

BAB III

DIAGRAM SEBAB AKKIBAT (*ISHIKAWA DIAGRAM*)

Diagram sebab akibat dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943 sehingga sering disebut diagram Ishikawa. Diagram sebab akibat menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab suatu masalah. Diagram ini digunakan untuk mengetahui akibat dari suatu masalah untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan. Dari akibat tersebut kemudian dicari beberapa kemungkinan penyebabnya. Penyebab masalah ini pun dapat berasal dari berbagai sumber utama, misalnya metode kerja, alat dan bahan, pengukuran, karyawan, lingkungan, dan sebagainya. Selanjutnya dari sumber-sumber utama diturunkan menjadi beberapa sumber yang lebih kecil dan mendetail. Untuk mencari berbagai penyebab tersebut dapat digunakan teknik *brainstorming* dari seluruh elemen karyawan yang terlibat dalam proses yang sedang dianalisis. Hasil *brainstorming* masalah dikelompokkan ke dalam beberapa tema sebab utama. Diagram sebab akibat merupakan pendekatan secara khusus dalam metode *six sigma* yang berguna untuk menentukan faktor yang berakibat pada kualitas.

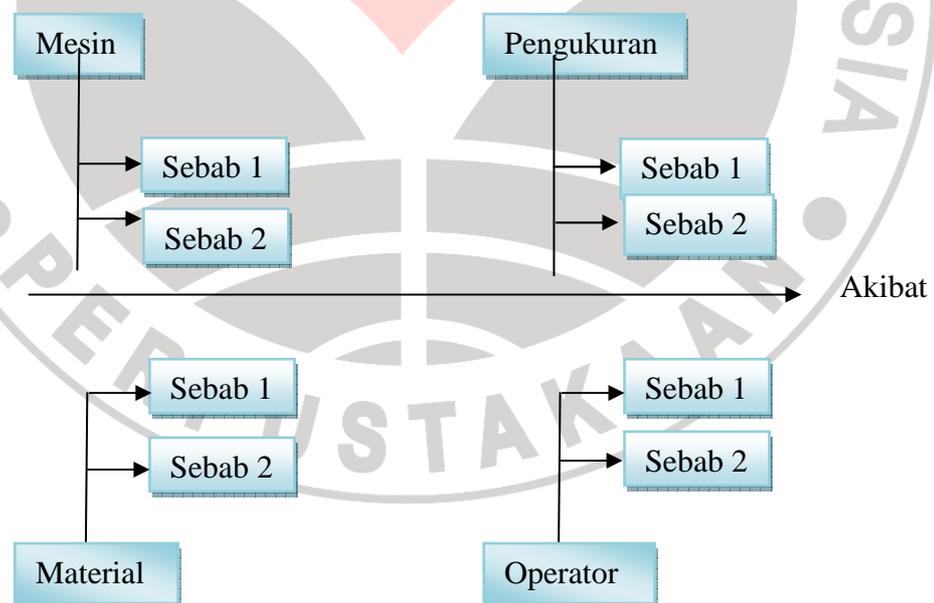
Diagram sebab akibat adalah suatu *tools* yang membantu tim untuk menggabungkan ide-ide mengenai penyebab potensial dari suatu masalah. Diagram ini juga biasa disebut dengan diagram *fishbone* karena bentuknya yang seperti tulang ikan. Masalah yang terjadi dianggap sebagai kepala ikan sedangkan penyebab masalah dilambangkan dengan tulang-tulang ikan yang dihubungkan

menuju kepala ikan. Tulang paling kecil adalah penyebab yang paling spesifik yang membangun penyebab yang lebih besar (tulang yang lebih besar).

Ada empat kategori sebab utama yang umumnya terjadi, yaitu mesin, pengukuran, material dan operator. Penggunaan diagram *affinity* atau diagram *tree* sangat membantu dalam mengelompokkan sebab-sebab tersebut. Diagram-diagram tersebut disajikan pada gambar berikut:

Mesin	Pengukuran	Material	Operator
Sebab	Sebab	Sebab	Sebab

Tabel 3 Diagram *Affinity*



Gambar 3.1 Diagram *Tree*

Beberapa manfaat dari diagram sebab akibat:

1. Dapat menggunakan kondisi yang sesungguhnya untuk tujuan perbaikan kualitas produk atau jasa, lebih efisien dalam penggunaan sumber daya dan dapat mengurangi biaya.
2. Dapat mengurangi dan menghilangkan kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk dan jasa dengan permintaan pelanggan.
3. Dapat membuat suatu standarisasi operasi yang ada maupun yang direncanakan.
4. Dapat memberi pendidikan dan pelatihan bagi karyawan dalam kegiatan pembuatan keputusan dan melakukan tindakan perbaikan.

Penerapan diagram sebab akibat misalnya dalam menghitung banyaknya penyebab kesalahan yang mengakibatkan terjadinya suatu masalah, menganalisis penyebaran pada masing-masing penyebab masalah dan menganalisis proses. Untuk menghitung penyebab kesalahan dilakukan dengan mencari akibat terbesar dari suatu masalah kemudian dijabarkan ke dalam beberapa penyebab utama. Untuk melihat faktor utama yang mengakibatkan terjadinya masalah dapat diselesaikan dengan menggunakan diagram pareto.

