

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II ini akan diuraikan mengenai teori-teori dan referensi yang menunjang permasalahan pada penelitian. Teori-teori ini yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar pemahaman materi yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat dan digunakan dalam menganalisis data. Pada tinjauan pustaka ini bersumber pada jurnal, penelitian terdahulu, buku, dan internet.

### 2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Sofyalioglu and Kartal (2012) meneliti pada industri besi dan baja tentang cara pengelolaan *global supply chain* perusahaan secara efektif sehingga dapat mengurangi berbagai macam risiko di dalamnya. Hasil penelitian ini adalah analisis risiko pada *global supply chain* dengan menggunakan metode *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* yang digunakan untuk menentukan faktor yang paling berisiko pada *supply chain* dan strategi manajemen risiko yang sesuai untuk rekomendasi perbaikannya. Temuan menunjukkan bahwa bobot dari risiko *supply* dan risiko *operational* lebih tinggi daripada risiko *environmental*, oleh karena itu manajer harus lebih fokus terhadap risiko yang memiliki bobot tertinggi yaitu pada risiko *supply* dan risiko *operational*.
2. Nurlailah (2011) meneliti pada PT Pertamina Satuan Jakarta Produksi Pelumas Jakarta (UPPJ) yang memiliki beberapa masalah dengan pasokan bahan baku. Penundaan atau keterlambatan bahan baku bisa berdampak pada proses lainnya, seperti keterlambatan untuk memproduksi dan *idle* fasilitas produksi yang ada di pabrik. *Supply chain management* selalu dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu bagaimana mengurangi biaya, mengurangi waktu dan meningkatkan kualitas. Penelitian yang dilakukan meliputi identifikasi risiko dalam setiap proses untuk menentukan pengaruhnya dari segi biaya, waktu dan kualitas selanjutnya menentukan bobot berdasarkan *severity*, *occurance* dan *detection* dengan metode FMEA setelah itu menghitung *Risk Priority Number* (RPN). Hasil temuan ini menunjukkan nilai tertinggi sebesar 144 dari proses *receiving* dan *storage* hal tersebut dikarenakan kebocoran pipa.

3. Millaty (2013) meneliti tentang aktivitas bisnis *supply chain* yang ada pada PT Filtrona Indonesia yang dikelompokkan menurut *Supply Chain Operation Reference* (SCOR) yang meliputi 5 aktivitas yaitu *plan*, *source*, *make*, *delivery* dan *return* selanjutnya pada 5 aktivitas tersebut diidentifikasi risiko yang muncul kemudian dianalisis dengan menggunakan metode *House of Risk*. Hasil menunjukkan bahwa pada penelitian ini terdapat 15 risiko dengan 37 penyebab risiko yang teridentifikasi kemudian dipilih 5 penyebab risiko yang memiliki nilai *Aggregate Risk Potential* ARP tertinggi setelah itu dilakukan cara mitigasi sebagai penyelesaiannya.

**Tabel 2.1** Penelitian Terdahulu

Penelitian	Objek	Metode	Tujuan
Sofyalioğlu dan Kartal (2012)	<i>The Iron and Steel Industry on Turkey</i>	<i>Fuzzy Analytic Hierarchy Process</i> (FAHP)	Untuk menentukan <i>supply chain</i> yang paling berisiko penting dan strategi manajemen risiko yang sesuai untuk penganganan risiko
Nurlailah (2011)	PT Pertamina Satuan Jakarta Produksi Pelumas Jakarta (UPPJ)	SCRM dan FMEA	Menganalisis risiko yang timbul kemudian menyelesaikannya dengan cara mitigasi
Millaty (2013)	PT Filtrona Indonesia, Surabaya	<i>House of Risk</i>	Mengidentifikasi risiko yang terjadi dan memberikan usulan perbaikan pada perusahaan
Penelitian ini	PT Kasin Malang	Fuzzy AHP dan FTA	Mengidentifikasi dan menganalisis risiko yang terjadi serta memberikan usulan perbaikan pada perusahaan

Penelitian yang dilakukan penulis adalah “Analisis Risiko *Supply Chain* pada PT Kasin Malang dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP)”. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi risiko pada *supply chain* yaitu risiko *supply*, risiko *demand*, risiko *operational* dan risiko *environmental*. Selanjutnya melakukan perhitungan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP) untuk mencari risiko yang paling berpengaruh pada *supply chain* dengan melihat bobot tertinggi yang didapatkan pada perhitungan setelah itu mencari penyebab terjadinya risiko dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui probabilitas dari penyebab terjadinya risiko, setelah mendapatkan penyebab terjadinya risiko terkritis maka dilakukan pemberian rekomendasi, analisis serta pembahasan pada penyebab risiko terkritis yang telah didapatkan pada perhitungan FTA.

## 2.2 SUPPLY CHAIN

Menurut Pujawan (2005:5) *supply chain* adalah suatu jaringan perusahaan (*supplier*, pabrik, distributor, toko atau ritel, serta perusahaan pendukung seperti penyedia jasa logistik) yang secara bersama-sama bekerja untuk menciptakan dan

menghantarkan suatu produk ke tangan konsumen. Pada suatu *supply chain* biasanya terdapat tiga macam yaitu aliran barang yang mengalir dari hulu atau *upstream* menuju ke hilir atau yang disebut *downstream*. Contohnya adalah bahan baku yang dikirim dari *supplier* ke pabrik, setelah itu diproduksi yang kemudian dikirim kepada distributor, ke pengecer dan akhirnya ke konsumen akhir, aliran kedua yaitu aliran uang dari hilir ke hulu sedangkan aliran ketiga yaitu aliran informasi yang terjadi dari hilir ke hulu atau dari hulu ke hilir.

