

PENERAPAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN PERANCANGAN SISTEM PAKAR (*EXPERT SYSTEM*) PADA GUDANG GULOMANTUNG PT. SEMEN INDONESIA LOGISTIK

Irayanti Adriant, Wahyuni
Program Studi Manajemen Logistik
Sekolah Tinggi Manajemen Logistik Indonesia

ABSTRAK

Manajemen Risiko menjadi hal yang sangat penting untuk diperhatikan oleh semua perusahaan. Risiko yang tidak dikendalikan dengan baik berpotensi akan merugikan bagi perusahaan. PT. Semen Indonesia Logistik sebagai salah satu produsen semen di Indonesia memiliki permasalahan dalam manajemen risikonya yaitu belum adanya analisis risiko yang terjadi dalam proses produksi. Permasalahan lain bahwa para pegawai di perusahaan ini juga belum memiliki pengetahuan yang cukup mengenai mitigasi risiko. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko yang terjadi pada proses produksi di PT. Semen Indonesia Logistik dan melengkapi dengan sistem pakar untuk proses mitigasi risiko tersebut. Penelitian dilakukan dengan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Data dikumpulkan dengan menggunakan kuisioner untuk mengumpulkan data mengenai *occurrence, severity dan detection* setiap risiko yang sudah diidentifikasi. Hasil penelitian diperoleh bahwa risiko yang memiliki nilai *Risk Priority* terbesar adalah kenaikan biaya pengiriman. Penelitian ini juga menghasilkan rancangan *expert system* untuk membantu pekerja dalam proses mitigasi risiko.

Kata kunci: Manajemen Risiko, FMEA, Expert System, Mitigasi Risiko

1. Latar Belakang

Dalam meningkatkan kualitas dan mempertahankan eksistensi suatu perusahaan di tengah persaingan yang semakin ketat diperlukan adanya proses pengembangan sistem yang baik. Dengan adanya sistem yang baik, maka perusahaan dapat lebih mudah untuk mengontrol atau meminimalkan terjadinya risiko. Menurut Bramantyo (2006: 13), risiko adalah sebuah ketidakpastian yang telah diketahui tingkat probabilitas kejadiannya. Pengertian lain, dan sering digunakan oleh kebanyakan orang, risiko adalah ketidakpastian yang bisa dikuantitaskan yang dapat menyebabkan kerugian atau kehilangan. Hanafi (2006: 18), mendefinisikan manajemen risiko pada organisasi adalah suatu sistem pengelolaan risiko yang dihadapi oleh organisasi secara komprehensif untuk meningkatkan nilai perusahaan.

PT. Semen Indonesia Logistik (SILOG) merupakan bagian dari PT. Semen Indonesia yang telah berpengalaman dalam bidang logistik dan rantai pasok. Dalam proses pendistribusian barang,

PT. SILOG membagi wilayah Jawa Timur menjadi dua area, yaitu area 1 (satu) yang berpusat di kota Gresik dan area 5 (lima) yang berpusat di kota Madiun. Gudang Gulomantung sendiri merupakan pusat dari area 1 (satu) yang mengekspansi produk semen Gresik ke beberapa kota diantaranya, Surabaya, Mojokerto, dan Sidoarjo.

Sejalan dengan perkembangan perusahaan dalam memperluas usahanya, perusahaan harus dapat mengestimasi kemungkinan terjadinya peristiwa dan kejadian yang berisiko menghambat rencana dan aktivitas bisnis tersebut, khususnya pada bagian proses operasional gudang. Melihat dimana gudang Gulomantung merupakan pusat aktivitas pada area 1 (satu) dan akan dijadikan sebagai gudang percontohan oleh pihak perusahaan, maka dibutuhkan adanya perhatian khusus dalam proses operasional gudang untuk mencegah timbulnya risiko. Tetapi pada kenyataannya, manajemen risiko belum diterapkan secara optimal pada gudang Gulomantung tersebut dikarenakan masih seringnya keterlambatan pengiriman semen kepada pelanggan dan masih adanya 6000 sak semen yang membatu.

Permasalahan lain yang terjadi adalah keterlambatan keputusan dalam menanggulangi kegagalan proses yang terjadi di dalam gudang Gulomantung. Hal ini disebabkan para operator seringkali menunggu kehadiran manajer dalam mengidentifikasi kegagalan proses yang terjadi sehingga banyak waktu yang terbuang sia-sia. Dengan perencanaan manajemen risiko dan sistem yang baik, perusahaan dapat mencegah atau setidaknya meminimalkan peluang terjadinya kegagalan proses pada operasional gudang Gulomantung, seperti mengurangi risiko bertambahnya jumlah sak semen yang membatu dan diharapkan dapat memberikan penanggulangan masalah secara tepat dan cepat.

Metode analisis risiko yang telah banyak digunakan adalah *Failure Modes and Affect Analysis (FMEA)*. *Failure Modes and Affect Analysis (FMEA)* sebagai salah satu metode analisis risiko yang paling efektif, telah diadopsi secara luas di berbagai bidang untuk meningkatkan keamanan dan keandalan sistem (Wang, 2018). Menurut Lo (2018) *Failure mode and effect analysis (FMEA)* adalah teknik manajemen risiko ke depan yang digunakan di berbagai industri untuk mempromosikan keandalan dan keamanan produk, proses, struktur, sistem, dan layanan.

2. Studi Pustaka

Risiko merupakan suatu hal yang tidak terpisahkan dari kehidupan, bahkan ada orang yang mengatakan bahwa tidak ada hidup tanpa risiko, terlebih lagi dalam dunia bisnis dimana

ketidakpastian beserta risikonya merupakan sesuatu yang tidak dapat diabaikan begitu saja, melainkan harus diperhatikan secara cermat bila menginginkan kesuksesan.

Menurut Bramantyo (2006: 13), risiko adalah sebuah ketidakpastian yang telah diketahui tingkat probabilitas kejadiannya. Pengertian lain, dan sering digunakan oleh kebanyakan orang, risiko adalah ketidakpastian yang bisa dikuantitaskan yang dapat menyebabkan kerugian atau kehilangan. Hal ini didukung pendapat Djojosoedarso (1999), bahwa risiko mempunyai karakteristik : a) merupakan ketidakpastian atas terjadinya suatu peristiwa, b) Merupakan ketidakpastian yang bila terjadi akan menimbulkan kerugian.

Berdasarkan definisi di atas dapat diambil kesimpulan bahwa risiko adalah suatu ketidakpastian dari suatu keadaan yang tidak diketahui kapan akan terjadi dan dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

2.1 Manajemen Risiko

Menurut Djojosoedarsi (1999), Manajemen Risiko adalah pelaksanaan fungsi-fungsi manajemen dalam penanggulangan risiko, terutama risiko yang dihadapi oleh organisasi perusahaan, keluarga, dan masyarakat. Jadi mencakup kegiatan merencanakan, mengorganisir, menyusun, memimpin/mengkoordinir dan mengawasi program penanggulangan risiko.

Menurut Kerzner (1995), manajemen risiko adalah seperangkat kebijakan, prosedur yang lengkap yang dimiliki organisasi untuk mengelola, memonitor dan mengendalikan risiko yang mungkin muncul. Sistem manajemen risiko tidak hanya mengidentifikasi tapi juga harus menghitung risiko dan pengaruhnya terhadap proyek, hasilnya adalah apakah risiko itu dapat diterima atau tidak.

