



**PEMODELAN KECELAKAAN KERETA API
PADA PERLINTASAN SEBIDANG DI JAWA TIMUR**

DISERTASI



Oleh:

NYONO

NIM : 107060100111006

**PROGRAM DOKTOR TEKNIK SIPIL
MINAT : TRANSPORTASI**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

DISERTASI

**PEMODELAN KECELAKAAN KERETA API
PADA PERLINTASAN SEBIDANG DI JAWA TIMUR**

Oleh :

NYONO

NIM. 107060100111006

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 15 Januari 2014
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Komisi Pembimbing
Promotor

Prof. Ir. Harnen Sulistio, M.Sc., Ph.D

NIP. 19570527 198403 1 002

Ko-Promotor 2

Ko-Promotor 1

Ir. Achmad Wicaksono, M.Eng., Ph.D

NIP. 19680210 199203 1 001

Ir. Ludfi Djakfar, MSCE., Ph.D

NIP. 19640709 199002 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Doktor Teknik Sipil

Ari Wibowo ST.,MT.,Ph.D.

NIP. 19740619 200012 1 002

Disertasi ini telah melalui tahapan Ujian Seminar Hasil pada tanggal 27 Mei 2013 dan Ujian Tertutup pada tanggal 15 November 2013

Judul Disertasi : Pemodelan Kecelakaan Kereta Api
Pada Perlintasan Sebidang Di Jawa Timur

Nama Mahasiswa : N Y O N O
NIM : 107060100111006
Program Doktor : Teknik Sipil
Minat : Transportasi

Komisi Pembimbing:
Promotor : Prof. Ir. Harnen Sulistio, M.Sc., Ph.D
Ko. Promotor : Ir. Achmad Wicaksono, M.Eng., Ph.D
Ko. Promotor : Ir. Ludfi Djakfar, MSCE., Ph.D

Penguji:
Penguji 1 : Prof. Dr. Marjono, M.Phil.
Penguji 2 : Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si.

Tanggal Ujian Terbuka : 15 Januari 2014



PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Disertasi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur - unsur jiplakan, saya bersedia Disertasi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (DOKTOR) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang - undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 07 Pebruari 2014
Mahasiswa

NYONO
NIM. 107060100111006

RIWAYAT HIDUP



NYONO, lahir di Sidoarjo tanggal 19 Agustus 1969 anak pertama dari dua bersaudara dari ayah Muchamad Thohir dan Ibu Hj. Sutami yang berprofesi swasta. Pendidikan SD sampai SMA di Sidoarjo, lulus SMA pada tahun 1988, lulus S1 dari Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang pada tahun 1995, lulus S2 Teknik Sipil dari Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang pada tahun 2001. Sejak tahun 1997 sampai saat ini bekerja sebagai Pegawai Dinas Perhubungan dan LLAJ Provinsi Jawa Timur dan saat ini menjabat sebagai Kepala Seksi Kepelabuhanan.

Malang, 07 Pebruari 2014
Mahasiswa

NYONO
NIM. 107060100111006



RINGKASAN

NYONO, Program Doktor Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Pemodelan Kecelakaan Kereta Api Pada Perlintasan Sebidang Di Jawa Timur. Promotor Prof. Ir. Harnen Sulistio, M.Sc., Ph.D. Ko-Promotor 1 Ir. Achmad Wicaksono, M.Eng., Ph.D. Ko-Promotor 2 Ir. Ludfi Djakfar, MSCE., PhD.

Pertumbuhan pergerakan kereta api yang semakin meningkat dan pertumbuhan pergerakan aktivitas masyarakat disekitar jalan kereta api akan meningkatkan frekuensi lalu lintas pada perlintasan sebidang yang berpotensi meningkatnya jumlah kejadian kecelakaan di perlintasan sebidang. Prediksi jumlah kejadian kecelakaan pada perlintasan sebidang ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang terkait dengan perilaku psikologis sensoris dan persepsi pengemudi yang melintasi perlintasan sebidang. Pembangunan berbagai model prediksi kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang telah dikembangkan. Federal Railroad Administration Amerika (FRA), telah melakukan penelitian terhadap kejadian kecelakaan di perlintasan sebidang dengan mengakomodir variabel – variabel antara lain perkalian faktor LHR jalan raya dan Lalu lintas kereta api yang lewat, jumlah kereta api yang lewat perhari, kecepatan kereta api yang lewat, Jumlah track/sepur, jumlah jalur pada jalan raya dan tipe perkerasan jalan raya terbukti berpengaruh terhadap jumlah kejadian kecelakaan pada perlintasan sebidang.

Pengamatan dilakukan pada 33 titik perlintasan tanpa palang pintu di DAOP VIII Surabaya Timur. Jumlah kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang akan ditentukan oleh tiga faktor yaitu rekayasa fitur kereta api, rekayasa fitur jalan raya dan lingkungan. Variabel penelitian yang ada dalam penelitian ini terdiri atas variabel penjelas dan variabel responsif. Faktor rekayasa fitur kereta api yang terdiri atas variabel : lebar perlintasan, jumlah track, kecepatan kereta api, volume kereta api yang melintas, rambu di perlintasan, sudut perlintasan dengan jalan, jarak rambu dari perlintasan, pandangan bebas masinis, guardril di perlintasan, adanya lampu flashing, Sirine. Faktor rekayasa fitur jalan raya yang terdiri atas variabel : lebar jalan, jumlah lajur, lalu lintas harian rata – rata kendaraan, klas jalan, kerataan permukaan jalan, tipe konstruksi jalan, rambu dan marka jalan, trotoar jalan. Faktor Lingkungan yang terdiri atas variabel : area pertanian, bisnis, perumahan, industri dan penerangan jalan. Pemodelan jumlah kecelakaan menggunakan analisis regresi Poisson dan dihitung dengan software statistic GenStat.

Hasil pemodelan regresi Generalized Poisson diperoleh 7 (tujuh) faktor penentu kecelakaan yaitu kecepatan kereta api, volume kereta api, jarak rambu ke perlintasan, pandangan bebas masinis, lampu flashing, jumlah lajur jalan dan LHR terbukti berpengaruh jumlah kejadian kecelakaan pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu, kecepatan kereta api mempunyai sensitifitas paling tinggi terhadap jumlah kecelakaan. Selain pengaturan kecepatan kereta api pengadaan dan pemasangan lampu flashing / lampu kedip dan Early Warning System (EWS), pemasangan jarak rambu yang agak jauh dari perlintasan, memberikan jarak pandang yang bebas terhadap masinis, serta penempatan penjaga pada jam – jam sibuk pagi maupun sore juga efektif untuk menghambat terjadinya kecelakaan. Dari hasil pemodelan terhadap jumlah kecelakaan, peneliti memberikan beberapa rekomendasi pemasangan lampu kedip pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu terbukti memberikan kontribusi terhadap penurunan jumlah kejadian kecelakaan maka direkomendasikan disetiap perlintasan sebidang tanpa palang pintu seyogyanya dipasang lampu kedip atau lampu flashing, memasang rambu dan marka secara lengkap sesuai ketentuan pada jarak yang tidak terlalu dekat dengan perlintasan, memberikan jarak pandang yang bebas kepada masinis serta agar ditempatkan penjaga pada jam – jam sibuk pagi dan sore. Mengoptimalkan keikutsertaan masyarakat sekitar perlintasan dalam mematuhi pelaksanaan marka dan rambu – rambu peringatan atau fasilitas keselamatan lainnya serta memberikan sosialisasi bagi masyarakat sekitar dalam rangka peningkatan keikutsertaan untuk pengamanan dan keselamatan perjalanan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu.

Kata kunci : Perlintasan sebidang, fitur rekayasa kereta api, fitur rekayasa jalan raya, faktor lingkungan, regresi Generalized Poisson.

SUMMARY

NYONO, Doctoral Program in Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya. Modelling The Train Accidents At Railway crossings In East Java. Supervised by Promoter Prof. Ir. Harnen Sulistio, M.Sc., Ph.D. as well as Copromoter-1 Ir. Achmad Wicaksono, M.Eng., Ph.D. Copromoter-2 Ir. Ludfi Djakfar, MSCE., Ph.D.

The growing train movement and people activities around the railroad will increase the frequency of traffic in railway crossing. This potentially results in the increase in traffic accidents. The prediction of the number of such accidents is influenced by some factors dealing with variables on sensory psychological behaviors and the perception of the drivers passing the crossings. Various models of prediction of train accidents in railway crossing have been developed. Federal Railroad Administration (FRA) of America has studied accidents in railway crossings by accomodating variables among others multiplication of the average daily traffic factor in roads and traffic of the trains that passed, the number of the passing trains per day, the speed of the trains, the number of tracks, the number of lanes in roads and types of road hardening prove to influence the number of accidents in railway crossings.

Observations were made at 33 points railway crossing with not guard in East Surabaya DAOP VIII. The responsive variables are determined by the explaining variables namely the number of train accidents in railway crossing. The explaining variables are those determining the value of responsive variables, consisting of three factors namely train engineering features, road engineering features and environment. The train engineering features factor contains variables of the width of crossing, number of track, speed of train, volume of passing train, sight distance, guardrail in the crossing, the existence of flashing lamp and siren. The road engineering features factors consist of agricultural areas, business, residence, industrial and road lights. In the modelling of the number of accidents, a Poisson regression analysis calculated using a statistical software GenStat.

The last Generalized Poisson regression model possesses seven determining variables significant with the number of accidents, that is the train speed, volume of passing train, the distance of signs and the railway crossing, sight distance, flashing lamps, number of lanes and the average daily traffic. The train speed seems to be a primary factor contributing to the high level of accidents. The results of sensitivity analysis show that if the train speed increases of 50%, the number of accidents will increase 40%. Facilities that should be quickly provided are among others: provision and installation of flashing lamps and Early Warning System (EWS). From the results of modelling to the number of accidents, some recommendations are offered. Installing flashing lamps, Reducing the train speed when approaching railway crossing, further distance traffic sign installation before railway crossing, give save and free sight distance, flashing light maintenance for its good function, railway crossing guard stationing at unmanned railway crossing especially at the busy hours in the morning and evening in each railway crossing with not guard proves to contribute to the decrease in the number of accidents. So it is recommended that in each railway crossing without guard be put in flashing lamps. It should optimize the participation of the people living around railway crossings to maintain the warning signs or other safety facilities in railway crossing with no gate. Any activity of socialization to people living around the crossings should be made in order to improve their participation in keeping the security and safety in the crossings.

Key word: railway crossing, train engineering features, road engineering features, environment factor, Generalized Poisson regression

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, yaitu dengan limpahan rahmatNya, kami dapat menyelesaikan naskah disertasi dengan Judul “ Pemodelan Kecelakaan Kereta Api Pada Perlintasan Sebidang di Jawa Timur” ini, dalam rangka memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Doktor.

Menyadari tersusunnya naskah disertasi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, untuk itu kami ucapkan terima kasih kepada :

- Bapak Prof. Ir. Harnen Sulistio, M.Sc., Ph.D.. selaku Promotor;
- Bapak Ir. Achmad Wicaksono, M.Sc. Ph.D. selaku Ko Promotor;
- Bapak Ir. Ludfi Djakfar, MSCE, Ph.D.. selaku Ko Promotor;
- Bapak Prof. Dr. Marjono, M.Phil. selaku Dosen Penguji;
- Bapak Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si. selaku Dosen Penguji Tamu;
- Semua rekan – rekan mahasiswa Program Doktor Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang;
- Seluruh pihak yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu yang telah banyak sekali membantu dalam penyelesaian naskah disertasi ini.

Dengan kerendahan hati bahwa naskah disertasi ini jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangatlah kami harapkan.

Harapan kami semoga naskah disertasi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Malang, Pebruari 2014

Mahasiswa,

Nyono



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINAL.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
RINGKASAN.....	v
SUMMARY.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	8
1.3 Rumusan Masalah.....	8
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	8
1.5 Tujuan Penelitian.....	9
1.6 Manfaat Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Tinjauan Umum Kecelakaan Kereta Api.....	10
2.2 Jenis Kecelakaan Kereta Api.....	12
2.2.1 Tabrakan antara Kereta Api dengan Kereta Api.....	12
2.2.2 Tabrakan antara Kereta Api dengan Moda Jalan Raya.....	12
2.3 Karakteristik Kecelakaan Tabrakan Kereta Api dengan Moda Jalan Raya.....	12
2.4 Identifikasi Perlintasan Sebidang Rawan Kecelakaan.....	15
2.5 Ketentuan Teknis dan Persyaratan Perlintasan Sebidang.....	21
2.6 Program Aksi Keselamatan di Perlintasan Sebidang.....	22
2.7 Model Regresi.....	23
2.7.1 Model Regresi Linier Sederhana.....	23
2.7.2 Model Regresi Linier Berganda.....	23
2.7.3 Model Regresi Logistik.....	24
2.7.4 Model Regresi Poisson.....	24
2.7.5 Model Generalized Poisson Regression.....	30
2.7.6 Model Binomial Negatif.....	31
2.8 Analisis Strength – Weakness – Opportunity – Threat (SWOT).....	32
2.9 Penelitian Terdahulu.....	36
2.9.1 Faktor – Faktor Penyebab Kecelakaan.....	36



	Halaman
2.9.2 Geometri Perlintasan.....	42
2.9.3 Perilaku Pengemudi di perlintasan.....	43
2.10 Posisi Penelitian Saat Ini Terhadap Penelitian Terdahulu.....	45
BAB. III KERANGKA KONSEP PENELITIAN.....	55
3.1 Kerangka Berfikir.....	55
BAB IV METODE PENELITIAN.....	57
4.1 Tahapan Penelitian.....	57
4.2 Tahapan Proses Pemodelan.....	58
4.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	59
4.4 Identifikasi Variabel Penelitian.....	61
4.5 Metode Pengumpulan Data.....	62
4.5.1 Data Primer.....	62
4.5.2 Data Sekunder.....	63
4.6 Metode Analisis Data.....	64
4.6.1 Analisis Statistik Deskriptif.....	64
4.5.2 Analisis Statistik Inferensial.....	64
4.7 Analisis SWOT (<i>Strength – Weakness – Opportunity – Threat</i>).....	66
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	68
5.1 Hasil Penelitian.....	68
5.1.1 Gambaran Umum Obyek Penelitian.....	68
5.1.2 Analisis Diskriptif.....	73
5.1.3 Pemodelan Jumlah Kecelakaan.....	75
5.1.3.1 Kalibrasi Distribusi Poisson.....	75
5.1.3.2 Analisis Regresi Poisson.....	76
5.1.3.3 Analisis Regresi Generalized Poisson.....	93
5.1.3.4 Pemeriksaan Model.....	97
5.1.3.5 Analisis Sensitifitas.....	108
5.1.3.6 Analisis SWOT.....	117
5.2. Pembahasan Hasil Penelitian.....	122
5.3 Implikasi Penelitian.....	128



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.1 : Perlintasan Sebidang Yang Berpotensi Terjadinya Kecelakaan Di Jawa Timur.....	3
Tabel 1.2 : Perlintasan Sebidang Yang Rawan Kecelakaan di DAOP VIII Surabaya.....	4
Tabel 2.1 : Tren Kecelakaan Kereta Api Di Indonesia.....	10
Tabel 2.1a : Perbandingan Kecelakaan Kereta Api (Per Juta KA-Km).....	11
Tabel 2.2 : Penyebab Kecelakaan Kereta Api.....	11
Tabel 2.3 : Data Korban Kecelakaan Kereta Api.....	12
Tabel 2.4 : Kejadian Kecelakaan Di Perlintasan Sebidang.....	15
Tabel 2.5 : Perlintasan Rawan Kecelakaan.....	18
Tabel 2.6 : Matrik External Factor Evaluation (EFE).....	35
Tabel 2.7 : Matrik Internal Factor Evaluation (IFE).....	35
Tabel 2.8 : Matrik SWOT.....	36
Tabel 2.9a : Penelitian Raslear, 1996 dan Gitelman and Hakkert, 1996.....	47
Tabel 2.9b : Penelitian Saccomanno, Liping Fu, Moreno, 2002 dan Mok And Savage.....	48
Tabel 2.9c : Penelitian Jinsun Lee, Nam dan Park, 2005.....	49
Tabel 2.9d : Penelitian Kang Lee and Ren Hu, 2007 dan Collister and Flaum, 2007.....	50
Tabel 2.9e : Penelitian Zaharah Ishak, 2007.....	51
Tabel 2.9f : Penelitian Byungkon Ko, Washburn, Courage and Dowell, 2007 dan Hanseon Cho and Rillet, 2007.....	52
Tabel 2.9g : Penelitian Zaharah Ishak, Yue and Somenahalli, 2010 dan Ren Hu, Shang Li and Kang Lee, 2011.....	53
Tabel 5.1 : Distribusi Sampel Pada Berbagai Wilayah.....	68
Tabel 5.2 : Karakteristik Sampel Berdasarkan Lokasi.....	69
Tabel 5.3 : Data Kejadian Kecelakaan di Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu.....	70
Tabel 5.4 : Kejadian Kecelakaan di Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu Tahun 2010.....	71
Tabel 5.5 : Kejadian Kecelakaan di Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu Tahun 2011.....	71



Halaman

Tabel 5.6 : Kejadian Kecelakaan di Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu Tahun 2012.....	72
Tabel 5.7 : Statistik Deskriptif Data Bersifat Kontinyu.....	73
Tabel 5.8 : Statistik Deskriptif Data Bersifat Kategori.....	74
Tabel 5.9 : Uji Sebaran Data Terhadap Distribusi Poisson.....	76
Tabel 5.10 : Analisis Regresi Poisson Pengaruh Kecepatan KA.....	77
Tabel 5.11 : Analisis Regresi Poisson Pengaruh Volume KA.....	77
Tabel 5.12 : Analisis Regresi Poisson Pengaruh Keberadaan Rambu.....	77
Tabel 5.13 : Analisis Regresi Poisson Pengaruh Jarak Rambu.....	78
Tabel 5.14 : Analisis Regresi Poisson Pengaruh Jarak Pandang Bebas.....	78
Tabel 5.15.: Analisis Regresi Poisson Pengaruh Guardrail.....	79
Tabel 5.16.: Analisis Regresi Poisson Pengaruh Lampu Flashing.....	79
Tabel 5.17.: Analisis Regresi Poisson Pengaruh Lebar Jalan.....	79
Tabel 5.18.: Analisis Regresi Poisson Pengaruh Jumlah Lajur.....	80
Tabel 5.19.: Analisis Regresi Poisson Pengaruh LHR.....	80
Tabel 5.20.: Analisis Regresi Poisson Pengaruh Kerataan.....	81
Tabel 5.21.: Analisis Regresi Poisson Pengaruh Tipe Konstruksi Jalan.....	81
Tabel 5.22.: Analisis Regresi Poisson Pengaruh Rambu dan Marka Jalan.....	82
Tabel 5.23.: Analisis Regresi Poisson Pengaruh Lingkungan.....	82
Tabel 5.24.: Analisis Regresi Poisson Pengaruh Penerangan Jalan.....	83
Tabel 5.25.: Analisis Regresi Poisson Pengaruh 12 Variabel Terpilih.....	84
Tabel 5.26.: Analisis Nilai Deviasi Hasil Analisis Regresi Poisson	85
Tabel 5.27.: Analisis Nilai Deviasi Pada Persamaan Tanpa Variabel Bebas.....	88
Tabel 5.28.: Seleksi Variabel dengan Stepwise.....	88
Tabel 5.29.: Analisis Regresi Poisson Seleksi Stepwise.....	91
Tabel 5.30.: Analisis Model Generalized Regresi Poisson	94
Tabel 5.31.: Nilai AIC Ketiga Model.....	97
Tabel 5.32.: Hasil Prediksi Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Model Akhir.....	98
Tabel 5.33.: Analisis Uji Beda Rata – rata Nilai Prediksi dan Aktual.....	101
Tabel 5.34 : Prediksi Kejadian Kecelakaan di Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu dengan formula CCI.....	102
Tabel 5.35.: Prediksi Kejadian Kecelakaan Dan Ranking Prioritas Penanganannya	105
Tabel 5.36.: Analisis Uji Beda Rata – rata Nilai Prediksi dan Aktual.....	106



DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.1	: Wilayah Daerah Operasi Kereta Api (DAOP) di Jawa Timur.....	2
Gambar 1.2	: Pertumbuhan Lalu Lintas di Jawa Timur.....	2
Gambar 1.3	: Kecelakaan Kereta Api di DAOP VIII Surabaya.....	3
Gambar 1.4	: Data Kecelakaan Pada Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu.....	5
Gambar 1.5	: Sebuah Kejadian Kecelakaan Pada Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu.....	5
Gambar 1.6	: Sebuah Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu Yang Rawan Terjadinya Kecelakaan	5
Gambar 2.1	: Penempatan rambu di perlintasan tanpa palang pintu pada jalan dua lajur dua arah dengan jalur tunggal kereta api.....	22
Gambar 2.2	: Proses Pengambilan Keputusan Strategis.....	33
Gambar 2.3	: Analisis SWOT.....	33
Gambar 3.1	: Kerangka Berfikir Penelitian.....	55
Gambar 4.1	: Tahapan Penelitian.....	57
Gambar 4.1a	: Tahapan Proses Pemodelan.....	58
Gambar 4.2	: Wilayah Daerah Operasi VIII Surabaya Di Jawa Timur..	60
Gambar 4.3	: Posisi Variabel Penjelaras Pada Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu.....	61
Gambar 4.4	: Langkah – langkah Analisis Data.....	65
Gambar 5.1	: Nilai Prediksi Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Model Regresi Poisson.....	93
Gambar 5.2	: Nilai Prediksi Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Model Regresi Generalized Poisson.....	96
Gambar 5.3	: Nilai Prediksi Jumlah Kecelakaan Pada Berbagai Model Regresi	99
Gambar 5.4	: Hubungan Nilai Prediksi dan Nilai Aktual Jumlah Kecelakaan	99
Gambar 5.5	: Grafik Hubungan Antara Nilai a dan A.....	103



Halaman

Gambar 5.6	: Grafik Hubungan Antara Nilai B dan A.....	103
Gambar 5.7	: Grafik Hubungan Antara Nilai A dan CCI.....	104
Gambar 5.8	: Perbandingan Nilai Prediksi Model Regresi Generalized Poisson Dan nilai CCI (Combined Casualty Index).....	107
Gambar 5.9	: Prediksi Jumlah Kecelakaan Pada Berbagai Kecepatan Kereta Api.....	108
Gambar 5.10	: Prediksi Jumlah Kecelakaan Pada Berbagai Volume Kereta Api.....	109
Gambar 5.11	: Prediksi Jumlah Kecelakaan Pada Berbagai Jarak Rambu ke Perlintasan.....	110
Gambar 5.12	: Prediksi Jumlah Kecelakaan Pada Berbagai Jarak Pandang Masinis.....	111
Gambar 5.13	: Prediksi Jumlah Kecelakaan Pada Berbagai Nilai LHR...	112



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Data Kecelakaan Di Perlintasan Sebidang Kereta Api Tanpa Palang Pintu dan Tidak Terjadi Tahun 2010.....	Lampiran 1 sd Lampiran 2
Data Kecelakaan Di Perlintasan Sebidang Kereta Api Tanpa Palang Pintu dan Tidak Terjadi Tahun 2011.....	Lampiran 3 sd Lampiran 4
Data Kecelakaan Di Perlintasan Sebidang Kereta Api Tanpa Palang Pintu dan Tidak Terjadi Tahun 2012.....	Lampiran 5 sd Lampiran 7
Analisis Regresi Poisson Model Tunggal.....	Lampiran 10 sd Lampiran 25
Analisis Regresi Poisson Model Simultan.....	Lampiran 25
Analisis Regresi Poisson Metode Stepwise.....	Lampiran 26 sd Lampiran 30
Analisis Perhitungan Nilai AIC Berbagai Model.....	Lampiran 31 sd Lampiran 33
Faktor Nilai Koefisien Untuk Menghitung Nilai CCI.....	Lampiran 34 sd Lampiran 36
Analisis SWOT.....	Lampiran 37 sd Lampiran 43
Identifikasi Variabel Hasil Penelitian Terdahulu.....	Lampiran 44 sd Lampiran 48
Data Perhitungan Nilai Resiko dari FRA.....	Lampiran 49 sd Lampiran 50



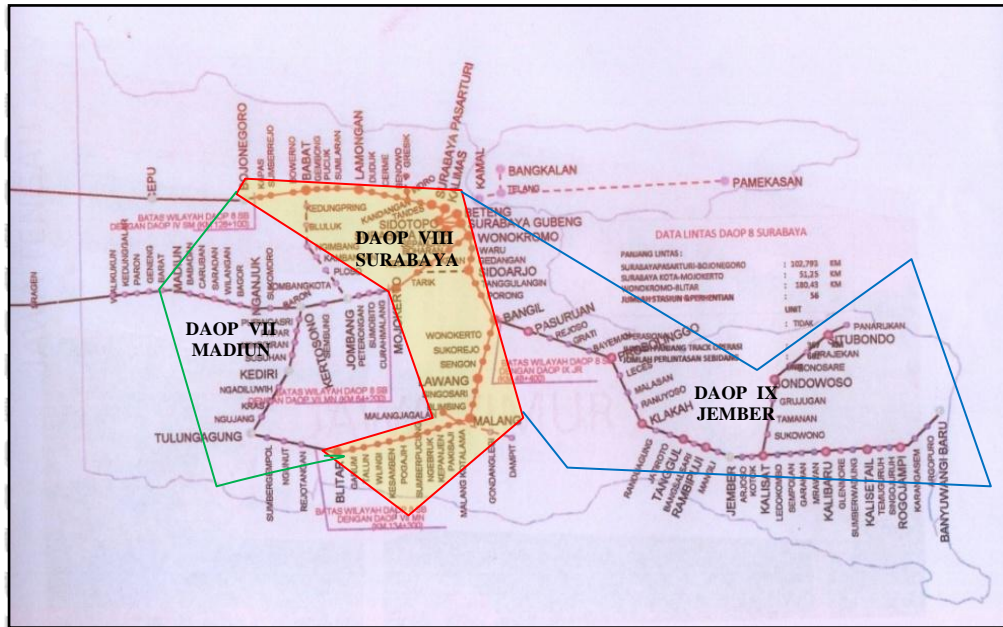
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

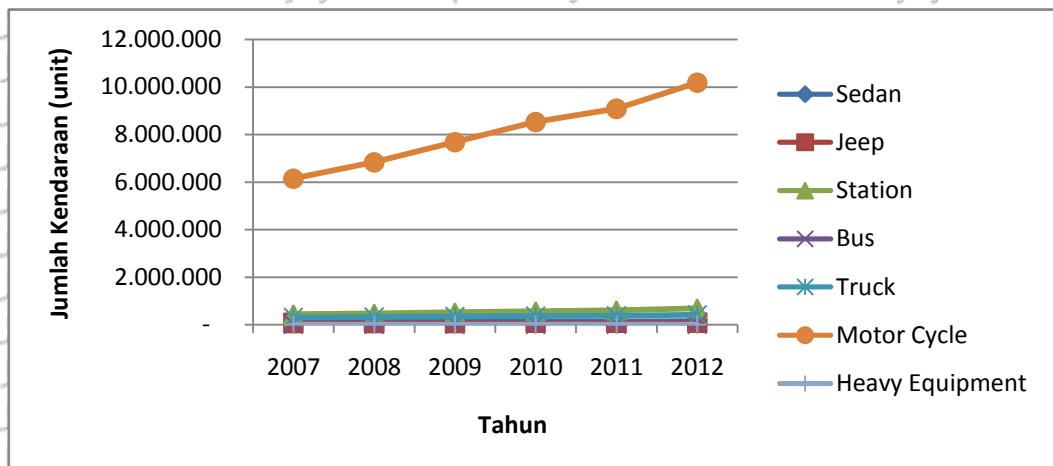
Sistem perkeretaapian di Jawa Timur telah dibangun sejak era kolonialisme Hindia-Belanda. Jalur kereta api di Jawa Timur terdiri Jalur Utara (Surabaya Pasar Turi - Semarang - Jakarta), Jalur Tengah (Surabaya Gubeng - Yogyakarta - Jakarta), Jalur Lingkar Selatan (Surabaya Gubeng - Malang - Blitar - Kertosono - Surabaya), dan Jalur Timur (Surabaya Gubeng-Jember-Banyuwangi). Jawa Timur juga memiliki sistem transportasi kereta komuter dengan rute Surabaya - Sidoarjo - Porong, Surabaya - Lamongan - Babat, Surabaya - Mojokerto, dan Malang - Kepanjen. Jaringan jalan rel kereta api yang beroperasi di Jawa Timur sepanjang 910,19 kilometer, terdiri dari jalur utara (Surabaya Pasarturi - Lamongan - Bojonegoro) sepanjang 102,79 kilometer, jalur tengah (Surabaya Gubeng - Mojokerto - Jombang - Madiun - Ngawi) sepanjang 204,25 kilometer, jalur lingkar selatan (Surabaya Gubeng - Malang - Blitar - Kertosono) sepanjang 273,43 kilometer dan jalur timur (Surabaya Gubeng - Bangil - Pasuruan - Probolinggo - Jember - Banyuwangi) sepanjang 329,72 kilometer (Data Base PT. Kereta Api Indonesia 2010).

Perkeretaapian di Jawa Timur pengoperasiannya terbagi menjadi 3 (tiga) wilayah operasi (DAOP) antara lain DAOP VII Madiun dengan wilayah operasi antara lain: Kabupaten Ngawi, Kabupaten Magetan, Kota Madiun, Kabupaten Madiun, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Jombang, Kabupaten Kediri, Kabupaten Tulungagung kemudian DAOP VIII Surabaya dengan wilayah operasi antara lain: Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Lamongan, Kabupaten Gresik, Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, Kota Mojokerto, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Malang, Kota Malang, Kabupaten Blitar, Kota Blitar dan DAOP IX Jember dengan wilayah operasi antara lain: Kota Pasuruan, Kabupaten Pasuruan, Kota Probolinggo, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Banyuwangi.



Gambar 1.1 Wilayah Daerah Operasi Kereta Api (DAOP) di Jawa Timur

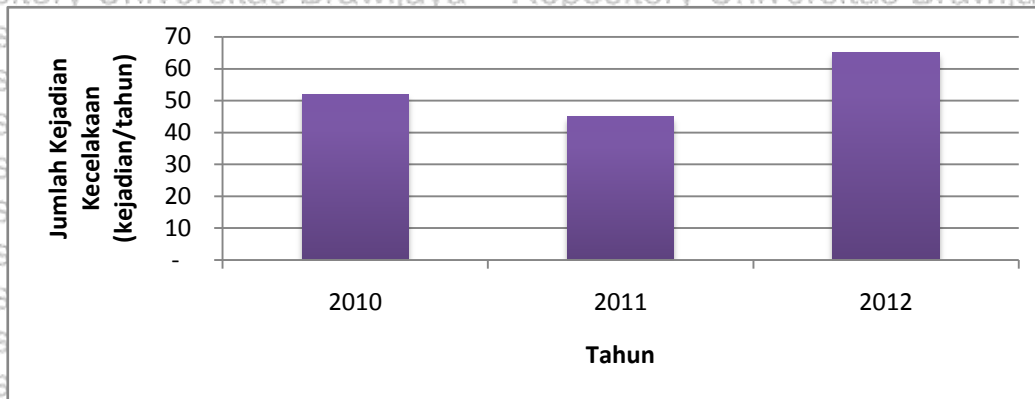
Pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur yang semakin meningkat, menyebabkan peningkatan jumlah daerah yang terbangun dan peningkatan perekonomian masyarakat, hal ini salah satunya ditandai oleh adanya pertumbuhan jumlah kendaraan dan peningkatan jumlah lalu lintas yang melalui sistem jaringan jalan di Jawa Timur.



Gambar 1.2 Pertumbuhan lalu lintas di Jawa Timur

Peningkatan jumlah lalu lintas ini tidak hanya terjadi pada sistem jaringan jalan raya tetapi juga terjadi pada perlintasan sebidang antara jalan raya dan jalan kereta api. Pertumbuhan ekonomi Jawa Timur juga berdampak terhadap tingkat pergerakan atau perjalanan kereta api di masing – masing wilayah operasi DAOP, baik DAOP VII Madiun, DAOP VIII Surabaya dan DAOP IX Jember terus mengalami peningkatan, akumulasi dari pertumbuhan jumlah lalu lintas di jalan raya dan peningkatan pergerakan perjalanan kereta api ke Jawa Timur menimbulkan peningkatan konflik di

pertemuan antara jalan raya dan jalan kereta api (perlintasan sebidang), yang memicu terjadinya kecelakaan di perlintasan sebidang yang mengakibatkan banyak korban baik korban meninggal dunia, luka berat maupun kerugian harta benda.



Gambar 1. 3 Kecelakaan kereta api di DAOP VIII Surabaya

Di Jawa Timur terdapat sekitar 1496 unit perlintasan sebidang dan 903 unit adalah perlintasan tanpa palang pintu. Data di bawah ini memperlihatkan bahwa 338 unit adalah perlintasan resmi yang berpintu dan 196 unit adalah perlintasan yang ilegal. Data tersebut digambarkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1.1 Perlintasan sebidang yang berpotensi terjadinya kecelakaan di Jawa Timur

No.	Daerah Operasi Kereta Api (DAOP)	Jumlah Perlintasan Sebidang			Keterangan
		Dijaga dan Berpintu	Tanpa palang pintu	Ilegal	
1	DAOP VII Madiun	62	172	-	
2	DAOP VIII Surabaya	179	477	126	
3	DAOP IX Jember	97	254	70	
Total Number=1496		338	903	196	

Sumber : Data Base PT. Kereta Api Indonesia 2010

Di Jawa Timur, sekitar 73,46 % dari perlintasan sebidang adalah memiliki resiko tinggi terjadinya kecelakaan. Pembukaan perlintasan sebidang ilegal akibat adanya pertumbuhan tata guna lahan daerah penyangga (hinterland) di sebelah kanan dan kiri jalan kereta api memicu peningkatan konflik di perlintasan sebidang dan mempunyai resiko yang tinggi terjadinya kecelakaan. Dari jumlah 903 unit perlintasan sebidang tanpa palang pintu di Jawa Timur, sekitar 52,82 % berada di wilayah operasi kereta api DAOP VIII Surabaya, dan memiliki potensi resiko tinggi terhadap terjadinya

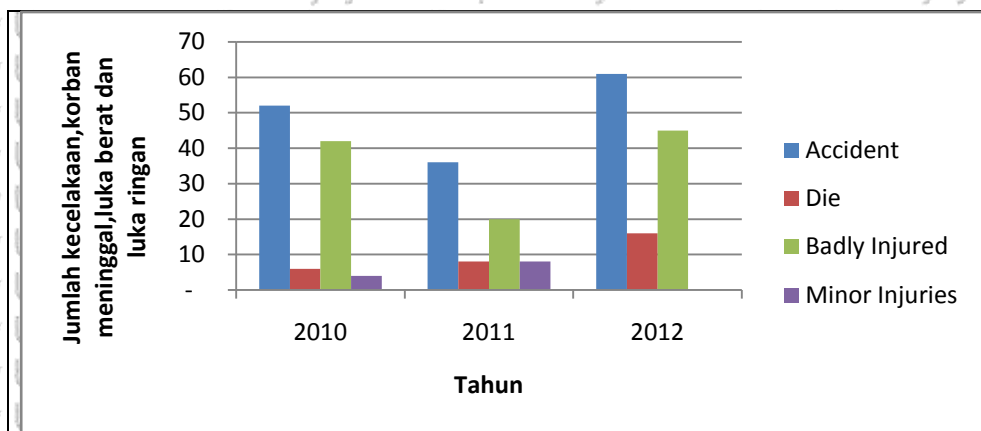
kecelakaan di perlintasan sebidang. Tabel 2 dibawah ini, memberikan gambaran jumlah perlintasan sebidang tanpa palang pintu yang berpotensi menumbulkan terjadinya kecelakaan di masing – masing distrik di wilayah operasi kereta api DAOP VIII Surabaya.

Tabel 1. 2 Perlintasan sebidang yang rawan kecelakaan di DAOP VIII Surabaya

No.	Distrik	Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu			Keterangan
		Dijaga resmi	Dijaga atas inisiatif	Tanpa palang pintu Illegal	
1	Bojonegoro	52	6	46	
2	Lamongan	74	3	71	
3	Gresik	63	2	61	
4	Surabaya	84	49	35	
5	Sidoarjo	109	51	58	
6	Mojokerto	20	5	15	
7	Pasuruan	56	12	44	
8	Malang	75	28	47	
9	Blitar	125	25	100	
	Total	658	181	477	126

Sumber : Data Base PT. Kereta Api Indonesia 2010.

Sejak tahun 2010 s/d 2012 di wilayah DAOP VIII Surabaya telah terjadi sekitar 149 kejadian kecelakaan dengan korban 30 orang meninggal dunia, 107 orang luka berat dan 12 orang luka ringan, seperti yang diunjukkan pada grafik dibawah ini.



Gambar 1. 4 Data kecelakaan pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu





Gambar 1.5 Sebuah kejadian kecelakaan pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu

Gambar 1.6 Sebuah perlintasan sebidang tanpa palang pintu yang rawan terjadinya kecelakaan

Berdasarkan referensi data diatas, yaitu jumlah perlintasan sebidang dan jumlah kejadian kecelakaan kereta api pada perlintasan sebidang sebagian besar berada di wilayah operasi kereta api DAOP VIII Surabaya maka penelitian ini dilakukan di wilayah operasi DAOP VIII Surabaya. Melihat begitu besar peningkatan kejadian dan jumlah korban kecelakaan di perlintasan sebidang tanpa palang pintu ini, maka sangatlah urgen dan segera untuk dilakukan langkah – langkah atau aksi nyata untuk mengurangi jumlah kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu ini. Suatu langkah penting yang dilakukan pada penelitian ini adalah bagaimana membangun sebuah model prediksi kecelakaan kereta api yang melibatkan kendaraan roda empat (R-4) dan roda dua (R- 2) khususnya kecelakaan yang terjadi pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu.

Beberapa variabel yang pernah diteliti oleh peneliti sebelumnya yang berpengaruh terhadap prediksi terjadinya kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang antara lain adalah perkalian faktor LHR jalan raya dan Lalu lintas kereta api yang lewat, jumlah kereta api yang lewat perhari, kecepatan kereta api yang lewat, Jumlah track/sepur, jumlah jalur pada jalan raya dan tipe perkerasan jalan raya (Federal Railroad Administration, FRA 1987), variabel tentang perilaku psikologis sensoris dan persepsi pengemudi yang melintasi perlintasan sebidang (Raslear 1996); kategori perangkat peringatan, volume lalu lintas jalan, volume lalu lintas kereta api, visibilitas kondisi pada perlintasan (Gitelman dan Hakkert 1996); jenis perangkat peringatan, geometrik perlintasan, geometrik jalan kereta api, volume lalu lintas (Saccomanno,Liping Fu dan Moreno 2001); jumlah kereta api yang lewat, perangkat aktif, keselamatan jalan raya, operasi penyelamatan, tanda peringatan lampu kedip (Mok dan Savage 2003); ukuran lebar geometris perlintasan, perangkat kontrol lalu lintas, waktu kedip lampu, kecepatan pada gundukan, ukuran perlintasan, rambu peringatan, tanda henti, jumlah jalur lintasan kereta api, volume lalu lintas jalan, batasan kecepatan (Lee,Nam dan Park 2005); jumlah kereta, nomor trek, garis tengah

pemisah jalan, audit keamanan, AADT, perangkat peringatan, manajemen kontrol, kendali penghalang, status atau kelas jalan, jenis area sekitar perlintasan (bisnis, pemukiman, pertanian, dsb) (Kang Lee dan Ren Hu 2007); nomor identifikasi kereta, tingkat pelayanan, jenis kendaraan yang terlibat, jumlah kerusakan untuk kendaraan, jumlah orang terluka atau meninggal dunia (Collister dan Flaum 2007); faktor rekayasa di perlintasan, faktor manusia, faktor lingkungan (Zaharah Ishak 2007); variabel pemisah lalu lintas; faktor perilaku atau respon pengemudi terhadap perangkat di perlintasan sebidang (Ko, Washburn, Courage dan Dowell 2007); volume lalu lintas dan kereta per jam lalu lintas, kecepatan kendaraan mendekati perlintasan, persentase kendaraan berat, tingkat layanan (LOS), kecepatan mendekati perlintasan (Zaharah Ishak, Yue dan Somenahalli 2010); fitur kereta api, fitur jalan raya, fitur dari perlintasan sebidang dan fitur kontrol lalu lintas (RenHu, ShangLi dan KangLee 2011). Dalam penelitian terdahulu variabel – variabel diatas terbukti berpengaruh terhadap prediksi kejadian kecelakaan di perlintasan sebidang, maka dalam membangun sebuah model, pada penelitian ini, peneliti akan mengakomodir beberapa variabel dimaksud kedalam model prediksi kecelakaan di perlintasan sebidang tanpa palang pintu.

Pembangunan berbagai model prediksi kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang telah dikembangkan. Federal Railroad Administration Amerika (FRA), telah melakukan penelitian terhadap kejadian kecelakaan di perlintasan sebidang dengan mengakomodir variabel – variabel antara lain perkalian faktor LHR jalan raya dan Lalu lintas kereta api yang lewat, jumlah kereta api yang lewat perhari, kecepatan kereta api yang lewat, Jumlah track/sepur, jumlah jalur pada jalan raya dan tipe perkerasan jalan raya terbukti berpengaruh terhadap jumlah kejadian kecelakaan pada perlintasan sebidang. Model prediksi Poisson Binomial Negatif (NB) dikembangkan untuk mengekspresikan peranan tiga jenis perangkat peringatan di perlintasan sebidang seperti perangkat rambu - rambu, lampu berkedip, palang pintu sederhana sangat cocok untuk memprediksi frekuensi (tingkat keparahan) tabrakan kereta api diperlintasan sebidang (Saccomanno, Liping Fu dan Moreno 2001). Regresi binomial negatif diperoleh dari analisis data kecelakaan diperlintasan sebidang dari tahun 1975 sd tahun 2001 di Amerika Serikat (Mok dan Savage 2003). Model prediksi juga dikembangkan terhadap pengaruh dari geometri jalan dan elemen – elemen pada perlintasan terhadap frekuensi kecelakaan (Lee, Nam dan Park 2005). Model dengan menggunakan regresi non linier, regresi Poisson, dan regresi binomial negatif, dan mempertimbangkan pengaruh variabel karakteristik jalan raya, karakteristik kereta api, dan perangkat kontrol di perlintasan sebidang kereta api. Hasil empiris menunjukkan bahwa regresi Poisson baik untuk perkiraan kemungkinan kecelakaan; dan regresi binomial negatif baik untuk perkiraan risiko kecelakaan dan dampak kecelakaan (Kang



Lee dan Ren Hu 2007). Model dikembangkan dengan pendekatan jaring Petri Nets, komponen konsep dasar keselamatan, teknik rekayasa infrastruktur, tingkat lingkungan sekitarnya dan faktor-faktor di seluruh manusia juga akan dipertimbangkan dalam model (Zaharah Ishak, Yue dan Somenahalli 2010). Model regresi Poisson nol juga telah dikembangkan untuk menggambarkan hubungan antara jumlah kematian nol atau cedera, data tambahan dan variabel penjelas dikumpulkan pada 592 titik lokasi Railroad Grade Crossing (RGC) di Taiwan (RenHu, ShangLi dan KangLee 2011).

Sampai saat ini belum ada penelitian yang dilakukan untuk membuat model prediksi kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu, dengan cara mengakomodir dan menggabungkan serta mengembangkan seluruh variabel penjelas yang sudah pernah diteliti oleh peneliti sebelumnya dengan cara analisa yang berbeda pula, model juga dibangun untuk memprediksi kecelakaan kereta api yang terjadi pada perlintasan sebidang resmi tanpa palang pintu pada kondisi jalan kereta api yang tunggal (single track) yang umumnya ada di negara berkembang dimana anggaran untuk meningkatkan keamanan pada perlintasan sebidang terbatas dengan tingkat pemahaman masyarakat terhadap keselamatan perjalanan kereta api sangat minim, sehingga dengan mudah membuka perlintasan – perlintasan baru secara ilegal. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan dapat digunakan untuk membuat program aksi guna mengurangi jumlah kejadian kecelakaan.

1.2 Identifikasi Masalah

Dengan adanya peningkatan jumlah pergerakan kereta api maka akan meningkat pula potensi konflik di perlintasan sebidang tanpa palan pintu, akan timbul permasalahan antara lain sebagai berikut :

1. Peningkatan jumlah kejadian kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu yang dapat diakibatkan oleh beberapa faktor penyebab antara lain 1). faktor rekayasa fitur kereta api, 2). faktor rekayasa fitur jalan raya, 3). faktor manusia dan 4). faktor lingkungan;
2. Dari beberapa variabel faktor penyebab tersebut akan diperoleh indikator – indikator variabel penyebab kecelakaan sehingga dapat dilakukan analisa data untuk membuat sebuah model prediksi kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu;
3. Dari hasil persamaan model yang sudah didapatkan, maka akan diperoleh indikator – indikator variabel yang berpengaruh signifikan terhadap prediksi kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu maka dapat

disusun rekomendasi atau program aksi untuk mengurangi jumlah kejadian kecelakaan.

1.3 Rumusan Masalah

Melihat permasalahan diatas, maka dapat disusun rumusan masalah antara lain sebagai berikut :

1. Bagaimanakah karakteristik kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu di Jawa Timur ?
2. Bagaimanakah model prediksi kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang ?
3. Bagaimanakah rekomendasi guna peningkatan keselamatan kereta api pada perlintasan sebidang sesuai model yang diperoleh ?

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini, peneliti mengambil ruang lingkup antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan dilakukan terhadap perlintasan sebidang resmi tanpa palang pintu dan tidak dijaga di wilayah operasi DAOP VIII Surabaya;
2. Data yang akan disurvei adalah data kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu pada jalan yang dapat dilintasi oleh kendaraan roda empat dan roda dua dengan lebar minimal 1,5 meter serta belum pernah mengalami perubahan geometrik;
3. Karakteristik perlintasan yang diteliti memiliki kelandaian datar yaitu 0 % sd 5 %;
4. Data kecelakaan kereta api adalah kecelakaan kereta api yang hanya terjadi di perlintasan sebidang dan tidak meninjau kecelakaan pada ruas dan emplasemen;
5. Lokasi penelitian yang disurvei adalah perlintasan sebidang tanpa palang pintu pada titik lokasi terjadinya kecelakaan dan atau perlintasan sebidang tanpa palang pintu yang terdekat dengan lokasi kejadian dan tidak meninjau perlintasan sebidang tanpa palang pintu yang tidak terjadi kecelakaan;
6. Untuk variabel faktor manusia dan faktor sarana transportasi tidak diteliti dalam penelitian ini.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Mengetahui karakteristik kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu;
2. Membuat model prediksi kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu;



3. Membuat rekomendasi guna peningkatan keselamatan kereta api pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu.

1.6 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini manfaat yang dapat diperoleh antara lain :

1. Sebagai informasi tentang karakteristik kejadian kecelakaan kereta api pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu;
2. Memberikan informasi kepada semua pihak termasuk pihak pengelola kereta api dan pemerintah terkait prediksi jumlah kejadian kecelakaan pada suatu titik perlintasan sebidang tanpa palang pintu agar dapat melakukan tindakan antisipasi dan mengelola perlintasan sebidang tanpa palang pintu dengan melakukan berbagai program aksi keselamatan sesuai rekomendasi dan saran untuk mengurangi jumlah kejadian kecelakaan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Kecelakaan Kereta Api

Sampai saat ini kereta api masih dianggap sebagai tulang punggung sistem transportasi darat di berbagai wilayah di belahan dunia, baik untuk angkutan barang ataupun penumpang. Namun demikian, di Indonesia peran kereta api masih rendah. Dan dilihat dari sisi market share angkutan antar moda, saat ini share kereta api untuk angkutan penumpang hanya sebesar 7,3% dan angkutan barang lebih kurang 0,6%.