### 2.3 SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (SCM)

Sebenarnya istilah *Supply Chain Management* (SCM) ini banyak digunakan dan berkembang sejak tahun 1980an. Tetapi banyak orang yang mengartikan SCM sebagai pengganti dari istilah logistik. Namun arti yang sebenarnya lebih luas. Menurut Douglas et al (2008:5) SCM adalah integrasi beberapa kunci proses bisnis dari *end user* hingga para pemasok yang menyediakan produk, jasa, dan informasi yang menjadi nilai tambah untuk para pelanggan dan *stakeholder*. Sedangkan menurut Simchi-Levi et al (2003:1) *supply chain management* adalah serangkaian pendekatan yang diterapkan untuk mengintegrasikan *supplier*, pengusaha, gudang dan tempat penyimpanan lainnya secara efisien sehingga produk dihasilkan dan didistribusikan dengan kuantitas yang tepat, lokasi tepat, dan waktu tepat untuk memperkecil biaya dan memuaskan kebutuhan pelanggan. Menurut Pujawan (2005:9) terdapat 5 bagian utama dalam sebuah manufaktur yang biasa terkait dengan fungsi-fungsi utama *supply chain*.

Tabel 2.2 Penerapan *Supply Chain Management*

Bagian	Kegiatan
Pengembangan Produk ( <i>Product development</i> )	Melakukan riset pasar, merancang produk baru, melibatkan <i>supplier</i> dalam perancangan produk baru.
Pengadaan ( <i>Procurement</i> )	Memilih <i>supplier</i> , melakukan pembelian material, membina dan memelihara hubungan dengan <i>supplier</i>
Perencanaan dan Pengendalian ( <i>Planning and Control</i> )	Peramalan permintaan, perencanaan kapasitas, perencanaan produksi dan persediaan
Produksi ( <i>Production</i> )	Eksekusi produksi, pengendalian kualitas
Pengiriman ( <i>Distribution</i> )	Penjadwalan pengiriman, memonitor <i>service level</i> di tiap pusat distribusi, perencanaan jaringan distribusi, mencari dan memelihara hubungan dengan perusahaan jasa pengiriman.

Sumber: Pujawan (2005:5)

#### 2.3.1 Manfaat *Supply Chain Management* (SCM)

Menurut Jebarus (2001:15) penerapan konsep SCM dalam perusahaan akan memberikan manfaat yaitu:

1. **Kepuasan Pelanggan**  
Konsumen atau pengguna produk merupakan target utama dari aktivitas proses produksi setiap produk yang dihasilkan perusahaan. Konsumen atau pengguna yang dimaksud dalam konteks ini tentunya konsumen yang setia dalam jangka waktu yang panjang. Untuk menjadikan konsumen setia, maka terlebih dahulu konsumen harus puas dengan pelayanan yang diberikan oleh perusahaan.
2. **Meningkatkan Pendapatan**  
Semakin banyak konsumen yang setia dan menjadi mitra perusahaan berarti akan turut pula meningkatkan pendapatan perusahaan, sehingga produk-produk yang dihasilkan perusahaan tidak akan 'terbuang' percuma, karena diminati konsumen.
3. **Menurunnya Biaya**  
Pengintegrasian aliran produk dari perusahaan kepada konsumen akhir berarti pula mengurangi biaya-biaya pada jalur distribusi.
4. **Pemanfaatan Aset Semakin Tinggi**  
Aset terutama faktor manusia akan semakin terlatih dan terampil baik dari segi pengetahuan maupun keterampilan. Tenaga manusia akan mampu memberdayakan penggunaan teknologi tinggi sebagaimana yang dituntut dalam pelaksanaan SCM.
5. **Peningkatan Laba**  
Dengan semakin meningkatnya jumlah konsumen yang setia dan menjadi pengguna produk, pada gilirannya akan meningkatkan laba perusahaan.
6. **Perusahaan Semakin Besar**  
Perusahaan yang mendapat keuntungan dari segi proses distribusi produknya lambat laun akan menjadi besar, dan tumbuh lebih kuat.

### **2.3.2 Pemain Utama pada *Supply Chain Management***

Menurut Douglas et al (1998:7) dalam *supply chain* ada beberapa pemain utama yaitu *suppliers, manufactures, distribution, retail outlet, customers*. Berikut ini merupakan pemain utama yang terlibat dalam *supply chain*:

#### **a. *Chain 1: Supplier***

Jaringan bermula dari sini dimana sumber yang menyediakan bahan pertama dimana rantai penyaluran baru akan mulai. Bahan pertama ini bisa dalam bentuk bahan baku, bahan penolong, barang dagangan, suku cadang dan lain-lain.

b. *Chain 1-2-3: Supplier-Manufactures-Distribution*

Barang yang sudah dihasilkan oleh *manufactures* sudah mulai harus disalurkan kepada pelanggan. Walaupun sudah tersedia banyak cara untuk menyalurkan barang kepada pelanggan, yang umum adalah melalui distributor dan ini biasanya ditempuh oleh sebagian besar *supply chain*.

