

BAB II

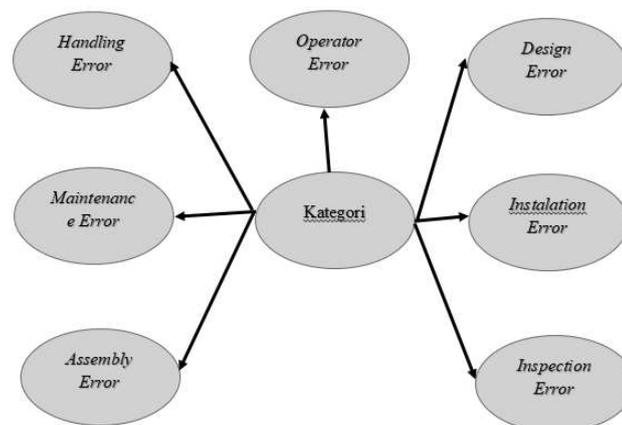
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 *Human Error*

Kesalahan atau *error* yang dilakukan oleh operator dan salah satu penyebab terjadinya yaitu lingkungan yang buruk, tugas yang kompleks, kurangnya prosedur yang tepat, ketidakpedulian operator dan pemilihan maupun pelatihan operator yang kurang baik (Rahman, 2020). Kesalahan pemeliharaan terjadi di lapangan karena kelalaian oleh operator maintenance. Beberapa contoh kesalahan pemeliharaan adalah maintenance yang salah, peralatan yang dikalibrasi salah, dan menerapkan perbaikan yang salah pada titik yang tepat pada peralatan (Efranto & Saputri, 2018). Kesalahan pada perakitan adalah hasil dari kesalahan manusia selama perakitan produk. Beberapa penyebab kesalahan perakitan adalah pencahayaan yang buruk, cetak biru yang buruk dan materi terkalat lainnya, tata letak kerja yang dirancang dengan buruk, dan komunikasi yang buruk terkait informasi. Kesalahan pemasangan terjadi karena berbagai alasan termasuk kegagalan untuk memasang peralatan atau item sesuai spesifikasi pabrikan dan petunjuk pemasangan serta cetak biru yang salah (Zetli, 2021). Kesalahan desain adalah hasil dari desain yang tidak memadai. Beberapa penyebab terjadinya adalah kegagalan untuk memastikan efektivitas kegagalan interaksi orang-mesin untuk mengimplementasikan kebutuhan manusia dalam desain, dan menugaskan

Fungsi yang tidak sesuai untuk manusia. Kesalahan inspeksi adalah hasil dari kurang dari 100% keakuratan personel inspeksi (Ernstsen & Nazir, 2018). Salah satu contoh khas dari kesalahan inspeksi adalah menerima dan menolak komponen dan item yang tidak toleran dan tidak toleran, secara berurutan (Tiara Rahmania et al., 2018). Kesalahan penanganan terjadi karena transportasi atau fasilitas penyimpanan yang tidak tepat. Ada banyak penyebab manusia kesalahan. Beberapa yang umum adalah pelatihan yang buruk atau keterampilan personil, alat kerja yang tidak memadai, motivasi personil yang buruk, prosedur dan prosedur pengoperasian dan pemeliharaan peralatan tertulis yang buruk, tugas yang rumit, tata letak kerja yang buruk, peralatan yang buruk dan desain produk, dan lingkungan dari pekerjaan (yaitu, pencahayaan yang buruk, ruang kerja yang padat tingkat kebisingan yang tinggi, suhu tinggi atau rendah, dan lain-lain.) (Bowo et al., 2020).



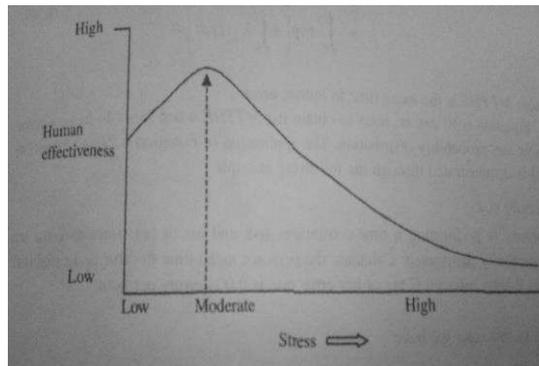
Gambar 2.1 Katagori *Error*

Sumber: (Bowo et al., 2020)

2.1.2 Efektivitas Kinerja Stres Manusia dan Faktor Stres

Penelitian sebelumnya dari (Rofika, 2018) telah mempelajari hubungan antara efektivitas kinerja manusia dan stres. Gambar 2.2 menunjukkan kurva yang

dihasilkan dari upaya mereka. Kurva ini menunjukkan bahwa tingkat stres yang moderat diperlukan untuk meningkatkan efektivitas kinerja manusia hingga maksimumnya. Tingkat moderat dapat diartikan sebagai stres yang cukup tinggi untuk menjaga perhatian individu. Pada tekanan yang sangat rendah, tugas menjadi membosankan dan tidak menantang, oleh karena itu, kebanyakan orang tidak akan bekerja secara efektif dan kinerjanya tidak akan berada pada tingkat optimal (Ambalika Wahyu Basuki et al., 2018). Ketika stres melewati level moderat, efektivitas kinerja manusia mulai menurun. Penurunan ini terutama disebabkan oleh faktor-faktor seperti kekhawatiran, ketakutan, dan jenis stres psikologis lainnya. Pada tingkat stres tertinggi, keandalan manusia berada pada tingkat terendah. Para peneliti telah mencatat sejumlah besar faktor yang dapat meningkatkan stres pada manusia dan pada gilirannya menurunkan keandalan mereka dalam pekerjaan dan lingkungan lainnya (Rahmadanty et al., 2017). Beberapa faktor ini adalah ketidakpuasan dengan pekerjaan, kemungkinan PHK kerja, keahlian yang tidak memadai untuk melakukan tugas, tuntutan yang berlebihan dari atasan, pekerjaan saat ini berada di bawah kemampuan dan pengalaman, tugas yang terbagi dalam jadwal waktu yang sangat ketat, masalah keuangan yang serius, peluang promosi kerja, masalah kesehatan, kesulitan dengan pasangan atau anak-anak, bekerja dengan orang-orang yang memiliki temperamen tak terduga. Gambar Kurva hubungan kinerja dan stres dapat dilihat pada gambar di bawah (A. Agung et al., 2021).



