BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Statistik

2.1.1 Analisis Regresi Logistik

1) Regresi Logistik Biner

Regresi Logistik Biner merupakan suatu metode analisis data yang digunakan untuk mencari hubungan antara variabel respon (y) yang bersifat *biner* atau dikotomus dengan variabel prediktor (x) yang bersifat polikotomus (Hosmer dan Lemeshow, 1989). Bentuk data variabel respon terdiri dari 2 kategori yaitu "sukses" dan "gagal" yang dapat dinotasikan dengan $y = 1$ (sukses) dan $y = 0$ (gagal). Dalam keadaan demikian variabel y mengikuti distribusi *Bernoulli* untuk setiap observasi tunggal. Fungsi Probabilitas untuk tiap observasi adalah diberikan sebagai berikut :

$$f(y) = \pi^y \, (I - \pi)^{(I-y)} \, ; \; y = 0.1$$

Dimana bila $y = 0$ maka $f(y) = 1 - \pi$ dan bila $y = 1$ maka $f(y) = \pi$. Fungsi regresi logistiknya dapat dituliskan sebagai berikut:

$f(z) = \frac{1}{1+e^{-z}}$ ekuivalen dengan $f(z) = \frac{e^z}{1+e^z}$

dengan $z = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_p x_p$.

Nilai z antara $-\infty$ dan $+\infty$ sehingga nilai $f(z)$ terletak antara nilai 0 dan 1 untuk setiap nilai z yang diberikan. Dari Hal tersebut dapat dilihat bahwa model logistik menggambarkan probabilitas dari suatu objek. Berikut adalah model regresi logistiknya :

$$\pi(x) = \frac{e^{\beta_0+\beta_1 x_{1+\cdots+}\beta_p x_p}}{1 + e^{\beta_0+\beta_1 x_{1+\cdots+}\beta_p x_p}}$$

p = banyaknya variabel predictor, $\pi(x)$ tersebut terletak antara 0 dan 1, nilai akan menurun maupun naik mengikuti kenaikan x. Berikut adalah uraian menggunakan transformasi logit dari $\pi(x)$ model regresi logistik pada persamaan diatas untuk mempermudah pendugaan parameter regresi.

$$\pi(x) = \frac{e^{\beta_0+\beta_1 x_{1+\cdots+}\beta_p x_p}}{1 + e^{\beta_0+\beta_1 x_{1+\cdots+}\beta_p x_p}}$$

$$\pi(x)\left(1 + e^{\beta_0+\beta_1 x_{1+\cdots+}\beta_p x_p}\right) = e^{\beta_0+\beta_1 x_{1+\cdots+}\beta_p x_p}$$

$$\pi(x) + \pi(x)\left(e^{\beta_0+\beta_1 x_{1+\cdots+}\beta_p x_p}\right) = e^{\beta_0+\beta_1 x_{1+\cdots+}\beta_p x_p}$$

$$\pi(x) = e^{\beta_0+\beta_1 x_{1+\cdots+}\beta_p x_p} - \pi(x)(e^{\beta_0+\beta_1 x_{1+\cdots+}\beta_p x_p})$$

$$\pi(x) = \left(1 - \pi(x)\right)(e^{\beta_0+\beta_1 x_{1+\cdots+}\beta_p x_p})$$

$$\frac{\pi(x)}{(1 - (\pi(x))} = e^{\beta_0+\beta_1 x_{1+\cdots+}\beta_p x_p}$$

$$\ln\left(\frac{\pi(x)}{(1 - (\pi(x))}\right) = \ln\left(e^{\beta_0+\beta_1 x_{1+\cdots+}\beta_p x_p}\right)$$

$$\ln\left(\frac{\pi(x)}{(1-(\pi(x))}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_{1+\cdots+\beta_p x_p}$$

dengan:

