifikasi atau mencari masalah yang ada pada perusahaan terkait. Pada tahap identifikasi masalah ini, permasalahan yang terjadi di perusahaan dapat dijelaskan secara detail sehingga mendapatkan topik yang akan dijadikan sebagai masalah penelitian dan dapat dibuat kerangka berpikir serta usulan pemecahan masalahnya.

III.2.3 Perumusan Masalah

Perumusan masalah focus memperjelas masalah yang ada setelah melakukan observasi dan identifikasi masalah pada perusahaan terkait. Perumusan masalah ini akan terjawab pada saat pengolahan data sudah dilakukan. Adapun perumusan masalah pada penelitian ini, yaitu mencari penyebab utama dan nilai HEP yang ada di Department *Trimming* serta bagaimana upaya untuk mengurangi HEP tersebut.

III.2.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi penyebab utama adanya *human error*, menghitung nilai *Human Error Probabilities* (HEP) dalam proses *Trimming*, serta memperoleh upaya yang harus dilakukan untuk mengurangi *human error* sehingga dapat memberikan usulan perbaikan.

III.2.5 Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan dengan mengumpulkan teori pendukung dan referensi dari jurnal sebelumnya atau studi tentang topik

tersebut yang kemudian dapat menentukan metode apa yang akan sesuai untuk dapat membantu memecahkan masalah.

III.2.6 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan selama penelitian. Berdasarkan informasi tersebut, pengolahan, analisis dan pembahasan data diharapkan sesuai dengan tujuan penelitian. Informasi data yang diperlukan pada penelitian ini di dapat dari:

a. Observasi

Pada penelitian ini beberapa data sudah didapatkan melalui penelitian yang sudah dilakukan oleh Gitaputri (2022), yaitu data yang didapat melalui pengamatan pada postur tubuh operator yang sedang bekerja melalui video dan tingkat risiko cideranya. Proses kerja pada *departemen trimming* di pos 5 ada 12 proses kerja, yaitu merakit *bracket*, mengambil mesin bor dan sekrup, pemasangan sekrup, pengencangan sekrup (*tightening bolt*), pemasangan lakban kertas, pemasangan *bracket*, pemasangan *bracket wire*, *plug in wire*, *tightening bolt* pedal, *tightening wire grounding*, melakukan inspeksi (*marking*), dan membereskan peralatan. Bagian tubuh yang berpotensi adanya risiko cedera pada ke-12 proses kerja tersebut adalah bahu kiri dan kanan, leher, serta punggung.

b. Data Kuesioner

Kuesioner ini dibuat berdasarkan *Nordic Body Map* yang mempertanyakan kondisi tiap anggota tubuh operator sehingga di dapat hasil yang mengarah kepada adanya potensi bahaya.

III.2.7 Pengolahan Data

Sebelum melakukan pengolahan data, yang pertama dilakukan adalah pembuatan *Hierarchical Task Analysis* (HTA). Dari pembuatan

HTA, aliran proses akan terlihat sehingga dapat diketahui bagian mana dari pekerjaan yang memiliki masalah keandalan. Kondisi *error* yang mungkin terjadi dijelaskan di setiap langkah proses produksi dan menyertakan konsekuensi kesalahan jika terjadi. Selanjutnya, pengolahan data akan dilakukan berdasarkan kerangka berpikir dengan menggunakan metode HEART, yaitu sebagai berikut:

III.2.7.1 Identifikasi Jenis Pekerjaan dengan *Generic Task Types*

Generic Task yang ditetapkan dengan kondisi pengamatan disesuaikan dengan kondisi yang terdapat pada kondisi yang ditetapkan oleh William. Setelah disesuaikan dengan *Generic Task* yang ada, maka akan diperoleh skor ketidakandalan manusia (*human unreliability*). *Generic Task Type* yang sudah ditetapkan menurut Williams (1985) dapat dilihat pada Tabel III.1. Jika nilai nominal *human unreliability* semakin kecil itu berarti operator melakukan pekerjaan dengan benar dan peluang terjadinya *human error* semakin kecil. Tipe yang memiliki peluang kecil terjadinya *human error* adalah tipe G dan H.

Tabel III. 1 *Generic Task Types*

	<i>Generic Task Types</i>	Nilai Nominal <i>Human Unreliability</i>	<i>Range</i>
A	<i>Totally unfamiliar, performed at speed with o real idea of likely consequences</i>	0,55	(0,35-0,97)
B	<i>Asahift or restore system to a new or original state on a single attempt without supervision or procedures</i>	0,26	(0,14-0,42)
C	<i>Complex task requiring a high level of comprehension and skill</i>	0,16	(0,12-0,28)
D	<i>Fairly simple task performed rapidly or given scant attention</i>	0,09	(0,06-00,13)

Tabel III. 2 Lanjutan *Generic Task Types*

	<i>Generic Task Types</i>	Nilai Nominal <i>Human Unreliability</i>	<i>Range</i>
E	<i>Routine, highly practiced rapid task involving relatively low level of skill</i>	0,02	(0,007-0,045)
F	<i>Shift or restore a system to a new or original state following procedures with some checking</i>	0,03	(0,0008-0,007)
G	<i>Completely familiar, well designed, highly practiced, routine task occurring several times per hour, performed to the highest possible standard by highly trained and experienced personnel, totally aware of the implications of failure, with time to perform the task</i>	0,0004	(0,00008-0,009)
H	<i>Respond correctly to a system command even when there is an augmented or automated supervisory system providing an accurate interpretation of the system state</i>	0,00002	(0,000006-0,00009)
M	<i>Miscellaneous task for which no other task description can be found</i>	0,03	(0,008-0,11)

Sumber: Williams, (1988) dalam (Maya, et al., 2022)

III.2.7.2 Identifikasi Nilai *Error Producing Conditions* (EPCs)

Setelah memilih *Generic Task*, dilanjutkan dengan memilih *Error Producing Conditions* (EPCs) yang terdapat pada kondisi aktivitas. EPC tersebut ditentukan dengan mengidentifikasi kondisi operator yang menimbulkan kesalahan atau EPCs. Nilai EPCs dihasilkan dari hasil pemilihan pada tabel EPCs pada kondisi tersebut. *Error Producing Conditions* (EPCs) dapat dilihat pada Tabel III.3.

Tabel III. 3 Tabel Penilaian *Error Producing Conditions*

No	Kondisi yang Menyebabkan <i>Error</i> (EPCs)	Total Effect
1	Tidak biasa dengan situasi dimana hal itu secara potensial penting, tetapi hanya terjadi sesekali atau baru terjadi	17
2	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengkoreksi kesalahan	11
3	Rendahnya rasio antara penerimaan informasi (signal) terhadap gangguan (noise) sekitar	10
4	Tidak tersedianya penekanan atau penolakan terhadap informasi atau keunggulan yang mana terlalu mudah untuk diterima	9
5	Tidak adanya alat-alat yang menyampaikan secara fungsional kepada operator	8
6	Ketidaksesuaian antara suatu model operator pada umumnya dengan apa yang dibayangkan perancang	8
7	Tidak adanya alat untuk membalikkan tindakan yang tidak diinginkan	8
8	Kapasitas yang berlebihan dalam saluran, khususnya yang diakibatkan oleh informasi yang datang secara bersamaan	6
9	Perlunya untuk meninggalkan suatu teknik dan menerapkan teknik lain dengan menggunakan filosofi yang berlawanan	6
10	Kebutuhan untuk mentransfer pengetahuan yang spesifik antar tugas tanpa menimbulkan kerugian	5,5
11	Keraguan pada standar performansi yang diharuskan	5
12	Ketidaksesuaian antara risiko yang dibayangkan dengan risiko yang sesungguhnya	4
13	System umpan balik yang buruk, rancu, dan tidak sesuai	4
14	Tidak ada konfirmasi langsung dan tepat waktu dari Tindakan yang dimaksudkan dari bagian system dimana control harus diberikan	4
15	Operator yang tidak berpengalaman (seperti: baru memenuhi kualifikasi namun tidak expert)	3

Tabel III. 4 Lanjutan Tabel Penilaian *Error Producing Conditions*

No	Kondisi yang Menyebabkan <i>Error</i> (EPCs)	Total Effect
16	Miskinnya kualitas dalam informasi yang disampaikan oleh prosedur dan interaksi antar manusia	3
17	Sedikit atau tidak adanya kebebasan dalam pemeriksaan atau pengujian pada output	3
18	Konflik antara cepat atau immediate dan lamanya tujuan yang dicapai	2,5
19	Tidak ada perbedaan informasi masukan untuk pengecekan yang diteliti	2,5
20	Ketidakesesuaian antara tingkat pencapaian Pendidikan dari individu dengan persyaratan yang harus dilakukan dalam tugas	2
21	Dorongan untuk menggunakan prosedur lain yang lebih berbahaya	2
22	Kecilnya kesempatan untuk melatih pikiran dan tubuh di luar batas	1,8
23	Peralatan instrument yang tidak handal atau tidak baik	1,6
24	Kebutuhan terhadap penilaian yang pasti, yang mana berada di luar kemampuan atau pengalaman operator	1,6
25	Tidak jelasnya alokasi fungsi dan tanggung jawab	1,6
26	Tidak ada langkah yang nyata untuk tetap berada pada jalur kemajuan selama beraktivitas	1,4
27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1,4
28	Kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas	1,4
29	Level emosi yang tinggi	1,3
30	Adanya gangguan Kesehatan khususnya demam	1,2
31	Tingkat kedisiplinan yang rendah	1,2
32	Ketidakesesuaian antara <i>display</i> dan prosedur	1,2
33	Kondisi lingkungan yang buruk atau tidak mendukung	1,15

Tabel III. 5 Lanjutan Tabel Penilaian *Error Producing Conditions*

No	Kondisi yang Menyebabkan <i>Error</i> (EPCs)	Total Effect
34	Siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1
35	Terganggunya siklus tidur normal	1,1
36	Melewatkan kegiatan karena intervensi dari orang lain	1,06
37	Penambahan anggota tim yang sebenarnya tidak dibutuhkan	1,03
38	Usia yang melakukan pekerjaan	1,02

Sumber: Bell dan Holroyd, (2009) dalam (Alfiansyah, Astuti, & Dhani, 2017)

III.2.7.3 Menentukan Nilai *Assessed Proportion of Effect* (APOE)

Assessed Proportion of Effect (APOE) mempunyai nilai dari 0-1. Nilai ini ditentukan berdasarkan *error* yang akan atau sudah terjadi. Nilai ini menunjukkan apakah EPCs yang dipilih berpengaruh terhadap kemungkinan terjadinya *error*. Tabel penilaian *Assessed Proportion of Effect* (APOE) dapat dilihat pada Tabel III.6.

Tabel III. 6 Tabel Penilaian *Assessed Proportion of Effect* (APOE)

<i>Assessed Proportion</i>	Keterangan
0	EPC tidak berpengaruh terhadap HEP
0,1	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap <i>shift</i>) terjadi dan disertai minimal 3 EPC yang lain
0,2	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap <i>shift</i>) terjadi dan disertai minimal 2 EPC yang lain
0,3	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap <i>shift</i>) terjadi dan disertai minimal 1 EPC yang lain
0,4	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap <i>shift</i>) terjadi tanpa disertai EPC yang lain

Tabel III. 7 Lanjutan Tabel Penilaian *Assessed Proportion of Effect*
(APOE)

<i>Assessed Proportion</i>	Keterangan
0,5	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi 2-5 kali setiap <i>shift</i>) terjadi dan disertai minimal 2 EPC yang lain
0,6	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi 2-5 kali setiap <i>shift</i>) terjadi dan disertai minimal 1 EPC yang lain
0,7	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi 2-5 kali setiap <i>shift</i>) terjadi tanpa disertai EPC yang lain
0,8	Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 2 EPC
0,9	Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 1 EPC
1	Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi tanpa disertai dengan EPC yang lain

Sumber: Benny Hardja, (2018)

III.2.7.4 Perhitungan Nilai *Assessed Effect*

Berdasarkan EPCs, maka dilakukan perhitungan efek *error* yang akan terjadi melalui proporsi EPCs tersebut. Dilakukan perhitungan terhadap nilai *Assessed Effect* yang merupakan perkalian antara *Total Effect* dan proporsi kesalahan pada EPCs, dengan rumus (Utama, 2018):

$$AE_i = ((Max\ Effect - 1) \times POE) + 1 \quad (1)$$

Dimana untuk *max effect* dapat dilihat dari tabel EPCs.

