

Penerapan Klasifikasi *Decision Tree* dan Model Log Linear dalam Penanganan Kecelakaan Kerja

Sofi Khoirun Nisak, Jaka Nugraha

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
sofikhoirunnisa@gmail.com

Abstrak

Angka kecelakaan kerja di PT. Pertamina pada tahun 2016 tergolong tinggi. Pada tahun 2016 unsur kecelakaan kerja yakni *unsafe action* dan *unsafe condition* di PT. Pertamina Cepu mengalami kenaikan yang signifikan. Analisis penanganan pekerja terhadap kecelakaan kerja dinilai kurang. Faktor yang diamati dalam terjadinya kecelakaan kerja adalah klasifikasi kecelakaan, tingkat resiko, lokasi, lama penanganan dan status penanganan kecelakaan kerja. Oleh karena itu, peneliti ingin mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh serta memprediksi aturan-aturan (*rules*) dalam pola status penanganan kecelakaan kerja. Metode penelitian yang digunakan adalah pohon keputusan (*Decision Tree*) dan Model Log Linear. Pohon Keputusan (*Decision Tree*) merupakan metode yang digunakan dalam pengklasifikasian data teks dengan membuat suatu prediksi serta aturan-aturan (*rules*) dalam pengambilan keputusan.. Model Log Linear dapat mengetahui pola hubungan antar variable. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa terdapat 3 faktor yang berpengaruh dominan pola status penanganan kecelakaan kerja, yakni kriteria pengamatan jenis kecelakaan kerja, tingkat resiko dan lama penanganannya dengan tingkat akurasi sebesar 68,9% serta menghasilkan 4 aturan pola penanganan. Model Log Linear berdasarkan faktor status, klasifikasi dan lokasi menyatakan bahwa faktor lokasi terjadinya kecelakaan kerja berpengaruh pada pola status penanganan kecelakaan kerja. Sehingga dapat dikatakan bahwa faktor kriteria pengamatan jenis kecelakaan kerja, tingkat resiko, lama penanganan dan lokasi berpengaruh terhadap pola penanganan kecelakaan kerja.

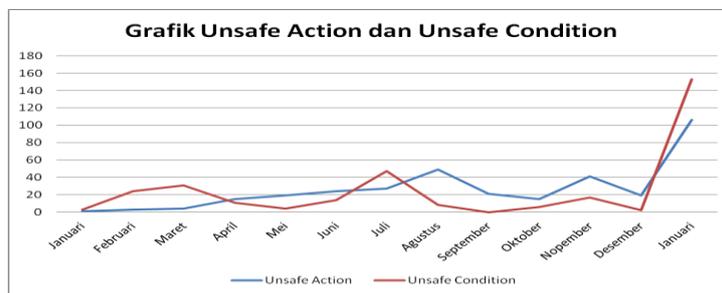
Kata Kunci: Kecelakaan kerja, pola penanganan, *Decision Tree*, Model Log Linear

PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah bidang yang terkait dengan kesehatan, keselamatan, dan kesejahteraan manusia yang bekerja di sebuah institusi maupun lokasi proyek. Tujuan K3 adalah untuk memelihara keselamatan dan kesehatan lingkungan kerja. K3 juga melindungi rekan kerja, keluarga pekerja, konsumen, dan orang lain yang juga mungkin terpengaruh kondisi lingkungan kerja (Tarwaka, 2014). Kecelakaan kerja adalah suatu kejadian atau peristiwa yang tidak diinginkan yang merugikan terhadap manusia, merusak harta benda atau kerugian terhadap proses (Mutiara, 2012). Secara umum penyebab kecelakaan kerja adalah perilaku yang tidak aman (*unsafe action*) sebesar 88%, kondisi lingkungan yang tidak aman (*unsafe condition*) sebesar 10%, atau kedua hal tersebut di atas terjadi secara bersamaan, dan 2% diakibatkan oleh faktor lain.

Health, Safety, and the Environment (HSE) menjadi satu bagian penting yang tidak pernah luput dari perhatian Perusahaan. PT. Pertamina EP Asset IV Field Cepu

menyelenggarakan usaha dibidang minyak dan gas bumi di Indonesia pasti mempunyai potensi bahaya dan faktor bahaya di tempat kerja. Pertamina melalui bidang HSE menerapkan sistem PEKA (Pengamatan Keselamatan Kerja) sebagai salah satu alat untuk memonitoring dan mengendalikan terjadinya kecelakaan kerja. PEKA menyaratkan bahwa setiap pekerja maupun mitra kerja Pertamina berhak dan wajib untuk melaporkan setiap tindakan beresiko (*unsafe action*), kondisi tidak aman (*unsafe condition*), dan *near miss* (hampir celaka) dalam kegiatan sehari – hari. Oleh karena itu, Pertamina dapat mengetahui jumlah kejadian *unsafe action*, *unsafe condition*, hampir celaka (*near miss*). Berdasarkan data jumlah kejadian *unsafe action* dan *unsafe condition* PEKA tahun 2015-2016, jumlah *unsafe condition* cenderung mengalami peningkatan dari waktu ke waktu terutama dari bulan Januari 2015 hingga Januari 2016, jumlah *unsafe action* dan *unsafe condition* meningkat drastis seperti yang digambarkan pada grafik berikut.