ρ = banyaknya variabel prediktor

β_0 = konstanta

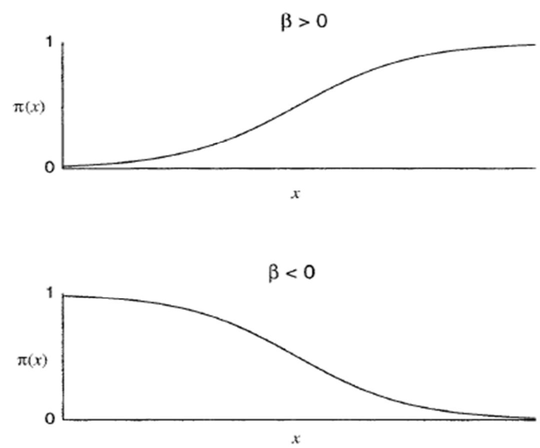
β_p = koefisien dari x, dimana $\beta = \beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$

x = variabel bebas, dimana $x = x_1, x_2, \dots, x_p$

$g(x)$ = Logit $[\pi(x)]$

$\pi(x)$ = Probabilitas sukses dari variabel x

Model tersebut merupakan fungsi linier dari parameter-parameternya. Pada regresi logistik, variabel respon diekspresikan sebagai $y = \pi(x) + \varepsilon$ dimana ε mempunyai salah satu dari kemungkinan dua nilai yaitu $\varepsilon = 1 - \pi(x)$ dengan peluang $\pi(x)$ jika $y = 1$ dan $\varepsilon = -\pi(x)$ jika $y = 0$ dan mengikuti distribusi binomial dengan rataan nol dan varians $(\pi(x))(1 - \pi(x))$. Sehingga model yang terbentuk akan mengikuti pola seperti kurva berikut ini :



Sumber : Agesti, 2002

Gambar 2.1 kurva fungsi regresi logistik

Kelemahan dari regresi logistik adalah ketika sampel kecil dan data yang kelasnya tidak seimbang. Data yang jumlah sampelnya kecil dan kelasnya tidak seimbang akan menghasilkan akurasi yang rendah (Harington dalam Rianto, 2015). Jika kelas data awal tidak seimbang (*imbalance*) maka hasil prediksi cenderung menghasilkan kelas mayoritas (Khoshgoftaar et al dalam Rianto, 2015).

2) Estimasi Parameter

Estimasi parameter pada regresi logistik dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Estimation (MLE).* Metode tersebut bertugas mengestimasi parameter β dengan cara memaksimalkan fungsi likelihood dan mensyaratkan bahwa data harus mengikat suatu distribusi tertentu. Pada regresi logistik, setiap pengamatan mengikuti distribusi Bernoulli sehingga dapat ditentukan fungsi likelihoodnya.

Jika x_i dan y_i merupakan pasangan variabel bebas dan terikat pada pengamatan ke$-i$ dan diasumsikan bahwa setiap pasangan pengamatan saling independen dengan pasangan pengamatan lainnya, $i = 1,2,...,n$ maka fungsi probabilitas untuk setiap pasangannya adalah :

$$f(x_i) = \pi(x_i)^{yi}(1 - \pi(x_i))^{1-yi} \quad ; \quad y_i = 0{,}1\ ;$$

dengan, $\pi(x_i) = \dfrac{e^{\left(\sum_{j=0}^{p} \beta_j x_j\right)}}{1+e^{\left(\sum_{j=0}^{p} \beta_j x_j\right)}}$

dimana, ketika $j = 0$ maka nilai $x_{ij} = x_{i0} = 1$. Setiap pengamatan diasumsikan independen sehingga fungsi likelihoodnya merupakan gabungan dari fungsi distribusi masing-masing pasangan yaitu sebagai berikut:

$$l(\beta) == \prod_{i=1}^{n} f(x_i) = \prod_{i=1}^{n} \pi(x_i)^{y_i}(1 - \pi(x_i))^{1-y_i}$$

Fungsi likelihood tersebut lebih mudah dimaksimumkan dalam bentuk log $l(\beta)$ dan dinyatakan dengan $L(\beta)$.

$$L(\beta) = \log l(\beta)$$

$$L = \sum_{j=0}^{p}(\sum_{i=1}^{n} y_i x_{ij})\beta_j - \sum_{i=1}^{n} \log\left(1 + e^{\sum_{j=0}^{p} \beta_i x_{ij}}\right)$$

Nilai β maksimum didapatkan melalui turunan $L(\beta)$ terhadap β dan hasilnya adalah sama dengan nol.