Dari definisi di atas dapat disimpulkan bahwa manajemen risiko adalah pengelolaan risiko agar dapat meminimalisir dampak negatif dari risiko dan meningkatkan peluang yang positif dari risiko tersebut.

2.2 Risiko Operasional

Semua jenis usaha tidak dapat mengabaikan risiko operasional. Risiko sehari-hari akan memengaruhi pelanggan sebuah perusahaan adalah risiko operasional. Risiko operasional sangat perlu diperhatikan karena risiko ini memengaruhi semua kegiatan usaha.

Menurut Bambang Rianto Rustam (2017), risiko operasional adalah risiko akibat ketidakcukupan dan/ atau tidak berfungsinya proses internal, kesalahan manusia,

kegagalan system, dan/ atau adanya kejadian eksternal yang memengaruhi operasional perusahaan. Risiko operasional dapat bersumber dari sumber daya manusia, proses internal, sistem dan infrastruktur, serta kejadian eksternal.



Gambar 2.1 Sumber Risiko Operasional

Risiko operasional merupakan suatu kejadian potensial, baik yang dapat diperkirakan (*anticipated*) dan yang tidak dapat diperkirakan (*unanticipated*) yang berdampak negatif terhadap pendapatan dan pemodal perusahaan. Menurut (Mamduh:2009) risiko operasional merupakan tipe risiko yang paling tua, tetapi yang paling sedikit dipahami dibandingkan dengan tipe risiko lainnya.

2.3 Identifikasi Risiko Operasional

Menurut Flanagan dan Norman (1993) untuk dapat mengenali risiko secara komprehensif dapat dilakukan dengan mengenali dari sumbernya (*source*), kejadiannya (*event*), dan akibatnya (*effect*). Sumber risiko adalah kondisi-kondisi yang dapat memperbesar kemungkinan terjadinya risiko. *Event* adalah peristiwa yang menimbulkan pengaruh (*effect*) yang sifatnya dapat merugikan dan menguntungkan.

Lebih lanjut Godfrey (1996) berpandangan dalam melakukan identifikasi risiko terlebih dahulu diupayakan untuk menentukan sumber risiko itu sendiri secara komprehensif. Risiko dapat bersumber dari politis (*political*), lingkungan (*environmental*), perencanaan

(*planning*), pemasaran (*market*), ekonomi (*economic*), keuangan (*financial*), proyek (*project*), teknik (*technical*), manusia (*human*), kriminal (*criminal*), dan keselamatan (*safety*).

Sedangkan identifikasi risiko operasional dapat diartikan sebagai kajian dan analisis terhadap berbagai faktor penyebab timbulnya risiko operasional yang melekat pada seluruh aktivitas fungsional, produk, proses dan system informasi, baik disebabkan oleh faktor internal dan faktor eksternal yang berpotensi berdampak negatif terhadap pencapaian sasaran perusahaan.

Adapun langkah-langkah dalam mengidentifikasi risiko operasional, diantaranya :

1. Mengidentifikasi dan menganalisa faktor penyebab timbulnya risiko operasional
2. Mengembangkan database mengenai jenis kerugian (*loss events*) yang ditimbulkan oleh risiko operasional
3. Gunakan metode dalam mengidentifikasi risiko operasional

Darmawi (2006) berpendapat bahwa melakukan identifikasi risiko merupakan proses penganalisaan untuk menemukan secara sistematis dan secara berkesinambungan risiko (kerugian yang potensial) yang menantang perusahaan.

2.4 Klasifikasi Risiko

Setelah risiko dapat teridentifikasi dilanjutkan dengan melakukan klasifikasi terhadap risiko, dengan tujuan untuk memudahkan melakukan perbedaan dan pemahaman terhadap risiko tersebut. Flanagan dan Norman (1993), mengemukakan tiga cara untuk dapat mengklasifikasikan identifikasi risiko yakni dengan mengidentifikasi risiko berdasarkan konsekuensi risiko, jenis risiko, dan pengaruh risiko.

Selanjutnya menurut Djojosoedarso (1999), melakukan pengukuran risiko bertujuan untuk menentukan cara dan kombinasi cara-cara yang paling dapat diterima/ paling baik dalam penggunaan sarana penanggulangan risiko. Dimensi yang perlu diukur dalam pengukuran risiko adalah besarnya frekuensi kejadian dalam periode tertentu dan tingkat kegawatan (*severity*) yakni sampai seberapa besar pengaruh dari suatu kerugian terhadap kondisi perusahaan.

Menurut Godfrey (1996) bahwa nilai risiko ditentukan sebagai perkalian antara kecenderungan (*likelihood*) adalah peluang terjadinya kerugian yang merugikan, yang

dinyatakan dalam jumlah kejadian pertahun. Sedangkan konsekuensi (*consequences*) merupakan besaran kerugian yang diakibatkan oleh terjadinya suatu kejadian yang merugikan yang dinyatakan dalam nilai uang.

2.5 Analisis Risiko

Analisis risiko dapat dilakukan baik secara kualitatif maupun kuantitatif, dimana risiko harus diidentifikasi dan akibat (*effect*) harus dinilai atau dianalisis. Tujuan dari analisis risiko adalah membantu menghindari kegagalan dan memberikan gambaran tentang apa yang terjadi bila proyek yang dijalankan ternyata tidak sesuai dengan rencana.

2.6 Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). Mode kegagalan yang dimaksud adalah apa saja yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam proses yang menyebabkan terganggunya fungsi dari prosesitu. Menurut Chrysler (1995), FMEA dapat dilakukan dengan cara :

1. Mengenali dan mengevaluasi kegagalan potensi suatu proses dan efeknya
2. Mengidentifikasi tindakan yang bias menghilangkan atau mengurangi kesempatan dari kegagalan potensi terjadi.
3. Pencatatan proses (*document the process*).

Para ahli memiliki definisi mengenai FMEA, definisi tersebut memiliki arti yang cukup luas dan apabila dievaluasi lebih dalam memiliki arti yang serupa. Definisi FMEA tersebut disampaikan oleh Roger D. Leitch bahwa definisi dari FMEA adalah analisa teknik yang apabila dilakukan dengan tepat dan waktu yang tepat akan memberikan nilai yang besar dalam membantu proses pembuatan keputusan. Analisa tersebut biasa disebut Analisa “*bottom up*”, seperti dilakukan pemeriksaan pada proses produksi tingkat awal dan mempertimbangkan kegagalan sistem yang merupakan hasil dari keseluruhan bentuk kegagalan yang berbeda.

Tujuan yang dapat dicapai oleh perusahaan dengan penerapan FMEA :

1. Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya
2. Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan
3. Untuk mengurutkan pesanan desain potensial dan defisisensi proses

4. Untuk membantu focus pekerja dalam mengurangi perhatian terhadap produk dan proses, dan membantu mencegah timbulnya permasalahan.

Elemen FMEA dibangun berdasarkan informasi yang mendukung Analisa. Beberapa elemen-elemen FMEA adalah sebagai berikut :

1. Fungsi proses
 Merupakan deskripsi singkat mengenai proses operasional gudang yang akan dianalisa
2. Moda kegagalan
 Merupakan suatu kemungkinan kecacatan terhadap setiap proses
3. Efek potensial dari kegagalan
 Merupakan suatu efek dari bentuk kegagalan terhadap pelanggan
4. Tingkat keparahan (*Severity* (S))
 Penilaian keseriusan dampak dari bentuk kegagalan potensial. Dampak tersebut di rating mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk dan penentuan terhadap rating terdapat pada table di bawah ini.