III.2.7.5 Perhitungan *Human Error Probability* (HEP)

Tahap terakhir dalam metode HEART adalah menghitung nilai *Human Error Probability* (HEP) yang terjadi pada kesalahan yang dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Utama, 2018):

$$HEP = Generic\ Task\ Types \times Assessed\ Effect \quad (2)$$

III.2.8 Analisis dan Usulan Perbaikan

Pada tahap ini dilakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil pengolahan data pada *Generic Task*, *Error Producing Conditions*, *Assessed Proportion of Effect*, *Assessed Effect*, dan *Human Error Probability*. Pembahasan yang dilakukan adalah hubungan postur tubuh dengan keandalan operator pada perusahaan. Berdasarkan nilai HEP yang didapat dari perhitungan dengan metode HEART, perlu dilakukan pembahasan untuk menganalisis penyebab nilai HEP bisa tinggi atau rendah. Berdasarkan hasil analisis diketahui beberapa faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya *human error*. Pemberian usulan perbaikan kerja dapat didasarkan dari faktor penyebab tersebut, usulan diperlukan untuk mengurangi tingkat terjadinya *human error*.

III.2.9 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran merupakan bagian akhir dari penelitian ini. Dalam kesimpulan berisikan hasil dari pengolahan data yang menjawab perumusan masalah dan tujuan penelitian. Sementara pada saran berisikan usulan atau rekomendasi perbaikan terhadap perusahaan ataupun penelitian yang akan datang.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

IV.1 Pengumpulan Data

IV.1.1 Observasi

Proses produksi unit manufaktur pada salah satu perusahaan otomotif atau PT. X dibagi menjadi enam departemen, yaitu departemen perakitan mesin (*engine assy*), departemen pengelasan (*welding*), departemen pengecatan (*painting*), departemen pemangkasan (*trimming*), departemen perakitan akhir (*final assy*), dan departemen uji kualitas (*quality inspection*). Penelitian ini hanya berfokus pada bagian departemen pemangkasan (*trimming*) yang mempunyai 11 pos dan masing-masing pos hanya memiliki satu operator. Adapun susunannya sebagai berikut (Gitaputri, 2022):

- A. Pos 1, terdapat proses pembuatan *pin plate*, proses harigami dan pembagian harigami ke pos-pos selanjutnya.
- B. Pos 2, terdapat pemasangan stiker pintu dan *front panel* sesuai model serta dilakukan pemasangan *plug hole*.
- C. Pos 3, terdapat pemasangan *bracket mounting*, *stay tilt cabin*, *front step*, dan *front fender*.
- D. Pos 4, terdapat proses *setting* Okosama.
- E. Pos 5, terdapat proses pemasangan *headlining*, *wire cowl*, dan pemasangan pedal gas.
- F. Pos 6, terdapat pemasangan *cabin lock* dan *back windows*.
- G. Pos 7, terdapat pemasangan *run door glass*, *glass door*, *weather strip*, *speaker*, dan *door trim* serta *finishing headlining*.

- H. Pos 8, terdapat pemasangan motor *wiper*, *side panel*, *cover front panel*, dan *antenna*.
- I. Pos 9, terdapat pemasangan *brake master*, *stay brace*, dan *reinforcement*.
- J. Pos 10, terdapat proses pemasangan *instrument panel*, *surviso*, *sub assy front glass*, dan pemasangan *front glass*.
- K. Pos 11, terdapat pemasangan *cover engine right side* dan *left side*.

Penelitian ini fokus pada pos 5 yaitu *department trimming*, yang dimana melalui pengamatan pada video terdapat 22 proses kerja yang dianggap memiliki postur tubuh yang tidak ergonomis atau dapat memicu terjadinya *human error*. Dikarenakan 22 proses ini memiliki kegiatan berulang maka proses kerja yang ada adalah 12 proses kerja. Berikut adalah postur tubuh dan sudut kemiringan pada 12 proses kerja yang memiliki risiko cedera:

1. Postur Tubuh saat Merakit *Bracket*

Saat operator merakit *bracket*, postur tubuh membentuk 57° terhadap sumbu tubuh, kemiringan kepala 26° , dan sudut tangan membentuk 157° . Postur ini berlangsung selama 22 detik.



Gambar IV. 1 Postur Tubuh saat Merakit *Bracket*

2. Postur Tubuh saat Mengambil Mesin Bor dan Sekrup

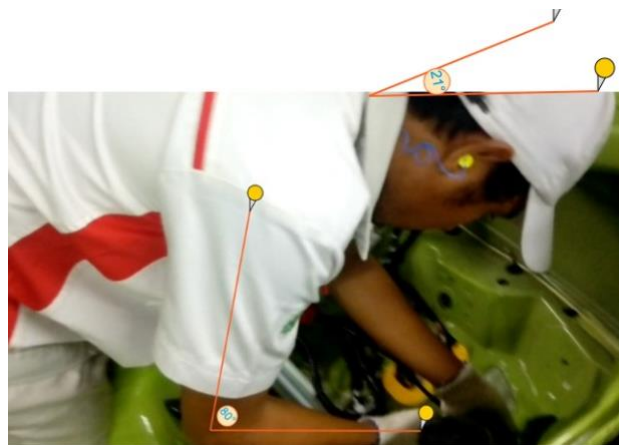
Ketika operator mengambil bor dan sekrup, postur tubuhnya membentuk 59° terhadap sumbu tubuh, kemiringan kepala 26° , dan sudut tangan membentuk 138° . Postur ini berlangsung selama 10 detik.



Gambar IV. 2 Postur Tubuh saat Mengambil Mesin Bor dan Sekrup

3. Postur Tubuh saat Pemasangan Sekrup

Saat operator melakukan pemasangan sekrup, kemiringan kepala adalah 21° dan sudut tangan adalah 80° . Postur ini berlangsung selama 12 detik.



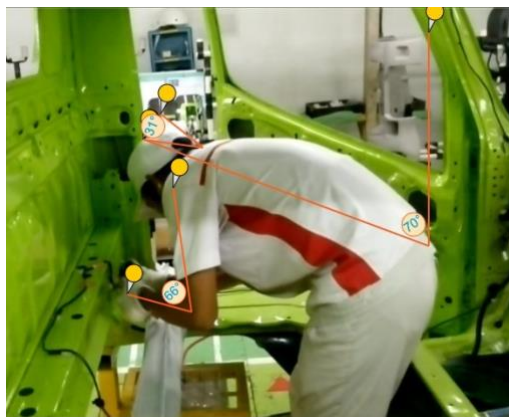
Gambar IV. 3 Postur Tubuh saat Pemasangan Sekrup

4. Postur Tubuh saat Melakukan Pengencangan Sekrup (*Tightening Bolt*)
 Saat operator melakukan pengencangan sekrup, kemiringan kepala sebesar 31° dan kemiringan tangan sebesar 102° . Postur ini berlangsung selama 2 detik.



Gambar IV. 4 Postur Tubuh saat Melakukan Pengencangan Sekrup
 (*Tightening Bolt*)

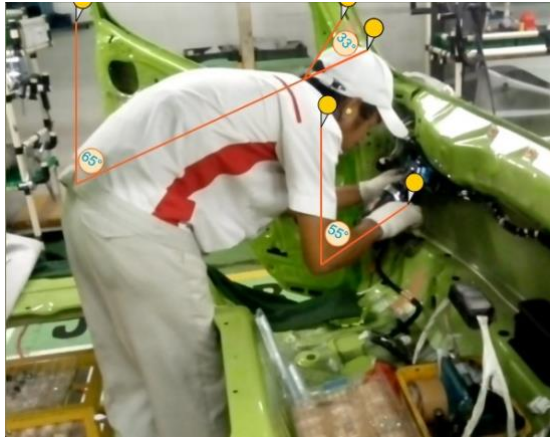
5. Postur saat Melakukan Pemasangan Lakban Kertas
 Postur tubuh saat pemasangan lakban kertas adalah 70° terhadap sumbu tubuh, kemiringan kepala 31° , dan bagian tangan membentuk sudut 66° . Postur ini berlangsung selama 35 detik.



Gambar IV. 5 Postur saat Melakukan Pemasangan Lakban Kertas

6. Postur Tubuh saat Melakukan Pemasangan *Bracket*

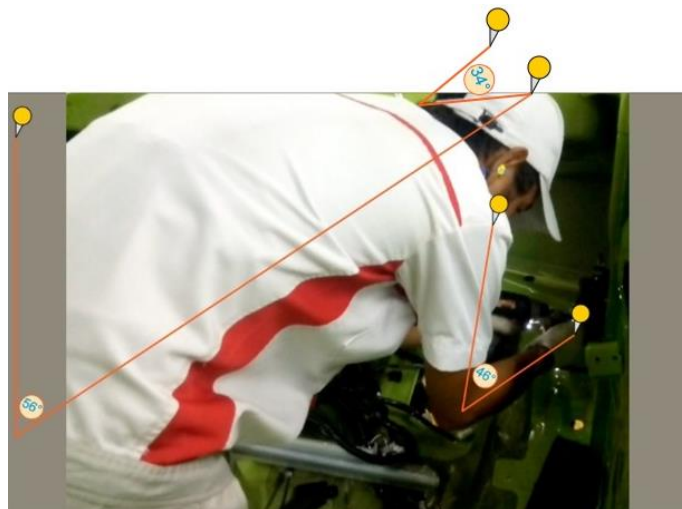
Saat operator memasang *bracket*, postur tubuh membentuk 65° terhadap sumbu tubuh, kemiringan kepala membentuk 33° , dan bagian tangan membentuk 55° . Postur ini berlangsung selama 7 detik.



Gambar IV. 6 Postur Tubuh Saat Melakukan Pemasangan *Bracket*

7. Postur Tubuh saat Melakukan Pemasangan *Bracket Wire*

Saat operator memasang *bracket wire*, postur tubuh membentuk 56° terhadap sumbu tubuh, kemiringan kepala membentuk 34° , dan bagian tangan membentuk 46° . Postur ini berlangsung 12 detik.



Gambar IV. 7 Postur Tubuh saat Melakukan Pemasangan *Bracket Wire*

8. Postur Tubuh saat Melakukan *Plug in Wire*

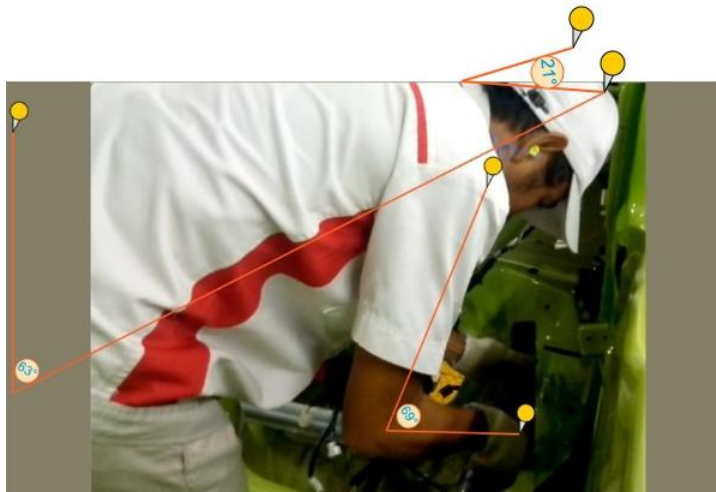
Saat operator melakukan *plug in wire*, postur tubuh membentuk 49° terhadap sumbu tubuh, kemiringan kepala membentuk 36° , dan bagian tangan membentuk 55° . Postur ini berlangsung selama 9 detik.