Dalam tahun 2010, PT. Kereta Api Indonesia berhasil mengangkut penumpang sebanyak 190,37 juta orang dan mengangkut barang sebanyak 19 juta ton.

(Program Strategis Peningkatan Keselamatan Perkeretaapian Ditjen Perkeretaapian Kementerian Perhubungan RI 2011).

Bagaimanapun juga perkeretaapian di Indonesia masih harus dikembangkan di masa-masa mendatang, baik untuk angkutan jarak jauh maupun di tingkat lokal. Namun demikian yang menjadi permasalahan yang cukup mengganggu perkeretaapian saat ini adalah tingginya tingkat kecelakaan. Tren kecelakaan kereta api dalam periode tahun 2006 sampai dengan tahun 2010 yang diperlihatkan pada Tabel 1 dapat memberikan gambaran bahwa tingkat keselamatan angkutan kereta api di Indonesia masih perlu ditingkatkan.

Tabel 2.1 : Tren Kecelakaan Kereta Api di Indonesia

No.	Jenis Kecelakaan	Tahun					Jumlah (kejadian)
		2006	2007	2008	2009	2010	
1	Tabrakan KA dengan KA	5	3	3	5	3	19
2	Tabrakan KA dengan Kendaraan Umum	24	20	21	21	26	112
3	Anjlok	68	110	99	41	25	343
4	Terguling	5	7	8	7	4	31
5	Banjir / Longsor	3	3	8	8	6	28
6	Lain – lain	11	16	8	8	4	47

Sumber : Program Strategis Peningkatan Keselamatan Perkeretaapian Ditjen Perkeretaapian Kementerian Perhubungan RI 2011.

Data-data pada Tabel 2.1a mengisyaratkan bahwa tingkat keselamatan kereta api di Indonesia masih jauh dari yang diharapkan, bahkan masuk dalam kategori buruk



di dunia. Dibandingkan dengan Jepang dan Korea, tingkat keselamatan kereta api di Indonesia masih perlu ditingkatkan.

Tabel 2.1a Perbandingan Kecelakaan Kereta Api (perjuta KA-km)

No.	Negara	KA - km (juta km)	Tabrakan KA vs KA	Tabrakan KA vs Kendaraan Umum	Anjlokan
1	Indonesia	47,60	0,126	1,555	1,198
2	India	214,90	0,121	0,302	1,331
3	Jepang	1320,00	0,004	0,426	0,015
4	Korea	86,60	0,000	0,866	0,048
5	Perancis	570,20	0,122	0,312	0,081
6	Jerman	872,40	0,081	0,254	0,121

Sumber : Yayasan Bhakti Ganesha ITB 2007 'Kecelakaan Kereta Api di Indonesia (Permasalahan dan Alternatif Solusi)'.

Dengan negara India, yang memiliki frekuensi lalu-lintas kereta api jauh lebih padat, tingkat keselamatan kereta apinya jauh lebih baik dari Indonesia. Penyebab tingginya kecelakaan kereta api merupakan akumulasi dari banyak faktor, diantaranya masalah kondisi prasarana, sarana, sumber daya manusia, faktor eksternal dan karena faktor alam. Tabel 2.2 berikut ini menggambarkan beberapa faktor penyebab kecelakaan kereta api.

Tabel 2.2 Penyebab kecelakaan kereta api

No.	Penyebab	Tahun					Jumlah
		2006	2007	2008	2009	2010	
1	Sarana	44	48	37	22	11	162
2	Prasarana	26	39	24	12	6	107
3	SDM Operator	13	34	49	24	14	134
4	Ekternal	29	30	30	29	28	146
5	Alam	4	8	7	9	9	37

Sumber : Program Strategis Peningkatan Keselamatan Perkeretaapian Ditjen Perkeretaapian Kementerian Perhubungan RI 2011.

Cukup tingginya korban jiwa dan kerugian sosial ekonomi akibat kecelakaan kereta api telah menyebabkan kinerja keselamatan semakin menjadi tuntutan dan perhatian sehingga perlu segera ditingkatkan. Tabel 2.3 berikut ini menggambarkan

data korban kecelakaan kereta api di Indonesia selama 7 (tujuh) tahun terakhir sebagai berikut :

Tabel 2.3. Data korban kecelakaan kereta api

No.	Korban	Tahun							Jumlah
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
1	Meninggal Dunia	95	36	50	34	45	57	60	377
2	Luka Berat	78	86	76	128	78	122	87	655
3	Luka Ringan	29	111	52	164	79	75	102	612

Sumber : Program Strategis Peningkatan Keselamatan Perkeretaapian Ditjen Perkeretaapian Kementerian Perhubungan RI 2011.

2.2 Jenis Kecelakaan Kereta Api

Kecelakaan kereta api di Indonesia ditinjau dari penyebab kecelakaan dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 (dua) katagori antara lain :

2.2.1. Tabrakan Kereta Api dengan Kereta Api

Tragedi tabrakan antara KA.220 Patas Merak bertabrakan dengan KA.225 Ekonomi di Pondok betung Bintaro Tangerang Jakarta Selatan pada tahun 1987 yang menelan korban jiwa 156 orang dan lebih dari 300 orang terluka, merupakan kecelakaan terburuk dalam sejarah perkeretaapian Indonesia. Untuk mencegah terulangnya kembali tragedi tersebut berbagai upaya sudah dilakukan, antara lain dengan melakukan modernisasi persinyalan dan peningkatan fasilitas keselamatan perjalanan kereta api.

2.2.2. Tabrakan Kereta Api dengan Moda Jalan Raya

Dalam periode tahun 2006 sampai dengan tahun 2010, tabrakan KA dengan Kendaraan Umum terjadi sebanyak 112 kali atau 19,31% dari total jumlah kecelakaan. Semua kecelakaan terjadi di lokasi perlintasan kereta api sebidang, baik yang dijaga maupun yang tidak dijaga, dan sebagian besar terjadi di Jawa. Kecelakaan ini dalam beberapa kali peristiwa menimbulkan jumlah korban yang sangat besar, karena kereta api menabrak bus atau angkutan umum yang sarat penumpang.

Perlintasan KA sebidang di Jawa dan Sumatera yang terdaftar resmi di Kementerian Perhubungan mencapai 8.385 buah (tidak termasuk ribuan perlintasan



liar), dan yang dijaga hanya 1.145 buah (14%). Sisanya sebanyak 7.240 buah (86%) tidak dijaga dan pada umumnya tidak dilengkapi dengan persinyalan yang memadai. Di daerah Jawa perlintasan yang demikian jumlahnya tidak kurang dari 6.602 buah. Dengan frekuensi lalu-lintas kendaraan umum yang semakin tinggi maka potensi tabrakan kereta api dan kendaraan umum di Jawa juga semakin cenderung tinggi.

Perlintasan sebidang tidak semua dijaga karena keterbatasan dana, dan alasan lain, pada saat perlintasan kereta api dibangun, kondisi lalu lintas kendaraan umum belum sepadat sekarang. Dengan berkembangnya lingkungan sosial dan ekonomi, memicu tumbuhnya pemukiman disekitar jalur kereta api, dan bertambah pesatnya jumlah pengendara kendaraan bermotor. Pembuatan jalan layang (fly over) atau terowongan (underpass) sulit untuk diwujudkan, karena biaya pembangunannya sangat mahal. Hal ini kemudian mendorong bertambahnya jumlah perlintasan baru (liar). Perlintasan ini banyak yang dibiarkan terbuka tanpa pintu ataupun penjaga, sehingga titik-titik rawan tempat kecelakaan semakin bertambah banyak.

Penyebab tabrakan kereta api dan kendaraan umum mayoritas adalah akibat kurang hati-hati atau mengabaikan rambu lalu lintas saat melewati perlintasan sebidang, baik yang dijaga maupun tidak dijaga. Sebagian lagi akibat kendaraan menabrak pintu kereta api karena tidak mampu berhenti mendadak pada saat pintu perlintasan tertutup. Juga ada satu kecelakaan sebagai akibat dari penjaga pintu perlintasan yang tertidur. Kecelakaan ini cukup fatal yang menewaskan 7 orang dan korban luka berat 20 orang. Upaya-upaya yang sudah dilakukan oleh PT. Kereta Api Indonesia, antara lain adalah dengan meningkatkan atau melengkapi persinyalan di pintu perlintasan sebidang dan menempatkan penjaga pintu perlintasan. Upaya yang lain antara lain pintu perlintasan dilengkapi dengan pengejut di lokasi-lokasi yang sangat padat lalu-lintasnya.

2.3 Karakteristik Kecelakaan Tabrakan Kereta Api dengan Moda Jalan Raya

Perlintasan sebidang antara jalan rel dengan jalan raya merupakan fenomena yang sangat unik di bidang transportasi, sebab masing-masing moda tersebut memiliki sistem prasarana yang berbeda serta sarana yang dioperasikan dengan sistem yang berbeda juga. Dan kedua moda transportasi tersebut masing-masing memiliki undang-undang tersendiri, dan sisi pengelola serta penanggung jawab masing-masing juga berbeda pula. Apabila kedua moda transportasi dengan karakteristik yang berbeda tersebut bertemu pada perlintasan sebidang (level crossing), daerah tersebut memiliki resiko tinggi. Pertemuan antara dua moda tersebut



berpotensi terjadinya kecelakaan yaitu tabrakan antara kereta api dengan kendaraan. Perkeretaapian yang operasinya dapat dikontrol merupakan sebagian permasalahan sedangkan sebagian permasalahan lainnya yaitu kendaraan jalan raya, dimana sepenuhnya tidak mampu di kontrol oleh satu entitas. Meskipun peraturan lalu lintas dan standar desain jalan raya dianggap sudah cukup baik, namun pergerakan pengguna jalan tidak dapat diorganisir dan dipantau oleh satu entitas spesifik seperti halnya pergerakan kereta api.

Perjalanan kereta api telah terikat dengan jadwal dan jalan rel (track bound) maka tidak bisa berhenti di sembarang tempat, namun disisi lain masih banyak perlintasan sebidang dengan moda jalan raya. Dalam undang-undang Nomor 23 Tahun 2007 pasal 91 ayat (1), bahwa perpotongan antara jalur kereta api dengan jalan dibuat tidak sebidang, sehingga apabila masih terdapat perlintasan sebidang, maka kereta api mendapat prioritas berjalan dan pemakai jalan raya menunggu sampai kereta api melintas. Kecelakaan perlintasan sebidang mengakibatkan korban meninggal dunia atau terluka serius kepada para pengguna jalan raya atau penumpang kereta api. Selain kerugian tersebut juga memberikan beban finansial yang berat akibat kerusakan dan kerugian harta benda, bahkan armada serta terhentinya pelayanan angkutan kereta api maupun angkutan jalan untuk sesaat akibat kecelakaan tersebut. Kecelakaan di perlintasan sebidang kereta api dengan jalan raya cenderung tiap tahun meningkat, penyebab utama merebaknya perlintasan kereta api tanpa palang pintu yang berada di jalan negara, propinsi dan kabupaten, tidak terkecuali perlintasan di daerah pedesaan yang tidak resmi semakin marak. Selain itu tidak kalah pentingnya faktor manusia pengguna jalan yang menerobos pintu perlintasan, tanpa memperdulikan tanda bahwa kereta api akan lewat walaupun secara jelas pintu perlintasan sudah atau sedang ditutup.

Jalan Perlintasan Sebidang (JPL) di Jawa Timur juga berpotensi menimbulkan kecelakaan antara kereta api dengan pengguna jalan baik orang maupun kendaraan, di Jawa Timur ada 1441 JPL dari jumlah tersebut ada 1103 JPL yang tidak terjaga, 338 JPL yang sudah terjaga dan berpintu dan ada 96 JPL liar (Data Base PT. Kereta Api Indonesia 2010), sedangkan potensi adanya pembukaan atau penambahan JPL baru sangat besar, terutama JPL liar karena adanya pertumbuhan daerah hinterland di sisi kanan maupun kiri jalan kereta api seiring dengan pertumbuhan tata guna lahan dimasing – masing daerah operasi kereta api. Dengan pertumbuhan pergerakan kereta api yang semakin meningkat dan pertumbuhan pergerakan aktivitas masyarakat disekitar jalan kereta api, akan meningkatkan frekuensi lalu lintas pada perlintasan

sebidang yang berpotensi meningkatnya jumlah kejadian kecelakaan di perlintasan sebidang. Pada tabel 2.4 berikut ini memberikan gambaran kejadian kecelakaan di perlintasan sebidang di DAOP VIII Surabaya selama tahun 2010 s/d tahun 2012 sebagai berikut :

Tabel 2.4 Kejadian Kecelakaan di Perlintasan Sebidang tanpa palang pintu

No.	Tahun	Jumlah Kejadian	Korban			Keterangan
			Meninggal Dunia (orang)	Luka berat (orang)	Luka ringan (orang)	
1	2010	52	6	42	4	
2	2011	36	8	20	8	
3	2012	61	16	45	-	
Jumlah		149	30	107	12	

Sumber : PT. Kereta Api Indonesia (Persero) DAOP VIII Surabaya 2012.

Pemerintah Propinsi Jawa Timur telah berupaya untuk membantu meningkatkan keselamatan perjalanan kereta api dengan berusaha untuk menurunkan angka kecelakaan di perlintasan sebidang dengan memasang perangkat sistem peringatan dini atau early warning system dan memasang rambu – rambu lalu lintas pada beberapa perlintasan di wilayah operasi DAOP VII Madiun, DAOP VIII Surabaya dan DAOP IX Jember untuk membantu meningkatkan keselamatan perjalanan kereta api di Jawa Timur. Jumlah peralatan Early Warning System (EWS) yang sudah terpasang sampai dengan tahun 2011 adalah sejumlah 104 unit dan jumlah rambu – rambu lalu lintas jalan yang sudah terpasang sebanyak 186 titik tersebar di beberapa perlintasan sebidang diseluruh Jawa Timur.

2.4 Identifikasi Perlintasan Sebidang Rawan Kecelakaan

Dalam mengidentifikasi sebuah perlintasan sebidang yang rawan terhadap kecelakaan, menurut FRA (Federal Railroad Administration) berlaku ketentuan sebagai berikut antara lain :

a. Identifikasi Perlintasan Terhadap Resiko Kecelakaan

Bobot tingkat kecelakaan pada perlintasan sebidang dapat diperkirakan dengan menggunakan metode berdasarkan prinsip dari kombinasi dua kondisi yaitu kondisi fisik dari perlintasan sebidang dan sejarah terjadinya kecelakaan pada perlintasan sebidang tersebut.



Persamaan dasar dari pembobotan perlintasan sebidang merupakan bobot dari perkalian sejumlah faktor. Setiap faktor-faktor yang berpengaruh diberi bobot berdasar data sejarah kecelakaan yang pernah terjadi di tahun-tahun sebelumnya. Faktor-faktor tersebut merupakan karakteristik dari data fisik perlintasan sebidang yang secara terus-menerus terbaharukan oleh pengelola perlintasan kereta api. Persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :

$$a = K \times EI \times DT \times MS \times MT \times HP \times HL \dots \dots \dots (1)$$

Dimana,

a = Nilai resiko perlintasan sebidang

K = Sebuah konstanta berdasar tipe pengaman pada lintasan sebidang

EI = Nilai faktor dari perkalian antara jumlah KA yang lewat dan Kendaraan yang lewat

DT = Jumlah kereta api yang lewat pada perlintasan sebidang perhari

MS = Kecepatan kereta yang lewat

MT = Jumlah sepur yang ada

HP = Tipe perkerasan jalan raya

HL = Jumlah lajur pada jalan raya.

Ada 3 (tiga) kondisi atau keadaan pengamanan pada perlintasan sebidang yang digunakan untuk menentukan nilai masing – masing faktor dengan kategori sebagai berikut :

1). Pasif Peringatan terdiri atas :

- Tidak ada rambu dan signal
- Rambu S
- Rambu stop / berhenti
- Rambu persilangan perlintasan

2). Pengamanan dengan lampu kedip terdiri atas :

- Lampu Flagman
- Lampu jalan raya , bel dan sirine



- Lampu kedip

3). Pengamanan dengan palang pintu terdiri atas :

- Palang pintu otomatis dengan lampu kedip

Nilai masing – masing faktor dari karakteristik pengamanan perlintasan sebidang dapat dilihat pada lampiran 2.3.

b. Identifikasi Perlintasan Terhadap Sejarah Terjadinya Kecelakaan

Struktur dari pembobotan resiko kecelakaan berdasar sejarah terjadinya kecelakaan adalah nilai yang ditambahkan untuk menunjukkan tingkat ketidak amanan perlintasan yang sudah masuk ke dalam range aman pada pembobotan fisik. Sehingga sejarah kecelakaan pada perlintasan merupakan faktor penguji akhir untuk menentukan apakah kondisi fisik secara umum sudah aman atau belum, tetapi faktor ini tidak dapat dijadikan penentu, sebab sifat pelanggaran dari pengemudi adalah sesuatu yang tidak dapat diantisipasi oleh sistem yang lengkap sekalipun. Persamaan tersebut secara umum dapat di tuliskan sebagai berikut:

$$B = \left[\frac{T_0}{T_0 + T} (a) + \frac{T}{T_0 + T} \left(\frac{N}{T} \right) \right] \times 1000 \dots\dots\dots(2)$$

- B = Bobot nilai resiko
- a = Nilai resiko perlintasan sebidang
- N = Jumlah kecelakaan pada perlintasan yang di tinjau
- T = Jumlah tahun yang ditinjau dari perlintasan
- To = Formula pembobotan $T_0 = \frac{1,0}{0,05 + \frac{a}{1000}}$

Nilai B dapat pula ditentukan setelah nilai a dan N/T diketahui, lihat pada lampiran 2.3 menyajikan nilai – nilai B pada kondisi nilai a dan nilai N/T yang berbeda. Kemudian dapat dihitung nilai prediksi kecelakaan akhir (A) untuk masing – masing karakteristik pengamanan di perlintasan sebidang yaitu :

$$A = \begin{cases} 0,8644B & \text{Pasif} \\ 0,8887B & \text{Lampu kedip} \\ 0,8131B & \text{Palang Pintu Otomatis} \end{cases} \dots\dots\dots(3)$$

Berdasar data tersebut diatas, diharapkan kondisi perlintasan sebidang yang ditinjau dapat dipetakan dan disusun skala prioritasnya. Setelah peta dan skala prioritas tersusun maka segenap alternatif teknis dapat dipilih untuk meningkatkan keamanan pada perlintasan sebidang. Alternatif-alternatif tersebut terdiri dari solusi secara administrasi maupun solusi secara teknis, dimana solusi secara administrasi merupakan solusi yang paling efektif jika kecelakaan dominan terjadi karena ketidakpatuhan pengemudi, sedangkan solusi secara teknis akan efektif untuk kecelakaan yang terjadi karena ketidaksesuaian perlintasan sebidang berdasar standar minimum yang dibutuhkan. Untuk itu dibutuhkan pemahaman akan perilaku pengemudi dan kondisi minimum yang dibutuhkan pada sebuah perlintasan sebidang dan sistem-sistem yang mungkin dapat digunakan.

Tabel 2.5 berikut memberikan gambaran tentang jumlah perlintasan sebidang yang rawan terhadap kecelakaan di masing – masing wilayah operasi DAOP VIII Surabaya sebagai berikut :

Tabel 2.5 : Perlintasan Rawan Kecelakaan di DAOP VIII Surabaya

No.	Wilayah Operasi	Perlintasan Tanpa Palang Pintu (buah)				Keterangan
		Resmi	Dijaga Swadaya	Tidak Dijaga	Liar	
1	Bojonegoro	52	6	46		
2	Lamongan	74	3	71		
3	Gresik	63	2	61		
4	Surabaya	84	49	35		
5	Sidoarjo	108	51	57		
6	Mojokerto	19	5	14		
7	Pasuruan	56	12	44		
8	Malang	75	28	47		
9	Blitar	125	25	100		
Jumlah		656	181	475	26	

Sumber : Data Base PT. Kereta Api Indonesia 2010.

c. Tahapan Identifikasi Perlintasan Rawan Kecelakaan

Tahapan identifikasi perlintasan sebidang tanpa palang pintu yang rawan kecelakaan antara lain sebagai berikut :

- 1) Hitung dan tentukan nilai a (nilai resiko perlintasan sebidang) berdasarkan kondisi fisik dan operasional pada perlintasan dilapangan dengan terlebih dahulu menentukan nilai – nilai ;



- Tentukan nilai konstanta K berdasarkan tipe pengamanan pada perlintasan sebidang;
 - Tentukan nilai EI yang merupakan faktor perkalian antara jumlah kereta api dan kendaraan yang lewat;
 - Tentukan jumlah sepur (MT) yang ada pada perlintasan;
 - Hitung jumlah kereta api (DT) yang lewat perhari;
 - Tentukan tipe perkerasan jalan (HP) yang ada;
 - Tentukan nilai kecepatan kereta (MS) yang melintas;
 - Tentukan jumlah lajur pada jalan (HJ) yang melintasi sepur.
- 2) Setelah menghitung nilai a (nilai resiko perlintasan sebidang), langkah berikutnya adalah menghitung nilai bobot resiko (B) dari perlintasan sebidang yang ada dengan cara :
- Tentukan jumlah kecelakaan (N) pada perlintasan yang ditinjau;
 - Tentukan jumlah tahun yang ditinjau dari perlintasan (T).

3) Kemudian dapat dihitung nilai kecelakaan akhir (A) dengan terlebih dahulu menentukan nilai bobot resiko (B) dari perlintasan sebidang yang ada.

Dengan ditentukannya nilai kecelakaan akhir (A) maka nilai tersebut akan menentukan tingkat kerawanan sebuah perlintasan sebidang terhadap kemungkinan terjadinya kecelakaan.

d. Identifikasi Perlintasan Terhadap Peluang Terjadinya Kecelakaan Yang Menyebabkan Korban Meninggal Ataupun Luka - luka

Sebuah formula untuk memprediksi kemungkinan atau peluang terjadinya kecelakaan yang menyebabkan korban meninggal dunia dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P (FA / A) = 1 / (1 + KF \times MS \times TT \times IS \times UR) \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

P(FA / A) = Kemungkinan kecelakaan yang menyebabkan korban meninggal pertahun;

KF = Konstanta (440,9);

MS = Kecepatan maksimum kereta api yang lewat;



TT = Jumlah kereta api yang lewat tiap hari;

IS = Jumlah kereta langsir perhari;

UR = Karakteristik perlintasan dalam kota atau luar kota.

Sedangkan formula untuk memprediksi kemungkinan atau peluang terjadinya kecelakaan yang menyebabkan korban luka – luka dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P(CA / A) = 1 / (1 + KC \times MS \times TK \times UR) \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

P(CA / A) = Kemungkinan kecelakaan yang menyebabkan korban luka pertahun;

KC = Konstanta (4,481)

MS = Kecepatan maksimum kereta api yang lewat;

TK = Jumlah sepur yang diperlintasi;

UR = Karakteristik perlintasan dalam kota atau luar kota.

Formula untuk memprediksi kecelakaan yang menyebabkan korban meninggal dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FA = P (FA / A) \times A \dots\dots\dots (6)$$

dimana :

FA = Prediksi kecelakaan fatal pertahun;

P(FA / A) = Peluang prediksi kecelakaan fatal;

A = Nilai prediksi kecelakaan akhir;

Sedangkan formula untuk memprediksi kecelakaan yang menyebabkan korban luka – luka dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CA = P (CA / A) \times A \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

CA = Prediksi kecelakaan yang menyebabkan korban luka pertahun;

P(CA / A) = Peluang prediksi kecelakaan yang menyebabkan korban luka;

A = Nilai prediksi kecelakaan akhir;

Untuk memprediksi jumlah kecelakaan diperlintasi sebidang baik yang menyebabkan korban meninggal maupun luka dikembangkan suatu indek yang nilainya dihitung dari penjumlahan nilai FA dan nilai CA yang dirumuskan sebagai berikut :

$$CCI = FA + CA \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :



CCI = Indeks kombinasi antara kecelakaan fatal dan korban luka pertahun.

2.5 Ketentuan Teknis dan Persyaratan Perlintasan Sebidang

Sesuai Pedoman Teknis Perlintasan antara jalan dengan jalur kereta api dari Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor :SK.770/KA.401/DRJD/2005 Kementerian Perhubungan sebagai berikut :

a. Perlintasan sebidang yang tidak dilengkapi pintu apabila:

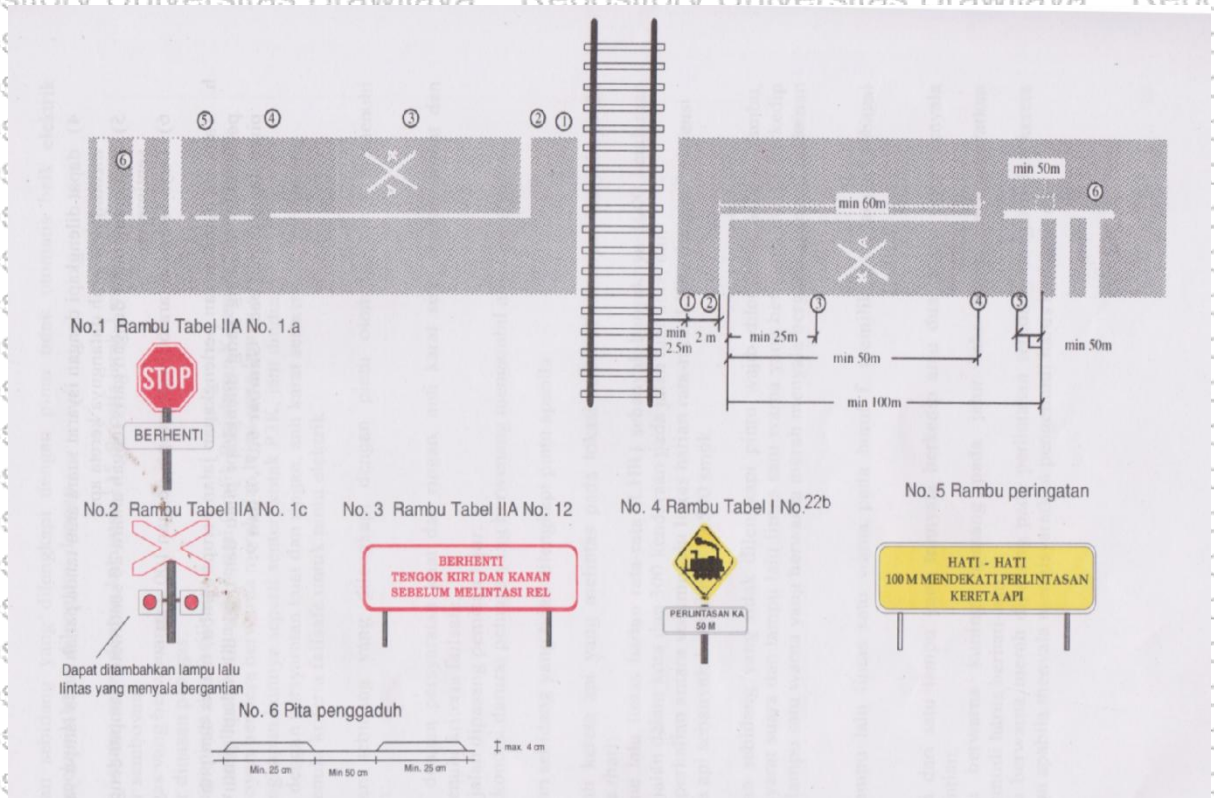
- 1) Jumlah kereta api yang melintas pada lokasi tersebut sebanyak-banyaknya 25 kereta / hari
- 2) volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) sebanyak-banyaknya 1000 kendaraan pada jalan dalam kota dan 300 kendaraan pada jalan luar kota dan
- 3) hasil perkalian antara volume lalu lintas harlan rata-rata (LHR) dengan frekuensi kereta api sebanyak-banyaknya 12.500 smpk.

b. Perlintasan sebidang yang tidak dilengkapi pintu wajib dilengkapi dengan rambu, marka, isyarat suara dan lampu lalu lintas satu warna yang berwarna merah berkedip atau dua lampu satu warna yang berwarna merah menyala bergantian sesuai pedoman ini.

c. Isyarat lampu lalu lintas satu warna pada huruf b memiliki persyaratan sebagai berikut:

- 1) terdiri dan satu lampu yang menyala berkedip atau dua lampu yang menyala bergantian,
- 2) lampu berwarna kuning dipasang pada jalur lalu lintas, mengisyaratkan pengemudi harus berhati-hati,
- 3) lampu berwarna merah dipasang pada perlintasan sebidang dengan jalan kereta api dan apabila menyala mengisyaratkan pengemudi harus berhenti dan
- 4) dapat dilengkapi dengan isyarat suara atau tanda panah pada lampu yang menunjukkan arah datangnya kereta api
- 5) berbentuk bulat dengan garis tengah antara 20 sentimeter sampai dengan 30 sentimeter,
- 6) Daya lampu antara 60 watt sampai dengan 100 watt.

- d. Tata cara pemasangan perlengkapan jalan berupa rambu, marka dan pita kejut pada perlintasan sebidang yang tidak dilengkapi pintu dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Penempatan rambu di perlintasan tanpa pintu pada jalan dua lajur dua arah dengan jalur tunggal kereta api

Sumber : Pedoman Teknis Perlintasan Antara Jalan dengan Jalur Kereta Api Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Departemen Perhubungan RI 2005.

2.6 Program Aksi Keselamatan

a. Program aksi Keselamatan oleh Pengelola PT. Kereta Api Indonesia (Persero)

Selaku pengelola dan operator kereta api PT. Kereta Api Indonesia (Persero) telah banyak melakukan peningkatan keamanan perjalanan kereta api di perlintasan sebidang antara lain pemasangan rambu – rambu lalu lintas, pemasangan guard rail di akses jalan di perlintasan, pemasangan palang pintu beserta penjaga pintu kereta api di seluruh wilayah kerja kereta api di Jawa Timur yaitu di DAOP VII Madiun, DAOP VIII Surabaya dan di DAOP IX Jember yang berjumlah 350 buah.

b. Program aksi Keselamatan oleh Dinas Perhubungan dan LLAJ Propinsi Jawa Timur

Dalam rangka ikut membantu mengurangi angka kecelakaan Kereta Api di perlintasan sebidang di Provinsi Jawa Timur, Pemerintah Provinsi Jawa Timur melalui Dinas Perhubungan dan LLAJ Provinsi Jawa Timur telah melakukan peningkatan keamanan di beberapa perlintasan sebidang di DAOP VII Madiun, DAOP VIII Surabaya dan di DAOP IX Jember. Jumlah perlintasan sebidang resmi tanpa palang di Jawa Timur berjumlah 903 unit. Sampai dengan Tahun 2011 ini telah dilakukan pemasangan peralatan Early Warning System (EWS) sebanyak 104 unit, sedangkan sisanya masih belum terpasang peralatan EWS. Peralatan EWS tersebut menggunakan sensor roda untuk mengaktifkan sistem lampu tanda bahaya dan lampu kedip serta sirine tanda kereta lewat, kemudian dipasang lampu penerangan di perlintasan serta rambu – rambu lalu lintas perjalanan kereta api di perlintasan sebidang sedangkan palang pintu dan penjaga tetap belum ada. Selain itu program aksi yang telah dilakukan adalah melakukan sosialisasi peningkatan keamanan perjalanan kereta api di perlintasan sebidang kepada masyarakat di Kabupaten dan Kota di Jawa Timur.

2.7 Model Regresi

2.7.1 Model Regresi Linier Sederhana

Regresi linear sederhana merupakan bentuk paling sederhana dalam analisis regresi. Model matematis dan persamaan regresi linear sederhana adalah:

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x$$

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon \quad \dots \dots \dots (9)$$

Nilai β_0 dan β_1 dapat dicari dengan pendekatan metode kuadrat terkecil (Ordinary Least Square Estimation Method) atau biasa juga disebut OLSE atau OLS. (Nawari 2010).

2.7.2 Model Regresi Linear Berganda

Model regresi linear berganda memiliki variabel penjelas lebih dari satu, yaitu xi sampai dengan x_k . Model tersebut dirumuskan dalam persamaan:

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$$

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad \dots \dots \dots (10)$$



Perhitungan koefisien atau parameter dapat dilakukan menggunakan metode Ordinary Least Square (OLS). (Nawari 2010).

2.7.3 Model Regresi Logistik

Model Logistik pada dasarnya merupakan pengembangan dari model eksponensial. Nilai prediksi model eksponensial akan cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya nilai variabel penjelasnya. Pada beberapa kasus, peningkatan tidak selamanya tajam namun terkadang relatif stagnan pada nilai maksimal tertentu.. Model logistik mencoba memodelkan dunia nyata dengan memberikan nilai batasan maksimal dari dunia nyata yang dimodelkannya.

Secara umum model logistik memiliki bentuk persamaan:

$$\hat{y} = \frac{1}{\left(\frac{1}{u} + \beta_0 \beta_1^x\right)} \text{ dengan transformasi } \ln(1/y - 1/u) = \ln(\beta_0) + x \ln(\beta_1) \quad (11)$$

Di mana u adalah nilai maksimal yang menjadi pembatas model. Suatu data akan dapat membangun model logistic jika grafik scatterplot antara $\ln(1/y - 1/u)$ dengan x membentuk garis lurus. (Nawari 2010).

2.7.4 Regresi Poisson

a. Distribusi Poisson

Percobaan yang menghasilkan peubah acak Y yang bernilai numerik, yaitu banyaknya sukses selama selang waktu tertentu atau dalam daerah tertentu, disebut percobaan Poisson. Panjang selang waktu tersebut boleh bebas, bisa setiap menit, sehari, seminggu, sebulan atau malah setahun. Jadi percobaan Poisson dapat menghasilkan pengamatan untuk peubah acak Y yang menyatakan banyaknya telepon yang diterima suatu kantor setiap jamnya, banyaknya hari sekolah tutup karena banjir, banyaknya pertandingan sepakbola yang diundur karena hujan pada musim hujan. Daerah yang dimaksud dapat berupa sepotong garis, suatu luas, suatu isi, ataupun barangkali sepotong benda. Dalam hal seperti ini Y mungkin menyatakan banyaknya tikus tanah per hektar, banyaknya bakteri dalam suatu kultur, ataupun banyaknya salah ketik per halaman (Walpole, 1986).



Distribusi Poisson merupakan suatu bentuk distribusi untuk peristiwa-peristiwa yang peluang kejadiannya sangat kecil dan bergantung pada interval waktu tertentu dengan hasil pengamatan berupa peubah diskrit. Fungsi distribusi Poisson dapat ditulis dalam bentuk umum $Y \sim P(\mu)$ yang berarti bahwa Y merupakan peubah acak berdistribusi Poisson dengan parameter μ dimana fungsi distribusinya adalah sebagai berikut.

$$f(y) = \begin{cases} \frac{\mu^y e^{-\mu}}{y!}, & y = 0, 1, 2, \dots \text{ dan } \mu > 0 \\ 0, & \text{untuk } y \text{ yang lain} \end{cases} \dots \dots \dots (12)$$

Mean dan varians fungsi distribusi Poisson diatas dapat dicari dengan menentukan nilai meannya, yaitu:

Mean:

$$E(Y) = \sum_{y=0}^{\infty} y \cdot f(y) = \sum_{y=0}^{\infty} y \frac{\mu^y e^{-\mu}}{y!} = \mu \sum_{y=1}^{\infty} \frac{\mu^{(y-1)} e^{-\mu}}{(y-1)!}$$

Misalnya $x = y - 1$, maka

$$E(Y) = \mu \sum_{x=0}^{\infty} \frac{\mu^x e^{-\mu}}{x!} = \mu \dots \dots \dots (13)$$

Varians:

$$\begin{aligned} var(Y) &= E(Y^2) - (E(Y))^2 \\ &= \left\{ \sum_{y=0}^{\infty} y^2 \frac{\mu^y e^{-\mu}}{y!} \right\} - \mu^2 \\ &= \left\{ \sum_{y=0}^{\infty} [y(y-1) + y] \frac{\mu^y e^{-\mu}}{y!} \right\} - \mu^2 \\ &= \mu^2 \sum_{y=0}^{\infty} y(y-1) \frac{\mu^{y-2} e^{-\mu}}{y(y-1)(y-2)!} + \mu \sum_{y=0}^{\infty} y \frac{\mu^{y-1} e^{-\mu}}{y(y-1)!} - \mu^2 \\ &= \mu^2 + \mu - \mu^2 \\ &= \mu \dots \dots \dots (14) \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas terlihat bahwa distribusi Poisson mempunyai nilai mean dan varians sama yaitu μ .



b. Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian melibatkan pemeriksaan terhadap sampel acak dan distribusi tertentu yang tidak diketahui dalam rangka untuk menguji hipotesa awal bahwa distribusi yang tidak diketahui tersebut merupakan fungsi tertentu. Sampel acak Y_1, Y_2, \dots, Y_n diambil dari populasi tertentu yang kemudian dibandingkan dengan $F^*(Y)$, fungsi distribusi tertentu, kemudian dilihat apakah beralasan mengatakan bahwa $F^*(Y)$ merupakan distribusi yang sebenarnya dari sampel acak tersebut. Terdapat berbagai macam uji kesesuaian distribusi antara lain uji *Kolmogrov-Smirnov*, uji *Liliefors*, uji *Shapiro Wilks*. Diantara uji-uji tersebut hanya uji *Kolmogrov-Smirnov* yang bisa digunakan untuk distribusi sembarang, karena uji *Kolmogrov-Smirnov* bisa digunakan untuk data sampel yang kecil dan tidak memerlukan data yang dikelompokkan terlebih dahulu.

Misalkan $F^*(Y)$ merupakan fungsi distribusi tertentu pada hipotesa awal. Uji kesesuaian *Kolmogrov-Smirnov* mempunyai hipotesa sebagai berikut:

$$H_0 : F(Y) = F^*(Y) \text{ (sampel acak mengikuti distribusi tertentu)}$$

$$H_0 : F(Y) \neq F^*(Y) \text{ (sampel acak tidak mengikuti distribusi tertentu)}$$

c. Model Regresi Poisson

Pemodelan regresi Poisson bermula dari distribusi Poisson seperti pada persamaan 13, dimana y merupakan frekuensi kejadian tertentu dengan μ sebagai parameter. Model untuk regresi Poisson menunjukkan mean dari distribusi diskret sebagai fungsi dari k peubah bebas. Misalnya data diambil dari bentuk:

$$\begin{bmatrix} y_1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{k1} \\ y_2 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ y_n & x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{kn} \end{bmatrix}$$

Maka model Regresi Poisson dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_i = \mu_i + \varepsilon_i \text{ (} i = 1, 2, \dots, n \text{)} \dots \dots \dots (15)$$

Dengan μ_i = ekspektasi dari peubah y_i

$$\varepsilon_i = \text{sisal/error (} i = 1, 2, \dots, n \text{)}$$



μ_i disebut juga rata-rata banyaknya kejadian pada periode waktu t_i . Bila diasumsikan bahwa μ_i tidak berubah secara bebas dari satu titik data ke titik data lainnya. Maka μ_i dapat dimodelkan sebagai fungsi k variable bebas, sehingga mempunyai persamaan:

$$p(y_i; \beta) = \frac{e^{-[t_i \mu(x_i; \beta)]} [t_i \mu(x_i; \beta)]^{y_i}}{y_i!}, (i = 1, 2, \dots, n) \dots \dots \dots (16)$$

Dimana y_i adalah peubah respon berdistribusi Poisson dan $t_i \mu(x_i, \beta)$ menyatakan nilai harapan dari y_i atau $E(y_i)$, dengan kata lain:

$$E(y_i) = \mu_i = t_i \mu(x_i, \beta) \dots \dots \dots (17)$$

$\mu(x_i, \beta)$ merupakan model regresi Poisson serta merupakan fungsi dari x_i sebagai peubah bebas dan β sebagai parameter regresi yang menyatakan seberapa besar pengaruh peubah bebas terhadap peubah respon, sedangkan t_i menyatakan periode waktu (Myers, 1990). Digunakan fungsi keterkaitan (*link*) logaritma, yaitu:

$$\ln E(y_i) = \ln(\mu) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k$$

$$\mu = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)$$

$$\mu(x_i, \beta) = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_k X_{ki}), \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, n \dots \dots \dots (18)$$

Sesuai dengan persamaan (16), maka bentuk umum fungsi *likelihood* untuk model Regresi Poisson adalah sebagai berikut:

$$L(y_i, \beta) = \prod_{i=1}^n p(y_i, \beta)$$

$$= \prod_{i=1}^n \left\{ \frac{[t_i \mu(x_i, \beta)]^{y_i} e^{-[t_i \mu(x_i, \beta)]}}{y_i!} \right\}$$

$$= \frac{\{\prod_{i=1}^n [t_i \mu(x_i, \beta)]^{y_i}\} e^{-\sum_{i=1}^n t_i \mu(x_i, \beta)}}{\prod_{i=1}^n y_i!}$$

Dengan memaksimumkan parameter diatas menggunakan metode iterative akan menghasilkan penaksiran maksimum *likelihood* untuk koefisien regresi β (Myers, 1990). Persamaan *log-likelihood* menjadi:

$$\ln L(\beta) = \sum_{i=1}^n y_i \ln t_i \mu(x_i, \beta) - \sum_{i=1}^n t_i \mu(x_i, \beta) - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!)$$

$$= \sum_{i=1}^n [y_i \ln t_i \mu(x_i, \beta) - t_i \mu(x_i, \beta) - \ln(y_i!)] \dots \dots \dots (19)$$

Misal untuk $i = 1$, maka:

$$\ln L(\beta) = y_1 \ln t_1 \mu(x_1, \beta) - t_1 \mu(x_1, \beta) - \ln(y_1!)$$

$$\ln L(\beta) = y_1 \ln t_1 \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1) - t_1 \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1) - \ln(y_1!)$$

$$\ln L(\beta) = [\exp(\beta_0 + \beta_1 X_1)(y_1 \ln t_1 - t_1)] - \ln(y_1!)$$

$$[\exp(\beta_0 + \beta_1 X_1)(y_1 \ln t_1 - t_1)] = \ln L(\beta) + \ln(y_1!)$$

$$\exp(\beta_0 + \beta_1 X_1) = \left[\frac{\ln L(\beta) + \ln(y_1!)}{(y_1 \ln t_1 - t_1)} \right]$$

$$\ln(\exp(\beta_0 + \beta_1 X_1)) = \ln \left[\frac{\ln L(\beta) + \ln(y_1!)}{(y_1 \ln t_1 - t_1)} \right]$$

$$\beta_0 + \beta_1 X_1 = \ln \left[\frac{\ln L(\beta) + \ln(y_1!)}{(y_1 \ln t_1 - t_1)} \right]$$

$$\beta_0 = \ln \left[\frac{\ln L(\beta) + \ln(y_1!)}{(y_1 \ln t_1 - t_1)} \right] - \beta_1 X_1$$

d. Taksiran Parameter Model Regresi Poisson

Pada bagian ini akan diuraikan mengenai metode penaksiran parameter model Regresi Poisson dengan menggunakan metode MLE (Maksimum Likelihood Estimation). Taksiran maksimum likelihood untuk parameter β dinyatakan dengan β dan diperoleh sebagai solusi dari persamaan:

$$U(\beta; y) = \frac{\partial \ln L(y; \beta)}{\partial \beta_j} = 0, i = 1, 2, \dots, n; j = 0, 1, 2, \dots, k \quad (20)$$

yang merupakan bentuk turunan pertama fungsi *log-likelihood*.

Penyelesaian persamaan (19) dapat dilakukan dengan prosedur iteratif. Kleinbaum (1988) dan Myers (1990) menyatakan bahwa prosedur yang umum digunakan untuk menyelesaikan persamaan ini adalah *Iteratively Reweighted Least Square* (IRLS). Prosedur ini dilakukan dengan metode Newton-Raphson. Ide dasar dari metode ini adalah memaksimumkan fungsi *log-Likelihood*. Memaksimumkan fungsi log-likelihood adalah sama dengan meminimumkan fungsi $U(\beta; y)$. Dengan menggunakan MLE akan didapatkan suatu taksiran parameter yang konsisten dan efisien untuk ukuran n sampel besar.

e. Pengujian Kesesuaian Model Regresi Poisson

Kesesuaian model Regresi Poisson dapat digunakan ukuran goodness of fit yang disebut devians (*devince*). Devians pada regresi Poisson analog dengan SSE (*Sum Square Error*) pada analisis regresi linear berganda (Kleinbaum, 1988).



Nilai devians model merupakan selisih antara nilai *log-likelihood* model sederhana, tanpa melibatkan peubah bebas, ($L(\hat{\mu})$) dengan nilai *log-likelihood* model yang lebih lengkap, dengan melibatkan peubah bebas, ($L(\hat{\beta})$). Hipotesis yang digunakan untuk pengujian apakah model sesuai atau tidak adalah:

$$H_0 : \mu_i = t_i \mu(x_i, \beta)$$

$$H_1 : \mu_i \neq t_i \mu(x_i, \beta); i = 1, 2, \dots, n$$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\beta})}{L(\hat{\mu})} \right)$$

Dimana $D(\hat{\beta})$ merupakan devians model regresi Poisson

Untuk sampel yang besar, nilai devians akan mendekati distribusi Chi-Square dengan variabel bebas k dan jumlah data sebagai n . Pada saat nilai observasi peubah respon secara tepat dinyatakan dalam model ($y_i = \hat{y}_i$), maka $D(\hat{\beta})$ akan bernilai nol.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil nilai $D(\hat{\beta})$, maka semakin kecil pula tingkat kesalahan yang dihasilkan model, berarti model yang dihasilkan semakin tepat.