Gambar 1. Grafik unsafe action dan unsafe condition

Kejadian jumlah kecelakaan kerja pada *unsafe action* dan *unsafe condition* erat kaitannya dengan bagaimana setiap pekerja dalam mengatasi, menanggulangi serta meminimalisir kecelakaan kerja. Kenaikan jumlah *unsafe action* dan *unsafe condition* yang signifikan di awal tahun 2016 tersebut membuat perusahaan kebingungan untuk mengatasi kejadian jumlah *unsafe action* dan *condition*. Peneliti menduga bahwa kejadian *unsafe action* dan *unsafe condition* erat kaitannya dengan usaha perusahaan dalam mengatasi setiap kejadian kecelakaan kerja dengan mempertimbangkan tingkat resiko, status penanggulangan, lokasi terjadinya kejadian kecelakaan kerja, penyebab kecelakaan kerja dan lama penanggulangan kecelakaan kerja tersebut.

Berdasarkan hal tersebut, pentinglah bagi perusahaan untuk meningkatkan kualitas Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) bagi para pekerja, pekerjanya maupun mitra kerja. Melalui sistem PEKA dapat mengurangi resiko terjadinya kecelakaan kerja. Namun pada kenyataannya masih saja terjadi kecelakaan kerja yang dikarenakan lingkungan atau pekerjanya sendiri masih memiliki potensi bahaya kecelakaan. Pada penelitian ini, akan diterapkan metode Pohon Keputusan (*Decision Tree*) dan Model Log Linear. Penggunaan metode *decision tree* adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pola status penanganan kecelakaan kerja dan aturan-aturan (*rules*) status penanganan kecelakaan kerja guna membuat keputusan bagi perusahaan dalam meminimalisir jumlah terjadinya kecelakaan kerja sehingga meningkatkan kualitas Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan mengidentifikasi pengaruh jumlah *unsafe action* dan *unsafe condition*, tingkat resiko, status penanggulangan, lokasi terjadinya kejadian kecelakaan kerja, penyebab kecelakaan kerja dan lama penanggulangan kecelakaan kerja dalam mempengaruhi kecelakaan kerja. Model Log Linear digunakan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antar faktor pada

variabel yang tidak signifikan masuk ke dalam model *tree* namun tidak mempengaruhi *rules* model *tree* akhir.

METODE

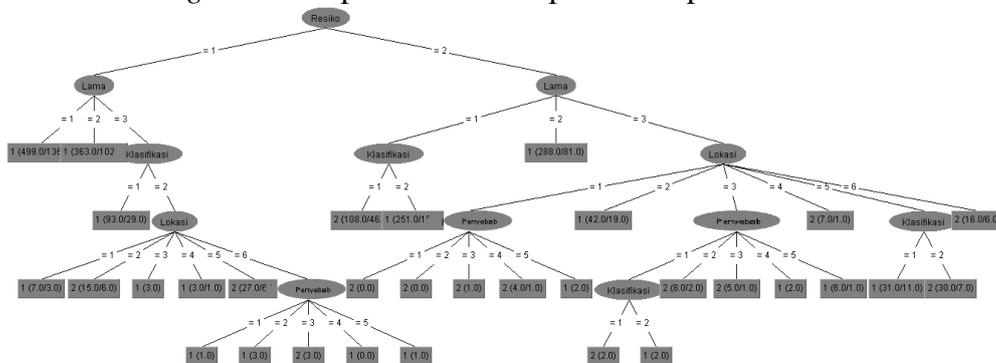
Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh rekapitulasi *database input* Pengamatan Keselamatan Kerja (PEKA) *online* di PT Pertamina Asset IV Field Cepu. Sampel dalam penelitian ini adalah rekapitulasi *database input* PEKA *online* tahun 2016. Dalam hal ini objek penelitiannya adalah sarana yang dijadikan unit pengamatan. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari rekapitulasi *database input* PEKA *online* di PT Pertamina Asset IV Field Cepu tahun 2016. Variabel yang digunakan dalam penelitian yaitu Status (*Completed, Uncompleted*), Klasifikasi (*Unsafe Action, Unsafe Condition*), Penyebab, Tingkat Resiko, Lokasi Kecelakaan Kerja, dan Lama Penanggulangan Kejadian Kecelakaan Kerja.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah klasifikasi pohon keputusan (*Decision Tree*) dan Model Log Linear. Konsep *decision tree* adalah mengubah data menjadi pohon keputusan dan aturan-aturan keputusan (*rules*). *Decision tree* merupakan struktur *flowchart* yang menyerupai *tree* (pohon), dimana setiap simpul internal menandakan suatu tes pada atribut, setiap cabang mempresentasikan hasil tes, dan simpul daun mempresentasikan kelas atau distribusi kelas. Model Log Linear tidak membedakan antara variabel respon dan prediktornya. Oleh karena itu, hanya menunjukkan hubungan antara variabelnya. Model Log Linear dilakukan untuk mempelajari pola hubungan antara kelompok. Disamping itu, digunakan untuk memperkirakan banyaknya observasi yang diharapkan dalam tiap sel tabel kontingensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Klasifikasi Model *Tree*