Tabel 2.1 Rating Nilai Severity (S)

Ranking	Kriteria
1	Tidak berpengaruh langsung pada layanan operasional
2	Kerusakan kecil pada layanan operasional
3	Terjadi Penurunan layanan
4	Kerusakan serius pada layanan operasional
5	Tingkat layanan operasional mendekati nol/ hampir tidak beroperasi

5. Penyebab potensial (*Potential Cause* (s))
 Adalah bagaimana kegagalan tersebut bias terjadi. Dideskripsikan sebagai sesuatu yang dapat diperbaiki.
6. Keterjadian (*Occurrence* (O))
 Adalah seberapa sering apa penyebab kegagalan spesifik dari suatu proyek tersebut terjadi. Penentuan nilai *occurrence* bias dilihat berdasarkan tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 Rating Nilai Occurance (O)

Ranking	Kriteria
---------	----------

1	Probabilitas sekali dalam beberapa tahun
2	Kemungkinan sekali dalam beberapa bulan operasional
3	Kemungkinan sekali dalam beberapa minggu operasional
4	Kemungkinan terjadinya mingguan
5	Kemungkinan terjadinya harian

7. Deteksi (*Detection (D)*)

Merupakan penilaian dari kemungkinan alat tersebut dapat mendeteksi penyebab potensial terjadinya suatu bentuk kegagalan. *Detection* berfungsi untuk upaya pencegahan terhadap proses produksi dan mengurangi tingkat kegagalan pada proses produksi.

Penentuan nilai *detection* bisa dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.3 Rating Nilai Detection (D)

Ranking	Kriteria
1	terdeteksi sangat tinggi
2	Terdapat beberapa peringatan sebelum terjadinya kegagalan
3	Beberapa peringatan sebelum kejadian kegagalan
4	Peringatan kecil sebelum kejadian kegagalan
5	Tidak terdeteksi

8. Nomor Prioritas Risiko (*Risk Priority Number (RPN)*)

Merupakan angka prioritas risiko yang didapatkan dari perkalian *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*.

$$RPN = S \times O \times D$$

9. Tindakan yang direkomendasikan (*Recommended Action*)

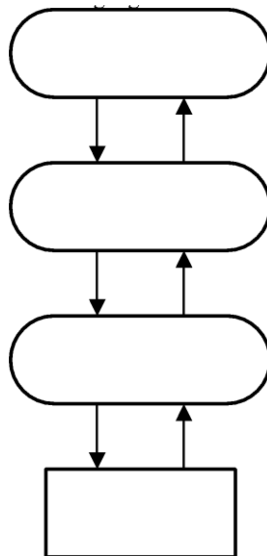
10. Setelah bentuk kegagalan diatur sesuai peringkat RPNnya, maka tindakan perbaikan harus segera dilakukan terhadap bentuk kegagalan dengan nilai RPN tertinggi.

2.7 Sistem Pakar (*Expert System*)

Sistem pakar merupakan suatu sistem terkomputerisasi yang menirukan seorang pakar dalam mengatasi masalah yang rumit sesuai dengan pengetahuan yang dimilikinya. Penyelesaian masalah dapat diuji dan hasilnya akan sesuai dengan hasil yang dikerjakan oleh seorang pakar.

Untuk membangun sistem pakar yang baik diperlukan beberapa komponen antara lain (Iswanti, 2008) :

1. Antar Muka Pengguna (*User Interface*)
2. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)
3. Mekanisme Inferensi (*Inference Machine*)
4. Memori Kerja (*Working Memory*)



Gambar 2.2 Sistem Pakar Secara Umum

Antar Muka Pengguna, sistem pakar menggantikan seorang pakar dalam situasi tertentu, maka sistem harus menyediakan pendukung yang diperlukan oleh pemakai yang tidak memahami masalah teknis. Sistem pakar juga menyediakan komunikasi antar sistem dan pemakaiannya (*user*) yang disebut sebagai antar muka. Antar muka yang efektif dan ramah penggunaan (*user-friendly*) penting sekali terutama bagi pemakai yang tidak ahli dalam bidang yang diterapkan pada sistem pakar. Sedangkan Basis pengetahuan, merupakan kumpulan pengetahuan bidang tertentu pada tingkatan pakar dalam format tertentu. Pengetahuan ini diperoleh dari akumulasi pengetahuan pakar dan sumber-sumber pengetahuan lainnya. Pada sistem pakar ini basis pengetahuan terpisah dengan mesin inferensi. Pemisahan ini bermanfaat untuk pengembangan sistem pakar secara leluasa disesuaikan dengan perkembangan pengetahuan. Dan Mesin inferensi sesungguhnya

adalah program komputer yang menyediakan metodologi untuk melakukan penalaran tentang informasi pada basis pengetahuan dan memori kerja serta untuk merumuskan kesimpulan-kesimpulan. Komponen ini menyajikan arahan-arahan tentang bagaimana menggunakan pengetahuan dari sistem dengan membangun agenda yang mengelola dan mengontrol langkah-langkah yang diambil untuk menyelesaikan masalah ketika dilakukan konsultasi.

Memori kerja, merupakan bagian sistem pakar yang menyimpan fakta-fakta yang diperoleh saat dilakukan proses konsultasi. Fakta-fakta inilah yang nantinya akan diolah oleh mesin inferensi berdasarkan pengetahuan untuk menentukan suatu keputusan pemecahan masalah. Dan Fasilitas penjelasan dapat membrikan informasi kepada pemakai mengenai jalannya penalaran sehingga dihasilkan suatu keputusan. Tujuan adanya fasilitas penjelasan dalam sistem pakar antara lain membuat sistem menjadi lebih cerdas, menunjukkan adanya proses analisa dan yang tidak kalah pentingnya adalah memuaskan psikologis pemakai. Sedangkan Akuisisi pengetahuan adalah proses pengumpulan, perpindahan, dan transformasi dari keahlian/kepakaran pemecahan masalah yang berasal dari beberapa sumber pengetahuan ke dalam bentuk yang dimengerti oleh komputer. Dengan demikian maka seorang pakar akan dengan mudah menambahkan pengetahuan ataupun kaidah baru pada sistem pakar. Untuk menjamin bahwa pengetahuan pada sistem pakar up to date dan valid, maka fasilitas akuisisi pengetahuan hanya bisa diakses oleh pakar. Pengguna awam tidak berhak memakai fasilitas akuisisi pengetahuan.

2.8 Gudang (Warehouse)

Gudang adalah tempat penyimpanan sementara dan pengambilan inventori untuk mendukung kegiatan operasi berikutnya, atau kelokasi distribusi, atau kepada konsumen akhir (2018, Ricky). Definisi gudang lainnya menurut Douglas M. Lambert, Martha C.Cooper dan Janus D. Pagh, : *“Part of firm’s logistics system that stores products (raw materials, parts, goods in process, finished goods) at and between point of origin and point of consumption, and provides information to management on the statu,condition, an disposition of items being stored.”*

Gudang yang baik adalah gudang yang nyaman dan aman untuk bekerja bagi karyawan, bagi barang-barang yang disimpan, bagi penyimpanan peralatan, dan mampu menyediakan informasi status barang, kondisi keamanan dan tanggung jawab pekerja, dan pemakaian peralatan gudang dengan baik. Namun, penanganan gudang menjadi kompleks

dengan semakin banyaknya jenis ataupun jumlah barang.