$$\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_j} = \sum_{i=1}^{n} y_i x_{ij} - \sum_{i=1}^{n} x_{ij} \left(\frac{e^{\sum_{j=0}^{p} \beta_i x_{ij}}}{1 + e^{\sum_{j=0}^{p} \beta_i x_{ij}}}\right)$$

Sehingga, $\sum_{i=1}^{n} y_i x_{ij} - \sum_{i=1}^{n} x_{ij}\, \hat{\pi}(x_i) = 0$ dengan $j = 0,1,\dots,p$

Untuk nilai taksiran β dari turunan pertama fungsi $l(\beta)$ non linier maka digunakan metode Iterasi Newton Raphson. Persamaan yang digunakan :

$$\beta^{(t+1)} = \beta^{(t)} - (H^{(t)})^{-1} q^{(t)} \text{ ; t = 1,2,…, sampai konvergen.}$$

dengan, $q^T = \left(\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_0}, \frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_k}\right)$

dan H merupakan matriks Hessian. Elemen-elemennya adalah

$$h_{ju} = \frac{\partial^2 L(\beta)}{\partial \beta_j \partial \beta_u}, \text{ sehingga } H = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1k} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2k} \\ . & . & \dots & . \\ h_{k1} & h_{k2} & \dots & h_{kk} \end{pmatrix},$$

dan pada setiap iterasi berlaku,

$$h_{ju}^{(t)} = \frac{\partial^2 L(\beta)}{\partial \beta_j \partial \beta_u} \Big|_{\beta^{(t)}} = -\sum_{i=1}^{n} x_{ij} x_{iu} \pi(x_i)^{(t)} (1 - \pi(x_i)^{(t)})$$

$$q_j^{(t)} = \frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_j} \Big|_{\beta^{(t)}} = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \pi(x_i)^{(t)}) x_{ij}$$

$$\pi(x_i)^{(t)} = \frac{e^{(\sum_{j=0}^{k} \beta_j^{(t)} x_{ij})}}{1 + e^{(\sum_{j=0}^{k} \beta_j^{(t)} x_{ij})}}$$

dari persamaan diatas diperoleh,

$$\beta^{(t+1)} = \beta^{(t)} + \{x^T Diag[\pi(x_i)^{(t)}(1 - \pi(x_i)^{(t)})]x\}^{-1} x^T (y - m^{(t)})$$

Langkah-langkah iterasi Newton Raphson diberikan sebagai berikut:

a. Menentukan nilai dugaan awal $\beta^{(0)}$ kemudian dengan menggunakan persamaan maka didapatkan $\pi(x_i)^{(0)}$.

b. Dari $\pi(x_i)^{(0)}$ pada langkah a, diperoleh matriks Hessian $H^{(0)}$ dan vektor $q^{(0)}$.

c. Proses selanjutnya untuk $t > 0$ digunakan hingga $\pi(x_i)^{(t)}$ dan $\beta^{(t)}$ konvergen.

Untuk metode *Maximum Likelihood Estimation (MLE)* akan digunakan uji serentak dan parsial guna mengetahui signifikansi parameter dari tiap variabel.

1) Uji Serentak

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter β terhadap variabel respon secara bersama-sama dengan menggunakan statistik Uji G (Hosmer and Lemeshow, 2000). Hipotesisnya adalah sebagai berikut :

$\mathrm{H}_0 = \beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_k = 0$

$\mathrm{H}_1 = minimal\ ada\ satu\ \beta_1 \neq 0, \ , j = 1,2, \ldots, k$

Taraf signifikansi : α

Statistik uji yang digunakan adalah statistic uji G_{hit} atau *Likelihood Ratio Test,* yaitu :

Statistik uji : $G = -2ln\left[\frac{\left(\frac{n_1}{n}\right)^{n_1}\left(\frac{n_0}{n}\right)^{n_0}}{\prod_{i=1}^{n}\pi^{\widehat{y_i}}(1-y_i)^{1-y_i}}\right]$

Dengan $n_1 = \sum_{i=1}^{n} y_i; n_0 = \sum_{i=1}^{n}(1-y_i); n = n_0 + n_1$

Daerah penolakan : tolak H_0 jika $G > x^2_{(xp)}$ dengan p adalah derajat bebas banyaknya variabel predikor atau jika nilai p-value < α .

