

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Objek dan Waktu Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah proses penggilingan padi yang berlangsung pada unit produksi pengolahan beras. Fokus penelitian diarahkan pada identifikasi serta analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang muncul dalam setiap tahapan proses produksi. Proses penggilingan padi yang dikaji mencerminkan aktivitas operasional yang memiliki potensi bahaya bagi pekerja maupun lingkungan kerja. Oleh karena itu, penelitian ini menitikberatkan pada aktivitas yang secara langsung berkaitan dengan penggunaan mesin dan interaksi tenaga kerja. Pemilihan objek ini dilakukan agar hasil penelitian dapat memberikan gambaran nyata mengenai kondisi risiko K3 di industri penggilingan padi.

Tahapan proses yang menjadi objek analisis terdiri dari empat bagian utama, yaitu *cleaning*, *husking*, *separating*, dan *polishing*. Proses *cleaning* merupakan tahap awal yang bertujuan untuk membersihkan gabah dari kotoran seperti debu, batu, dan benda asing lainnya. Selanjutnya, proses *husking* dilakukan untuk memisahkan kulit gabah sehingga menghasilkan beras pecah kulit. Tahap *separating* bertujuan untuk memisahkan beras pecah kulit dengan gabah yang belum terkupas secara sempurna. Terakhir, proses *polishing* dilakukan untuk meningkatkan kualitas beras dengan cara menghaluskan permukaan beras agar tampak lebih bersih dan mengkilap.

Setiap tahapan dalam proses penggilingan padi tersebut memiliki potensi risiko K3 yang berbeda, baik dari aspek mekanis, fisik, maupun lingkungan kerja. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) untuk mengidentifikasi serta menilai tingkat risiko yang ada. Selain itu, digunakan pula simulasi Monte Carlo untuk memodelkan ketidakpastian dan memperkirakan kemungkinan terjadinya risiko secara lebih akurat. Kombinasi kedua metode ini diharapkan mampu menghasilkan model analisis risiko yang

komprehensif. Dengan demikian, hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan terkait pengendalian risiko di lingkungan kerja.

Waktu penelitian dilaksanakan selama satu bulan yang mencakup seluruh rangkaian kegiatan penelitian dari awal hingga akhir. Kegiatan penelitian meliputi observasi langsung di lapangan, identifikasi potensi bahaya, serta pengumpulan data yang relevan. Selain itu, dilakukan pula pengolahan data menggunakan metode HIRARC dan simulasi Monte Carlo. Penentuan waktu satu bulan disesuaikan dengan kebutuhan untuk memperoleh data yang cukup dan representatif. Dengan demikian, penelitian tetap dapat menggambarkan kondisi operasional secara umum.

Namun demikian, data observasi selama satu bulan tidak digunakan sebagai satu-satunya dasar dalam membangun distribusi probabilitas. Keterbatasan data empiris diatasi dengan menggunakan metode estimasi pakar. Wawancara dilakukan kepada pekerja berpengalaman dan pihak manajemen untuk memperoleh penilaian risiko. Estimasi meliputi nilai optimis, most likely, dan pesimis pada skala tertentu. Pendekatan ini digunakan agar parameter probabilitas yang dihasilkan lebih representatif terhadap kondisi nyata.

3.2. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan tujuan menganalisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada proses penggilingan padi melalui integrasi metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) dan simulasi Monte Carlo. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi nyata potensi bahaya yang terdapat pada aktivitas kerja, sedangkan pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur tingkat risiko serta memodelkan ketidakpastian risiko secara probabilistik. Secara metodologis, penggunaan metode HIRARC dalam praktik industri sering kali menghadapi keterbatasan karena proses penilaian risiko masih bergantung pada persepsi dan penilaian subjektif,

khususnya dalam menentukan nilai *likelihood* dan *severity*. Kondisi tersebut menyebabkan hasil penilaian risiko cenderung bersifat statis serta kurang mampu merepresentasikan variasi kondisi operasional yang dinamis di lingkungan produksi. Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan simulasi Monte Carlo sebagai pendekatan kuantitatif untuk memodelkan ketidakpastian risiko melalui distribusi probabilitas sehingga hasil analisis dapat menggambarkan variasi kemungkinan risiko yang lebih representatif.