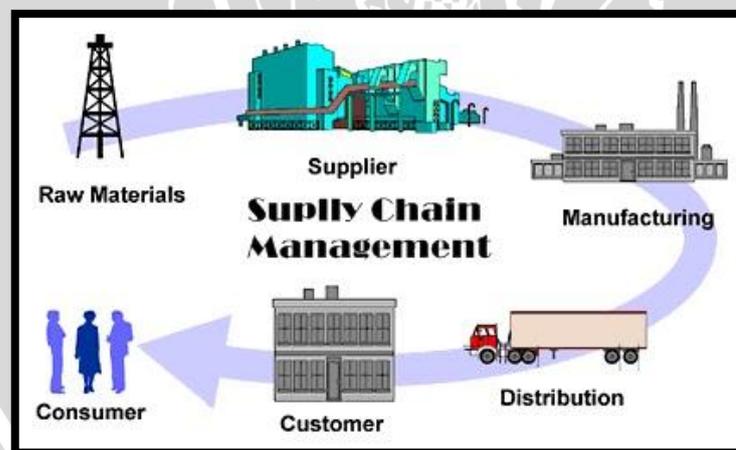
c. *Chain 1-2-3-4: Supplier-Manufactures-Distribution-Retail Outlet*

Pedagang besar biasanya mempunyai fasilitas gudang sendiri atau dapat juga menyewa dari pihak lain. Gudang ini digunakan untuk menyimpan barang sebelum disalurkan lagi ke pihak pengecer. Disini ada kesempatan untuk memperoleh penghematan dalam bentuk jumlah inventoris dan biaya gudang dengan cara melakukan desain kembali pola pengiriman barang baik dari gudang manufacture maupun ke toko pengecer.

d. *Chain 1-2-3-4-5: Supplier-Manufactures-Distribution-Retail Outlet-Customer.*

Para pengecer atau *retailer* menawarkan barang langsung kepada para pelanggan atau pembeli atau pengguna barang langsung. Yang termasuk *retail outlet* adalah toko kelontong, supermarket, warung-warung, dan lain-lain.

Secara sederhana pemain utama dalam proses SCM dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini:

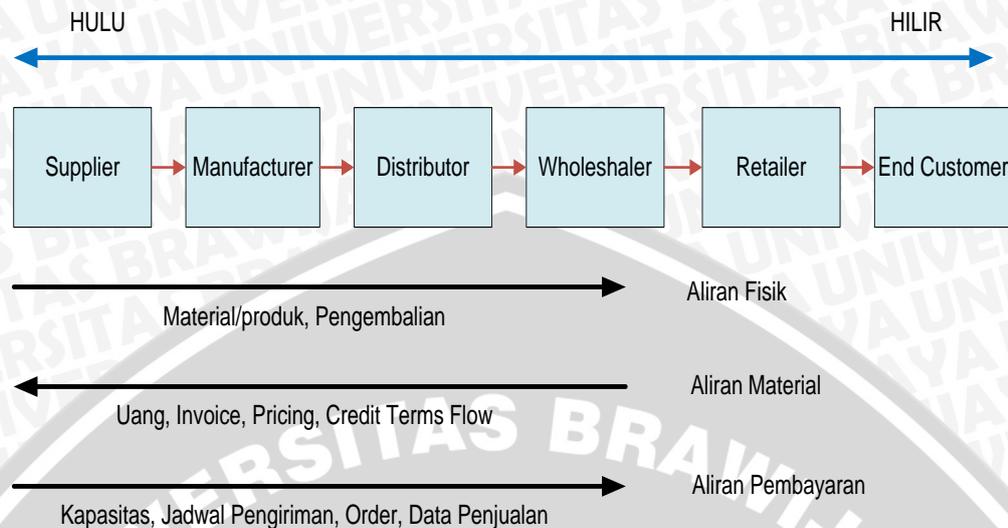


Gambar 2.1 Proses Supply Chain Management

Ada 3 macam hal yang harus dikelola dalam *supply chain* yaitu:

- 1) Pertama adalah aliran barang dari hulu ke hilir. contohnya bahan baku yang dikirim dari *supplier* ke pabrik, setelah produksi selesai dikirim ke distributor, pengecer, kemudian ke pemakai akhir.
- 2) Kedua adalah aliran uang dan sejenisnya yang mengalir dari hilir ke hulu
- 3) Ketiga adalah aliran informasi yang bisa terjadi dari hulu ke hilir atau sebaliknya.

Secara sederhana sebuah model struktur *supply chain* dapat disederhanakan seperti pada Gambar 2.2 di bawah ini:



**Gambar 2.2** Aliran *supply chain management* dari hulu ke hilir

## 2.4 RISIKO

Menurut Trieschmann dan Gustavson (1979) dalam Suwandi (2010:21) risiko adalah ketidakpastian yang berkenaan dengan kerugian dan merupakan sebuah masalah dalam bisnis dan individual dalam setiapsegi kehidupan. Sedangkan menurut Akintoye & Macleod (1997) dalam suwandi (2010:25) merupakan faktor-faktor yang mempunyai efek-efek merugikan terhadap kesuksesan pelaksanaan proyek secara finansial maupun ketepatan waktu. Sumber risiko dibagi dalam 2 kategori yaitu risiko yang bersumber dari dalam perusahaan (*internal source uncertainty*) seperti keterbatasan kapasitas, terlambatnya informasi. Dan yang satunya adalah bersumber dari luar perusahaan (*external source uncertainty*) seperti perubahan harga, kualitas *vendor*.