Gambar IV. 8 Postur Tubuh saat Melakukan *Plug in Wire*

9. Postur Tubuh saat Melakukan *Tightening Bolt Pedal*

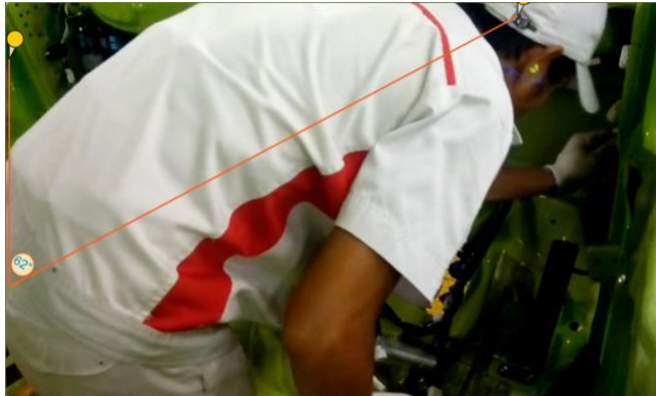
Saat operator melakukan proses kerja *tightening bolt pedal*, postur tubuh membentuk sudut 63° terhadap sumbu tubuh, kemiringan kepala membentuk 21° , dan bagian tangan membentuk sudut 69° . Postur ini berlangsung selama 8 detik.



Gambar IV. 9 Postur Tubuh saat Melakukan *Tightening Bolt Pedal*

10. Postur Tubuh saat Melakukan *Tightening Wire Grounding*

Saat operator melakukan proses kerja *tightening wire grounding*, postur tubuh membentuk sudut 62° terhadap sumbu tubuh. Postur ini berlangsung selama 13 detik.



Gambar IV. 10 Postur Tubuh saat Melakukan *Tightening Wire Grounding*

11. Postur Tubuh saat Melakukan Inspeksi (*Marking*)

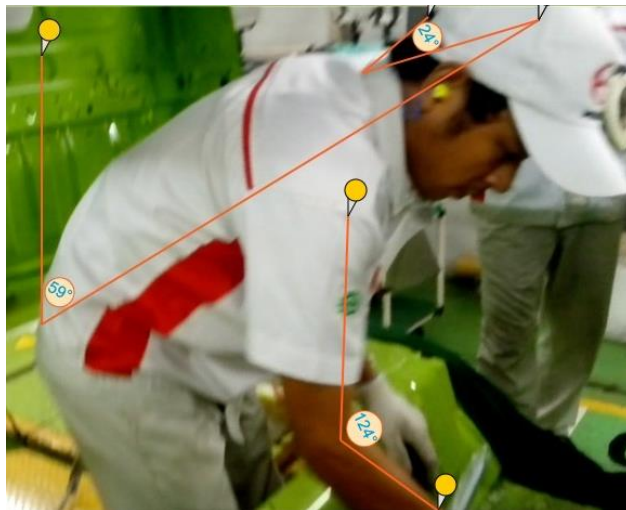
Saat operator melakukan proses kerja inspeksi, sudut tangan membentuk 86° . Pengambilan gambar ini diambil dari arah belakang, sehingga pengambilan sudut ini diambil dari titik pusat siku, titik tengah bahu, dan titik tengah punggung tangan. Postur ini berlangsung selama 5 detik.



Gambar IV. 11 Postur Tubuh saat Melakukan Inspeksi (*Marking*)

12. Postur Tubuh saat Membereskan Peralatan

Saat operator membereskan peralatan, postur tubuh membentuk sudut 59° dari sumbu tubuh, kemiringan kepala membentuk sudut 24° , dan bagian tangan membentuk sudut 124° . Postur ini berlangsung selama 4 detik.



Gambar IV. 12 Postur Tubuh saat Membereskan Peralatan

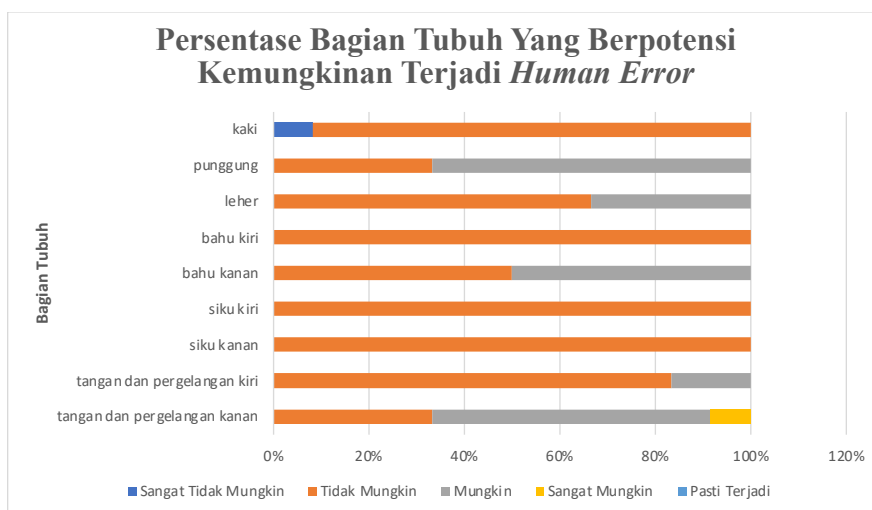
IV.1.2 Kuesioner Identifikasi Kemungkinan *Human Error*

Dalam penyebaran kuesioner, PT.X hanya mengizinkan proses pengisian kuesioner diwakili oleh satu orang karyawan senior yang ditunjuk oleh manajemen. Untuk mengisi kuesioner tersebut, operator hanya perlu memperhatikan setiap anggota tubuhnya dimulai dari leher, tangan dan pergelangan, siku, bahu, punggung, hingga kaki yang memiliki potensi akan terjadinya *human error* apabila bagian tubuh tersebut mengalami rasa sakit atau lelah. Kuesioner tersebut mengambil 12 proses kerja yang dianggap rentan akan terjadinya *human error*. Berikut adalah hasil dari penyebaran kuesioner yang dapat dilihat pada Tabel IV.1.

Tabel IV. 1 Hasil Kuesioner Pada Proses Pemasangan *Wire Cowl*, Pedal Gas, dan *Head Lining*

Hasil Kuesioner					
No	Pertanyaan	Jawaban	No	Pertanyaan	Jawaban
1	Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat merakit <i>bracket</i> , jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh		7	Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan pemasangan <i>bracket wire</i> , jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh	
	a. Tangan dan pergelangan kanan	Mungkin		a. Tangan dan pergelangan kanan	Tidak Mungkin
	b. Tangan dan pergelangan kiri	Tidak Mungkin		b. Tangan dan pergelangan kiri	Tidak Mungkin
	c. Siku kanan	Tidak Mungkin		c. Siku kanan	Tidak Mungkin
	d. Siku kiri	Tidak Mungkin		d. Siku kiri	Tidak Mungkin
	e. Bahu kanan	Tidak Mungkin		e. Bahu kanan	Mungkin
	f. Bahu kiri	Tidak Mungkin		f. Bahu kiri	Tidak Mungkin
	g. Leher	Mungkin		g. Leher	Tidak Mungkin
	h. Punggung	Mungkin		h. Punggung	Mungkin
	i. Kaki	Tidak Mungkin		i. Kaki	Tidak Mungkin
2	Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengambil mesin bor dan sekrup, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh		8	Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan <i>plug in wire</i> , jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh	
	a. Tangan dan pergelangan kanan	Tidak Mungkin		a. Tangan dan pergelangan kanan	Tidak Mungkin
	b. Tangan dan pergelangan kiri	Tidak Mungkin		b. Tangan dan pergelangan kiri	Tidak Mungkin
	c. Siku kanan	Tidak Mungkin		c. Siku kanan	Tidak Mungkin
	d. Siku kiri	Tidak Mungkin		d. Siku kiri	Tidak Mungkin
	e. Bahu kanan	Tidak Mungkin		e. Bahu kanan	Tidak Mungkin
	f. Bahu kiri	Tidak Mungkin		f. Bahu kiri	Tidak Mungkin
	g. Leher	Tidak Mungkin		g. Leher	Tidak Mungkin
	h. Punggung	Tidak Mungkin		h. Punggung	Mungkin
	i. Kaki	Sangat Tidak Mungkin		i. Kaki	Tidak Mungkin
3	Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan pemasangan sekrup, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh		9	Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan <i>tightening bolt pedal</i> , jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh	
	a. Tangan dan pergelangan kanan	Mungkin		a. Tangan dan pergelangan kanan	Mungkin
	b. Tangan dan pergelangan kiri	Mungkin		b. Tangan dan pergelangan kiri	Tidak Mungkin
	c. Siku kanan	Tidak Mungkin		c. Siku kanan	Tidak Mungkin
	d. Siku kiri	Tidak Mungkin		d. Siku kiri	Tidak Mungkin
	e. Bahu kanan	Mungkin		e. Bahu kanan	Mungkin
	f. Bahu kiri	Tidak Mungkin		f. Bahu kiri	Tidak Mungkin
	g. Leher	Mungkin		g. Leher	Tidak Mungkin
	h. Punggung	Mungkin		h. Punggung	Mungkin
	i. Kaki	Tidak Mungkin		i. Kaki	Tidak Mungkin
4	Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan pengencangan sekrup (<i>tightening bolt</i>), jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh		10	Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan <i>tightening bolt grounding</i> , jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh	
	a. Tangan dan pergelangan kanan	Sangat Mungkin		a. Tangan dan pergelangan kanan	Mungkin
	b. Tangan dan pergelangan kiri	Tidak Mungkin		b. Tangan dan pergelangan kiri	Tidak Mungkin
	c. Siku kanan	Tidak Mungkin		c. Siku kanan	Tidak Mungkin
	d. Siku kiri	Tidak Mungkin		d. Siku kiri	Tidak Mungkin
	e. Bahu kanan	Mungkin		e. Bahu kanan	Mungkin
	f. Bahu kiri	Tidak Mungkin		f. Bahu kiri	Tidak Mungkin
	g. Leher	Tidak Mungkin		g. Leher	Tidak Mungkin
	h. Punggung	Tidak Mungkin		h. Punggung	Mungkin
	i. Kaki	Tidak Mungkin		i. Kaki	Tidak Mungkin
5	Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan pemasangan lakban kertas, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh		11	Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan inspeksi (<i>marking</i>), jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh	
	a. Tangan dan pergelangan kanan	Mungkin		a. Tangan dan pergelangan kanan	Mungkin
	b. Tangan dan pergelangan kiri	Mungkin		b. Tangan dan pergelangan kiri	Tidak Mungkin
	c. Siku kanan	Tidak Mungkin		c. Siku kanan	Tidak Mungkin
	d. Siku kiri	Tidak Mungkin		d. Siku kiri	Tidak Mungkin
	e. Bahu kanan	Tidak Mungkin		e. Bahu kanan	Tidak Mungkin
	f. Bahu kiri	Tidak Mungkin		f. Bahu kiri	Tidak Mungkin
	g. Leher	Tidak Mungkin		g. Leher	Tidak Mungkin
	h. Punggung	Tidak Mungkin		h. Punggung	Tidak Mungkin
	i. Kaki	Tidak Mungkin		i. Kaki	Tidak Mungkin
6	Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan pemasangan <i>bracket</i> , jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh		12	Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat membesarkan peralatan, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh	
	a. Tangan dan pergelangan kanan	Mungkin		a. Tangan dan pergelangan kanan	Tidak Mungkin
	b. Tangan dan pergelangan kiri	Tidak Mungkin		b. Tangan dan pergelangan kiri	Tidak Mungkin
	c. Siku kanan	Tidak Mungkin		c. Siku kanan	Tidak Mungkin
	d. Siku kiri	Tidak Mungkin		d. Siku kiri	Tidak Mungkin
	e. Bahu kanan	Mungkin		e. Bahu kanan	Tidak Mungkin
	f. Bahu kiri	Tidak Mungkin		f. Bahu kiri	Tidak Mungkin
	g. Leher	Mungkin		g. Leher	Mungkin
	h. Punggung	Mungkin		h. Punggung	Mungkin
	i. Kaki	Tidak Mungkin		i. Kaki	Tidak Mungkin