Keuntungan dengan adanya gudang adalah menyediakan tempat untuk meletakkan dan melindungi inventori (misalnya dari hujan), menyediakan inventori tepat waktu sesuai pesanan (menjamin *service level*), memonitor status inventori. Mengurangi biaya transportasi dan sebagai alat komunikasi dengan konsumen. Jika permintaan konsumen diramalkan akan meningkat drastis dalam beberapa periode ke depan dan kapasitas produksi pada beberapa periode sebelumnya dan kelebihan inventori atau barang jadi atau bahkan barang mentah untuk sementara diletakkan di gudang. Untuk mencapai semua itu diperlukan pengetahuan mengenai manajemen pergudangan.

Gudang sendiri memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Memfasilitasi pergerakan inventori sejak kedatangan (*inbound*) sampai pengiriman dengan transportasi meninggalkan perusahaan (*outbound*) menuju lokasi berikutnya.
2. Mengurangi biaya transportasi melalui proses break-bulk (memecah), konsolidasi (menggabung), dan *cross-docking*.

Jika perusahaan melayani banyak konsumen jauh, maka perusahaan bias menggunakan transportasi mengirim ke setiap konsumen. Untuk mengurangi biaya, perusahaan dapat mengirim barang jadi ke gudang yang lokasinya dekat dengan semua konsumen yang jauh tersebut.

3. Memfasilitasi proses pengiriman barang yang andal dan efisien kepada konsumen, dan menyediakan keamanan bagi penanganan inventori itu sendiri.

3. Pengumpulan dan Pengolahan data

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan teknik wawancara dan penyebaran angket.

3.2. Pengolahan Data

3.2.1. Pembuatan Tabel Failure Mode and Effect Analysis

Adapun langkah-langkah dalam menganalisis risiko menggunakan table FMEA, diantaranya :

a. Identifikasi Risiko, Penyebab dan Efek

Sebelum masuk pada penilaian risiko, terlebih dahulu melakukan pendataan item

risiko yang didapatkan melalui pengamatan langsung dan wawancara pada pihak operasional gudang yang berkaitan langsung dan dianggap memahami proses yang ada. Item risiko tersebut selanjutnya dikonfirmasi kepada pihak perusahaan khususnya bagian warehouse untuk memastikan bahwa daftar risiko telah mencakup semua risiko yang terjadi dalam kegiatan pengadaan. Daftar tersebut berjumlah 24 risiko yang mengacu pada proses bisnis Gambar 4.3. Dari hasil konsultasi tersebut, pihak bagian warehouse menyatakan bahwa 24 daftar risiko tersebut telah mencakup semua risiko sehingga tidak perlu diadakan penambahan item risiko.

Tabel 4.4 Daftar Item Risiko Kegagalan

Item / Function	ID Risk	Risiko
Pengelolaan Inventory	R1	Cacat sak semen yang baru datang
	R2	Produk semen menumpuk di gudang
	R3	Kurang lancarnya aliran barang (semen)
	R4	Cacat sak semen pada waktu penyimpanan
Pengawasan Gudang	R5	Tingginya tingkat kelembapan di gudang
	R6	Gudang Kotor
Sirkulasi Barang	R7	Jumlah muatan tidak sesuai dengan SPJ
	R8	Kekurangan <i>Truck</i>
	R9	Jumlah stok di gudang tidak sesuai dengan catatan yang ada
Customer Relation	R10	Kepercayaan <i>customer</i> yang menurun
	R11	Pembatalan kontrak oleh <i>customer</i>
	R12	Ongkos pengiriman naik
Hubungan dengan Bagian Produksi/Pabrik	R13	Kesalahan alur <i>first in first out</i>
	R14	Buruknya komunikasi antara bagian <i>warehouse</i> dengan pabrik
	R15	Kedatangan semen terlambat
Pengelolaan Fasilitas	R16	Gagal koneksi internet
	R17	Mati listrik
Kegiatan Administrasi	R18	Pengawasan kurang pada proses administrasi

Item / Function	ID Risk	Risiko
	R19	Penggelapan dana
	R20	Dokumen hilang
Pengelolaan SDM	R21	Kecelakaan pada bongkar muat
	R22	Keterbatasan <i>skill</i> karyawan
	R23	<i>Overload</i> pekerjaan
	R24	Kekurangan kuantitas karyawan

b. Penilaian Severity, Occurance, dan Detection

Setelah diperoleh item risiko, penyebab dan efeknya maka langkah berikutnya adalah penilaian *severity* (dampak akibat risiko), *occurance* (probabilitas terjadinya risiko), dan *detection* (deteksi risiko). Penentuan nilai tersebut diperoleh dari rata-rata nilai yang diberikan oleh responden melalui kuesioner yang telah dibagikan. Skala yang digunakan mulai dari rentang 1-5 yang ditunjukkan pada Tabel 2.2, Tabel 2.3, dan Tabel 2.4. Tabel 4.5 berikut ini menunjukkan beberapa rekap hasil kuesioner dan selengkapnya pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa setiap responden memiliki perbedaan penilaian terhadap risiko-risiko tersebut. Penilaian tersebut kemudian ditotal atau dijumlah berdasarkan masing-masing tingkat penilaian risiko yaitu S (*Severity*), O (*Occurance*) dan D (*Detection*).

Tabel 4.5 Rekap Hasil Total Penilaian Risiko oleh Responden

ID Ris k	Responde n 1			Responde n 2			Responde n 3			Responde n 4			Responde n 5			Total		
	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D
R1	1	2	2	2	4	3	2	2	1	2	4	3	5	1	5	1	1	1
																2	2	4
R2	2	3	2	3	1	3	3	4	2	3	2	3	4	2	1	1	1	1
																5	5	1
R3	2	3	2	3	2	2	1	1	1	4	3	2	4	3	4	1	1	1
																4	4	1

Selanjutnya yaitu dari total masing-masing tingkat penilaian risiko, dilakukan perhitungan rata-rata (*average*) yakni dengan membagi total nilai dengan banyaknya responden yaitu 5

(lima). Tabel 4.6 menunjukkan rekap hasil rata-rata (*average*) penilaian risiko yang nantinya akan dijadikan sebagai elemen-elemen dalam menghitung nilai RPN.