Integrasi metode ini mencerminkan pendekatan khas Teknik Industri yang menekankan pada pemodelan sistem, analisis probabilistik, serta pengambilan keputusan berbasis data. Secara konseptual, penelitian diawali dengan observasi proses produksi untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap tahapan kerja. Selanjutnya dilakukan penilaian risiko menggunakan metode HIRARC untuk memperoleh nilai *likelihood* dan *severity* sebagai dasar analisis risiko. Penentuan nilai tersebut mempertimbangkan kondisi operasional yang diamati selama proses produksi, seperti kapasitas produksi, durasi kerja, serta kepatuhan penggunaan alat pelindung diri (APD), karena faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi kemungkinan terjadinya risiko maupun tingkat keparahan dampaknya. Nilai *likelihood* dan *severity* yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai *input* simulasi Monte Carlo untuk menghasilkan distribusi probabilitas tingkat risiko yang lebih representatif terhadap kondisi operasional nyata.

Penelitian dilaksanakan di PT. MDP sebagai objek penelitian dengan fokus pada aktivitas produksi penggilingan padi yang meliputi proses *cleaning*, *husking*, *separating*, dan *polishing*. PT. MDP merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan dan penggilingan padi menjadi produk beras dengan kapasitas produksi sebesar 4 ton per hari dan didukung oleh 7 orang pekerja yang terlibat secara langsung dalam aktivitas operasional produksi. Sistem operasional perusahaan dilaksanakan setiap hari menyesuaikan target produksi dan proses pengolahan yang berlangsung di area produksi. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada karakteristik proses produksi yang menggunakan mesin dan melibatkan interaksi langsung antara pekerja dengan

peralatan kerja sehingga memiliki potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja (K3), seperti paparan debu, kebisingan, kontak dengan komponen mesin bergerak, serta kondisi lingkungan kerja yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja. Kondisi tersebut menjadikan PT. MDP relevan sebagai lokasi penelitian untuk dilakukan analisis risiko K3 secara sistematis, terukur, dan berbasis pendekatan kuantitatif.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan analisis risiko yang tidak hanya menunjukkan tingkat risiko secara tunggal, tetapi juga menggambarkan distribusi kemungkinan risiko pada berbagai kondisi operasional. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas pengendalian risiko secara lebih objektif dan terukur sehingga mendukung pengambilan keputusan dalam peningkatan keselamatan kerja pada proses penggilingan padi. Selain itu, pendekatan integrasi metode HIRARC dan simulasi Monte Carlo diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan analisis risiko berbasis simulasi pada bidang industri.

3.3. Identifikasi Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini disusun berdasarkan pendekatan pemodelan sistem dan simulasi, sehingga terdiri dari parameter *input*, variabel antara (*intermediate*), variabel respon (*output*), serta variabel pendukung yang saling berkaitan dalam proses analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Parameter input dalam penelitian ini adalah nilai *likelihood* (kemungkinan terjadinya risiko) dan *severity* (tingkat keparahan dampak) yang diperoleh melalui metode HIRARC. Kedua parameter tersebut menjadi komponen utama dalam proses penilaian risiko karena menentukan besarnya tingkat risiko pada setiap aktivitas kerja. Nilai *likelihood* menggambarkan frekuensi potensi bahaya yang dapat terjadi dalam suatu proses kerja tertentu. Sementara itu, *severity* menunjukkan tingkat dampak atau konsekuensi yang ditimbulkan apabila risiko tersebut benar-benar terjadi. Dengan demikian,

kedua parameter ini menjadi dasar utama dalam pembentukan model analisis risiko berbasis simulasi.

Selain parameter *input*, terdapat variabel respon (*output*) yang menjadi hasil utama dari penelitian ini, yaitu tingkat risiko K3. Tingkat risiko diperoleh dari hasil kombinasi nilai *likelihood* dan *severity* pada setiap aktivitas kerja yang kemudian dikembangkan menggunakan pendekatan simulasi Monte Carlo. Variabel respon ini tidak hanya merepresentasikan nilai risiko secara deterministik, tetapi juga dalam bentuk distribusi probabilitas. Oleh karena itu, hasil simulasi Monte Carlo berupa distribusi probabilitas risiko menjadi bagian penting dari variabel respon. Pendekatan ini memberikan gambaran yang lebih realistis terhadap kemungkinan variasi risiko yang dapat terjadi dalam kondisi operasional yang dinamis. Dengan demikian, variabel respon mencerminkan tingkat ketidakpastian risiko secara kuantitatif.