Jika dibuat dalam bentuk persentase dari seluruh proses kerja bagian tubuh yang “Sangat Tidak Mungkin” terjadi *human error* pada bagian tubuh kaki dengan jumlah 8%, yang “Tidak Mungkin” terjadi *human error* ada pada bagian tubuh tangan dan pergelangan kanan sebesar 33%, tangan dan pergelangan kiri sebesar 83%, siku kanan sebesar 100%, siku kiri sebesar 100%, bahu kanan sebesar 50%, bahu kiri sebesar 100%, leher sebesar 67%, punggung sebesar 33%, dan kaki sebesar 92%. Kemudian pilihan “Mungkin” terjadi *human error* ada pada bagian tubuh tangan dan pergelangan kanan sebesar 58%, tangan dan pergelangan kiri sebesar 17%, siku kanan sebesar 0%, siku kiri sebesar 0%, bahu kanan sebesar 50%, bahu kiri sebesar 0%, leher sebesar 33%, punggung sebesar 67%, dan kaki sebesar 0%. Pilihan “Sangat Mungkin” terjadi *human error* ada pada bagian tubuh tangan dan pergelangan kanan sebesar 33%, dan sisanya 0%. Pilihan “Pasti Terjadi” semua bagian tubuh memiliki persentase sebesar 0%. Hasil persentase tersebut dapat dilihat pada Gambar IV.13.



Gambar IV. 13 Persentase Bagian Tubuh Yang Berpotensi Kemungkinan Terjadinya *Human Error*

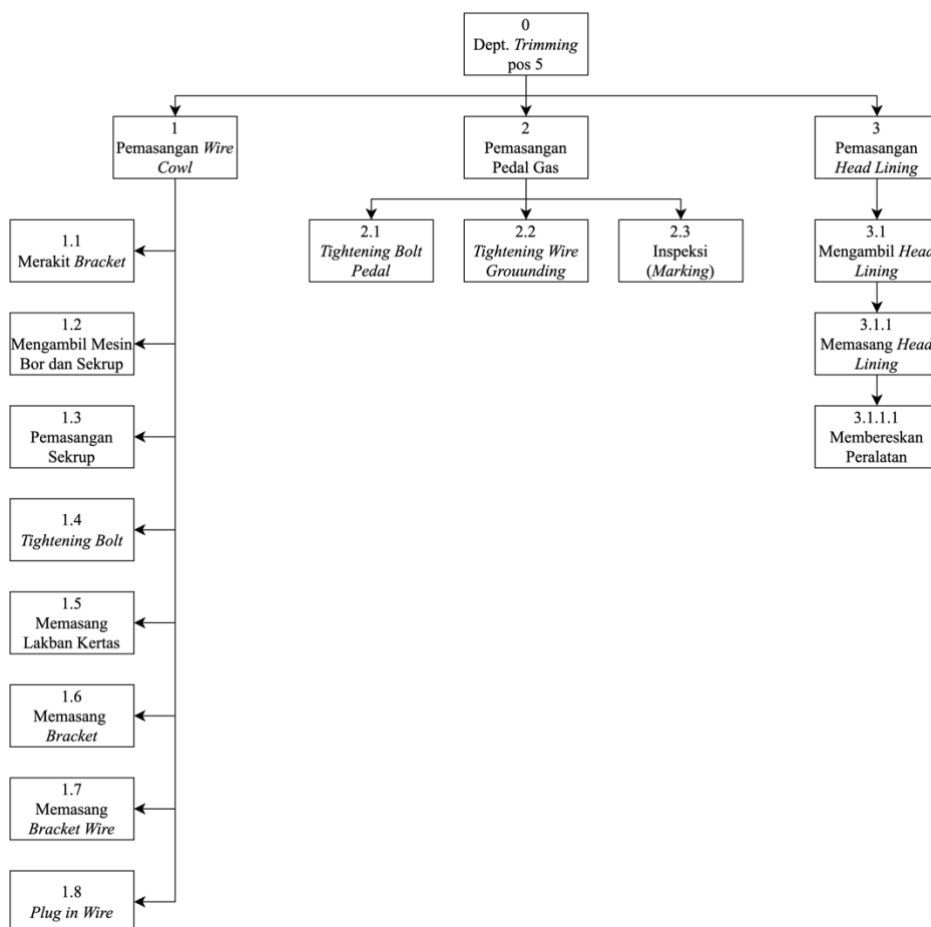
IV.2 Pengolahan Data

Setelah data sudah terkumpul, maka selanjutnya adalah melakukan pengolahan data. Pengolahan data dimulai dari pembuatan *hierarchical task analysis*, kemudian dilanjut dengan identifikasi *generic task*, identifikasi nilai *Error Producing Conditions* (EPCs), penentuan nilai *assessed proportion of effect* (APOE), perhitungan nilai *Assessed Effect*, dan terakhir adalah perhitungan *human error probability* (HEP).

IV.2.1 Hierarchical Task Analysis

Hierarchical Task Analysis (HTA) mencakup tahapan setiap proses produksi yang dilakukan oleh operator. Tujuan akhir dari system ini adalah untuk mengidentifikasi tindakan yang diambil jika terjadi kecelakaan. Proses yang diperlukan untuk menyelesaikan proses 0 adalah proses 1 hingga 3 seperti yang ditampilkan pada HTA. Selain itu, kegiatan yang dilakukan masing-masing proses dijelaskan secara lebih rinci pada tingkat yang lebih rendah.

Berdasarkan hasil dari observasi dan kuesioner, telah dianalisis bahwa terdapat aktivitas dalam *subtask* yang rentan terhadap *human error*. *Subtask* ini diproses dengan menggunakan metode HEART. Adapun aktivitas dalam *subtask* yang rentan terhadap *human error* pada proses pemasangan *wire cowl* adalah merakit *bracket*, mengambil mesin bor dan sekrup, pemasangan sekrup, *tightening bolt*, memasang lakban kertas, memasang *bracket*, dan *plug in wire*. Pada proses pemasangan pedal gas terjadi pada *subtask tightening bolt pedal*, *tightening wire grounding*, dan inspeksi (*marking*). Pada proses pemasangan *head lining* terjadi pada *subtask* membereskan peralatan.



Gambar IV. 14 *Hierarchical Task Analysis*

IV.2.2 Identifikasi *Generic Task*

Pada metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART) tahap pertama, *subtask* diklasifikasikan berdasarkan tabel GTT. Dapat dilihat pada Tabel IV.1, skor tipe *Generic Task* yang paling tinggi adalah tipe D dengan skor *human unreliability* sebesar 0,09. Hasil ini berarti bahwa sifat tugas yang sangat sederhana sehingga operator dapat menyelesaikannya dengan cepat atau sedikit perhatian. Tipe E mempunyai nilai *human unreliability* yang rendah sebesar 0,02 artinya operator tersebut bersifat rutin dan memiliki keterampilan yang rendah. Sedangkan

tipe G dengan nilai *human reliability* 0,0004 berarti operator melakukan pekerjaan yang sudah dikenal, dirancang dengan baik. merupakan tugas rutin yang terjadi beberapa kali perjam dilakukan berdasarkan standard yang tinggi oleh personel yang telah terlatih dan berpengalaman dengan waktu untuk memperbaiki kesalahan yang potensial.

Tabel IV. 2 Identifikasi *Generic Task*

No	<i>Subtask</i>	Type	Nilai <i>Human Unreliability</i>
1	Merakit <i>Bracket</i>	D	0,09
2	Mengambil Mesin Bor dan Sekrup	D	0,09
3	Pemasangan Sekrup	E	0,02
4	Pengencangan Sekrup (<i>Tightening bolt</i>)	E	0,02
5	Pemasangan Lakban Kertas	E	0,02
6	Pemasangan <i>Bracket</i>	D	0,09
7	Pemasangan <i>Bracket Wire</i>	D	0,09
8	<i>Plug in Wire</i>	D	0,09
9	<i>Tightening Bolt Pedal</i>	D	0,09
10	<i>Tightening Wire Grounding</i>	D	0,09
11	Inspeksi (<i>Marking</i>)	G	0,0004
12	Membereskan Peralatan	D	0,09

IV.2.3 Identifikasi Nilai *Error Producing Conditions* (EPCs)

Setelah menentukan *Generic Task*, selanjutnya yaitu mengidentifikasi nilai EPC pada pos 5 yang ada di *Departement Trimming*. Identifikasi nilai EPC, yaitu dengan memilih EPC yang sesuai dengan keadaan operator pada saat melakukan pekerjaannya. EPC ini ditentukan dengan melihat kemungkinan kejadian yang dapat menyebabkan terjadinya *human error* pada *subtask*.

Tabel IV. 3 *Error Producing Conditions*

No	Subtask	EPC	Nilai EPC
1	Merakit <i>Bracket</i>	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengkoreksi kesalahan	11
		Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1
2	Mengambil Mesin Bor dan Sekrup	Kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas	1,4
		Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1
3	Pemasangan Sekrup	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengkoreksi kesalahan	11
		Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1
4	Pengencangan Sekrup (<i>Tightening bolt</i>)	Sedikit atau tidak adanya kebebasan dalam pemeriksaan atau pengujian pada <i>output</i>	3
5	Pemasangan Lakban Kertas	Kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas	1,4
6	Pemasangann <i>Bracket</i>	Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1
7	Pemasangan <i>Bracket Wire</i>	Kondisi lingkungan yang buruk atau tidak mendukung	1,15
		Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1
8	<i>Plug in Wire</i>	Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1
9	<i>Tightening Bolt Pedal</i>	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengkoreksi kesalahan	11
		Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1
10	<i>Tightening Wire Grounding</i>	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengkoreksi kesalahan	11
		Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1
11	Inspeksi (<i>Marking</i>)	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengkoreksi kesalahan	11
12	Membersakan Peralatan	Kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas	1,4

Nilai *Error Producing Conditions* (EPCs) yang dominan pada 12 subtask di penelitian ini, yaitu 11 dan 1,1 yang dimana nilai 11 adalah skor atau nilai dari kondisi *error* kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengkoreksi kesalahan, serta nilai 1,1 adalah nilai dari kondisi *error* siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah.

IV.2.4 Penentuan Nilai *Assessed Proportion of Effect* (APOE)

Setelah mengidentifikasi nilai EPC yang dilakukan selanjutnya, yaitu menentukan nilai *Assessed Proportion of Effect*. *Assessed Proportion of Effect* ditentukan berdasarkan *Error Producing Conditions* (EPCs) yang

terjadi pada *subtask*, apakah akan berpengaruh terhadap HEP atau tidak dan dilihat seberapa sering frekuensi terjadi. Pada Tabel IV.3, dapat dilihat bahwa APOE yang dominan adalah 0,4 yang berarti HEP berpengaruh jika EPC memiliki frekuensi lebih dari 5 kali setiap *shift* dan tanpa disertai kondisi *error* yang lain.

