

**ANALISIS BEBAN KERJA MENTAL OPERATOR CCR
(CENTRAL CONTROL ROOM) SECTION OF LINE 5
PT. SEMEN TONASA**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat ujian
guna memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



OLEH:

**SOFI MUSTAFAFI
D071 17 1508**

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021

**ANALISIS BEBAN KERJA MENTAL OPERATOR CCR
(CENTRAL CONTROL ROOM) SECTION OF LINE 5
PT. SEMEN TONASA**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat ujian
guna memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



OLEH:

**SOFI MUSTAFAFI
D071 17 1508**

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir:

**ANALISIS BEBAN KERJA MENTAL OPERATOR CCR
(CENTRAL CONTROL ROOM) SECTION OF LINE 5
PT. SEMEN TONASA**

Disusun Oleh:

SOFI MUSTAFAFI

D071 17 1508

Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, S.T., M.Sc
NIP. 19750929 199903 1 002

Ir. Retnari Dian Mudiastuti, S.T., M.Si
NIP. 19750507 200501 2 002

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Saiful, S.T., M.T., IPM
NIP. 19810606 200604 1 004

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sofi Mustafafi

NIM : D071 17 1508

Program Studi : Teknik Industri

Judul Tugas Akhir : Analisis Beban Kerja Mental Operator CCR (*Central Control Room*) Section of Line 5 PT. Semen Tonasa

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas. Demikian lembar pernyataan ini, saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh dan sanksi lain sesuai dengan aturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin, Makassar.

Gowa, 12 Oktober 2021

Yang Membuat Pernyataan



Sofi Mustafafi
D071 17 1508

ABSTRAK

Beban kerja mental adalah sebuah interaksi antara tuntutan tugas dengan kemampuan manusia atau sumber daya. *Central control room* (CCR) merupakan salah satu unit kerja yang ada di perusahaan PT Semen Tonasa yang berfungsi memonitor operasi mesin selama 24 jam. Beban kerja mental operator CCR perlu diukur karena sifat pekerjaannya memiliki akurasi, kewaspadaan dan dapat mengambil keputusan dengan cepat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis beban kerja operator CCR di *Section of Line 5* PT. Semen Tonasa. Penelitian memberikan rekomendasi perbaikan agar terciptanya kenyamanan bagi operator CCR dalam bekerja. Metode analisis beban kerja mental yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *NASA-Task Load Index* (NASA-TLX). Pengukuran NASA-TLX diperoleh dari kuesioner atas 6 indikator (kebutuhan mental, kebutuhan fisik, kebutuhan waktu, performansi, usaha, dan tingkat frustrasi). Sedangkan, metode analisis masalah pada penelitian ini ialah *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode *FTA* dinilai efektif dalam menemukan inti permasalahan karena memastikan bahwa masalah yang ditimbulkan tidak berasal pada satu penyebab. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa beban kerja mental memerlukan perbaikan karena skor yang diperoleh operator CCR *Section of Line 5* PT Semen Tonasa sebesar 72 hingga 90 yang tergolong beban pekerjaan tinggi dan sangat tinggi. Penelitian menemukan beban kerja mental berdasarkan jenis pekerjaan tertinggi hingga terendah adalah operator *kiln* (82,7), operator *finish mill* (80), kemudian operator *raw mill* (72). Untuk beban kerja mental berdasarkan *shift* kerja dari yang tertinggi adalah *shift 3* (86), *shift 2* (82,7), dan terakhir *shift 1* (72).

Kata Kunci : Beban Kerja Mental, *NASA-Task Load Index*, Operator *Central Control Room* (CCR), *Fault Tree Analysis* (FTA)