### 2.4.1 Analisis Risiko

Inti dari analisis risiko adalah mengenai pengembangan pemahaman tentang risiko. Dalam analisis risiko terdapat data pendukung yang digunakan sebagai pertimbangan pengambilan keputusan tentang cara pengendalian yang paling tepat dan paling *cost-effective*. Menurut (AS/NZS 4360:2004) Metode analisis yang digunakan bisa bersifat kualitatif, semi-kuantitatif, atau kuantitatif bahkan kombinasi dari ketiganya tergantung dari situasi dan kondisi. Urutan kompleksitas serta besarnya biaya analisis, dari kecil hingga besar adalah: kualitatif, semi-kuantitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif digunakan untuk memberikan gambaran umum tentang level risiko.

Setelah itu dapat dilakukan analisis semi-kuantitatif ataupun kuantitatif untuk lebih merinci risiko yang ada.

#### 2.4.2 Risiko *Supply Chain*

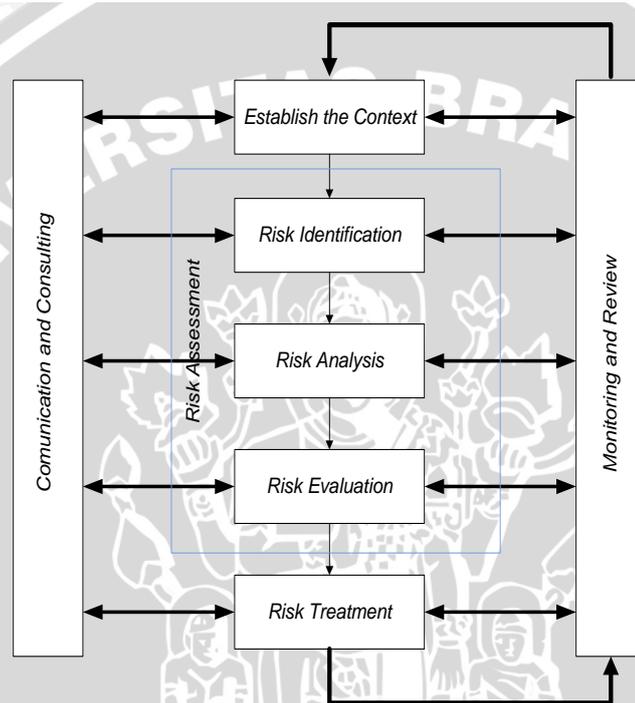
Menurut Pinto (2007:3) risiko *supply chain* merupakan ketidakpastian terjadinya suatu peristiwa yang bisa menjadi satu atau beberapa pasangan atau jaringan di dalam dan dapat mempengaruhi (umumnya dalam arti negatif) pencapaian tujuan bisnis perusahaan. Risiko *supply chain* mengacu pada kemungkinan dan dampak ketidakcocokan antara *demand* dan *supply*. Berikut merupakan jenis-jenis risiko *supply chain* menurut Christopher dan Peck (2004); Manuj and Mantzer (2008) dan Tang (2006) yang ada pada jurnal risiko *supply chain* karya Sofyalioglu and Kartal (2012:2):

1. Risiko *supply* adalah dampak dari kejadian merugikan terhadap penyaluran dalam alur *supply* yang dapat mempengaruhi kemampuan perusahaan dalam memenuhi kebutuhan konsumen (kualitas atau kuantitas). Contoh: keterlambatan *supplier*, ketersediaan bahan baku yang tidak tepat waktu, kualitas bahan baku tidak sesuai dengan permintaan dll.
2. Risiko *demand* adalah dampak dari kejadian merugikan terhadap penyaluran keluar alur yang dapat dipengaruhi oleh tempat pemesanan konsumen dan variasi jumlah dan macam-macam keinginan konsumen. Contoh: Target produksi tidak tercapai, *Reject* produk yang tinggi, *man hour* yang tinggi.
3. Risiko *operational* adalah dampak dari kejadian merugikan terhadap penyaluran yang mempengaruhi kemampuan perusahaan dalam menghasilkan barang atau jasa. Contoh: permintaan yang berlebihan dari konsumen, ketidakstabilan permintaan konsumen.
4. Risiko *environmental* adalah potensi hasil yang berkaitan dengan efek samping yang mengancam sumber daya manusia, integritas operasi, dan sistem informasi. Contoh: risiko ekonomi, bencana alam, hukum dan regulasi pemerintah.

#### 2.5 *SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT (SCRM)*

Menurut Zsidisin (2005:397) *supply chain risk management* merupakan suatu kejadian potensial dari kecelakaan atau kegagalan untuk menangkap peluang dari *inbound supply* yang akan berakibat pada kehilangan atau berkurangnya pendapatan pada sektor keuangan. Sedangkan menurut *The Royal Society* (1992:3)

*supply chain risk management* adalah pembuatan keputusan mengenai risiko dan pelaksanaannya (mulai dari estimasi risiko sampai evaluasi risiko), proses manajemen risiko mulai dari pemahaman risiko sampai meminimalkan dampak risiko. Menurut *Department of State and Regional Development, NSW (2005:21)* dalam melakukan analisa dari *supply chain risk management*, diperlukan kerangka kerja *supply chain risk management* yang telah dibakukan oleh para ahli. Berikut ini bentuk diagram alir yang digunakan dalam melakukan analisa *supply chain risk management* seperti pada Gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2.3 Kerangka Kerja SCRM

## 2.6 ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)

*Analytical Hierarchy Process* merupakan satu model yang fleksibel yang memungkinkan orang per orang atau kelompok untuk membentuk gagasan-gagasan dan membatasi masalah dengan asumsi mereka sendiri dan menghasilkan solusi bagi mereka (Saaty L. Thomas, 1988:23). Metode AHP dikembangkan pada awal tahun 1970-an oleh Dr. Thomas L. Saaty dan telah digunakan untuk membantu para pembuat keputusan dari berbagai Negara dan perusahaan.