Gambar 2.2 **Kurva Error**
 Sumber: (A. Agung et al., 2021)

2.1.3 Klasifikasi Kesalahan Manusia

Skema klasifikasi kesalahan telah dikembangkan selama bertahun-tahun. Skema klasifikasi yang efektif dapat menjadi nilai dalam mengatur data pada kesalahan manusia dan untuk memberikan wawasan yang berguna ke dalam cara dimana kesalahan yang disebabkan dan bagaimana mereka dapat dicegah (Sari laela kencana, 2019). Selama bertahun-tahun, ada banyak upaya untuk mengembangkan taksonomi praktis kesalahan manusia. Beberapa skema seperti itu untuk mengilustrasikan pemikiran di area tersebut. Menurut (Susilo, 2020) diskrit-aksi Salah satu skema klasifikasi paling sederhana untuk individu, tindakan diskrit yaitu:

1. Kesalahan kelalaian
2. Kesalahan komisi
3. Kesalahan urutan
4. Kesalahan waktu

Kesalahan kelalaian melibatkan kegagalan untuk melakukan sesuatu. Misalnya, seorang tukang listrik tersengat listrik ketika mencoba memposisikan dirinya pada kerangka baja dari gardu listrik. Ada beberapa poin yang harus diputus

untuk mematikan daya sepenuhnya ke gardu, dan dia tampaknya lupa untuk memutuskan salah satu dari mereka (Bake Bin Alatas Ilham, 2020).

Kesalahan komisi melibatkan melakukan tindakan yang salah. Sebagai contoh, seorang mekanik yang duduk di sabuk konveyor memanggil rekannya untuk menekan tombol start dengan ringan untuk mengayunkan sabuk ke depan beberapa inci. Helper kehilangan keseimbangannya sejenak dan menekan tombol cukup keras untuk benar-benar memulai sabuk bergerak dengan kecepatan penuh, bukan hanya berlari ke depan. Mekanik itu ditarik di antara sabuk dan dukungan baja 9 di (23 cm) di atasnya (Bandono Adi, 2018). Kesalahan urutan (benar-benar subkelas kesalahan komisi) terjadi ketika seseorang melakukan beberapa tugas, atau melangkah dalam tugas, keluar dari urutan. Kesalahan waktu (juga merupakan sub class kesalahan komisi) terjadi ketika seseorang gagal melakukan suatu tindakan dalam waktu yang ditentukan, entah melakukan terlalu cepat atau terlalu lambat. Terlalu lama untuk melepaskan tangan seseorang dari benda kerja (Masita Maya, 2017).

2.1.4 Hierarchical Task Analysis (HTA)

Hierarchical Task Analysis (HTA) dikembangkan di *University of Hull* sebagai tanggapan terhadap kebutuhan untuk menganalisis tugas-tugas kompleks (Apriyani Eka, 2019). Pelatihan operator kontrol-proses menjadi masalah karena metode waktu dan gerak analisis tugas, yang awalnya dikembangkan untuk operasi manual berulang rutin yang digunakan dalam industri manufaktur, tidak banyak mendapatkan keadilan untuk keterampilan yang dibutuhkan dalam industri

otomatis modern, melibatkan lebih sedikit aktivitas fisik yang dikombinasikan dengan keterampilan dan pengetahuan kognitif tingkat tinggi di pihak operator (Nurhayati Riselvia, 2017).

Menurut (Ramdahani Erwinda Shanaz, 2019) Alih-alih menganalisis tindakan langkah demi langkah, HTA menganalisis tujuan dan operasi, cara untuk mencapainya. Tugas kompleks dibagi menjadi hierarki operasi dan sub-operasi, mengidentifikasi tugas yang dapat gagal karena desain yang buruk atau kurangnya keahlian, dan melibatkan mendesain ulang tugas atau memberikan pelatihan khusus. Kami mengusulkan solusi yang memungkinkan. Operasi ditentukan oleh kondisi di mana tujuan diaktifkan, yang disebut input, dan cara untuk menggapai tujuan, yang disebut action/tindakan. Indikator dalam mencapai tujuan yang diketahui sebagai feed back/umpan balik (Sitasi et al., 2017). Operasi dapat dibagi menjadi sub-operasi konfigurasi yang digabungkan ke dalam rencana. Ada empat jenis utama rencana. Serangkaian operasi sederhana atau langkah-langkah rutin, serangkaian keputusan bersyarat di mana tindakan yang tepat bergantung pada pola masukan tertentu, dan prosedur pembagian waktu di mana dua tujuan harus dicapai pada saat yang sama. Semua sub-tujuan perlu dicapai, tetapi waktu dan langkah-langkah yang tidak teratur di mana jumlah pesanan tidak relevan (Widharto et al., 2018).

Berdasarkan penelitian terdahulu dari (Setiorini et al., 2019) Operasi dapat diuraikan ke tingkat detail apa pun yang diperlukan oleh tujuan analisis, tetapi aturan umum adalah berhenti ketika probabilitas kegagalan waktu operasi biaya kegagalan (p_{xc}) dapat diterima dan bahwa saran perbaikan untuk kegagalan aktual

atau potensial dapat ditawarkan HTA adalah alat yang sangat mudah yang mampu dipakai dalam berbagai hal ataupun cara, langkah-langkah yang harus terpenuhi dalam pembuatan HTA menurut (Restuputri, 2017).

Langkah 1: Tentukan Tujuan Analisis

HTA tidak hanya merekam sebagaimana tanggungjawab biasanya dilakukan. Ini juga merupakan cara untuk mengidentifikasi penyebab aktual atau potensial dari kegagalan kinerja dan menyarankan perbaikan. Ini dapat berupa mendesain ulang peralatan, mengubah cara tugas dilakukan, atau mengoptimalkan isi dan gaya staf dan pelatihan. Oleh karena itu, hasil HTA akan menjadi laporan yang memberikan jawaban atas pertanyaan awal, misalnya: B. Perubahan desain alat-alat maupun prosedurr operasi, kurikulum pelatihan atau media pelatihan yang direkomendasikan, penilaian risiko / bahaya, dll.