ABSTRACT

Mental workload is an interaction between task demands and human abilities or resources. Central control room (CCR) is one of the work units in PT Semen Tonasa, the CCR operators are in charge of monitoring machine operations for 24 hours. The mental workload of CCR operators needs to be measured because the nature of their work has accuracy, vigilance and has to make decisions quickly. This research aims to analyze the workload of Central Control Room (CCR) operators in Section of Line 5 PT. Semen Tonasa. The research provides recommendations for improvement in order to create comfort for CCR operators at work. The workload that measured on the research is mental workload. The mental workload analysis method used in this research is the NASA-Task Load Index (NASA-TLX) method. NASA-TLX measurements were obtained from a questionnaire on 6 indicators (mental needs, physical needs, time requirements, performance, effort, and level of frustration). Meanwhile, the problem analysis method in this research is Fault Tree Analysis (FTA). The FTA method is considered effective in finding the core of the problem because it ensures that the problems that arise do not originate from one cause. The measurement result shows that the mental workload of the CCR Section Line 5 operator need improvement because the score obtained by the CCR Section of Line 5 operator PT Semen Tonasa is 72 to 90 which is classified as high and very high workload. The research finds that the mental workload based on the type of work from highest to lowest was kiln operator (82.7), finish mill operator (80), and raw mill operator (72). For mental workload based on work shifts from the highest are shift 3 (86), shift 2 (82.7), and shift 1 (72).

Keywords: *Mental Workload, NASA-Task Load Index, Central Control Room (CCR), Fault Tree Analysis (FTA)*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Bapak Dr. Saiful, S.T., M.T., IPM selaku Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- 2) Bapak Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ir. Retnari Dian Mudiastuti, S.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir ini yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran selama proses bimbingan.
- 3) Seluruh staf dan dosen pengajar di Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang dengan sabar dan penuh perhatian dalam mencerdaskan anak bangsa
- 4) Bapak Subiyanto, Bapak Iswahyudi, Bapak Ari, Bapak Hardiman, Bapak Albar, Ibu Ira, serta seluruh karyawan di PT. Semen Tonasa yang berperan dalam pemberian ijin untuk pengambilan data.

- 5) Seluruh operator *Central Control Room (CCR) Section of Line 5* yang berperan sebagai responden dalam penelitian ini, penulis ucapkan banyak terima kasih telah bersedia membantu penelitian ini.
- 6) Terima kasih juga dipersembahkan untuk kedua orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan material dan moral serta doa yang tiada hentinya.
- 7) Seluruh teman-teman Teknik Industri angkatan 2017, KAIZEN yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Gowa, Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR RUMUS	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Beban Kerja	6
2.2 Beban Kerja Mental	6
2.3 NASA <i>Task Load Index</i> (NASA-TLX).....	7
2.4 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	10
2.5 Penelitian Terdahulu	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Objek dan Lokasi Penelitian.....	15
3.2 Jenis Data.....	15
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	15
3.4 Metode Penelitian.....	17
3.5 Kerangka Pikir	20

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	22
4.1 Gambaran Umum Perusahaan	22
4.1.1 Profil Perusahaan	22
4.1.2 Struktur Organisasi PT Semen Tonasa	24
4.1.3 Lingkup Pekerjaan Operator <i>Central Control Room</i>	25
4.2 Pengumpulan Data	34
4.2.1 Pengumpulan Data Kuesioner NASA-TLX	34
4.2.2 Wawancara	35
4.3 Pengolahan Data	39
4.3.1 Pengolahan Data Kuesioner NASA-TLX	39
4.3.2 Pengolahan Data Wawancara	43
 BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	44
5.1 Analisis Data	44
5.1.1 Analisis Kuesioner NASA-TLX	44
5.1.2 Analisis Penyebab Masalah	46
5.2 Pembahasan	48
5.1.1 Beban Kerja Mental	48
5.1.2 Usulan Perbaikan	49
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
6.1 Kesimpulan	57
6.2 Saran	59
 DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol-Simbol FTA.....	11
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu.....	12
Tabel 4.1 Unit Kompetensi Operator <i>Raw Mill</i>	27
Tabel 4.2 Unit Kompetensi Operator <i>Kiln</i>	29
Tabel 4.3 Unit Kompetensi Operator <i>Finish Mill</i>	30
Tabel 4.4 Jadwal <i>Shift</i> Kerja Operator CCR.....	33
Tabel 4.5 Hasil Interpretasi Data Kuesioner NASA-TLX.....	42
Tabel 4.6 Pengolahan Data Wawancara Berdasarkan Dimensi NASA-TLX.....	443
Tabel 5.1 Ranking Kebutuhan Kerja Berdasarkan NASA-TLX.....	44
Tabel 5.2 Beban Kerja Mental Berdasarkan Jenis Pekerjaan.....	45
Tabel 5.3 Beban Kerja Mental Berdasarkan <i>Shift</i> Kerja.....	46
Tabel 5.4 Usulan Perbaikan.....	49
Tabel 5.5 Usulan Perbaikan Berdasarkan Dimensi NASA-TLX.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	17
Gambar 3.2 Kerangka Pikir.....	21
Gambar 4.1 Proses Pembuatan Semen.....	23
Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT Semen Tonasa	24
Gambar 4.2 Karakteristik Operator CCR <i>Section of Line 5</i>	26
Gambar 4.3 Lingkungan Kerja Operator CCR <i>Section of Line 5</i>	32
Gambar 5.1 <i>Fault Tree Analysis</i>	47

DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1	8
Persamaan 2.2	8
Persamaan 2.3	9
Persamaan 2.4	10
Persamaan 4.1	40
Persamaan 4.2	41
Persamaan 4.3	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil Pengolahan Data	62
Lampiran B Kuesioner Operator	64
Lampiran C Rangkuman Hasil Kuesioner	68
Lampiran D Standar Kompetensi Operator <i>Raw Mill</i>	73
Lampiran E Standar Kompetensi Operator <i>Kiln</i>	78
Lampiran F Standar Kompetensi Operator <i>Finish Mill</i>	84
Lampiran G Data Hasil Wawancara	88
Lampiran H Kriteria Operator <i>Kiln</i>	94
Lampiran I Kriteria Operator <i>Raw Mill</i> dan <i>Finish Mill</i>	98

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kompleksitas lingkungan bisnis dan ketatnya persaingan menuntut perusahaan untuk terus meningkatkan daya saing. Menurut (Saydam, 2006) ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kegiatan bisnis dari unsur-unsur atau subsistem kegiatan bisnis seperti *man* (karyawan), *money* (kapital), *material* (bahan baku), *machine* (peralatan mesin dan komputer), dan *method* (manajemen yang digunakan pelaku bisnis). Jika dihubungkan dengan faktor-faktor yang memengaruhi kegiatan bisnis, faktor *machine* atau peralatan mesin mempunyai peranan yang besar dalam industri manufaktur. Industri semen merupakan industri manufaktur yang padat modal, padat energi, padat teknologi, sehingga memerlukan kecakapan manajerial yang tinggi.

PT Semen Tonasa adalah anak perusahaan dari Semen Indonesia *Group* yang merupakan produsen semen terbesar di Kawasan Timur Indonesia. PT Semen Tonasa menempati lahan seluas 715 hektar di Desa Biringere, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep, sekitar 64 km dari kota Makassar. Perusahaan ini memiliki kapasitas terpasang 5.980.000 ton semen per tahun dan mempunyai empat unit pabrik, yaitu Pabrik Tonasa II, III, IV dan V. Keempat unit pabrik tersebut menggunakan proses kering dengan kapasitas masing-masing 590.000 ton semen pertahun untuk Unit II dan III, 2.300.000 ton semen per tahun untuk Unit IV serta 2.500.000 ton semen untuk Unit V.

Kegiatan proses produksi semen dipantau dari suatu ruang pusat pengendalian operasi atau *central control room* (CCR). Petugas yang bekerja

melakukan pemantauan produksi yaitu operator *central control room* (CCR). Operator CCR bertugas mengontrol semua variabel operasi mesin pabrik, memonitor, menganalisa dan mengatur operasi sesuai panduan kerja dengan sasaran untuk memastikan tercapainya target produksi. Operator CCR juga mendeteksi dini indikasi gangguan dan kelainan operasi untuk memastikan gangguan dapat diatasi selama operasi. Operator CCR harus berkoordinasi dengan petugas lapangan mengenai kerusakan yang terjadi secara langsung.

Beban kerja mental operator CCR cukup berat dibanding pekerjaan lain di pabrik. Hal ini dikarenakan operator CCR membutuhkan akurasi, kewaspadaan dan pengambilan keputusan dengan cepat. Hal tersebut dapat menyebabkan munculnya kebosanan, tekanan mental dan dampak psikologis lain bagi operator CCR.