Sub bab ini menjabarkan prediksi penanganan kecelakaan kerja berdasarkan model *tree*. Teknik klasifikasi metode pohon keputusan (*Decision Tree*) C4.5/J48 yang didapat dari pengolahan data menggunakan analisis simpul akar (*root node*), cabang (*subset*), simpul internal (atribut) dan simpul daun (*leaf node*). Faktor-faktor yang berpengaruh dalam penanganan terjadinya kecelakaan kerja di PT. Pertamina Asset IV Field Cepu diantaranya Status, Penyebab, Klasifikasi, Resiko, Lokasi, dan Waktu. Pembentukan model *tree* menggunakan algoritma C4.5/J48 dimana keputusan pemilihan atribut dalam algoritma pohon keputusan menggunakan sistem *entropy* dengan data *training*. Pohon keputusan C4.5 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Hasil Pohon Keputusan Kecelakaan Kerja

Atribut awal (*root node*) yakni resiko terbagi dalam 2 *split*, yakni *subset* beresiko (1) dan tidak beresiko (2). Atribut selanjutnya setelah atribut awal (*root node*) yakni atribut resiko adalah atribut lama. Atribut lama terdapat 3 *split* yakni *subset* yakni Rendah (1), Sedang (2), dan Tinggi (3). Pada atribut Lama dengan *subset* resiko (1), prediksi *subset* rendah (1) adalah *Completed* dengan 499 prediksi penanganan *yes* dan 136 penanganan prediksi *no*, prediksi *subset* sedang (2) adalah *Completed* dengan 363 prediksi penanganan *yes* dan 102 prediksi penanganan *no*, *subset* tinggi (3) mempunyai nilai informasi *subset* yang tinggi sehingga dijadikan sebagai atribut selanjutnya dengan nilai *Information Gain* tertinggi. Pada *subset* tinggi (3) ditempati atribut klasifikasi, dimana pada atribut klasifikasi terdapat 2 *split* yakni *subset unsafe action* (1) dan *unsafe condition* (2). Pada atribut klasifikasi, prediksi *subset unsafe action* (1) adalah *Completed* dengan 93 prediksi penanganan *yes* dan 29 prediksi penanganan *no*, sedangkan *subset unsafe condition* (2) mempunyai nilai informasi *subset* yang tinggi sehingga ditempati atribut lokasi. Pada atribut lokasi terdapat 6 *split* yakni *split subset* bengkel/alat berat/jalan/kendaraan (1), *subset* kantor (2), *subset* laboratorium/mushola (3), *subset* SP/SPU/PPP (4), *subset* Sumur (5), *subset* yard/gudang (6). Pada atribut lokasi, prediksi *subset* bengkel/alat berat/jalan/kendaraan (1) adalah *Completed* dengan 7 prediksi penanganan *yes* dan 3 prediksi penanganan *no*, prediksi *subset* kantor(2) adalah *Uncompleted* dengan 15 prediksi penanganan *yes* dan 6 prediksi penanganan *no*, prediksi *subset* laboratorium/mushola (3) adalah *Completed* dengan 3 prediksi penanganan *yes*, prediksi *subset* SP/SPU/PPP (4) adalah *Completed* dengan 3 prediksi penanganan *yes* dan 1 prediksi penanganan *no*, prediksi *subset* sumur(5) adalah *Uncompleted* dengan 27 prediksi penanganan *yes* dan 6 prediksi penanganan *no*, *subset* yard/gudang (6) mempunyai nilai informasi *subset* yang tinggi sehingga ditempati atribut penyebab. Pada atribut penyebab terdapat 5 *split* yakni *subset* lupa/housekeeping (1), tidak tahu/ledakan (2), tidak mampu/bising (3), APD (4), lingkungan(5). Pada atribut penyebab, prediksi *subset* lupa/housekeeping (1) adalah *Completed* dengan 1 prediksi penanganan *yes*, prediksi *subset* tidak tahu/ledakan (2) adalah *Completed* dengan 3 prediksi penanganan *yes*, *subset* tidak mampu/bising (3) adalah *Uncompleted* dengan 3 prediksi penanganan *yes*, prediksi *subset* APD(4) adalah *Completed* dengan 1 prediksi penanganan *yes*, prediksi *subset* lingkungan (5) adalah *Completed* dengan 1 prediksi penanganan *yes*.