Ada 3 prinsip besar dasar dari AHP yaitu:

1. Menggambarkan dan menguraikan secara hierarki yang kita sebut menyusun secara hirarki yaitu memecah-mecah persoalan menjadi unsur-unsur atau kriteria-kriteria yang lebih kecil.

2. Penetapan prioritas dan sintesis, yang kita sebut penetapan prioritas, yaitu menentukan peringkat prioritas elemen-elemen menurut relativitas kepentingannya.
3. Konsistensi logis yaitu menjamin bahwa semua elemen dikelompokkan secara logis dan diperingkatkan secara konsisten sesuai dengan suatu kriteria yang logis.

Prinsip kerja AHP adalah menyederhanakan masalah kompleks yang tidak terstruktur, strategic dan dinamik menjadi bagian-bagiannya, serta menata variable dalam suatu hierarki (tingkatan). Kemudian tingkat kepentingan variabel diberi nilai *numeric* secara subyektif secara tentang arti pentingnya secara relative dibandingkan engan variable yang lain. Dari berbagai pertimbangan tersebut kemudian dilakukan sintesa untuk menetapkan variabel yang memiliki prioritas tertinggi dan berperan untuk mempengaruhi hasil paa sistem tersebut. Perbedaan antara model AHP dengan model pengambilan keputusan lainnya terletak pada jenis inputnya. Model AHP memakai persepsi proses manusia yang dianggap “*expert* atau ahli” sebagai input utamanya.

### 2.6.1 Prinsip-prinsip *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Dalam menyelesaikan permasalahan dengan metode AHP ada beberapa prinsip dasar yang harus dipahami yaitu:

1. *Decomposition*

*Decomposition* merupakan prinsip utama dalam metode AHP yang menggunakan konsep yakni menguraikan atau memecahkan persoalan yang utuh menjadi unsur-unsurnya yang diwujudkan ke dalam bentuk hirarki setelah mendefinisikan permasalahan atau persoalan. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, pemecahan dilakukan terhadap unsur-unsurnya sampai tidak mungkin dilakukan pemecahan lebih lanjut, sehingga didapatkan beberapa tingkatan dari persoalan yang hendak dipecahkan. Ada dua jenis hirarki, yaitu lengkap dan tidak lengkap. Dalam hirarki lengkap, semua elemen pada suatu tingkat memiliki hubungan terhadap semua elemen yang ada pada tingkat berikutnya. Bentuk struktur *decomposition* dapat dilihat pada Gambar 2.4 di bawah ini:

2. *Comparative Judgement*

*Comparative Judgement* bertujuan untuk membuat penilain tentang kepentingan relatif antara dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkatan diatasnya. Penilain ini merupakan inti dari AHP karena akan

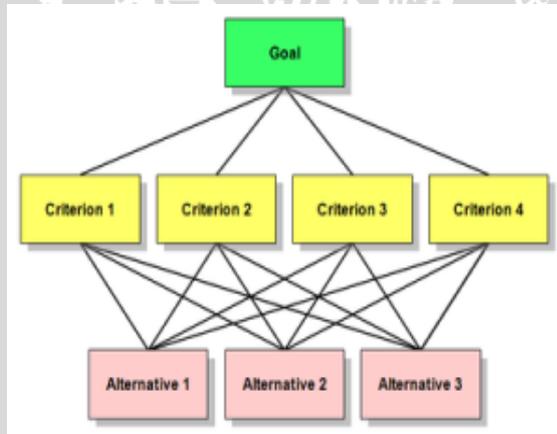
berpengaruh terhadap prioritas elemen-elemen. Hasil dari penilaian ini lebih mudah disajikan dalam bentuk matriks *pairwise comparison*. Matriks *pairwise comparison* adalah matriks perbandingan berpasangan yang memuat tingkat preferensi beberapa alternatif untuk tiap kriteria dan skala preferensi tersebut bernilai 1-9. Agar diperoleh skala yang tepat dalam membandingkan dua elemen, maka hal yang perlu dilakukan adalah memberikan pengertian menyeluruh tentang elemen-elemen yang dibandingkan dan relevansinya terhadap kriteria. Dalam melakukan penilaian kepentingan relatif terhadap dua elemen berlaku aksioma *recipocal*.

### 3. *Synthesis of Priority*

*Synthesis of Priority* dilakukan dengan menggunakan *eigen vector method* untuk mendapatkan bobot relatif bagi unsur-unsur pengambilan keputusan.

### 4. *Logical Consistency*

*Logical consistency* memiliki dua makna. Pertama adalah bahwa obyek-obyek yang serupa dapat dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansinya. Kedua adalah tingkat hubungan antara obyek-obyek yang didasarkan pada kriteria tertentu (Pardian, 2010).