Operator memiliki beban kerja mental yang harus menjadi perhatian manajemen perusahaan untuk memastikan proses produksi semen berjalan optimal. Beban kerja dapat didefinisikan sebagai suatu perbedaan antara kapasitas atau kemampuan pekerja dengan tuntutan pekerjaan yang harus dihadapi (Tarwaka, 2004). Hasil pengukuran beban kerja mental menjadi dasar pertimbangan untuk melakukan rekomendasi (M. Sugarindra, 2017).

Diasumsikan bahwa beban kerja mental operator CCR tinggi karena memiliki akurasi, kewaspadaan dan dapat mengambil keputusan dengan cepat. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan pengukuran beban kerja mental menggunakan metode *NASA Task Load Index* (NASA-TLX), yaitu pengukuran beban kerja mental berdasarkan persepsi subyektif responden.

Penelitian ini dilakukan untuk mengukur beban kerja mental yang dialami operator CCR. Selanjutnya, penelitian memberikan rekomendasi perbaikan agar tercipta kenyamanan bagi operator CCR dalam bekerja. Hal inilah yang menjadi latar belakang dilakukannya penelitian, sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Beban Kerja Mental Operator CCR (*Central Control Room*) *Section of Line 5* PT. Semen Tonasa”.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini:

- a. Bagaimana beban kerja mental dari operator CCR *Section of Line 5* PT Semen Tonasa?
- b. Bagaimana rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan kepada operator CCR *Section of Line 5* PT Semen Tonasa terkait masalah beban kerja mental?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini ialah sebagai berikut:

- a. Mengukur beban kerja mental dari operator CCR *Section of Line 5* PT Semen Tonasa.
- b. Memberikan rekomendasi perbaikan kepada operator CCR *Section of Line 5* PT Semen Tonasa terkait masalah beban kerja mental.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Agar secara teori, perusahaan dapat mengetahui seberapa besar beban kerja mental yang dialami operator CCR. Serta menciptakan kondisi lingkungan kerja yang nyaman bagi operator CCR.
2. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai rujukan dan referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan Teknik Industri khususnya dalam bidang Ergonomi Industri.
3. Menjadi rujukan dan referensi bagi industri manufaktur yang memiliki pekerjaan terkait dengan operator CCR.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di PT Semen Tonasa.
2. Penelitian difokuskan pada beban kerja mental operator CCR *Section of Line 5* PT Semen Tonasa.
3. Metode yang digunakan dalam pengambilan data beban kerja mental pada penelitian ini ialah NASA-TLX.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, kegunaan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori dan konsep yang relevan dengan penelitian.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini memuat uraian tentang metode dan langkah- langkah penelitian secara operasional yang menyangkut objek dan lokasi penelitian, sumber data, dan teknik pengumpulan data.

BAB IV: PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi pengumpulan dan pengolahan data pada penelitian.

BAB V: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat analisis dan pembahasannya yang diorganisasikan sesuai dengan topik-topik tertentu dalam cakupan fokus penelitian.

BAB VI: PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan, saran dan keterbatasan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beban Kerja

Beban kerja adalah konsep yang digunakan untuk menggambarkan sejauh mana operator telah melibatkan sumber daya kognitif dan fisik yang diperlukan untuk mengerjakan tugasnya (Bucks dkk, 1994). Beban kerja adalah konsepsi multidimensi dan kompleks dari suatu pekerjaan yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan, organisasi, psikologis, kemampuan perseptif dan kognitif karyawan, hingga tuntutan tugas eksternal yang dimiliki (Weinger dkk, 2004).

Wickens dan Holland (2000) menyatakan, beban kerja dapat dilihat dari tiga konteks yaitu prediksi beban kerja, penilaian beban kerja yang ditimbulkan oleh alat, dan beban kerja yang dialami oleh karyawan.

2.2 Beban Kerja Mental

Beban kerja mental adalah sebuah interaksi antara tuntutan tugas dengan kemampuan manusia atau sumber daya (Swasti Wulanyani, 2013).