Analisis Performance Measurement

Dalam melakukan prediksi numerik terdapat beberapa alternatif ukuran yang biasa digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan. Setelah melakukan pengolahan data, maka didapatkanlah hasil *performance measurement* seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. *Performance Measurement C4.5*

| Performance Measurement | Nilai |
|--|--------------|
| <i>Correctly Classified Instances</i> | 1257 |
| <i>Incorrectly Classified Instantces</i> | 566 |
| <i>Root Mean-Squared Error</i> | 0,46 |
| <i>Mean Absolute Error</i> | 0,42 |
| <i>Root Relative Squared Error</i> | 95,7 % |
| <i>Relative Absolut Error</i> | 91,5 % |
| <i>Kappa Statistic</i> | 0,199 |

Terlihat pada Tabel 1. bahwa nilai CCI yang didapatkan dari hasil pengolahan *learning data* dengan menggunakan algoritma C4.5 adalah sebesar 68,9 % prediksi keberhasilan penanganan komplis kecelakaan kerja dan nilai ICI sebesar 31 % prediksi kegagalan penanganan kecelakaan kerja dari jumlah total kecelakaan kerja sebesar 1823. Namun, nilai yang cukup rendah pada nilai MAE dan RMSE sedangkan nilai RAE dan RRSE tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kesalahan atau *error* yang dihasilkan dari model matematis dan pohon keputusan cukup tinggi yang diyakini diakibatkan oleh tingginya tingkat variasi data. Model prediksi dievaluasi menggunakan *Kappa Statistic* untuk mengetahui reliabel metode yang diusulkan dalam mempresentasikan ketepatan penanganan kecelakaan kerja. Nilai *kappa* sebesar 0,199 menyatakan bahwa pohon keputusan memberi hasil kurang baik jika terdapat atribut yang tidak berkorelasi.

Evaluasi dan Validasi Hasil

Evaluasi dan validasi hasil *rules* klasifikasi dilakukan dengan *confusion matrix* dan ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Model *confusion matrix* yang didapat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Matrix performance* pohon keputusan

| Status | Yes Predicted | No Predicted | Total Actual |
|-----------------|---------------|--------------|--------------|
| Yes Actual | 1107 | 76 | 1183 |
| No Actual | 490 | 150 | 640 |
| Total Predicted | 1597 | 226 | 1823 |

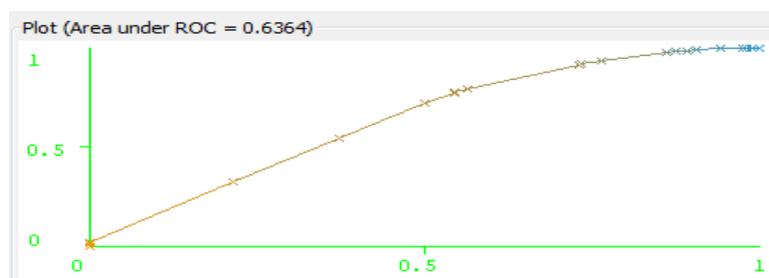
Perhitungan :

$$\text{True Positive Rate (sensitivity)} : \frac{1107}{1183} \times 100\% = 93,6\%$$

$$\text{True Negative Rate (specificity)} : \frac{150}{640} \times 100\% = 23,4\%$$

$$\text{Average Accuracy} : \frac{93,6\% + 23,4\%}{2} = 58,5\%$$

$$\text{Overall Accuracy} : \frac{1107 + 150}{1183} \times 100\% = 68,9\%$$



Gambar 3. Kurva ROC keputusan pohon

Grafik ROC merupakan grafik dua dimensi dengan *false positives* sebagai garis horizontal dan *true positives* sebagai garis vertikal. Grafik ROC mengekspresikan dari *confussion matrix*. Warna pada grafik ROC menandakan nilai t hasil eksperimen pada True Positive Rate (TPR) dan False Positive Rate (FPR). Nilai TPR sebesar 93,6% ditunjukkan pada warna biru dan nilai FPR sebesar 23,4% ditunjukkan warna kuning

kemerahan. Pada grafik diatas area dibawah kurva ROC sebesar 0,64 yang dapat diartikan sebagai poor classification.

Aturan (*rules*) Model Tree

Proses pengambilan keputusan akan yang kompleks menjadi lebih simpel sehingga pengambilan keputusan akan lebih menginterpretasikan solusi dari permasalahan. Aturan-aturan (*rules*) tersebut berdasarkan hasil *tree* awal sehingga mengetahui pola atau urutan penanganan kecelakaan kerja. Aturan yang didapatkan sebanyak 32 aturan. Berikut merupakan hasil aturan (*rules*) yang didapatkan :