Statistik uji akan ditolak jika $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(n-k-1, \alpha)}$ (Kleinbaum, 1988).

f. Uji Parameter Model Regresi Poisson

Parameter model yang telah dihasilkan dari serangkaian proses penaksiran belum tentu memberikan pengaruh yang signifikan (nyata) terhadap variabel respon (Y). Untuk mengetahui apakah parameter model berpengaruh terhadap variabel respon (Y), perlu dilakukan pengujian parameter model. Hipotesis pengujian ini didefinisikan sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_i = 0 \text{ dan } H_1 : \beta_i \neq 0; i = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang dilakukan adalah rasio likelihood dan dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} |D(\hat{\beta}_i) - D(\hat{\beta}_{i-1})| &= -2 \ln \left[\frac{L(y; \hat{\beta}_i)}{L(y; \hat{\mu})} \right] + 2 \ln \left[\frac{L(y; \hat{\beta}_{i-1})}{L(y; \hat{\mu})} \right] \\ &= -2 \ln \left[\frac{L(y; \hat{\beta}_i)}{L(\hat{\beta}_{i-1})} \right], \quad i = 1, 2, \dots, k \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (21)$$

Dimana $D(\hat{\beta})$: nilai devian model untuk parameter ke- i .

$L(y; \hat{\beta}_i)$: nilai fungsi likelihood untuk parameter ke- i .



Daerah kritis adalah bilangan pengamatan yang memisahkan kedua wilayah yakni wilayah penerimaan H_0 dan wilayah penolakan H_0 .

Statistik uji ini akan tolak H_0 apabila:

$$|D(\hat{\beta}_i) - D(\hat{\beta}_{i-1})| > \chi^2_{(i,\alpha)} \dots \dots \dots (22)$$

Hal ini berarti bahwa pengaruh variabel bebas ke- i terhadap variabel respon (Y) signifikan dalam model (Kleinbaum, 1988).

2.7.5 Generalized Poisson Regression (GPR)

Generalized Linear Model (GLM) merupakan perluasan dari model regresi umum untuk peubah respon memiliki sebaran keluarga eksponensial. Regresi *Poisson* digunakan untuk menganalisis data hitung (*count data*). Menurut Hinde dan Demetrio (2007), pada regresi *Poisson* terdapat asumsi $Y \sim \text{Poisson}(\mu)$ dan tidak terjadi multikolinieritas di antara beberapa atau semua peubah yang menjelaskan model regresi. Menurut Li (2000), pendeteksian multikolinieritas dilakukan menggunakan *Variance Inflation Factor* (VIF). Pemeriksaan terjadi *overdispersi* dan *underdispersi* menggunakan statistik *Khi Kuadrat Pearson*. Ragam dari sebaran *Poisson* sama dengan rata-rata $\sigma^2 = \mu$. *Overdispersi* dideteksi dengan statistik uji *Khi Kuadrat Pearson/db* yang mempunyai nilai lebih besar dari 1, sedangkan *underdispersi* dideteksi dengan statistik uji *Khi Kuadrat Pearson/db* yang mempunyai nilai kurang dari 1. Statistik uji *Khi-Kuadrat Pearson* dinyatakan sebagai berikut :

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{\mu}_i)^2}{\hat{\sigma}_i^2} \sim \chi^2_{(n-p)} \dots \dots \dots (23)$$

dengan $\hat{\mu}_i$ penduga bagi respon rata-rata ke- i dan $\hat{\sigma}_i^2$ penduga bagi ragam respon ke- i .

Menurut Ismail dan Jemain (2005), model *Generalized Poisson Regression* mempunyai fungsi peluang sebagai berikut :

$$f_i(y_i, \mu_i, \alpha) = \left(\frac{\mu_i}{1 + \alpha \mu_i} \right)^{y_i} \frac{(1 + \alpha y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} \exp \left(\frac{-\mu_i (1 + \alpha y_i)}{1 + \alpha \mu_i} \right) \dots \dots \dots (24)$$

dengan $i=1,2,\dots,n$ dan $\mu_i = \mu_i(x_i, \beta) = \exp(x_i' \beta)$

Model *Generalized Poisson Regression* adalah model generalisasi dari model regresi *Poisson*. Pada model ini apabila nilai $\alpha=1$ maka sama dengan model regresi *Poisson*.



Kondisi *overdispersi* pada data ditunjukkan dengan nilai $\alpha > 1$, sedangkan *underdispersi* pada data ditunjukkan dengan nilai $\alpha < 1$. Metode *Maximum Likelihood Estimation* digunakan untuk pendugaan parameter dalam *Generalized Poisson Regression*. Menurut Ismail dan Jemain (2005), fungsi *Likelihood* dari *Generalized Poisson Regression* adalah :

$$l(\alpha, \beta) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\mu_i}{1 + \alpha \mu_i} \right)^{y_i} \frac{(1 + \alpha y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} \exp \left(\frac{-\mu_i (1 + \alpha y_i)}{1 + \alpha \mu_i} \right) \quad (25)$$

Pendugaan parameter *Generalized Poisson Regression* menggunakan metode iterasi *Newton Raphson* untuk memaksimumkan fungsi *likelihood* (Agresti, 2002).

Menurut Simarmata dan Ispriyanti (2011), fungsi peluang dari sebaran *Binomial Negatif* adalah sebagai berikut :

$$f(y, \mu, k) = \frac{\Gamma(y_i + 1/k)}{\Gamma(k) y_i!} \left(\frac{1}{1 + k\mu} \right)^{1/k} \left(\frac{k\mu}{1 + k\mu} \right)^{y_i} \quad (26)$$

2.7.6 Binomial Negatif

Model regresi *Binomial Negatif* mengasumsikan $E(Y|x) = \mu$ dan $\text{Var}(Y|x) = \mu + k\mu^2$. Model ini dapat mengatasi masalah *overdispersi* atau *underdispersi* karena tidak mengharuskan nilai rata-rata sama dengan nilai ragam. Estimasi parameter regresi *Binomial Negatif* dilakukan menggunakan prosedur iterasi *Newton-Rhapson*.

Pengujian signifikansi koefisien regresi secara simultan dilakukan menggunakan statistik uji G. Menurut Hosmer dan Lemeshow (2000), persamaan yang digunakan adalah :

$$G = -2[L_0 - L_p]$$

Statistik uji-G ini mengikuti sebaran χ^2 dengan derajat bebas p. Hipotesis nol ditolak apabila Statistik Uji $G > \chi^2_{p(\alpha)}$

Pengujian signifikansi koefisien regresi secara parsial dilakukan menggunakan statistik uji *Wald*. Menurut Hosmer dan Lemeshow (2000), persamaan yang digunakan adalah :



$$W_j = \frac{\hat{\beta}_j}{\hat{SE}(\hat{\beta}_j)}$$

Hipotesis nol ditolak jika $|W| > Z_{\alpha/2}$ dengan α adalah tingkat taraf nyata yang digunakan.

Statistik uji sisaan *Pearson* dapat digunakan untuk menguji kelayakan model regresi *Poisson*. Menurut Ismunarti dkk (2004), persamaan yang digunakan adalah :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{y}_i)^2}{\hat{y}_i(1 - \hat{y}_i)}$$

Hipotesis nol ditolak apabila Statistik Uji sisaan *Pearson* $P(\chi_{n-(p+1),(\alpha)}^2 > \chi) < \alpha$

Pemilihan model terbaik dari *Generalized Poisson Regression* dan *Negatif Binomial Regression* menggunakan nilai AIC (*Akaike Information Criterion*). Menurut Akaike (1978), untuk menghitung nilai AIC digunakan rumus sebagai berikut:

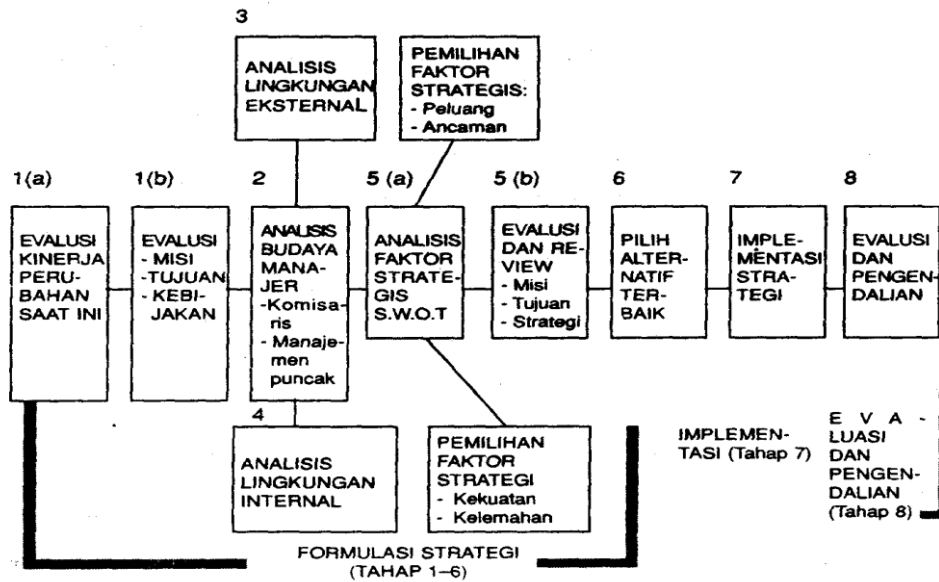
$$AIC = -2 \log(\text{maximum likelihood}) + 2(\text{number of parameters}) \dots \dots \dots (27)$$

Menurut metode AIC model regresi terbaik adalah model regresi yang mempunyai nilai AIC terkecil.

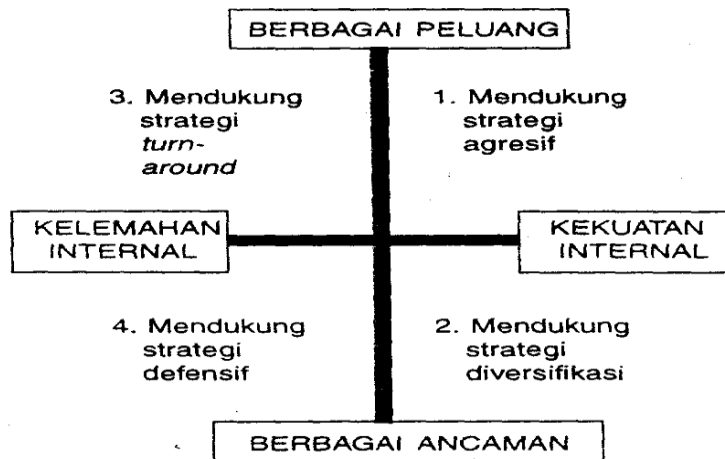
2.8 Analisis Strength-Weakness-Opportunity-Threat (SWOT)

a. Analisis SWOT (Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats)

Analisis **Strength-Weakness-Opportunity-Threat (SWOT)** adalah identifikasi berbagai faktor secara sistimatis untuk merumuskan strategi. Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (strengths) dan peluang (opportunities), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (weaknesses) dan ancaman (threats). Proses pengambilan keputusan strategis selalu berkaitan dengan pengembangan misi, tujuan, strategi dan kebijakan. Gambar 2.6 dan gambar 2.7 berikut ini menjelaskan proses pengambilan keputusan strategis dan analisis SWOT.



Gambar 2.2. Proses Pengambilan Keputusan Strategis



Gambar 2.3 Analisis SWOT

Sumber: : Freddy Rangkuti (2004,19)

Analisis SWOT juga merupakan teknis analisis atau cara menerapkan metode ilmiah dalam menilai dan memerinci keadaan lingkungan secara komprehensif guna memperoleh faktor kunci keberhasilan sebagai dasar untuk menentukan tujuan yang rasional yang dapat dicapai, serta menentukan strategi program dan kegiatan yang tepat untuk dilaksanakan melalui langkah – langkah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi faktor – faktor keberhasilan;
2. Melakukan penilaian faktor – faktor keberhasilan;
3. Menentukan faktor kunci keberhasilan dan peta kekuatan;
4. Merumuskan dan menentukan tujuan;
5. Menentukan sasaran;
6. Menentukan strategi, program dan kegiatan.



b. Analisis Lingkungan Eksternal dan Internal

Pada tahap ini dilakukan identifikasi faktor eksternal, yaitu lingkungan umum yang mempengaruhi obyek penelitian. Identifikasi dilakukan dengan menginventarisir terhadap seluruh peluang dan ancaman pada sebuah organisasi. Pada tahap analisis lingkungan internal dilakukan identifikasi faktor internal. Analisis ini akan menghasilkan sejumlah faktor kekuatan dan faktor kelemahan yang dimiliki oleh sebuah organisasi tersebut.

c. Pemberian Bobot

Pada analisis eksternal dan internal, penentuan bobot dilakukan terhadap faktor – faktor yang berpengaruh terhadap sebuah organisasi. Bobot mengindikasikan tingkat kepentingan relatif dari setiap faktor terhadap keberhasilan dari suatu kebijakan yang akan diambil. Bobot setiap faktor diperoleh dengan menentukan nilai setiap faktor terhadap total nilai keseluruhan faktor. Bobot yang diberikan pada setiap faktor berada pada kisaran 0,0 (tidak penting) hingga 1,0 (paling penting). Faktor-faktor yang memiliki pengaruh besar diberikan bobot yang tinggi. Penentuan ini tidak mempedulikan apakah faktor tersebut peluang atau ancaman serta kekuatan atau kelemahan. Jumlah seluruh bobot yang diberikan pada setiap faktor harus sama dengan 1,0.

d. Pemberian Rating

Rating atau peringkat menggambarkan seberapa besar keefektifan strategi organisasi saat ini dalam merespon faktor strategis yang ada. Penilaian *rating* untuk matriks IFE (lingkungan internal) dan matriks EFE (lingkungan eksternal) diberikan dengan skala Likert 1 sampai dengan 5.

e. Perkalian Bobot dengan Peringkat

Tahap selanjutnya adalah perkalian antara bobot dengan *rating* yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Hasil perkalian ini menjadi nilai tertimbang setiap faktor. Nilai tertimbang setiap faktor kemudian dijumlahkan untuk memperoleh total nilai tertimbang. Total nilai tertimbang pada matriks EFE dan IFE akan berada pada kisaran 1,0 (terendah) sampai 5,0 (tertinggi). Arti dari nilai ini adalah bahwa semakin tinggi total nilai tertimbang organisasi pada matriks EFE dan IFE mengindikasikan organisasi merespon peluang dan ancaman (faktor eksternal) atau kekuatan dan

kelemahan (faktor internal) dengan sangat baik pula. Tabel 2.6 dan Tabel 2.7 dibawah ini merupakan analisis faktor eksternal dan faktor internal suatu organisasi.

Tabel 2.6 Matriks *External Factor Evaluation* (EFE)

No.	Faktor - Faktor Eksternal Kunci	Bobot (a)	Rating (b)	Nilai Timbang (c) = (a) x (b)
Peluang				
1				
2				
3				
.....				
Ancaman				
1				
2				
3				
.....				
Jumlah		1,0		

Tabel 2.7 Matriks *Internal Factor Evaluation* (IFE)

No.	Faktor - Faktor Internal Kunci	Bobot (a)	Rating (b)	Nilai Timbang (c) = (a) x (b)
Kekuatan				
1				
2				
3				
.....				
Kelemahan				
1				
2				
3				
.....				
Jumlah		1,0		

f. Matriks Strength-Weakness-Opportunity-Threat (SWOT)

Matriks SWOT merupakan alat yang digunakan untuk mencocokkan faktor-faktor kunci eksternal dan internal. Matriks SWOT berfungsi untuk menyusun strategi kebijakan dengan memadukan dan menyesuaikan kekuatan dan kelemahan yang dimiliki organisasi (internal) dengan peluang dan ancaman yang berasal dari luar model (eksternal). Terdapat delapan langkah yang digunakan dalam penyusunan matriks SWOT:



1. Menentukan faktor-faktor peluang eksternal;
2. Menentukan faktor-faktor ancaman eksternal;
3. Menentukan faktor-faktor kekuatan internal;
4. Menentukan faktor-faktor kelemahan internal;
5. Mencocokkan kekuatan internal dengan peluang eksternal dan mencatat resultan (strategi S-O);
6. Mencocokkan kelemahan internal dengan peluang eksternal dan mencatat resultan (strategi W-O);
7. Mencocokkan kekuatan internal dengan ancaman eksternal dan mencatat resultan (strategi S-T);
8. Mencocokkan kelemahan internal dengan ancaman eksternal dan mencatat resultan (strategi W-T);

Hasil analisis Matriks SWOT ini akan menghasilkan beberapa alternatif strategi yang dapat dipilih dari model yang dihasilkan dalam menyusun tujuan dan program. Tabel 2.8 berikut menjelaskan tentang penentuan strategi dalam matrik SWOT.

Tabel 2.8 Matriks SWOT

	Kekuatan (Strength) Faktor – Faktor Kekuatan	Kelemahan (Weakness) Faktor – Faktor Kelemahan
Peluang (Opportunity) Faktor – Faktor Peluang	Strategi S – O Gunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang	Strategi W – O Kurangi kelemahan dengan memanfaatkan peluang
Ancaman (Threats) Faktor – Faktor Ancaman	Strategi S – T Gunakan kekuatan untuk menghindari ancaman	Strategi W – T Meminimalkan kelemahan dan hindari ancaman

2.9 Penelitian Terdahulu

2.9.1 Faktor – Faktor Penyebab Kecelakaan

Dalam memperkirakan jumlah kejadian kecelakaan, dengan sedikit usaha ekstra, kita dapat memperkirakan lebih baik, dengan menunjukkan bahwa faktor –



faktor pengemudi, kendaraan yang melintas, perlintasan sebidang sangat berpengaruh untuk memperkirakan jumlah kejadian kecelakaan yang diharapkan (Hauer 1985).

Beberapa penelitian bertujuan untuk mengurangi masalah pada perlintasan jalan raya dan jalan rel dalam hal klasifikasi kelas perlintasan. Sebuah bagian penting dalam hal ini adalah evaluasi keselamatan penyeberangan jalan rel (Rozek dan Harrison 1988, Taggart et al. 1987). Di Amerika Serikat, jumlah total perlintasan sebidang umum lebih dari 170.000 dan lebih dari 4.400 kecelakaan terjadi setiap tahun pada mereka (FRA 1992), di Israel ini selama kurun waktu 13 tahun (BPS 1993). Oleh karena itu, kita tidak memiliki data yang cukup untuk membuat model statistik sederhana serupa dengan rumus untuk memprediksi kecelakaan atau lainnya sesuai DOT (Departemen Of Transportasi) kita (Tustin et al. 1986.). Menilai penyeberangan Israel, dibuat atas dasar model yang dikembangkan di negara lain menunjukkan bahwa bahaya keamanan dalam sejumlah kasus yang agak lebih tinggi (Gitelman dan Hakkert 1996).

Penelitian yang diselenggarakan oleh Komite Railroad Crossing-Highway yang berkaitan dengan keselamatan dan karakteristik lain yang terdampak (termasuk pertimbangan ekonomi, arus lalu lintas yang tertunda, serta peralatan kontrol) baik lalu lintas jalan raya dan kereta api pada titik-titik di mana mereka berpotongan di perlintasan sebidang, termasuk lingkungan proksimat dan fasilitas transit kereta api (Coleman 1997).

Penelitian ini terkait untuk meneliti tentang penyeberangan jalan kereta api di perlintasan sebidang dengan melihat ke masa depan. Untuk melihat ke masa depan dan memahami di mana kita hari ini, penting untuk mengenali bahwa keamanan adalah pada pelayanan telah menjadi evolusi tanggung jawab kelembagaan, peraturan dan praktek kerja. Lalu dan sekarang, tujuannya adalah untuk membuat interaksi antara kereta api dan kendaraan di perlintasan sebidang seaman mungkin untuk mengenali dan meminimalkan dampak negatif terhadap fitur-fitur lainnya. Teknik dan praktek operasi moda jalan dan kereta api saja tidak dapat mencapai tingkat keamanan yang diinginkan.

Perangkat kontrol lalu lintas menyediakan peringatan statis pasif, bimbingan dan dalam beberapa kasus, tindakan wajib bagi pengemudi. Perangkat kontrol lalu lintas adalah aset-aset yang memberikan peringatan dari pendekatan atas kehadiran kereta api. Mereka diaktifkan oleh sebuah kereta di sirkuit deteksi trek/rel kereta api. Perangkat kontrol aktif ini dilengkapi dengan tanda-tanda yang sama dan tanda-tanda



atau rambu – rambu perlintasan yang digunakan untuk pengontrol pasif (Coleman 1997).

Penelitian untuk memperkirakan sebuah model berbasis risiko disajikan untuk mengidentifikasi blackspots pada persimpangan jalan rel dan jalan raya. Model ini terdiri dari prediksi komponen konsekuensi frekuensi tabrakan - tabrakan rendah. Pendekatan grafis diadopsi untuk mengidentifikasi penyeberangan dengan resiko adalah tidak dapat diterima (frekuensi tinggi atau konsekuensi yang diharapkan atau keduanya) yang disebut persimpangan blackspots. Model ini diterapkan ke data tabrakan kereta api di Kanada periode tahun 1997 sampai dengan tahun 2001.

Model Poisson Binomial Negatif (NB) untuk memprediksi frekuensi kecelakaan yang dikembangkan dari kinerja tiga jenis perangkat peringatan di persimpangan (tanda-tanda, lampu berkedip, palang pintu sederhana). Model ini ditemukan untuk memberikan data yang lebih cocok untuk frekuensi tabrakan. Sebuah konsekuensi dari nilai tertimbang diperkenalkan mewakili gabungan untuk keparahan tabrakan, bobot yang digunakan dalam konsekuensi gabungan skor yang diperoleh dari klaim asuransi. Model NB ini juga dikembangkan untuk memprediksi konsekuensi tabrakan.

Kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang merupakan sumber keprihatinan kepada pihak berwenang kereta api dan masyarakat pada umumnya. Dewan Keselamatan Transportasi Kanada melaporkan bahwa, antara tahun 1993 sampai dengan tahun 1999, rata-rata 45 korban jiwa dan 60 luka pertahun terjadi di Kanada sebagai hasil dari tabrakan di perlintasan sebidang. Dalam menanggapi masalah keamanan di perlintasan sebidang, Transportasi Kanada merancang program keselamatan manajemen yang disebut Arah 2006. Tujuan dari Arah 2006 adalah untuk mengurangi tabrakan nasional oleh setidaknya 50% pada tahun 2006. Untuk mencapai tujuan dimaksud akan menjadi mahal dan tidak praktis untuk meningkatkan keselamatan di semua perlintasan sebidang dengan standar seragam, dan penurunan tabrakan yang terbaik dicapai dengan mengarahkan penanggulangan yang sesuai untuk lokasi blackspot. Blackspots adalah persimpangan dengan resiko yang sangat tinggi terhadap tabrakan. Telah disarankan bahwa ketika salah satu upaya untuk mengalokasikan dana untuk semua bidang masalah. Peristiwa tabrakan acak peristiwa yang sangat bervariasi dalam ruang dan waktu. Risiko tinggi satu tahun pada persimpangan tertentu tidak selalu berarti risiko tinggi tahun depan. Sebuah risiko yang lebih jangka panjang dari tabrakan yang diperlukan untuk mencerminkan resiko dapat diantisipasi pada suatu periode tertentu. Perkiraan ini dapat diperoleh dengan model untuk memprediksi frekuensi tabrakan dan karena itu akurat dan dapat



diandalkan. Identifikasi Blackspot hanya berdasarkan jumlah tabrakan tidak memberikan gambaran lengkap risiko di persimpangan masing-masing. Risiko tabrakan terdiri dari dua komponen: frekuensi dan konsekuensi (tingkat keparahan).

Mengabaikan konsekuensi dapat menyebabkan kurangnya intervensi di perlintasan dengan tingkat keparahan tabrakan dan model berbasis risiko diperlukan untuk mengidentifikasi titik-titik rawan kecelakaan.

Model tersebut dapat digunakan untuk antara lain memprediksi risiko tabrakan di perlintasan sebidang dan mengontrol faktor yang berbeda dan persyaratan pemeriksaan, untuk mengidentifikasi daerah rawan kecelakaan, berdasarkan frekuensi tabrakan diharapkan dan konsekuensi serta untuk menerapkan model itu di perlintasan di seluruh Kanada pada prioritas regional dan nasional dan daftar antisipasi titik titik rawan dan intervensi keamanan (Saccomanno, Liping Fu dan Moreno 2001).

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk peningkatan keselamatan di perlintasan kereta api dan jalan raya. Jumlah tabrakan dan korban jiwa di jalan raya pada persimpangan rel telah menurun secara signifikan selama tiga puluh tahun terakhir, meskipun peningkatan besar dalam volume lalu lintas kereta api dan jalan.

Regresi binomial negatif dilakukan pada data yang diperoleh ditetapkan untuk 49 negara dari tahun 1975 sampai dengan tahun 2001.

Analisis menyimpulkan bahwa dua perlima dari penurunan ini disebabkan faktor-faktor seperti mengemudi dalam keadaan mabuk berkurang dan peningkatan tanggap darurat medis yang telah meningkatkan keamanan di semua bagian dari jaringan jalan. Instalasi pada pintu perlintasan atau lampu berkedip sekitar seperlima dari pengurangan. Perkembangan dari kampanye "operasi keselamatan", yang bertujuan untuk menginformasikan kepada publik tentang perilaku yang tepat di perlintasan, pada tahun 1970-an dan awal 1980-an, dan instalasi "lampu parit" pada lokomotif di pertengahan tahun 1990-an, masing-masing menyebabkan sekitar satu pertujuh dari pengurangan. Akhirnya, sekitar sepersepuluh adalah karena penutupan perlintasan sebidang (Mok dan Savage 2003).

Untuk memperkirakan model resiko yang dapat menilai keselamatan pada perlintasan sebidang kereta api. Resiko kecelakaan, dalam hal kematian ekuivalen dalam jangka waktu, yang dibagi menjadi dua bagian: kemungkinan kecelakaan, dalam hal jumlah kecelakaan per periode, dan dampak kecelakaan, dalam hal kematian ekuivalen per kecelakaan. Setiap dimensi resiko diselidiki, dengan menggunakan regresi non linier, regresi Poisson, dan regresi binomial negatif, dan mempertimbangkan pengaruh variabel jumlah kendaraan yang lewat, karakteristik



jalan raya, karakteristik kereta api, dan perangkat kontrol di perlintasan sebidang kereta api. Hasil Empiris menunjukkan bahwa regresi Poisson baik untuk perkiraan kemungkinan kecelakaan; dan regresi binomial negatif baik untuk perkiraan risiko kecelakaan dan dampak kecelakaan (Chi-Lee dan Ren -Hu 2007).

Dalam penelitian ini untuk memprediksikan suatu model kemungkinan kecelakaan kereta api melintasi jalan raya dimana formulanya banyak merujuk pada Federal Railroad Administrations (FRA) Amerika Serikat, model logit kemungkinan terjadinya kecelakaan dapat dipresentasikan

sebagai berikut : $P = \frac{1}{(1 + e^{-z})}$ dimana P = Kemungkinan terjadi kecelakaan , z = kombinasi linier variabel penjelas, B_0, \dots, B_n = koefisien regresi dan X_i = variabel – variabel penjelas dimana $Z = B_0 + \sum_{i=1}^n B_i X_i$, variabel – variabel penjelas yang signifikan berpengaruh terhadap kemungkinan kecelakaan adalah kecepatan kereta api melintas, jumlah kereta api yang melintas tiap hari, persentase kendaraan berat (truk), jumlah lalu lintas kendaraan (jumlah lajur), rambu – rambu peringatan, rambu berhenti, rambu persilangan, rambu – rambu yang lain, signal di jalan raya, lampu flas, sudut perlintasan, permukaan pertemuan jalan raya dan jalan kereta api, area perdagangan, area perumahan, area industri dan sejarah kecelakaan selama 5 tahun (Coffister dan Pflaum 2007).

Railway Level Croosing (RLC) adalah salah satu masalah terkait faktor kecelakaan di banyak negara yang disebabkan oleh kecelakaan pada perlintasan sebidang kereta api. Di Australia, isu keamanan di RLC relatif sangat serius bagi negara-negara berkembang. Namun, kecelakaan RLC telah terus menjadi masalah dalam industri kereta api, terutama ketika terlibat kematian. RLC dianggap sebagai persimpangan unik. Kompleksitas sistem transportasi yang terkait dengan setidaknya dua moda transportasi. Kerangka penelitian ini adalah pada pengembangan sistem keamanan di RLC disajikan. Pertama, studi ini menyoroti isu-isu keamanan yang berkaitan dengan RLC tersebut. Pembangunan berbagai model menggunakan pendekatan tradisional di kaji. Kedua, faktor penelitian terakhir berkontribusi terhadap kecelakaan di RLC. Transisi dari pemodelan kecelakaan potensial dari pendekatan tradisional ke pendekatan yang lebih saat ini dalam kehandalan dan studi keamanan.

Dengan meningkatkan kerangka metodologi untuk pengembangan indeks risiko dalam mengakses risiko di lokasi yang diusulkan di RLC tersebut. Pendekatan Petri Nets akan diterapkan dalam membantu pengembangan model yang berarti. Komponen konsep dasar keselamatan, teknik rekayasa infrastruktur, tingkat



lingkungan sekitarnya dan faktor-faktor di seluruh manusia juga akan dipertimbangkan dalam model (Zaharah Ishak 2007).

Model dirancang dengan mempertimbangkan faktor faktor teknik; yang memperhitungkan kegagalan atau kerusakan sinyal yaitu sebagai mekanisme yang dapat berkontribusi dan berpotensi terhadap terjadinya kecelakaan, digambarkan sebagai bahaya tipe 1. Kejadian bahaya kecelakaan karena kegagalan sinyal dalam operasi sistem, diuji pada satu titik uji dalam lima tahun. Asumsi ini didasarkan pada data historis yang diperoleh dari Departemen Transportasi, Energi dan Infrastruktur (DTEI), Australia Selatan, berdasarkan rangking yang diberikan dalam model, potensi terjadinya kecelakaan dihitung sangat dekat dengan aktual, satu kejadian kecelakaan dalam lima tahun.

Model ini dikembangkan dengan menggunakan alat jaring Petri Net Π tampaknya cocok untuk menilai keamanan dan kinerja pada perlintasan sebidang. Namun, model ini masih dalam proses pembangunan dan intervensi dapat dilakukan ke model. Selanjutnya perbaikan pada parameter yang digunakan dalam model dan mekanisme kecelakaan lainnya dapat dimasukkan dan diuji dalam penelitian masa depan (Zaharah Ishak, Yue dan Somenahalli 2010).

Railroad Grade Crossing (RGC) adalah lokasi spasial di mana kereta api dan pengguna jalan berbagi jalan. Sejumlah besar lalu lintas dan konsekuensi kecelakaan parah di RGC telah mengisyaratkan kebutuhan untuk model yang tepat untuk menyelidiki faktor-faktor kunci yang terkait dengan tingkat risiko dalam hal korban pada jumlah kematian atau cedera pada RGC disebabkan oleh salah satu atau lebih tabrakan dalam jangka waktu tertentu.

Studi model regresi Poisson nol digelembungkan untuk menggambarkan hubungan antara jumlah kematian nol atau cedera, data tambahan dan variabel penjelas dikumpulkan pada 592 titik lokasi RGC di Taiwan. Lalu lintas harian dan kehadiran rata-rata tahunan kendaraan yang melintas, serta keberadaan perangkat pada pintu perlintasan secara bermakna dikaitkan dengan probabilitas ada kematian atau cedera yang dihadapi dalam RGC, jika suatu RGC berada pada risiko kematian atau cedera, jumlah kereta api per hari, sudut persimpangan, dan perangkat pada pintu perlintasan secara signifikan mempengaruhi jumlah kematian yang diharapkan. Hasil empiris menunjukkan bahwa jumlah lalu lintas dan perangkat dan rambu – rambu lalu lintas yang memiliki efek signifikan pada tingkat risiko korban di sebuah RGC (Ren Hu, Shang Li dan Kang Lee 2011).



2.9.2 Geometrik Perlintasan

Sekitar 60 persen dari kecelakaan kereta api di Korea yang terkait dengan kemiringan persimpangan jalan raya dan rel dan karakteristik geometris dan elemen-elemen perangkat pada perlintasan memiliki pengaruh yang signifikan pada frekuensi kecelakaan. Seperti jumlah kecelakaan untuk sekitar 39 dari seluruh kematian kecelakaan kereta selama 3 tahun terakhir dari tahun 1999 hingga tahun 2001. Statistik kecelakaan ini terjadi pada perlintasan kereta api yang melintasi jalan raya menunjukkan terus perlunya penelitian untuk mengembangkan biaya-efektif penanggulangannya dan untuk mengurangi frekuensi kecelakaan

Sejumlah studi terbaru yang ditujukan khusus pada kecelakaan di perlintasan sebidang dan efek pada topografi sekitar kecelakaan. Beberapa pekerjaan ini telah ditangani dengan kemungkinan kecelakaan yang disebabkan oleh pejalan kaki yang menyeberang yang melanggar pada perlintasan sebidang di jalan umum (Moore et al, 1991; Cina et al, 1994; Pelletier et al, 1997; Brenda et al, 2001.)

Dan beberapa upaya sebelumnya telah dilakukan untuk mengukur penekanan relatif pada faktor-faktor seperti perangkat kontrol lalu lintas, lebar jalan di perlintasan, lampu berkedip dan gerbang otomatis (Smith et al, 1995; Ward et al, 1995; Goldberg et al, 1998). Namun, kurangnya informasi rinci tentang geometrik jalan dan elemen data yang terkait pada perlintasan sebidang, terutama karena biaya pengumpulan data, telah menjadi hambatan untuk pengembangan model statistik yang canggih dari hubungan antara geometris jalan, klasifikasi perlintasan dan karakteristik frekuensi kecelakaan.

Dalam rangka mengembangkan model statistik yang memberikan wawasan tambahan dampak dari geometri jalan dan unsur-unsur atau elemen – elemen pada perlintasan terhadap frekuensi kecelakaan. Sebuah database besar yang dikumpulkan dari seratus artikel penyeberangan diperlintasan sebidang digunakan. Data ini menyediakan sumber data yang memungkinkan isolasi dampak dari permukaan jalan yang melintasi elemen geometris pada frekuensi kecelakaan lalu lintas di perlintasan dan kondisi lingkungan dengan faktor-faktor lain yang mempengaruhi frekuensi kecelakaan (Lee, Nam dan Park 2005).

Sistem pemisah lalu lintas yang fleksibel, banyak digunakan untuk mengingatkan pengemudi untuk pembatasan jalur, telah diusulkan sebagai perangkat yang relatif murah, mudah untuk mempertahankan tindakan untuk mencegah pengemudi dari mengemudi di jalan raya di sekitar gerbang penyeberangan atau perlintasan jalan rel. Sebuah sistem pemisah lalu lintas yang fleksibel dipasang dan



dievaluasi pada tiga penyeberangan di pusat Florida menggunakan sebelum dan sesudah penelitian. Efektivitas ditentukan dengan membagi jumlah kendaraan mengemudi di sekitar gerbang (pintu perlintasan), dibandingkan dengan jumlah kendaraan yang memiliki kesempatan untuk melakukannya. Efeknya cukup signifikan, secara total 25 dari 2194 kendaraan melaju sekitar gerbang sebelum instalasi separator, sementara hanya satu dari 1246 kendaraan yang terlibat dalam jenis pelanggaran setelah dilakukan tindakan penilangan. Kehadiran pemisah lalu lintas yang terbukti memiliki efek signifikan pada tindakan pengemudi mendekati persimpangan ketika gerbang ditutup. Namun demikian, beberapa bukti bahwa pengemudi lebih mungkin untuk pergi melalui gerbang ketika pintu dibuka kembali setelah berlalunya kereta (Ko, Washburn, Courage dan Dowell 2007).

Karena tujuan utama dari metode prioritas sinyal lalu lintas di sebuah jalan raya yang terletak di dekat perlintasan kereta api untuk memaksimalkan keselamatan pejalan kaki dan meminimalkan penundaan pada kendaraan, pertimbangan diberikan kurang dan sering diabaikan sama sekali. Akibatnya, dalam prakteknya strategi sistem prioritas sinyal lalu lintas dapat menyebabkan masalah keamanan dan efisiensi pejalan kaki di persimpangan bersinyal jalan raya dekat persimpangan rel kereta api.

Perbaikan strategi prioritas sinyal lalu lintas ini dirancang khusus untuk meningkatkan kinerja persimpangan sementara mempertahankan atau meningkatkan tingkat keselamatan saat ini dikembangkan. Disimpulkan bahwa algoritma ini meningkatkan operasi pada perlintasan untuk mengontrol penundaan sementara secara bersamaan mengurangi kemungkinan konflik terkait dengan pejalan kaki (Cho dan Rilett 2007).

2.9.3 Perilaku Pengemudi di Perlintasan

Penelitian ini dalam rangka bertujuan untuk membangun Model Sinyal Deteksi Teori (SDT) sering digunakan dalam studi psikologi sensoris dan persepsi untuk menjelaskan percobaan laboratorium di mana subjek diminta untuk mendeteksi perubahan kecil, terkontrol dengan baik, rangsangan tepat didefinisikan seperti intensitas cahaya atau frekuensi nada monokromatik murni. Akibatnya, hal itu mungkin tampak aneh bahwa teori ini dapat dari setiap penggunaan praktis dalam menggambarkan situasi yang terjadi ketika pengemudi mobil mendekati perlintasan sebidang dan harus memutuskan apakah aman untuk berkendara di jalur kereta api. Lokomotif dan kereta api tidak terkontrol dengan baik dan tepat didefinisikan rangsangan seperti yang digunakan di laboratorium sensorik. Dengan perbandingan



dengan perubahan rangsangan digunakan di laboratorium, lokomotif akan mewakili perubahan besar yang potensial dalam lingkungan sensorik dari pengemudi mobil. Model SDT dasar dijelaskan dengan mengacu kepada sopir mendekati perlintasan sebidang dengan kereta. Tugas Pengemudi adalah untuk memutuskan apakah ia aman bisa menyeberangi trek/jalur kereta api atau jika ia harus berhenti. Mempekerjakan beberapa perhitungan matematika, yang dapat dihilangkan tanpa kehilangan kebaikan model. Dalam menggambarkan model dasar, menjadi jelas bahwa tingkat kecelakaan untuk berbagai jenis perlintasan sebidang diprediksi oleh model SDT bervariasi dengan frekuensi kereta api.

Tingkat kecelakaan di perlintasan sebidang dan mengembangkan model probabilitas Poisson mengacu pada frekuensi kecelakaan antara kereta api dan mobil di perlintasan sebidang. Model Poisson memprediksi jumlah maksimum kecelakaan dan berguna untuk mengevaluasi efektivitas klasifikasi yang berbeda dari perangkat atau peralatan yang dipasang di perlintasan sebidang dalam mencegah kecelakaan. Konsep tingkat kecelakaan maksimum juga digunakan dalam menerapkan SDT untuk analisis kuantitatif klasifikasi perlintasan sebidang.

Meningkatkan pemahaman dan pengetahuan tentang perilaku pengendara menyeberang dengan menyebabkan tabrakan antara kereta api dan kendaraan bermotor termasuk: 1) pengakuan persepsi deteksi, dan pemahaman perangkat peringatan kereta api dan 2) pengambilan keputusan, persepsi risiko dan motivasi tabrakan terlibat dalam pengelakan perangkat peringatan aktif. Kinerja model seorang pengendara yang ideal yang menggunakan informasi mengenai jarak kendaraan dan kereta api dari persimpangan untuk menentukan apakah untuk menyeberangi persimpangan atau perlintasan sebidang atau untuk berhenti. Pencarian visual dengan dan tanpa lokalisasi pendengaran dimasukkan ke dalam model (Raslear 1996).

Pendidikan publik dan penegakan hukum untuk mendorong perilaku yang diinginkan pengemudi juga merupakan faktor utama. Oleh karena itu, organisasi seperti operasi penyelamatan dan lembaga penegak hukum memiliki peran penting hari ini dan di masa depan untuk menurunkan jumlah kejadian kecelakaan di perlintasan sebidang (Coleman 1997).

Perlintasan sebidang membuat potensi serius konflik tabrakan antara kendaraan dan kereta api mengakibatkan jenis kecelakaan yang paling serius dalam semua jenis kecelakaan. Ada sekitar 9.400 perlintasan kereta api umum di Australia. Pasif terlindung dengan baik (64%) atau sistem aktif atau otomatis (28%). Sistem perlindungan pasif hanya memberikan peringatan sinyal stasioner dari kemungkinan



persimpangan kereta api. Pesannya tetap konstan dari waktu ke waktu. Sistem perlindungan aktif mengaktifkan perangkat peringatan otomatis (yaitu lampu, lonceng, penghalang, dll) untuk mendeteksi kereta yang mendekat.

Untuk mengevaluasi kinerja pengemudi untuk kereta api melintasi perlindungan tingkat yang berbeda. Pengumpulan data lapangan menggunakan rekaman video itu dilakukan untuk mengukur respon driver di perlintasan dengan sistem perlindungan yang berbeda, yaitu: tanda berhenti, lampu berkedip dan bel dan penghalang setengah booming dengan lampu berkedip. Dokumen ini menjelaskan pengumpulan data lapangan dan analisis dan kemudian menarik kesimpulan pada kepatuhan pengemudi dengan berbagai jenis sistem perlindungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengemudi berperilaku berbeda dan lebih sesuai melintasi perlintasan dengan perlindungan aktif (Sian Tey dan Ferreira 2010).

2.10 Posisi Penelitian Saat Ini Terhadap Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan untuk membuat model kecelakaan kereta api yang memiliki kondisi yang tidak sama dengan kondisi penelitian terdahulu. Dalam penelitian ini dilakukan pada perlintasan sebidang resmi tanpa palang pintu, pada kondisi track atau jalan kereta api yang tunggal dan mengkaji variabel – variabel penjelas dari beberapa peneliti terdahulu untuk diakomodir dan dianalisa secara lengkap baik faktor teknis dan faktor lingkungan. Berdasarkan jenis model yang umum digunakan, yaitu model matematis dengan mengambil bentuk korelasi antara variabel penjelas dan variabel respon, dapat didefinisikan sebagai berikut :

- 1) Variabel Respon adalah variabel yang nilainya ditentukan oleh variabel penjelas yaitu jumlah kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang.
- 2) Variabel Penjelas adalah variabel – variabel apa saja yang mempunyai nilai pengaruh signifikan terhadap variabel respon, yaitu antara lain :
 1. Faktor Rekayasa fitur kereta api yang terdiri atas variabel : jumlah track, jumlah kereta yang melintas, kecepatan kereta api, jarak pandang bebas dari perlintasan, rambu – rambu, sudut perlintasan, jarak rambu dari perlintasan, lebar perlintasan.
 2. Faktor rekayasa fitur jalan raya yang terdiri atas variabel : Lalu lintas harian rata rata kendaraan, kecepatan kendaraan yang melintas, jumlah lajur, lebar jalan, klas jalan, kualitas permukaan jalan, geometrik jalan, waktu peringatan, pemisah jalan, prosentase kendaraan berat, jenis perkerasan jalan.

a. Ringkasan Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2.9a Penelitian Raslear,1996 dan Gitelman dan Hakkert ,1996.

No.	Peneliti	Judul	Variabel	Metode	Hasil
1	Thomas G. Raslear, Ph.D. (1996)	<i>Driver Behaviour At Rail-Highway Grade Crossing : A Signal Detection Theory Analysis</i>	Prilaku psikologis sensoris dan persepsi pengemudi yang melintasi perlintasan sebidang	Teori Deteksi Sinyal (TDS)	$d' = (\mu_s - \mu_n) / \sigma$ dimana : μ_s = nilai rata – rata signal μ_n = nilai rata – rata dari noise σ = standar deviasi
2	V. Gitelman dan As Hakkert (1996)	<i>The Evaluation Of Road-Rail Crossing Safety With Limited Accident Statistics</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kategori perangkat peringatan - Volume lalu lintas jalan - Volume lalu lintas kereta api - Visibilitas kondisi 	Indeks Bahaya Empiris (HI)	$HI^{Ai} = u^{Ai} / v^{Ai}, i \dots\dots k$ Dimana : $\sum_1^k u^{Ai} = n$ $\sum_1^k v^{Ai} = N$ n = jumlah kecelakaan di perlintasan N = jumlah lalu lintas yang menyeberang

Sumber : (Raslea,1996)(Gitelman dan Hakkert 1996).

Tabel 2.9b Penelitian Saccomanno, Liping Fu dan Moreno, 2001 dan Mok and Savage, 2003.

No.	Peneliti	Judul	Variabel	Metode	Hasil
3	Frank F. Saccomanno, Liping Fu dan F. Miranda Moreno (2001)	<i>Risk-Based Model for Identifying Highway-Rail Grade Crossing Blackspots</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Jenis perangkat peringatan Geometrik jalan/perlintasan - Geometrik Jalan Kereta Api - Volume Lalu Lintas 	Metode Statistik Empiris	Model Poison cocok untuk memprediksi Frekuensi tabrakan dan Model Negatif Binomial sangat cocok untuk memprediksi konsekuensi tabrakan
4	Shannon Mok dan lan Savage (2003)	<i>Why has Safety Improved at Rail -Highway Grade Crossing</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Jumlah kereta api - Perangkat aktif - Keselamatan Jalan Raya - Operasi penyelamatan - Tanda peringatan lampu kedip. 	Metode Statistik Empiris	<p>Model</p> $\text{Count of Accident} = e^{\alpha (\ln \beta \text{exposure} + \ln \gamma \text{other variabel})} + \varepsilon$ <p>dimana :</p> <p>β exposure = variabel penjelas</p> <p>γ = variabel penjelas yang lain</p>

Sumber : (Saccomanno, Liping Fu dan Moreno 2001), (Mok dan Savage 2003).

Tabel 2.9c Penelitian Jinsun Lee, Nam dan Park, 2005.

No.	Peneliti	Judul	Variabel	Metode	Hasil
5	Jinsun Lee , Dohee Nam dan Dangjoo Park (2005)	<i>Analyzing The Relationship Between Grade Crossing Elements And Accidents</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Ukuran lebar geometris perlintasan - Perangkat kontrol lalu lintas - Waktu kedip lampu - Kecepatan pada gundukan - Ukuran perlintasan - Tanda peringatan - Tanda henti - Jumlah jalur lintasan kereta api - Volume lalu lintas jalan - AADT - Batasan kecepatan 	Regresi Poisson dan Binomial Negatif	Jika yang dominan nilai frekuensi terjadinya kecelakaan = 0 maka model Zerro Inflated Poisson (ZIP) dan model Zerro Inflated Negatif Binomial (ZINB) sangat cocok dengan alat uji statistik Voung.

Sumber : (Jinsun Lee, Nam dan Park 2005).

Tabel 2.9d Penelitian Kang Lee and Ren Hu, 2007 dan Collister and Flaum, 2007.