Beban kerja mental mengacu pada tingkat kapasitas pemrosesan yang dikeluarkan karyawan selama pelaksanaan tugas, dan sejumlah besar teknik pengukuran beban kerja telah dikembangkan untuk pengaplikasian desain dan evaluasi sistem yang baru (O'Donnell & Eggemeier, 1986)

2.3 NASA *Task Load Index* (NASA-TLX)

NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration Task Load Index*) dikembangkan oleh Sandra G. Hart dari NASA-Ames Research Center dan Lowell E. Steveland dari San Jose University pada tahun 1981. NASA-*Task Load Index* adalah prosedur *rating* multi dimensional, yang membagi beban kerja atas dasar rata-rata pembebanan enam subskala. Pengukuran beban kerja mental NASA-TLX merupakan teknik pengukuran secara subjektif dan banyak digunakan karena memiliki tingkat validitas yang tinggi dibandingkan dengan metode pengukuran lain (M. Sugarindra, 2017). Adapun enam subskala yaitu: *Mental Demand* (MD), *Physical Demand* (PD), *Temporal Demand* (TD), *Performance* (P), *Effort* (E), *Frustration Level* (FR). NASA-TLX memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah:

1. Lebih sensitif terhadap berbagai kondisi pekerjaan.
2. Setiap faktor penilaian mampu memberikan sumbangan informasi mengenai struktur tugas.
3. Proses penentuan keputusan lebih cepat dan sederhana.
4. Lebih praktis diterapkan dalam lingkungan operasional.
5. Analisis data lebih mudah diselesaikan dibanding dengan SWAT yang memerlukan program *conjoint* analisis.

Adapun langkah-langkah pengukuran dengan menggunakan NASA TLX ialah sebagai berikut (Hancock dan Meshkati, 1988):

- a. Pembobotan

Responden diminta untuk memilih salah satu dari dua indikator yang

dirasakan lebih dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaan tersebut. Kuesioner NASA-TLX yang diberikan berupa perbandingan berpasangan. Dari kuesioner ini dihitung jumlah *tally* setiap indikator yang dirasakan paling berpengaruh. Jumlah *tally* menjadi bobot untuk tiap indikator beban mental.

b. Pemberian Rating

Responden diminta memberi *rating* 0 sampai 100 terhadap keenam indikator beban mental. *Rating* yang diberikan adalah subjektif tergantung pada beban mental yang dirasakan. Untuk mendapatkan skor beban mental NASA-TLX, bobot dan *rating* untuk setiap indikator dikalikan kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan 15.

c. Menghitung Nilai Produk

Diperoleh dengan mengalikan *rating* dengan bobot faktor untuk masing-masing deskriptor. Dengan demikian dihasilkan 6 nilai produk untuk 6 indikator (MD, PD, TD, CE, FR, EF). Rumus dapat dilihat pada persamaan 2.2.

$$\text{Produk} = \text{Rating} \times \text{Bobot Kerja} \quad 2.1$$

d. Menghitung *Weighted Workload* (WWL)

Diperoleh dengan menjumlahkan keenam nilai produk, dapat dilihat pada persamaan 2.3.

$$\text{WWL} = \sum \text{produk} \quad 2.2$$

e. Menghitung rata-rata WWL (skor)

Diperoleh dengan membagi WWL dengan jumlah bobot total yaitu 15, rumus perhitungan skor dapat dilihat pada persamaan 2.4.

$$\text{Skor} = (\sum \text{produk}/15) \quad 2.3$$

f. Interpretasi Skor

Dalam teori NASA-TLX, skor beban kerja yang diperoleh dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

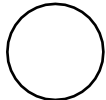
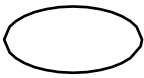
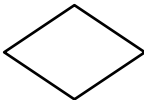
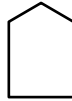
- a. Nilai skor 0-9 menyatakan beban pekerjaan ringan,
- b. Nilai skor 10-29 menyatakan beban pekerjaan sedang,
- c. Nilai skor 30- 49 menyatakan beban pekerjaan cukup tinggi,
- d. Nilai skor 50-79 menyatakan beban pekerjaan tinggi, dan
- e. Nilai skor 80-100 menyatakan beban pekerjaan sangat tinggi





2.4 Fault Tree Analysis (FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) berfungsi untuk melihat reabilitas dari suatu produk dan menunjukkan hubungan sebab akibat diantara suatu kejadian dengan kejadian lain (Anugrah, 2015). FTA adalah model logis dan grafis yang mewakili berbagai kombinasi dari peristiwa yang tidak diinginkan. FTA menggunakan diagram pohon untuk menunjukkan *cause-and-effect* dari peristiwa.