Tabel 3. *Rules* Model Tree Awal

| Rules | IF | Tahap | | | | Prediksi Keterangan | Keberhasilan |
|-------|--------|---------------|------------------------|-------------------------------------|---|---------------------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 (^then Status) | | |
| 1 | Resiko | Beresiko^lama | rendah | | | <i>Completed</i> | 48% |
| 2 | Resiko | Beresiko^lama | sedang | | | <i>Completed</i> | 46% |
| 3 | Resiko | Beresiko^lama | Tinggi^ klasifikasi | <i>unsafe action</i> | | <i>Completed</i> | 100% |
| 4 | Resiko | Beresiko^lama | Tinggi^ klasifikasi | <i>unsafe condition</i> ^ lokasi | bengkel/alat berat/jalan/k endaraan | <i>Completed</i> | 50% |
| 5 | Resiko | Beresiko^lama | Tinggi^ klasifikasi | <i>unsafe condition</i> ^lokasi | kantor | <i>Uncompleted</i> | 50% |

Uji Independensi Hasil Tree

Dalam menyederhanakan *rules* pada model *tree* yang telah terbentuk, maka dilakukan uji independensi variabel Y (Status) terhadap atribut hasil *tree* dilakukan uji independensi chi-square. Hasil dari uji independensi berhubungan dengan model *tree* akhir yang terbentuk dengan mengeliminasi kriteria/atribut yang tidak perlu. Kriteria/atribut yang tereliminasi diketahui berdasarkan uji hipotesis apakah setiap atribut independen dengan variabel Y. Berikut merupakan hasil uji independensi setiap atribut.

Uji Hipotesis

H_0 : Variabel A independen terhadap variabel B

H_1 : Variabel B dependen terhadap variabel B

Tingkat signifikansi (α)= 0,05

Daerah kritis : p-value < 0,05

Tabel 4. Tes *Chi-Square*

| Atribut | Pearson Chi-Square | | | Kesimpulan |
|-------------|--------------------|----|------------|--|
| | Value | df | Asymp. Sig | |
| Penyebab | 11,386 | 4 | 0,023 | Status dependen terhadap Penyebab |
| Klasifikasi | 0,492 | 1 | 0,483 | Status independen terhadap Klasifikasi |
| Resiko | 27,833 | 1 | 0,000 | Status dependen terhadap Resiko |
| Lokasi | 7,610 | 5 | 0,179 | Status independen terhadap Lokasi |
| Lama | 38,443 | 2 | 0,000 | Status dependen terhadap Lama |

Rules Akhir Model Tree

Setelah dilakukannya uji independensi *chi-square* masing-masing atribut maka terdapat 3 atribut yang tidak dapat dihilangkan yakni atribut Penyebab, Resiko dan Lama sedangkan atribut yang dihilangkan atribut Klasifikasi dan Lokasi. Hasil *rules* pada model *tree* akhir dimana pada *rules* terakhir akan dibuat keputusan dalam pembuatan keputusan. Pada Tabel 5. merupakan *rules* akhir sebagai berikut :

Tabel 5. Rules Akhir Model Tree

| Rules | IF | Tahap | | Prediksi Keterangan |
|-------|--------|---------------------|------------------|------------------------|
| | | 1 | 2 (^then Status) | |
| 1 | Resiko | Beresiko | | <i>Completed</i> |
| 2 | Resiko | Tidak Beresiko^lama | Rendah | <i>Completed</i> |
| 3 | Resiko | Tidak Beresiko^lama | Sedang | <i>Completed</i> |
| 4 | Resiko | Tidak Beresiko^lama | Tinggi | <i>Uncompleted</i> |

Berdasarkan *rules* akhir yang terbentuk, atribut Penyebab, Resiko dan atribut Lama penanganan masuk ke dalam model *tree*, akan tetapi atribut Penyebab tidak masuk pada model karena pada *rules* penyebab melewati tahap *rules* lokasi.

Keputusan yang dapat dilakukan perusahaan guna meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja dalam rangka meningkatkan kualitas Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) adalah sebagai berikut:

- a. Faktor status
Membudayakan HSE *meeting* di setiap fungsi/bagian
- b. Faktor klasifikasi dan penyebab kecelakaan kerja
 - Melakukan HSE (*Health, Safety and Environment*) *training* bagi pekerja dan karyawan sehingga dapat mengetahui tipe-tipe / klasifikasi kecelakaan kerja
 - Sosialisasi akan pentingnya keselamatan kerja
 - Meningkatkan motivasi dan disiplin kerja karyawan
- c. Faktor resiko kecelakaan kerja
 - Mengurangi resiko bahaya kecelakaan kerja serendah mungkin
 - Meningkatkan pengawasan manajemen K3
- d. Faktor lokasi terjadinya kecelakaan kerja
Meningkatkan keandalan sarana dan fasilitas serta teknologinya HSE
- e. Faktor lama penanganan kecelakaan kerja
 - Melakukan monitoring keseharian, non rutin maupun secara periodik
 - Tanggap dalam menanggulangi setiap kejadian kecelakaan kerja sehingga jumlah kecelakaan kerja berkurang