Penelitian ini juga melibatkan variabel antara (*intermediate variable*) yang berperan sebagai penghubung antara parameter *input* dan variabel respon, yaitu nilai risiko awal hasil perhitungan metode HIRARC. Variabel ini diperoleh dari pengolahan nilai *likelihood* dan *severity* sebelum dilakukan simulasi Monte Carlo. Nilai risiko awal tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam pembentukan distribusi probabilitas pada tahap simulasi. Keberadaan variabel antara ini sangat penting karena menjadi titik integrasi antara pendekatan deterministik dan probabilistik. Tanpa adanya variabel ini, proses pengembangan model simulasi tidak dapat dilakukan secara sistematis. Oleh karena itu, variabel antara memiliki peran kunci dalam alur penelitian.

Selain itu, penelitian ini juga melibatkan variabel pendukung yang berfungsi untuk memberikan konteks terhadap kondisi nyata di lapangan. Variabel pendukung meliputi jenis aktivitas kerja pada proses penggilingan padi yang terdiri dari *cleaning*, *husking*, *separating*, dan *polishing*. Setiap tahapan memiliki karakteristik serta potensi bahaya yang berbeda sehingga memengaruhi nilai *likelihood* dan *severity*. Variabel ini digunakan sebagai dasar dalam proses identifikasi bahaya dan pengelompokan risiko. Dengan

mempertimbangkan variabel pendukung, analisis risiko menjadi lebih representatif terhadap kondisi operasional sebenarnya.

Variabel pendukung lainnya meliputi kondisi lingkungan kerja, penggunaan mesin, serta interaksi antara pekerja dengan peralatan produksi. Kondisi lingkungan kerja mencakup faktor seperti kebisingan, debu, suhu, dan pencahayaan yang dapat memengaruhi tingkat keselamatan kerja. Penggunaan mesin dalam proses penggilingan padi memiliki potensi bahaya mekanis yang signifikan. Sementara itu, interaksi antara tenaga kerja dengan mesin dan lingkungan kerja dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja. Meskipun variabel ini tidak dimasukkan secara langsung ke dalam model matematis, keberadaannya sangat memengaruhi penentuan parameter *input*. Dengan demikian, variabel pendukung memberikan kontribusi penting dalam memperkuat validitas analisis penelitian.

Secara keseluruhan, hubungan antar komponen dalam penelitian ini menunjukkan bahwa parameter input berupa *likelihood* dan *severity* akan memengaruhi variabel antara yaitu nilai risiko awal, yang selanjutnya menentukan variabel respon berupa tingkat risiko K3 hasil simulasi Monte Carlo. Variabel pendukung berperan dalam memberikan konteks serta memperjelas kondisi yang memengaruhi parameter utama. Dengan struktur variabel yang sistematis, penelitian ini dapat dilakukan secara lebih terarah dan terukur. Selain itu, identifikasi variabel yang tepat juga memudahkan dalam proses pengolahan serta interpretasi data. Oleh karena itu, penyusunan variabel dalam penelitian ini dirancang untuk mendukung pengembangan model analisis risiko yang komprehensif dan berbasis kuantitatif.

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang akurat dan relevan terkait potensi risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada proses penggilingan padi. Teknik pengumpulan data disesuaikan dengan kebutuhan analisis menggunakan metode HIRARC dan simulasi Monte Carlo. Data yang dikumpulkan berupa data primer yang

diperoleh secara langsung dari lapangan melalui observasi, wawancara, dan pengisian *checklist* HIRARC. Proses pengumpulan data dilakukan secara sistematis agar hasil yang diperoleh dapat mendukung proses identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta pembentukan parameter analisis secara objektif. Dengan demikian, teknik pengumpulan data menjadi tahap penting dalam menunjang keberhasilan penelitian.

Observasi lapangan dilakukan dengan cara mengamati secara langsung aktivitas kerja pada proses penggilingan padi yang meliputi tahapan *cleaning*, *husking*, *separating*, dan *polishing*. Melalui observasi ini, peneliti mengidentifikasi potensi bahaya yang muncul dari interaksi antara pekerja, mesin, dan lingkungan kerja. Observasi juga dilakukan untuk memahami alur proses produksi serta kondisi aktual di lapangan. Selain itu, peneliti mencatat berbagai temuan yang berkaitan dengan potensi risiko K3 pada setiap tahapan proses. Dengan melakukan observasi secara langsung, data yang diperoleh diharapkan mampu menggambarkan kondisi nyata proses kerja.