2) Uji Parsial

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter β terhadap variabel responnya secara parsial mengunakan statistik uji Wald (Hosmer and Lemeshow, 2000). Hipotesisnya adalah sebagai berikut :

$H_0 = \beta_k = 0$

$H_1 = \beta_k \neq 0; k = 1,2, \dots, p$

Taraf signifikansi : α

Daerah penolakan : tolak H_0 jika $W| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$

2.1.2 Metode *Resampling Bootstrap*

Bootstrap adalah metode dan teknik *Resampling* nonparametrik yang berbasis komputer dan sangat potensial untuk dipergunakan pada masalah keakurasian yang didasarkan pada simulasi data untuk keperluan inferensi statistik (Sungkono, 2013). *Bootstrapping* bertujuan untuk menentukan nilai estimasi yang kuat bersarakan *standard eror* dan interval kepercayaan untuk mengestimasi proporsi, rerata, median, odds ratio, koefisien korelasi atau koefisien regresi (Widhiarso, 2012). Keuntungan metode *Bootstrap* ini, nilai error akan menurun secara signifikan jika diaplikasikan pada data yang kecil (Ruparel et al., 2013). Metode *Bootstrap* diawali dengan mengambil sampel dari sampel asli dengan ukuran sama sesuai ukuran data asli, dan dilakukan dengan pengembalian. Dinotasikan dengan $X_1^*, X_2^*, \dots, X_B^*$ masing-masing berisi nilai data yang telah disampling secara random dengan pengembalian dari sampel x. Kemudian dilakukan evaluasi hasil *resampling Bootstrap* yang diperoleh untuk masing-masing sampel *Bootstrap*. Lalu estimasi *standard error* untuk sampel *Bootstrap*. Proses *resampling Bootstrap* dilakukan dengan menggunakan program komputer, karena besarnya jumlah *resampling* yang bisa mencapai ribuan kali sehingga sangatlah sulit untuk melakukan perhitungan secara manual (Ustyannie, 2014).

1) Pembentukan Sampel *Bootstrap*

Menurut (Walpole, Myers, & Ye, 2007), sampel adalah suatu himpunan bagian dari populasi. Istilah sampel asli digunakan untuk menyebut himpunan bagian yang pertama diambil dari populasi, sebelum dilakukan *resampling*, yaitu proses pengambilan sampel kembali dari sampel yang telah kita ambil dari populasi, sedangkan istilah sampel *Bootstrap* (*resampling*) digunakan untuk menyebut sampel yang telah kita *resampling* dari sampel asli. Sampel asli dilambangkan dengan $x = \{x_{1,.....,}x_n\}$ dimana $n = 1,2,3,..., n$, dan sampel *Bootstrap* dilambangkan dengan $x^* = \{x_1^*, x_2^*, ..., x_B^*\}$ dimana $B = 1,2,3,..., B$. Sampel *Bootstrap* diperoleh dengan cara sampling secara acak dengan pengembalian dari sampel asli. Ini berarti bahwa setelah observasi diambil secara acak dari sampel asli kemudian diletakkannya kembali sampel yang terambil tersebut sebelum diambil sampel atau observasi berikutnya. Sampel menggunakan pengembalian memungkinkan untuk mendapatkan jumlah data yang sama dengan ketika pertama kali kita melakukan sampling, dan memungkinkan satu data diambil beberapa kali. Peluang sampel dengan pengembalian dapat dinotasikan dengan:

$$P(x_1^* = x_j \mid x) = \frac{1}{n} \text{ untuk } i, j = 1,2,..., n$$

Ini adalah distribusi seragam untuk sampling *Bootstrap*. Masing-masing sampel *Bootstrap* yang diambil setiap kali pengambilan adalah sama banyaknya dengan sampel asli.

2) Estimasi standar error Metode *Bootstrap*

Estimasi *Bootstrap* untuk *standard error* tidak memerlukan perhitungan teori dan selalu tersedia walaupun sekompleks apapun perhitungan statistika untuk estimator $\hat{\theta}$, artinya prosedur *Bootstrap* untuk *standard error* selalu sama untuk semua bentuk distribusi data.