Model Log Linear

Berdasarkan hasil uji independensi *chi-square* dengan pengujian satu satu pada Tabel 4. dan pengujian keseluruhan pada setiap faktor kejadian kecelakaan kerja, menunjukkan bahwa terdapat dua variabel yang tidak signifikan diantaranya faktor Klasifikasi dan faktor Lokasi sehingga tidak masuk dalam *rules* model *tree* akhir. Namun variabel tersebut sangat berpengaruh terhadap hasil aturan (*rules*) awal dari model *tree* awal. Berdasarkan hal tersebut akan dilakukan analisis model log linear, sehingga tabel kontigensi yang tersusun adalah

Tabel 6. Penanganan Kecelakaan Kerja Status, Klasifikasi dan Lokasi

| Status (A) | Klasifikasi (B) | Lokasi (C) | | | | | |
|-------------|-----------------|------------|--------|-----|------------|-------|--------|
| | | Bengkel | Kantor | Lab | SP/SPU/PPP | Sumur | Gudang |
| Completed | action | 38 | 121 | 44 | 28 | 195 | 30 |
| | condition | 44 | 219 | 30 | 91 | 267 | 76 |
| Uncompleted | action | 27 | 67 | 32 | 13 | 82 | 15 |
| | condition | 20 | 118 | 16 | 46 | 141 | 63 |

Diperoleh nilai estimasi frekuensi harapan untuk masing-masing model sebagai berikut:

Tabel 7. Estimasi Frekuensi Harapan

| Status (A) | Klasifikasi (B) | Lokasi (C) | Model Loglinear | | | | | | | | |
|-------------|-----------------|------------|-----------------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | ABC | A,B,C | AB,AC,BC | AB,C | AC,B | BC,A | AB,AC | AB,BC | AC,BC |
| Completed | Action | 1 | 38 | 31,8 | 41,9 | 32,3 | 42,2 | 31,1 | 31,6 | 42,8 | 41,3 |
| | | 2 | 121 | 129,3 | 123,7 | 131,3 | 122,0 | 129,1 | 131,1 | 123,9 | 121,8 |
| | | 3 | 44 | 30,1 | 46,6 | 30,5 | 49,3 | 28,1 | 28,5 | 50,1 | 46,1 |
| | | 4 | 28 | 43,8 | 27,9 | 44,5 | 26,6 | 45,2 | 45,9 | 27,0 | 27,4 |
| | | 5 | 195 | 168,7 | 189,4 | 171,3 | 179,8 | 175,4 | 178,1 | 182,5 | 186,8 |
| | | 6 | 30 | 45,3 | 26,5 | 46,0 | 29,2 | 40,2 | 40,9 | 29,7 | 25,9 |
| | Condition | 1 | 44 | 17,2 | 40,1 | 51,4 | 41,5 | 50,9 | 50,4 | 41,1 | 40,7 |
| | | 2 | 219 | 70,0 | 216,3 | 209,4 | 218,7 | 210,9 | 208,9 | 216,6 | 218,2 |
| | | 3 | 30 | 16,3 | 27,4 | 48,7 | 29,9 | 45,9 | 45,5 | 29,6 | 27,9 |
| | | 4 | 91 | 23,7 | 91,1 | 71,0 | 88,9 | 73,8 | 73,1 | 88,1 | 91,6 |
| | | 5 | 267 | 91,3 | 272,6 | 273,2 | 264,8 | 286,6 | 283,9 | 262,3 | 275,2 |
| | | 6 | 76 | 24,5 | 79,5 | 73,4 | 90,2 | 65,8 | 65,1 | 89,3 | 80,1 |
| Uncompleted | action | 1 | 27 | 51,9 | 23,1 | 16,7 | 22,8 | 17,8 | 17,3 | 22,2 | 23,7 |
| | | 2 | 67 | 211,4 | 64,3 | 68,0 | 66,0 | 70,2 | 68,2 | 64,1 | 66,2 |
| | | 3 | 32 | 49,1 | 29,4 | 15,8 | 26,7 | 18,2 | 17,7 | 25,9 | 29,9 |
| | | 4 | 13 | 71,7 | 13,1 | 23,0 | 14,4 | 22,4 | 21,8 | 14,0 | 13,6 |
| | | 5 | 82 | 275,8 | 87,6 | 88,7 | 97,2 | 84,6 | 82,2 | 94,5 | 90,2 |
| | | 6 | 15 | 74,1 | 18,5 | 23,8 | 15,8 | 29,6 | 28,8 | 15,3 | 19,1 |
| | condition | 1 | 20 | 28,1 | 23,9 | 28,6 | 22,5 | 29,2 | 29,7 | 22,9 | 23,3 |
| | | 2 | 118 | 114,3 | 120,7 | 116,3 | 118,3 | 114,8 | 116,8 | 120,4 | 118,8 |
| | | 3 | 16 | 26,6 | 18,6 | 27,0 | 16,1 | 29,8 | 30,3 | 16,4 | 18,1 |
| | | 4 | 46 | 38,8 | 45,9 | 39,4 | 48,1 | 36,6 | 37,2 | 48,9 | 45,4 |
| | | 5 | 141 | 149,2 | 135,4 | 151,8 | 143,2 | 138,4 | 140,8 | 145,7 | 132,8 |
| | | 6 | 63 | 40,1 | 59,5 | 40,8 | 48,8 | 48,4 | 49,2 | 49,7 | 58,9 |