Langkah 2: Tentukan Tujuan Tugas dan Kriteria Kinerja

Manajer, penyelia, pelatih, dan operator perlu menyepakati tujuan, nilai organisasi, dan hasil yang diinginkan. Di atas segalanya, mereka perlu menyepakati standar kinerja yang objektif. Langkah ini bahkan mungkin memerlukan percakapan dan negosiasi yang erat di antara para pemangku kepentingan. Ini karena orang mungkin tidak yakin tentang tujuan, nilai, dan biaya yang dapat diterima, atau mereka mungkin menahan keinginan untuk mengatakan apa yang sebenarnya mereka inginkan.

Langkah 3: Identifikasi Sumber Informasi Tugas

Sebaiknya gunakan Sumber sebanyak mungkin. Ini termasuk pengumpulan seperti gambar dan manual untuk prosedur perawatan dan pengoperasian . Pendapat

pakar dari desainer, manajer, pendidik dan operator. Catatan kinerja pabrik ataupun operator, termasuk data kecelakaan dan perawatan. Observasi langsung dapat mempermudah dengan pengenalan awal serta pembentukan opini, tetapi semakin beragam tanggungjawab dan semakin banyak keterlibatan proses kognitif (sebagai lawan dari kegiatan fisik), semakin berguna mereka sebagai sumber data primer. Jenis kelamin rendah.

Langkah 4: Dapatkan Data dan Draft Dekomposisi Tabel / Diagram

Biasanya yang terbaik adalah memulai dengan tujuan tingkat tinggi dari atas (pertama) dan bertanya secara bergantian bagaimana setiap sub-tujuan tercapai. Bwefuna dalam menanyakan tidak hanya apa yang seharusnya terjadi, tetapi apa yang bisa terjadi, serta di atas segalanya, apa yang salah dan apa yang terjadi pada kegagalan tujuan atau tujuan parsial berikutnya. Tabel dan diagram dekomposisi mampu menunjukkan keseluruhan bagian-bagian tanggungjawab, salah satunya *planning* utama yaitu langkah panjang, aturan keputusann penting, dan banyak tugas. Semua operasi pada tingkat analisis yang sama harus (a) saling eksklusif dan (b) sepenuhnya dilakukan. Menjelaskan operasi tingkat yang lebih tinggi di mana mereka berada.

Langkah 5: Periksa kembali Validitas Dekomposisi Anda dengan Stakeholder

Mengkategorikan aktivitas unik tidaklah mudah, dan pemangku kepentingan perlu yakin bahwa analisisnya konsisten dengan aktual, kendala, serta nilai yang terkait bersama tugas dan konteksnya. Anda mungkin perlu meninjau analisis atau bagian darinya beberapa kali untuk mengatasi ambiguitas. Menetapkan kriteria kinerja yang obyektif terkait dengan tujuan keseluruhan dan bagian operasional

yang penting adalah sangat penting. Ini adalah satu-satunya cara analisis dapat diverifikasi dengan bukti dari masalah yang diidentifikasi dan diselesaikan.

Langkah 6: Identifikasi Operasi Signifikan dalam Terang Tujuan Analisis

Operasi penting adalah operasi yang tidak memenuhi kriteria pxc. Alasan kegagalannya jelas ketika Anda melihat detail prosesnya, tetapi akan berguna untuk melihat kegagalan dalam hal masukan, tindakan dan perencanaan, dan umpan balik. Input dapat secara fisik ambigu. Instrumen yang tidak terbaca atau sulit secara konseptual, misalnya B. Pola kesalahan aktif. Berperilaku dengan benar dapat menimbulkan masalah karena berbagai alasan mulai dari fisik (di luar kendali) hingga konseptual (tidak yakin apa yang harus dilakukan). (Madschen Sia et al., 2019). Rencana tersebut terdiri dari elemen-elemen sederhana, tetapi dapat melibatkan langkah-langkah yang panjang, keputusan yang kompleks, atau perhatian dan usaha yang terbelah antara dua atau lebih persyaratan yang bersamaan. Umpan balik yang penting untuk meningkatkan kinerja dapat menjadi masalah dari jenis masukan persepsi lainnya, tetapi penundaan bisa sangat mengganggu.

Langkah 7: Hasilkan dan Uji Solusi Hipotetis untuk Kinerja

Masalah yang diidentifikasi dalam analisis Setelah mengidentifikasi kemungkinan penyebab kinerja yang tidak memadai, kami menawarkan solusi rasional berdasarkan teori dan praktik terbaik saat ini. Ini mungkin termasuk tugas dan desain peralatan, staf, prosedur atau pelatihan, dan bentuk dukungan lainnya, tergantung pada tujuan analitis yang ditetapkan pada Langkah 1. Biasanya jenis solusi. B. Perubahan atau perubahan desain perangkat adalah hal yang wajar, tetapi

analisis harus ingat bahwa mereka akan menunjukkan solusi alternatif yang mungkin menawarkan manfaat.

Menurut (Widharto et al., 2018) Langkah-langkah dalam pembuatan diagram *Hierarchical Task Analysis* (HTA) adalah:

1. Pendeskripsian Ulang Proses

Sangat penting untuk mereformasi proses yang sedang berjalan sehingga informasi yang didapatkan akan ditampilkan pada diagram HTA sesuai dengan kondisi kerja yang sebenarnya. Untuk mencegah deskripsi pekerjaan di HTA menjadi terlalu rumit, tempatkan diagram yang dijelaskan dalam diagram terpisah untuk lebih memahami hubungan antara elemen individu pekerjaan. Aturan untuk menyusun HTA ke dalam bagan terpisah adalah sebagai berikut:

- a. Skenario Pekerjaan berbeda

Anda dapat memisahkan dua pekerjaan, bahkan jika mereka memiliki tujuan yang sama dan setiap item pekerjaan paralel.

- b. Menggunakan Mesin/Peralatan yang Sama

Ketentuan ini dapat digambarkan. Artinya, Anda dapat merencanakan operasi dan pemeliharaan atau pekerjaan perbaikan menggunakan mesin yang sama pada diagram yang berbeda. Hal ini dimaksudkan untuk interaksi manusia-mesin dalam pekerjaan operasi untuk mengoperasikan mesin, sedangkan interaksi manusia-mesin adalah pekerjaan pemeliharaan atau perbaikan menggunakan mesin.