Wawancara dilakukan sebagai teknik pengumpulan data untuk memperoleh informasi yang lebih mendalam mengenai kondisi operasional dan risiko kerja pada proses penggilingan padi. Wawancara menggunakan pendekatan *expert judgement* dan dilakukan kepada satu orang informan yang dipilih secara *purposive* berdasarkan pengalaman, keterlibatan, serta pemahamannya terhadap aktivitas produksi di area penggilingan padi. Informasi yang dikumpulkan meliputi potensi bahaya yang sering terjadi, kondisi kerja, serta penilaian terhadap tingkat kemungkinan terjadinya risiko (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampak (*severity*). Hasil wawancara digunakan sebagai dasar dalam proses penilaian risiko menggunakan metode HIRARC serta menjadi acuan dalam pembentukan parameter probabilitas pada simulasi Monte Carlo. Penggunaan pendekatan *expert judgement* dilakukan karena penelitian berfokus pada kualitas penilaian berdasarkan pengalaman operasional, bukan pada jumlah responden.

Pengisian *checklist* HIRARC dilakukan untuk mengidentifikasi bahaya serta menilai tingkat risiko secara sistematis pada setiap aktivitas kerja.

Checklist memuat potensi bahaya, nilai *likelihood*, nilai *severity*, dan kategori tingkat risiko. Pengisian *checklist* dilakukan berdasarkan hasil observasi dan hasil wawancara yang telah dilakukan sebelumnya. Data hasil penilaian risiko tersebut kemudian digunakan sebagai dasar analisis HIRARC dan selanjutnya menjadi *input* dalam simulasi Monte Carlo. Pada tahap simulasi, nilai *likelihood* dan *severity* tidak diperlakukan sebagai nilai tetap, tetapi digunakan sebagai dasar pembentukan distribusi probabilitas untuk menggambarkan kemungkinan variasi tingkat risiko yang dapat terjadi pada kondisi operasional. Dengan demikian, proses pengumpulan data tidak hanya menghasilkan identifikasi risiko, tetapi juga mendukung analisis probabilistik yang lebih representatif terhadap kondisi nyata di lapangan.

3.5. Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Teknik pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini dilakukan untuk mengubah data yang telah dikumpulkan menjadi informasi yang bermakna dalam pengembangan model analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Proses ini dilakukan secara bertahap dengan mengintegrasikan *metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) dan simulasi Monte Carlo. Data yang diperoleh dari hasil observasi, wawancara, dan *checklist* HIRARC diolah untuk menghasilkan nilai *likelihood* dan *severity* sebagai dasar analisis risiko. Selanjutnya, data tersebut dikembangkan melalui pendekatan probabilistik menggunakan simulasi Monte Carlo untuk menggambarkan ketidakpastian risiko. Dengan demikian, teknik pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini dirancang secara sistematis untuk menghasilkan model analisis risiko yang komprehensif dan berbasis kuantitatif.

Tahapan pengolahan dan analisis data terdiri dari beberapa langkah utama yang saling berkaitan dan dilakukan secara berurutan. Setiap tahapan memiliki tujuan tertentu dalam mendukung proses integrasi analisis risiko. Tahapan tersebut meliputi identifikasi bahaya, pembangunan distribusi probabilitas, eksekusi simulasi Monte Carlo, dan perumusan *risk control*.

Masing-masing tahapan dilakukan dengan pendekatan yang sesuai dengan karakteristik data yang diperoleh di lapangan. Dengan adanya tahapan yang terstruktur, proses analisis menjadi lebih sistematis dan mudah dipahami.

3.5.1. Tahap Identifikasi Bahaya

Tahap identifikasi bahaya merupakan langkah awal dalam proses analisis risiko yang bertujuan untuk mengidentifikasi seluruh potensi bahaya yang terdapat pada setiap aktivitas kerja dalam proses penggilingan padi. Identifikasi dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan pekerja, serta pengisian *checklist* HIRARC. Pada tahap ini, peneliti mengelompokkan potensi bahaya berdasarkan jenisnya, seperti bahaya mekanis, fisik, dan lingkungan kerja. Setiap potensi bahaya dianalisis berdasarkan aktivitas kerja pada tahapan *cleaning*, *husking*, *separating*, dan *polishing*. Dengan demikian, identifikasi bahaya dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan tidak ada potensi risiko yang terlewatkan.