Berdasarkan nilai estimasi harapan masing-masing model log linear diatas, terlihat bahwa model (AC,B) adalah model paling cocok dengan data sampel dibandingkan dengan model yang lain. Hal tersebut dapat dibuktikan karena selisish antara nilai harapan model (ABC) dengan model yang lain sangat jauh dan selisih nilai harapan model (AC,B) dengan model (ABC) sangat sedikit. Untuk mengetahui model terbaik yang terbentuk, dilakukan uji *goodness of fit* (kecocokan) dengan melihat dari nilai statistik *Likelihood Ratio Square* (G^2), derajat bebas (db), dan *p-value* (*p*) untuk masing masing model sebagai berikut :

Tabel 8. Uji goodness of fit model Log Linear

| No | Model | db | G^2 | p-value |
|----|-------|----|-------|--------------|
| 1. | A,B,C | 16 | 87,4 | $7,6e^{-12}$ |

| | | | | |
|----|----------|----|-------|---------------------|
| 2. | AB,AC,BC | 5 | 5,6 | 0,34 |
| 3. | AB,C | 15 | 86,87 | 3,7e ⁻¹² |
| 4. | AC,B | 11 | 13,6 | 0,26 |
| 5. | BC,A | 11 | 79,8 | 1,6e ⁻¹² |
| 6. | AB,AC | 10 | 13,1 | 0,21 |
| 7. | AB,BC | 10 | 79,3 | 6,6e ⁻¹³ |
| 8. | AC,BC | 6 | 86,9 | 0,413 |
| 9. | ABC | 0 | 0 | 1 |

Tabel diatas menyajikan hasil dari uji *goodness of fit* beberapa model. Jika nilai *p-value* semakin kecil berarti model semakin tidak baik. Sehingga hipotesis yang digunakan adalah

Hipotesis

H₀ : Model yang diuji sesuai dengan data (layak digunakan)

H₁ : Model *Saturated* atau model (ABC) sesuai dengan data

Dari nilai *p-value*, terlihat bahwa terdapat 4 model yang layak digunakan yaitu (AB,AC,BC) dengan *p-value* = 0,34; (AC,BC) dengan *p-value* = 0,41; (AB,AC) dengan *p-value* = 0,21 dan (AC,B) dengan *p-value* = 0,026. Model yang terbentuk adalah

$$\text{Log}(\mu_{ijk}) = \lambda + \lambda^A + \lambda^B + \lambda^C + \lambda^{AC}$$

Berdasarkan model yang terbentuk terdapat hubungan 2 faktor yang saling berpengaruh akan tetapi tidak mempengaruhi aturan (*rules*) model *tree* akhir. Kemudian dari Tabel 8. dapat menguji efek interaksi tertentu :

Tabel 9. Uji Interaksi Antar Faktor

| Interaksi | Hipotesis | G ² | db | $\chi^2_{(df,\alpha)}$ | Kesimpulan |
|-----------|--|--------------------|-------------|------------------------------|-------------------|
| A dan B | H ₀ : $\lambda_{ij}^{AB} = 0$ untuk semua i dan j (faktor A dan faktor B saling independen) | 87,4 - 86,9 = 0,5 | 16 - 15 = 1 | $\chi^2_{(1;0,05)} = 3,841$ | saling independen |
| A dan C | H ₀ : $\lambda_{ik}^{AC} = 0$ untuk semua i dan k (faktor A dan faktor C saling independen) | 86,9 - 13,1 = 73,8 | 15 - 10 = 5 | $\chi^2_{(5;0,05)} = 11,070$ | tidak independen |
| B dan C | H ₀ : $\lambda_{jk}^{BC} = 0$ untuk semua j dan k (faktor B dan faktor C saling independen) | 13,6 - 6 = 7,6 | 11 - 6 = 5 | $\chi^2_{(5;0,05)} = 11,070$ | saling independen |

Model yang terbaik untuk data yaitu model (AC,B), sehingga dilakukan analisis lebih lanjut yaitu analisis residual. Tujuan dari analisis residual adalah untuk mengukur sisa variabilitas data pengamatan. Residual adalah frekuensi pengamatan dikurang dengan frekuensi harapan. Residual yang diperoleh ditulis pada Tabel 10. sebagai berikut