Tabel 4.6 Perhitungan Rata-Rata Penilaian Risiko

ID Risk	Total			Rata-Rata		
	S	O	D	S	O	D
R1	12	12	14	2.4	2.6	2.8
R2	15	15	11	3	2.4	2.2
R3	14	14	11	2.8	2.4	2.2

c. Perhitungan Nilai Risk Priority Number (RPN)

Selanjutnya melakukan perhitungan *Risk Priority Number (RPN)* yang merupakan angka prioritas risiko yang didapatkan dari perkalian *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Tabel 4.7 menunjukkan seluruh hasil rekapian kuisisioner yang telah di rata-rata dan kemudian dihitung nilai RPNnya, yang kemudian dipindahkan ke lembar kerja (*worksheet*) FMEA Tabel 4.8

Tabel 4.7 Hasil Kuisisioner dan Nilai RPN

No	Daftar Risiko	Rata-Rata			RPN
		Seve rity	Occ ura nce	Dete ctio n	
1	Cacat sak semen yang baru datang	2.40	2.60	3.6	22.464
2	Produk semen menumpuk di gudang	2.80	2.40	2.2	14.784
3	Kurang lancarnya aliran barang (semen)	2.80	2.40	2.6	17.472
4	Cacat sak semen pada waktu penyimpanan	2.80	1.80	2.4	12.096
5	Tingginya tingkat kelembapan di gudang	3.20	2.00	2.4	15.36
6	Gudang Kotor	2.00	1.80	1.6	5.76
7	Jumlah muatan tidak	2.20	1.00	2.2	4.84

No	Daftar Risiko	Rata-Rata			RPN
		Seve rity	Occ ura nce	Dete ctio n	
	sesuai dengan SPJ				
8	Kekurangan <i>Truck</i>	3.40	2.00	2.6	17.68
9	Jumlah stok di gudang tidak sesuai dengan catatan yang ada	2.60	1.40	2.4	8.736
10	Kepercayaan <i>customer</i> yang menurun	3.80	1.80	3.8	25.992
11	Pembatalan kontrak oleh <i>customer</i>	2.20	1.00	3.6	7.92
12	Ongkos pengiriman naik	3.40	2.20	3.8	28.424
13	Kesalahan alur <i>first in first out</i>	3.20	1.20	2.2	8.448
14	Buruknya komunikasi antara bagian <i>warehouse</i> dengan pabrik	3.80	1.40	1.2	6.384
15	Kedatangan semen terlambat	2.60	1.80	2.8	13.104
16	Gagal koneksi internet	2.00	1.40	2	5.6
17	Mati listrik	3.00	1.60	1.8	8.64
18	Pengawasan kurang pada proses administrasi	3.80	1.20	2.4	10.944
19	Penggelapan dana	3.00	1.00	2	6
20	Dokumen hilang	3.00	1.60	2.8	13.44
21	Kecelakaan pada bongkar muat	4.20	1.20	2.8	14.112
22	Keterbatasan <i>skill</i>	2.20	1.00	2.2	4.84

No	Daftar Risiko	Rata-Rata			RPN
		Seve rity	Occ ura nce	Dete ctio n	
	karyawan				
23	Overload pekerjaan	2.40	1.40	3	10.08
24	Kekurangan kuantitas karyawan	2.40	1.20	2	5.76

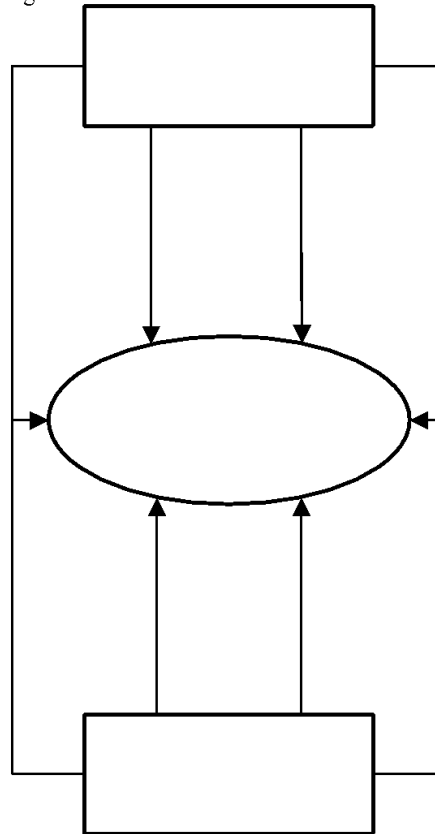
3.2.2. Perancangan *Modelling System*

Perancangan *Modelling Expert System* dibutuhkan untuk menentukan lingkup *expert system* (system pakar). Perancangan system ini bertujuan untuk mempercepat pengolahan data dan informasi sehingga data akan tersimpan dengan baik.

a. Perencanaan *User Interface*

Diagram Konteks

Salah satu alat bantu yang digunakan dalam perancangan modelling system adalah diagram konteks, yaitu sebuah diagram sederhana yang menggambarkan hubungan antara entity luar, masukan dan keluaran dari system. Diagram konteks ini hanya menunjukkan antar muka utama system dengan lingkungannya. Pada diagram konteks digambarkan penjelasan mengenai system secara general entitas-entitas yang merupakan bagian dari system dan proses atau aliran data yang mengalir dalam system dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.4 Diagram Konteks

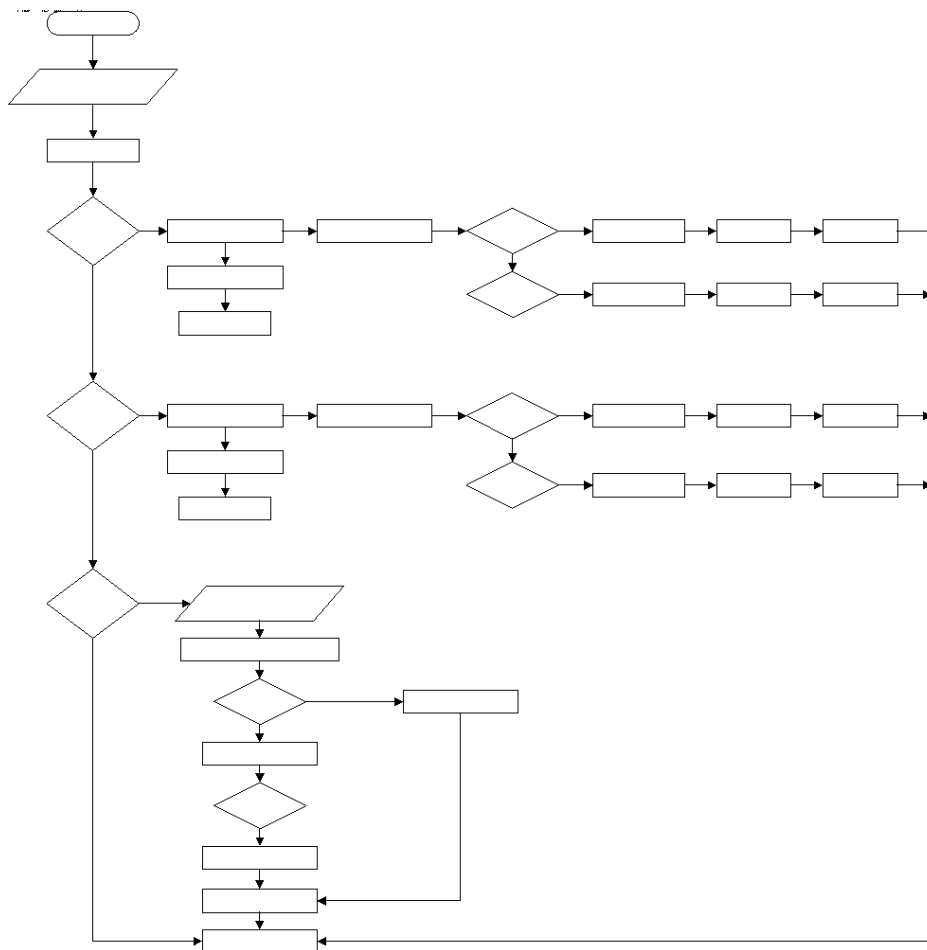
Diagram Alir Program Sistem Pakar

Diagram alir digunakan untuk menggambarkan secara grafik langkah-langkah dan urutan-urutan prosedur dari suatu program untuk menolong dan memecahkan masalah ke dalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian.