Menurut (Efron & Tibshirani, 1993), Estimasi standard error untuk sampel *Bootstrap* yaitu :

$$\hat{se}_B = \sqrt{\{\sum_{b=1}^{B}(\hat{\theta}^b - \hat{\theta}^{\bullet})^2 / (B-1)^2\}}$$

dimana: $\hat{\theta}^{\bullet} = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B}\hat{\theta}^b$.

3) Interval konfidensi *Bootstrap* pendekatan normal

Interval konfidensi $(1-\alpha)$ *Bootstrap* pendekatan normal dapat dikonstruksikan sebagai berikut:

$$\hat{\beta}^{(b)} - t_{n-p,\alpha/2}se\hat{\beta}^{(b)} < \beta < \hat{\beta}^{(b)} + t_{n-p,\alpha/2}se\hat{\beta}^{(b)}$$

dimana $t_{n-p,\alpha/2}$ adalah nilai kritis t dengan luas daerah sebelah kanan $\alpha/2$, dan $n-p$ adalah nilai derajat kebebasan. $se\hat{\beta}^{(b)}$ adalah nilai standard error dari $\hat{\beta}^{(b)}$. Jika $n \geq 30$, maka distribusi Z yang digunakan untuk interval konfidensi.

4) Prosedur *Resampling* Metode Bootstrap

Prosedur *Bootstrap* untuk standard error selalu sama untuk semua bentuk distribusi data. Menurut Efron dan Tibshirani, langkah-langkah prosedur *Bootstrap* sebagai berikut :

1. Pilih sampel *Bootstrap*, yaitu sampel yang telah kita *resampling* dari sampel asli sebanyak B. Dinotasikan dengan X_1*, X_2*,..., X_B*, masing-masing berisi nilai data yang telah disampling secara random dengan pengembalian dari sampel X.
2. Evaluasi hasil *Bootstrap* yang diperoleh untuk masing-masing sampel *Bootstrap* $\hat{\theta}^b = s(\hat{x}^b)$, dimana nilai $b = 1,2, \ldots, B$.
3. Estimasi standard error untuk sampel *Bootstrap*

$$\hat{s}e_B = \sqrt{\{\textstyle\sum_{b=1}^{B} (\hat{\theta}^b - \hat{\theta}^{\bullet})^2 / (B-1)^2\}} \tag{2.4}$$

dimana: $\hat{\theta}^{\bullet} = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B} \hat{\theta}^b$.

4. Mengulangi langkah 1, 2 dan 3 hingga B kali, sehingga akan diperoleh $\widehat{se}_1, \widehat{se}_{2,} \ldots., \widehat{se}_B$

Pendekatan *Bootstrap* jika diulang lebih dari satu kali akan memberikan hasil yang berbeda, hal ini karena yang dilakukan adalah suatu simulasi. Jika dapat dilakukan menggunakan semua kemungkinan sampel yaitu n^n maka hasilnya akan sama (Sungkono, 2013).

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Kecelakaan

Kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak disangka-sangka dan tidak disengaja. Kecelakaan melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pemakai jalan lainnya yang mengakibatkan korban manusia ataupun kerugian harga benda (Peraturan Pemerintah No 43 tahun 1993 pasal 93). Kecelakaan lalu lintas pada umumnya terjadi disebabkan oleh banyak faktor penyebab, misalkan ketidak hati-hatian dalam pengguna jalan, tidak menggunakan atribut lengkap untuk berkendara adala faktor penyebab timbulnya kecelakaan. Selain faktor dari manusia ada juga faktor jalan, kondisi kendaraan saat digunakan, cuaca, ataupun pandangan terhalang satu dan lain hal. Kecelakaan lalu lintas tidak terjadi secara kebetulan melainkan disertai berbagai suatu sebab yang dapat dicari tahu untuk melakukan tindakan preventif atau pencegahan sebelum terjadi karena dampaknya merugikan secara materi maupun nonmateri (Suma'mur, 2009).

Lalu lintas merupakan pergerakan suatu kendaraan dan orang diruang lalu lintas. Kecelakaan lalu lintas sulit di prediksi kapan dan dimana terjadinya. Kecelakaan dapat menyebabkan trauma, cidera, atapun kecacatan, tetapi akibat paling fatal adalah kematian. Kejadian kecelakaan sulit diminimalisasi dan cenderung meningkat seiring berkembangannya jaman, pertambahan panjang jalan dan bertambahnya kuantitas kendaraan dijalan karena menyebabkan semakin meningkatnya mobilitas manusia.