Tabel IV. 4 *Assessed Proportion of Effect*

No	<i>Subtask</i>	EPC	Nilai EPC	APOE
1	Merakit <i>Bracket</i>	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan	11	0,4
		Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1	0,3
2	Mengambil Mesin Bor dan Sekrup	Kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas	1,4	0,3
		Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1	0,4
3	Pemasangan Sekrup	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan	11	0,4
		Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1	0,3
4	Pengencangan Sekrup (<i>Tightening bolt</i>)	Sedikit atau tidak adanya kebebasan dalam pemeriksaan atau pengujian pada <i>output</i>	3	0,7
5	Pemasangan Lakban Kertas	Kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas	1,4	0,3
		Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1	0,4
6	Pemasangann <i>Bracket</i>	Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1	0,4
7	Pemasangan <i>Bracket Wire</i>	Kondisi lingkungan yang buruk atau tidak mendukung	1,15	0,9
		Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1	0,3
8	<i>Plug in Wire</i>	Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1	0,3
9	<i>Tightening Bolt Pedal</i>	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan	11	0,7
		Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1	0,9
10	<i>Tightening Wire Grounding</i>	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan	11	0,7
		Siklus Berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1	0,9
11	Inspeksi (<i>Marking</i>)	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan	11	0,4
12	Membersihkan Peralatan	Kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas	1,4	0,4

IV.2.5 Perhitungan Nilai *Assessed Effect*

Setelah nilai APOE sudah ditentukan, maka selanjutnya adalah menghitung nilai *Assessed Effect* (AE_i), dimana nilai ini yang nantinya akan menentukan nilai *Human Error Probability*. Proses perhitungan *Assessed Effect* adalah nilai EPC dikurangi 1 dan dikali dengan APOE kemudian hasilnya ditambah 1. Hasil dari perhitungan ini dapat dilihat pada Tabel IV. 4.

Tabel IV. 5 Nilai *Assessed Effect*

No	<i>Subtask</i>	Nilai <i>Human Unreliability</i>	Nilai EPC	APOE	<i>Assessed Effect</i>
1	Merakit <i>Bracket</i>	0,09	11	0,4	5
			1,1	0,3	1,03
2	Mengambil Mesin Bor dan Sekrup	0,09	1,4	0,3	1,12
			1,1	0,4	1,04
3	Pemasangan Sekrup	0,02	11	0,4	5
			1,1	0,3	1,03
4	Pengencangan Sekrup (<i>Tightening bolt</i>)	0,02	3	0,7	2,4
5	Pemasangan Lakban Kertas	0,02	1,4	0,3	1,12
			1,1	0,4	1,04
6	Pemasangan <i>Bracket</i>	0,09	1,1	0,4	1,04
7	Pemasangan <i>Bracket Wire</i>	0,09	1,15	0,9	1,135
			1,1	0,3	1,03
8	<i>Plug in Wire</i>	0,09	1,1	0,3	1,03
9	<i>Tightening Bolt Pedal</i>	0,09	11	0,7	8
			1,1	0,9	1,09
10	<i>Tightening Wire Grounding</i>	0,09	11	0,7	8
			1,1	0,9	1,09
11	Inspeksi (<i>Marking</i>)	0,0004	11	0,4	5
12	Membersihkan Peralatan	0,09	1,4	0,4	1,16

IV.2.6 Perhitungan *Human Error Probability* (HEP)

Selanjutnya adalah langkah terakhir dalam pengolahan data ini, yaitu menghitung nilai *Human Error Probability*. Dalam proses perhitungan HEP, telah disebutkan bahwa perhitungan ini melibatkan nilai *Human Unreliability* dan *Assessed Effect* pada setiap *subtask*, yang dimana untuk mendapatkan nilai HEP adalah dengan mengkalikan keduanya. Apabila dalam satu *subtask* memiliki dua nilai *Assessed Effect* maka dikalikan antara nilai *Assessed Effect* 1 dan nilai *Assessed Effect* 2 kemudian dikalikan dengan nilai *Human Unreliability* sehingga didapat nilai *Human Error Probability*nya.

Tabel IV. 6 *Human Error Probability*

No	Subtask	Nilai Human Unreliability	Nilai EPC	APOE	Assessed Effect	HEP
1	Merakit <i>Bracket</i>	0,09	11	0,4	5	0,464
			1,1	0,3	1,03	
2	Mengambil Mesin Bor dan Sekrup	0,09	1,4	0,3	1,12	0,105
			1,1	0,4	1,04	
3	Pemasangan Sekrup	0,02	11	0,4	5	0,103
			1,1	0,3	1,03	
4	Pengencangan Sekrup (<i>Tightening bolt</i>)	0,02	3	0,7	2,4	0,048
5	Pemasangan Lakban Kertas	0,02	1,4	0,3	1,12	0,023
			1,1	0,4	1,04	
6	Pemasangann <i>Bracket</i>	0,09	1,1	0,4	1,04	0,094
7	Pemasangan <i>Bracket Wire</i>	0,09	1,15	0,9	1,135	0,105
			1,1	0,3	1,03	
8	<i>Plug in Wire</i>	0,09	1,1	0,3	1,03	0,093
9	<i>Tightening Bolt Pedal</i>	0,09	11	0,7	8	0,785
			1,1	0,9	1,09	
10	<i>Tightening Wire Grounding</i>	0,09	11	0,7	8	0,785
			1,1	0,9	1,09	
11	Inspeksi (<i>Marking</i>)	0,0004	11	0,4	5	0,002
12	Membersihkan Peralatan	0,09	1,4	0,4	1,16	0,104

Dapat dilihat pada Tabel IV. 5, bahwa nilai *Human Error Probability* yang paling tinggi ada pada *subtask Tightening Bolt Pedal* dan *Tightening Wire Grounding* dengan nilai HEP sebesar 0,785 atau dapat diartikan bahwa probabilitas *error* yang dilakukan sebesar 78,5%. Adapun nilai *Human Error Probability* yang paling rendah ada pada *subtask Inspeksi (marking)*, yaitu sebesar 0,002 atau diartikan bahwa probabilitas *error* yang dilakukan sebesar 0,2%.

BAB V

ANALISIS

Pada bab ini, hasil pengolahan data yang dilakukan dengan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART) akan dilakukan analisa dan pembahasan lebih lanjut. Pengolahan data tersebut menggunakan beberapa *step* yang ada pada metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART), yaitu dibuatnya *Hierarchical Task*, identifikasi *Generic Task*, identifikasi *Error Producing Conditions* (EPC), penentuan *Assessed Proportion of Effect* (APOE), menghitung nilai *Assessed Effect*, dan terakhir yaitu menghitung *Human Error Probability* (HEP).

Penelitian ini dilakukan pada bagian *Light Duty Truck Production* di *Departement Trimming* yang memiliki 11 pos di dalamnya. Pos 5 yang menjadi tempat focus dilakukannya penelitian ini adalah pos yang melakukan proses pemasangan *wire cowl*, pedal gas, dan *head lining*. Dalam *department* ini masing-masing pos memiliki satu operator untuk melakukan pekerjaannya, yang berarti pada *Department Trimming* memiliki 11 operator yang bertugas pada tiap pos yang ada. Adapun data yang didapat untuk melakukan pengolahan data ini adalah kegiatan proses kerja yang dilakukan oleh operator melalui video rekaman, sehingga dapat dilihat secara berulang dan diidentifikasi dengan jelas. Berdasarkan video tersebut, diketahui ada 36 proses kerja yang dilakukan pada pos 5 dengan total waktu 291 detik atau 4 menit 51 detik. Tetapi, berdasarkan dari penelitian sebelumnya, proses kerja yang memiliki risiko kecelakaan kerja atau rentan terhadap *human error* ada 22 proses kerja dengan total waktu

189 detik atau 3 menit 9 detik. Dikarenakan dari 22 proses kerja tersebut ada proses kerja yang berulang, maka diambil 12 proses kerja yang akan diolah untuk mencari berapa besar probabilitas *human error* nya.

V.1 Analisis *Hierarchical Task*

Berdasarkan hasil observasi melalui video rekaman, proses yang terjadi pada pos 5 adalah pemasangan *wire cowl*, pedal gas, dan *headlining*. Dalam proses pemasangan *wire cowl* terdapat 8 proses kerja yang rentan terhadap *human error*, diantaranya proses kerja merakit *bracket*, mengambil mesin bor dan sekrup, pemasangan sekrup, *tightening bolt*, pemasangan lakban kertas, pemasangan *bracket*, pemasangan *bracket wire*, dan *plug in wire*. Adapun proses pemasangan pedal gas terdapat 3 proses kerja yang rentan terhadap *human error* diantaranya, yaitu proses kerja *tightening bolt pedal*, *tightening wire grounding*, dan inspeksi (*marking*). Proses pemasangan *head lining* dari 3 proses kerja hanya ada satu yang rentan terhadap *human error*, yaitu membereskan peralatan. Proses kerja mengambil *Head Lining* dan pemasangan *Head Lining* tidak masuk ke dalam proses yang rentan terhadap *human error* karena, postur tubuh operator dalam melakukan proses kerja tersebut tidak dalam postur yang mengakibatkan cedera. Proses kerja yang rentan terhadap *human error* ini memiliki postur tubuh yang membungkuk. Dalam penelitian (Gitaputri, 2022) dijelaskan bahwa tingkat risiko ke 12 proses kerja ini sedang, tetapi, jika dilakukan secara berulang akan ada kemungkinan bahwa yang sebelumnya memiliki tingkat risiko sedang akan berubah menjadi tinggi.

V.2 Analisis *Generic Task*

Generic task diidentifikasi dengan melihat video rekaman yang di dalamnya terdapat kegiatan proses kerja operator yang ada di pos 5 *Department Trimming*. Setelah melakukan pengamatan terhadap video tersebut, selanjutnya yaitu menyesuaikan kegiatan proses kerja tersebut

dengan *task types* yang sudah ditetapkan oleh Williams. Dapat dilihat pada Tabel IV.1 bahwa *generic task type* yang teridentifikasi pada *subtask* adalah *type* D, E, dan G dengan nilai *human unreliability*nya secara berurutan sebesar 0.09, 0.02, dan 0.0004. Pada *subtask* merakit *bracket*, *type* yang dipilih adalah D yang berarti proses kerja merakit *bracket* merupakan pekerjaan yang cukup sederhana, dapat dilakukan dengan cepat jika sudah terbiasa dan membutuhkan sedikit perhatian. *Type* yang dipilih untuk *subtask* mengambil mesin bor dan sekrup adalah D, karena proses kerja mengambil *tools* tersebut merupakan pekerjaan yang sederhana dan dilakukan dengan cepat, proses kerja ini membutuhkan sedikit perhatian agar tidak mengalami kesalahan dalam mengambil mesin bor dan sekrup. *Type* yang dipilih untuk *subtask* pemasangan sekrup, pengencangan sekrup (*tightening bolt*), dan pemasangan lakban kertas adalah E. Alasan ketiga *subtask* tersebut mendapatkan *type* E, yaitu karena pekerjaan ini merupakan pekerjaan yang terlatih dan proses kerja ini memerlukan keterampilan yang rendah. Adapun *subtask* lainnya yang mendapatkan *type* D, yaitu *subtask* pemasangan *bracket*, pemasangan *bracket wire*, *plug in wire*, *tightening bolt pedal*, *tightening wire grounding*, dan membereskan peralatan. Alasan diberikannya *type* D pada *subtask* tersebut, adalah proses kerja tersebut merupakan pekerjaan yang cukup sederhana dan membutuhkan sedikit perhatian. Begitupula dengan *subtask* inspeksi yang dimana *typenya* adalah G. Alasannya karena melakukan inspeksi pasti dilakukan secara rutin oleh operator yang terlatih dan berpengalaman sehingga jika ada kendala operator tersebut dapat memperbaiki kesalahan yang berpotensi tinggi.