Pada diagram alir ini, user masuk ke diagnosis kegagalan tanpa mengisi akun karena user dapat langsung menggunakan program ini, user akan masuk ke form pilih efek yang ditimbulkan dari kegagalan proses operasional gudang dan selanjutnya akan diberi pertanyaan-pertanyaan tentang diagnosis pada jenis kegagalan dan penyebab kegagalan sesuai yang dipilih di form pilih efek kegagalan. Pertanyaan tersebut saling berkaitan sampai user menemukan jawaban yang diinginkan sehingga system akan memberikan hasil diagnosis atas pertanyaan jenis kegagalan dan penyebab kegagalan yang dialami user dan hasil akhirnya berupa solusi.

Sedangkan admin dan pakar dapat merubah data yang ada di menu mode edit dan

harus mengisi akun terlebih dahulu. Dalam mode edit admin dan pakar harus mengisi akun terlebih dahulu. Dalam mode edit, admin dan pakar diberi pilihan untuk mengedit pertanyaan jenis kegagalan dan penyebab kegagalan yang dialami oleh user serta upaya penanggulangan sesuai dengan hasil analisis risiko kegagalan operasional gudang pada table FMEA yang nantinya bias saja diperbaharui dikemudian hari.

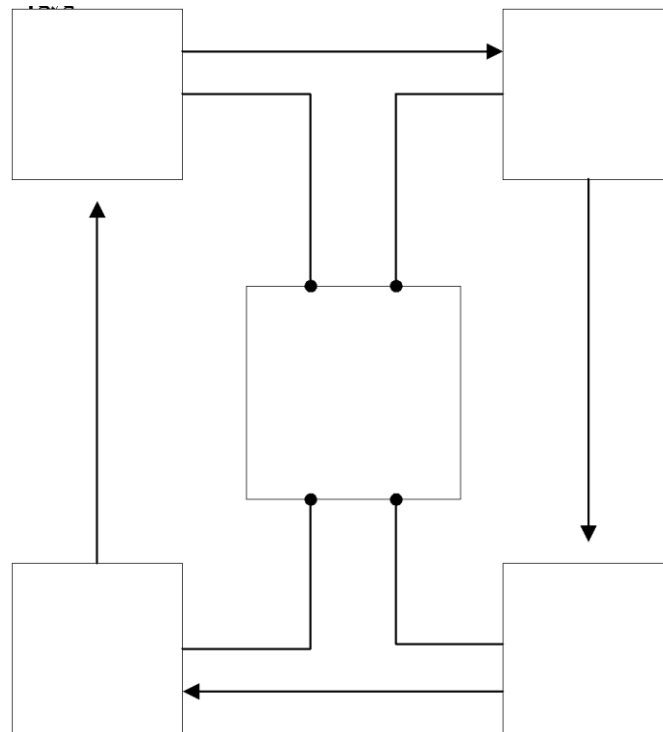


Gambar 4.5 Diagram Alir Progam Sistem Pakar

b. Perancangan Knowledge Base

Relasi antar Data

Adapun data yang digunakan yaitu bersumber dari Tabel 4.1 Analisis FMEA yang memuat tentang jenis-jenis kegagalan, efek yang timbul dari kegagalan, penyebab dari kegagalan dan upaya yang sebaiknya dilakukan.



Gambar 4.6 Keterkaitan antar Database

Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan terdiri dari fakta dan aturan. Tahap ini dilakukan proses brainstorming dengan pakar yang telah ditentukan. Pengetahuan-pengetahuan yang telah diperoleh, kemudian akan disimpan ke dalam basis pengetahuan, yang meliputi data pada Tabel 4.8. Untuk memudahkan dalam melakukan representasi pengetahuan, maka dilakukan pengkodean pada Tabel 4.8 terhadap kegagalan proses operasional gudang, efek yang ditimbulkan, penyebab kegagalan, dan upaya penanggulangan. Pengkodean tabel FMEA dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 4.8 Pengkodean Database

Kode	Deskripsi
R1 sampai R24	Item/Jenis Kegagalan
E1 sampai E23	Efek yang ditimbulkan dari kegagalan
Y1 sampai Y23	Penyebab dari kegagalan
Z1 sampai Z23	Upaya Penanggulangan

Kaidah atau *rule* yang digunakan dalam merepresentasikan pengetahuan dalam penelitian ini adalah “*IF*” (premis) dan “*THEN*” (konklusi). Pada bagian *IF* dalam system pakar untuk mengidentifikasi kegagalan proses operasional gudang Gulomantung dikatakan sebagai efek, kegagalan, dan penyebab, sedangkan *THEN* merupakan solusi upaya penanggulangan permasalahan pada proses kegagalan, rule ini kemudian diubah menjadi bentuk pertanyaan. Pada saat memasukkan jenis kegagalan dan penyebab, apabila seluruh jawaban *Yes*, maka upaya penanggulangan akan keluar dan dapat memberikan solusi kepada kegagalan yang ada. Apabila jenis kegagalan maupun penyebab memiliki jawaban *No*, maka belum terdapat upaya penanggulangannya, dikarenakan kegagalan tersebut belum teridentifikasi.

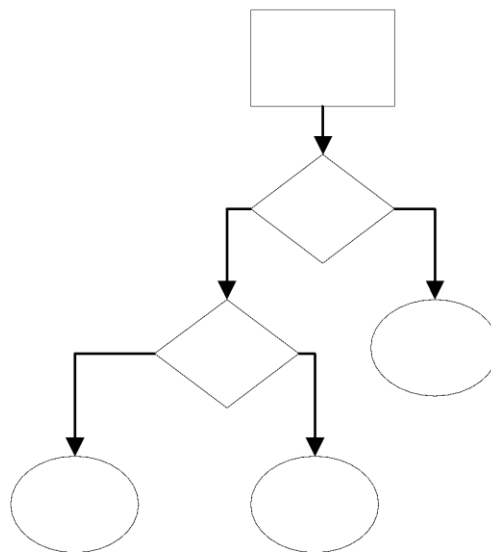
Tabel 4.9 Contoh Pertanyaan Basis Pengetahuan

Kode	Pertanyaan	Yes	No
E1	Berkurangnya jumlah semen dalam sak	-	-
R1	Apakah terdapat cacat sak semen yang baru datang pada saat proses <i>receiving</i> ?	Y1	A0
Y1	Apakah tidak ada pemeriksaan semen saat proses <i>receiving</i> ?	Z1	A0

Tabel 4.9 diatas menunjukkan contoh pertanyaan-pertanyaan basis pengetahuan tentang kegagalan proses operasional gudang yang tersimpan di dalam *database*. Disini dicontohkan 3 (tiga) jenis macam pertanyaan yang nantinya saling berkaitan dengan yang ada di dalam system. Lebih rincinya akan digambarkan pada *decision tree* Gambar 4.7

c. Perancangan *Inference Engine*

Secara sederhana mesin inferensi merupakan mesin yang digunakan untuk merepresentasikan basis pengetahuan sehingga dihasilkan informasi yang dibutuhkan dan dapat dimengerti oleh user. Metode yang digunakan dalam merancang mesin inferensi system pakar ini adalah metode pelacakan kedepan (*forward chaining*), yang merupakan metode inferensi yang melakukan penalaran dari suatu masalah kepada solusinya. Gambaran metode *forward chaining* pada sistem pakar ini dapat dilihat pada gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 *Decision Tree*

IF (E1) AND (R1) AND (Y1) THEN (Z1)

IF jumlah semen di dalam sak berkurang **AND** terdapat cacat sak semen yang baru datang pada saat proses receiving **AND** tidak ada pemeriksaan semen saat proses receiving **THEN** Memisahkan sak semen yang cacat dari tumpukan untuk di rezak.