2.2.2 Faktor Penyebab Kecelakaan

Banyak faktor penyebab kecelakaan lalu lintas dijalan. Kecelakaan lalu lintas di Indonesia tiga tahun terakhir berada di urutan ketiga setelah penyakit jatung coroner dan tuberculosis sebagai penyumbang korban jiwa terbanyak berdasarkan penilaian oleh WHO, setiap tahunnya di seluruh dunia 1,24 juta korban meninggal dunia dan 20-50 juta megalami luka, tiap harinya ada 1000 anak-anak meninggal dunia rentang umur 10-24 tahun (World Health Organization, 2013). Kecelakaan dapat di timbulkan dari berbagai aspek, dapat dari faktor pengguna jalan, faktor pembangunan jalan, faktor pengguna jalan, faktor kendaraan yang digunakan, dan faktor lingkungan.

1) Faktor pengguna jalan

Faktor pengguna jalan, banyak kejadian kecelakaan bersumber dari pengguna. Tingkat kesadaran keselamatan dalam berlalu lintas masih sangat rendah padahal pengetahuan tersebut sangat penting untuk pengendara itu sendiri maupun pengguna jalan lainnya. Beberapa penyebab kecelakaan bersumber dari pengendara adalah pengendara yang mengantuk, terlalu lelah karena perjalanan jauh, tidak menggunakan atribut keselamatan selama berkendara, tidak mematuhi rambu lalu lintas yang ada, menggunakan telepon genggam saat berkendara, dan merokok saat berkendara.

2) Faktor Jalan

Saat membangun jalan tidak sesuai dengan standar aman, jalan menjadi licin, bergelombang, yang menyebabkan pengendara kurang nyaman saat menggunakan jalan. Dari faktor kelengkungan dan jarak pandang pengendara memberkan efek besar penyebab kecelakaan. Faktor psikologi pengendara juga menjadi pertimbangan pembangunan jalan.

3) Faktor kendaraan

Kita sering kali mendapatkan himbauan untuk selalu mengecek kesiapan kendaraan sebelum digunakan. Kendaraan juga memiliki peran dalam keselamatan berkendara, ketika kendaraan dalam kondisi prima maka pengendarapun merasa aman ketika menggunakannya. Banyak kejadian kecelakaan disebabkan dari faktor kendaraan, yang paling sering adalah rem blong. Hal tersebut sangatlah fatal karena ketika kendaraan mulai bergerak dengan kecepatan tetapi tidak berfungsinya rem pada kendaraan dapat dipastikan terjadinya kecelakaan. Dari kelengkapan kendaraan, kaca spion berfungsi untuk melihat apakah ada kendaraan satu dengan kendaraan lain dengan posis berdekatan sehingga ketika akan melakukan pergerakan dapat memperkirakan jarak aman dengan pengendara lain. Banyak pengendara yang melalaikan fungsi dari spion bahkan pada kendaraannya tidak di lengkapi dengan spion. Selain spion, lampu pada kendaraan juga dapat menyumbang angka kecelakaan dijalan. Lampu berfungsi memberikan padangan yang lebih jelas kepada pengendara ketika terdapat di lokasi minim cahaya. Tetapi penggunaan lampu kendaraan yang tidak tepat dapat membahayakan kendaraan lain. Saat lampu kendaraan tidak sesuai dengan standar yang telah di tentukan oleh pemerintah digunakan maka bisa mengganggu pandangan pengendara lain yang dapat berakibat fatal yaitu kecelakaan.

4) Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan memiliki pengaruh walaupun tidak sebesar faktor pengguna dan kendaraan. Keadaan disekeliling jalan juga harus dipertimbangkan untuk keselamatan pengguna jalan nantinya. Semua hal tersebut dipertimbangkan oleh *traffic engineer* sebagai perancang dari faktor kontur tanah, sungai yang dilalui, tempat penyebrangan pejalan kaki, peletakan lampu jalan,cuaca didaerah tersebut dan masih banyak lain hal. Kasus lingkungan menyebabkan korban sangat kecil terjadi tetapi ada, seperti tanah longsor, pohon roboh, cuaca ekstrim, dan tanah amblas.