V.3 Analisis *Error Producing Conditions*

Dalam *Error Producing Conditions subtask* dapat diidentifikasi lebih dalam mengenai kondisi kesalahan apa yang sesuai dengan kondisi yang ada pada lingkungan kerja operator. Selain lingkungan kerja, kondisi *error* pun dapat dilihat dengan postur tubuh yang tidak ideal. Untuk mengidentifikasi EPC perlu dilakukannya pengamatan dengan keadaan operator saat sedang bekerja. Melalui pengamatan yang ada pada video rekaman, terlihat ada beberapa proses kerja yang memiliki beban kerja bermental rendah dengan postur tubuh yang membungkuk dan apabila dilakukan secara berulang maka akan ada kemungkinan terjadinya *error*. Seperti pada *subtask* merakit *bracket*, mengambil mesin bor dan sekrup, pemasangan sekrup, pemasangan *bracket wire*, *tightening bolt pedal*, dan *tightening wire grounding* terdapat dua kondisi yang dapat membuat terjadinya *error*. EPC yang terpilih pada *subtask* tersebut, salah satunya yaitu siklus berulang-ulang yang tinggi dengan beban kerja bermental rendah dengan nilai EPC sebesar 1,1. Diikuti dengan kondisi *error* lainnya, yaitu kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan dengan nilai EPC sebesar 11, kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas dengan nilai EPC sebesar 1,4, dan kondisi lingkungan yang buruk atau tidak mendukung dengan nilai 1,15. Kondisi *error* lainnya yang terdapat pada *subtask* pengencangan sekrup (*tightening bolt*), pemasangan lakban, *plug in wire*, inspeksi, dan membereskan peralatan memiliki satu kondisi *error*, yaitu sedikit atau tidak adanya kebebasan dalam pemeriksaan atau pengujian pada *output* dengan nilai EPC sebesar 3, dan sisanya adalah siklus yang berulang dengan pekerjaan bermental rendah, kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas, serta kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan. Identifikasi ini dilihat berdasarkan pengamatan melalui video

rekaman operator dalam melakukan pekerjaannya dan diidentifikasi dengan tabel EPC yang ditetapkan oleh Williams.

V.4 Analisis Assessed Proportion of Effect

Sama seperti *Generic Task* dan *Error Producing Conditions*, *Assessed Proportion of Effect* ini ditentukan berdasarkan hasil pengamatan melalui video rekaman dan diidentifikasi dengan tabel yang sudah ditetapkan oleh Williams. Nilai APOE yang dihasilkan dari identifikasi EPC ini akan menentukan *subtask* tersebut berpengaruh terhadap *Human Error Probability* atau tidak. Nilai APOE yang paling besar ada pada *subtask* pemasangan *bracket wire*, *tightening bolt pedal*, dan *tightening wire grounding* dengan nilai APOE sebesar 0,9. Diketahui bahwa nilai APOE dimulai dari angka nol yang berarti *low* hingga angka satu yang berarti *high*. Maka, nilai 0,9 tersebut termasuk ke dalam kategori '*High*' yang berarti *subtask* tersebut dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 1 EPC.

Pada ketiga *subtask* tersebut memiliki dua kondisi *error* dan yang mendapat nilai APOE tinggi pada pemasangan *bracket wire* adalah EPC kondisi lingkungan yang buruk atau tidak mendukung. Sedangkan pada *subtask tightening bolt pedal* dan *tightening wire grounding* nilai APOE tertinggi ada pada EPC siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah. *Assessed Proportion of Effect* ini memiliki skala 0-1, yang dimana semakin tinggi nilai APOE maka semakin tinggi pula nilai *Human Error Probability*, artinya kemungkinan terjadinya *error* semakin mudah (Zetli, 2021).

V.5 Analisis Assessed Effect dan Human Error Probability

Human Error Probability didapatkan dengan menghitung *assessed effect* dan *human unreliability* yang dihasilkan dari *generic task type*. Diketahui dari tabel pengolahan data HEP pada Tabel IV.5, bahwa tabel

tersebut memungkinkan untuk melihat proses mana yang memiliki nilai *Human Error Probability* tertinggi dan terendah, serta *task* mana dalam proses yang memiliki nilai tersebut. Semakin tinggi nilai HEP maka semakin besar kemungkinan terjadinya *error* pada aktivitas yang dijalankan, dan semakin rendah nilainya maka semakin kecil pula kemungkinan terjadinya kegagalan pada aktivitas tersebut.

Tabel V. 1 *Possible Error*

No	<i>Subtask</i>	HEP	<i>Possible Error</i>
1	Merakit <i>Bracket</i>	0,464	Tidak melakukan <i>double check</i> saat pemasangan komponen dan postur tubuh membungkuk
2	Mengambil Mesin Bor dan Sekrup	0,105	Tidak memperhatikan dengan benar pengambilan sekrup yang ada
3	Pemasangan Sekrup	0,103	Tidak memperhatikan postur tubuh dengan benar sehingga bentuk tubuh terus membungkuk dan tidak melakukan pengecekan apakah sekrup yang terpasang sudah benar
4	Pengencangan Sekrup (<i>Tightening bolt</i>)	0,048	Tidak memperhatikan apakah sekrupnya sudah kencang
5	Pemasangan Lakban Kertas	0,023	Tidak memperhatikan apakah lakban kertas yang dipasang pada kabel rapih atau tidak
6	Pemasangann <i>Bracket</i>	0,094	Tidak memperhatikan postur tubuh sehingga postur tubuhnya membungkuk dan tidak ada pengecekan apakah sudah terpasang dengan benar
7	Pemasangan <i>Bracket Wire</i>	0,105	Tidak memperhatikan postur tubuh
8	<i>Plug in Wire</i>	0,093	Tidak adanya <i>double check</i> apakah sudah terpasang dengan benar atau tidak
9	<i>Tightening Bolt Pedal</i>	0,785	Tidak memperhatikan dengan benar apakah sudah kencang atau tidak dan postur yang terus membungkuk
10	<i>Tightening Wire Grounding</i>	0,785	Tidak memperhatikan dengan benar sehingga <i>wire</i> tidak terpasang dengan benar
11	Inspeksi (<i>Marking</i>)	0,002	Proses dilakukan dengan cepat dan tidak ada pengecekan ulang
12	Membereskan Peralatan	0,104	Tidak melakukan pengecekan ulang apakah ada <i>tools</i> yang tertinggal

Pada Tabel V.1, nilai HEP yang paling besar adalah *tightening bolt pedal* dan *tightening wire grounding* dengan nilai sebesar 0,785 dan *possible error* yang diketahui adalah tidak memperhatikan proses kerja tersebut apakah sudah terpasang dengan benar atau tidak sehingga terkesan seperti tergesa-gesa karena kurangnya waktu yang tersedia. Adapun postur

tubuh saat melakukan pekerjaan tersebut, yaitu membungkuk selama 8 detik dan 13 detik, yang jika dilakukan secara berulang akan berpotensi cidera atau sakit pada bagian leher, bahu, dan punggung.

V.6 Analisis Hubungan Antara *Human Error Probability* dengan Postur Kerja

Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan di *Light Duty Truck Department Trimming* Pos 5 PT. X, hanya 12 dari 22 proses kerja yang digunakan untuk observasi dan analisis lebih lanjut untuk mengetahui berapa besar *human error probability* yang didapat. Hal ini karena 10 proses lainnya melibatkan perilaku berulang.

Berdasarkan hasil observasi dan *possible error* pada 12 proses kerja yang rentan terhadap *human error*, di dapatkan bahwa penyebab utama terjadinya *human error* adalah postur tubuh yang terus membungkuk selama proses kerja tersebut berlangsung. Akibat yang dapat terjadi jika hal tersebut dilakukan secara berulang tiap harinya, yaitu akan berdampak pada kinerja operator. Sehingga pekerjaan yang dilakukan tidak maksimal karena efek dari rasa lelah dan nyeri pada bagian tubuhnya. Selain itu pun, akan berakibat pada produk yang dikerjakannya. Pada Tabel V. 2 dapat dilihat bahwa kemiringan sudut operator pada 12 proses kerja yang rentan terhadap *human error* dengan sudut kemiringan punggung terbesar dan durasi pekerjaan tertinggi ada pada *subtask* pemasangan lakban kertas. Akan tetapi, nilai *human error probability*nya rendah dengan nilai sebesar 0,023. Hal ini disebabkan karena pekerjaan tersebut kecil atau tidak adanya peran yang berarti, sehingga apabila pekerjaan ini membutuhkan waktu yang cukup lama dalam postur membungkuk kecil peluangnya untuk melakukan kesalahan yang berarti. Berbeda pada *subtask tightening bolt pedal* dan *tightening wire grounding*, yang dimana durasi pekerjaan dan kemiringan sudut tubuhnya lebih rendah tetapi nilai HEP nya tinggi. Hal

ini disebabkan pada identifikasi EPC bahwa saat melakukan pekerjaan ini akan berdampak pada produk apabila operator merasakan lelah dan cidera pada tubuhnya, terutama bagian leher, punggung dan bahu.

Tabel V. 2 Rekapitulasi Postur Tubuh dan HEP

No	Subtask	Kemiringan Sudut			Durasi (detik)	HEP
		Punggung	Kepala	Tangan		
1	Merakit <i>Bracket</i>	57	26	157	22	0,464
2	Mengambil Mesin Bor dan Sekrup	59	26	138	10	0,105
3	Pemasangan Sekrup	-	21	80	12	0,103
4	Pengencangan Sekrup (<i>Tightening bolt</i>)	-	31	102	2	0,048
5	Pemasangan Lakban Kertas	70	31	66	35	0,023
6	Pemasangann <i>Bracket</i>	65	33	55	7	0,094
7	Pemasangan <i>Bracket Wire</i>	56	34	46	12	0,105
8	<i>Plug in Wire</i>	49	36	55	9	0,093
9	<i>Tightening Bolt Pedal</i>	63	21	69	8	0,785
10	<i>Tightening Wire Grounding</i>	62	-	-	13	0,785
11	Inspeksi (<i>Marking</i>)	-	-	86	5	0,002
12	Membersihkan Peralatan	59	24	124	4	0,104

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh (Gitaputri, 2022), bahwa selama proses pemasangan *wire cowl*, pedal gas, dan *head lining* menunjukkan 65% dari total waktu kerja dihabiskan dengan membungkuk, dan sisanya dihabiskan dengan berdiri. Bekerja dalam posisi bungkuk dalam jangka waktu lama dapat dengan cepat menimbulkan gejala kelelahan yang dapat mempengaruhi produktifitas.

Adapun menurut Tarwaka (2010) dalam (Gitaputri, 2022) , bahwa dari yang paling ringan hingga yang paling parah masalah *musculoskeletal* dapat mempengaruhi kemampuan berkonsentrasi dalam bekerja, menyebabkan kelelahan, dan pada akhirnya menurunkan produktivitas. Tingginya angka gangguan *musculoskeletal* disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain peregangan otot yang berlebihan, aktivitas yang berulang-ulang, kondisi kerja yang tidak wajar, tekanan, getaran, iklim mikro, dan kombinasi penyebab-penyebabnya.

V.7 Usulan Perbaikan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan di bagian sebelumnya, maka diperoleh beberapa usulan upaya perbaikan untuk mengurangi *human error* yang diakibatkan karena postur tubuh yang tidak tepat pada saat melakukan operasi perakitan di *Light Duty Truck Department Trimming* Pos 5. Usulan perbaikan bagi operator tersebut adalah sebagai berikut :

a. Mengenakan *Back Support*

Back suport merupakan alat bantu yang berperan untuk meringankan beban kerja bagian tubuh bagian atas terutama otot dan tulang belakang. Berdasarkan penelitian sebelumnya (Yusla, 2019), penggunaan *back support* berpengaruh positif untuk pemakaian berjangka terhadap penurunan aktivitas otot *erector spinae* (pengangkatan vertikal) dan *obliquus abdominis* (pengangkatan asimetri) dalam penurunan konsumsi energi.