Dari gambar diatas dapat diketahui, kode yang ditulis E1 adalah efek yang ditimbulkan dari kegagalan proses operasional gudang pertama yang telah di analisis pada table FMEA. Apabila user memilih efek kegagalan ini, user akan diberi pertanyaan R1 yaitu pertanyaan tentang jenis

kegagalan, jika memilih Yes system akan membawa user ke pertanyaan Y1 yaitu pertanyaan tentang penyebab kegagalan, dan apabila memilih No system akan membawa kepada hasil akhir berupa A0 yaitu belum ditemukan upaya penanggulangan untuk jenis kegagalan proses operasional gudang yang dialami. Setelah memilih Yes pada pertanyaan Y1, system akan membawa user kepada hasil akhir berupa solusi upaya penanggulangan, dan jika memilih No system akan membawa kepada hasil akhir berupa A0 yaitu belum ditemukan upaya penanggulangan untuk jenis kegagalan proses operasional gudang yang dialami.

4. Analisis dan Pembahasan

4.1. Analisis FMEA

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan menggunakan metode FMEA dapat dilihat pada Tabel 4.8. terdapat 24 item risiko kegagalan proses operasional gudang Gulomantung. Dari 24 item risiko yang telah dianalisis, didapat sebanyak 5 item risiko yang memiliki nilai RPN tertinggi diantaranya yaitu ongkos pengiriman naik dengan nilai RPN sebesar 28.424, kepercayaan customer yang menurun dengan nilai RPN sebesar 25.992, cacat sak semen yang baru datang dengan nilai RPN sebesar 22.464, kekurangan truck dengan nilai RPN sebesar 17.68 dan kurang lancarnya aliran barang (semen) dengan nilai RPN sebesar 17.472. Nilai RPN tersebut didapat dari hasil perkalian antara nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang bersumber dari hasil penilaian kuisisioner risiko oleh sebanyak 5 (lima) responden.

Hasil analisis risiko kegagalan dengan menggunakan metode FMEA selanjutnya dijadikan sebagai sumber database perancangan sistem pakar.

Tabel 5.1 Daftar Nilai RPN Tertinggi

<i>No</i>	Daftar Risiko	Rata-Rata			RPN
		Seve rity	Occ ura nce	Dete ctio n	
1	Ongkos pengiriman naik	3.40	2.20	3.8	28.424
2	Kepercayaan <i>customer</i> yang menurun	3.80	1.80	3.8	25.992
3	Cacat sak semen yang baru datang	2.40	2.60	3.6	22.464

4	Kekurangan <i>Truck</i>	3.40	2.00	2.6	17.68
5	Kurang lancarnya aliran barang (semen)	2.80	2.40	2.6	17.472

4.2 Analisis Perancangan Sistem

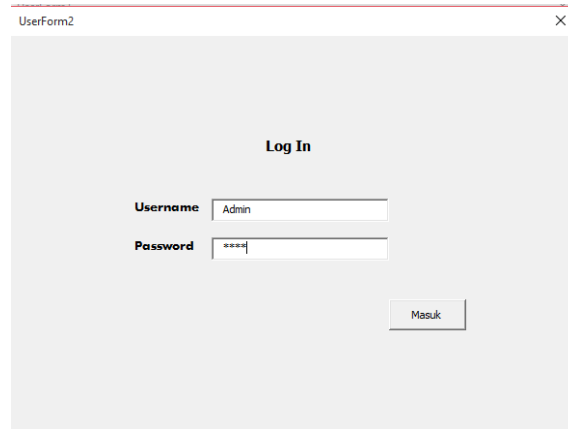
Sistem Pakar (*Expert System*) sebagai media konsultasi indentifikasi kegagalan proses operasional Gudang Gulomantung merupakan suatu sistem pakar untuk melakukan diagnosis dan memberikan solusi untuk upaya penanggulangnya berdasarkan gejala-gejala yang ditimbulkan.

Input yang dibutuhkan untuk menentukan solusi upaya penanggulangan berasal dari tabel efek, tabel kegagalan, dan tabel penyebab. *Output* dari program ini adalah solusi upaya penangglangan terhadap kegagalan proses operasional gudang yang terjadi. Adapun tampilan visualisasi sederhana antar muka sistem adalah sebagai berikut.



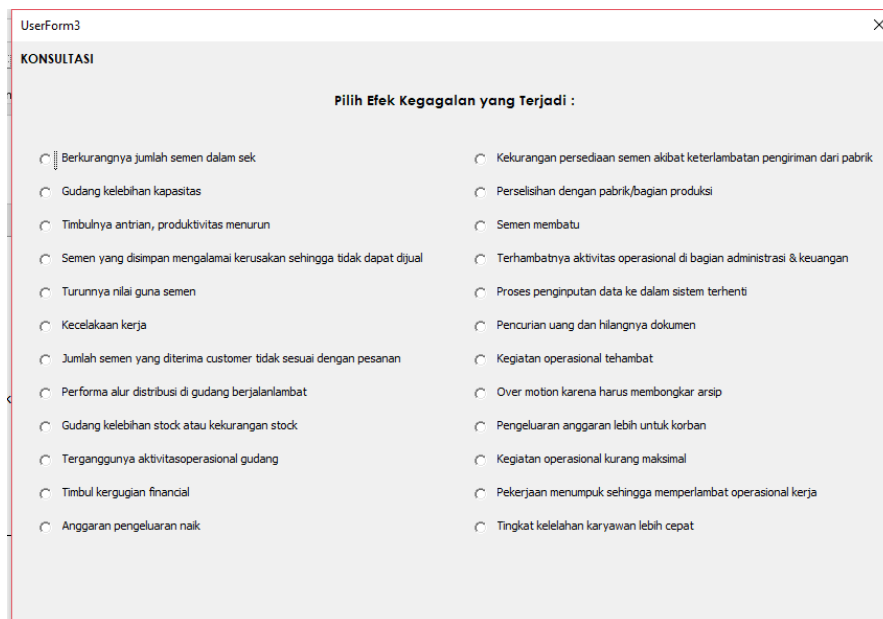
Gambar 5.1 Tampilan Home

Sistem Pakar




The screenshot shows a window titled "UserForm2" with a close button in the top right corner. The window contains a "Log In" section. Below the title, there are two input fields: "Username" with the text "Admin" and "Password" with four asterisks "****". A "Masuk" button is positioned below the password field.