Metode *Fault Tree Analysis* ini efektif dalam menemukan inti permasalahan karena memastikan bahwa suatu kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang ditimbulkan tidak berasal pada satu titik kegagalan. *Fault Tree Analysis* mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana (Ferdiana, 2015). Dalam pembuatan FTA memiliki aturan dan simbol masing-masing. Simbol-simbol FTA dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Simbol - simbol FTA

Simbol	Keterangan
	Peristiwa dasar
	Peristiwa pengaruh keadaan
	Peristiwa belum berkembang
	Peristiwa eksternal

	Kotak kesalahan
	Dan
	Atau
	Eksklusif atau

Sumber: (Anugrah, 2015)

2.5 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini, kerangka diawali dengan menganalisis penelitian terdahulu yang berhubungan dengan beban kerja.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1.	Lina Dianati Fathimahhayati, Lilis Anggrainy, dan Willy Tambunan (2019)	Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental pada Operator <i>Contact Center</i> (Studi Kasus: PT. XYZ Samarinda)	<i>Cardiovascular Load</i> dan NASA-TLX	Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban kerja fisik operator <i>contact center</i> termasuk kategori ringan, sedangkan untuk beban kerja mentalnya dalam kategori sedang. Rekomendasi perbaikan yang diberikan yakni: melakukan cara duduk yang benar, melakukan perbaikan tata letak AC agar lingkungan kerja menjadi nyaman dan menggunakan kursi kerja ergonomis. Selain itu perlu dibangun hubungan yang baik yaitu dengan memahami gaya komunikasi antar pekerja agar tidak terjadi kesalahpahaman, melakukan perayaan kecil, olahraga atau rekreasi bersama, dan mengadakan Training ESQ untuk menyeimbangkan emosi dan kecerdasan.
2.	Eko Puji Susanto (2018)	Analisis Pengukuran Beban kerja Fisik dan Mental Pekerja UKM Tahu	<i>Cardiovascular Load</i> dan <i>Rating Scale Mental Effort</i> (RSME)	Hasil penelitian mengungkapkan bahwa beban kerja fisik pada pekerja di UKM Tahu masuk dalam kategori tidak perlu dilakukan perbaikan. Usulan yang diberikan yaitu dilakukan penambahan tenaga kerja untuk

				proses pemotongan tahu untuk mengurangi beban kerja fisik pekerja, mengurangi beban kerja mental yaitu dengan penambahan musik di area produksi tahu.
3.	Yoga Dwi Prasetya (2016)	Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental untuk Mengurangi Tingkat Kelelahan Pekerja di CV. Sumber Jaya Furniture	Cardiovascular Load dan NASA-TLX	Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa operator yang menerima beban kerja fisik terberat dan memerlukan perbaikan adalah operator mesin 3. Sedangkan operator yang menerima beban kerja mental terberat adalah operator <i>office</i> . Usulan perbaikan yang diberi yaitu dengan design kursi pada proses mesin 3, dan pemberian musik pada operator <i>office</i> .
4.	Erni Krisnaningsih, Khaerul Anwar, Saleh Dwiyatno (2019)	Pengukuran Beban Kerja Mental Operator Control Room Menggunakan Metode Subjective Workload Assesment Technique (SWAT) di PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk	Subjective Workload Assesment Technique (SWAT)	Penelitian ini memakai metode SWAT untuk mengukur beban kerja mental. Penelitian dilakukan dengan cara pengamatan dan wawancara secara langsung oleh karyawan bagian <i>Dinas Raw Material Handling</i> , selanjutnya karyawan diminta untuk mengurutkan 27 lembar kartu SWAT yang terdiri dari <i>time effort</i> dan <i>stress</i> (T.E.S). Berdasarkan perhitungan beban kerja mental karyawan, faktor yang paling berpengaruh adalah faktor <i>time</i> , diikuti faktor <i>effort</i> dan <i>stress</i> . Untuk penelitian selanjutnya jumlah responden agar lebih besar sehingga memberikan hasil lebih valid pada penelitian kognitif ini.
5.	Peter Hoonakker, Pascale Carayon, Ayse P. Gurses, Roger Brown, Adjhaporn Khunlertkit, Kerry Mcguire and James M. Walker (2011)	Measuring workload of ICU nurses with a questionnaire survey: the NASA Task Load Index (TLX)	NASA Task Load Index (NASA-TLX)	Hasil menunjukkan bahwa di antara instrumen berbasis operator, NASA-TLX adalah kuesioner yang paling andal dan valid untuk mengukur beban kerja dan juga NASA-TLX dapat digunakan dalam pengaturan perawatan kesehatan. Manajer rumah sakit dan ICU dapat memanfaatkan hasil penelitian ini karena memberikan data <i>benchmark</i> tentang beban kerja yang dialami oleh perawat di berbagai ICU.