Gambar 2.4 Struktur Hirarki AHP

Keterangan:

Tingkat pertama: Tujuan keputusan (*Goal*)

Tingkat kedua: Kriteria-kriteria

Tingkat ketiga: Alternatif pilihan

## 2.6.2 Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP)

Alat bantu pengambilan keputusan biasanya bertujuan untuk dapat mengakomodir konflik pendapat dan subjektivitas dari penilaian beberapa orang yang berbeda. Tidak

seperti pengambilan keputusan sederhana (yang hanya terdiri dari satu kriteria), pada dunia nyata pastilah banyak kriteria dan alternatif yang terlibat dalam pengambilan keputusan. Hal ini membuat proses pengambilan keputusan semakin rumit karena terjadinya konflik pendapat seperti ketidaksetujuan pendapat mengenai tingkat prioritas dari setiap kriteria. Oleh karena itu AHP yang mampu memecah masalah kompleks menjadi elemen-elemen yang lebih kecil dalam bentuk hierarki yang lebih sederhana dinilai dapat digunakan untuk pengambilan keputusan dengan jumlah kriteria yang lebih dari satu atau yang sering disebut multi criteria decision making.

Namun pada perkembangan selanjutnya AHP dinilai masih memiliki beberapa kelemahan yaitu ketidakmampuan untuk menangkap kesamaran (*vagueness*), ketidakpastian, ketidaktepatan dan subjektivitas pada penilaian yang dilakukan oleh beberapa orang. Hsieh (2004:22) mengembangkan konsep *fuzzy* AHP (FAHP) yaitu pengembangan dari AHP dengan mengintegrasikan AHP dengan *Fuzzy Synthetic Evaluation* (FSE). Pada FAHP menggunakan rasio eksak pada AHP dan juga digunakan operasi dan logika matematika *fuzzy* untuk menggantikan operasi matematika biasa pada AHP. Penggunaan rasio *fuzzy* pada FAHP karena ketidakmampuan AHP untuk mengkoordinir faktor ketidaktepatan (*imprecision*) dan subjektivitas pada proses *pairwise comparison* atau perbandingan berpasangan untuk setiap kriteria dan alternatif. Oleh karena itu digunakannya rasio *fuzzy* yang terdiri dari tiga nilai yaitu nilai tertinggi (nilai atas), nilai rata-rata (nilai tengah) dan nilai terendah (nilai bawah). Rasio *fuzzy* yang terdiri dari tiga nilai keanggotaan biasanya disebut *triangular fuzzy number* (TFN).

Terdapat beberapa variasi FAHP dan berikut merupakan beberapa jenis FAHP yang telah dikembangkan:

1. Van Laarhoven dan Pedrycz (1983) dalam Hozairi et al (2012:4374) menerapkan *triangular fuzzy number* pada rasio perbandingan berpasangan. Hal ini yang mengawali munculnya metode *Fuzzy* AHP.
2. Kristianto (2002) Hozairi et al (2012:4374) mengajukan suatu model FAHP yang berbasis pada *fuzzy quantification theory* dimana aspirasi para evaluator yang berbentuk *crisp* diubah menjadi bentuk *fuzzy* untuk dicari fungsi keanggotaannya. Model ini masih menganggap aspirasi *evaluator crisp* dan metode pengkuantisian melibatkan operasi komputasi yang rumit.
3. Rahardjo (2002) Hozairi et al (2012:4374) mengajukan model FAHP dengan model pembobotan *non-additive* yang merupakan gabungan dari bobot prior dan bobot informasi. Bobot prior adalah bobot *fuzzy* pengembangan AHP dan bobot

informasi dari pembobotan *fuzzy entropy*. Model tersebut menggunakan suatu *evaluator* dan pembobotan *fuzzy entropy*. Model tersebut menggunakan satu *evaluator* dan pembobotan *fuzzy*-nya melibatkan operasi komputasi yang rumit.

Pada metode *fuzzy AHP* digunakan *Triangular Fuzzy Number* (TFN). TFN dapat menggambarkan variabel-variabel linguistik secara pasti. TFN disimbolkan dengan  $M = l, m, u$ , dimana  $l \leq m \leq u$  dan  $l$  adalah nilai terendah,  $m$  adalah nilai tengah, dan  $u$  adalah teratas. Pada Tabel 2.3 adalah nilai skala untuk penilaian pada kuesioner yang akan diberikan kepada responden.

**Tabel 2.3** Nilai Skala pada Kuesioner

Tingkat Kepentingan	Deskripsi	Keterangan
9	Amat sangat lebih besar pengaruh/tingkat kepentingannya	Satu kriteria/subkriteria dinilai mutlak lebih berpengaruh dibandingkan kriteria/subkriteria lainnya
8	Di antara nilai 7-9	Nilai yang berada diantara skala-skala 7-9
7	Sangat lebih besar pengaruh/tingkat kepentingannya	Satu kriteria/subkriteria dinilai sangat lebih berpengaruh dibandingkan kriteria/subkriteria lainnya
6	Di antara nilai 5-7	Nilai yang berada diantara skala-skala 5-7
5	Lebih besar pengaruh/tingkat kepentingannya	Satu kriteria/subkriteria dinilai lebih berpengaruh dibandingkan kriteria /subkriteria lainnya
4	Di antara 3-5	Nilai yang berada diantara skala-skala 3-5
3	Sedikit lebih besar pengaruh/tingkat kepentingannya	Satu kriteria/subkriteria dinilai sedikit lebih berpengaruh dibandingkan kriteria/subkriteria lainnya
2	Di antara 1-3	Nilai yang berada diantara skala-skala 1-3
1	Sama besar pengaruh/tingkat kepentingannya	Kedua kriteria/subkriteria berpengaruh sama terhadap tujuan