Penggunaan diagram pareto pertama kali oleh Joseph Juran dalam manajemen kualitas menyatakan aturan *vital few and trivial many* artinya 20% sesuatu bertanggungjawab atas 80% hasilnya atau 20% dari masalah kualitas menyebabkan kerugian 80%. Diagram ini menunjukkan seberapa besar frekuensi berbagai macam tipe permasalahan yang terjadi dengan daftar masalah pada sumbu x dan jumlah/frekuensi kejadian pada sumbu y . Kategori masalah

diidentifikasi sebagai masalah utama dan masalah yang tidak penting. Aturan 80 % masalah (ketidaksesuaian atau cacat) disebabkan oleh 20 % penyebab disebut sebagai prinsip Pareto. Prinsip Pareto ini sangat penting karena mengidentifikasi kontribusi terbesar dari variasi proses yang menyebabkan produk yang jelek seperti cacat.

Diagram pareto merupakan suatu gambaran yang mengurutkan data dari yang tertinggi sampai yang terendah. Hal ini dapat membantu menemukan masalah yang paling penting untuk segera diselesaikan (pada urutan tertinggi) sampai dengan yang tidak harus diselesaikan (pada urutan terendah). Selanjutnya akar utama permasalahan tersebut dapat dianalisis menggunakan diagram sebab akibat.

Beberapa analisis lanjutan hubungan sebab akibat dapat dilakukan, seperti uji regresi untuk mengetahui hubungan sebab akibat, uji hipotesis rata-rata dan uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh variabel faktor terhadap variabel respons.

3.1 Analisis Regresi

Analisis regresi dapat digunakan untuk menguji lebih lanjut tentang hubungan sebab akibat. Secara matematis hubungan antara variabel independent dengan variabel dependent dapat dianalisis dengan regresi.

1. Regresi Linear Sederhana

Regresi linier sederhana merupakan hubungan antara peubah terikat Y dan satu peubah bebas X. Bentuk umum regresi linier sederhana :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i; i = 1, 2, \dots, N$$

dengan :

β_0 = Konstanta (*intercept*)

β_1 = Koefisien regresi untuk X

N = Banyak observasi.

u_i = *Error*

2. Regresi Linear Ganda

Regresi linier ganda adalah hubungan antara peubah terikat Y dengan dua atau lebih peubah bebas X_1, X_2, \dots, X_n . Bentuk umum regresi linier ganda :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i$$

dimana $i = 1, 2, 3, \dots, N$ (*banyaknya observasi*)

dengan :

β_0 = *intercept*

β_1 = koefisien regresi untuk X_1

β_2 = koefisien regresi untuk X_2

β_k = koefisien regresi untuk X_k

u_i = koefisien pengganggu (*error*)

3.2 Uji Hipotesis Rata-Rata

Umumnya uji hipotesis rata-rata digunakan untuk penetapan faktor kausatif dengan cara mengkonfirmasi sumber-sumber variasi. Selain itu juga untuk menunjukkan perbedaan yang signifikan antara data *baseline* dengan data setelah perbaikan dilakukan. Secara sederhana penolakan dan penerimaan hipotesis adalah dengan membandingkan t_{hitung} dan t_{tabel} .

Uji hipotesis 2-Sample t

2-sample t adalah uji hipotesis rata-rata pada dua populasi dengan standar deviasi populasi tidak diketahui. Nilai rata-rata kedua populasi dibandingkan untuk mengetahui apakah memiliki perbedaan yang signifikan dengan langkah-langkah pengujian sebagai berikut:

a. Hipotesis:

H_0 : perbedaan rata-rata kedua popuasi tidak signifikan

H_1 : perbedaan rata-rata kedua populasi signifikan

b. Statistik uji yang digunakan untuk menguji hipotesis di atas adalah :

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

di mana:

t = nilai t hitung

\bar{x}_1 = nilai rata-rata sampel populasi 1

\bar{x}_2 = nilai rata-rata sampel populasi 2

S_p = nilai standar deviasi gabungan

n_1 = jumlah sampel populasi 1

n_2 = jumlah sampel populasi 2

Cara mencari standar deviasi gabungan adalah sebagai berikut:

$$S_p = \sqrt{\frac{s_1^2(n_1 - 1) + s_2^2(n_2 - 1)}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}}$$

di mana:

s_1 = nilai standar deviasi sampel populasi 1

s_2 = nilai standar deviasi sampel populasi 2

Kriteria pengujian untuk hipotesis di atas adalah :

H_0 diterima jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ artinya perbedaan rata-rata kedua populasi tidak signifikan.

H_0 ditolak jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ artinya perbedaan rata-rata populasi signifikan.

3.3 Uji ANOVA

Uji ANOVA merupakan hasil uji hipotesis untuk melihat signifikansi model secara keseluruhan. Adapun bentuk hipotesisnya dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_j = 0$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada sebuah } \beta_j \neq 0$$

Uji hipotesis ini juga sering disebut uji-F karena pengujiannya menggunakan distribusi F. Statistik uji yang diberikan untuk menguji hipotesis di atas adalah :

$$F = \frac{\sum_{i=1}^k \{n_i(Y_i - Y)^2 / (k - 1)\}}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - Y_i)^2 / \sum_{i=1}^k (n_i - 1)}$$

Kriteria pengujian untuk hipotesis di atas adalah :

H_0 diterima jika $F_{hitung} < F_{tabel}$.

H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$.