- c. Aktivitas yang Sama tapi di kerjakan oleh operator yang Berbeda

Diagram HTA dalam aktivitas ini dapat dipisah jika interaksi antar operator yang bekerja tersebut sedikit.

2. *Stopping Rules* (aturan untuk berhenti)

Dengan menulis ulang proses, informasi yang didapat digambarkan dalam diagram HTA sesuai dengan situasi aktual di mana pekerjaan dilakukan. Namun, tergantung pada apa yang Anda analisis, Anda mungkin perlu membatasi informasi yang tersedia dan Anda tidak perlu membuat daftar semua posisi HTA. Tergantung pada topik utama yang dibahas, ada batasan kedalaman dan fokus diskusi. Aturan ini, yang disebut aturan berhenti, tidak berarti bahwa Anda harus berhenti bekerja, tetapi membatasi pekerjaan yang dijelaskan dalam HTA tergantung pada subjek masalahnya.

3. *Plan* (Rencana)

Rencananya adalah deskripsi hubungan antara setiap pekerjaan yang dikonfigurasi dalam HTA. Misalnya, jika item pekerjaan 1.2 terdiri dari tiga sub-item pekerjaan (1.2.1, 1.2.2, 1.2.3), rencana 1.2 menjelaskan hubungan antara tiga sub-item. Setiap rencana yang dibuat harus memenuhi setidaknya satu dari beberapa jenis hubungan untuk setiap pekerjaan, tetapi masih dapat dipecah menjadi beberapa item pekerjaan.

- a. Hubungan linier sederhana atau aliran proses linier
- b. Urutan linier dalam beberapa kondisi, Item pekerjaan berikut dapat dilakukan ketika kondisi tertentu dari item pekerjaan sebelumnya terpenuhi.
- c. Daftar pekerjaan bebas, maksudnya, pekerja bebas menentukan apa yang harus dilakukan terlebih dahulu.

- d. Pilihan bersyarat atau bebas, artinya operator bebas memilih apa yang akan dilakukan setelah melakukan pekerjaan sebelumnya.
- e. *Loop* daya terus menerus, hubungan ini menjelaskan bahwa jika kondisi tertentu terpenuhi, tugas berikutnya akan dilanjutkan.
- f. *Continual Attainment Looping*, contoh hubungan ini adalah memantau dan mengendalikan pekerjaan yang berjalan paralel dengan pekerjaan lain pada waktu tertentu.
- g. Tugas simultan, sebuah ikatan yang menjelaskan bahwa seorang operator harus menjalankan dua atau lebih pekerjaan pada waktu yang sama.

2.1.5 Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA)

Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA) ditemukan Embrey sebagai cara dalam memprediksi kesalahan manusia. Ini menganalisis tugas dan menunjukkan kemungkinan solusi untuk kesalahan dengan cara yang terstruktur. Teknik ini berdasarkan pada klasifikasi kesalahan manusia dan, dalam bentuk aslinya, mengidentifikasi mekanisme psikologis yang terkait dengan kesalahan tersebut. Secara umum, sebagian besar metode prediksi kesalahan manusia memiliki dua masalah utama. Isu pertama terkait dengan beberapa kemungkinan (keandalan di antara analisis) (Bake Bin Alatas Ilham, 2020). SHERPA awalnya dikembangkan untuk membantu orang dalam proses industri (energi konvensional dan nuklir, pemrosesan petrokimia, minyak, gas, pembangkit listrik, dll.). Contoh penerapan SHERPA yang digunakan dalam prosedur pengisian tangki klorin yang ditemukan oleh Kirwas (Tiara Rahmania et al., 2018).

Metode SHERPA menganalisa kesalahan operator/pekerja dan tersusun dari tanya jawab umum, hanya saja yang memmbedakan kesalahan yang sama pada setiap tahapan analisis tanggungjawab pekerjaan. Tahapan-tahapan proses yang dilakukan dalam mengaplikasian metode SHERPA adalah:

1. Terapkan analisa task ke dalam task yang akan diselidiki.
2. Identifikasi *error* yang potensial terjadi dari masing-masing *task level* dasar.
3. Identifikasi konsekuensi *error* dan task berikutnya yang dapat mengantisipasi apabila terjadi *error*
4. Tabulasikan *error-error* tersebut ke dalam tabel SHERPA

Menurut (Rahman, 2020) Prosedur yang akan dilakukan ketika menggunakan metode SHERPA, yaitu sebagai berikut:

1. *Hierarchical Task Analysis* (HTA)

Langkah awal dalam memakai metode SHERPA dalam analisis kesalahan manusia yaitu menyusun semua uraian pekerjaan menjadi diagram HTA kemudian kegiatan yang dianalisis sangat detail dan sistematis. Informasi tentang HTA dicantumkan di bagian sebelumnya..

2. Klasifikasi Pekerjaan

Setiap uraian pekerjaan pasti sudah dijelaskan didalam diagram HTA kemudian di bagi lagi menjadi beberapa jenis kesalahan . Ada beberapa tipe *error* yang digunakan dalam metode SHERPA yaitu:

- a. *Action* (tindakan)

Misalnya; memencet tombol, memencet saklar, membuka pintu

- b. *Retrieval* (perolehan ataupun pencarian)

misalnya: mendapatkan informasi dari layar atau dengancara manual lewat kertas

c. *Checking* (pemeriksaan)

Misalnya; melakukan suatu prosedur untuk pemeriksaan

d. *Selection* (pemilihan)

Misalnya; memilih satu alternatif di antara beberapa alternatif yang ada

e. *Information* (informasi)

Misalnya; komunikasi dengan orang lain.

3. Identifikasi *Human Error*

Tabel 2.1 Identifikasi *Human Error*

	Action Errors	Checking Errors	Retrieval Errors	Communication Errors	Selection Errors				
A1	Operation too long/short	C1	Check omitted	R1	Information not obtained	I1	Information not communicated	S1	Selection omitted
A2	Operation mistimed	C2	Check incomplete	R2	Wrong information obtained	I2	Wrong information communicated	S2	Wrong selection made
A3	Operation in wrong direction	C3	Right check on wrong object	R3	Information retrieval incomplete	I3	Information communication incomplete		
A4	Operation too little/much	C4	Wrong check on right object						
A5	Misalign	C5	Check mistimed						
A6	Righ operation on wrong object	C6	Wrong check on wrong object						
A7	Wrong operation on right object								
A8	Operation omitted								
A9	Operation incomplete								
A10	Wrong operation on wrong object								

Sumber: (Rahman, 2020)

Prosedur identifikasi *error* adalah dengan menyusun uraian pekerjaan yang sudah diklasifikasikan didalam beberapa tipe *error* di tahap sebelumnya sesuai kategori yang cocok.