Sumber: Saaty (2001)

Berikut ini berikut ini akan memperlihatkan TFN (*Triangular Fuzzy Number*) yang digunakan untuk keperluan dalam matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) untuk menghitung nilai pada *Fuzzy AHP* yang terdapat nilai *lower*, *medium* dan *upper* yang akan ditampilkan pada Tabel 2.3 berikut ini:

**Tabel 2.4** AHP dan *Fuzzy AHP Scale*

Skala	Reciprocal scale	Triangular fuzzy scale	Triangular fuzzy reciprocal scale
1	1/1	(1,1,1)	(1/1, 1/1, 1/1)
2	1/2	(1,2,3)	(1/3,1/2,1/1)
3	1/3	(2,3,4)	(1/4, 1/3, 1/2)
4	1/4	(3,4,5)	(1/5, 1/4, 1/3)
5	1/5	(4,5,6)	(1/6, 1/5, 1/4)
6	1/6	(5,6,7)	(1/7, 1/6, 1/5)
7	1/7	(6,7,8)	(1/8, 1/7, 1/6)
8	1/8	(7,8,9)	(1/9, 1/8, 1/7)
9	1/9	(8,9,9)	(1/9, 1/9, 1/8)

Sumber: Akman & Alkan (2006: 24)

### 2.6.3 Langkah-Langkah Menghitung Fuzzy AHP

Sebelum menghitung bobot pada Fuzzy AHP maka dilakukan pengecekan nilai konsistensi terlebih dahulu, berikut merupakan langkah-langkah dalam menghitung nilai konsistensi pada Fuzzy AHP:

1. Perubahan kuesioner menjadi matrik
2. Normalisasi
  - a) Melakukan penjumlahan pada setiap kolom
  - b) Melakukan pembagian setiap komponen dengan jumlah total
3. Penentuan vektor bobot
4. Konsistensi
  - a) Menentukan nilai lamda max
  - b) Menentukan nilai CI (*Consistency Index*)  
Rumus = (lamda-jumlah kriteria)/(jumlah kriteria-1)
  - c) Menentukan nilai CR (*Consistency Ratio*)

Tabel 2.5 Nilai Indeks Konsistensi acak

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59

Sumber: Saaty (2001)

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2-1)$$

Setelah diketahui nilai bahwa kuesioner konsisten maka dilakukan perhitungan bobot, berikut merupakan langkah-langkah dalam menghitung bobot pada fuzzy AHP (Chang, 1996):

1. Definisikan nilai *fuzzy synthetic extent* untuk *i*-objek seperti persamaan berikut:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (2-2)$$

Dimana:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (2-3)$$

Sedangkan

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad (2-4)$$

Dimana:

M = objek (kriteria, subkriteria, atau alternatif)

i = baris ke-i

j = kolom ke-j

$l$  = nilai *lower*

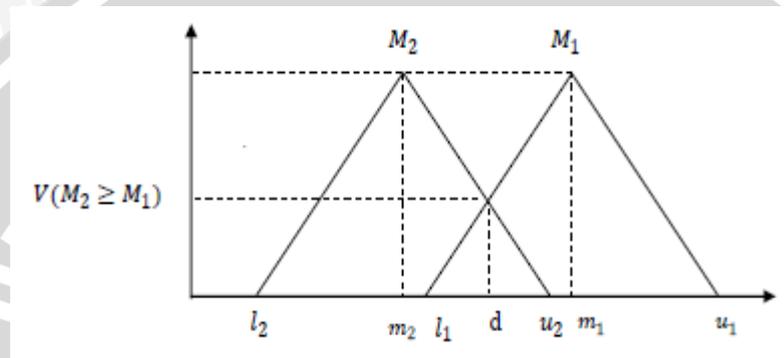
$m$  = nilai *medium*

$u$  = nilai *upper*

2. Andaikan terdapat 2 bilangan *fuzzy* yaitu  $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ :

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & , \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0 & , \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{(l_1 - u_2)}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & , \text{yang lainnya} \end{cases}$$

Untuk perbandingan antara 2 bilangan *fuzzy* yang dapat dilihat pada Gambar 2.6 yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.5 Perpotongan antara  $M_1$  dan  $M_2$

3. Tingkat kemungkinan untuk sebuah bilangan *fuzzy* konveks lebih baik dibandingkan dari  $k$  bilangan *fuzzy* konveks  $M_i$  ( $i=1,2,3,\dots,k$ ) dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1 \text{ dan } M \geq M_2 \text{ dan } \dots \text{ dan } (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i), (i=1,2,\dots,k) \quad (2-5)$$

Diasumsikan bahwa:

$$d' A_i = \min(S_i \geq S_k) \quad (2-6)$$

untuk  $k=1,2,\dots,n ; k \neq i$  Maka vektor bobot didefinisikan sebagai berikut:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \text{ dimana } A_i (i=1,2,3,\dots,n). \quad (2-7)$$

4. Melakukan normalisasi vektor bobot pada persamaan diatas menjadi:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (2-8)$$

Dimana  $W$  bukan merupakan bilangan *fuzzy*.

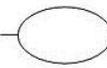
## 2.7 FAULT TREE ANALYSIS (FTA)

Menurut Ericson (1999:210) FTA adalah suatu alat untuk menganalisis, dengan tampilan visual (gambar) dan mengevaluasi jalur dari suatu kegagalan pada sistem serta menyediakan suatu mekanisme untuk mengevaluasi tingkatan bahaya pada sistem.