Setelah potensi bahaya teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *likelihood* dan *severity* untuk masing-masing bahaya. Penentuan nilai *likelihood* dilakukan dengan mempertimbangkan frekuensi terjadinya bahaya berdasarkan pengalaman pekerja dan kondisi operasional. Sementara itu, nilai *severity* ditentukan berdasarkan tingkat dampak yang ditimbulkan apabila bahaya tersebut terjadi. Penilaian ini dilakukan dengan mengacu pada standar penilaian risiko yang digunakan dalam metode HIRARC. Hasil dari tahap ini berupa daftar potensi bahaya beserta nilai *likelihood*, *severity*, dan tingkat risiko awal. Data ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam tahap analisis selanjutnya.

3.5.2. Tahap Pembangunan Distribusi Probabilitas

Tahap pembangunan distribusi probabilitas dilakukan untuk mengatasi keterbatasan metode HIRARC yang bersifat deterministik. Pada tahap ini, nilai *likelihood* dan *severity* yang telah diperoleh

sebelumnya dikembangkan menjadi bentuk distribusi probabilitas. Distribusi probabilitas digunakan untuk menggambarkan kemungkinan variasi nilai risiko yang dapat terjadi dalam kondisi operasional yang berbeda. Pendekatan ini memungkinkan analisis risiko menjadi lebih fleksibel dan adaptif terhadap ketidakpastian. Dengan demikian, tahap ini bertujuan untuk mengubah data statis menjadi data yang bersifat dinamis dan probabilistik.

Pemilihan jenis distribusi dilakukan berdasarkan karakteristik data serta pendekatan yang sesuai dalam simulasi Monte Carlo. Peneliti mempertimbangkan bentuk distribusi yang mampu merepresentasikan kondisi nyata di lapangan. Selain itu, kesesuaian distribusi dengan jenis data menjadi faktor utama dalam proses pemilihan. Distribusi yang dipilih harus mampu menggambarkan variasi kemungkinan nilai secara logis. Oleh karena itu, pemilihan distribusi menjadi langkah penting dalam memastikan akurasi hasil simulasi.

Dalam proses pembangunan distribusi probabilitas, peneliti menentukan parameter distribusi seperti nilai minimum, maksimum, dan rata-rata dari data yang diperoleh. Parameter tersebut digunakan untuk membentuk fungsi distribusi yang merepresentasikan kemungkinan terjadinya nilai *likelihood* dan *severity*. Selain itu, dilakukan pula validasi terhadap distribusi yang digunakan agar sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Proses validasi ini bertujuan untuk meningkatkan keandalan model yang digunakan. Dengan demikian, hasil simulasi Monte Carlo dapat mencerminkan kondisi operasional yang sebenarnya.

Dalam penelitian ini, pembangunan distribusi probabilitas dilakukan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* sebagai alat utama. Parameter distribusi berupa nilai minimum (*min*), nilai paling sering terjadi (*mode*), dan nilai maksimum (*max*) digunakan untuk membentuk distribusi triangular. Distribusi tersebut dipilih karena mampu merepresentasikan kondisi ketidakpastian berdasarkan hasil observasi dan pertimbangan pakar di lapangan. Implementasi distribusi

ini digunakan sebagai dasar dalam proses pembangkitan bilangan acak pada tahap simulasi Monte Carlo. Selanjutnya, hasil distribusi dapat dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS untuk mendukung validasi dan interpretasi data.

3.5.3. Tahap Eksekusi Simulasi Monte Carlo

Tahap eksekusi simulasi Monte Carlo dilakukan untuk memodelkan ketidakpastian risiko dengan cara melakukan simulasi secara berulang menggunakan distribusi probabilitas yang telah dibangun. Pada tahap ini, nilai *likelihood* dan *severity* dihasilkan secara acak berdasarkan distribusi probabilitas yang telah ditentukan sebelumnya. Simulasi dilakukan dalam jumlah iterasi tertentu untuk menghasilkan variasi kemungkinan nilai risiko. Semakin banyak jumlah iterasi yang dilakukan, maka hasil simulasi akan semakin mendekati kondisi probabilistik yang sebenarnya. Dengan demikian, simulasi Monte Carlo digunakan untuk menghasilkan estimasi risiko yang lebih akurat dan representatif.