No.	Peneliti	Judul	Variabel	Metode	Hasil
6	Chi Kang Lee dan Shou Ren Hu (2007)	<i>Accident Risk At a Railway Level Crossing</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Jumlah Kereta - Nomor Trek - Garis tengah pemisah jalan - Audit keamanan - ADT - Perangkat peringatan - Manajemen kontrol - Kendali penghalang - Status/kelas jalan - Jenis Area sekitar perlintasan (bisnis, pemukiman, pertanian, dsb) 	<ul style="list-style-type: none"> - Regresi Poisson dan Binomial Negatif 	<ul style="list-style-type: none"> - Regresi Binomial sangat baik untuk memprediksi model resiko kecelakaan, Regresi Poisson cukup baik untuk model kemungkinan kecelakaan dan regresi binomial negatif sangat baik untuk memprediksi model dampak kecelakaan
7	GM. M Collister dan CC P. Flaum (2007)	<i>A model to predict the probability of highway rail crossing accidents</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Nomor Identifikasi - Tingkat Pelayanan - Jenis Kendaraan yang terlibat - Jumlah kerusakan untuk kendaraan - Jumlah orang terluka atau meninggal dunia 	Regresi	<p>Model logit adalah : $P = \frac{1}{1 + e^{-Z}}$</p> <p>di mana p adalah probabilitas kecelakaan, Z adalah kombinasi linear dari variabel penjelas X_1, \dots, X_n, dan koefisien regresi B_0, \dots, B_n.</p> $Z = B_0 + \sum_{i=1}^n B_i X_i$

Sumber : (Kang Lee dan Ren Hu 2007),(Collister dan Flaum2007);

Tabel 2.9e Penelitian Zaharah Ishak, 2007.

No.	Peneliti	Judul	Variabel	Metode	Hasil
8	Siti Zaharah (2007)	<i>The Development Of Railway Level Crossing Safety Assessment Model</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Faktor rekayasa - Faktor manusia - Faktor lingkungan 	Extended Deterministik Stokastik Petri Nets (EDSPN) dan Program ALCAM	<p>Model masih dalam proses pembangunan, intinya dalam membuat model akan disimulasikan sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Model A menyertakan variabel operasi dasar diperlintasan yaitu : <ul style="list-style-type: none"> - signal control - data lalu lintas jalan 2. Model A + variabel karakteristik jalan + Faktor teknis + faktor manusia = Model B 3. Model C = model yang dibangun dari variabel Kereta Api dan karakteristik jalan rel 4. Model = Model B + Model C

Sumber : (Zaharah Ishak 2007);

Tabel 2.9f Penelitian Byungkon Ko, Washburn, Courage and Dowell, 2007, dan Hanseon Cho and Rilett, 2007.

No.	Peneliti	Judul	Variabel	Metode	Hasil
9	Byungkon Ko, Scott S. Washburn, P.E., M.ASCE, Kenneth G. Courage, and H. Michael Dowell, P.E., M.ASCE (2007)	<i>Evaluation of Flexible Traffic Separators at Highway-Railroad Grade Crossings</i>	- Variabel pemisah lalu lintas - Faktor perilaku/respon pengemudi terhadap perangkat di perlintasan sebidang	Metode Statistik Empiris	Pemisah lalu lintas tampaknya paling cocok untuk operasi alternatif persimpangan sederhana dan geometris. atau suplemen penanggulangan mental pengemudi yang mungkin diinginkan dalam penyeberangan lebih rumit. Hal yang sama berlaku untuk penyeberangan di mana pelanggaran sering dilakukan oleh pejalan kaki atau pengendara sepeda motor.
10	Hanseon Cho PhD dan Laurence R. Rilett, PhD, P.E. (2007)	<i>Improved Transition Preemption Strategy for Signalized Intersections near At-Grade Railway Grade Crossing</i>	- sifat stokastik dari kedatangan kereta api secara eksplisit dijelaskan oleh kesalahan dalam prediksi algoritma dalam rangka untuk mengurangi kemungkinan bahwa kereta datang kemudian dari yang diharapkan	ITPS algoritma	Algoritma Transition Preemption Strategy (TPS) dapat mengurangi masalah keamanan dan keselamatan di perlintasan dengan menurunkan nilai tundaan.

Sumber : (Byungkon Ko, Washburn, Courage dan Dowell 2007), (Hanseon Cho dan Rilett 2007)

Tabel 2.9g Penelitian Zaharah Ishak, Yue and Somenahalli, 2010 dan Ren Hu, Shang Li and Kang Lee, 2011.

No.	Peneliti	Judul	Variabel	Metode	Hasil
11	Siti Zaharah Ishak; Wen Long Yue Dan Sekhar Somenahalli (2010)	<i>Level Crossing Modelling Using Petri Nets Approach and Π-Tool</i>	<ul style="list-style-type: none"> - volume lalu lintas dan kereta per jam. lalu lintas - pendekatan kecepatan, - persentase kendaraan berat - Tingkat Layanan (LOS). - Kecepatan kereta mendekati perlintasan 	Jaring Petri Net - Π	Model ini dikembangkan dengan menggunakan alat jaring Petri, Π - alat ini tampaknya cocok untuk menilai keamanan dan kinerja tingkat penyeberangan.
12	Shou-Ren Hu; Chin-Shang Li; and Lee (2011)	<i>Assessing Casualty Risk of Railroad-Grade Crossing Crashes Using Zero-Inflated Poisson Models</i>	<ul style="list-style-type: none"> - fitur kereta api, - fitur jalan raya - fitur dari perlintasan sebidang - dan fitur kontrol lalu lintas. 	Regresi Poisson dan Regresi ZIP	Frekuensi kecelakaan dapat dimodelkan dengan model data perhitungan (misalnya, Model Poisson atau model ZIP) pemodelan regresi logistik dapat digunakan untuk tingkat keparahan kecelakaan. Karena frekuensi dan keparahan kecelakaan bersama-sama menentukan tingkat resiko korban dalam RGC (Highway-Rel Grade Crossing)

Sumber : (Zaharah Ishak, Yue dan Somenahalli 2010), (Ren Hu, Shang Li dan Kang Lee 2011)

b. Aspek Keterbaruan atau Originalitas dan Urgensitas

Dalam penelitian ini, model kecelakaan yang akan dibuat adalah model kecelakaan kereta api yang terjadi pada perlintasan sebidang resmi tanpa palang pintu pada kondisi jalan kereta api yang tunggal (single track) yang umumnya ada di negara berkembang dimana anggaran untuk meningkatkan keamanan pada perlintasan sebidang terbatas dengan tingkat pemahaman masyarakat terhadap keselamatan perjalanan kereta api sangat minim sehingga dengan mudah membuka perlintasan – perlintasan baru secara ilegal, serta dalam penelitian ini juga mengakomodir seluruh variabel penjelas hasil penelitian terdahulu termasuk faktor teknis dan faktor lingkungan, sedangkan metode teknik analisis manajemen dalam menentukan ketepatan rekomendasi yang diusulkan menggunakan Metode Analisis SWOT (Strenght Weakness Oppoturnaty Threat).

Penelitian ini juga berbeda dengan penelitian yang terdahulu yang berasal dari pencarian atau penelusuran dari berbagai jurnal dan literatur yang meneliti model kecelakaan pada kondisi perlintasan sebidang yang modern, pada jalan kereta api yang lebih dari satu jalur (double track atau lebih) dimana hanya mengkaji variabel penjelas secara spasial atau pada faktor tertentu saja serta cara analisa data yang berbeda antara satu dan lainnya.

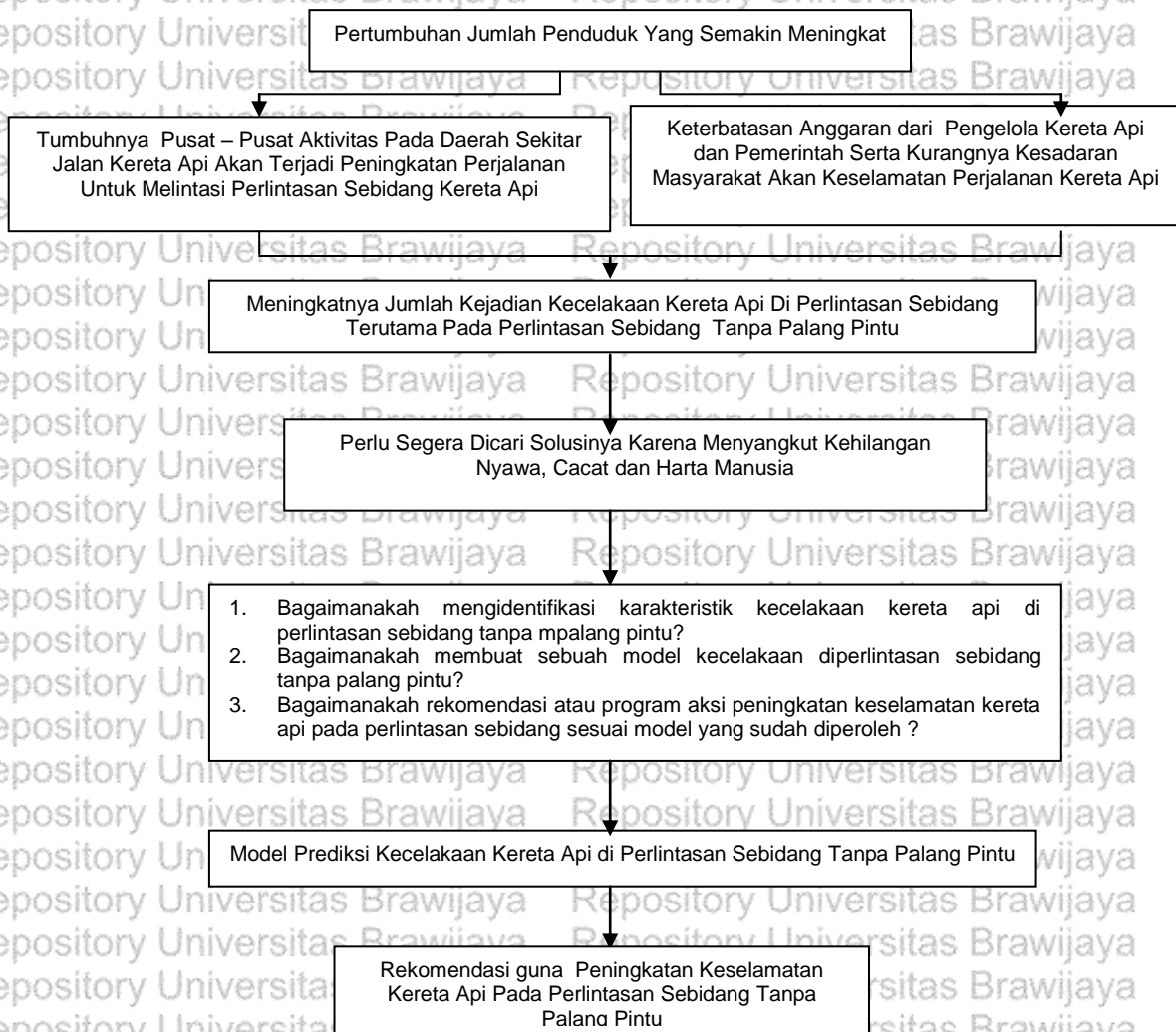
Penelitian ini memiliki unsur urgensitas yang segera karena hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk mengurangi jumlah kejadian kecelakaan di perlintasan sebidang tanpa palang pintu. Dari uraian diatas, maka penelitian ini telah memenuhi aspek keterbaruan dan memenuhi unsur urgensitas.

BAB III

KERANGKA KONSEP PENELITIAN

3.1 Kerangka Berfikir

Pada penulisan penelitian ini, penulis akan menyusun alur kerangka berfikir antara lain sebagai berikut :



Gambar 3.1 Kerangka Berfikir Penelitian

Dengan pertumbuhan penduduk yang semakin pesat maka akan terjadi peningkatan penggunaan lahan termasuk adanya pertumbuhan pusat-pusat aktivitas pada daerah di sekitar jalan kereta api maka akan meningkat juga aktivitas perjalanan dan mobilitas masyarakat untuk melintasi atau menyeberangi perlintasan kereta api

disisi lain keterbatasan anggaran dari pengelola kereta api dan pemerintah serta kurangnya kesadaran masyarakat akan keselamatan perjalanan kereta api akan berpotensi meningkatnya kejadian kecelakaan pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu terutama pembukaan perlintasan ilegal oleh masyarakat tanpa disadari bahwa kemudahan akses dengan pembukaan perlintasan ilegal akan meningkatkan jumlah kejadian kecelakaan kereta api yang menyebabkan kerugian kehilangan harta, cacat tubuh bahkan meninggal dunia yang harus segera dicarikan solusinya. Dengan penelitian ini akan diketahui karakteristik kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu, membuat suatu model kecelakaan dan membuat rekomendasi berupa program aksi keselamatan perjalanan kereta api pada perlintasan sebidang melalui studi literatur dengan mengumpulkan dan menganalisa data primer dan sekunder maka akan dapat dilakukan pemodelan kecelakaan kereta api pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu, dengan model tersebut akan dapat dibuat rekomendasi berupa program aksi keselamatan perjalanan kereta api.

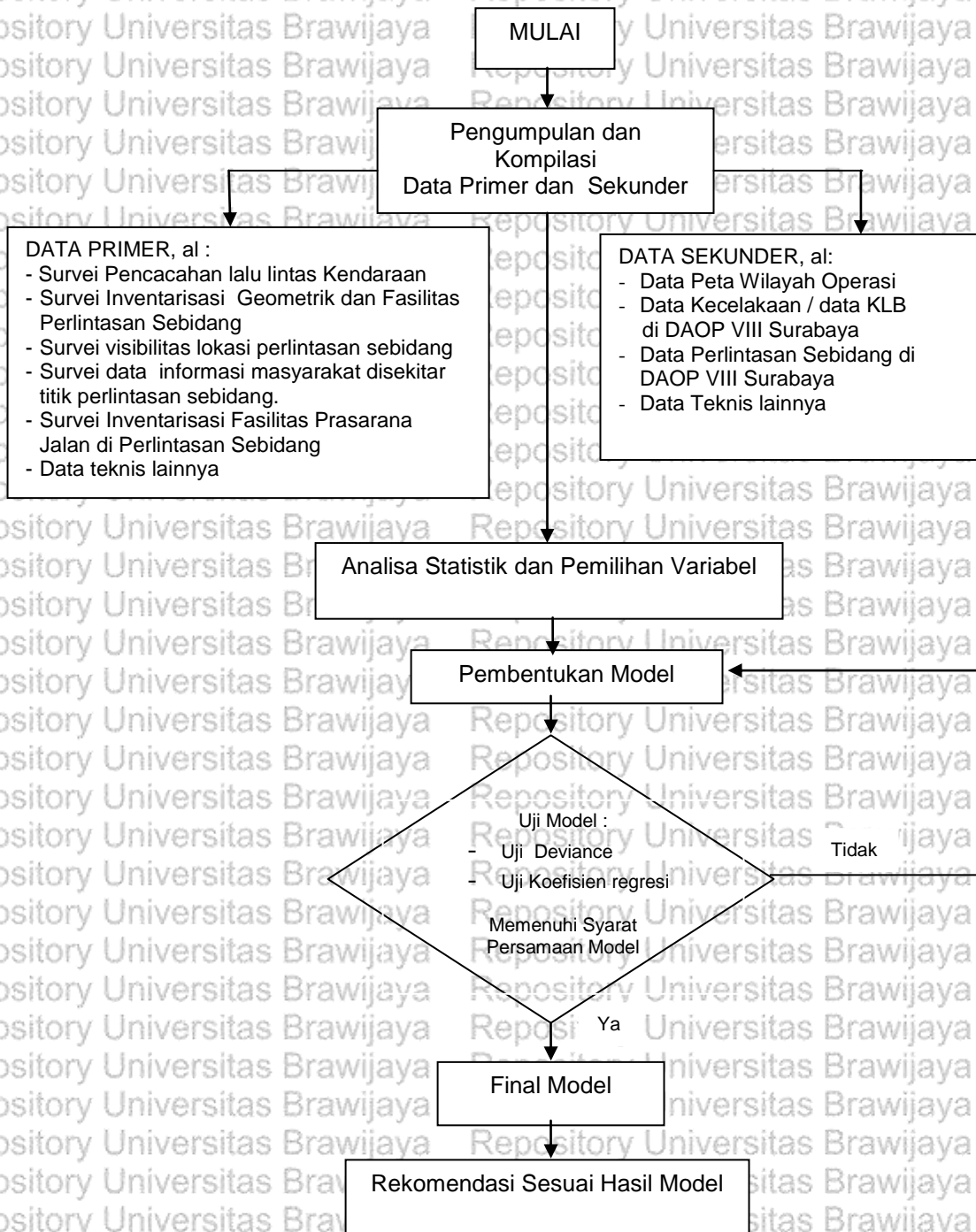


BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Tahapan Penelitian

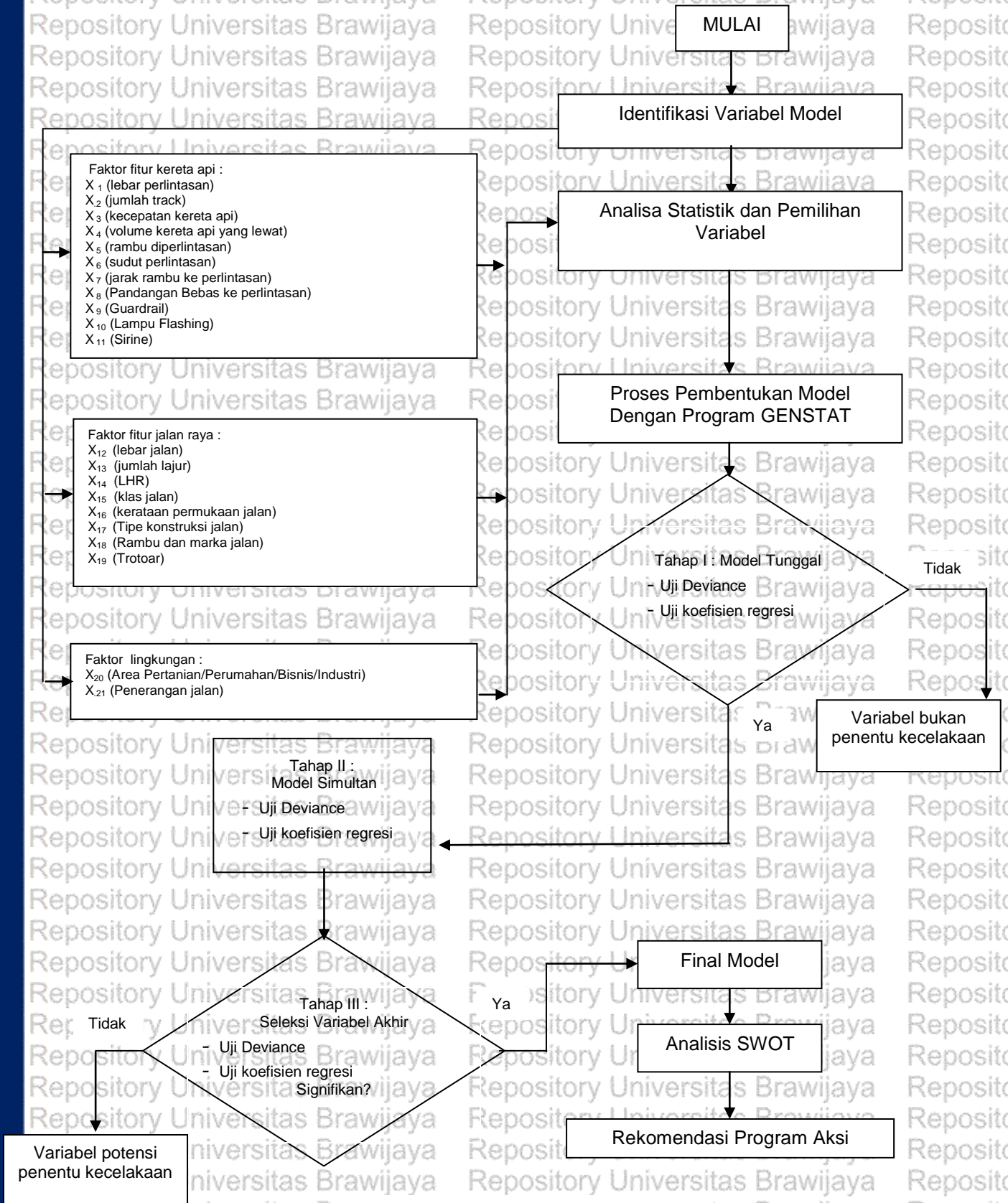
Pada penelitian ini, peneliti akan menggunakan tahapan penelitian sebagai berikut :



Gambar : 4.1 Tahapan Penelitian

4.2 Tahapan Proses Pemodelan

Pada penelitian ini, proses pemodelan dilakukan melalui tahapan sebagai berikut :



Gambar : 4.1a Tahapan Proses

Dalam penelitian ini identifikasi variabel model didasarkan atas beberapa pertimbangan antara lain :

1. Berdasarkan faktor – faktor penyebab terjadinya kecelakaan kereta api dari pengelola; (Peristiwa Luar Biasa (PLH) diperlintasan PT. Kereta Api Indonesia DAOP VIII Surabaya 2010 sd 2012);
2. Dengan cara mengakomodir dan menggabungkan serta mengembangkan seluruh variabel penjas yang sudah pernah diteliti oleh peneliti dalam penelitian sebelumnya.

Untuk data rekapitulasi variabel penjas oleh masing – masing peneliti pada penelitian sebelumnya dapat dilihat pada halaman Lampiran.

4.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

a. Lokasi Penelitian

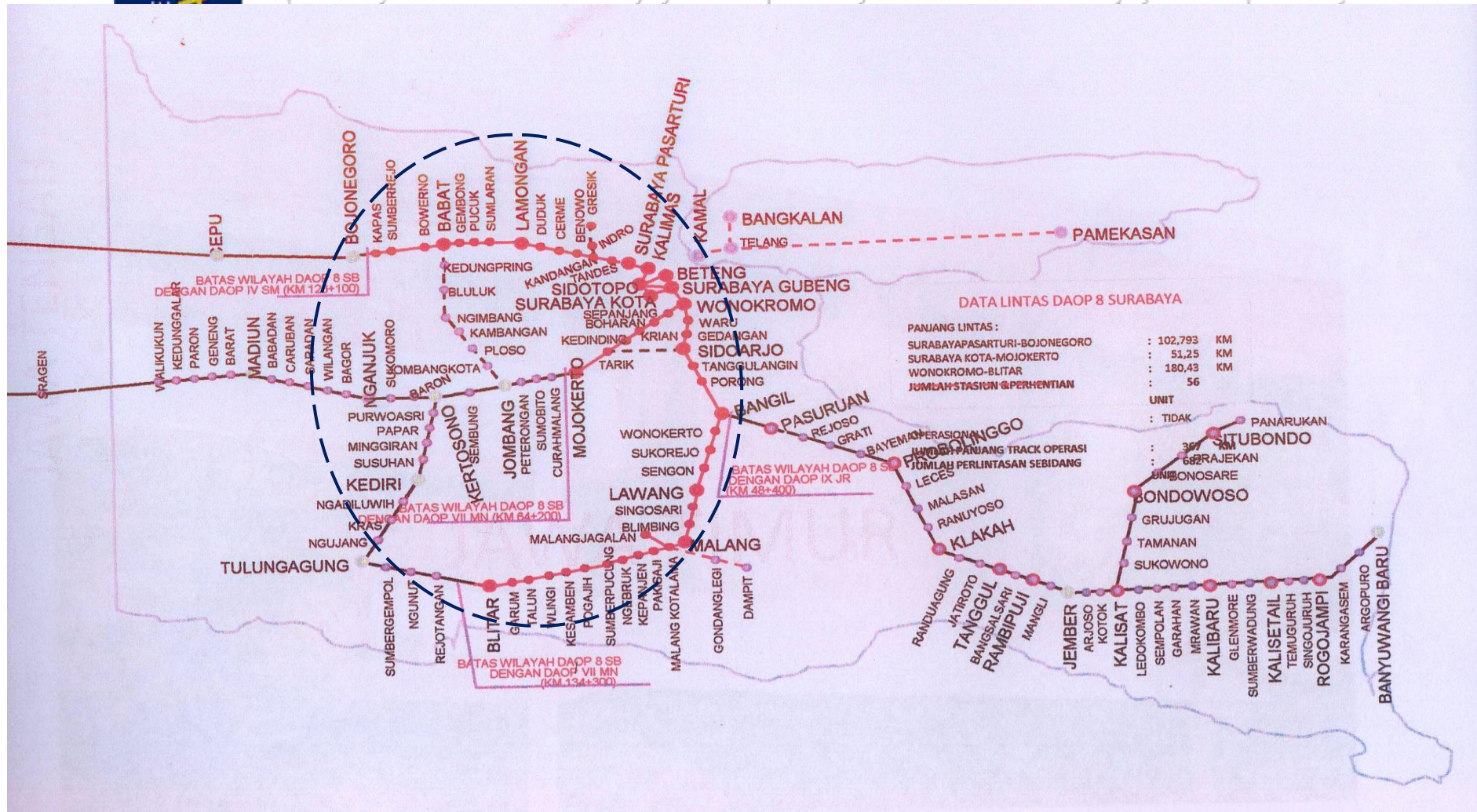
Yang dimaksud lokasi penelitian adalah seluruh perlintasan sebidang yang resmi tanpa palang pintu di daerah operasi PT. Kereta Api Indonesia (Persero) di Daerah Operasi (DAOP) VIII Surabaya Jawa Timur yang terdiri atas perlintasan pada :

- a. Jalur Utara : Surabaya (Pasar Turi) - Lamongan - Babat - Bojonegoro.
- b. Jalur Tengah : Surabaya (Kota) - Surabaya (Gubeng) – Wonokromo – Mojokerto.
- c. Jalur Timur : Surabaya (Kota) - Surabaya (Gubeng) – Wonokromo - Sidoarjo - Bangil.
- d. Jalur Lingkar : Surabaya (Kota) - Surabaya (Gubeng) - Wonokromo - Sidoarjo – Bangil - Lawang - Malang - Blitar.

Wilayah Daerah Operasi Kereta Api di Jawa Timur terbagi menjadi 3 (tiga) Daerah Operasi atau DAOP yaitu :

1. DAOP VII Madiun
2. DAOP VII Surabaya
3. DAOP IX Jember

Untuk lebih jelasnya gambar 4.2 dibawah ini menjelaskan batas wilayah operasi dari DAOP VIII Surabaya di Jawa Timur (gambar terlampir).

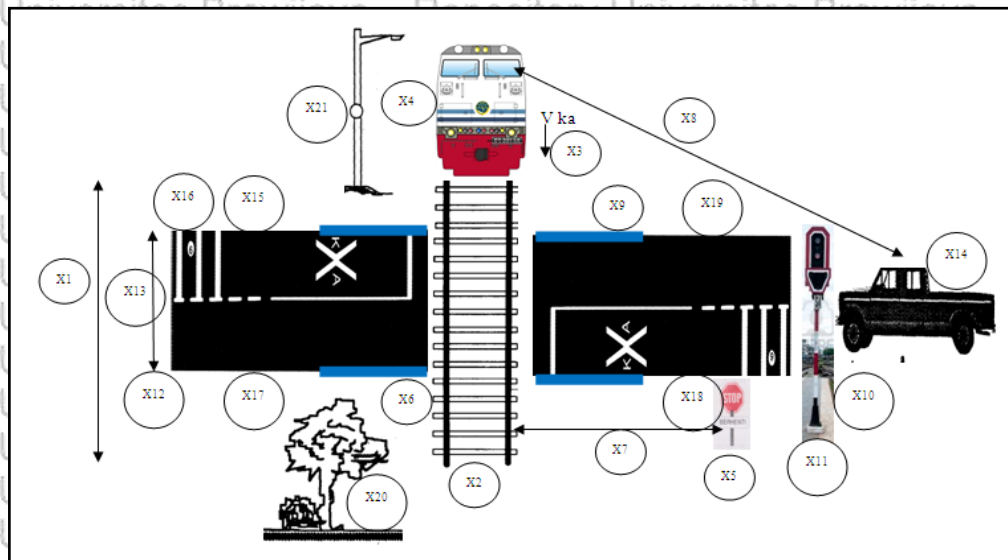


Gambar 4.2 Wilayah Daerah Operasi (DAOP) VIII Surabaya di Jawa Timur

4.4 Identifikasi Variabel Penelitian

Berdasarkan jenis model yang umum digunakan, yaitu model matematis dengan mengambil bentuk korelasi antara variabel penjelas dan variabel responsif, dapat didefinisikan sebagai berikut :

- 1) Variabel Responsif adalah variabel yang nilainya ditentukan oleh variabel penjelas yaitu jumlah kecelakaan kereta api pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu (Y).
- 2) Variabel Penjelas adalah variabel – variabel apa saja yang mempunyai nilai pengaruh signifikan terhadap variabel responsif, yaitu antara lain :
 - a. Faktor Rekeyasa fitur kereta api yang terdiri atas variabel : lebar perlintasan (X1), jumlah track (X2), kecepatan kereta api (X3), volume kereta api yang melintas (X4), rambu di perlintasan (X5), sudut perlintasan dengan jalan (X6), jarak rambu dari perlintasan (X7), pandangan bebas masinis (X8), guardril di perlintasan (X9), adanya Lampu Flashing (X10), Sirine (X11).
 - b. Faktor rekeyasa fitur jalan raya yang terdiri atas variabel : lebar jalan (X12), jumlah lajur (X13), lalu lintas harian rata – rata kendaraan (X14), klas jalan (X15), kerataan permukaan jalan (X16), tipe konstruksi jalan (X17), rambu dan marka jalan (X18), trotoar jalan (X19).
 - c. Faktor Lingkungan yang terdiri atas variabel : Area pertanian, bisnis, perumahan, industri (X20) dan penerangan jalan (X21).



Gambar 4.3 Posisi variabel penjelas pada perlintasan tanpa palang pintu

4.5 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan data primer, di mana untuk data sekunder tersebut diperoleh dari pihak – pihak lain yang berkaitan secara langsung maupun tidak langsung. Instansi tersebut antara lain : DAOP VIII Surabaya, Dinas Perhubungan dan LLAJ Provinsi Jawa Timur serta keterangan masyarakat sekitar perlintasan dilokasi penelitian.

4.5.1 Data Primer

adalah merupakan data yang dibutuhkan dalam proses pemodelan. Adapun data primer yang dikumpulkan antara lain :

1. Data volume kendaraan bermotor yang melintas.
2. Data inventarisasi perlintasan sebidang
3. Data visibilitas lokasi perlintasan sebidang
4. Data informasi masyarakat disekitar titik perlintasan sebidang.

a. Metode Survei

Adapun metode survei yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Survei Pencacahan Lalu lintas Kendaraan (Traffic Count)

Metode survei :

Survei pencacahan lalu lintas ini dilakukan untuk mendapatkan jenis dan jumlah per jenis kendaraan, kecepatan kendaraan dilaksanakan pada ruas jalan yang keluar masuk perlintasan kereta api di daerah penelitian. Untuk itu peneliti melaksanakan survei sehari penuh selama 16 jam dengan membedakan 1 jam sibuk pada pintu masuk dan pintu keluar perlintasan. Dalam survei ini dicatat pula volume kendaraan tidak bermotor yang melintas, seperti sepeda gayung , gerobak, becak dan pejalan kaki. Waktu pelaksanaan survei dimulai pada pukul 06.00 sd 22.00 WIB, waktu – waktu diatas dipilih dengan mempertimbangkan hari – hari survey sebagai berikut :

- Hari Senin – Rabu : mewakili hari sibuk pada hari kerja
 - Hari Sabtu – Minggu : mewakili hari sibuk pada hari libur
- kemudian peneliti menganalisa data berdasarkan asal dan tujuan perjalanan yang tertangkap pada jam sibuk.

2. Survei Pencacahan Lalu lintas Kereta Api

Metode survei :

Survei pencacahan lalu lintas ini dilakukan untuk mendapatkan jenis dan jumlah per jenis kereta api yang melintas, kecepatan kereta api mendekati di perlintasan sebidang kereta api di daerah penelitian. Untuk itu peneliti melaksanakan survei sehari penuh selama 16 jam dengan membedakan 1 jam sibuk, untuk kereta api dari dan menuju perlintasan sebidang. Waktu pelaksanaan survei dimulai pada pukul 06.00 sd 22.00 WIB, waktu – waktu diatas dipilih dengan mempertimbangkan hari – hari survey sebagai berikut :

- Hari Senin – Rabu : mewakili hari sibuk pada hari kerja
- Hari Sabtu – Minggu : mewakili hari sibuk pada hari libur

3. Survei data – data pendukung lainnya dilapangan antara lain :

1). Survei inventarisasi jalan

Survei ini dilakukan untuk mendata dan mengetahui lebar jalan, sistem arah, jumlah lajur, kapasitas jalan, klas jalan, kerataan permukaan jalan, geometrik jalan, prosentase kendaraan berat, waktu peringatan kendaraan sebelum mendekati perlintasan, rambu dan marka, median, trotoar, serta peruntukan kanan dan kiri jalan, penerangan jalan, dll.

2). Survei inventarisasi perlintasan sebidang

Survei ini dilakukan untuk mendata dan mengetahui jumlah track, lebar perlintasan, rambu – rambu perlintasan yang ada, sudut perlintasan, jarak rambu dengan titik perlintasan, jarak pandangan bebas dari pengemudi untuk melihat kereta api sebelum tiba di perlintasan, keberadaan guardrail jalan, visibilitas sekitar perlintasan : daerah pertanian, bisnis, perumahan dan Industri dll.

b. Alat Yang Digunakan

Dalam penelitian ini dilakukan survei pengamatan lapangan dengan menggunakan peralatan seperti counter dan stop watch.

4.5.2 Data Sekunder

Adapun data sekunder yang dikumpulkan antara lain :

1. Data kejadian kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang;
2. Data nama dan alamat titik lokasi perlintasan sebidang;
3. Data nama dan jumlah korban kecelakaan.
4. Data kecepatan kereta api

5. Data jumlah atau frekuensi perjalanan kereta api

4.6 Metode analisis data

Tujuan analisis data adalah menyederhanakan data ke dalam bentuk yang lebih mudah dibaca dan diinterpretasikan. Dalam proses ini sering kali digunakan metode statistik, karena salah satu fungsi statistik adalah menyederhanakan data. Selain itu, statistik juga membandingkan hasil yang diperoleh dengan hasil yang terjadi secara kebetulan, sehingga memungkinkan peneliti untuk menguji apakah hubungan yang diamati memang benar terjadi karena adanya hubungan sistematis antara variabel-variabel yang diteliti atau karena kebetulan. Setelah data diperoleh selanjutnya dianalisis dengan metode yang sesuai. Analisis statistik yang dipergunakan adalah statistik deskriptif dan inferensial.

4.6.1 Analisis Statistik Deskriptif

Analisis statistik deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan variabel penelitian tanpa menarik generalisasi. Data yang telah terkumpul kemudian ditabulasi ke dalam tabel-tabel dan dilakukan pembahasan secara deskriptif. Ukuran deskriptif adalah dengan pemberian nilai berupa angka, baik berupa nilai rerata (mean), maupun persentase.

4.6.2 Analisis Statistik Inferensial

Analisis statistik inferensial yang dimaksud adalah analisis statistik yang hasilnya untuk mengeneralisasi populasi. Dalam penelitian ini digunakan model analisis regresi Poisson dan dihitung dengan software statistik GenStat Discovery Edition 3. Analisis data yang dilakukan dengan tahapan-tahapan berikut:

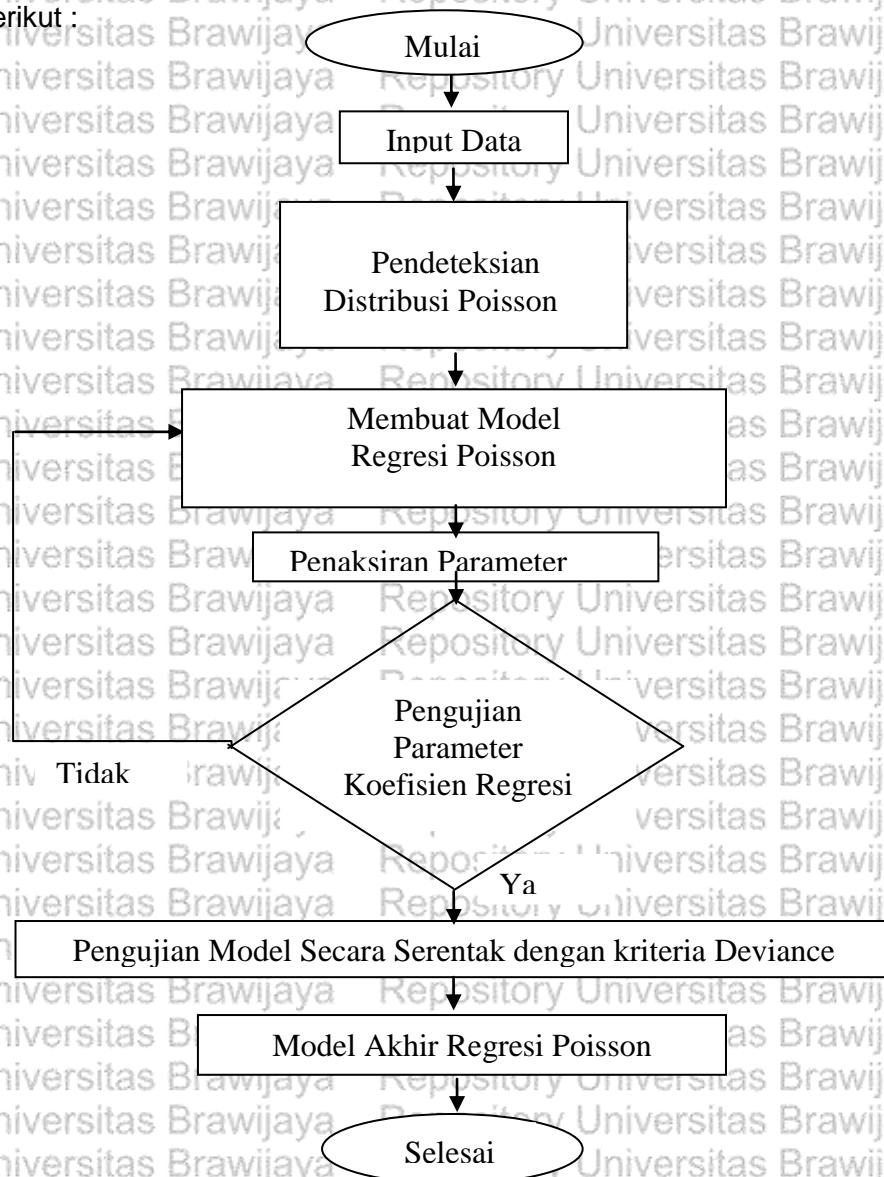
1. Pengujian distribusi pada variabel respon (Y) dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov pada data jumlah kecelakaan. Hasil uji ini diharapkan data jumlah kecelakaan mengikuti berdistribusi Poisson.
2. Pembuatan model Regresi Poisson dengan model umum $\mu = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)$. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan Regresi Poisson adalah sebagai berikut:
 - a. Pemodelan analisis regresi Poisson pada setiap variabel penjelas (variabel bebas). Melakukan penaksiran parameter untuk setiap kombinasi model Regresi Poisson, sesuai persamaan (18) dengan $i = 1, 2, 3, 4, 5$.
 - b. Melakukan pengujian parameter koefisien regresi pada setiap kombinasi variabel bebas dengan statistik uji F dan t. Pada hasil *running* dari GenStat,

nilai Chi Square ditransformasi ke F untuk menguji model dan ke t untuk menguji koefisien regresi.

c. Melakukan pengujian model pada setiap kombinasi secara serentak dengan kriteria devians.

d. Menentukan model terbaik dengan kriteria devians terkecil dari setiap kombinasi (1,2,3,4,5) variabel.

Tahap-tahap analisis di atas secara singkat disajikan dalam diagram alur dibawah ini sebagai berikut :



Gambar 4.4 Langkah-langkah Analisis Data

4.7 Analisis SWOT (*Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats*)

Analisis *Strengths – Weaknesses – Opportunities – Threats (SWOT)* adalah identifikasi berbagai faktor secara sistematis untuk merumuskan strategi kebijakan. Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (*strengths*) dan peluang (*opportunities*), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*weaknesses*) dan ancaman (*threats*). Proses pengambilan keputusan strategis suatu kebijakan untuk menentukan prioritas program aksi untuk meminimalkan jumlah kejadian kecelakaan kereta api diperlintasan sebidang.

Dari persamaan model yang sudah diperoleh maka akan dapat ditentukan beberapa kebijakan yang dapat diambil oleh pihak terkait melalui proses analisa teknik manajemen untuk mendapatkan rekomendasi yang tepat, efektif dan efisien dengan analisis *Strength – Weakness – Opportunity – Threat (SWOT)*. Analisis ini juga merupakan teknis analisis atau cara menerapkan metode ilmiah dalam menilai dan memerinci keadaan lingkungan secara komprehensif guna memperoleh faktor kunci keberhasilan sebagai dasar untuk menentukan tujuan yang rasional yang dapat dicapai, serta menentukan strategi program dan kegiatan yang tepat untuk dilaksanakan melalui langkah – langkah sebagai berikut :

3. Mengidentifikasi faktor – faktor keberhasilan;
4. Melakukan penilaian faktor – faktor keberhasilan;
5. Menentukan faktor kunci keberhasilan dan peta kekuatan;
6. Merumuskan dan menentukan tujuan;
7. Menentukan sasaran;
6. Menentukan strategi, program dan kegiatan.

Pada tahap analisis lingkungan internal dilakukan identifikasi faktor internal yang mempengaruhi obyek penelitian. Faktor internal pada hakekatnya meliputi sumberdaya organisasi, antara lain sumberdaya manusia, sumberdaya sarana dan prasarana, sumber daya struktur organisasi, sumber daya sistem, mekanisme dan metode kerja, hubungan kerja, sumber daya dana, data dan informasi yang akan menghasilkan sejumlah kekuatan dan kelemahan. Pada tahap awal yang dilakukan adalah identifikasi faktor eksternal, yaitu faktor yang berada disekeliling organisasi yang terdiri atas kondisi politik, ekonomi dan sosial budaya, ketenteraman dan ketertiban, lingkungan ketertiban, lingkungan fisik, lingkungan hidup, masyarakat, ilmu pengetahuan dan teknologi, demografi dan stakeholder. Faktor internal bersifat langsung mempengaruhi dan dapat diintervensi oleh tupoksi organisasi. Identifikasi faktor eksternal mendatangkan manfaat (*opportunity*) dan yang mendatangkan hambatan (*threat*). Setelah faktor internal dan faktor eksternal



diidentifikasi maka langkah berikutnya adalah dilakukan komparasi antar faktor – faktor tersebut. Komparasi dilakukan dalam rangka mengetahui dan menentukan faktor – faktor mana yang lebih penting, dengan cara membandingkan setiap faktor dengan faktor – faktor yang lain. Hasil komparasi terhadap faktor – faktor tersebut menghasilkan Nilai Faktor (NF) dan Bobot Faktor (BF), Nilai Faktor (NF) ditentukan dengan skala Likert.

Rating atau peringkat menggambarkan seberapa besar keefektifan strategi organisasi saat ini dalam merespon faktor strategis yang ada. Penilaian *rating* untuk matriks EFE (lingkungan eksternal) diberikan dengan skala Likert 1 sampai dengan 5. Tahap selanjutnya adalah perkalian antara bobot dengan *rating* yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Hasil perkalian ini menjadi nilai tertimbang setiap faktor. Nilai tertimbang setiap faktor kemudian dijumlahkan untuk memperoleh total nilai tertimbang. Total nilai tertimbang pada matriks EFE dan IFE akan berada pada kisaran 1,0 (terendah) sampai 5,0 (tertinggi) dengan nilai rata-rata 3,0. Arti dari nilai ini adalah bahwa semakin tinggi total nilai tertimbang perusahaan pada matriks EFE dan IFE mengindikasikan perusahaan merespon peluang dan ancaman (faktor eksternal) atau kekuatan dan kelemahan (faktor internal) dengan sangat baik pula.

Tahap selanjutnya adalah membuat matriks SWOT, merupakan alat yang digunakan untuk mencocokkan faktor-faktor kunci eksternal dan internal. Matriks SWOT berfungsi untuk menyusun strategi kebijakan dengan memadukan dan menyesuaikan kekuatan dan kelemahan yang dimiliki internal) dengan peluang dan ancaman yang berasal dari luar (eksternal). Terdapat delapan langkah yang digunakan dalam penyusunan matriks SWOT :

1. Menentukan faktor-faktor peluang eksternal model
2. Menentukan faktor-faktor ancaman eksternal model
3. Menentukan faktor-faktor kekuatan internal model
4. Menentukan faktor-faktor kelemahan internal model
5. Mencocokkan kekuatan internal dengan peluang eksternal dan mencatat resultan (strategi S-O)
6. Mencocokkan kelemahan internal dengan peluang eksternal dan mencatat resultan (strategi W-O)
7. Mencocokkan kekuatan internal dengan ancaman eksternal dan mencatat resultan (strategi S-T)
8. Mencocokkan kelemahan internal dengan ancaman eksternal dan mencatat resultan (strategi W-T)

Hasil analisis Matriks SWOT ini akan menghasilkan beberapa alternatif strategi yang dapat dipilih dari model yang dihasilkan, dalam menyusun tujuan dan program.