Dengan metode FTA ini, akan dapat diketahui kegagalan-kegagalan yang menjadi penyebab terjadinya *undesired event*, dan probabilitas terjadinya *undesired event* tersebut. Untuk mencari penyebab *undesired event* adalah analisa secara kualitatif dan mencari probabilitas adalah analisa secara kuantitatif. Dengan melakukan analisa kualitatif, maka dapat diketahui bagian mana dari sistem yang gagal dan perlu dilakukan tindakan perbaikan dan pencegahan berdasarkan kegagalan yang ada agar kejadian yang sama tidak terulang. Analisa kuantitatif dilakukan untuk mengetahui berapa probabilitas terjadinya *undesired event*. Jika angka tersebut mendekati 1 maka sistem perlu diperbaiki atau dilakukan perawatan pada bagian-bagian yang gagal dari hasil analisa kualitatif. Dengan menurunkan angka probabilitas tersebut, sistem yang didapat akan semakin baik. Dalam membangun model pohon kesalahan (*fault tree*) dilakukan dengan cara wawancara dengan manajemen perusahaan dan melakukan pengamatan langsung terhadap proses produksi di lapangan. Selanjutnya sumber-sumber kecelakaan tersebut digambarkan dalam bentuk pohon kesalahan (*fault tree*).

Adapun symbol-simbol dalam *fault tree analysis* menurut Vesely dkk (1981) dalam yumaida (2012:53) dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut ini:

**Tabel 2.6** Simbol pada *Fault Tree Analysis* (FTA)

Simbol	Keterangan
	<i>Top Event</i> Kejadian puncak yang harus dijelaskan lebih rinci/ <i>incident</i> yang terjadi
	<i>External Event</i> Kejadian yang diharapkan muncul secara normal dan tidak termasuk dalam kejadian gagal.
	<i>Undeveloped Event (Basic Event)</i> Suatu kejadian yang tidak perlu diuraikan lagi karena sudah tersedia informasi yang cukup.
	<i>Basic Event</i> Suatu kejadian yang tidak membutuhkan pengembangan lebih lanjut/tidak perlu diuraikan lagi, biasanya berasal dari data empiris atau analisis fungsi kegagalan
	Simbol Elips Symbol kondisi yang disisipkan disamping <i>event</i> untuk menunjukkan <i>event</i> itu hanya akan terjadi apabila kondisi tersebut dapat dipenuhi
	Gerbang OR ( <i>Or Gate</i> ) <i>Symbol Or Gate</i> muncul apabila " <i>input event</i> " meskipun hanya salah satu dapat menyebabkan kejadian di atasnya
	Gerbang AND ( <i>And Gate</i> ) <i>Symbol And Gate</i> muncul apabila " <i>input event</i> " bersama-sama menyebabkan kejadian di atasnya

Sumber: Yumaida (2011:53)

Prosedur dan pendekatan untuk menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) sebagai alat untuk menganalisis dan mengevaluasi jalur kesalahan adalah sebagai berikut:

1. Identifikasikan kejadian-kejadian utama yang mungkin akan ditentukan untuk dianalisis dan dicari penyebabnya. Hasil dari pengawasan manajemen dan analisis pohon resiko juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi kejadian yang tidak diinginkan.
2. Tambahkan kondisi atau kejadian yang dapat berkontribusi atau mengakibatkan kejadian di atas.
3. Tetapkan *logic gate* (gerbang logika) sesuai dengan gabungan peristiwa yang menunjukkan apakah kedua peristiwa terjadi pada waktu dan tempat yang sama (*AND*) atau kejadian yang mungkin terjadi (*OR*). Pergerakan ke cabang pada *fault tree* menunjukkan efek.
4. Lanjutkan dengan mengidentifikasi peristiwa-peristiwa yang berkontribusi dan menetapkan simbol-simbol logika untuk menghubungkan peristiwa-peristiwa yang mungkin menjadi penyebab. Ketika beberapa kondisi terjadi pada serangkaian peristiwa, sejumlah peristiwa-peristiwa penting yang dapat menyebabkan kecelakaan dapat ditempatkan pada pohon.
5. Tentukan probabilitas kemungkinan bahwa setiap peristiwa yang terjadi dengan memikirkan kemungkinan berdasarkan probabilitas dari setiap pasangan peristiwa yang berkontribusi. Persamaan di bawah dapat menentukan gerbang logika *AND* dan *OR*. Bahkan jika probabilitas kejadian tidak dapat ditetapkan, FTA masih dapat berfungsi sebagai metode evaluasi. Persamaan tersebut adalah:
  - a. *OR Gate* adalah jika salah satu kejadian (kejadian A atau B) terjadi, maka dapat menyebabkan terjadinya *top event*.
  - b. *AND Gate* adalah jika semua kejadian (kejadian A dan B) terjadi, maka dapat menyebabkan terjadinya *top event*.
6. Periksa kejadian dan kondisi untuk menentukan apakah kerusakan diakibatkan karena: kesalahan utama (kegagalan komponen), efek sekunder (kegagalan komponen lainnya, atau kegagalan kondisi lainnya), masukan atau perintah (sinyal *error*, kekeliruan, atau kesalahan pada masukan).
7. Kembangkan suatu strategi untuk memperbaiki kombinasi kejadian untuk mencegah kejadian dibagian atas kejadian terjadi.