Gambar V. 1 *Back Support*

b. Menggunakan *Adjusted Chair Portable*

Operator dapat menggunakan *Adjusted Chair Portable* yang dapat disesuaikan ketinggian kursinya dan mudah dipindahkan sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan terutama untuk mengurangi postur tubuh membungkuk.

Kursi dengan ketinggian yang tepat akan mengurangi total waktu yang asalnya sebanyak 65% dilakukan dengan postur tubuh membungkuk menjadi hilang sama sekali.



Gambar V. 2 Ilustrasi *Adjusted Chair Portable*

c. Menyediakan *Flexible Tools and Parts Storage*

Dari bagian sebelumnya telah disampaikan bahwa pada *sub task* pengambilan perkakas mesin bor dan sekrup, sampai dengan *sub task* membereskan peralatan yang disimpan di lantai dan dipindahkan ke obyek perakitan membutuhkan waktu dan postur kerja dengan nilai HEP 0,104 sampai dengan 0,105. Angka tersebut perlu dikurangi supaya *Human Error* dapat dikurangi bahkan dihilangkan dengan menambah fasilitas kerja berupa *flexible tools and parts storage* yang disesuaikan dengan data ukuran antropometri orang Indonesia yang berusia diantara 19-40 tahun secara umum. Penambahan fasilitas kerja berupa penyimpanan komponen dan peralatan kerja dapat diatur sedekat mungkin dengan posisi yang nyaman dengan operator saat melakukan pekerjaannya dalam 12 *sub task* yang dilakukan.

BAB VI

KESIMPULAN

VI.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengolahan data serta hasil analisa yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan dan rekomendasi yang mampu menjawab permasalahan pada penelitian, yaitu sebagai berikut:

1. Keandalan pada manusia dapat diketahui dari nilai tingkat kemungkinan terjadinya *human error*. Proses kerja yang dianggap rentan terhadap *human error* adalah 12 dari 22 *subtask* yang dimana 10 lainnya adalah proses pengulangan. Berdasarkan dari pengolahan data didapatkan nilai *human error probability* dari ke-12 *subtask*. HEP tertinggi dihasilkan pada proses pemasangan pedal gas, yaitu pada *subtask tightening bolt pedal* dan *tightening wire grounding* dengan nilai HEP yang sama sebesar 0,785 atau 78,5%. HEP terendah dihasilkan juga pada proses pemasangan pedal gas, yaitu pada *subtask inspeksi (marking)* dengan nilai HEP sebesar 0,002 atau 0,2%. Nilai keandalan pada operator dipengaruhi oleh *Generic Task* dan *Error Producing Conditions*.
2. Penyebab utama *human error* pada masalah ini adalah postur kerja yang membungkuk dan dilakukan secara berulang-ulang. Akibatnya akan berdampak pada kinerja operator. Sehingga pekerjaan yang dilakukan tidak maksimal karena dampak dari rasa lelah dan nyeri pada bagian tubuhnya.
3. Upaya yang dilakukan untuk mengurangi *human error*, yaitu selain program peningkatan kesadaran dan keterampilan keselamatan operator dengan meningkatkan kualitas secara keseluruhan melalui pelatihan secara periodik, dan meningkatkan motivasi dan

mempertimbangkan aktivitas psikologis operator, tempat kerja dengan desain yang adil dan suasana yang sehat dan nyaman, juga diberikan penambahan *design* fasilitas kerja yang ergonomis untuk operator yaitu : menggunakan *back support*, *adjusted chair portable*, dan *flexible tools and parts storage* sehingga postur kerja dilakukan secara ergonomis dan tidak perlu ada postur kerja membungkuk lebih lama dibandingkan dengan postur kerja berdiri.

VI.2 Saran

Adapun saran yang diberikan berdasarkan analisa dan kesimpulan, yaitu disarankan untuk memiliki strategi yang lebih baik dalam pengumpulan data dan mewawancarai orang yang lebih *expert* dalam hal penilaian subjektif terutama pada penilaian *Generic Task* dan *Error Producing Conditions* agar *Human Error Probability* (HEP) lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- AbdilaYustian. (2018). Analisa Keandalan Manusia dengan Metode HEART pada Produksi Ikan Makarel. Tugas Akhir Skripsi.
- AdigunaB., AdamH., & KusmindariC. D. (2016). Perbaikan Stasiun Kerja Kritis Menggunakan Metode Ergonomic Assessment Survey (EASY). Seminar Nasional Global Competitive Advantage, 5-8.
- AbdilaYustian. (2018). Analisa Keandalan Manusia dengan Metode HEART pada Produksi Ikan Makarel. Tugas Akhir Skripsi.
- AdigunaB., AdamH., & KusmindariC. D. (2016). Perbaikan Stasiun Kerja Kritis Menggunakan Metode Ergonomic Assessment Survey (EASY). Seminar Nasional Global Competitive Advantage, 5-8.
- AfandiP. (2021). Manajemen Sumber Daya Manusia;Teori, Konsep dan Indikator (edisi ke 2). ZANAFAPUBLISHING.
- AlfiansyahReno, AstutiPriUlvi, & DhaniRohmaMey. (2017). Human Reliability Assessment Pada Produksi AMDK dengan Metode HEART dan Sistem Pendukung Keputusan Dalam Menentukan Rekomendasi Berbasis AHP (Analytical Hierarchy Process). Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application.
- Alijoyo, CERG, QRGPD. Antonius, Wijaya, M.M., ERMCP, QRMPBobby, & Jacob, M.M., QRMPIntan. (2020). Human Reliability Analysis. Bandung: CRMS.
- BellJulie, & HolroydJustin. (2009). Review of Human Reliability Assessment Methods. Buxton: Health and Safety Laboratory.
- CahyaniNoventyaSalma, SafirinTutukM., DonoriyantoSukmaDwi, & RahmawatiNur. (2022). Analisis Human Error untuk Meminimalkan Kecelakaan Kerja dengan Menggunakan Metode

HEART dan SHERPA di PT. Wonojati Wijoyo. Proxima Vol.6 No.1, 48.

Dhillon B.S. (2005). Reliability, Quality, and Safety for Engineers. US: CRC Press.

Digiesi Salvatore, Facchini Francesco, Mossa Giorgio, & Vitti Micaela. (2022). A Model to Evaluate The Human Error Probability in Inspection Tasks of A Production System. Procedia Computer Science, 1775.

Ebeling C.E. (1997). An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. Singapore: McGraw-Hill.

Gitaputri Saffanah Fetta. (2022). Analisis Sikap Kerja pada Workstation Vehicle Light Duty Truck Production dalam Upaya Peningkatan Produktivitas Kerja dengan Metode Ergonomic Assessment Survey (EASY) Studi Kasus PT. Hino Motors Manufacturing Indonesia (HMMI).

Hawwach Abu Mohammed. (2021). Human Errors In Industrial Operations And Maintenance. Thesis.

International Ergonomics Association (IEA). (2000). 检索来源: What is Ergonomics?: <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>

International Labour Organization (ILO). (1962). Encyclopedia of Occupational Health and Safety. Geneva.

International Labour Organization (ILO). (2021). Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Lingkungan Rumah Tangga.

Kementerian Kesehatan. (2023 年 Januari 月 4 日). Kelelahan Kerja dan Cara Mengatasinya. 检索来源 : https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/2027/kelelahan-kerja-dan-cara-mengatasinya

- Kirwan. (1996). Validation of Three Human Reliability Quantification Techniques-THERP, HEART, JHEDI: Part 1-technique descriptions and validation issues. 出处 Applied Ergonomics (页 359-373). Edgbaston Birmingham.
- KlagesBjoern, & ZaehMichael. (2023). Concept of a Data-based Approach For The Prediction And Reduction Of Human Errors In Manual Assembly. 30th CIRP Life Cycle Engineering Conference, 209.
- LarasatieArdilla, FauziyahMunaya, Dihartawan, HerdiansyahDadang , & Ernyasih. (2022). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Tindakan Tidak Aman (Unsafe Action) Pada Pekerja Produksi PT. X. Environmental Occupational Health and Safety Journal Vol. 2 No.2, 134.
- MayaNavas deBeatriz , KomianosAlezandros, WoodBen, WolffLouis de, KurtEmekRafet, & TuranOsman. (2022). A Practical Application of The Hierarchical Task Analysis (HTA) and Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) to Identify The Major Errors With Mitigating Actions Taken After Fire Detection Onboard Passenger Vessels. Ocean Engineering.
- Navas de MayaBeatriz, KomianosAlexandros, WoodBen, de WolffLouis , Emek KurtRafet, & TuranOsman. (无日期). A Practical Application of The Hierarchical Task Analysis (HTA) and Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) to Identify The Major Errors With Mitigating Actions Taken After Fire Detection Onboard Passenger Vessels.
- NurcahyoRahmat, SarmitaWinda, DachyarM., & Edison. (2017). Analisis Keandalan Komponen Sistem Proses Pendingin Sekunder Reaktor Riset G.A. Siwabessy. Seminar Keselamatan Nuklir.

- Patricia, David, & Andi. (2017). Evaluasi Unsafe Act, Unsafe Condition, dan Faktor Manajemen Dengan Metode Behavior Based Safety pada Proyek Apartemen.
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan. (2021). Tata Cara Penyelenggaraan Program Jaminan Kecelakaan Kerja, Jaminan Kematian, dan Jaminan Hari Tua. Jakarta: Menteri Ketenagakerjaan.
- RedishJ., & HackosJ. (1998). Introducing User and Task Analysis for Interface Design. John Wiley & Sons Inc.
- RoosanDon, TroungHuy, LawAnandi, KarimMazharul, ChokJay, RoosamMoom, & LiYan. (2019). Visualizing Medication Information Using Hierarchical Task Analysis and Infographics in a Mobile Device.
- SafitriMardiDian, AstriatyRachmaAyu, & RizaniC.Nataya. (2015). Human Reliability Assessment dengan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique pada Operator Stasiun Shroud PT. X. Laboratorium Desain Kerja dan Ergonomi.
- SandersS.Mark, & McCormickJ.Ernest. (1993). Human Factor, Accidents, and Safety. 出处 Human Factors in Engineering and Design: seventh edition (页 655-656). Mcgraw-Hill Book Company.
- SuciptoCD. (2014). Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- SuothLerry F., PinontoanOdi R., & DodaDiana V. (2017). Hubungan Antara Umur, Status Gizi dan Beban Kerja Fisik dengan Kejadian Kelelahan Kerja Pada Pekerja di PT. Nichindo Manado Suisan. Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi.
- Tarwaka. (2017). Keselamatan dan Kesehatan Kerja Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja. Surakarta: Harapan Press.

- Tarwaka, SolikhulHA, & SudiajengLilik. (2004). Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Produktivitas. Surakarta: UNIBA.
- U.S. Departement of Labor. (2000). 检索来源: Ergonomics: The Study of Work:
<https://www.oshatrain.org/courses/pdf/OSHAErgonomics.pdf>
- UtamaRidzkiPrawira. (2018). Analisa Human Error Probability Menggunakan Metode HEART (Human Error Assessment and Reduction Technique) pada Operator Konveksi CV 913 Production. Operations Excellence.
- Wignjosuebrotos. (2017). Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja. Surabaya: Guna Widya.
- WijayaRobyFebrian. (2018). Upaya Pengurangan Human Error menggunakan Metode Reliability Assessment dan Pendekatan Kesehatan Keselamatan Kerja pada Stasiun Gilingan. Skripsi.
- WilliamJ.C. (1985). HEART - A Proposed Method for Achieving High Reliability in Elsevier, Process Operation by Means of Human Factors Engineering Technology in Proceedings of a Symposium of the Achievement of Reliability in operating Plant, Safety and Reliability Society. Southport.
- YuslaH.N. (2019). Usulan Desain Fasilitas Kerja dan Perbaikan Postur Berdasarkan Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA) Pada Stasiun Kerja Perakitan Kompresor (Studi Kasus di PT. SHARP Electronic Indonesia) . Teknik Industri, Universitas Diponegoro.