4. Analisis Konsekuensi

Pada tahap ini, ada daftar hasil yang paling mungkin terjadi jika pekerjaan yang dilakukan oleh operator termasuk dalam tipe kesalahan . Hasilnya dapat mempengaruhi orang, mesin, perangkat, dan lingkungan, dan dapat mempengaruhi seluruh sistem kerja jika terjadi kesalahan manusia. Jika hasil diurutkan dari risiko tinggi ke risiko rendah, Anda dapat secara opsional menyertakan beberapa daftar dalam daftar hasil jenis pekerjaan.

5. Analisis Pemulihan

Pemulihan dalam hal ini menuju pada sikap/tindakan yang mampu diambil dalam perbaikan kesalahan. Secara umum, kolom pemulihan menunjukkan apakah operator masih bekerja atau sedang menjalankan tugas lain untuk mencoba memulihkan dari kesalahan yang terjadi. Pekerjaan yang dilakukan oleh operator juga merupakan kesimpulan dari daftar hasil yang dilakukan pada kolom sebelumnya. Jika Anda tidak membutuhkannya, Anda dapat menulis kata "tidak ada" dan menyesuaikannya dengan minat pribadi Anda..

6. Penilaian Probabilitas *Error* Ordinal

Nilai probabilitas ordinal yang digunakan untuk metode SHERPA yaitu rendah, sedang, atau tinggi. Aturan untuk analisis probabilitas kesalahan ordinal di sebuah metode SHERPA dapat ditentukan sebagai berikut.

- a. sebuah. Jika item pekerjaan yang dianalisis tidak cacat, kemungkinan cacat normal rendah dan diberi label L (rendah).
- b. ketika kesalahan dalam item pekerjaan yang sedang dianalisis terjadi sesaat sebelumnya tetapi jarang terjadi, probabilitas kesalahan memiliki ordinal sedang dan ditandai dengan M (sedang).
- c. Selama waktu ini, jika kesalahan dalam item pekerjaan yang sedang dianalisis sering terjadi sesaat sebelumnya, jumlah probabilitas kesalahan yang ordinal tinggi dan ditandai dengan H (tinggi). Probabilitas kesalahan pesanan dievaluasi didasarkan data historis. Kesalahan operator/pekerja untuk item pekerjaan yang dianalisis dan/atau wawancara terhadap orang yang ahli di bidang ini (B. Manajer yang bertanggung jawab).

7. Analisis Tingkat Kritis

Jika kesalahan yang dihasilkan signifikan (misalnya, jika ada kerugian yang susah untuk bisa diterima), item pekerjaan yang dianalisis harus ditandai sebagai item pekerjaan kritis. Karakter yang dipakai untuk menunjukkan bahwa kesalahan pada item pekerjaan yang dianalisis adalah fatal yaitu tanda seru (!), dan tanda hubung (-) digunakan untuk kesalahan yang tidak fatal. Tingkat kesalahan kritis untuk item pekerjaan dapat diukur dengan dampaknya pada rantai manufaktur, peralatan, proses, produk, atau operator yang melakukan pekerjaan

8. Langkah atau strategi dalam Memperbaiki *Error*

Langkah selanjutnya untuk pendekatan SHERPA yaitu mengembangkan rancangan strategis dan tindakan yang perlu diambil dalam mengurangi sebuah

kesalahan. Empat kategori utama Secara umum, strategi yang dikembangkan yaitu:

- a. Peralatan, contohnya; memodifikasi ataupun mendesain ulang alat/*tool* yang digunakan sebelumnya.
- b. Pelatihan seperti mempersiapkan materi pelatihan yang lebih efektif untuk mendapatkan hasil yang lebih memuaskan.
- c. Prosedur. Contohnya ; merancang sebuah SOP baru, memperbaiki prosedur lama, serta merancang prosedur baru. Artinya, organisasi, seperti
- d. Perubahan kebijakan dan manajemen organisasi serta perubahan budaya organisasi.

2.1.6 *Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)*

HEART merupakan sebuah teknik yang dipakai dalam sebuah bidang *human reliability assessment* (HRA), Untuk tujuan menilai kemungkinan kesalahan manusia yang terjadi ketika melaksanakan tugas-tugas tertentu (Ramdahani Erwinda Shanaz, 2019). Dari langkah-langkah analisis tersebut kemudian dapat diambil untuk mengurangi kemungkinan kesalahan yang terjadi dalam suatu sistem dan karena itu mengarah pada peningkatan tingkat keamanan keseluruhan. Ada tiga alasan utama untuk melakukan HRA yaitu 1. identifikasi kesalahan 2. kuantifikasi kesalahan 3. pengurangan kesalahan Karena ada sejumlah teknik yang digunakan untuk tujuan tersebut, mereka dapat dibagi menjadi satu dari dua klasifikasi: 1. teknik generasi pertama 2. teknik generasi kedua. Teknik generasi pertama bekerja atas dasar dikotomi sederhana dari 'cocok / tidak cocok' dalam pencocokan situasi kesalahan dalam konteks dengan identifikasi kesalahan terkait dan kuantifikasi dan

teknik generasi kedua lebih didasarkan pada teori dalam penilaian dan kuantifikasi kesalahan. Teknik-teknik HRA telah digunakan dalam berbagai industri termasuk sektor kesehatan, teknik, nuklir, transportasi dan bisnis; setiap teknik memiliki berbagai kegunaan dalam berbagai disiplin ilmu.