6.	M. Sugarindra, M. R. Suryoputro, dan A. I. Permana	<i>Mental workload measurement in operator control room using NASA-TLX</i>	<i>NASA Task Load Index (NASA-TLX)</i>	Berdasarkan perhitungan, terdapat 5 dari 9 unit termasuk dalam kategori beban kerja mental sangat tinggi. Beban kerja mental yang tinggi pada operator di <i>central control room</i> merupakan syarat untuk memiliki akurasi, kewaspadaan dan dapat mengambil keputusan dengan cepat. Terdapat dua faktor utama, yaitu faktor eksternal seperti tempat kerja, alat dan sarana kerja, kondisi kerja, lamanya waktu bekerja, waktu istirahat, shift kerja, serta tanggung jawab terhadap pekerjaan tersebut, kemudian faktor internal seperti (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, status gizi, dan kondisi kesehatan) dan faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan dan kepuasan)
7.	M. Fadli Fachrurrozi	<i>Pengoptimalan Jumlah Operator Dengan Menggunakan Metode Nasa-Tlx Pada Ruang Central Control Room Di PT. Industri Nabati Lestari</i>	<i>NASA Task Load Index (NASA-TLX)</i>	Permasalahan yang terjadi bahwa operator mengalami gejala kurang fokus dalam bekerja dan operator sering sekali melakukan kesalahan dalam mencatat laporan kegiatan produksi pada setiap mesin dalam bekerja. PT. Industri Nabati Lestari bagian produksi memiliki tenaga kerja sebanyak 15 orang dengan pembagian setiap shift 5 orang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa beban kerja mental operator pada PT. Industri Nabati Lestari divisi produksi bagian <i>Central Control Room</i> memiliki rata-rata sekitar 74,99. Tingkat kategori beban kerja mental yang tinggi, sehingga perusahaan disarankan menambah jumlah operator yang sebelum 5 orang menjadi 8 orang
8.	Duris Mala Tafika, Sri Indriani, Sumanto	<i>Analisis Beban Kerja Mental Pegawai PLTU Tanjung Awar-Awar bagian rendal bahan bakar dengan metode Defense Research Agency</i>	<i>Defense Research Agency Workload Scale (DRAWS)</i>	Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode DRAWS diketahui nilai awal rata-rata skor beban kerja yang diperoleh untuk Manager sebesar 70% (kategori <i>Overload</i>), setelah dilakukan penelitian dan perlakuan pemberian musik nilai rata-rata akhir skor beban kerja sebesar

		<p><i>Workload Scale (DRAWS) di Tuban</i></p>		<p>62.50% (pada kategori beban kerja <i>Overload</i>. Sementara untuk Supervisor nilai awal rata-rata skor beban kerja yang diperoleh sebesar 60% (kategori <i>Overload</i>), setelah dilakukan penelitian dan perlakuan pemberian hiburan nilai akhir rata-rata skor beban kerja sebesar 53.50% (pada kategori beban kerja <i>Optimal load</i>. Nilai awal rata-rata skor beban kerja Operator sebesar 68% (kategori <i>Overload</i>), setelah dilakukan penelitian dan perlakuan tambahan jam istirahat nilai akhir rata-rata skor beban kerja sebesar 60.80% (pada kategori beban kerja <i>Overload</i>)</p>
--	--	-----------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------