ZetliSri. (2021). Analisis Human Error Dengan Pendekatan Metode SHERPA dan HEART Pada Produksi Batu Bata UKM Yasin. Jurnal INTECH Teknik Industri Serang Raya Vol 7 No 2, 147-156.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Lembar Pengamatan Waktu Proses Operator

Tabel L. 1 Lembar Pengamatan Gerakan Kerja Operator

LEMBAR PENGAMATAN GERAKAN KERJA OPERATOR		
Dept : <i>Trimming</i> Proses : <i>Pemasangan Headlining, Wire Cowl, dan Pemasangan Pedal Gas</i> Tanggal : <i>13 Maret 2022</i>		
Proses Kerja	Waktu	Durasi(detik)
Jalan menuju meja peralatan	00.00 - 00.01	1
Mendorong meja peralatan	00.01 - 00.04	3
Mengambil <i>head lining</i>	00.04 - 00.07	3
Jalan menuju meja peralatan	00.07 - 00.09	2
Mengambil pedal gas dan <i>bracket</i> pedal	00.07 - 00.18	11
Jalan menuju mobil	00.18 - 00.21	3
<i>Tapping</i>	00.21 - 00.27	6
Merakit <i>bracket</i>	00.27 - 00.49	22
Mengambil sekrup dan mesin bor sekrup	00.49 - 00.59	10
memasang sekrup	00.59 - 01.11	12
Mengambil kunci inggris	01.11 - 01.14	3
<i>Tightening bolt</i>	01.14 - 01.16	2
Menyimpan kunci inggris	01.16 - 01.18	2
Mengambil lakban kertas	01.18 - 01.21	3
Memasang lakban kertas	01.21 - 01.56	35
Mengambil sekrup dan mesin bor sekrup	01.56 - 02.06	10
Memasang <i>bracket</i>	02.06 - 02.13	7
<i>Tightening bolt</i>	02.13 - 02.22	9
Mengambil sekrup	02.22 - 02.27	5
Memasang <i>bracket wire</i>	02.27 - 02.39	12
<i>Plug in wire</i>	02.39 - 02.48	9
Mengambil <i>bracket</i>	02.48 - 02.52	4
<i>Tightening bolt</i> pedal	02.52 - 03.00	8
Mengambil kunci inggris	03.00 - 03.04	4
<i>Tightening bolt</i>	03.04 - 03.13	9
<i>Tightening wire grounding</i>	03.13 - 03.26	13
Mengambil sepidol	03.26 - 03.27	1
Inspeksi (<i>marking</i>)	03.27 - 03.32	5
Membereskan peralatan	03.32 - 03.36	4
Mengambil sekrup dan mesin bor sekrup	03.36 - 03.41	5
Mengambil <i>head lining</i>	03.41 - 03.45	4
Memasang <i>head lining</i>	03.45 - 04.25	40
Menyimpan mesin bor	04.25 - 04.26	1
Memasang <i>head lining</i>	04.26 - 04.41	15
Mengecek jendela belakang	04.41 - 04.43	2
Membereskan peralatan ke meja peralatan	04.43 - 04.49	6
Total		291

Lampiran 2

Lembar Kuesioner Identifikasi Potensi *Human Error* Pada Operator LDT *Departement Trimming*

12/26/23, 7:37 AM

Kuesioner Identifikasi Potensi Human Error Pada Operator Light Duty Truck Departement Trimming

Kuesioner Identifikasi Potensi *Human Error* Pada Operator *Light Duty Truck Departement Trimming*

Assalamualaikum Wr. Wb,

Dengan Hormat,

Saya Fetta Saffanah Gitaputri mahasiswa Magister Teknik Industri Pascasarjana Universitas Pasundan yang sedang melakukan penelitian dengan judul Tesis "Model Pencegahan Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Mengurangi *Human Error Probability* Menggunakan Metoda HEART Di Perusahaan Otomotif" sebagai salah satu syarat kelulusan Sidang.

Oleh karena itu, Saya sangat mengharapkan Bapak/Ibu mengisi kuesioner penelitian ini dengan tidak mengosongkan jawaban serta menjawab dengan jujur dari pertanyaan-pertanyaan yang diajukan.

Saya mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak/Ibu atas bersedianya dalam membantu melancarkan penelitian ini.

Wassalamualaikum Wr. Wb

* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi

1. Nama

2. Usia *

Tandai satu oval saja. 23-27 28-32 33-37 Yang lain: _____

Kuesioner Identifikasi Potensi *Human Error* Pada Operator *Light Duty Truck Departement Trimming*

Survei ini dilakukan untuk mengetahui kemungkinan terjadinya *human error* pada proses kerja yang dilakukan oleh operator. Dimulai dari bagian tubuh tangan dan pergelangan hingga ke kaki.

Keterangan pilihan :

- Responden menjawab "Sangat Tidak Mungkin", jika kemungkinan terjadinya *human error* 0%.
- Responden menjawab "Tidak Mungkin", jika kemungkinan terjadinya *human error* 1%-25%.
- Responden menjawab "Mungkin", jika kemungkinan terjadinya *human error* 26%-50%.
- Responden menjawab "Sangat Mungkin", jika kemungkinan terjadinya *human error* 51%-75%
- Responden menjawab "Pasti Terjadi", jika kemungkinan terjadinya *human error* 76%-100%

3. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **merakit bracket**, *
jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kanan**

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
- Tidak Mungkin
- Mungkin
- Sangat Mungkin
- Pasti Terjadi

4. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **merakit bracket**, *
jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kiri**

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
- Tidak Mungkin
- Mungkin
- Sangat Mungkin
- Pasti Terjadi

5. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **merakit bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

6. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **merakit bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

7. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **merakit bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

8. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **merakit bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

9. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **merakit bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **leher** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

10. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **merakit bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **punggung** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

11. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **merakit bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **kaki** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

12. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **mengambil mesin bor dan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

13. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **mengambil mesin bor dan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

14. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **mengambil mesin bor dan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

15. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **mengambil mesin bor dan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

16. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **mengambil mesin bor dan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

17. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **mengambil mesin bor dan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

18. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **mengambil mesin bor dan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **leher** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

19. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **mengambil mesin bor dan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **punggung** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

20. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **mengambil mesin bor dan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **kaki** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

21. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

22. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

23. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pemasangan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

24. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pemasangan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

25. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pemasangan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

26. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

27. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **leher** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

28. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **punggung** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

29. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pemasangan sekrup**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **kaki**

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

30. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pengencangan sekrup (tightening bolt)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

31. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pengencangan sekrup (tightening bolt)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

32. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pengencangan sekrup (tightening bolt)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

33. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pengencangan sekrup (tightening bolt)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

34. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pengencangan sekrup (tightening bolt)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

35. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pengencangan sekrup (tightening bolt)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

36. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pengencangan sekrup (tightening bolt)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **leher** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

37. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pengencangan sekrup (tightening bolt)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **punggung** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

38. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pengencangan sekrup (tightening bolt)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **kaki** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

39. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan lakban kertas**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

40. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan lakban kertas**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

41. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan lakban kertas**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

42. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan lakban kertas**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

43. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan lakban kertas**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

44. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pemasangan lakban kertas**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

45. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pemasangan lakban kertas**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

46. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pemasangan lakban kertas**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

47. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan lakban kertas**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **leher** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

48. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan lakban kertas**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **punggung** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti terjadi

49. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan lakban kertas**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **kaki** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

50. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

51. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

52. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

53. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pemasangan bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

54. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pemasangan bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

55. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pemasangan bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

56. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **leher** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

57. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **punggung** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

58. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan bracket**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **kaki** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

59. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pemasangan bracket wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

60. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pemasangan bracket wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

61. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pemasangan bracket wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

62. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan bracket wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

63. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan bracket wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

64. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan bracket wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

65. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan bracket wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **leher** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

66. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan bracket wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **punggung** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

67. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **pasangan bracket wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **kaki** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

68. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **plug in wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

69. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **plug in wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

70. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **plug in wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

71. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **plug in wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

72. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **plug in wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

73. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **plug in wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

74. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **plug in wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **leher** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

75. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **plug in wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **punggung** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

76. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **plug in wire**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **kaki** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

77. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt pedal**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

78. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt pedal**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

79. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt pedal**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

80. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt pedal**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

81. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt pedal**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

82. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt pedal**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

83. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt pedal**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **leher** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

84. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt pedal**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **punggung** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

85. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt pedal**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **kaki** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

86. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan ***tightening bolt grounding***, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

87. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan ***tightening bolt grounding***, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

88. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan ***tightening bolt grounding***, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

89. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt grounding**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

90. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt grounding**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

91. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt grounding**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

92. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt grounding**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **leher** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti terjadi

93. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt grounding**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **punggung** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

94. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **tightening bolt grounding**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **kaki** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

95. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **inspeksi (*marking*)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

96. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **inspeksi (*marking*)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

97. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **inspeksi (*marking*)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

98. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **inspeksi (marking)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

99. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **inspeksi (marking)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kanan** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

100. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **inspeksi (marking)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kiri** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

101. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **inspeksi (marking)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **leher** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

102. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **inspeksi (marking)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **punggung** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

103. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat mengerjakan **inspeksi (marking)**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **kaki** *

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

104. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **memberskan * peralatan**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kanan**

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

105. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **memberskan * peralatan**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **tangan dan pergelangan kiri**

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

106. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **memberskan * peralatan**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kanan**

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

107. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **memberskan * peralatan**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **siku kiri**

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

108. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **memberskan * peralatan**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kanan**

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

109. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **memberskan * peralatan**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **bahu kiri**

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

110. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **memberskan * peralatan**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **leher**

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

111. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **memberskan * peralatan**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **punggung**

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

112. Seberapa mungkin saudara melakukan kesalahan pada saat **memberskan * peralatan**, jika merasakan sakit dan atau lelah pada bagian tubuh **kaki**

Tandai satu oval saja.

- Sangat Tidak Mungkin
 Tidak Mungkin
 Mungkin
 Sangat Mungkin
 Pasti Terjadi

Lampiran 3

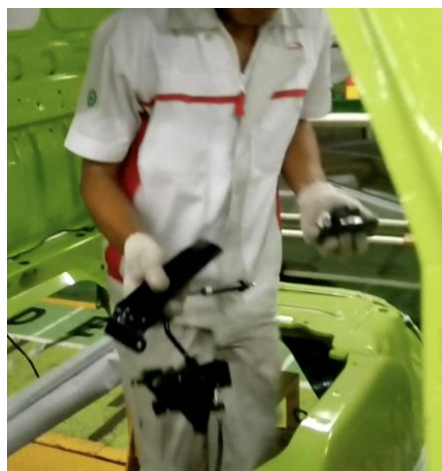
Gambar *Part Head Lining*



Gambar L. 1 *Head Lining*

Lampiran 4

Gambar *Part Pedal Gas*



Gambar L. 2 *Pedal Gas*

Lampiran 5

Gambar *Part Bracket Pedal*



Gambar L. 3 *Bracket Pedal*

Lampiran 6

Gambar Pemasangan *Head Lining*



Gambar L. 4 Pemasangan *Head Lining*