Menurut (Masita Maya, 2017) Untuk menentukan nilai HEP menggunakan metode HEART:

1. Identifikasi semua jenis pekerjaan yang akan dilakukan operator. Hal ini dapat dilakukan dengan mengamati, mewawancarai, dan merekam deskripsi pekerjaan operator sehingga peneliti memiliki pemahaman yang lengkap tentang tugas/tanggungjawab yang harus dilakukan oleh operator.
2. Kategorikan disetiap item pekerjaan ke dalam salah satu dari delapan kategori dalam tabel GenericTaskType (GTT). Disetiap item pekerjaan yang diklasifikasikan harus sama persis. Oleh karna itu, Anda perlu berbicara langsung dengan atasan Anda atau seseorang dengan pengalaman profesional. Selain itu, Anda dapat menyesuaikan probabilitas kesalahan manusia nominal berdasarkan wawancara dengan atasan Anda..

Tabel 2.2 *Generic Task Type dan Nominal Human Error Probability*

<i>Type</i>	<i>Generic Task Type</i>	<i>Nominal Human Error Probability</i>
A	Benar-benar asing; dikerjakan dengan kecepatan tinggi tanpa adanya pemikiran tentang kemungkinan terjadinya konsekuensi.	0,55
B	Mengubah atau mengembalikan sistem pada keadaan yang baru dan dilakukan dengan usaha sendiri tanpa adanya supervisi atau prosedur.	0,26
C	Pekerjaan bersifat kompleks sehingga membutuhkan tingkat kemampuan dan perhatian yang tinggi.	0,16
D	Pekerjaan sederhana yang dilakukan dengan cepat dan perhatian yang sedikit.	0,09
E	Rutin; sering dikerjakan; pekerjaan yang dilakukan membutuhkan tingkat kemampuan yang relatif rendah.	0,02
F	Mengubah atau mengembalikan sistem pada keadaan yang baru dengan mengikuti beberapa prosedur; dengan beberapa pemeriksaan	0,003
G	Sepenuhnya dikenali; dirancang dengan baik; sering dikerjakan; tugas rutin terjadi beberapa kali per jam; dilakukan untuk standar tertinggi dengan sangat termotivasi; personil sangat terlatih dan berpengalaman; terdapat waktu untuk memperbaiki kesalahan potensial; tetapi tanpa alat bantu kerja yang signifikan	0,0004
H	Merespon perintah sistem dengan tepat bahkan ketika ada tambahan atau sistem pengawasan otomatis yang disediakan untuk menghasilkan interpretasi yang akurat tentang keadaan sistem.	0,00002

Sumber: (Masita Maya, 2017)

- Identifikasi *Error Producing Conditions* (EPCs) sesuai dengan skenario yang ada di tabel HEART EPCs.

EPCs merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tingkat kegagalan kerja operator atau dalam istilah yang lain disebut dengan *Performance Shaping Factors* (PSFs).

Tabel 2.3 Error Producing Conditions (EPCs)

No	<i>Error Producing Conditions (EPCs)</i>	Nilai Efek Maksimum yang Dapat Mempengaruhi HEP
Kategori I		
1	Kondisi yang tidak biasa (jarang terjadi atau baru) namun penting	17
2	Kurangnya waktu yang tersedia bagi operator untuk melakukan deteksi dan perbaikan kegagalan	11
3	Kurangnya tanda peringatan yang mengidentifikasi munculnya gangguan dalam pekerjaan	10
4	Adanya upaya menekan atau mengutamakan informasi atau adanya peralatan yang memudahkan dalam mengakses suatu informasi	9
5	Tidak ada saran untuk menyampaikan informasi spesial dan fungsional untuk operator dalam format yang dengan mudah dipahami operator tersebut	8
6	Adanya ketidaksesuaian antara model yang terdapat pada operator dengan yang diimajinasikan oleh perancang	8
7	Tidak ada prosedur yang jelas dalam memperbaiki kesalahan kerja yang tidak disengaja	8
8	Informasi yang diterima berlebihan	6
9	Dibutuhkan teknik (cara) yang berbeda dari biasanya dalam melakukan pekerjaan	6
10	Perlu adanya transfer pengetahuan tertentu dalam setiap pekerjaan yang dilakukan, namun tanpa adanya informasi yang hilang atau berkurang	5,5

Sumber: (Masita Maya, 2017)

Tabel 2.4 EPCs

No	<i>Error Producing Conditions (EPCs)</i>	Nilai Efek Maksimum yang Dapat Mempengaruhi HEP
11	Ambiguitas dalam standar performansi yang diberikan (batasan standar performansi tidak jelas)	5
12	Adanya ketidaksesuaian antara persepsi terhadap resiko dengan resiko nyata yang terjadi	4
13	Feedback dari sistem buruk, ambigu, atau tidak sesuai dengan yang diharapkan	4
14	Tindakan yang dimaksudkan untuk mengontrol pekerjaan yang dilakukan tidak jelas dan terlambat	4
15	Operator tidak berpengalaman (operator yang telah memenuhi syarat dalam melakukan pekerjaannya, tapi belum tergolong ahli)	3
16	Kesesuaian informasi yang diinginkan yang disampaikan dalam prosedur dan interaksi antarpekerja buruk	3
17	Pemeriksaan secara independen terhadap <i>output</i> (hasil) sedikit atau mungkin tidak diperiksa	3
Kategori II		
18	Ada konflik yang terjadi mengenai tujuan jangka pendek dan tujuan jangka panjang	2,5
19	Informasi yang diterima tidak seragam sehingga mempersulit proses pemeriksaan	2,5
20	Tingkat pendidikan operator tidak sesuai dengan kebutuhan kerja yang seharusnya	2
21	Ada pemberian insentif kepada operator untuk melakukan prosedur kerja lain yang lebih berbahaya	2
22	Sedikit waktu yang diberikan untuk melatih pikiran dan tubuh pada saat melakukan pekerjaan	1,8
23	Peralatan tidak andal (dengan penilaian langsung)	1,6
24	Diperlukan adanya tenaga yang lebih ahli dari operator yang biasa melakukan pekerjaannya	1,6
25	Alokasi tugas dan tanggung jawab tidak jelas	1,6
26	Tidak ada cara yang jelas untuk menjaga atau meningkatkan pengawasan selama melakukan pekerjaan	1,4

Sumber: (Masita Maya, 2017)

Nilai EPC yang tercantum pada Tabel 2.3 didasarkan pada hasil eksperimen tentang dampak faktor-faktor tersebut terhadap kinerja manusia di tempat kerja. Aturan untuk menentukan EPC adalah bahwa perbandingan nilai efek terhadap kemungkinan kesalahan manusia tidak memadai, sehingga faktor Kategori II dapat digunakan jika semua faktor Kategori I dipertimbangkan. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan teknik penilaian ahli saat menentukan EPC yang dapat mempengaruhi HEP. Oleh karena itu, keputusan untuk memutuskan EPC mana yang akan digunakan dalam proses kuantifikasi menggunakan metode HEART harus didasarkan pada tahap kritis pekerjaan dan operator yang melakukan pekerjaan tersebut.