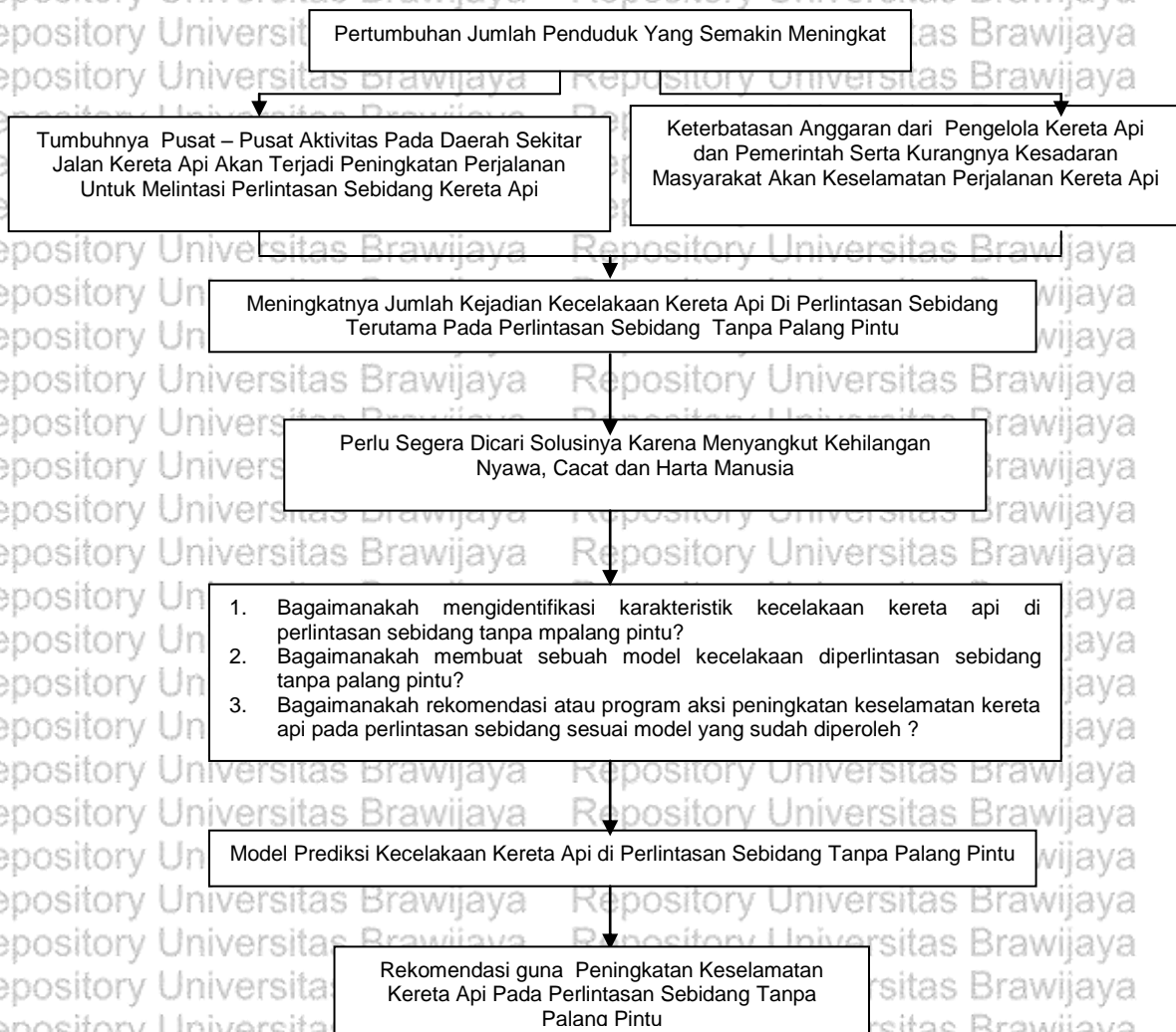


BAB III

KERANGKA KONSEP PENELITIAN

3.1 Kerangka Berfikir

Pada penulisan penelitian ini, penulis akan menyusun alur kerangka berfikir antara lain sebagai berikut :



Gambar 3.1 Kerangka Berfikir Penelitian

Dengan pertumbuhan penduduk yang semakin pesat maka akan terjadi peningkatan penggunaan lahan termasuk adanya pertumbuhan pusat-pusat aktivitas pada daerah di sekitar jalan kereta api maka akan meningkat juga aktivitas perjalanan dan mobilitas masyarakat untuk melintasi atau menyeberangi perlintasan kereta api

disisi lain keterbatasan anggaran dari pengelola kereta api dan pemerintah serta kurangnya kesadaran masyarakat akan keselamatan perjalanan kereta api akan berpotensi meningkatnya kejadian kecelakaan pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu terutama pembukaan perlintasan ilegal oleh masyarakat tanpa disadari bahwa kemudahan akses dengan pembukaan perlintasan ilegal akan meningkatkan jumlah kejadian kecelakaan kereta api yang menyebabkan kerugian kehilangan harta, cacat tubuh bahkan meninggal dunia yang harus segera dicarikan solusinya. Dengan penelitian ini akan diketahui karakteristik kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu, membuat suatu model kecelakaan dan membuat rekomendasi berupa program aksi keselamatan perjalanan kereta api pada perlintasan sebidang melalui studi literatur dengan mengumpulkan dan menganalisa data primer dan sekunder maka akan dapat dilakukan pemodelan kecelakaan kereta api pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu, dengan model tersebut akan dapat dibuat rekomendasi berupa program aksi keselamatan perjalanan kereta api.

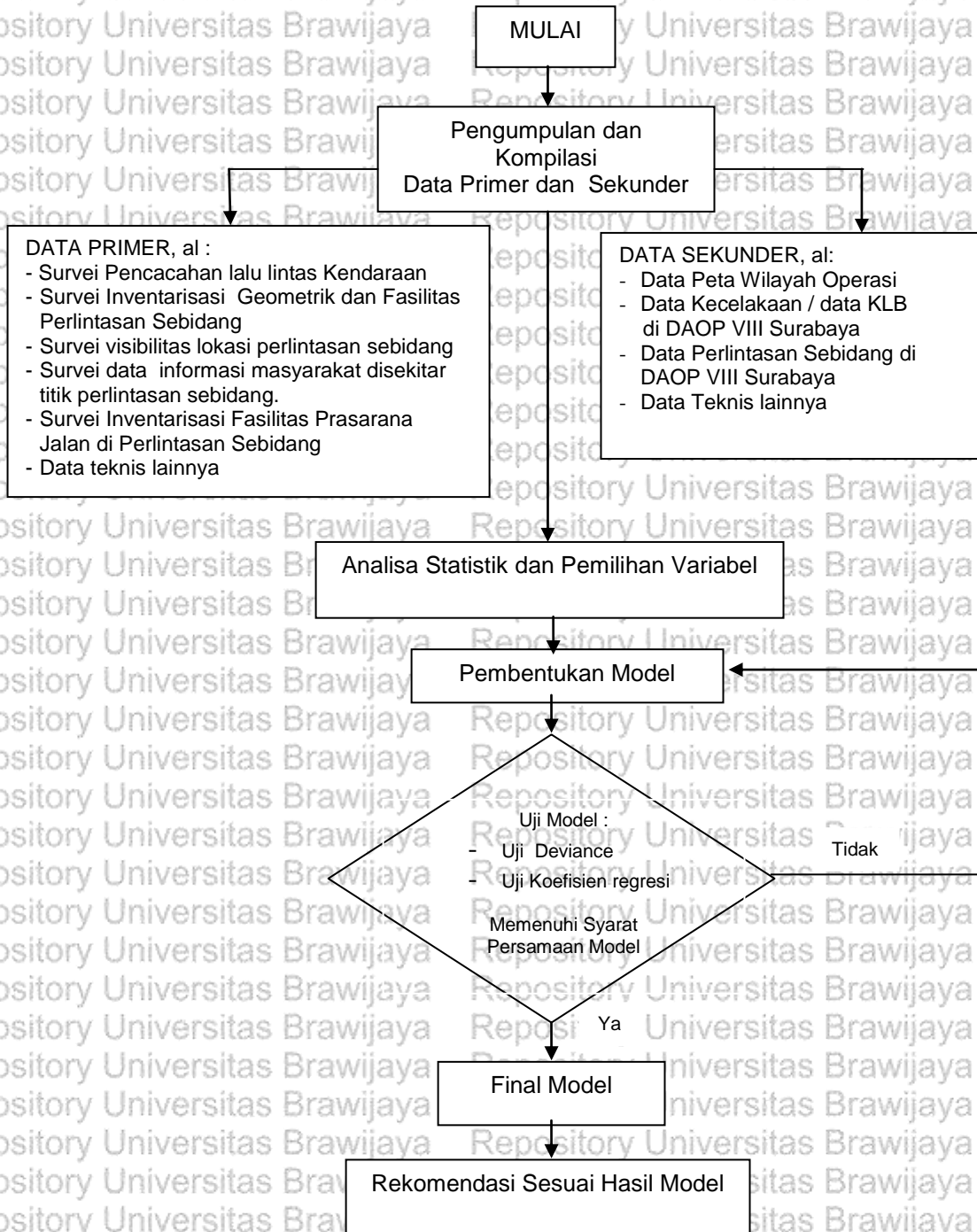


BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Tahapan Penelitian

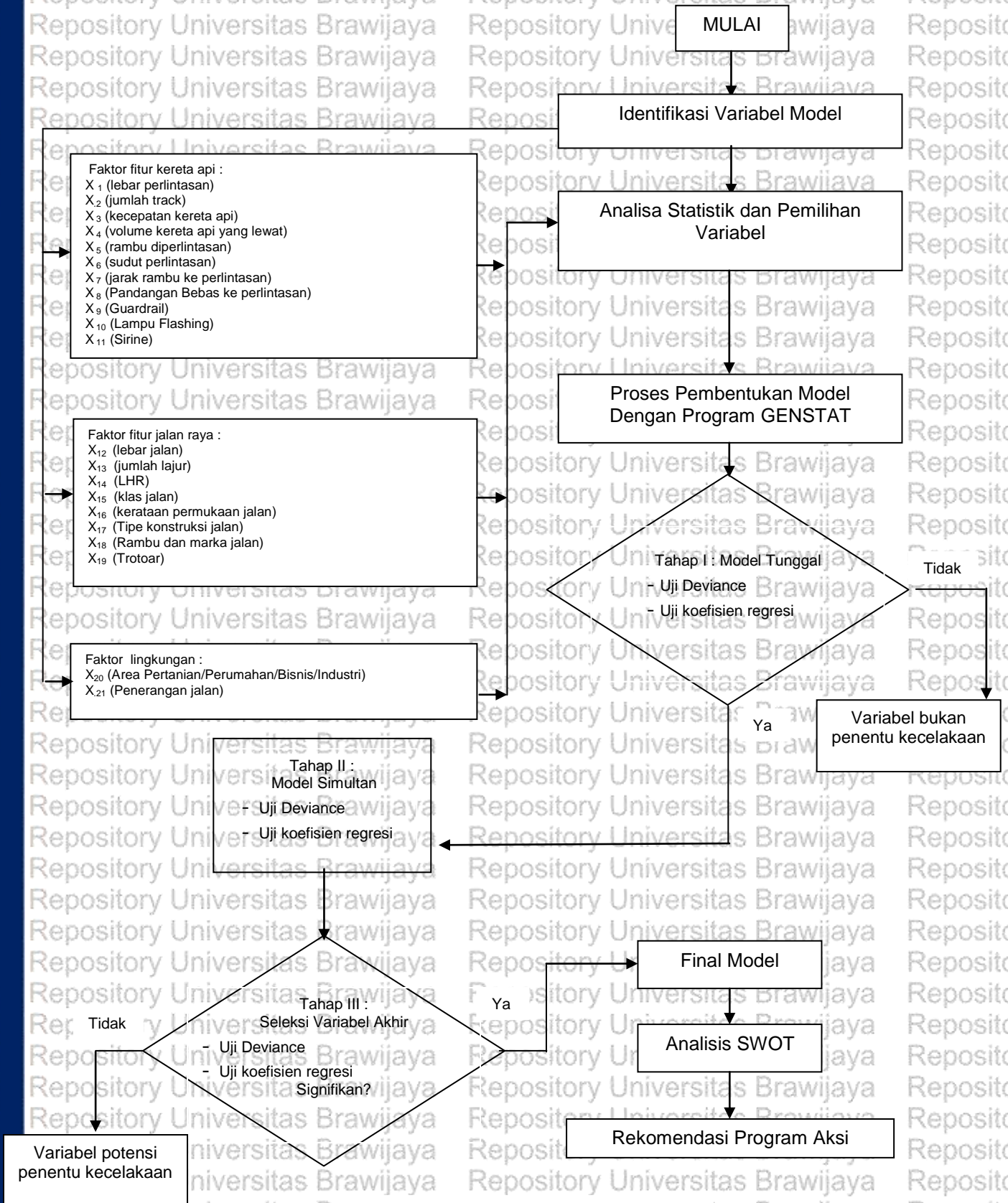
Pada penelitian ini, peneliti akan menggunakan tahapan penelitian sebagai berikut :



Gambar : 4.1 Tahapan Penelitian

4.2 Tahapan Proses Pemodelan

Pada penelitian ini, proses pemodelan dilakukan melalui tahapan sebagai berikut :



Gambar : 4.1a Tahapan Proses

Dalam penelitian ini identifikasi variabel model didasarkan atas beberapa pertimbangan antara lain :

1. Berdasarkan faktor – faktor penyebab terjadinya kecelakaan kereta api dari pengelola; (Peristiwa Luar Biasa (PLH) diperlintasan PT. Kereta Api Indonesia DAOP VIII Surabaya 2010 sd 2012);
2. Dengan cara mengakomodir dan menggabungkan serta mengembangkan seluruh variabel penjas yang sudah pernah diteliti oleh peneliti dalam penelitian sebelumnya.

Untuk data rekapitulasi variabel penjas oleh masing – masing peneliti pada penelitian sebelumnya dapat dilihat pada halaman Lampiran.

4.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

a. Lokasi Penelitian

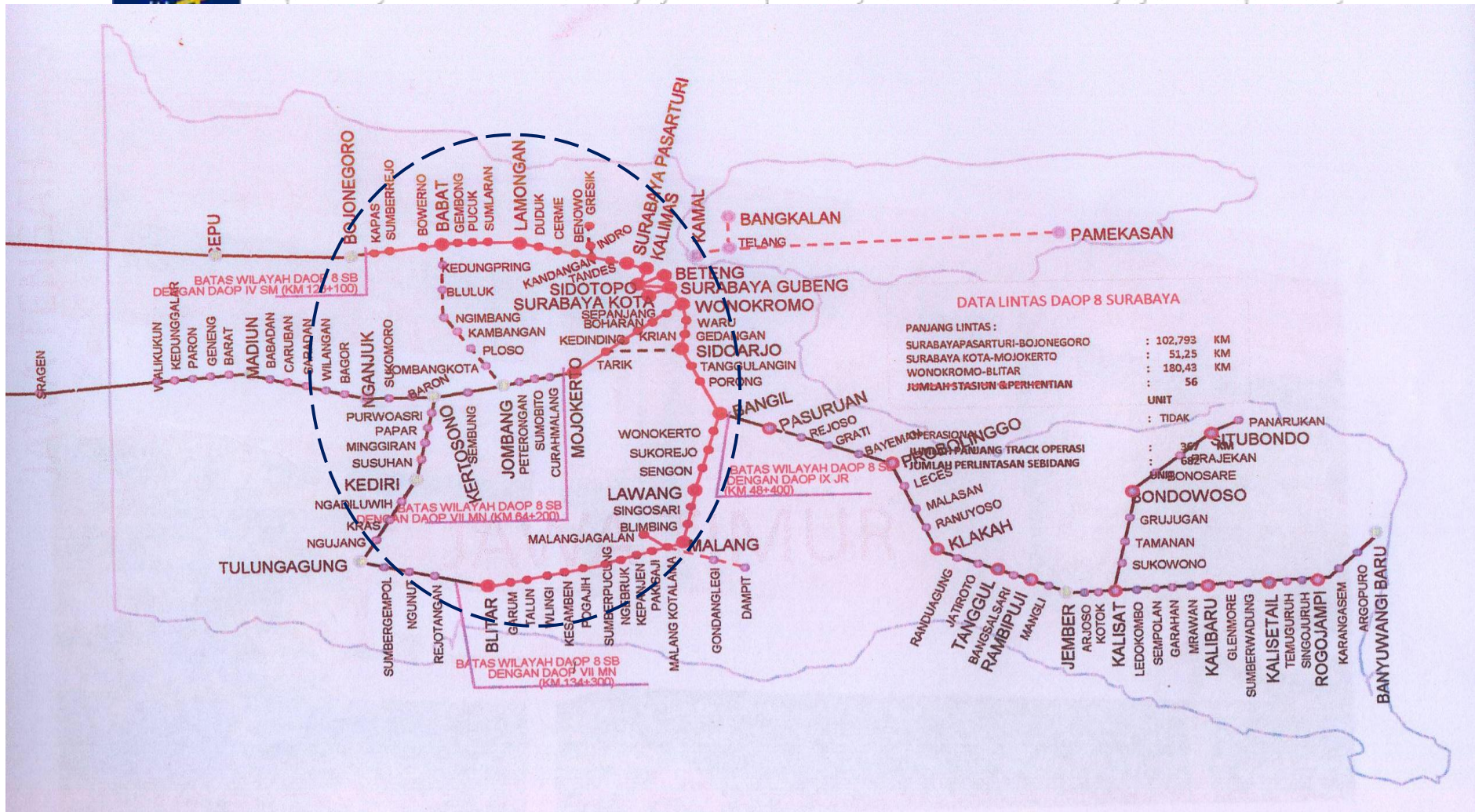
Yang dimaksud lokasi penelitian adalah seluruh perlintasan sebidang yang resmi tanpa palang pintu di daerah operasi PT. Kereta Api Indonesia (Persero) di Daerah Operasi (DAOP) VIII Surabaya Jawa Timur yang terdiri atas perlintasan pada :

- a. Jalur Utara : Surabaya (Pasar Turi) - Lamongan - Babat - Bojonegoro.
- b. Jalur Tengah : Surabaya (Kota) - Surabaya (Gubeng) – Wonokromo – Mojokerto.
- c. Jalur Timur : Surabaya (Kota) - Surabaya (Gubeng) – Wonokromo - Sidoarjo - Bangil.
- d. Jalur Lingkar : Surabaya (Kota) - Surabaya (Gubeng) - Wonokromo - Sidoarjo – Bangil - Lawang - Malang - Blitar.

Wilayah Daerah Operasi Kereta Api di Jawa Timur terbagi menjadi 3 (tiga) Daerah Operasi atau DAOP yaitu :

1. DAOP VII Madiun
2. DAOP VII Surabaya
3. DAOP IX Jember

Untuk lebih jelasnya gambar 4.2 dibawah ini menjelaskan batas wilayah operasi dari DAOP VIII Surabaya di Jawa Timur (gambar terlampir).

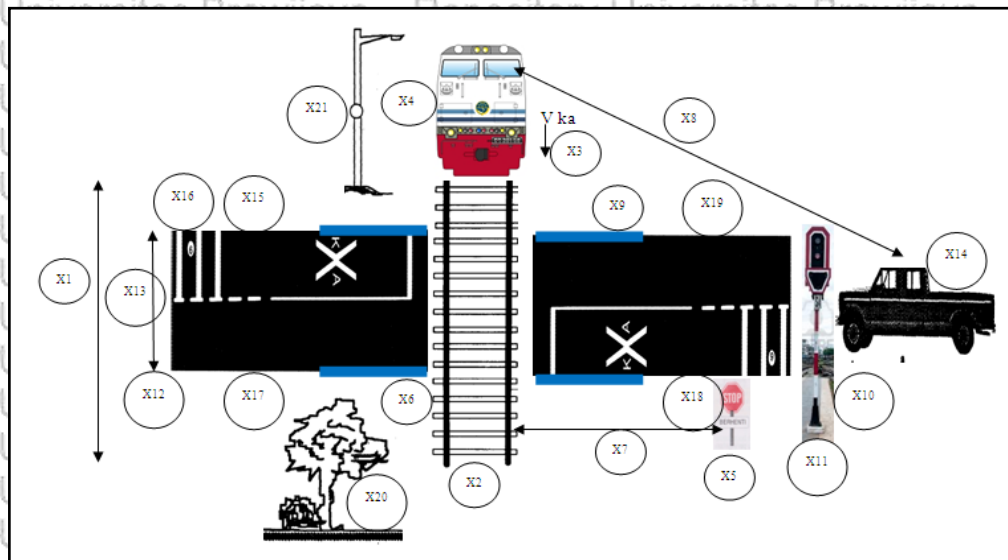


Gambar 4.2 Wilayah Daerah Operasi (DAOP) VIII Surabaya di Jawa Timur

4.4 Identifikasi Variabel Penelitian

Berdasarkan jenis model yang umum digunakan, yaitu model matematis dengan mengambil bentuk korelasi antara variabel penjelas dan variabel responsif, dapat didefinisikan sebagai berikut :

- 1) Variabel Responsif adalah variabel yang nilainya ditentukan oleh variabel penjelas yaitu jumlah kecelakaan kereta api pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu (Y).
- 2) Variabel Penjelas adalah variabel – variabel apa saja yang mempunyai nilai pengaruh signifikan terhadap variabel responsif, yaitu antara lain :
 - a. Faktor Rekeyasa fitur kereta api yang terdiri atas variabel : lebar perlintasan (X1), jumlah track (X2), kecepatan kereta api (X3), volume kereta api yang melintas (X4), rambu di perlintasan (X5), sudut perlintasan dengan jalan (X6), jarak rambu dari perlintasan (X7), pandangan bebas masinis (X8), guardril di perlintasan (X9), adanya Lampu Flashing (X10), Sirine (X11).
 - b. Faktor rekeyasa fitur jalan raya yang terdiri atas variabel : lebar jalan (X12), jumlah lajur (X13), lalu lintas harian rata – rata kendaraan (X14), klas jalan (X15), kerataan permukaan jalan (X16), tipe konstruksi jalan (X17), rambu dan marka jalan (X18), trotoar jalan (X19).
 - c. Faktor Lingkungan yang terdiri atas variabel : Area pertanian, bisnis, perumahan, industri (X20) dan penerangan jalan (X21).



Gambar 4.3 Posisi variabel penjelas pada perlintasan tanpa palang pintu

4.5 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan data primer, di mana untuk data sekunder tersebut diperoleh dari pihak – pihak lain yang berkaitan secara langsung maupun tidak langsung. Instansi tersebut antara lain : DAOP VIII Surabaya, Dinas Perhubungan dan LLAJ Provinsi Jawa Timur serta keterangan masyarakat sekitar perlintasan dilokasi penelitian.

4.5.1 Data Primer

adalah merupakan data yang dibutuhkan dalam proses pemodelan. Adapun data primer yang dikumpulkan antara lain :

1. Data volume kendaraan bermotor yang melintas.
2. Data inventarisasi perlintasan sebidang
3. Data visibilitas lokasi perlintasan sebidang
4. Data informasi masyarakat disekitar titik perlintasan sebidang.

a. Metode Survei

Adapun metode survei yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Survei Pencacahan Lalu lintas Kendaraan (Traffic Count)

Metode survei :

Survei pencacahan lalu lintas ini dilakukan untuk mendapatkan jenis dan jumlah per jenis kendaraan, kecepatan kendaraan dilaksanakan pada ruas jalan yang keluar masuk perlintasan kereta api di daerah penelitian. Untuk itu peneliti melaksanakan survei sehari penuh selama 16 jam dengan membedakan 1 jam sibuk pada pintu masuk dan pintu keluar perlintasan. Dalam survei ini dicatat pula volume kendaraan tidak bermotor yang melintas, seperti sepeda gayung , gerobak, becak dan pejalan kaki. Waktu pelaksanaan survei dimulai pada pukul 06.00 sd 22.00 WIB, waktu – waktu diatas dipilih dengan mempertimbangkan hari – hari survey sebagai berikut :

- Hari Senin – Rabu : mewakili hari sibuk pada hari kerja
 - Hari Sabtu – Minggu : mewakili hari sibuk pada hari libur
- kemudian peneliti menganalisa data berdasarkan asal dan tujuan perjalanan yang tertangkap pada jam sibuk.

2. Survei Pencacahan Lalu lintas Kereta Api

Metode survei :

Survei pencacahan lalu lintas ini dilakukan untuk mendapatkan jenis dan jumlah per jenis kereta api yang melintas, kecepatan kereta api mendekati di perlintasan sebidang kereta api di daerah penelitian. Untuk itu peneliti melaksanakan survei sehari penuh selama 16 jam dengan membedakan 1 jam sibuk, untuk kereta api dari dan menuju perlintasan sebidang. Waktu pelaksanaan survei dimulai pada pukul 06.00 sd 22.00 WIB, waktu – waktu diatas dipilih dengan mempertimbangkan hari – hari survey sebagai berikut :

- Hari Senin – Rabu : mewakili hari sibuk pada hari kerja
- Hari Sabtu – Minggu : mewakili hari sibuk pada hari libur

3. Survei data – data pendukung lainnya dilapangan antara lain :

1). Survei inventarisasi jalan

Survei ini dilakukan untuk mendata dan mengetahui lebar jalan, sistem arah, jumlah lajur, kapasitas jalan, klas jalan, kerataan permukaan jalan, geometrik jalan, prosentase kendaraan berat, waktu peringatan kendaraan sebelum mendekati perlintasan, rambu dan marka, median, trotoar, serta peruntukan kanan dan kiri jalan, penerangan jalan, dll.

2). Survei inventarisasi perlintasan sebidang

Survei ini dilakukan untuk mendata dan mengetahui jumlah track, lebar perlintasan, rambu – rambu perlintasan yang ada, sudut perlintasan, jarak rambu dengan titik perlintasan, jarak pandangan bebas dari pengemudi untuk melihat kereta api sebelum tiba di perlintasan, keberadaan guardrail jalan, visibilitas sekitar perlintasan : daerah pertanian, bisnis, perumahan dan Industri dll.

b. Alat Yang Digunakan

Dalam penelitian ini dilakukan survei pengamatan lapangan dengan menggunakan peralatan seperti counter dan stop watch.

4.5.2 Data Sekunder

Adapun data sekunder yang dikumpulkan antara lain :

1. Data kejadian kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang;
2. Data nama dan alamat titik lokasi perlintasan sebidang;
3. Data nama dan jumlah korban kecelakaan.
4. Data kecepatan kereta api

5. Data jumlah atau frekuensi perjalanan kereta api

4.6 Metode analisis data

Tujuan analisis data adalah menyederhanakan data ke dalam bentuk yang lebih mudah dibaca dan diinterpretasikan. Dalam proses ini sering kali digunakan metode statistik, karena salah satu fungsi statistik adalah menyederhanakan data. Selain itu, statistik juga membandingkan hasil yang diperoleh dengan hasil yang terjadi secara kebetulan, sehingga memungkinkan peneliti untuk menguji apakah hubungan yang diamati memang benar terjadi karena adanya hubungan sistematis antara variabel-variabel yang diteliti atau karena kebetulan. Setelah data diperoleh selanjutnya dianalisis dengan metode yang sesuai. Analisis statistik yang dipergunakan adalah statistik deskriptif dan inferensial.

4.6.1 Analisis Statistik Deskriptif

Analisis statistik deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan variabel penelitian tanpa menarik generalisasi. Data yang telah terkumpul kemudian ditabulasi ke dalam tabel-tabel dan dilakukan pembahasan secara deskriptif. Ukuran deskriptif adalah dengan pemberian nilai berupa angka, baik berupa nilai rerata (mean), maupun persentase.

4.6.2 Analisis Statistik Inferensial

Analisis statistik inferensial yang dimaksud adalah analisis statistik yang hasilnya untuk mengeneralisasi populasi. Dalam penelitian ini digunakan model analisis regresi Poisson dan dihitung dengan software statistik GenStat Discovery Edition 3. Analisis data yang dilakukan dengan tahapan-tahapan berikut:

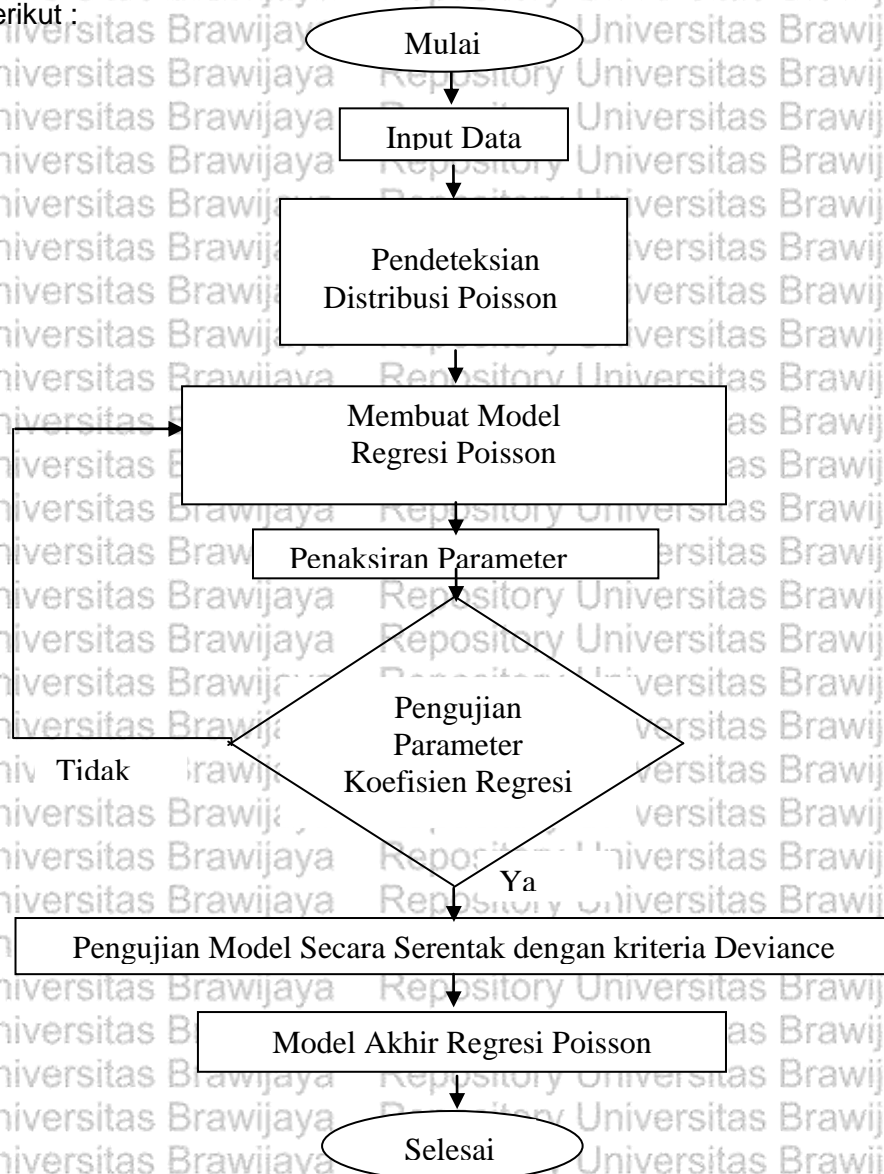
1. Pengujian distribusi pada variabel respon (Y) dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov pada data jumlah kecelakaan. Hasil uji ini diharapkan data jumlah kecelakaan mengikuti berdistribusi Poisson.
2. Pembuatan model Regresi Poisson dengan model umum $\mu = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)$. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan Regresi Poisson adalah sebagai berikut:
 - a. Pemodelan analisis regresi Poisson pada setiap variabel penjelas (variabel bebas). Melakukan penaksiran parameter untuk setiap kombinasi model Regresi Poisson, sesuai persamaan (18) dengan $i = 1, 2, 3, 4, 5$.
 - b. Melakukan pengujian parameter koefisien regresi pada setiap kombinasi variabel bebas dengan statistik uji F dan t. Pada hasil *running* dari GenStat,

nilai Chi Square ditransformasi ke F untuk menguji model dan ke t untuk menguji koefisien regresi.

c. Melakukan pengujian model pada setiap kombinasi secara serentak dengan kriteria devians.

d. Menentukan model terbaik dengan kriteria devians terkecil dari setiap kombinasi (1,2,3,4,5) variabel.

Tahap-tahap analisis di atas secara singkat disajikan dalam diagram alur dibawah ini sebagai berikut :



Gambar 4.4 Langkah-langkah Analisis Data

4.7 Analisis SWOT (*Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats*)

Analisis *Strengths – Weaknesses – Opportunities – Threats* (SWOT) adalah identifikasi berbagai faktor secara sistematis untuk merumuskan strategi kebijakan. Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (*strengths*) dan peluang (*opportunities*), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*weaknesses*) dan ancaman (*threats*). Proses pengambilan keputusan strategis suatu kebijakan untuk menentukan prioritas program aksi untuk meminimalkan jumlah kejadian kecelakaan kereta api diperlintasan sebidang.

Dari persamaan model yang sudah diperoleh maka akan dapat ditentukan beberapa kebijakan yang dapat diambil oleh pihak terkait melalui proses analisa teknik manajemen untuk mendapatkan rekomendasi yang tepat, efektif dan efisien dengan analisis *Strength – Weakness – Opportunity – Threat* (SWOT). Analisis ini juga merupakan teknis analisis atau cara menerapkan metode ilmiah dalam menilai dan memerinci keadaan lingkungan secara komprehensif guna memperoleh faktor kunci keberhasilan sebagai dasar untuk menentukan tujuan yang rasional yang dapat dicapai, serta menentukan strategi program dan kegiatan yang tepat untuk dilaksanakan melalui langkah – langkah sebagai berikut :

3. Mengidentifikasi faktor – faktor keberhasilan;
4. Melakukan penilaian faktor – faktor keberhasilan;
5. Menentukan faktor kunci keberhasilan dan peta kekuatan;
6. Merumuskan dan menentukan tujuan;
7. Menentukan sasaran;
6. Menentukan strategi, program dan kegiatan.

Pada tahap analisis lingkungan internal dilakukan identifikasi faktor internal yang mempengaruhi obyek penelitian. Faktor internal pada hakekatnya meliputi sumberdaya organisasi, antara lain sumberdaya manusia, sumberdaya sarana dan prasarana, sumber daya struktur organisasi, sumber daya sistem, mekanisme dan metode kerja, hubungan kerja, sumber daya dana, data dan informasi yang akan menghasilkan sejumlah kekuatan dan kelemahan. Pada tahap awal yang dilakukan adalah identifikasi faktor eksternal, yaitu faktor yang berada disekeliling organisasi yang terdiri atas kondisi politik, ekonomi dan sosial budaya, ketenteraman dan ketertiban, lingkungan ketertiban, lingkungan fisik, lingkungan hidup, masyarakat, ilmu pengetahuan dan teknologi, demografi dan stakeholder. Faktor internal bersifat langsung mempengaruhi dan dapat diintervensi oleh tupoksi organisasi. Identifikasi faktor eksternal mendatangkan manfaat (*opportunity*) dan yang mendatangkan hambatan (*threat*). Setelah faktor internal dan faktor eksternal

diidentifikasi maka langkah berikutnya adalah dilakukan komparasi antar faktor – faktor tersebut. Komparasi dilakukan dalam rangka mengetahui dan menentukan faktor – faktor mana yang lebih penting, dengan cara membandingkan setiap faktor dengan faktor – faktor yang lain. Hasil komparasi terhadap faktor – faktor tersebut menghasilkan Nilai Faktor (NF) dan Bobot Faktor (BF), Nilai Faktor (NF) ditentukan dengan skala Likert.

Rating atau peringkat menggambarkan seberapa besar keefektifan strategi organisasi saat ini dalam merespon faktor strategis yang ada. Penilaian *rating* untuk matriks EFE (lingkungan eksternal) diberikan dengan skala Likert 1 sampai dengan 5. Tahap selanjutnya adalah perkalian antara bobot dengan *rating* yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Hasil perkalian ini menjadi nilai tertimbang setiap faktor. Nilai tertimbang setiap faktor kemudian dijumlahkan untuk memperoleh total nilai tertimbang. Total nilai tertimbang pada matriks EFE dan IFE akan berada pada kisaran 1,0 (terendah) sampai 5,0 (tertinggi) dengan nilai rata-rata 3,0. Arti dari nilai ini adalah bahwa semakin tinggi total nilai tertimbang perusahaan pada matriks EFE dan IFE mengindikasikan perusahaan merespon peluang dan ancaman (faktor eksternal) atau kekuatan dan kelemahan (faktor internal) dengan sangat baik pula.

Tahap selanjutnya adalah membuat matriks SWOT, merupakan alat yang digunakan untuk mencocokkan faktor-faktor kunci eksternal dan internal. Matriks SWOT berfungsi untuk menyusun strategi kebijakan dengan memadukan dan menyesuaikan kekuatan dan kelemahan yang dimiliki internal) dengan peluang dan ancaman yang berasal dari luar (eksternal). Terdapat delapan langkah yang digunakan dalam penyusunan matriks SWOT :

1. Menentukan faktor-faktor peluang eksternal model
2. Menentukan faktor-faktor ancaman eksternal model
3. Menentukan faktor-faktor kekuatan internal model
4. Menentukan faktor-faktor kelemahan internal model
5. Mencocokkan kekuatan internal dengan peluang eksternal dan mencatat resultan (strategi S-O)
6. Mencocokkan kelemahan internal dengan peluang eksternal dan mencatat resultan (strategi W-O)
7. Mencocokkan kekuatan internal dengan ancaman eksternal dan mencatat resultan (strategi S-T)
8. Mencocokkan kelemahan internal dengan ancaman eksternal dan mencatat resultan (strategi W-T)

Hasil analisis Matriks SWOT ini akan menghasilkan beberapa alternatif strategi yang dapat dipilih dari model yang dihasilkan, dalam menyusun tujuan dan program.



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

5.1.1 Gambaran Umum Obyek Penelitian

Pengambilan data dilakukan pada 8 lokasi yang di wilayah DAOP VIII Surabaya sesuai dengan syarat sampel yang ditetapkan dalam penelitian ini.

Tabel 5.1. Distribusi Sampel Pada Berbagai Wilayah Operasi

Wilayah Operasi Kereta Api	Frekuensi	Persen
Kabupaten Bojonegoro	5	15.2
Kabupaten Lamongan	11	33.3
Kabupaten Gresik	1	3.0
Kota Surabaya	3	9.1
Kabupaten Sidoarjo	6	18.2
Kabupaten Pasuruan	3	9.1
Kabupaten Malang	1	3.0
Kabupaten Blitar	3	9.1
Total	33	100.0

Jumlah kecelakaan pada perlintasan sebidang tanpa palang pintu lebih banyak terjadi pada wilayah operasi Kabupaten Lamongan sebanyak 11 titik (33,35%), kemudian di Kabupaten Sidoarjo sebanyak 6 titik (18,2%) dan Kabupaten Bojonegoro sebanyak 5 titik (15,2%). Sedangkan pada wilayah lainnya tersebar titik-titik sampel berkisar 1 – 3 buah. Gambaran masing-masing lokasi pengambilan ke-33 sampel pada data jumlah kejadian kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu di DAOP VIII Surabaya selama 3 (tiga) tahun terakhir mulai tahun 2010 sd tahun 2012 dijelaskan pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2. Karakteristik Sampel Berdasarkan Lokasi

No.	KM-HM	Antara	Wilayah operasi	Jumlah Kecelakaan/3 tahun
1	128+613	BJ-SBI	Bojonegoro	1
2	135+958	BJ-SBI	Bojonegoro	2
3	140+135	SRJ-BWO	Bojonegoro	2
4	144+443	SRJ-BWO	Bojonegoro	1
5	150+311	SRJ-BWO	Bojonegoro	1
6	162+681	BBT-GEB	Lamongan	1
7	166+228	BBT-GEB	Lamongan	1
8	171+476	GEB-PC	Lamongan	1
9	175+679	GEB-PC	Lamongan	1
10	176+870	GEB-PC	Lamongan	1
11	178+610	SLR-LMG	Lamongan	1
12	179+735	SLR-LMG	Lamongan	1
13	180+860	SLR-LMG	Lamongan	1
14	183+190	SLR-LMG	Lamongan	1
15	184+450	SLR-LMG	Lamongan	1
16	186+636	SLR-LMG	Lamongan	1
17	199+790	LMG-DD	Gresik	1
18	222+603	KDA-TES	Surabaya	4
19	225+492	TES-SBI	Surabaya	1
20	20+411	WO-SPJ	Surabaya	1
21	26+523	SDA-TGA	Sidoarjo	2
22	25+530	SPJ-BH	Sidoarjo	2
23	26+121	SPJ-BH	Sidoarjo	3
24	28+405	SPJ-BH	Sidoarjo	1
25	32+303	SPJ-BH	Sidoarjo	1
26	35+810	BH-KRN	Sidoarjo	1
27	39+808	PR-BG	Pasuruan	2
28	43+629	PR-BG	Pasuruan	3
29	44+610	PR-BG	Pasuruan	4
30	29+128	SN-LW	Malang	1
31	66+065	PSI-KPN	Blitar	1
32	76+158	NB-SBP	Blitar	1
33	119+583	TAL-GRM	Blitar	1

Sebaran titik dengan jumlah kecelakaan tinggi, lebih banyak dijumpai pada titik di daerah Pasuruan dengan jumlah kecelakaan berkisar 2 – 4 kecelakaan selama 3 tahun terakhir. Selain itu ada dua wilayah lain dengan jumlah kecelakaan lebih dari satu yaitu Bojonegoro dan Surabaya. Banyaknya titik persilangan tanpa palang pintu dan tidak dijaga menyebabkan kerawanan akan terjadinya kecelakaan baik terhadap manusia, hewan dan kendaraan lainnya. Di Daerah Operasi Kereta Api (DAOP) VIII Surabaya terbagi atas beberapa wilayah operasi dengan kondisi perlintasan sebidang antara lain yaitu pada wilayah operasi Surabaya terdapat 84 perlintasan dan 35 diantaranya (41,7%) tidak dijaga dan tidak berpalang, sedangkan di Sidoarjo dari 108

ada 57 (52,8%) karakteristik perlintasan semacam ini. Sementara pada daerah lainnya bahkan ada yang mempunyai rasio lebih dari 80%, seperti Bojonegoro (46 dari 52 atau 88,5%), Lamongan (71 dari 74 atau 95,9%) dan Gresik (61 dari 63 atau 96,8%).

Dari data jumlah perlintasan sebidang tanpa palang pintu yang rawan kecelakaan diatas, telah terjadi kejadian kecelakaan kereta api di perlintasan sebidang tanpa palang pintu di DAOP VIII Surabaya selama 3 (tiga) tahun terakhir mulai tahun 2010 sd tahun 2012 terdapat pada lampiran, dengan rekapitulasi jumlah kejadian dan kondisi korban sebagai berikut :

Tabel 5.3 : Data Kejadian Kecelakaan di Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu

No.	Tahun	Jumlah Kejadian	Korban		
			Meninggal Dunia (orang)	Luka Berat (orang)	Luka Ringan (orang)
1	2010	52	6	42	4
2	2011	36	8	20	8
3	2012	61	16	45	-
Jumlah		149	30	107	12

Sumber : PT. Kereta Api Indonesia (Persero) 2012.

Jumlah kecelakaan sempat mengalami penurunan di tahun 2011 dari 52 kejadian di tahun 2010 menjadi 36, akan tetapi setelah itu naik kembali menjadi 61 kejadian di tahun 2012. Kejadian kecelakaan di perlintasan sebidang, 20,1% mengakibatkan jatuh korban meninggal, 71,8% mengalami luka berat dan sisanya luka ringan. Secara khusus, pada berbagai kejadian tersebut, beberapa diantaranya adalah kejadian kecelakaan yang berhubungan kendaraan. Hasil laporan dari PT. KAI, pada periode 2010 – 2012 jumlah kejadian kecelakaan terhadap kendaraan secara berturut adalah 13, 12 dan 20 kejadian. Adapun titik lokasi yang teridentifikasi mengalami kejadian kecelakaan yang melibatkan antara kereta api dan kendaraan baik roda dua (R2) maupun roda empat (R4) mulai tahun 2010 s/d tahun 2012 akan dijelaskan pada Tabel 5.4 – 5.6 sebagai berikut. Sebagian besar dari paparan kejadian kecelakaan terjadi pada pada sepeda motor dan truk.

Tabel 5.4 Kejadian kecelakaan diperlintasan sebidang tanpa palang pintu Tahun 2010

No	Perlintasan tanpa palang pintu dan tak terjaga (KM)		Wilayah Operasi	Uraian
	Lokasi Kejadian	Lokasi Survei		
1	139+9 Antara Srj-Bwo	140+135 Antara Srj-Bwo	Bojonegoro	Tertabrak Sepeda Motor S 52284
2	199+6/7 Antara Dd-Lmg	199+790 Antara Dd-Lmg	Gresik	Tertabrak sepeda motor mio w 6992 gh
3	29+3 Antara Spj-Bh	28+405 Antara Spj-Bh	Sidoarjo	Tertemper sepeda motor
4	223 + 5/6 Antara Kda-Tes	222 + 603 Antara Kda-Tes	Surabaya	Tertemper sepeda motor L 2779 az
5	119+5/4 Antara Grm - Bi	119+583 Antara Grm - Bi	Blitar	Xenia ag 334 gd
6	183+2/3 Antara Lmg - Slr	183+190 Antara Lmg - Slr	Lamongan	Vario dk 6273 h 2 orang wanita
7	181+3 Antara Lmg-Slr	180+860 Antara Lmg-Slr	Lamongan	Sepeda motor
8	1+6/7 Antara Sgu-Sb	1+680 Antara Sgu-Sb	Surabaya	Sepeda Motor S 2301 QE
9	32+3/4 Antara Bh-Spj	32+303 Antara Bh-Spj	Sidoarjo	Tertemper Sepeda Motor L 5918 BY
10	176+7/9 Antara Slr-Pc	176+870 Antara Slr-Pc	Lamongan	Tertemper truck F 8584 c
11	66+0/1 Antara Kpn-Psi	66+065 Antara Kpn-Psi	Blitar	Tertemper sepeda motor n 3609 db
12	225+9 Antara Tes-Sbi	225+492 Antara Tes-Sbi	Surabaya	Tertemper Colt Pick Up L 8919 X
13	35+7/8 Antara Bh-Krn	35+810 Antara Bh-Krn	Sidoarjo	Tertemper Sepeda Motor

Sumber : PT. Kereta Api Indonesia (Persero) 2012.

Tabel 5.5 Kejadian kecelakaan diperlintasan sebidang tanpa palang pintu Tahun 2011

No	Perlintasan tanpa palang pintu dan tak terjaga (KM)		Wilayah Operasi	Uraian
	Lokasi Kejadian	Lokasi Survei		
1	26+1/2 Antara Bh-Spj	26+121 Antara Bh-Spj	Sidoarjo	Tertemper Sepeda Motor
2	35+8/9 Antara Bh/Krn	35+810 Antara Bh/Krn	Sidoarjo	Tertemper Sepeda Motor
3	10+3/4 Antara Wo/Wr	11 + 730 Antara Wo/Wr	Surabaya	Nemper Sps Mtr Vega L3173 Dn
4	26+1/2 Antara Spj/Bh	26+121 Antara Spj/Bh	Sidoarjo	Tertemper Sepeda Motor
5	144+4/5 Antara Srj/Bwo	144+443 Antara Srj/Bwo	Bojonegoro	Tertemper Spd Mtr.Ag4487ve A/N Sulaiman D/A Nganjuk
6	128+6/7 Antara Bj/Kps	128+613 Antara Bj/Kps	Bojonegoro	Tertemper Mbl Picup S 9253 C
7	171+4/5 empks Pc	171+476 Geb - Pc	Lamongan	Tertemper Spd Mtr Honda S 2431 Jj Luka Parah
8	179+9 Antara Lmg/Slr	179+735 Antara Lmg/Slr	Lamongan	Tertemp Mobil L 300 Nopol S 8703 Db Korban Tiada
9	163 + 1/2 Antara Pc/Geb	162+681 Antara Pc-Geb	Lamongan	Tertemper Truk Material Proyek Double Trak Satker
10	166 + 1/2 Antara Geb/Bbt	166 + 228 Antara Geb/Bbt	Lamongan	Truk Proyek Double Trak Terguling Nopol L 9852 UD
11	178 + 6/7 Antara Lmg/Slr	178 + 610 Lmg/Slr	Lamongan	Tertemper Truk Nopol W 9679 SA
12	38+2/3 Antara Bg/Pr	39+808 Antara Bg/Pr	Pasuruan	Tertemper Spd Mtr Honda Nopol M 2254 AJ

Sumber : PT. Kereta Api Indonesia (Persero) 2012.