Hasil dari simulasi Monte Carlo berupa distribusi nilai risiko yang menunjukkan kemungkinan tingkat risiko yang dapat terjadi. Data hasil simulasi kemudian dianalisis untuk mengetahui nilai rata-rata, nilai maksimum, serta tingkat probabilitas dari setiap kategori risiko. Analisis ini digunakan untuk menentukan tingkat prioritas dalam pengendalian risiko. Selain itu, hasil simulasi juga memberikan gambaran mengenai tingkat ketidakpastian yang terdapat dalam proses produksi. Dengan demikian, tahap ini menjadi bagian penting dalam pengembangan model analisis risiko berbasis probabilistik.

3.5.4. Tahap Perumusan *Risk Control*

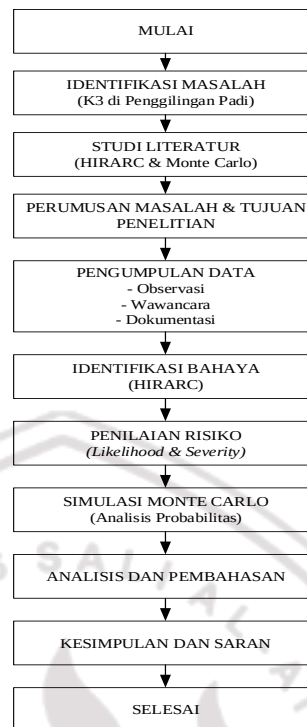
Tahap perumusan *risk control* dilakukan berdasarkan hasil analisis risiko yang telah diperoleh dari metode HIRARC dan simulasi Monte Carlo. Pada tahap ini, peneliti menyusun rekomendasi

pengendalian risiko untuk setiap potensi bahaya yang telah diidentifikasi. Pengendalian risiko dilakukan dengan mengacu pada hierarki pengendalian risiko, yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administrasi, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Setiap rekomendasi disesuaikan dengan tingkat risiko yang dihasilkan dari analisis sebelumnya. Dengan demikian, pengendalian risiko yang dirumuskan bersifat sistematis dan berbasis data.

Selain itu, hasil simulasi Monte Carlo digunakan untuk menentukan prioritas pengendalian risiko berdasarkan tingkat probabilitas dan dampak yang dihasilkan. Risiko dengan tingkat probabilitas tinggi dan dampak besar akan menjadi prioritas utama dalam pengendalian. Rekomendasi yang dihasilkan diharapkan mampu mengurangi tingkat risiko serta meningkatkan keselamatan kerja pada proses penggilingan padi. Tahap ini juga bertujuan untuk memberikan solusi praktis yang dapat diterapkan oleh perusahaan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan analisis, tetapi juga memberikan kontribusi nyata dalam upaya peningkatan K3 di lingkungan kerja.

3.6. Diagram Penelitian

Diagram alir penelitian digunakan untuk menggambarkan tahapan pelaksanaan penelitian secara sistematis mulai dari identifikasi potensi bahaya hingga analisis risiko menggunakan metode HIRARC dan simulasi Monte Carlo. Diagram ini bertujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap alur penelitian yang dilakukan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 .



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Sumber: Disusun oleh peneliti (2026)

Berdasarkan diagram alir tersebut, maka tahapan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah merupakan langkah awal yang dilakukan untuk memahami kondisi aktual terkait penerapan keselamatan dan kesehatan kerja pada proses penggilingan padi. Pada tahap ini dilakukan observasi awal guna mengidentifikasi potensi bahaya yang berisiko menimbulkan kecelakaan kerja. Permasalahan yang teridentifikasi kemudian dirumuskan secara sistematis sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian. Proses identifikasi ini bertujuan untuk menentukan fokus penelitian agar lebih terarah dan relevan dengan kondisi lapangan. Dengan demikian, penelitian yang dilakukan diharapkan mampu memberikan solusi yang tepat terhadap permasalahan yang ada.

2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teoritis yang mendukung pelaksanaan penelitian. Sumber literatur yang digunakan meliputi buku referensi, jurnal ilmiah, serta penelitian terdahulu yang relevan dengan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) dan simulasi Monte Carlo. Tahap ini bertujuan untuk memahami konsep, prinsip, serta pendekatan analisis yang digunakan dalam penelitian. Selain itu, studi literatur juga berperan dalam menyusun kerangka pemikiran yang sistematis. Dengan adanya landasan teori yang kuat, hasil penelitian diharapkan memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang tinggi.

3. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Perumusan masalah dilakukan berdasarkan hasil identifikasi permasalahan yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Permasalahan dirumuskan secara spesifik dan terarah agar dapat dianalisis secara mendalam. Selanjutnya, ditetapkan tujuan penelitian yang berfungsi sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian. Tujuan tersebut disusun untuk memberikan solusi terhadap permasalahan yang telah dirumuskan. Kejelasan perumusan masalah dan tujuan penelitian sangat penting untuk menjaga konsistensi alur penelitian. Dengan demikian, penelitian dapat dilaksanakan secara sistematis dan terstruktur.

4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam proses analisis. Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi langsung di lokasi penelitian, wawancara dengan pihak terkait, serta dokumentasi aktivitas kerja. Data yang dikumpulkan mencakup informasi mengenai proses kerja, potensi bahaya, serta kondisi lingkungan kerja. Tahap ini memiliki peranan penting karena kualitas data yang diperoleh akan mempengaruhi hasil analisis. Oleh karena itu, data yang

dikumpulkan harus bersifat akurat, relevan, dan representatif terhadap kondisi sebenarnya di lapangan.

5. Identifikasi Bahaya (HIRARC)

Identifikasi bahaya dilakukan menggunakan metode HIRARC untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang terdapat pada setiap aktivitas kerja. Proses ini melibatkan pengamatan terhadap setiap tahapan kerja guna menemukan sumber bahaya yang berpotensi menimbulkan risiko. Bahaya yang teridentifikasi kemudian dicatat dan diklasifikasikan berdasarkan jenisnya. Tahap ini merupakan dasar dalam proses analisis risiko yang akan dilakukan pada tahap berikutnya. Dengan identifikasi yang sistematis, potensi bahaya dapat dikenali secara lebih komprehensif.

6. Penilaian Risiko (*Likelihood* dan *Severity*)

Penilaian risiko dilakukan untuk menentukan tingkat risiko dari setiap potensi bahaya yang telah diidentifikasi. Penilaian ini didasarkan pada dua parameter utama, yaitu *likelihood* yang menggambarkan tingkat kemungkinan terjadinya risiko, serta *severity* yang menunjukkan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan. Nilai dari kedua parameter tersebut kemudian dikombinasikan untuk memperoleh tingkat risiko. Hasil penilaian digunakan untuk mengelompokkan risiko ke dalam kategori tertentu, seperti rendah, sedang, dan tinggi. Tahap ini bertujuan untuk menentukan prioritas dalam pengendalian risiko.

7. Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo digunakan sebagai pendekatan kuantitatif untuk menganalisis ketidakpastian dalam penilaian risiko. Metode ini dilakukan dengan melakukan simulasi berulang menggunakan distribusi probabilitas dari data yang telah diperoleh. Hasil simulasi memberikan gambaran mengenai kemungkinan terjadinya risiko secara lebih komprehensif. Dengan demikian, analisis risiko tidak hanya bersifat deterministik, tetapi juga mempertimbangkan variasi

kemungkinan yang dapat terjadi. Penggunaan metode ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi dalam pengambilan keputusan terkait pengendalian risiko.

8. Analisis dan Pembahasan

Tahap analisis dan pembahasan dilakukan dengan menginterpretasikan hasil yang diperoleh dari proses identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta simulasi Monte Carlo. Data yang telah diolah dianalisis untuk mengetahui faktor-faktor penyebab utama terjadinya risiko. Selain itu, dilakukan evaluasi terhadap tingkat risiko dan dampaknya terhadap keselamatan kerja. Hasil analisis kemudian dibahas secara sistematis untuk memberikan pemahaman yang mendalam. Tahap ini bertujuan untuk merumuskan solusi yang efektif dalam upaya meminimalkan risiko yang ada.

9. Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan yang disusun berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan. Kesimpulan bertujuan untuk menjawab tujuan penelitian secara ringkas dan jelas. Selain itu, disusun pula saran yang bersifat konstruktif sebagai rekomendasi untuk perbaikan di masa yang akan datang. Saran yang diberikan diharapkan dapat menjadi acuan dalam meningkatkan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi baik secara teoritis maupun praktis.