4. Menentukan proporsi efek atau Assessed Proportion of Effect (APOE) dan menghitung besarnya nilai Assessed Effect (AE) dari setiap EPCs yang telah diidentifikasi.

Nilai Assessed Effect (AE) ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$AE_i = ((\text{Max. Effect}-1) \times \text{APOE}) + 1 \quad \dots\dots\dots\text{Rumus 2.1}$$

Keterangan:

- a. $i = AE$ ke i
- b. Nilai Max. Effect diperoleh dari Tabel 3.3
- c. Nilai APOE ditentukan dengan menggunakan expert judgement, yaitu dengan mewawancarai pihak-pihak yang memiliki pengalaman dengan pekerjaan yang dianalisis. B. Pengawas terkait.

Evaluasi dengan cara ini adalah satu-satunya metode yang dapat digunakan, dan tidak ada panduan yang jelas tentang metode lain yang lebih objektif dalam

literatur yang membahas metode HEART. Nilai APOE maksimum untuk setiap EPC adalah 1, dan total APOE untuk semua EPC tidak harus 1.

5. Menghitung total nilai AE

Total nilai AE dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Total AE} = \text{AE1} \times \text{AE2} \times \text{AE3} \times \dots \times \text{AEn} \quad \dots\dots\dots\text{Rumus 2.2}$$

Dimana n adalah banyaknya AE yang diidentifikasi sebagai faktor EPCs.

6. Melakukan perhitungan nilai *Human Error Probability* (HEP)

Nilai HEP dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{HEP} = \text{Nominal HEP} \times \text{Total AE} \quad \dots\dots\dots\text{Rumus 2.3}$$

Keterangan:

- a. HEP = Human Error Probability
 - b. Nominal HEP = Nilai nominal HEP yang diperoleh dari Tabel GTT pada langkah ke-2.
- Total AE = Hasil perhitungan yang diperoleh di langkah ke-5.

2.2 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

1	Nama Peneliti	(Bowo et al., 2020) DOI: 10.12716/1001. 14.03.30
	Judul Penelitian	A Modified HEART – 4M Method with TOPSIS for Analyzing Indonesia Collision Accidents
	Metode Analisi	HEART
	Hasil Penelitian	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode HEART – 4M agar lebih komprehensif dan objektif dalam menilai kecelakaan laut. Pertama, parameter tugas generik ditentukan seperti pada metode HEART konvensional. Kedua, faktor penyebab diubah menjadi EPC – 4M yang sesuai, dan ada empat faktor klasifikasi untuk 38 EPC standar, yang dibagi menjadi faktor manusia, mesin, media, dan manajemen. Ketiga, TOPSIS diterapkan untuk

		menangani masalah saling ketergantungan dan interaksi antara EPC – 4M dan ketidakpastian yang ada dalam penilaian asesor. Pengaruh proporsi masing-masing EPC – 4M ditentukan melalui TOPSIS dengan mempertimbangkan korelasi antara EPC – 4M. Terakhir, tiga belas data tabrakan yang diperoleh dari Komite Nasional Keselamatan dan Transportasi Indonesia dinilai menerapkan metode yang diusulkan.
2	Nama Peneliti	(Susilo, 2020)
	Judul Penelitian	Human Error Identification In Bus Driver Work Using Sherpa And Heart
	Metode Analisi	HEART dan HEP
	Hasil Penelitian	Berdasarkan hasil perhitungan nilai Human Error Probability diketahui nilai HEP tertinggi adalah kendaraan tidak berjalan sesuai dengan ketentuan kecepatan yang telah ditetapkan yaitu sebesar 0,375. Selanjutnya adalah tidak mencatat atau lupa mencatat kerusakan yang terjadi selama perjalanan dengan nilai 0,21. Tidak memeriksa perlengkapan Bus dengan nilai HEP 0,19, tidak melaporkan ketika ada masalah di jalan dengan nilai HEP 0,18 dan tidak putus untuk persiapan keberangkatan selanjutnya dengan nilai HEP 0,15.
3	Nama Peneliti	(Ambalika Wahyu Basuki et al., 2018) ISSN No. 2581 - 2653
	Judul Penelitian	Analisis Human Error terhadap penggunaan Peralatan Komunikasi dan Navigasi Kapal Sebagai Penyebab Kecelakaan Kerja
	Metode Analisi	HEART dan SHERPA
	Hasil Penelitian	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi kesalahan manusia, mengurangi kesalahan, dan memberikan beberapa analisis aktivitas bongkar muat peti kemas yang dilakukan oleh OHMC dengan menggunakan metode SHERPA. SHERPA adalah metode untuk menganalisis terjadinya kesalahan manusia dengan menggunakan input hierarki tugas di tingkat dasar. Hasil studi job load and unload secara full TL menunjukkan bahwa terdapat 55 tugas dan 4 item pekerjaan dengan probabilitas kesalahan “tinggi”. Strategi perbaikan adalah pengendalian manajemen.
4	Nama Peneliti	(Agung et al., 2021) p-ISSN: 2086 – 2628 e-ISSN: 2745 - 5629
	Judul Penelitian	Analisis Human Error terhadap penggunaan Peralatan Komunikasi dan Navigasi Kapal Sebagai Penyebab Kecelakaan Kerja
	Metode Analisi	HEART dan SHERPA