Tabel 5.6 Kejadian kecelakaan diperlintasan sebidang tanpa palang pintu Tahun 2012

No	Perlintasan tanpa palang pintu dan tak terjaga (KM)		Wilayah Operasi	Uraian
	Lokasi Kejadian	Lokasi Survei		
1	184 + 4/5 Antara Slr-Lmg	184 + 450 Antara Slr-Lmg	Lamongan	Dilanggar Sepeda Motor Nopol L 3095 VI
2	44 + 0 Antara Bg-Pr	44+610 Antara Bg-Pr	Pasuruan	Menemper Motor
3	175 +6 Antara Slr-Pc	175 + 679 Antara Slr-Pc	Lamongan	Menemper motor S 5069 QH
4	76 + 1/2 Antara Sbp - Nb	76 + 158 Antara Sbp - Nb	Blitar	Tertemper pengendara sepeda motor tanpa identitas
5	20 + 4/5 Antara Spj - Wo	20 + 310 Antara Spj - Wo	Sidoarjo	Tertemper pengendara Sepeda Motor tanpa identitas Nopol L 4568 WN
6	26 + 100 Antara Spj - Bh	26 + 121 Antara Spj - Bh	Sidoarjo	Tertemper mobil Avanza nopol H 8825 EA
7	0 + 4/5 Antara Mlk - Depot Pertamina	0 + 425 Antara Mlk - Depot Pertamina	Malang	Tertemper mobil kijang nopol N 1047 AC
8	136 + 300 Kps - Bj	135+958 Kps - Bj	Bojonegoro	Tertemper pengendara sepeda motor
9	25 + 5/6 Antara Bh- Spj	25 + 530 Antara Bh- Spj	Sidoarjo	Ka 82 tertemper spd.motor mio nopol I 6253 cq
10	43 + 6/7 Antara Ps - Bg	43+629 antara Ps -Bg	Pasuruan	Ka 150 blb mli jam : 11.15 s/d 11.20 karena tertemper spd.motor.
11	223 + 501 Antara Tes / Kda	222 + 603 Antara Tes / Kda	Surabaya	Tertemper pengendara spd.motor identitas korban tidak di ketahui.
12	186 + 6/7 Antara Slr / Lmg	186 + 636 Antara Slr / Lmg	Lamongan	Klb IV tertemper spd.motor nopol.s 4503 lb
13	43 + 6/7 Antara Ps - Bg	43+629 antara Ps -Bg	Pasuruan	Ka 138 tertemper pengendara spd.motor.
14	149+9/0 Bwo - Srij	150+311 Antara Bwo - Srij	Bojonegoro	Ka 1 blb di km 149+9/0 antara bwo-srij mli 09,11 s/d 09,13 km telah terlanggar mobil pik up pekerjaan proyek doble track pt.praga lambang sejahtera.
15	135+9/0 Antara Srij-Kps	135+958 Antara Bj-Srij	Bojonegoro	Ka 374 telah tertemper pengendara sepeda motor
16	43+6/7 Antara Pr - Bg	43+629 Antara Pr - Bg	Pasuruan	Terlanggar pengendara sepeda motor.
17	26 + 6 Sda - Tga	26 + 596 Antara Sda - Tga	Sidoarjo	Tertemper sepeda motor
18	44+6 Bg - Pr	44+610 Antara Bg - Pr	Pasuruan	Telah tertemper seorang pengendara sepeda motor mio nopol n 3567 om
19	26+8/9 Antara Tga - Sda	26+523 Antara Tga - Sda	Sidoarjo	Tertemper mobil Avanza Nopol W 1596 PD korban Markadi 45 th
20	29+1/0 Antara Lw-Sn	29+128 Antara Lw-Sn	Malang	Tertemper Motor Nopol N 3480 H

Sumber : PT. Kereta Api Indonesia (Persero) 2012.

5.1.2 Analisis Deskriptif

Pada penelitian ini variabel yang terukur adalah jumlah kejadian kecelakaan dan 21 variabel penjelas yang terbagi atas 3 faktor, yaitu : kereta api, jalan raya dan lingkungan. Berikut adalah gambaran statistik deskriptif pada masing-masing variabel. Pada variabel yang bersifat terukur kontinyu, akan dideskripsikan melalui nilai minimal, maksimal, rata-rata dan standard deviasi. Sedangkan pada variabel yang bersifat kategori akan dideskripsikan dengan distribusi frekuensi.

Tabel 5.7. Statistik Deskriptif Data Bersifat Kontinyu

Variabel	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Lebar perlintasan (X1)	33	1.5	4.7	3.22	0.89
Kecepatan KA (X3)	33	65	90	71.82	11.97
Volume KA (X4)	33	24	44	31.88	4.82
Jarak rambu ke perlintasan (X7)	33	0	30	11.27	8.43
Pandangan bebas (X8)	33	200	1000	736.36	230.58
Lebar jalan (X12)	33	1.5	4.7	3.28	0.91
LHR (X14)	33	33.8	919.6	244.50	208.30
Jumlah kecelakaan / 3 tahun (Y)	33	1	4	1.45	0.87

Gambaran data hasil penelitian yang ada dalam Tabel 5.7 menerangkan bahwa titik sampel memiliki karakteristik yang beragam. Jumlah kecelakaan terhadap kendaraan berkisar 1 – 4 kejadian dalam 3 tahun. Hasil perbandingan nilai standard deviasi terhadap rata-rata akan memberikan gambaran tingkat keragaman data, semakin besar nilai rasio ini akan menerangkan bahwa data hasil pengamatan semakin heterogen. Beberapa data dengan heterogenitas tinggi antara lain : jarak rambu ke perlintasan, pandangan bebas dan jumlah lalu lintas harian rata – rata (LHR).

Deskripsi pada variabel yang bersifat kategori akan dipaparkan berdasarkan hasil dari distribusi frekuensi. Pada beberapa variabel ada yang bersifat homogen, sehingga pada analisis berikutnya variabel ini tidak disertakan dalam analisis. Variabel-variabel ini antara lain : jumlah track (X2), sudut perlintasan dengan jalan (X6), kelas jalan (X15) dan trotoar jalan (X19).

Tabel 5.8. Statistik Deskriptif Data Bersifat Kategori

Variabel	Kategori	Frekuensi	Persen
Jumlah Track (X2)	1 track	33	100
Rambu (X5)	Tidak ada	5	15,2
	Ada	28	84,8
Sudut perlintasan dengan jalan (X6)	90 derajat	33	100.0
Guardrail (X9)	Tidak ada	22	66.7
	Ada	11	33.3
Lampu Flashing (X10)	Tidak ada	24	72.7
	Ada	9	27.3
Sirine (X11)	Tidak ada	24	72.7
	Ada	9	27.3
Jumlah Jalur (X13)	Satu jalur	4	12.1
	Dua jalur	29	87.9
Kelas jalan (X15)	Kelas III	33	100
Kerataan (X16)	Halus	28	84.8
	Kasar	5	15.2
Tipe konstruksi (X17)	Aspal	17	51.5
	Beton	3	9.1
	Paving	8	24.2
	Tanah	5	15.2
Rambu dan marka jalan (X18)	Tidak ada	22	66.7
	Ada	11	33.3
Trotoar jalan (X19)	Tidak ada	33	100.0
Lingkungan (X20)	Pertanian	9	27.3
	Perumahan	24	72.7
Penerangan jalan (X21)	Tidak ada	10	30.3
	Ada	23	69.7

Pada karakteristik lainnya, beberapa variabel memiliki tingkat korelasi yang sempurna (bernilai 1) dan mendekati sempurna sehingga dalam kondisi ini hanya digunakan salah satu. Lampu flashing (X10) berkorelasi sempurna dengan sirine (X11) sehingga akan diputuskan untuk memilih lampu flashing (X10), sedangkan lebar perlintasan (X1) berkorelasi sangat tinggi dengan lebar jalan (X12), yang akan digunakan dalam model adalah lebar jalan (X12).

Karakteristik umum di area perlintasan sebidang antara lain : hanya mempunyai satu track (100%), sudut perlintasan dengan jalan sebesar 90 derajat (100%), tersedia rambu (84,8%), tidak tersedia guardrail (66,7%), kondisi lampu flasing dan sirine tidak ada atau tidak berfungsi baik (72,7%), jalur jalan berjumlah dua (87,9%), jalan termasuk pada kelas III (100%), mempunyai kerataan jalan yang halus (84,8%), tipe konstruksi jalan terbuat dari aspal (51,5%), tidak ada rambu dan marka jalan (66,7%), tidak tersedia trotoar jalan (100%), melintas pada lingkungan perumahan (72,7%) dan tersedia penerangan jalan (69,7%). Sehingga variabel yang digunakan dalam pemodelan adalah :

- Kecepatan KA (X3)
- Volume KA (X4)
- Rambu (X5)
- Jarak rambu ke perlintasan (X7)
- Pandangan bebas (X8)
- Guardrail (X9)
- Lampu Flashing (X10)
- Lebar jalan (X12)
- Jumlah jalur (X13)
- LHR (X14)
- Kerataan (X16)
- Tipe konstruksi (X17)
- Rambu dan marka jalan (X18)
- Lingkungan (X20)
- Penerangan jalan (X21)

5.1.3. Pemodelan Jumlah Kecelakaan

5.1.3.1 Kalibrasi Distribusi Poisson Data Kecelakaan

Distribusi data yang mengikuti sebaran Poisson memiliki ciri khusus antara lain, pengamatan bersifat diskrit dan terbatas pada waktu atau wilayah tertentu. Peluang kejadian adalah kecil sekali, artinya kendaraan yang melintasi perlintasan sebidang mempunyai peluang yang sangat kecil untuk mengalami kecelakaan. Pada penelitian ini pengamatan jumlah kecelakaan di hitung pada 3 tahun terakhir, sehingga berdasarkan sifat-sifat dan karakteristik ini, hasil pengamatan akan dilakukan kalibrasi model distribusi data dengan uji Kolmogorov-Smirnov menggunakan *software* SPSS.

Tabel 5.9. Uji Sebaran Data Terhadap Distribusi Poisson

Statistik	Y.Jumlah kecelakaan / 3 tahun
N	33
Poisson Parameter ^{a,,b}	Mean
	1.450
Most Extreme Differences	Absolute
	0.234
	Positive
	0.154
	Negative
	-0.234
Kolmogorov-Smirnov Z	1.341
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.055

Rata-rata jumlah kecelakaan adalah 1,45 artinya dalam tiga tahun terakhir jumlah kecelakaan berkisar 1 – 2 kejadian dalam satu titik. Hasil uji Kolmogorov Smirnov didapatkan nilai *Kolmogorov-Smirnov Z* sebesar 1,341 dengan *asymp.Sig. (2-tailed)* atau *p-value* sebesar 0,055 memberikan kesimpulan bahwa data jumlah kecelakaan mengikuti distribusi Poisson.

5.1.3.2 Analisis Regresi Poisson

Pemodelan yang menggambarkan hubungan jumlah kejadian kecelakaan kereta api diperlintasan sebidang ini akan dilakukan dengan analisis regresi Poisson. Analisis dibagi atas tiga tahap, pertama melakukan pemodelan pada setiap variabel penjelas, kedua pemodelan gabungan pada variabel yang terbukti mempunyai pengaruh signifikan dari hasil di tahap pertama, ketiga seleksi terhadap variabel penentu di tahap kedua yang benar-benar signifikan seluruhnya.

a. Analisis Regresi Poisson Dengan Faktor Penentu Tunggal (Tahap Pertama)

Model dengan faktor penentu tunggal artinya akan dilakukan analisis pada 15 variabel penjelas yang signifikan dari hasil analisis deskriptif terhadap jumlah kecelakaan. Pada analisis ini akan ditekankan pada hasil uji koefisien regresi. Apabila hasil pengujian ini adalah signifikan (nilai probabilitas $< 0,05$), maka variabel ini akan disertakan pada pembentukan model simultan. Analisis masing – masing variabel sebagai berikut :

Tabel 5.10. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Kecepatan KA

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	-1.975	0.406	-4.87	<.001	0.1388
X3_Kecepatan	0,03106	0.00513	6.05	<.001	1.032

Hasil analisis dengan nilai t sebesar 6,05 dan p-value <0,001 menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar 0,03106 menerangkan bahwa tingginya jumlah kecelakaan kecepatan KA terjadi akibat kecepatan KA yang tinggi. Variabel kecepatan KA akan disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.11. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Volume KA

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	-1.462	0.464	-3.15	0.004	0.2319
X4_Volume	0.0558	0.0136	4.11	<.001	1.057

Hasil analisis dengan nilai t sebesar 4,11 dan p-value <0,001 menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar 0,0558 menerangkan bahwa jumlah kecelakaan kecepatan KA terjadi akibat volume KA yang tinggi. Variabel volume KA akan disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.12. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Rambu

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	0.875	0.289	3.03	0.002	2.4
X5_Rambu	-0.624	0.333	-1.87	0.061	0.5357

Hasil analisis didapatkan nilai t sebesar $-1,87$ dan p -value $0,061$ menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah tidak signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar $-0,624$ menerangkan bahwa tingginya jumlah kecelakaan KA tidak dapat dijelaskan oleh ada atau tidak adanya ketersediaan rambu kereta api. Variabel rambu KA tidak disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.13. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Jarak Rambu ke Perlintasan

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	0.762	0.125	6.08	<.001	2.143
X7_Jarak	-0.02482	0.00695	-3.57	0.001	0.9755

Hasil analisis dengan nilai t sebesar $-3,57$ dan p -value = $0,001$ menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar $-0,02482$ menerangkan bahwa tingginya jumlah kecelakaan KA dapat dijelaskan oleh pendeknya jarak rambu ke perlintasan. Variabel jarak rambu akan disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.14. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Jarak Pandang Bebas Masinis

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	1.219	0.236	5.16	<.001	3.384
X8_Pandangan	-0.00118	0.000327	-3.62	0.001	0.9988

Hasil analisis dengan nilai t sebesar $-3,62$ dan p -value = $0,001$ menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar $-0,00118$ menerangkan bahwa tingginya jumlah kecelakaan KA dapat dijelaskan oleh jarak pandangan bebas. Variabel jarak pandangan bebas akan disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.15. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Guardrail

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	0.31	0.118	2.63	0.013	1.364
X9_Guardrail	0.182	0.192	0.95	0.35	1.2

Hasil analisis dengan nilai t sebesar 0,95 dan p-value = 0,350 menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah tidak signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar 0,182 menerangkan bahwa tingginya jumlah kecelakaan KA tidak dapat dijelaskan oleh ketersediaan guardrail. Variabel guardrail tidak disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.16. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Lampu Flashing

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	0.693	0.106	6.56	<.001	2.00
X10_Lampu	-0.598	0.156	-3.83	<.001	0.55

Hasil analisis dengan nilai t sebesar -3,83 dan p-value <0,001 menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar -0,598 menerangkan bahwa tingginya jumlah kecelakaan KA tidak dapat ditekan dengan ketersediaan lampu flash. Variabel lampu flash akan disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.17. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Lebar Jalan

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	-0.85	0.353	-2.41	0.022	0.4272
X12_Jalan	0.3622	0.0983	3.68	<.001	1.437

Hasil analisis dengan nilai t sebesar 3,68 dan p-value <0,001 menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar 0,3622 menerangkan bahwa tingginya jumlah kecelakaan KA dapat dijelaskan oleh lebar jalan. Variabel lebar jalan akan disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.18. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Jumlah Lajur

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	0.052	0.59	0.09	0.93	1.054
X13_Lajur	0.171	0.307	0.56	0.583	1.186
X13_Lajur	0.1977	0.0481	4.11	<.001	1.219

Hasil analisis pada persamaan tanpa konstanta diperoleh nilai t sebesar 4,11 dan p-value < 0,001 menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar 0,1977 menerangkan bahwa tingginya jumlah kecelakaan KA dapat dijelaskan oleh jumlah lajur. Variabel jumlah lajur disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.19. Analisis Regresi Poisson Pengaruh LHR

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	-0.026	0.117	-0.22	0.823	0.974
X14_LHR	0.001436	0.000289	4.97	<.001	1.001
X14_LHR	0.001384	0.000176	7.86	<.001	1.001

Hasil analisis pada persamaan tanpa konstanta diperoleh nilai t sebesar 7,86 dan p-value <0,001 menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar 0,001384 menerangkan bahwa tingginya jumlah kecelakaan KA dapat

dijelaskan oleh tingginya tingkat LHR. Variabel LHR akan disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.20. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Kerataan

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	0.182	0.264	0.69	0.495	1.2
X16_Halus	0.223	0.282	0.79	0.435	1.25
X16_Halus	0.4055	0.099	4.10	<.001	1.5

Hasil analisis pada persamaan tanpa konstanta diperoleh nilai t sebesar 4,10 dan p-value <0,001 menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar 0,4055 menerangkan bahwa tingginya jumlah kecelakaan KA dapat dijelaskan oleh kondisi kerataan. Variabel kerataan disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.21. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Tipe Konstruksi Jalan

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	0.001	0.133	0.00	1.000	1.000
X17_Aspal	0.633	0.163	3.89	<.001	1.882
X17_Aspal	0.6325	0.0924	6.84	<.001	1.882

Hasil analisis pada persamaan tanpa konstanta diperoleh nilai t sebesar 6,84 dan p-value <0,001 menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar 0.6325 pada tipe konstruksi aspal menerangkan bahwa jumlah kecelakaan KA adalah lebih tinggi dibanding tipe konstruksi lainnya. Variabel tipe konstruksi akan disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.22. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Rambu dan Marka Jalan

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	0.276	0.118	2.35	0.025	1.318
X18_Marka	0.27	0.187	1.45	0.158	1.31

Hasil analisis dengan nilai t sebesar 1,45 dan p-value = 0,158 menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah tidak signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar 0,270 pada rambu dan marka menerangkan bahwa tingginya jumlah kecelakaan KA tidak dapat dijelaskan oleh rambu dan marka jalan. Variabel rambu dan marka jalan tidak disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.23. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Lingkungan

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	0.095	0.115	0.83	0.413	1.1
X20_Perumahan	0.598	0.156	3.83	<.001	1.818
X20_Perumahan	0.693	0.105	6.62	<.001	2

Hasil analisis pada persamaan tanpa konstanta diperoleh nilai t sebesar 6,62 dan p-value < 0,001 menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar 0,693 pada lingkungan menerangkan bahwa tingginya jumlah kecelakaan KA dapat dijelaskan oleh lingkungan. Variabel lingkungan akan disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Tabel 5.24. Analisis Regresi Poisson Pengaruh Penerangan Jalan

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	0.182	0.184	0.99	0.329	1.2
X21_Penerangan	0.266	0.212	1.25	0.22	1.304
X21_Penerangan	0.448	0.106	4.22	<.001	1.565

Hasil analisis pada persamaan tanpa konstanta diperoleh nilai t sebesar 4,22 dan p-value < 0.001 menerangkan bahwa persamaan regresi Poisson yang diperoleh dalam analisis adalah signifikan untuk menerangkan kejadian kecelakaan. Koefisien regresi sebesar 0,448 pada penerangan jalan menerangkan bahwa tingginya jumlah kecelakaan KA dapat dijelaskan oleh penerangan jalan. Variabel penerangan jalan akan disertakan dalam pemodelan di tahap kedua.

Pada hasil pemodelan dengan faktor penentu tunggal dari 15 variabel penjelas, terdapat 12 variabel yang berpengaruh signifikan, sedangkan pada 3 variabel lainnya berpengaruh tidak signifikan. Ketiga variabel yang tidak signifikan antara lain: rambu (X5), guardrail (X9) serta rambu dan marka jalan (X18).

b. Analisis Regresi Poisson Dengan Faktor Penentu Gabungan (Tahap Kedua)

Hasil-hasil analisis pada model regresi Poisson untuk setiap variabel menerangkan bahwa ada dua belas variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kecelakaan sebagai hasil analisis Faktor Penentu Tunggal. Selanjutnya akan dianalisis model simultan yang akan melibatkan 12 (dua belas) variabel yang signifikan tersebut antara lain :

- Kecepatan KA (X3)
- Volume KA (X4)
- Jarak rambu ke perlintasan (X7)
- Pandangan bebas masinis (X8)
- Lampu flash (X10)
- Lebar jalan (X12)
- Jumlah jalur (X13)
- LHR (X14)

- Kerataan (X16)
- Tipe konstruksi (X17)
- Lingkungan (X20)
- Penerangan jalan (X21)

Hasil analisis regresi poisson dengan menyertakan ke-12 faktor penentu yang tersaring pada tahap pertama dijelaskan pada hasil berikut :

Tabel 5.25. Analisis Regresi Poisson Pengaruh 12 Variabel Terpilih

Variabel	Estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	-1.668	0.746	-2.23	0.037	0.1886
X3_Kecepatan	0.01487	0.00689	2.16	0.043	1.015
X4_Volume	0.01435	0.00952	1.51	0.147	1.014
X7_Jarak	-0.01116	0.00541	-2.06	0.052	0.9889
X8_Pandangan	-0.00029	0.000243	-1.2	0.245	0.9997
X10_Lampu	-0.134	0.136	-0.98	0.338	0.8747
X12_Jalan	-0.046	0.152	-0.31	0.763	0.9546
X13_Lajur	0.457	0.309	1.48	0.156	1.579
X14_LHR	0.000847	0.000396	2.14	0.045	1.001
X16_Halus	-0.029	0.167	-0.17	0.864	0.9715
X17_Aspal	-0.021	0.146	-0.15	0.886	0.9791
X20_Perumahan	0.094	0.147	0.64	0.528	1.099
X21_Penerangan	-0.066	0.123	-0.54	0.598	0.9359

Hasil analisis akan menghasilkan persamaan regresi poisson sebagai berikut:

$$\text{Log } Y = -1.668 + 0,01487 X3 + 0,011435 X4 - 0,01116 X7 - 0,00029 X8$$

$$- 0,134 X10 - 0,046 X12 + 0.457 X13 + 0,000847 X14 - 0,029 X16$$

$$- 0,021 X17 + 0,094 X20 - 0.066 X21$$

Atau

$$Y = \exp(-1.668) * \exp(0,01487 X3) * \exp(0,011435 X4) * \exp(-0,01116 X7) * \exp(-0,00029 X8) * \exp(-0,134 X10) * \exp(-0,046 X12) * \exp(0.457 X13) * \exp(0,000847 X14) * \exp(-0,029 X16) * \exp(-0,021 X17) * \exp(0,094 X20) * \exp(-0.066 X21)$$

Tabel 5.26. Analisis Nilai Deviasi Hasil Analisis Regresi Poisson

Source	d.f.	deviance	mean deviance	Deviance ratio	approx F pr.
Regression	12	11.68	0.97329	12.34	<,001
Residual	20	1.577	0.07885		
Total	32	13.256	0.41426		

Persamaan ini secara simultan adalah signifikan, artinya pengaruh gabungan dari 12 variabel berkontribusi signifikan terhadap jumlah kecelakaan. Secara statistik, pengujian ini didasarkan pada harga deviasi yang terhitung dalam persamaan regresi. Nilai rasio deviasi sebesar 12,34 dengan nilai *approx F pr* atau *p-value* dibawah 0,05 menerangkan bahwa persamaan ini signifikan untuk memprediksi jumlah kecelakaan KA pada lintasan sebidang. Hasil uji secara parsial keduabelas variabel dalam persamaan tidak seluruhnya signifikan. Kontribusi dari masing-masing variabel akan dijelaskan sebagai berikut :

Kecepatan kereta api (X3) yang melintasi persimpangan sebidang memiliki koefisien regresi sebesar 0,01487 dengan nilai $t = 2,16$ dan $p\text{-value} = 0,043$. Arah koefisien bertanda positif memberikan makna bahwa rata-rata kecepatan kereta api yang semakin tinggi akan mendorong tingginya tingkat kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi 0,05, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial kecepatan kereta api berpengaruh signifikan ($p\text{-value} < 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Volume kereta api (X4) yang melintasi persimpangan sebidang memiliki koefisien regresi sebesar 0,01435 dengan nilai $t = 1,51$ dan $p\text{-value} = 0,147$. Arah koefisien bertanda positif memberikan makna bahwa volume kereta api yang semakin tinggi akan mendorong tingginya tingkat kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi 0,05, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial volume kereta api berpengaruh tidak signifikan ($p\text{-value} > 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Jarak rambu ke perlintasan persimpangan sebidang (X7) memiliki koefisien regresi sebesar -0,01116 dengan nilai $t = -2,06$ dan $p\text{-value} = 0,052$. Arah koefisien bertanda negatif memberikan makna bahwa penempatan rambu kereta api yang semakin dekat dengan area perlintasan akan mendorong tingginya tingkat kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi 0,05, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial jarak rambu kereta api berpengaruh signifikan ($p\text{-value} < 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Pandangan bebas masinis di perlintasan sebidang (X8) memiliki koefisien regresi sebesar $-0,00029$ dengan nilai $t = -1,20$ dan $p\text{-value} = 0,245$. Arah koefisien bertanda negatif memberikan makna bahwa pendeknya jarak pandang masinis terhadap perlintasan kereta api akan meningkatkan tingginya tingkat kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi $0,05$, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial pandangan bebas masinis kereta api berpengaruh tidak signifikan ($p\text{-value} > 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Lampu flashing (X10) di perlintasan persimpangan sebidang memiliki koefisien regresi sebesar $-0,134$ dengan nilai $t = -0,98$ dan $p\text{-value} = 0,338$. Arah koefisien bertanda negatif memberikan makna bahwa ketersediaan lampu flashing di perlintasan kereta api akan mengurangi tingginya tingkat kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi $0,05$, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial lampu flashing berpengaruh tidak signifikan ($p\text{-value} > 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Lebar jalan (X12) pada perlintasan sebidang memiliki koefisien regresi sebesar $-0,046$ dengan nilai $t = -0,31$ dan $p\text{-value} = 0,763$. Arah koefisien bertanda positif memberikan makna bahwa jalan yang semakin lebar pada perlintasan kereta api akan menekan tingginya tingkat kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi $0,05$, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial lebar jalan berpengaruh tidak signifikan ($p\text{-value} > 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Jumlah lajur (X13) pada perlintasan sebidang memiliki koefisien regresi sebesar $0,457$ dengan nilai $t = 1,48$ dan $p\text{-value} = 0,156$. Arah koefisien bertanda positif memberikan makna bahwa jumlah lajur yang lebih banyak pada perlintasan kereta api akan meningkatkan tingkat kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi $0,05$, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial jumlah lajur berpengaruh tidak signifikan ($p\text{-value} > 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

LHR (X14) pada perlintasan sebidang memiliki koefisien regresi sebesar $0,000847$ dengan nilai $t = 2,14$ dan $p\text{-value} = 0,045$. Arah koefisien bertanda positif memberikan makna bahwa tingginya tingkat LHR pada perlintasan kereta api akan meningkatkan tingginya tingkat kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi $0,05$, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial LHR berpengaruh signifikan ($p\text{-value} < 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Kerataan jalan (X16) terbagi atas 2 jenis yaitu halus dan kasar. Pengaruh kerataan jalan pada tipe halus di perlintasan sebidang memiliki koefisien regresi sebesar $-0,029$ dengan nilai $t = -0,17$ dan $p\text{-value} = 0,864$. Arah koefisien bertanda negatif memberikan makna bahwa kerataan jalan yang halus pada perlintasan kereta api akan menekan jumlah kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi $0,05$,



analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial tipe kerataan jalan berpengaruh tidak signifikan ($p\text{-value} > 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Tipe konstruksi jalan (X17) terbagi atas 4 jenis yaitu aspal, beton, paving dan tanah. Pengaruh tipe konstruksi jalan dengan aspal pada perlintasan sebidang memiliki koefisien regresi sebesar -0,021 dengan nilai $t = -0,15$ dan $p\text{-value} = 0,886$. Arah koefisien bertanda negatif memberikan makna bahwa konstruksi jalan dengan aspal pada perlintasan kereta api akan menekan jumlah kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi 0,05, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial tipe konstruksi aspal berpengaruh tidak signifikan ($p\text{-value} > 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Lingkungan pada perlintasan sebidang (X20) terbagi atas 2 jenis yaitu pertanian dan perumahan. Pengaruh lingkungan perumahan pada perlintasan sebidang memiliki koefisien regresi sebesar 0,094 dengan nilai $t = 0,64$ dan $p\text{-value} = 0,528$. Arah koefisien bertanda positif memberikan makna bahwa perlintasan kereta api di lingkungan perumahan mempunyai tingkat kecelakaan lebih tinggi dibandingkan lingkungan pertanian. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi 0,05, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial lingkungan berpengaruh tidak signifikan ($p\text{-value} > 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Ketersediaan penerangan (X21) pada perlintasan sebidang memiliki koefisien regresi sebesar -0,066 dengan nilai $t = -0,54$ dan $p\text{-value} = 0,598$. Arah koefisien bertanda negatif memberikan makna bahwa keberadaan penerangan di perlintasan kereta api akan menekan tingkat kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi 0,05, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial penerangan berpengaruh tidak signifikan ($p\text{-value} > 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan. Selanjutnya akan dilakukan seleksi terhadap seluruh variabel yang terseleksi di tahap kedua sehingga akan menghasilkan sebuah persamaan regresi dengan seluruh variabel penjelas yang signifikan terhadap tingkat kecelakaan.

c. Analisis Regresi Poisson Untuk Model Terbaik (Tahap ketiga)

Tahap terakhir ini bertujuan untuk membangun model regresi yang signifikan terhadap tingkat kecelakaan baik secara simultan maupun parsial. Seleksi model dilakukan dengan metode stepwise. Seleksi variabel dengan metode ini bekerja dengan cara menyeleksi variabel yang akan menghasilkan *residual mean deviance* paling rendah.

Tabel 5.27. Analisis Nilai Deviasi Pada Persamaan Tanpa Variabel Bebas

Source	d.f.	deviance	Mean deviance	Deviance ratio	approx F pr.
Regression	0	0.000			
Residual	32	13.256	0.4143		
Total	32	13.256	0.4143		

Pada persamaan tanpa ada variabel bebas diperoleh *residual mean deviance* sebesar 0,4143. Model terbaik akan dilakukan dengan cara menambahkan variabel bebas yang berkontribusi signifikan atau bisa menurunkan *residual mean deviance*. Berikut adalah hasil seleksi variabel dengan metode stepwise.

Tabel 5.28. Seleksi Variabel Dengan Stepwise

Step		Seleksi	Keputusan
1	0.1978	Adding X3 Kecepatan	Menambahkan X3 ke dalam model
	0.2508	Adding X14 LHR	
	0.2821	Adding X17 Aspal	
	0.2824	Adding X4 Volume	
	0.2900	Adding X10 Lampu	
	0.2900	Adding X20 Perumahan	
	0.2933	Adding X12 Jalan	
	0.3021	Adding X7 Jarak	
	0.3049	Adding X8 Pandangan	
	0.4062	Adding X21 Penerangan	
	0.4143	No change	
0.4187	Adding X16 Halus	Model hasil seleksi di step 1 ada variabel X3 dan pada step 2 akan ditambahkan X14. Variabel yang sudah masuk tidak ada yang dikeluarkan.	
0.4232	Adding X13 Lajur		
2	0.1309		Adding X14 LHR
	0.1397		Adding X12 Jalan
	0.1536		Adding X13 Lajur
	0.1576		Adding X10 Lampu
	0.1666		Adding X17 Aspal
	0.1670		Adding X8 Pandangan
	0.1730		Adding X4 Volume
	0.1818		Adding X7 Jarak
	0.1978		No change
	0.2032	Adding X16 Halus	
	0.2040	Adding X21 Penerangan	
0.2043	Adding X20 Perumahan	Dropping X3 Kecepatan	
0.4143	Dropping X3 Kecepatan		

Tabel 5.28. Seleksi Variabel Dengan Stepwise (lanjutan)

3	0.09439 0.09525 0.11251 0.12414 0.12598 0.12705 0.12908 0.12930 0.13092 0.13179 0.13189 0.19784 0.25081	Adding Adding Adding Adding Adding Adding Adding Adding No change Adding Adding Dropping Dropping	X10_Lampu X7_Jarak X8_Pandangan X13_Lajur X21_Penerangan X4_Volume X17_Aspal X12_Jalan X16_Halus X20_Perumahan X14_LHR X3_Kecepatan	Model hasil seleksi di step 2 ada variabel X3, X14 dan pada step 3 akan ditambahkan X10. Variabel yang sudah masuk tidak ada yang dikeluarkan.
4	0.07826 0.08996 0.09179 0.09349 0.09439 0.09517 0.09599 0.09730 0.09771 0.09776 0.13092 0.15283 0.15759	Adding Adding Adding Adding No change Adding Adding Adding Adding Adding Dropping Dropping Dropping	X7_Jarak X8_Pandangan X4_Volume X21_Penerangan X13_Lajur X16_Halus X17_Aspal X12_Jalan X20_Perumahan X10_Lampu X3_Kecepatan X14_LHR	Model hasil seleksi di step 3 ada variabel X3, X10, X14 dan pada step 4 akan ditambahkan X7. Variabel yang sudah masuk tidak ada yang dikeluarkan.
Step		Seleksi		Keputusan
5	0.07506 0.07509 0.07796 0.07826 0.07945 0.07955 0.08082 0.08109 0.08111 0.09439 0.09525 0.09882 0.15569	Adding Adding Adding No change Adding Adding Adding Adding Adding Dropping Dropping Dropping Dropping	X13_Lajur X8_Pandangan X21_Penerangan X12_Jalan X4_Volume X20_Perumahan X17_Aspal X16_Halus X7_Jarak X10_Lampu X3_Kecepatan X14_LHR	Model hasil seleksi di step 4 ada variabel X3, X7, X10, X14 dan pada step 5 akan ditambahkan X13. Variabel yang sudah masuk tidak ada yang dikeluarkan.
6	0.06990 0.07329 0.07371 0.07506 0.07660 0.07711 0.07716 0.07793 0.07826 0.08423 0.09517 0.10210 0.11838	Adding Adding Adding No change Adding Adding Adding Adding Dropping Dropping Dropping Dropping Dropping	X8_Pandangan X21_Penerangan X4_Volume X12_Jalan X20_Perumahan X16_Halus X17_Aspal X13_Lajur X10_Lampu X7_Jarak X3_Kecepatan X14_LHR	Model hasil seleksi di step 5 ada variabel X3, X7, X10, X13, X14 dan pada step 6 akan ditambahkan X8. Variabel yang sudah masuk tidak ada yang dikeluarkan.

Tabel 5.28. Seleksi Variabel Dengan Stepwise (lanjutan)

7	0.06639	Adding	X4_Volume	Model hasil seleksi di step 6 ada variabel X3, X7, X8, X10, X13, X14 dan pada step 7 akan ditambahkan X4. Variabel yang sudah masuk tidak ada yang dikeluarkan.
	0.06990	No change		
	0.07110	Adding	X21_Penerangan	
	0.07229	Adding	X17_Aspal	
	0.07240	Adding	X16_Halus	
	0.07241	Adding	X20_Perumahan	
	0.07265	Adding	X12_Jalan	
	0.07350	Dropping	X10_Lampu	
	0.07506	Dropping	X8_Pandangan	
	0.07509	Dropping	X13_Lajur	
	0.08951	Dropping	X7_Jarak	
	0.09677	Dropping	X3_Kecepatan	
	0.10604	Dropping	X14_LHR	
Step	Seleksi			Keputusan
8	0.06639	No change		Model hasil seleksi di step 7 ada variabel X3, X4, X7, X8, X10, X13, X14 dan pada step 8 tidak ada variabel yang ditambahkan dan juga tidak ada variabel yang dikeluarkan.
	0.06746	Adding	X21_Penerangan	
	0.06774	Adding	X20_Perumahan	
	0.06862	Adding	X17_Aspal	
	0.06874	Adding	X12_Jalan	
	0.06914	Adding	X16_Halus	
	0.06953	Dropping	X10_Lampu	
	0.06990	Dropping	X4_Volume	
	0.07371	Dropping	X8_Pandangan	
	0.07572	Dropping	X13_Lajur	
	0.07957	Dropping	X7_Jarak	
	0.08153	Dropping	X14_LHR	
	0.09307	Dropping	X3_Kecepatan	

Hasil seleksi dengan metode stepwise menetapkan ada 7 variabel yang masuk ke dalam model yaitu kecepatan kereta api (X3), volume KA (X4), jarak rambu ke perlintasa (X7), jarak pandang masinis (X8), ketersediaan lampu (X10), jumlah lajur (X13) dan LHR (X14). Variabel lainnya tidak terpilih masuk ke dalam model karena tidak menghasilkan nilai *residual mean deviance* yang lebih rendah lagi. Variabel yang tidak masuk ke dalam model antara lain : lebar jalan (X12), kerataan jalan (X16), tipe konstruksi jalan (X17), lingkungan (X20) dan ketersediaan penerangan (X21).

Tabel 5.29. Analisis Regresi Poisson Seleksi Stepwise

Variabel	estimate	s.e.	t(*)	t pr.	antilog of estimate
Constant	-1.484	0.61	-2.43	0.022	0.2267
X3_Kecepatan	0.01511	0.00446	3.39	0.002	1.015
X4_Volume	0.0126	0.0082	1.54	0.137	1.013
X7_Jarak	-0.01159	0.00467	-2.48	0.020	0.9885
X8_Pandangan	-0.00037	0.000189	-1.97	0.060	0.9996
X10_Lampu	-0.1444	0.0969	-1.49	0.148	0.8655
X13_Lajur	0.335	0.158	2.12	0.044	1.398
X14_LHR	0.000698	0.000256	2.73	0.011	1.001

Hasil analisis pada tujuh variabel terpilih menghasilkan persamaan regresi Poisson sebagai berikut:

$$\text{Log } Y = -1,484 + 0,01511 X3 + 0,0126 X4 - 0,01159 X7 - 0,00037 X8 - 0,1444 X10 + 0,335 X13 + 0,000698 X14$$

Atau

$$Y = \exp(-1,484) * \exp(0,01511 X3) * \exp(0,0126 X4) * \exp(-0,01159 X7) * \exp(-0,00037 X8) * \exp(-0,1444 X10) * \exp(0,335 X13) * \exp(0,000698 X14)$$

dimana :

Y = Jumlah kecelakaan kereta api diperlintasan sebidang tanpa palang pintu (kejadian per tahun);

X3 = Kecepatan kereta api yang lewat (km/jam);

X4 = Volume kereta api (unit - kereta api);

X7 = Jarak rambu ke perlintasan (m);

X8 = Pandangan bebas masinis (m);

X10 = Lampu flashing atau lampu kedip (ada/tidak)

Interpretasi yang dapat diberikan pada hasil estimasi persamaan regresi Poisson meliputi konstanta dan koefisien regresi. Konstanta regresi yang diperoleh adalah -1,484, besaran ini tidak dimaknai secara khusus, karena nilai Log Y berharga -1,484 pada situasi semua nilai X3, X4, X7, X8, X10, X13 dan X14 berharga nol.

Sedangkan hal ini tidak mungkin terjadi, variabel yang bisa berharga nol hanya X10,

sedangkan pada enam variabel lainnya tidak. Selanjutnya makna dari koefisien regresi dilakukan terhadap harga odd rasio (harga e^b) masing-masing koefisien (Yulianingsih, Sukarsa dan Suciptawati, 2012).

Kecepatan kereta api (X3) mempunyai koefisien sebesar 0,01511 memberikan makna bahwa apabila dalam satu perlintasan dilalui kereta api dengan tingkat kecepatan yang tinggi, akan mengakibatkan jumlah kecelakaan akan semakin meningkat. Koefisien ini bertanda positif, maka pada setiap penambahan kecepatan kereta sebesar 10 km/jam, maka akan menaikkan jumlah kecelakaan sebesar $100(e^{0,01511 \times 10} - 1) = 16,31\%$.

Volume kereta api (X4) mempunyai koefisien sebesar 0,0126 memberikan makna bahwa apabila dalam satu perlintasan dilalui kereta api dilalui dengan volume yang besar, akan mengakibatkan jumlah kecelakaan akan semakin meningkat. Koefisien ini bertanda positif, maka pada setiap penambahan volume kecepatan kereta sebanyak 10 kali/hari, maka akan menaikkan jumlah kecelakaan sebesar $100(e^{0,0126 \times 10} - 1) = 13,42\%$.

Jarak rambu ke perlintasan kereta api (X7) mempunyai koefisien sebesar -0,01159 memberikan makna bahwa apabila jarak rambu berada dalam posisi yang terlalu dekat dengan perlintasan kereta api, akan mengakibatkan jumlah kecelakaan akan semakin meningkat. Koefisien ini bertanda negatif, maka pada setiap penempatan rambu dengan jarak 100 meter lebih jauh dari perlintasan, maka akan menurunkan jumlah kecelakaan sebesar $100(1 - e^{0,01159 \times 100}) = 68,62\%$.

Jarak pandang masinis ke perlintasan kereta api (X8) mempunyai koefisien sebesar -0,00037 memberikan makna bahwa apabila jarak pandang masinis tidak jauh terhadap perlintasan kereta api, akan mengakibatkan jumlah kecelakaan akan semakin meningkat. Koefisien ini bertanda negatif, maka pada setiap penambahan jarak pandang 500 meter lebih jauh dari perlintasan, maka akan menurunkan jumlah kecelakaan sebesar $100(1 - e^{0,00037 \times 500}) = 16,97\%$.

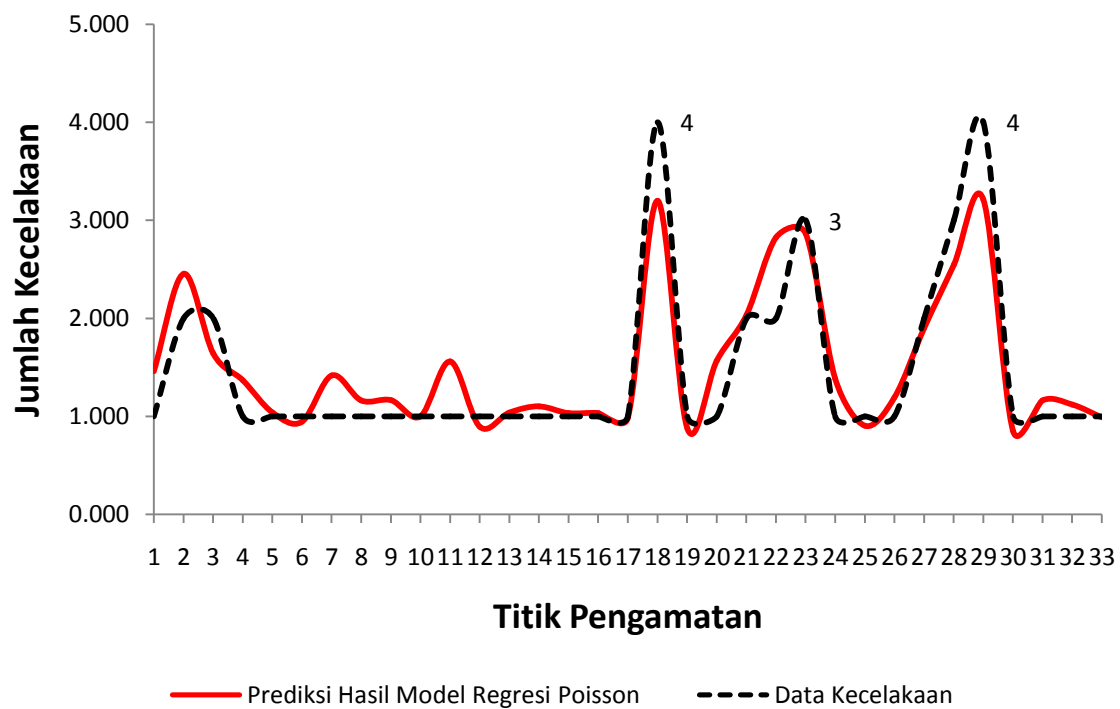
Ketersediaan lampu flashing (X10) mempunyai koefisien sebesar -0,1444 memberikan makna bahwa pada perlintasan kereta api yang tidak dilengkapi dengan lampu flashing atau lampu flashing tidak berfungsi, maka akan mengakibatkan jumlah kecelakaan akan semakin meningkat. Koefisien ini bertanda negatif, maka apabila pada perlintasan terpasang lampu flashing dan berfungsi, maka akan menurunkan jumlah kecelakaan sebesar $100(1 - e^{0,1444 \times 1}) = 13,45\%$.

Jumlah lajur (X13) mempunyai koefisien sebesar 0,335 memberikan makna bahwa apabila dalam satu perlintasan dilalui kereta api berada dalam kawasan dengan jumlah lajur yang lebih banyak, akan mengakibatkan jumlah kecelakaan akan semakin



meningkat. Koefisien ini bertanda positif, maka pada setiap penambahan 1 lajur, maka akan menaikkan jumlah kecelakaan sebesar $100(e^{0,335 \times 1} - 1) = 39,79\%$.

Volume lalu lintas harian (LHR) (X14) mempunyai koefisien sebesar 0,000698 memberikan makna bahwa apabila dalam satu perlintasan dilalui kereta api berada dalam kawasan dengan tingkat LHR tinggi, akan mengakibatkan jumlah kecelakaan akan semakin meningkat. Koefisien ini bertanda positif, maka pada setiap penambahan LHR 100 kendaraan, maka akan menaikkan jumlah kecelakaan sebesar $100(e^{0,000698 \times 100} - 1) = 7,23\%$. Berikut ini adalah grafik prediksi jumlah kecelakaan berdasarkan model regresi Poisson.



Gambar 5.1. Prediksi Kecelakaan Berdasarkan Model Regresi Poisson

5.1.3.3 Analisis Model Regresi Generalized Poisson Berdasarkan hasil Stepwise Regresi Poisson

Hasil analisis pada model regresi Poisson dengan metode stepwise diperoleh 7 (tujuh) variabel yang masuk ke dalam model sehingga menghasilkan *residual mean deviance* paling rendah, yaitu:

- Kecepatan (X3)
- Volume KA (X4)
- Jarak rambu ke perlintasan (X7)

- Pandangan bebas masinis (X8)
- Lampu flash (X10)
- Lajur (X13)
- LHR (X14)

Analisis regresi untuk model Regresi Generalized Poisson dianalisis dengan software STATA versi 10.

Model regresi generalized poisson mengatasi asumsi pada model regresi poisson, karena model regresi generalized poisson tidak mengharuskan data berdistribusi poisson (equi-dispersion). Variabel yang mempengaruhi jumlah kecelakaan tidak semua kontinu, sehingga dilakukan metode robust, yaitu regresi robust generalized poisson. Berikut ini adalah estimasi parameter model regresi generalized poisson data jumlah kecelakaan.