Tabel 10. Analisis Residual

| Status | Klasifikasi | Lokasi | Frekuensi | Harapan | Residual |
|------------------|---------------|--------|-----------|---------|----------|
| <i>Completed</i> | <i>action</i> | 1 | 38 | 42,2 | 4,2 |
| | | 2 | 121 | 122,0 | 1,0 |
| | | 3 | 44 | 49,3 | 5,3 |

| Status | Klasifikasi | Lokasi | Frekuensi | Harapan | Residual |
|--------------------------|------------------|--------|-----------|---------|----------|
| | <i>condition</i> | 4 | 28 | 26,6 | -1,4 |
| | | 5 | 195 | 179,8 | -15,2 |
| | | 6 | 30 | 29,2 | -0,8 |
| | | 1 | 44 | 41,5 | -2,5 |
| | | 2 | 219 | 218,7 | -0,3 |
| | | 3 | 30 | 29,9 | -0,1 |
| | <i>action</i> | 4 | 91 | 88,9 | -2,1 |
| | | 5 | 267 | 264,8 | -2,2 |
| | | 6 | 76 | 90,2 | 14,2 |
| | | 1 | 27 | 22,8 | -4,2 |
| | | 2 | 67 | 66,0 | -1,0 |
| | | 3 | 32 | 26,7 | -5,3 |
| <i>Uncom- pleted</i> | 4 | 13 | 14,4 | 1,4 | |
| | 5 | 82 | 97,2 | 15,2 | |
| | 6 | 15 | 15,8 | 0,8 | |
| | 1 | 20 | 22,5 | 2,5 | |
| | 2 | 118 | 118,3 | 0,3 | |
| | 3 | 16 | 16,1 | 0,1 | |
| | <i>condition</i> | 4 | 46 | 48,1 | 2,1 |
| | | 5 | 141 | 143,2 | 2,2 |
| | | 6 | 63 | 48,8 | -14,2 |

Tabel 10. merupakan tabel residual dari masing-masing kategori disetiap variabel pada data. Residual yang diperoleh tidak ada yang sama. Nilai residual positif mempunyai arti bahwa frekuensi pengamatan lebih besar dari pada frekuensi harapan. Sebaliknya, jika frekuensi harapan lebih besar dari frekuensi pengamatan maka nilai residual negatif. Semakin kecil nilai residual maka nilai estimasi mendekati nilai pengamatan. Tabel diatas menunjukkan bahwa nilai residualnya relatif kecil (mendekati nol), sehingga model (AC,B) adalah model terbaik untuk mewakili data dengan faktor yang tidak signifikan yang mempengaruhi model *tree* awal. Berdasarkan hasil analisis menggunakan model log linear, didapatkan model terbaik yakni (AC, B) sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor Status saling berpengaruh terhadap faktor Lokasi dalam kejadian kecelakaan kerja. Akan tetapi faktor lokasi tidak masuk ke dalam aturan (*rules*) prediksi status penanganan kecelakaan kerja pada model *tree*.

SIMPULAN

Pola status penanganan dipengaruhi oleh 3 faktor, diantaranya faktor pengamatan, resiko, dan lama penanganan yang menghasilkan 4 aturan (*rules*) pola penanganan kecelakaan kerja. Penanganan kecelakaan kerja sebesar 1823 kejadian dengan jumlah prediksi penanganan komplit dan benar sebesar 1107 kejadian serta prediksi penanganan tidak komplit dan salah sebesar 150 kejadian sehingga tingkat akurasi total (*overall accuracy*) prediksi penanganan kecelakaan kerja sebesar 68,9%.

Aturan-aturan (*rules*) yang dihasilkan untuk prediksi status penanganan kecelakaan kerja adalah

R1 : IF Resiko = Beresiko ^ THEN Status = *Completed*

R2 : IF Resiko = Tidak Beresiko ^ Lama = Rendah ^ THEN Status = *Completed*

R3 : IF Resiko = Tidak Beresiko ^ Lama = Sedang ^ THEN Status = *Completed*

R4 : IF Resiko = Tidak Beresiko ^ Lama = Tinggi ^ THEN Status = *Uncompleted*

Analisis Log Linear 3 dimensi dengan faktor Status (A), Klasifikasi (B) dan Lokasi (C) menunjukkan hanya terdapat hubungan antara faktor Status (A) dan faktor

Lokasi (C) dengan nilai p-value sebesar 0,26. Hal ini yang menyebabkan mengapa faktor Lokasi tidak masuk kedalam model *tree*. Model yang didapatkan adalah

$$\text{Log}(\mu_{ijk}) = \lambda + \lambda^A + \lambda^B + \lambda^C + \lambda^{AC}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Mutiara, S. 2012. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta : Ghalia.
- Nugraha, J. 2014. *Pengantar Analisis Data Kategorik*. Yogyakarta : Deepublish.
- Nisak, S.K. 2016. Implementation of a Multiple Regression Analysis of Occupational Safety and Health to the Charging PEKA (Pengamatan Keselamatan Kerja). *Journal in The 2nd International Conference On Applied Statistics (ICASS 2016)*.
- Tarwaka. 2014. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Surakarta : Harapan Press.