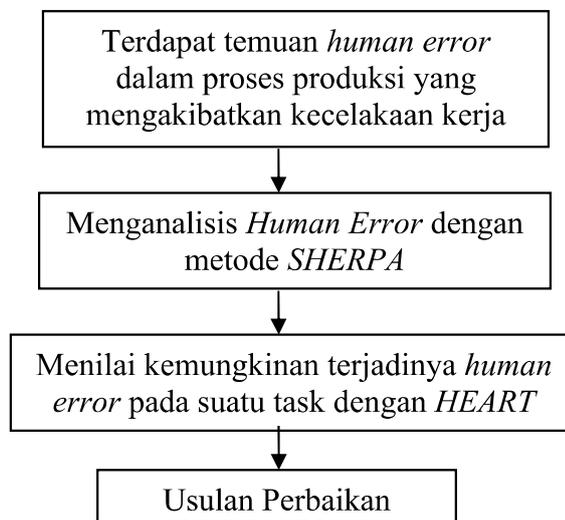
	Hasil Penelitian	Singkatnya, faktor kesalahan manusia seperti kelelahan, stres, dan ketegangan fisik yang mengganggu konsentrasi dianggap mempengaruhi keselamatan tempat kerja. Di sisi lain, kesalahan pengambilan keputusan, kesalahan berdasarkan kemampuan, kesalahpahaman, dan pelanggaran juga diklasifikasikan sebagai kesalahan manusia. Ini juga dikategorikan dan berkontribusi pada kecelakaan kerja yang mengarah ke reruntuhan..
5	Nama Peneliti	(Ramadhan et al., 2017) ISSN: 978-602-73672-1-0
	Judul Penelitian	Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)
	Metode Analisi	HEART
	Hasil Penelitian	Hasil dari penelitian ini adalah terdapat 15 potensi bahaya kecelakaan kerja yang ada di section marking cutting. Kemudian untuk risk level pada 33ierarchy risiko terdapat 4 kategori risiko, yaitu risiko ekstrim, tinggi, sedang, dan rendah. Terdapat 2 proses pekerjaan yang dikategorikan sebagai risiko ekstrim, sedangkan risiko tinggi dan risiko sedang masing-masing terdapat 6 proses pekerjaan, dan hanya 1 proses pekerjaan yang masuk kategori risiko rendah. Sedangkan pengendalian risikonya menggunakan metode 33ierarch pengendalian (33ierarchy of control), yaitu: eliminasi, substitusi, rekayasa (engineering), administrative, dan APD.
6	Nama Peneliti	(Ernstsen & Nazir, 2018) DOI: 10.12716/1001.12.01.05
	Judul Penelitian	Human Error in Pilotage Operations
	Metode Analisi	HEART
	Hasil Penelitian	Ini menjelaskan perhatian pada penelitian untuk mengurangi kesalahan manusia. Studi saat ini menggunakan pengurangan kesalahan manusia yang sistematis dan pendekatan prediksi (SHERPA) untuk menjelaskan jenis kesalahan dan perbaikan kesalahan yang terlihat dalam operasi pemanduan. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan wawancara dan observasi. Analisis tugas hierarkis dilakukan dan 55 tugas dianalisis menggunakan SHERPA. Temuan menunjukkan bahwa kesalahan komunikasi dan penghilangan tindakan paling sering terjadi rentan terhadap kesalahan manusia dalam operasi pilotage. Implikasi praktis dan teoritis dari hasil dibahas
7	Nama Peneliti	(Anggun Rofika, 2017) ISSN: 2301-8046 / 2540-7872
	Judul Penelitian	Identifikasi Bahaya Dan Penilaian Risiko Operator Mesin Gerinda
	Metode Analisi	HEART

	Hasil Penelitian	Penilaian risiko untuk tahap tugas dengan tingkat rendah yaitu 6 deskripsi error yang berarti risiko dapat diterima dan tidak ada tindakan yang diperlukan, risiko sedang yaitu 31 deskripsi error yang berarti lebih waspada dan tindakan perbaikan dianjurkan jika biaya efektif dan risiko tinggi sebanyak 12 deskripsi error yang berarti risiko diwaspadai dan ada tindakan yang diperlukan untuk mengendalikan risikonya.
8	Nama Peneliti	(Rahmadanty et al., 2019) ISSN No. 2581 - 1770
	Judul Penelitian	Analisis Probabilitas Human Error Pada Pekerjaan Pengelasan Mig Dengan Metode Spar-H
	Metode Analisi	HEART
	Hasil Penelitian	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kemungkinan terjadinya human error pada proses pengelasan MIG menggunakan metode standardisasi plant analysis risk human reliability assessment. Penilaian probabilitas kesalahan manusia menggunakan metode SPAR-H bertujuan untuk mengidentifikasi skor HEP tertinggi dan faktor ketergantungan. Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan metode SPAR-H, nilai HEP tertinggi adalah pada saat menggunakan safety welder dan helm las, nilai HEP sebesar 0,54778, dan ketergantungan dengan probabilitas kesalahan yang tinggi sangat tergantung. koefisien. Nilai ditemukan dalam langkah-langkah pembersihan area sekitar las dan pemilihan kawat.
9	Nama Peneliti	(Zetli, 2021) P-ISSN 2407-781x, e-ISSN 2655.2655
	Judul Penelitian	Analiisis Human Error Dengann Pendekatan metode Sherpa dan Heart Pada Produksi batu bata diUKM Yasin
	Metode Analisi	SHERPA DAN HEART
	Hasil Peneliitian	Temuan rekomendasi yang di perlukan dalam mengurangi cacat pada proses pembuatan batu bata menggunakan metode SHERPA adalah melaksanakan inspeksi yang cermat serta teratur pada setiap proses dan melatih pekerja secara berkala. Probabilitas kesalahan untuk setiap pekerjaan dalam pembuatan batu bata dengan menggunakan metode HEART. Di sini, nilai nominal untuk probabilitas kesalahan manusia maksimum adalah 0,16. Proses-proses yang dapat menyebabkan human error pada proses pembuatan batubata diUKM Yasin memiliki nilai Human Error Probability (HEP) tertinggi sebesar 0,544 yang terdapat dalam proses pembakaran batu bata.

Sumber: Data penelitian, 2022

2.3 Kerangka Berfikir

Kerangka pemikiran pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis terjadinya *human error* yang dilakukan dengan menggunakan metode *sherpa* dan *heart* yang bermanfaat untuk mengurangi kecelakaan kerja di area produksi pada PT Duta Logistik Asia. Berdasarkan tinjauan landasan teori, maka dapat disusun kerangka pemikiran sebagai berikut:



Gambar 2.3 Kerangka Berfikir
Sumber: Data penelitian, 2022