Tabel 5.30 Analisis Regresi Generalized Poisson

Variabel	Coef.	Robust Std.Err	Z	P	[95% Conf. Interval]	
x3_kecepatan	0.0189	0.005	3.63	0.000	0.0087	0.0292
x4_volume	0.0092	0.009	1.04	0.297	-0.0081	0.0265
x7_jarak	-0.0101	0.004	-2.51	0.012	-0.0179	-0.0022
x8_pandangan	-0.0004	0.000	-2.40	0.017	-0.0008	-0.0001
x10_lampu	-0.1733	0.066	-2.62	0.009	-0.3027	-0.0439
x13_lajur	0.2660	0.162	1.64	0.101	-0.0520	0.5839
x14_lhr	0.0008	0.000	2.27	0.023	0.0001	0.0016
_cons	-1.5975	0.730	-2.19	0.029	-3.0282	-0.1668

Dengan menggunakan paket program STATA diperoleh hasil seperti pada Tabel 5.31. Hasil analisis akan menghasilkan persamaan regresi sebagai berikut:

$$\text{Log } Y = -1,5975 + 0,0189 X_3 + 0,0092 X_4 - 0,0101 X_7 - 0,0004 X_8 - 0,1733 X_{10} + 0,2660 X_{13} + 0,0008 X_{14}$$

Atau

$$Y = \exp(-1,5975) * \exp(0,0189 X_3) * \exp(0,0092 X_4) * \exp(-0,0101 X_7) * \exp(-0,0004 X_8) * \exp(-0,1733 X_{10}) * \exp(0,2660 X_{13}) * \exp(0,0008 X_{14})$$

dimana :

Y = Jumlah kecelakaan kereta api diperlintasan sebidang tanpa palang pintu (kejadian per tahun);

X3 = Kecepatan kereta api yang lewat (km/jam);

- X4 = Volume kereta api (unit - kereta api);
 X7 = Jarak rambu ke perlintasan (m);
 X8 = Pandangan bebas masinis (m);
 X10 = Lampu flashing atau lampu kedip (ada/tidak)
 X13 = Jumlah lajur (lajur)
 X14 = Lalu lintas harian rata – rata (smp/hr);

Hasil uji secara parsial kesembilan variabel dalam persamaan tidak seluruhnya signifikan. Kontribusi dari masing-masing variabel akan dijelaskan sebagai berikut :

Kecepatan kereta api (X3) yang melintasi persimpangan sebidang memiliki koefisien regresi 0,0189 dengan nilai Z sebesar 3,63 dan $P = 0,000$. Arah koefisien bertanda positif memberikan makna bahwa rata-rata kecepatan kereta api yang semakin tinggi akan meningkatkan jumlah kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi 0,05, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial kecepatan kereta api berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Volume kereta api (X4) yang melintasi persimpangan sebidang memiliki koefisien regresi 0,0092 dengan nilai $Z = 1,04$ dan $P = 0,297$. Arah koefisien bertanda positif memberikan makna bahwa volume kereta api yang semakin tinggi akan meningkatkan jumlah kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi 0,05, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial volume kereta api berpengaruh tidak signifikan ($P > 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Jarak rambu ke perlintasan persimpangan sebidang (X7) memiliki koefisien regresi -0,0101 dengan nilai Z sebesar -2,51 dan $P = 0,012$. Arah koefisien bertanda negatif memberikan makna bahwa penempatan rambu kereta api yang semakin dekat dengan area perlintasan akan meningkatkan jumlah kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi 0,05, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial jarak rambu kereta api berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

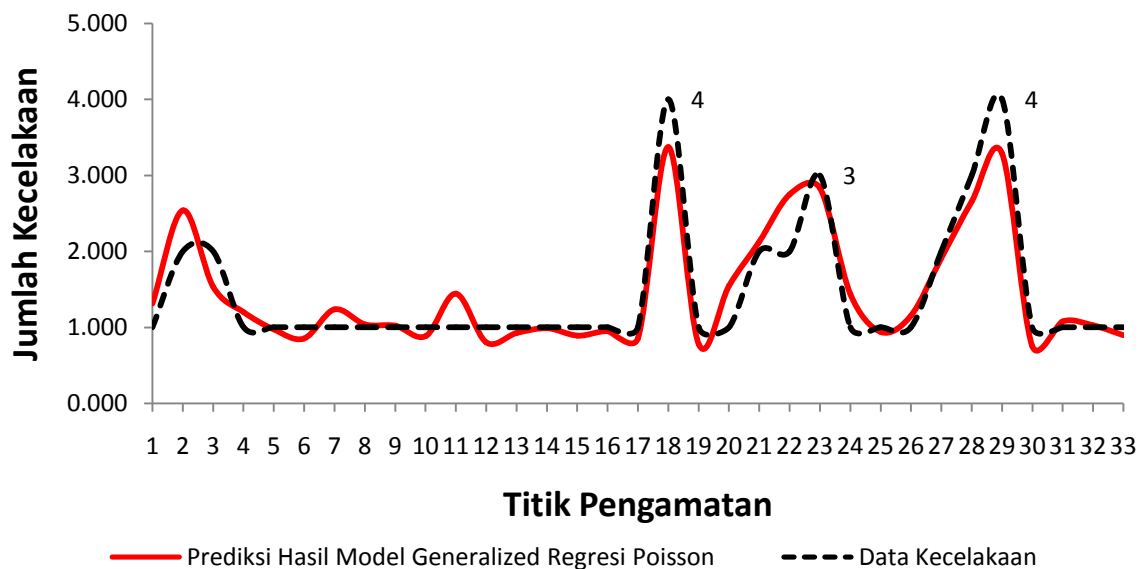
Pandangan bebas di perlintasan sebidang (X8) memiliki koefisien regresi -0,0004 dengan nilai Z sebesar -2,40 dan $P = 0,017$. Arah koefisien bertanda negatif memberikan makna bahwa pendeknya jarak pandang masinis terhadap perlintasan kereta api akan meningkatkan jumlah kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi 0,05, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial pandangan bebas masinis kereta api berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Lampu flashing (X10) di perlintasan persimpangan sebidang memiliki koefisien regresi -0,1733 dengan nilai Z sebesar -2,62 dan $P = 0,009$. Arah koefisien bertanda

negatif memberikan makna bahwa ketersediaan lampu flashing di perlintasan kereta api akan mengurangi jumlah kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi 0,05, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial lampu flashing berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

Jumlah lajur (X13) pada perlintasan sebidang memiliki koefisien regresi 0,2660 dengan nilai Z sebesar 1,64 dan $P = 0,101$. Arah koefisien bertanda positif memberikan makna bahwa jumlah lajur perlintasan kereta api yang lebih banyak akan meningkatkan jumlah kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi 0,05, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa secara parsial lajur berpengaruh tidak signifikan ($P > 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan.

LHR (X14) pada perlintasan sebidang memiliki koefisien regresi sebesar 0,00080 dengan nilai Z sebesar 2,27 dan $P = 0,023$. Arah koefisien bertanda positif memberikan makna bahwa tingginya tingkat LHR pada perlintasan kereta api akan meningkatkan jumlah kecelakaan. Hasil uji statistik pada tingkat signifikansi 0,05, analisis ini memberikan kesimpulan bahwa LHR berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap jumlah kecelakaan. Berikut ini adalah grafik prediksi jumlah kecelakaan berdasarkan model regresi Generalized Poisson.



Gambar 5.2. Prediksi Kecelakaan Berdasarkan Model Regresi Generalized Poisson

Selanjutnya untuk memilih model terbaik dalam menjelaskan jumlah kecelakaan akan dilakukan menggunakan perbandingan nilai AIC. Model terbaik akan mempunyai nilai AIC paling rendah. Berikut disajikan nilai AIC dari berbagai model.

Tabel 5.31: Nilai AIC Pada Kedua Model

Metode	AIC
Regresi Poisson	91.376
Regresi Generalized Poisson	2.795

Dari nilai AIC, maka dapat diketahui bahwa model terbaik adalah regresi generalized poisson karena memiliki nilai AIC yang paling kecil.

5.1.3.4 Pemeriksaan Model

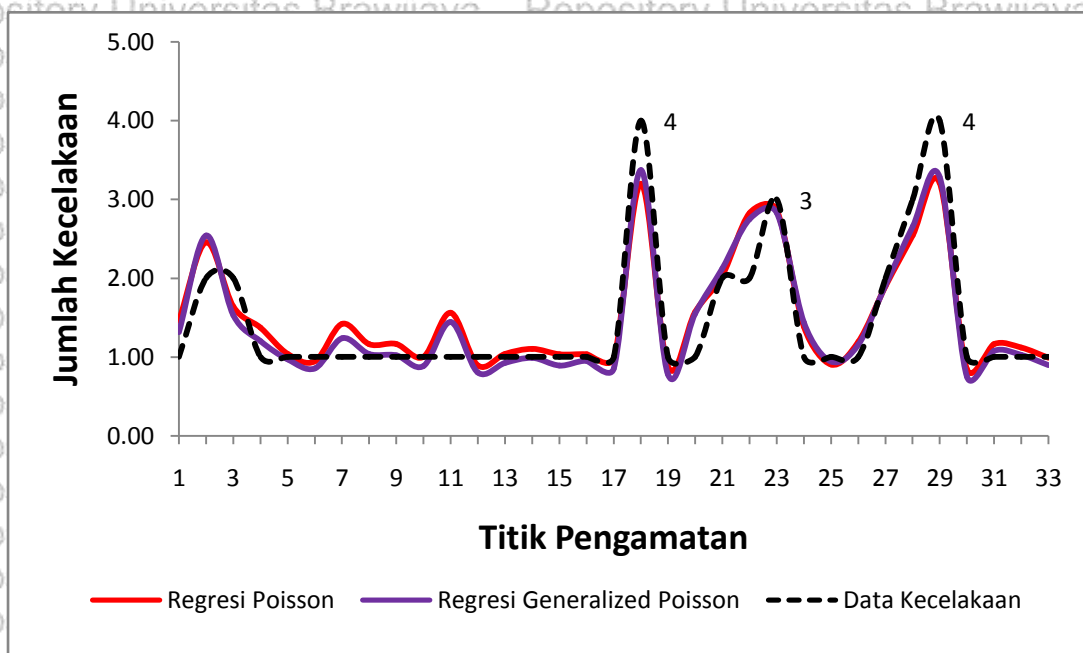
Pemeriksaan model akan mengukur tingkat kecocokan model dengan hasil pengamatan yang sebenarnya. Pemeriksaan model akhir yang diperoleh dapat dipertimbangkan melalui hasil analisis deviasi antara nilai taksiran dan nilai yang sebenarnya, menghitung nilai korelasi dan melakukan uji beda nyata antara hasil prediksi dan nilai sebenarnya (observasi).

Tabel 5.32. Hasil Prediksi Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Model Akhir

Titik Sampel	Aktual	Regresi Poisson		Regresi Generalized Poisson	
1	1	1.46	1.31		
2	2	2.45	2.54		
3	2	1.64	1.53		
4	1	1.37	1.20		
5	1	1.04	0.97		
6	1	0.95	0.85		
7	1	1.42	1.24		
8	1	1.16	1.04		
9	1	1.17	1.02		
10	1	1.00	0.89		
11	1	1.56	1.44		
12	1	0.89	0.80		
13	1	1.04	0.93		
14	1	1.10	0.99		
15	1	1.03	0.89		
16	1	1.03	0.95		
17	1	0.98	0.86		
18	4	3.20	3.37		
19	1	0.88	0.78		
20	1	1.57	1.55		
21	2	2.04	2.12		
22	2	2.83	2.75		
23	3	2.86	2.83		
24	1	1.38	1.44		
25	1	0.91	0.94		
26	1	1.19	1.15		
27	2	1.90	1.91		
28	3	2.55	2.66		
29	4	3.21	3.29		
30	1	0.85	0.75		
31	1	1.16	1.08		
32	1	1.12	1.03		
33	1	0.99	0.90		
	Nilai error ²	4.04	3.30		

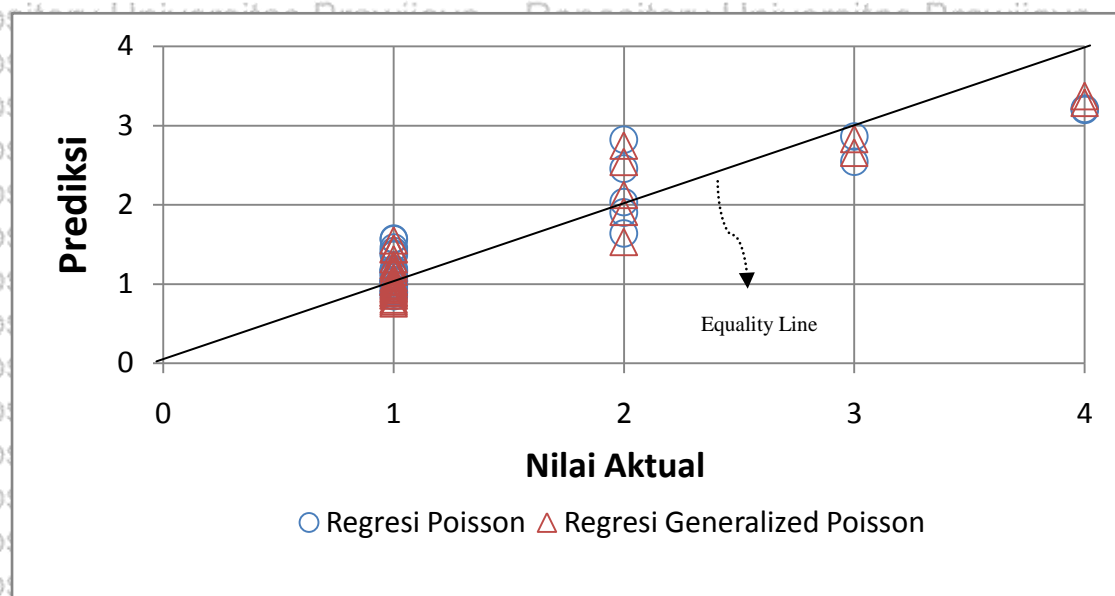
Hasil pemeriksaan model dengan memperhatikan nilai prediksi dengan jumlah kecelakaan yang sebenarnya tampaknya tidak jauh berbeda. Model akhir regresi Poisson yang terdiri atas : kecepatan kereta api (X3), volume KA (X4), jarak rambu ke

perlintasan (X7), jarak pandang masinis (X8), ketersediaan lampu (X10), jumlah lajur (X13) dan LHR (X14). Berikut ini adalah grafik prediksi jumlah kecelakaan berdasarkan model regresi Poisson dan Regresi Generalized Poisson.



Gambar 5.3. Prediksi Kecelakaan Pada Berbagai Model Regresi

Gambar 5.4 mendeskripsikan bahwa hasil prediksi jumlah kecelakaan mendekati nilai aktual. Apabila nilai prediksi jumlah kecelakaan dibulatkan, maka ada 28 titik (81,8%) yang memiliki nilai sama antara prediksi dan aktual dan pada 5 titik lainnya ada perbedaan. Titik-titik yang berbeda antara lain, titik sampel no 11, 18, 20, 22 dan 29.



Gambar 5.4. Hubungan Nilai Prediksi dan Nilai Aktual Jumlah Kecelakaan

Korelasi antara nilai prediksi dengan aktual cukup yakni sebesar 0,892.

Tingginya nilai korelasi ini memberikan penjelasan bahwa model regresi Generalized Poisson mampu memprediksi sangat tinggi. Karakteristik perlintasan yang berpotensi tinggi untuk terjadi kecelakaan akan terprediksi dengan nilai tinggi, begitu pula sebaliknya pada titik yang tidak berpotensi tinggi untuk terjadi kecelakaan, maka akan terprediksi dengan nilai rendah.

Pemeriksaan model juga dilakukan dengan menghitung hasil uji beda nyata jumlah kecelakaan antara nilai prediksi model Regresi Generalized Poisson dan nilai aktual. Pengujian dilakukan dengan uji t dua sampel berpasangan (*paired t test*). Hasil analisis, seperti yang dijelaskan pada Tabel 5.33, diperoleh rata-rata selisih nilai prediksi model regresi Generalized Poisson dengan aktual sebesar 0,000 dengan *p-value* sebesar 1,000 (lebih besar dari 0,05). Hasil ini memberikan kesimpulan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara nilai prediksi dengan nilai aktual.



Tabel 5.33 Analisis Uji Beda Rata-rata Prediksi Model Regresi Generalized Poisson dan Aktual

No	Aktual	Prediksi	Selisih
1	1	1.31	-0.31
2	2	2.54	-0.54
3	2	1.53	0.47
4	1	1.20	-0.20
5	1	0.97	0.03
6	1	0.85	0.15
7	1	1.24	-0.24
8	1	1.04	-0.04
9	1	1.02	-0.02
10	1	0.89	0.11
11	1	1.44	-0.44
12	1	0.80	0.20
13	1	0.93	0.07
14	1	0.99	0.01
15	1	0.89	0.11
16	1	0.95	0.05
17	1	0.86	0.14
18	4	3.37	0.63
19	1	0.78	0.22
20	1	1.55	-0.55
21	2	2.12	-0.12
22	2	2.75	-0.75
23	3	2.83	0.17
24	1	1.44	-0.44
25	1	0.94	0.06
26	1	1.15	-0.15
27	2	1.91	0.09
28	3	2.66	0.34
29	4	3.29	0.71
30	1	0.75	0.25
31	1	1.08	-0.08
32	1	1.03	-0.03
33	1	0.90	0.10
Rata-rata	1.455	1.455	0.00

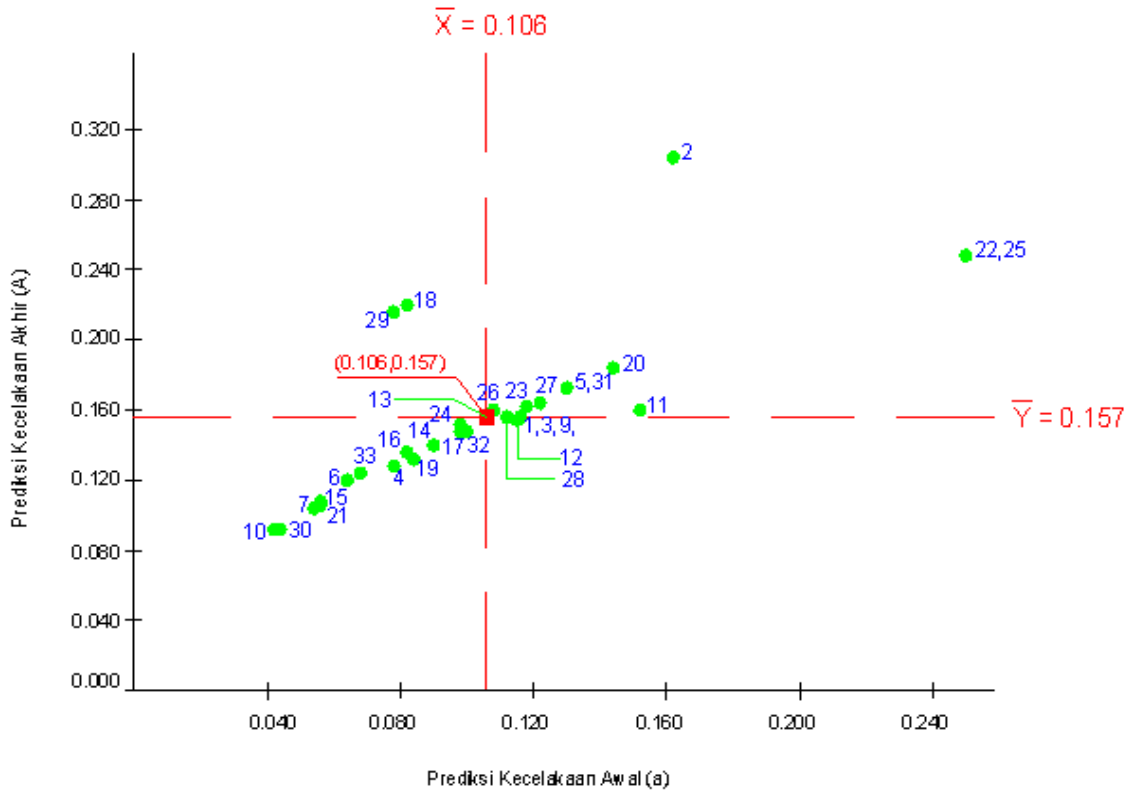
Thitung = 0,00 ; p-value = 1,000

Dari pemeriksaan terhadap model regresi Generalized Poisson memperlihatkan bahwa model ini dapat digunakan untuk memprediksi jumlah kecelakaan, karena hasil uji beda rata-rata pada kelompok prediksi model Poisson tidak berbeda nyata dengan

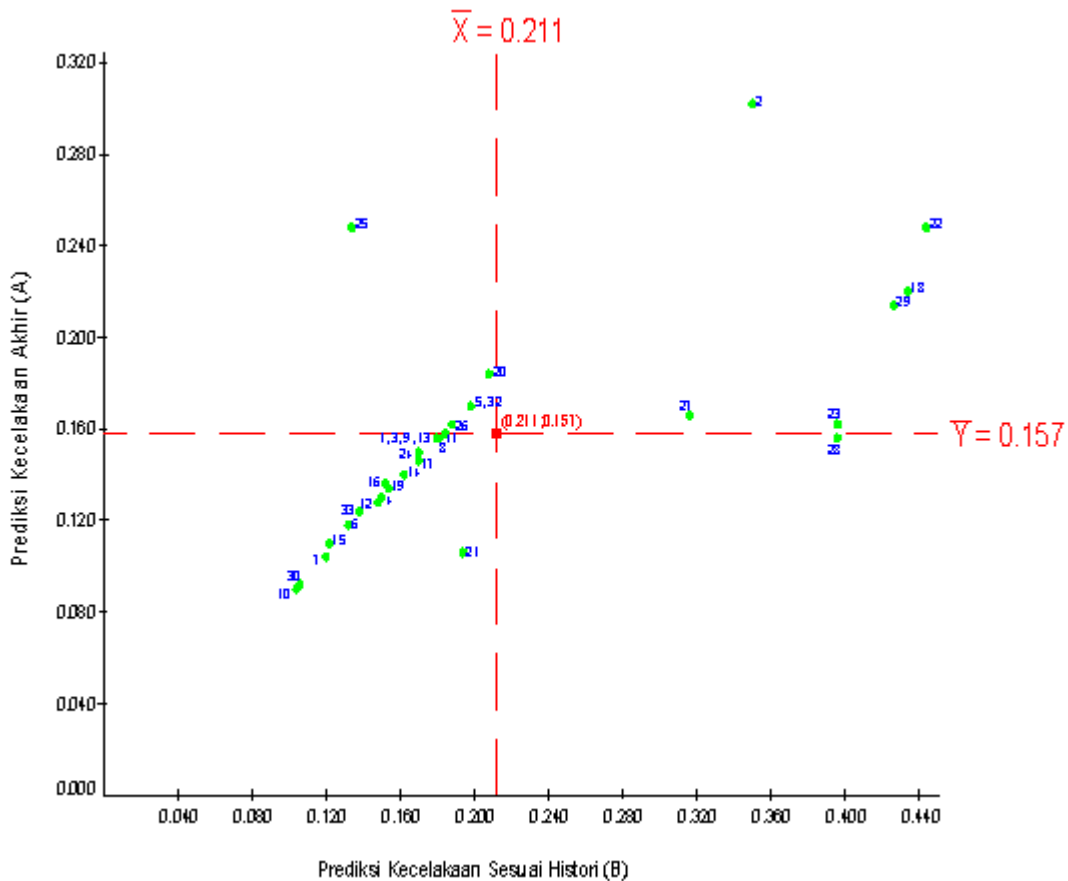
data aktual. Pemeriksaan model juga dilakukan terhadap nilai prediksi yang dihasilkan oleh regresi Generalized Poisson adalah dengan cara membandingkan hasil perhitungan nilai CCI (Combined Casualty Index) yang dilakukan menurut FRA (*Federal Railroad Administration*) seperti yang dijelaskan pada bagian 2.5 pada bab tinjauan pustaka. Hasil perhitungan prediksi kejadian kecelakaan dengan nilai CCI ada pada Tabel 5.34 berikut di bawah ini :

Tabel 5.34 Prediksi Kejadian Kecelakaan di Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu

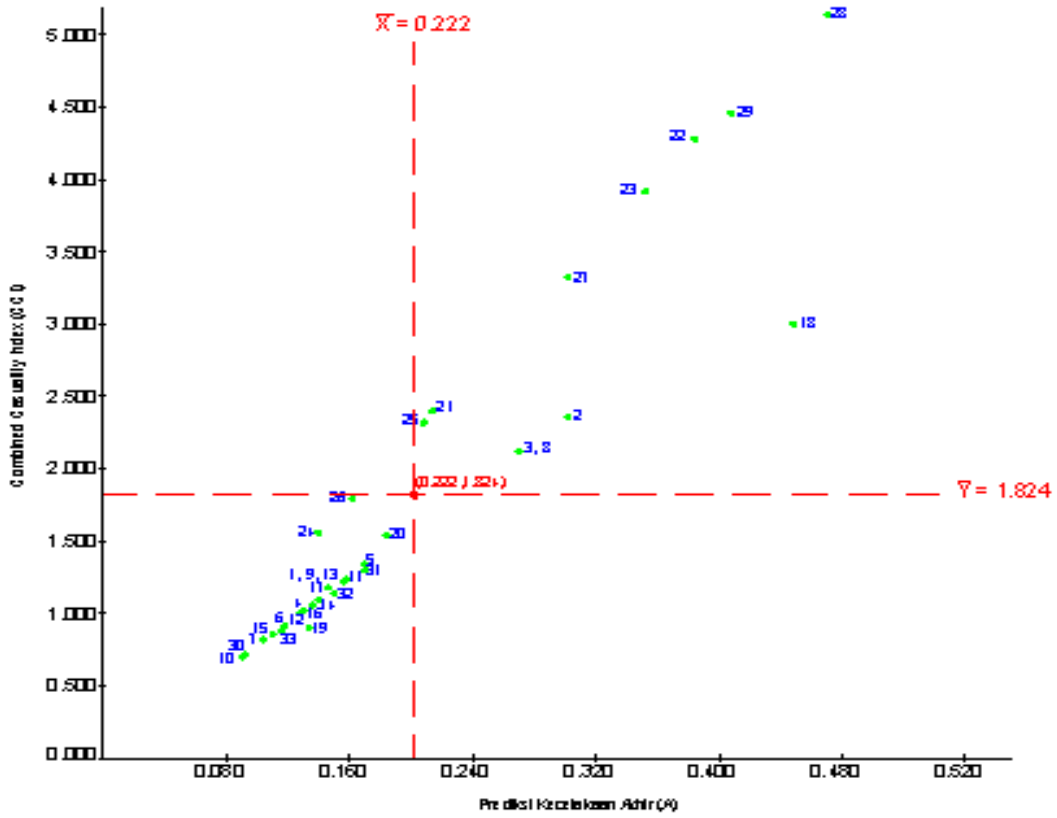
No.	KM-HM	Antara	Wilayah operasi	Jumlah kecelakaan (per 3 tahun)	Prediksi Kecelakaan Awal (a)		Prediksi Kecelakaan sesuai Histori (B)	Prediksi Kecelakaan Akhir (A)	Combined Casualty Index (CCI)
					Passive Warning Device	Flashing Light Warning Device			
1	128+613	BJ-SBI	Bojonegoro	1	0.115	-	0.181	0.156	1.219
2	135+958	BJ-SBI	Bojonegoro	2	0.161	-	0.350	0.303	2.366
3	140+135	SRJ-BWO	Bojonegoro	2	0.130	-	0.313	0.271	2.115
4	144+443	SRJ-BWO	Bojonegoro	1	0.079	-	0.150	0.130	1.012
5	150+311	SRJ-BWO	Bojonegoro	1	0.130	-	0.198	0.171	1.334
6	162+681	BBT-GEB	Lamongan	1	-	0.064	0.133	0.118	0.926
7	166+228	BBT-GEB	Lamongan	1	0.054	-	0.120	0.104	0.815
8	171+476	GEB-PC	Lamongan	1	0.115	-	0.313	0.271	2.124
9	175+679	GEB-PC	Lamongan	1	0.107	-	0.180	0.156	1.221
10	176+870	GEB-PC	Lamongan	1	0.042	-	0.105	0.090	0.709
11	178+610	SLR-LMG	Lamongan	1	0.151	-	0.183	0.158	1.241
12	179+735	SLR-LMG	Lamongan	1	0.077	-	0.148	0.128	1.002
13	180+860	SLR-LMG	Lamongan	1	0.107	-	0.180	0.156	1.221
14	183+190	SLR-LMG	Lamongan	1	0.090	-	0.162	0.140	1.098
15	184+450	SLR-LMG	Lamongan	1	-	0.056	0.123	0.109	0.856
16	186+636	SLR-LMG	Lamongan	1	-	0.081	0.152	0.135	1.060
17	199+790	LMG-DD	Gresik	1	0.098	-	0.170	0.147	1.190
18	222+603	KDA-TES	Surabaya	4	-	0.103	0.505	0.449	3.009
19	225+492	TES-SBI	Surabaya	1	0.083	-	0.154	0.133	0.894
20	20+411	WO-SPJ	Surabaya	1	-	0.143	0.208	0.185	1.538
21	26+523	SDA-TGA	Sidoarjo	2	0.081	-	0.247	0.213	2.398
22	25+530	SPJ-BH	Sidoarjo	2	0.250	-	0.444	0.384	4.279
23	26+121	SPJ-BH	Sidoarjo	3	-	0.117	0.395	0.351	3.917
24	28+405	SPJ-BH	Sidoarjo	1	-	0.085	0.157	0.139	1.551
25	32+303	SPJ-BH	Sidoarjo	1	0.178	-	0.240	0.207	2.313
26	35+810	BH-KRN	Sidoarjo	1	0.108	-	0.187	0.162	1.802
27	39+808	PR-BG	Pasuruan	2	0.158	-	0.350	0.303	3.323
28	43+629	PR-BG	Pasuruan	3	0.196	-	0.543	0.469	5.150
29	44+610	PR-BG	Pasuruan	4	-	0.090	0.458	0.407	4.466
30	29+128	SN-LW	Malang	1	0.043	-	0.106	0.092	0.722
31	66+065	PSI-KPN	Blitar	1	0.130	-	0.198	0.171	1.303
32	76+158	NB-SBP	Blitar	1	0.101	-	0.173	0.150	1.141
33	119+583	TAL-GRM	Blitar	1	-	0.062	0.130	0.116	0.884



Gambar 5.5 : Grafik Hubungan Antara Nilai a dan A



Gambar 5.6 : Grafik Hubungan Antara Nilai B dan A



Gambar 5.7 : Grafik Hubungan Antara Nilai A dan CCI

Adapun titik - titik lokasi yang teridentifikasi mengalami kejadian kecelakaan yang melibatkan antara kereta api dan kendaraan baik roda dua (R2) maupun roda empat (R4) kemudian dilakukan perhitungan prediksi kejadian kecelakaan seperti yang tertera pada Tabel 5.35 berikut di bawah ini :

Tabel 5.35 Prediksi Kejadian Kecelakaan di Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu

No.	KM-HM	Antara	Wilayah Operasi	Prediksi Combined Casualty Index (CCI)	Ranking Prioritas penanganan	Keterangan
1	128+613	BJ-SBI	Bojonegoro	1.219	(20)	
2	135+958	BJ-SBI	Bojonegoro	2.366	(8)	
3	140+135	SRJ-BWO	Bojonegoro	2.115	(11)	
4	144+443	SRJ-BWO	Bojonegoro	1.012	(25)	
5	150+311	SRJ-BWO	Bojonegoro	1.334	(15)	
6	162+681	BBT-GEB	Lamongan	0.926	(27)	
7	166+228	BBT-GEB	Lamongan	0.815	(31)	
8	171+476	GEB-PC	Lamongan	2.124	(10)	
9	175+679	GEB-PC	Lamongan	1.221	(18)	
10	176+870	GEB-PC	Lamongan	0.709	(33)	
11	178+610	SLR-LMG	Lamongan	1.241	(17)	
12	179+735	SLR-LMG	Lamongan	1.002	(26)	
13	180+860	SLR-LMG	Lamongan	1.221	(19)	
14	183+190	SLR-LMG	Lamongan	1.098	(23)	
15	184+450	SLR-LMG	Lamongan	0.856	(30)	
16	186+636	SLR-LMG	Lamongan	1.060	(24)	
17	199+790	LMG-DD	Gresik	1.190	(21)	
18	222+603	KDA-TES	Surabaya	3.009	(6)	
19	225+492	TES-SBI	Surabaya	0.894	(28)	
20	20+411	WO-SPJ	Surabaya	1.538	(14)	
21	26+523	SDA-TGA	Sidoarjo	2.398	(7)	
22	25+530	SPJ-BH	Sidoarjo	4.279	(3)	(ketiga)
23	26+121	SPJ-BH	Sidoarjo	3.917	(4)	
24	28+405	SPJ-BH	Sidoarjo	1.551	(13)	
25	32+303	SPJ-BH	Sidoarjo	2.313	(9)	
26	35+810	BH-KRN	Sidoarjo	1.802	(12)	
27	39+808	PR-BG	Pasuruan	3.323	(5)	
28	43+629	PR-BG	Pasuruan	5.150	(1)	(pertama)
29	44+610	PR-BG	Pasuruan	4.466	(2)	(kedua)
30	29+128	SN-LW	Malang	0.722	(32)	
31	66+065	PSI-KPN	Blitar	1.303	(16)	
32	76+158	NB-SBP	Blitar	1.141	(22)	
33	119+583	TAL-GRM	Blitar	0.884	(29)	

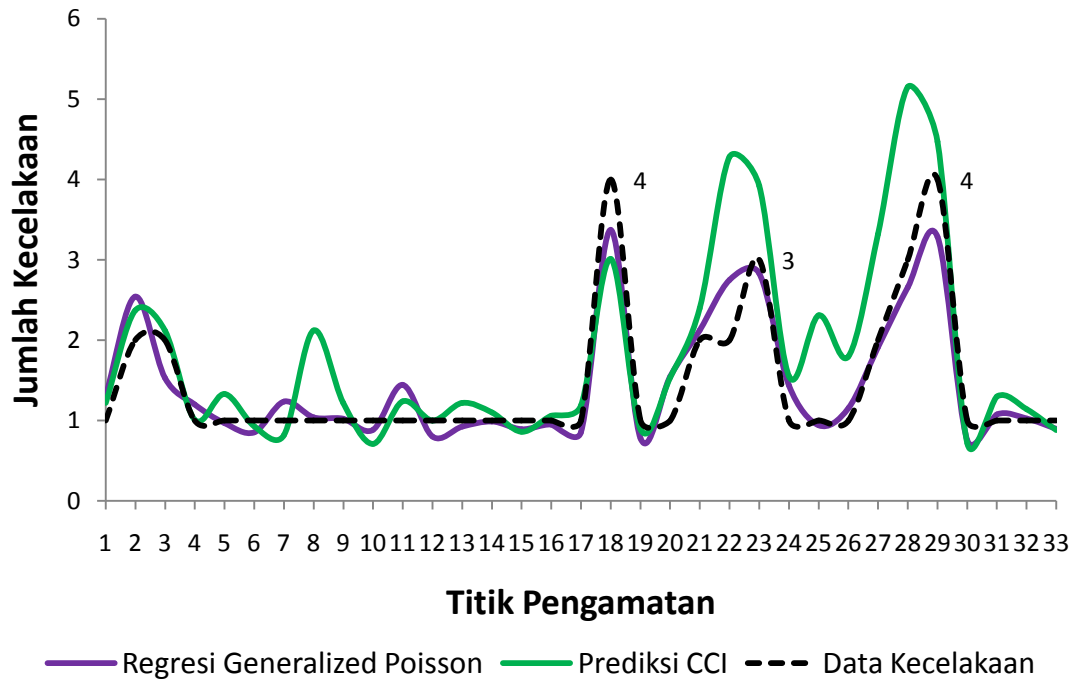
Pemeriksaan uji beda nyata juga dilakukan terhadap hasil perhitungan nilai CCI dibandingkan dengan nilai aktual dilakukan dengan uji t dua sampel berpasangan (*paired t test*). Hasil analisis, seperti dijelaskan pada Tabel 5.36, diperoleh rata-rata selisih nilai CCI dengan aktual sebesar -0,370 dengan *p-value* sebesar 0,003 (lebih kecil dari 0,05). Hasil ini memberikan kesimpulan bahwa ada perbedaan yang nyata antara nilai CCI dengan nilai aktual.

Tabel 5.36. Analisis Uji Beda Rata-rata Nilai CCI dan Aktual

No.	Aktual	CCI	Selisih
1	1	1.22	-0.22
2	2	2.37	-0.37
3	2	2.12	-0.12
4	1	1.01	-0.01
5	1	1.33	-0.33
6	1	0.93	0.07
7	1	0.82	0.18
8	1	2.12	-1.12
9	1	1.22	-0.22
10	1	0.71	0.29
11	1	1.24	-0.24
12	1	1.00	0.00
13	1	1.22	-0.22
14	1	1.10	-0.10
15	1	0.86	0.14
16	1	1.06	-0.06
17	1	1.19	-0.19
18	4	3.01	0.99
19	1	0.89	0.11
20	1	1.54	-0.54
21	2	2.40	-0.40
22	2	4.28	-2.28
23	3	3.92	-0.92
24	1	1.55	-0.55
25	1	2.31	-1.31
26	1	1.80	-0.80
27	2	3.32	-1.32
28	3	5.15	-2.15
29	4	4.47	-0.47
30	1	0.72	0.28
31	1	1.30	-0.30
32	1	1.14	-0.14
33	1	0.88	0.12
Rata-rata	1.455	1.82	-0.37

$T_{hitung} = -3,173$; $p\text{-value} = 0,003$

Hasil pemeriksaan model prediksi jumlah kecelakaan yang didasarkan pada perhitungan CCI adalah tidak lebih baik, bila dibandingkan dengan hasil model prediksi regresi Generalized Poisson yang dilakukan. Nilai selisih terhadap jumlah kecelakaan aktual dari perhitungan CCI adalah lebih besar dibandingkan dengan prediksi hasil regresi Poisson hasil penelitian, seperti diperlihatkan pada Gambar berikut.



Gambar 5.8. Perbandingan Prediksi Model Regresi Generalized Poisson dan CCI

Perbandingan variabel penjelas antara model Regresi Generalized Poisson dengan model formula CCI dari Federal Railroad Administration (FRA) yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kejadian kecelakaan kereta api dapat digambarkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 5.36a. Perbandingan variabel penjelas model Regresi Generalized Poisson dan Formula CCI

No.	Model Regresi Generalized Poisson	No.	CCI (FRA)
1	Kecepatan Kereta Api (X3)	1	Kecepatan kereta api (MS)
2	Volume Kereta Api (X4)	2	Volume kereta api (DT)
3	Jumlah Lajur (X13)	3	Jumlah lajur (HL)
4	Lampu flashing atau lampu kedip (X10)	4	Tipe pengamanan perlintasan (K)
5	Lalu lintas harian rata – rata (LHR) (X14)	5	Perkalian antara KA yang lewat dan Kendaraan yang lewat (EI)
6	Jarak rambu ke perlintasan (X7)	6	Tipe perkerasan jalan (HP)
7	Pandangan bebas masinis (X8)	7	Jumlah sepur (MT)
		8	Jumlah kecelakaan pada perlintasan (N)
		9	Jumlah tahun yang ditinjau (T)
		10	Jumlah kereta langsir (IS)

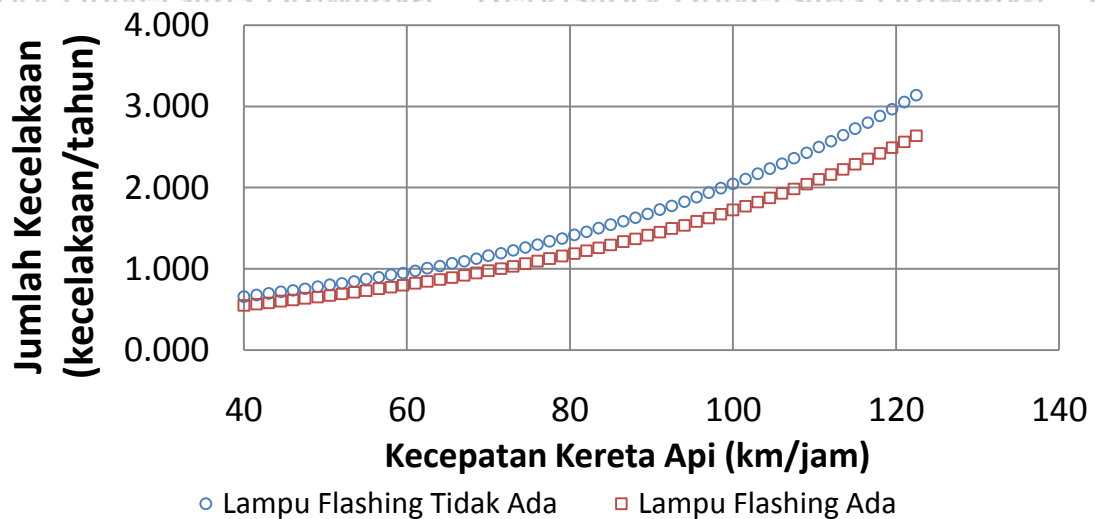
5.1.3.5 Analisis Sensitifitas

Hasil model akhir regresi Generalized Poisson memiliki tujuh variabel penentu terhadap jumlah kecelakaan yaitu kecepatan kereta api (X3), volume kereta api (X4), jarak rambu ke perlintasan (X7), jarak pandang masinis (X8), fasilitas lampu flashing (X10), jumlah lajur (X13) dan volume lalu lintas harian (LHR) (X14), Koefisien regresi paling besar ada pada variabel lampu flashing. Berdasarkan model yang diperoleh, penurunan jumlah kecelakaan dapat dilakukan dengan cara :

- Mengurangi kecepatan kereta api saat melintas pada perlintasan sebidang
- Memasang rambu dengan jarak yang lebih jauh sebelum titik perlintasan
- Merawat dan menjaga lampu flashing agar selalu dapat difungsikan
- Memberikan perhatian khusus pada lalu lintas pada saat jam – jam sibuk baik pagi maupun sore dengan menempatkan penjaga di perlintasan tanpa palang pintu;
- Memberikan jarak pandang bebas yang lebih jauh bagi masinis.

Pada bagian ini akan dianalisis tingkat sensitifitas suatu variabel penentu ini dengan mengasumsikan kondisi variabel lainnya tidak berubah. Analisis sensitivitas akan ditampilkan secara grafis dengan membagi data menjadi dua kondisi yaitu : tersedia lampu flashing dan tidak tersedia. Kecepatan kereta api berkisar antara 65 – 90 km/jam, jarak rambu ke perlintasan berkisar 4 – 30 meter, sedangkan nilai LHR berkisar 33,8 – 919,6 smp. Tingkat kecelakaan akan begitu rendah apabila dalam perlintasan tersedia lampu flashing, kereta melintas dengan kecepatan rendah, jarak rambu ke perlintasan cukup jauh dari titik perlintasan dan lalu lintas harian tidak padat.

a. Kecepatan Kereta Api

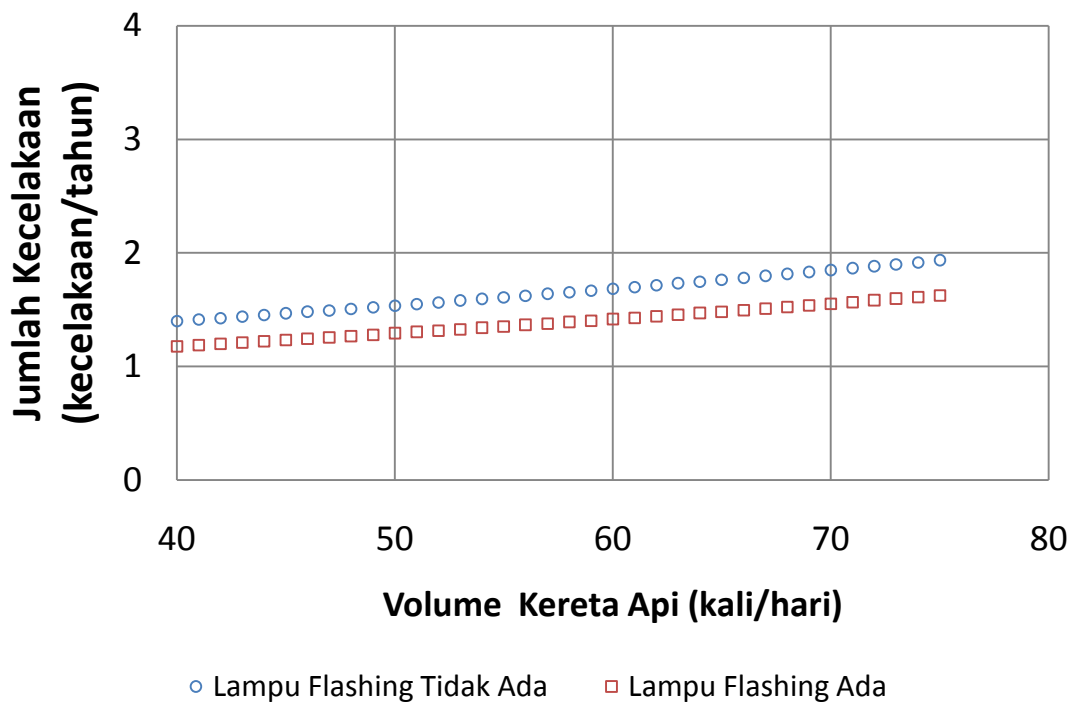


Gambar 5.9. Prediksi Jumlah Kecelakaan Pada Berbagai Kecepatan Kereta Api

Perhitungan kenaikan jumlah kecelakaan dianalisis dengan memberikan nilai bagi volume kereta sebanyak 30 kali/hari, jarak rambu ke perlintasan sebesar 30 meter, jarak pandang masinis 700 m, jumlah lajur sebanyak 2 dan LHR sebesar 250 smp, maka prediksi kecelakaan dapat dijelaskan seperti pada Gambar 5.9 nampak bahwa kecepatan kereta api bertambah diprediksi meningkatkan jumlah kecelakaan dan peranan keberadaan lampu flashing yang masih berfungsi baik sangat membantu terjadinya penekanan angka kecelakaan.