Gambar 5.2 Tampilan Log In Admin dan Pakar



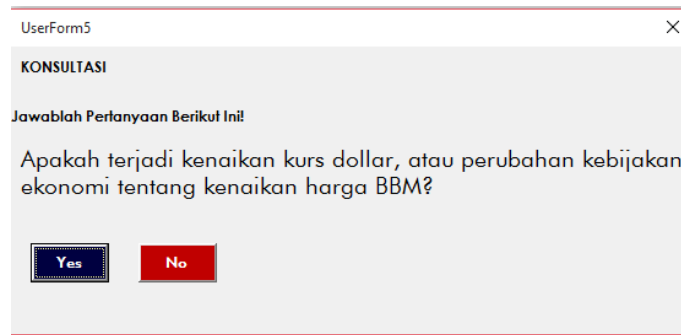
The screenshot shows a window titled "UserForm3" with a close button in the top right corner. The window contains a "KONSULTASI" section. Below the title, there is a heading "Pilih Efek Kegagalan yang Terjadi :". Below this heading, there are 18 radio button options arranged in two columns. The options are:
Left column:
- Berkurangnya jumlah semen dalam sek
- Gudang kelebihan kapasitas
- Timbulnya antrian, produktivitas menurun
- Semen yang disimpan mengalami kerusakan sehingga tidak dapat dijual
- Turunnya nilai guna semen
- Kecelakaan kerja
- Jumlah semen yang diterima customer tidak sesuai dengan pesanan
- Performa alur distribusi di gudang berjalan lambat
- Gudang kelebihan stock atau kekurangan stock
- Terganggunya aktivitas operasional gudang
- Timbul kerugian financial
- Anggaran pengeluaran naik
Right column:
- Kekurangan persediaan semen akibat keterlambatan pengiriman dari pabrik
- Perselisihan dengan pabrik/bagian produksi
- Semen membuat
- Terhambatnya aktivitas operasional di bagian administrasi & keuangan
- Proses penginputan data ke dalam sistem terhenti
- Pencurian uang dan hilangnya dokumen
- Kegiatan operasional terhambat
- Over motion karena harus membongkar arsip
- Pengeluaran anggaran lebih untuk korban
- Kegiatan operasional kurang maksimal
- Pekerjaan menumpuk sehingga memperlambat operasional kerja
- Tingkat kelelahan karyawan lebih cepat

Gambar 5.3 Menu Pilih Efek Kegagalan



The screenshot shows a window titled "UserForm4" with a close button in the top right corner. The window contains a "KONSULTASI" section. Below the title, there is a heading "Jawablah Pertanyaan Berikut Ini!". Below this heading, there is a question "Apakah ongkos pengiriman naik?". Below the question, there are two buttons: "Yes" (blue) and "No" (red).

Gambar 5.4 Tampilan Pertanyaan Jenis Kegagalan



UserForm5

KONSULTASI

Jawablah Pertanyaan Berikut Ini!

Apakah terjadi kenaikan kurs dollar, atau perubahan kebijakan ekonomi tentang kenaikan harga BBM?

Yes No

Gambar 5.5 Tampilan Pertanyaan Penyebab Kegagalan



UserForm6

Solusi!

Menyisihkan anggaran biaya tak terduga khusus untuk biaya BBM, atau mengalokasikan biaya BBM bulan berikutnya untuk dipakai bulan ini (saat terjadi kenaikan) yang dilengkapi dengan bukti sembari membuat dan mengajukan rancangan anggaran baru kepada pusat.

Konsultasi Lagi

Gambar 5.6 Tampilan Solusi Kegagalan



UserForm7

Maaf! Belum ada solusi!
Dikarenakan kegagalan tersebut belum teridentifikasi.

Konsultasi Lagi

Gambar 5.7 Tampilan Belum Adanya Solusi Pada Sistem

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang sudah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu :

1. Salah satu tools yang dapat digunakan dalam menganalisis risiko adalah dengan menggunakan metode FMEA. Langkah pertama yang harus dilakukan dalam analisis

FMEA adalah dengan mengidentifikasi jenis-jenis risiko kegagalan yang biasanya dikelompokkan sesuai dengan proses/function/itemnya, pada penelitian ini didapat sejumlah 24 jenis risiko kegagalan yang telah dikelompokkan berdasarkan item/function. 24 jenis risiko kegagalan tersebut selanjutnya dianalisis untuk diketahui apa saja efek/dampak dari kegagalan tersebut, penyebab kegagalan tersebut, dan upaya penanggulangannya. Hasil analisis tersebut didapat dari hasil wawancara kepada pihak operasional gudang dan karyawan di bagian warehouse serta pengamatan secara langsung. Selanjutnya, melakukan penilaian *severity* (dampak), *occurences* (peluang) dan *detection* (deteksi) yang didapat dari hasil rekapan kuisisioner yang telah dibagikan kepada 5 (lima) responden yang memiliki jabatan atau pengaruh penting didalam proses operasional gudang. Ketiga nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai elemen-elemen dalam melakukan penilai RPN. Hasil analisis risiko-risiko kegagalan tersebut nantinya akan digunakan sebagai *input database* dalam membuat sistem pakar (*expert system*).

2. Berdasarkan hasil tabel FMEA jenis kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi adalah jenis kegagalan ongkos pengiriman naik dengan nilai RPN sebesar 28.424. Jenis kegagalan tersebut diakibatkan oleh kenaikan kurs dollar atau perubahan kebijakan ekonomi tentang kenaikan harga BBM (*eksternal*) yang berdampak pada naiknya anggaran pengeluaran untuk proses distribusi semen kepada *customer*.
3. Cara untuk menanggulangi masalah di dalam proses operasional gudang secara tepat dan cepat tanpa harus berkonsultasi secara langsung dengan para manajer adalah dengan menggunakan sebuah sistem pakar (*expert system*). Sistem ini dirancang untuk menggantikan seorang pakar dan mempermudah orang awam dalam menyelesaikan permasalahan kegagalan proses operasional di gudang Gulomantung. Sistem Pakar (*Expert System*) sebagai media konsultasi indentifikasi kegagalan proses operasional Gudang Gulomantung merupakan suatu sistem pakar untuk melakukan diagnosis dan memberikan solusi untuk upaya penanggulangannya berdasarkan gejala-gejala yang ditimbulkan. *Input* yang digunakan pada program ini berasal dari tabel efek, tabel kegagalan, dan tabel penyebab yang ada pada hasil analisis FMEA. *Output* dari program ini adalah solusi upaya penanggulangan terhadap kegagalan proses operasional gudang yang terjadi.

6.1 Saran

Adapun saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Jenis kegagalan sebaiknya harus lebih luas dan kompleks sehingga penggunaan dari metode FMEA dapat lebih terlihat kegunaannya.
2. Untuk mengembangkan sistem pakar sebaiknya dilakukan pengukuran keberhasilan sistem dengan suatu metode tertentu.

REFERENSI

WeizhongWang ,XinwangLiu ,YongQin ,YongFu . A risk evaluation and prioritization method for FMEA with prospect theory and Choquet integral. *Safety Science*, Volume 110, Part A, December 2018, Pages 152-163

Huai-WeiLo^aJames J.H.Liou^b.A novel multiple-criteria decision-making Based FMEA model for risk assessment. *Applied Soft Computing* Volume 73, December 2018, Pages 684-696