Hasil analisis sensitifitas berdasarkan pada perubahan kecepatan kereta api dan perubahan jumlah kecelakaan, nampak bahwa pada kenaikan kecepatan kereta api hingga 60% jumlah kecelakaan akan diprediksi naik sekitar 57,56%. Sedangkan apabila kecepatan kereta naik 100%, maka jumlah kecelakaan akan diprediksi naik sekitar 115%.

b. Volume Kereta Api



Gambar 5.10. Prediksi Jumlah Kecelakaan Pada Berbagai Volume Kereta Api

Perhitungan kenaikan jumlah kecelakaan dianalisis dengan memberikan nilai kecepatan kereta api 75 km/jam, jarak rambu ke perlintasan sebesar 30 meter, jarak pandang masinis 700 m, jumlah lajur sebanyak 2 dan LHR sebesar 250 smp, maka prediksi kecelakaan dapat dijelaskan seperti pada Gambar 5.10 nampak bahwa apabila volume kereta api bertambah diprediksi meningkatkan jumlah kecelakaan dan

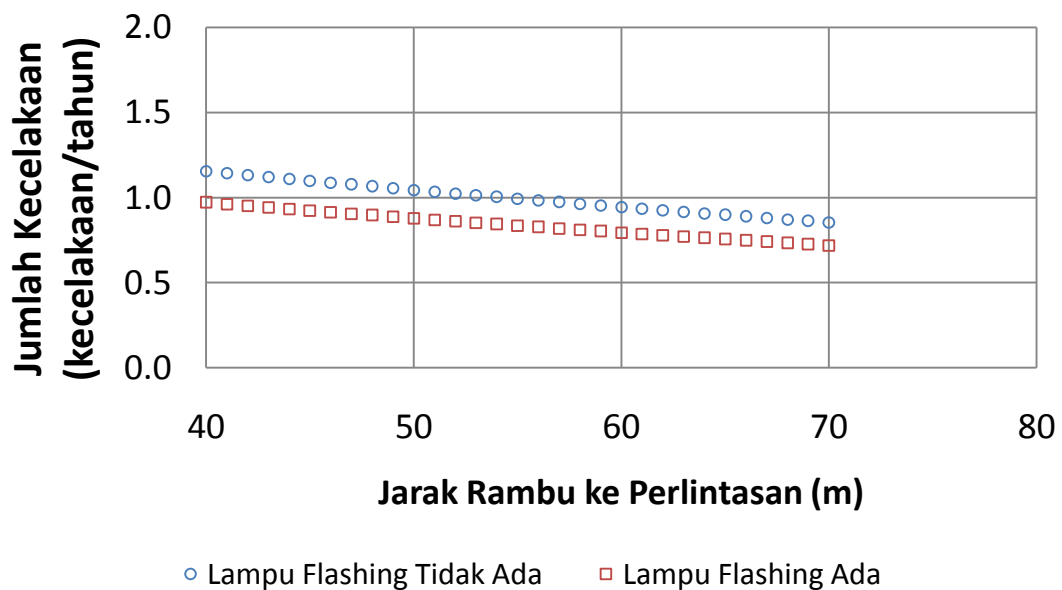
peranan keberadaan lampu flashing yang masih berfungsi baik sangat membantu terjadinya penekanan angka kecelakaan.

Hasil analisis sensitifitas berdasarkan pada perubahan volume kereta api dan perubahan jumlah kecelakaan, nampak bahwa pada kenaikan volume kereta api hingga 50% jumlah kecelakaan akan diprediksi naik sekitar 9,66%. Sedangkan apabila volume kereta naik 100%, maka jumlah kecelakaan akan diprediksi naik sekitar 20,25%.

c. Jarak Rambu ke Perlintasan

Perhitungan kenaikan jumlah kecelakaan dianalisis dengan memberikan nilai kecepatan kereta 75 km/jam, volume kereta api 30 kali/hari, jarak pandang masinis 700 m, jumlah lajur sebanyak 2 dan LHR sebesar 250 smp, maka prediksi kecelakaan dapat dijelaskan seperti pada Gambar 5.11 nampak bahwa apabila jarak rambu ke perlintasan lebih jauh diprediksi akan menekan jumlah kecelakaan dan peranan keberadaan lampu flashing yang masih berfungsi baik sangat membantu terjadinya penekanan angka kecelakaan.

Hasil analisis sensitifitas berdasarkan pada perubahan jarak rambu ke perlintasan kereta api dan perubahan jumlah kecelakaan, nampak bahwa pada pertambahan jarak hingga 50% jumlah kecelakaan akan diprediksi turun sekitar 7%. Sedangkan apabila jarak lebih jauh naik 100%, maka jumlah kecelakaan akan diprediksi turun sekitar 14%.

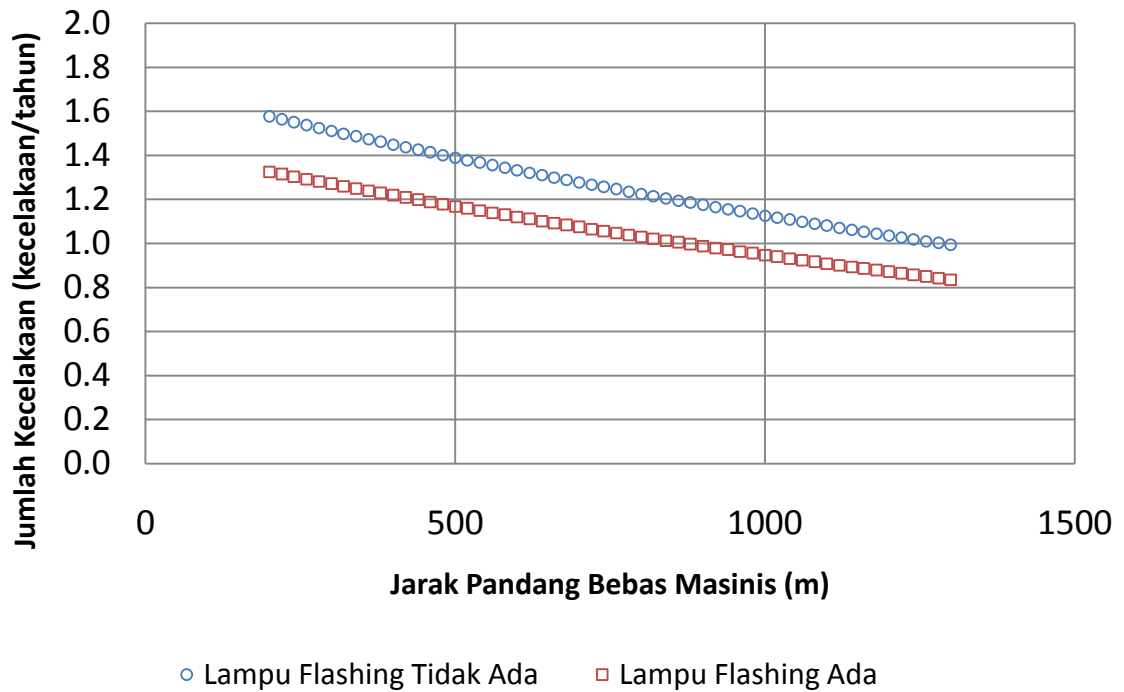


Gambar 5.11. Prediksi Jumlah Kecelakaan Pada Berbagai Jarak Rambu Ke Perlintasan

d. Jarak Pandang Bebas Masinis

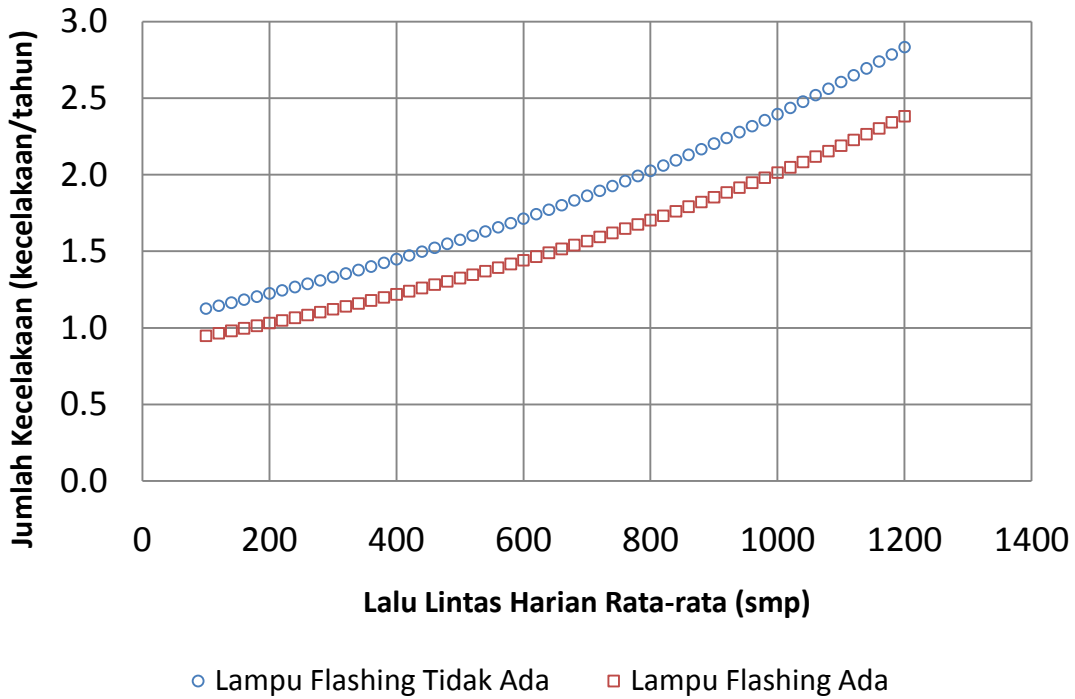
Perhitungan kenaikan jumlah kecelakaan dianalisis dengan memberikan nilai kecepatan kereta 75 km/jam, volume kereta api 30 kali/hari, jarak rambu ke perlintasan 30 m, jumlah lajur sebanyak 2 dan LHR sebesar 250 smp, maka prediksi kecelakaan dapat dijelaskan seperti pada Gambar 5.12 nampak bahwa apabila jarak pandang masinis melihat titik perlintasan lebih jauh, diprediksi akan menekan jumlah kecelakaan dan peranan keberadaan lampu flashing yang masih berfungsi baik sangat membantu terjadinya penekanan angka kecelakaan.

Hasil analisis sensitifitas berdasarkan pada perubahan jarak pandang bebas masinis dan perubahan jumlah kecelakaan, nampak bahwa pada penambahan jarak hingga 100% jumlah kecelakaan akan diprediksi turun sekitar 8%. Sedangkan apabila jarak lebih jauh naik 200%, maka jumlah kecelakaan akan diprediksi turun sekitar 15%.



Gambar 5.12. Prediksi Jumlah Kecelakaan Pada Berbagai Jarak Pandang Masinis

e. Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR)



Gambar 5.13 Prediksi Jumlah Kecelakaan Pada Berbagai Nilai LHR

Perhitungan kenaikan jumlah kecelakaan dianalisis dengan memberikan nilai kecepatan kereta 75 km/jam, volume kereta api 30 kali/hari, jarak rambu ke perlintasan 30 m, jarak pandang masinis 700 m dan jumlah lajur sebanyak 2, maka prediksi kecelakaan pada berbagai tingkat LHR dapat dijelaskan seperti pada Gambar 5.13. Kepadatan lalu lintas yang semakin tinggi akan meningkatkan jumlah kecelakaan dan peranan keberadaan lampu flashing yang masih berfungsi baik, sangat membantu terjadinya penekanan angka kecelakaan. Hasil analisis sensitifitas perubahan nilai LHR dan perubahan jumlah kecelakaan, didapatkan hasil perhitungan bahwa pada peningkatan LHR hingga 100% maka jumlah kecelakaan akan diprediksi naik sekitar 8%. Sedangkan apabila nilai LHR naik 200%, maka jumlah kecelakaan akan diprediksi naik sekitar 18,24%.

d. Lampu Flashing

Keberadaan variabel lampu flashing / lampu kedip (X10) pada persamaan regresi generalized poisson berpengaruh signifikan dalam menurunkan jumlah kejadian kecelakaan terlihat pada gambar 5.9 sd gambar 5.13. Kondisi perlintasan sebidang tanpa palang pintu yang tidak dilengkapi dengan keberadaan lampu flashing

/ lampu kedip berpotensi menimbulkan kejadian kecelakaan yang lebih tinggi.

Perhitungan kenaikan jumlah kecelakaan dengan memberikan nilai bagi variabel kecepatan kereta api sebesar 70 km/jam, jarak rambu terhadap perlintasan sebesar 30 meter dan nilai LHR sebesar 100 smp maka peningkatan nilai kecepatan hingga 50 % dan penurunan jarak rambu hingga 50 % serta peningkatan nilai LHR hingga 100 % dalam penelitian ini terbukti bahwa peranan keberadaan lampu flashing dapat menurunkan prediksi jumlah kecelakaan hingga 30 %.

e. Keterkaitan Dengan Hasil Penelitian Yang Terdahulu

Beberapa peneliti yang terdahulu juga menemukan pengaruh variabel kecepatan kereta api (X3), Ada dan tidaknya lampu kedip (X10) serta pengaruh Lalu Lintas Harian rata – rata (LHR) (X14) terhadap jumlah kejadian kecelakaan di perlintasan sebidang. Peneliti tersebut antara lain Federal Railroad Administration Amerika (FRA),1987; V. Gitelman et al,1996; Frank F. Saccomanno et al,2001; Shannon Mok et al,2003; Jinsun Lee at al, 2005; Chi Kang Lee at al, 2007; Siti Zaharah Ishak at al,2010; Shou-Ren Hu at al, 2011 dimana pada penelitian ini variabel – variabel penjelas yang direkomendasikan mendukung hasil penelitian peneliti – peneliti terdahulu.

Penelitian yang dilakukan oleh Coffister dan Pflaum (2007) menemukan bahwa variabel – variabel penjelas yang signifikan berpengaruh terhadap kemungkinan kecelakaan adalah kecepatan kereta api melintas, jumlah kereta api yang melintas tiap hari, persentase kendaraan berat (truk), jumlah lalu lintas kendaraan (jumlah lajur), rambu – rambu peringatan, rambu berhenti, rambu persilangan, rambu – rambu yang lain, signal di jalan raya, lampu flas, sudut perlintasan, permukaan pertemuan jalan raya dan jalan kereta api, area perdagangan, area perumahan, area industri dan sejarah kecelakaan selama 5 tahun. Jumlah lalu lintas kereta api di malam hari sangat penting dibandingkan dengan di siang hari. Beberapa penjelasan untuk hasil ini adalah (a) jumlah kereta di malam hari dan siang hari sangat berkorelasi, (b) jarak pandang berkurang pada malam hari, dan (c) pada malam hari, baik masinis maupun pengendara lainnya sangat mungkin dalam keadaan lelah. Peran dari keberadaan lampu flashing juga ditekankan dalam penelitian Coffister dan Pflaum (2007). Keberadaan lampu ini bermanfaat besar bagi pengendaraan lain yang akan melintasi perlintasan sebidang. Tidak adanya palang pintu mengakibatkan tanda-tanda berhenti bagi kendaraan didapatkan dari berkedipnya lampu flashing.

Pengaruh kecepatan kereta api dan jarak pandang masinis sejalan dengan penelitian Gitelman dan Hakkert (1996), Mok dan Savage (2003), Lee dan Hu (2007),



Ishak, Yue dan Somenahali (2010) bahwa jumlah kecelakaan ditentukan oleh perangkat peringatan, volume lalu lintas jalan, volume lalu lintas kereta api dan kondisi jarak pandang. Sistem pengereman kereta api mempunyai sifat yang berbeda dibandingkan dengan kendaraan beroda, sehingga pengaturan kecepatan kereta ini perlu disesuaikan pada area lintasan tertentu. Jarak pandang masih yang terlampau dekat pada bidang lintasan juga tidak menguntungkan karena keputusan penting yang harus diambil masinis tidak terhitung secara akurat. Area perlintasan sebidang sebaiknya juga memperhatikan kondisi pepohonan dan bangunan yang berpotensi menghalangi jarak pandang masinis.

Pengaruh kepadatan lalu lintas harian juga sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ren Hu, Shang Li dan Kang Lee (2011). Perlintasan sebidang adalah lokasi spasial di mana kereta api dan pengguna jalan berbagi jalan. Lalu lintas harian, rambu – rambu lalu lintas serta keberadaan perangkat lain pada perlintasan adalah bermakna jika dikaitkan dengan probabilitas terjadinya kecelakaan kereta api. Pada penelitian ini kontribusi dari LHR masih dibawah lampu flashing, artinya jumlah kecelakaan yang terjadi lebih didominasi oleh lampu flashing dibandingkan dengan LHR. Penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian Hu dan Lee (2011) bahwa volume lalu lintas berkontribusi signifikan terhadap jumlah kecelakaan.

Pengaruh dari variabel lainnya yang turut diteliti dalam penelitian adalah tidak signifikan terhadap jumlah kecelakaan kereta api, seperti jumlah track, sudut perlintasan dengan jalan, kelas jalan dan trotoar jalan. Variabel-variabel ini belum terbukti pengaruhnya terhadap jumlah kecelakaan karena data hasil pengamatan yang kebetulan sama di seluruh titik sampel yang diteliti. Kendala kualitas data semacam ini juga dialami oleh Smith et al (1995), Ward et al (1995) dan Goldberg et al (1998) yang merasakan kurangnya informasi rinci tentang geometrik jalan dan elemen data yang terkait pada perlintasan sebidang sehingga akan menjadi bagian dari hambatan untuk pengembangan model statistik dari hubungan antara geometris jalan, klasifikasi perlintasan dan frekuensi kecelakaan. Kebutuhan akan ketersediaan data elemen geometris yang cukup untuk mendukung penelitian bukanlah hal yang mudah karena akan melibatkan database yang besar. Ketersediaan data ini memungkinkan dampak dari permukaan jalan yang melintasi elemen geometris pada frekuensi kecelakaan lalu lintas di perlintasan dan kondisi lingkungan dengan faktor-faktor lain yang mempengaruhi frekuensi kecelakaan akan diketahui (Lee, Nam dan Park, 2005).

Pengaruh lebar jalan yang tidak signifikan terhadap jumlah kecelakaan juga dipaparkan dalam penelitian Hu dan Lee (2011). Dalam penelitiannya, volume lalu lintas harian (LHR) dan jumlah kereta api yang melintas adalah dua variabel penjelas yang signifikan, dan memiliki efek positif terhadap resiko kecelakaan. Karakteristik lokasi

perlintasan sebidang kereta api, daerah bisnis atau daerah pertanian, berpengaruh terhadap kemungkinan kecelakaan, dan variabel dari jalan raya kabupaten dan jalan pedesaan memiliki efek yang sama. Hasil yang diteliti oleh Hu dan Lee (2011) tidak sejalan dengan pemdelan yang ada dalam penelitian ini. Pada pemodelan tunggal di penelitian ini, lokasi perlintasan berpengaruh signifikan terhadap jumlah kecelakaan, akan tetapi pada saat dibangun model gabungan, variabel ini menjadi tidak signifikan karena kontribusi yang lebih kuat dari kecepatan kereta api, jarak rambu ke perlintasan, lampu flashing dan LHR terhadap jumlah kecelakaan. Volume arus lalu lintas harian dan jumlah kereta api adalah variabel penjelas penting untuk model risiko dan model kemungkinan kecelakaan (frekuensi). Sebagian besar variabel karakteristik jalan raya, karakteristik kereta api, dan perangkat kontrol, yang ada dalam penelitian ini, memberikan hasil baik dalam model risiko dan model kemungkinan kecelakaan (frekuensi). Secara singkat, penyeberangan kereta di kawasan bisnis atau pemukiman lebih berbahaya daripada yang di kawasan pertanian. Namun, dari hasil pemodelan dialami suatu kesulitan untuk mendapatkan estimasi dari variabel lokasi ini untuk menjadi penjelas jumlah kecelakaan

Penelitian ini juga mendapatkan hasil yang sejalan dengan peneltian Shannon Mok dan Ian Savage (2003). Pada penelitian ini juga dihasilkan bahwa volume lalu lintas jalan raya adalah prediktor yang sangat kuat dari risiko insiden di perlintasan individu. Pada tingkat mikro, kecelakaan akan terfokus pada risiko penyeberangan individu dari masing-masing pengemudi. Efek dari perubahan kepadatan lalu lintas jalan raya di perlintasan sebidang, dan tidak boleh lengah untuk terus mewaspadai bahwa volume lalu lintas jalan raya merupakan prediktor utama di saat seorang pengemudi melakukan penyeberangan. Mok dan Ian Savage (2003) juga menyatakan bahwa instalasi perangkat peringatan aktif memiliki pengaruh yang besar pada risiko kecelakaan. Peningkatan proporsi penyeberangan dengan perangkat peringatan aktif sebesar 10% menyebabkan penurunan 4,8% pada insiden dan penurunan 3,1% pada kematian. Ketersediaan instalasi lampu parit ditemukan memiliki efek yang sangat besar. Apabila seluruh titik perlintasan tidak berpaling ini dilengkapi dengan peralatan ini, diperkirakan akan mengurangi jumlah insiden sebesar 29% dan jumlah kematian sebesar 44%. Selain kesamaan hasil penelitian ini, Shannon Mok dan Ian Savage (2003) juga menekankan pada 3 hal utama untuk menekan jumlah kecelakaan. Pertama, perbaikan umum keselamatan jalan raya mendominasi. Besarnya efek dari perbaikan ini adalah sekitar dua kali ukuran lipat dibandingkan dari pengadaan instalasi perangkat peringatan aktif. Perbaikan dalam perlintasan sebidang untuk keamanan tidak dapat terpisah dengan keselamatan di jalan raya. Kedua, efek dari pemasangan lampu parit. Ketiga, pelaksanaan operasi penyelamat. Lebih dari separuh



dari semua kematian yang terjadi di perlintasan sebidang terjadi karena perangkat peringatan pasif. Apa yang diperoleh dalam penelitian ini dan yang dihasilkan oleh Shannon Mok dan Ian Savage (2003) juga sejalan dengan penelitian Siti Zaharah (2007) bahwa komponen seperti teknik infrastruktur, tingkat lingkungan dan faktor manusia sekitarnya persimpangan dipertimbangkan dalam model dapat membantu dalam perbaikan lebih lanjut.

Peranan penting dari keberadaan lampu flashing, tidak lepas akan keterkaitannya dengan perilaku pengemudi. Bagi setiap pengemudi kendaraan adalah sebuah keharusan untuk mengenali situasi yang terjadi ketika pengemudi tersebut mendekati perlintasan sebidang dan harus memutuskan apakah aman untuk berkendara di jalur kereta api. Lokomotif dan kereta api bisa tidak terkontrol dengan baik dan tepat saat melaju. Tugas bagi pengemudi adalah memutuskan apakah ia aman bisa menyeberangi trek/jalur kereta api atau ia harus berhenti. Sarana lampu flashing yang ada di setiap perlintasan dengan kemampuan sensor yang baik akan dapat meningkatkan kewaspadaan pengemudi, terutama di waktu malam hari. Pada setiap lampu flashing juga akan selalu dilengkapi dengan sirine. Sehingga dalam setiap perlintasan sepatutnya dapat dipastikan bahwa alat atau prasarana ini bisa berfungsi dengan baik.

Hasil penelitian ini sejalan dengan apa yang ada dalam penelitian Raslear (1996) tentang peran penting dari keberadaan lampu flashing dan sirine. Bagi setiap pengemudi kendaraan bermotor yang akan melewati perlintasan sebidang harus meningkatkan pemahaman dan pengetahuan tentang perilaku pengendara menyeberang dengan menyebabkan tabrakan antara kereta api dan kendaraan bermotor. Pengendara harus memberikan perhatian besar terhadap tiga hal penting yaitu : 1) pengakuan persepsi deteksi, 2) pemahaman perangkat peringatan kereta api dan 3) pengambilan keputusan. Kinerja seorang pengendara yang ideal akan menggunakan informasi mengenai jarak kendaraan dan kereta api dari persimpangan untuk menentukan apakah sudah cukup aman untuk menyeberangi persimpangan atau perlintasan sebidang atau memutuskan untuk berhenti. Pencarian visual dengan dan tanpa lokalisasi pendengaran berupa lampu flashing dan sirine akan berkontribusi besar untuk menekan terjadinya kecelakaan. Peran utama bagi pengemudi kendaraan untuk dapat menekan kecelakaan, juga diutarakan oleh Coleman (1997), sehingga pendidikan publik dan penegakan hukum yang diselenggarakan oleh organisasi operasi penyelamatan dan lembaga penegak hukum memiliki peran penting baik pada saat ini dan di masa depan.

Peranan jumlah track dan trotoar jalan sudah pernah diteliti oleh Coffister and Pflaum (2007) dan ternyata berpengaruh tidak signifikan terhadap kecelakaan, sedangkan perangkat peringatan termasuk di dalamnya lampu flashing berpengaruh sangat signifikan. Hasil penelitian ini yang terkait dengan peringatan dini melalui lampu flashing dan sirine juga sangat relevan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hanseon dan Laurence (2007). Sarana penunjang berupa alat pemberi peringatan ini ditekankan pada ketepatan waktu yang sesuai dengan jarak waktu kereta untuk melintasi lintasan sebidang.

Variabel – variabel penjelas yang direkomendasikan dalam penelitian ini seperti variabel kecepatan kereta api (X3), Ada dan tidaknya lampu kedip (X10) serta pengaruh Lalu Lintas Harian rata – rata (LHR) (X14) terbukti berpengaruh signifikan terhadap variabel respon jumlah kejadian kecelakaan di perlintasan sebidang tanpa palang pintu (Y), sehingga hasil penelitian ini sejalan dan mendukung hasil dari peneliti – peneliti terdahulu.

5.1.3.6 Analisis SWOT

Proses penyusunan rekomendasi juga dilakukan dengan menganalisis proses pengambilan keputusan strategis dari organisasi pengelola kereta api. Analisis yang dilakukan adalah analisis *Strengths – Weaknesses – Opportunities – Threats* (SWOT) yaitu mengidentifikasi berbagai faktor secara sistematis untuk merumuskan strategi kebijakan. Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (strengths) dan peluang (opportunities), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (weaknesses) dan ancaman (threats). Proses pengambilan keputusan strategis suatu kebijakan dari organisasi pengelola kereta api yang dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal untuk menentukan prioritas program aksi untuk meminimalkan jumlah kejadian kecelakaan kereta api diperlintasan sebidang tanpa palang pintu. Pada analisis SWOT ini ada dua input penting yaitu *weight* dan *rating*. Masing-masing faktor akan diberikan bobot, sehingga bila ditotalkan akan bernilai 100 baik pada faktor internal maupun eksternal. Sedangkan nilai *rating* berskala 1 – 5 dan masing-masing butir dalam faktor internal maupun eksternal akan dihitung *weighted score* yang merupakan hasil kali *weight* dengan *rating*. Selanjutnya hasil penjumlahan dari *weighted score* akan dikelompokkan menjadi tiga predikat yaitu rendah bila bernilai 1,00 – 2,33, rata-rata untuk 2,34 – 3,67 dan tinggi pada rentang 3,68 – 5,00.

Analisis ini juga merupakan teknis analisis atau cara menerapkan metode ilmiah dalam menilai dan memerinci keadaan lingkungan secara komprehensif guna



memperoleh faktor kunci keberhasilan sebagai dasar untuk menentukan tujuan yang rasional yang dapat dicapai, serta menentukan strategi program dan kegiatan yang tepat untuk dilaksanakan melalui langkah – langkah sebagai berikut :

a. Identifikasi Faktor Internal

Identifikasi terhadap faktor internal menghasilkan sejumlah faktor strategis internal yang berupa kekuatan dan kelemahan. Setiap faktor diberikan penilaian berupa pembobotan dan penentuan *rating* oleh masing-masing responden. Hasil penilaian terhadap bobot dan *rating* diformulasikan dalam matriks *Internal Factor Evaluation* (IFE). Tabel 5.37 dibawah ini merupakan penjelasan matriks IFE.

Tabel 5.37 Identifikasi Faktor Internal

Kode	Deskripsi	Weight (%)	Rating	Weighted Score
Strength (Kekuatan)				
S1	Tersedianya fasilitas keselamatan di perlintasan tanpa palang pintu	22.73	5	1,14
S2	Tersedianya tenaga yang profesional untuk mengoperasikan kereta api	18.18	4	0,91
S3	Adanya kewenangan untuk menutup perlintasan kereta api tanpa palang pintu	18.18	4	0,91
Weakness (Kelemahan)				
W1	Lemahnya operator untuk melakukan koordinasi antar instansi terkait dalam mengendalikan tata guna lahan disekitar jalan kereta api dan pembukaan perlintasan sebidang tanpa palang pintu	18.18	4	0,55
W2	Terbatasnya anggaran untuk pengamanan perlintasan sebidang tanpa palang pintu	9.09	2	0,27
W3	Kurangnya sosialisasi peraturan perundang - undangan terkait keselamatan di perlintasan sebidang tanpa palang pintu	13.64	3	0,41
	Total	100.00		4,18

Tabel 5.37 memperlihatkan hasil penilaian responden terhadap faktor lingkungan internal yang disajikan dalam matriks IFE. Analisis matriks IFE menghasilkan total nilai tertimbang sebesar 4,18. Total nilai tertimbang sebesar 4,18 mengindikasikan bahwa kemampuan saat ini dalam memanfaatkan kekuatan dan meminimalkan kelemahan yang ada masih dalam katagori rata-rata. Dengan kata lain, strategi saat ini dalam mengambil keuntungan dari kekuatan yang dimiliki dan meminimalkan kelemahan internal masih dalam tahap rata-rata. Kekuatan utama dalam lingkungan internal ditunjukkan oleh nilai tertimbang terbesar diantara faktor kekuatan yang ada, yaitu tersedianya fasilitas keselamatan di perlintasan sebidang tanpa palang pintu. Sedangkan kelemahan utama ditunjukkan oleh nilai tertimbang terkecil diantara faktor kelemahan yang ada, yaitu terbatasnya anggaran untuk pengamanan perlintasan sebidang tanpa palang pintu dengan nilai tertimbang sebesar 0,27. Kelemahan terbesar ke dua adalah kurangnya sosialisasi peraturan perundang-undangan terkait keselamatan di perlintasan sebidang tanpa palang pintu dengan nilai tertimbang yang lebih besar dari kelemahan utama, yaitu sebesar 0,41.

b. Identifikasi Faktor Eksternal

Identifikasi terhadap faktor eksternal menghasilkan sejumlah faktor strategis eksternal yang berupa peluang dan ancaman. Setiap faktor diberikan penilaian berupa pembobotan dan penentuan *rating* oleh masing-masing responden. Hasil penilaian terhadap bobot dan *rating* diformulasikan dalam matriks *External Factor Evaluation* (EFE).

Tabel 5.38 memperlihatkan hasil penilaian responden terhadap faktor lingkungan eksternal yang disajikan dalam matriks EFE. Analisis matriks EFE menghasilkan total nilai tertimbang sebesar 3,22. Total nilai tertimbang sebesar 3,22 mengindikasikan bahwa kemampuan saat ini dalam memanfaatkan keuntungan peluang dan meminimalkan pengaruh ancaman dari eksternal yang ada masih dalam katagori rata-rata. Dengan kata lain, strategi saat ini dalam memanfaatkan peluang yang dimiliki dan meminimalkan ancaman eksternal masih dalam tahap rata-rata. Peluang utama dalam lingkungan eksternal ditunjukkan oleh nilai tertimbang terbesar diantara faktor peluang yang ada, yaitu meningkatnya keikutsertaan masyarakat disekitar perlintasan sebidang terkait keselamatan perjalanan kereta api dengan nilai tertimbang sebesar 1,40. Peluang utama kedua adalah meningkatnya disiplin berlalu lintas di perlintasan sebidang tanpa palang pintu dengan nilai tertimbang sebesar 0,88. Sedangkan ancaman utama ditunjukkan oleh nilai tertimbang terkecil diantara faktor ancaman yang ada, yaitu terjadinya pertumbuhan tata guna lahan yang pesat disekitar

jalan kereta api dengan nilai tertimbang sebesar 0,06. Kelemahan terbesar ke dua adalah adanya pembukaan perlintasan sebidang baru tanpa palang pintu dengan nilai tertimbang yang lebih besar dari kelemahan utama, yaitu sebesar 0,12.

Tabel 5.38. Identifikasi Faktor Eksternal

Kode	Deskripsi	Weight	Rating	Weighted Score
Opportunities (Peluang)				
O1	Meningkatnya disiplin berlalu lintas di perlintasan sebidang tanpa palang pintu	22	4	0,88
O2	Meningkatnya keikutsertaan masyarakat disekitar perlintasan sebidang terkait keselamatan perjalanan kereta api	28	5	1,40
O3	Meningkatnya dukungan instansi terkait diluar operator terhadap pengamanan dan keselamatan di perlintasan sebidang tanpa palang pintu	28	3	0,56
Threats (Ancaman)				
T1	Terjadinya pertumbuhan tata guna lahan yang pesat disekitar jalan kereta api	6	1	0,06
T2	Adanya pembukaan perlintasan sebidang baru tanpa palang pintu	6	2	0,12
T3	Meningkatnya lalu lintas harian yang melintas di perlintasan sebidang tanpa palang pintu	10	2	0,20
Total		100		3,22

c. Analisis Matriks SWOT

Analisis matriks SWOT digunakan dengan mengkombinasikan faktor strategis eksternal dan internal untuk mendapatkan sejumlah alternatif strategi. Input yang digunakan berasal dari hasil identifikasi faktor eksternal dan internal yang terdapat

pada matriks EFE dan matriks IFE. Strategi yang dirumuskan harus sesuai dengan kondisi saat ini yang mengacu pada matriks IE yang dihasilkan. Perumusan alternatif strategi berdasarkan pengembangan empat tipe strategi, yaitu strategi S-O, strategi W-O, strategi S-T, strategi W-T.

Strategi S-O

Strategi S-O merupakan strategi yang dilakukan dengan menggunakan kekuatan internal untuk memanfaatkan peluang eksternal. Optimalkan keikutsertaan masyarakat sekitar perlintasan dalam mematuhi pelaksanaan fasilitas keselamatan yang ada diperlintasan sebidang tanpa palang pintu. Optimalkan dukungan instansi terkait dalam pengamanan dan keselamatan diperlintasan sebidang palang tanpa palang pintu resmi dan menutup perlintasan liar

Strategi W-O

Strategi W-O merupakan strategi yang dilakukan untuk meminimalkan kelemahan internal untuk memanfaatkan peluang eksternal. Tingkatkan sosialisasi kegiatan pengamanan dan keselamatan perlintasan dengan mengikutsertakan masyarakat sekitar. Tingkatkan koordinasi yang optimal untuk memperoleh dukungan instansi terkait dalam pengamanan dan keselamatan di perlintasan sebidang tanpa palang pintu

Strategi S-T

Strategi S-T merupakan strategi yang dilakukan dengan menggunakan kekuatan internal untuk mengatasi ancaman eksternal. Tingkatkan penyediaan kelengkapan fasilitas keselamatan untuk mengantisipasi peningkatan lalu lintas harian. Tingkatkan kegiatan pengawasan terkait maraknya pembukaan perlintasan baru dan menutup perlintasan liar

Strategi W-T

Strategi W-T merupakan strategi yang dilakukan dengan meminimalkan kelemahan internal untuk menghindari ancaman eksternal. Tingkatkan koordinasi dengan instansi terkait dalam upaya untuk meningkatkan pengamanan dan keselamatan di perlintasan sebidang. Tingkatkan kegiatan sosialisasi peraturan kepada masyarakat terkait pembukaan perlintasan sebidang baru.

Tabel 5.39. Formulasi Strategi SWOT

FKK INTERNAL (IFE) FKK EKSTERNAL (EFE)	STRENGTHS	WEAKNESSES
	<ol style="list-style-type: none"> 1 Tersedianya fasilitas keselamatan di perlintasan tanpa palang pintu 2 Adanya kewenangan untuk menutup perlintasan kereta api tanpa palang pintu 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Lemahnya operator untuk melakukan koordinasi antar instansi terkait dalam mengendalikan tata guna lahan disekitar jalan kereta api dan pembukaan perlintasan sebidang tanpa palang pintu 2 Kurangnya sosialisasi peraturan perundang - undangan terkait keselamatan di perlintasan sebidang tanpa palang pintu
OPPORTUNITIES	Strategi SO	Strategi WO
<ol style="list-style-type: none"> 1 Meningkatnya keikutsertaan masyarakat disekitar perlintasan sebidang terkait keselamatan perjalanan kereta api 2 Meningkatnya dukungan instansi terkait diluar operator terhadap pengamanan dan keselamatan di perlintasan sebidang tanpa palang pintu 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Optimalkan keikutsertaan masyarakat sekitar perlintasan dalam mematuhi pelaksanaan fasilitas keselamatan yang ada diperlintasan sebidang tanpa palang pintu 2 Optimalkan dukungan instansi terkait di luar operator dalam pengamanan dan keselamatan diperlintasan sebidang palang tanpa palang pintu resmi dan menutup perlintasan liar 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Tingkatkan sosialisasi kegiatan pengamanan dan keselamatan perlintasan dengan mengikutsertakan masyarakat sekitar 2 Tingkatkan koordinasi yang optimal untuk memperoleh dukungan instansi terkait diluar operator dalam pengamanan dan keselamatan di perlintasan sebidang tanpa palang pintu
THREATS	Strategi ST	Strategi WT
<ol style="list-style-type: none"> 1 Meningkatnya lalu lintas harian yang melintas di perlintasan sebidang tanpa palang pintu 2 Adanya pembukaan perlintasan sebidang baru tanpa palang pintu 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Tingkatkan penyediaan kelengkapan fasilitas keselamatan untuk mengantisipasi peningkatan lalu lintas harian 2 Tingkatkan kegiatan pengawasan terkait maraknya pembukaan perlintasan baru dan menutup perlintasan liar 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Tingkatkan koordinasi dengan instansi terkait di luar operator dalam upaya untuk meningkatkan pengamanan dan keselamatan di perlintasan sebidang 2 Tingkatkan kegiatan sosialisasi peraturan kepada masyarakat terkait pembukaan perlintasan sebidang baru

5.2. Pembahasan Hasil Penelitian

Hasil pemodelan dengan analisis regresi Poisson, terdapat empat variabel bebas yang ditemukan signifikan keberadaannya di dalam model. Variabel-variabel tersebut adalah kecepatan kereta api, lampu flashing, jarak rambu ke perlintasan dan jumlah lalu lintas harian rata-rata harian. Aplikasi model regresi Poisson memiliki

validasi yang tinggi, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Chi-Lee dan Ren -Hu (2007) bahwa regresi Poisson baik untuk perkiraan kemungkinan kecelakaan; dan regresi binomial negatif baik untuk perkiraan risiko kecelakaan dan dampak kecelakaan .

Lalu Lintas harian rata-rata (LHR) diindikasikan memiliki korelasi dengan jumlah kecelakaan lalu lintas. Semakin tinggi lalu lintas harian rata-rata tahunan, maka jumlah kecelakaan di perlintasan sebidang semakin meningkat. Pada model, ditunjukkan bahwa jumlah kecelakaan memiliki korelasi positif dengan kecepatan kereta api. Semakin tinggi kecepatan kereta api yang sedang melintasi akan berpeluang lebih besar terhadap kecelakaan semakin meningkat. Walaupun faktor manusia sangat berperan besar dalam terjadinya kecelakaan, namun hal ini menunjukkan bahwa faktor fitur kereta api, fitur jalan raya dan lingkungan memiliki andil dalam kecelakaan di perlintasan sebidang.

Model akhir yang diperoleh dapat dijelaskan bahwa faktor fitur kereta api adalah penting, karena dari empat variabel penentu jumlah kecelakaan tiga diantaranya adalah fitur kereta api, seperti kecepatan kereta api, lampu flashing dan jarak rambu ke perlintasan. Faktor fitur jalan raya diwakili oleh jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR). Sedangkan faktor lingkungan yang terdiri atas area perlintasan (pertanian, perumahan dan industri) tidak masuk ke model akhir. Dalam proses pemodelan, hasil analisis pada bagian awal didapatkan evaluasi bahwa dalam model penentu tunggal, beberapa variabel berikut memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah kecelakaan di perlintasan sebidang yaitu :

- Kecepatan KA
- Volume KA
- Jarak rambu ke perlintasan
- Pandangan bebas
- Lampu flash
- Lebar jalan
- LHR
- Tipe konstruksi
- Lingkungan

Akan tetapi dalam model lanjutan yang menggabungkan semua variabel penentu tunggal, hanya tersisa empat variabel yang terbukti mempunyai pengaruh signifikan terhadap jumlah kecelakaan. Maka pada lima variabel akan dianggap sebagai variabel yang berpotensi kuat sebagai penyebab kecelakaan yaitu :

- Volume KA

- Pandangan bebas
- Lebar jalan
- Tipe konstruksi
- Lingkungan

Fitur kereta api yang penting peranannya untuk menghambat terjadinya kecelakaan adalah lampu flashing. Pada alat ini terdapat pula didalamnya sirine, dimana keduanya akan berfungsi secara bersama-sama. Pada keseluruhan data yang diteliti, perlintasan yang tersedia lampu flashing adalah 14 titik (42,4%) sedangkan pada 19 titik lainnya (57,6%) belum tersedia. Pentingnya perangkat kontrol ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Coleman (1997). Perangkat kontrol lalu lintas menyediakan peringatan statis pasif, bimbingan dan dalam beberapa kasus, tindakan wajib bagi pengemudi. Perangkat kontrol lalu lintas adalah aset-aset yang memberikan peringatan dari pendekatan atas kehadiran kereta api. Mereka diaktifkan oleh sebuah kereta di sirkuit deteksi trek/rel kereta api. Perangkat kontrol aktif ini dilengkapi dengan tanda-tanda atau rambu – rambu perlintasan yang digunakan untuk pengontrol pasif.

Perlintasan dengan ketersediaan lampu flashing yang berjumlah 14 titik, 13 titik diantaranya (92,9%) mengalami kecelakaan 1 kali dalam 3 tahun, sedangkan pada 1 titik lainnya terjadi 3 kali kecelakaan. Berbeda halnya dengan titik pengamatan tanpa lampu flashing yang berjumlah 19 titik, terdapat 2 titik (10,5%) dengan tingkat kecelakaan tinggi yakni 4 kali dalam 3 tahun. Instalasi yang bersifat otomatis ini akan banyak membantu menekan jumlah kejadian kecelakaan. Hasil penelitian ini mendukung riset yang dilakukan oleh Mok dan Savage (2003). Analisis ini menyimpulkan bahwa instalasi pada pintu perlintasan atau lampu berkedip berkontribusi sekitar seperlima dari pengurangan jumlah kecelakaan. Perkembangan dari kampanye "operasi keselamatan", yang bertujuan untuk menginformasikan kepada publik tentang perilaku yang tepat di perlintasan sudah dilakukan sejak lama. Pada tahun 1970-an dan awal 1980-an dikenal adanya instalasi "lampu parit" pada lokomotif.

Saat ini telah ada teknologi alat peringatan dini perlintasan sebidang (PDPS) sistem wireless. Perkembangan teknologi transportasi dan penyediaan sarana serta prasarana yang mendukung, maka akan dibutuhkan system pengaturan transportasi untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan masyarakat pengguna sarana transportasi, terutama pada perlintasan-perlintasan KA sebidang yang tidak dilengkapi dengan palang pintu. Alat Peringatan Dini pada perlintasan KA ini sudah menggunakan sistim wireless, sehingga tidak perlu menggunakan kabel lagi. Alat ini



berfungsi setelah sensor bekerja pada saat KA akan melewati 1 km sebelum perlintasan dan akan mengirim sinyal ke alat Peringatan untuk menyala. Sistem ini juga menggunakan sumber daya listrik dari Solar Cell sehingga tidak tergantung pada adanya suplay dari daya PLN, sehingga sangat tepat digunakan pada perlintasan KA yang sebagian besar terletak pada jalur yang tidak mempunyai jaringan PLN.

Kecepatan kereta api tampaknya menjadi faktor utama penyumbang tingginya tingkat kecelakaan. Hasil analisis sensitifitas dijelaskan bahwa apabila kecepatan kereta api dinaikkan sebesar 50% maka jumlah kecelakaan akan meningkat 40%. Tingkat sensitifitas kecepatan kereta ini jauh mengungguli sensitifitas jarak rambu ke perlintasan sebesar 20% dan lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang hanya sebesar 6%. Hasil penelitian ini sejalan dengan Coffister dan Pflaum (2007), variabel – variabel penjelas yang signifikan berpengaruh terhadap kemungkinan kecelakaan adalah kecepatan kereta api melintas, jumlah kereta api yang melintas tiap hari, persentase kendaraan berat (truk), jumlah lalu lintas kendaraan (jumlah lajur), rambu – rambu peringatan, rambu berhenti, rambu persilangan, rambu – rambu yang lain, signal di jalan raya, lampu flash, sudut perlintasan, permukaan pertemuan jalan raya dan jalan kereta api, area perdagangan, area perumahan, area industri. Persoalan kecepatan kereta api di Indonesia memang dilematis. Pengurangan kecepatan kereta api akan mengakibatkan penambahan waktu tempuh kereta, padahal dengan tanpa melakukan penurunan kecepatan kereta api, waktu tiba kereta sudah sering terlambat. Hal ini tampaknya akan bertentangan dengan perkembangan kemajuan kereta api di negara lain, dimana kecepatan kereta api terus mengalami penambahan. Di Indonesia, operator kereta api dijalankan oleh PT KAI sedangkan sarana dan prasarana ditangani oleh pemerintah. Penurunan kecepatan kereta api harus dilakukan karena kondisi track yang buruk, dimana kondisi ini terjadi karena alokasi dana dari pemerintah untuk perawatan track sangat kecil dibandingkan dengan anggaran yang dibutuhkan sebenarnya. Akibatnya semakin tahun kondisi track kereta api akan semakin buruk. Sebagai operator, penurunan kecepatan adalah pilihan yang tepat karena apabila terjadi kecelakaan maka pihak operator yang akan bertanggung jawab. Hingga saat ini, pemeliharaan track masih dilakukan oleh PT.KAI sebagai operator.

Hasil-hasil pemodelan dengan regresi Poisson akan dimanfaatkan untuk memprediksi titik mana dalam suatu perlintasan sebidang yang harus diwaspadai. Pemberian status blackspot dalam perlintasan sebidang yang tinggi tingkat kecelakaan akan dapat membantu penurunan kecelakaan. Blackspots adalah persimpangan dengan resiko yang sangat tinggi terhadap tabrakan. Telah disarankan bahwa ketika salah satu upaya untuk mengalokasikan dana untuk semua bidang masalah. Peristiwa

tabrakan acak peristiwa yang sangat bervariasi dalam ruang dan waktu. Risiko tinggi satu tahun pada persimpangan tertentu tidak selalu berarti risiko tinggi tahun depan.

Sebuah risiko yang lebih jangka panjang dari tabrakan yang diperlukan untuk mencerminkan resiko dapat diantisipasi pada suatu periode tertentu. Perkiraan ini dapat diperoleh dengan model untuk memprediksi frekuensi tabrakan dan karena itu akurat dan dapat diandalkan. Identifikasi Blackspot hanya berdasarkan jumlah tabrakan tidak memberikan gambaran lengkap risiko di persimpangan masing-masing.

Risiko tabrakan terdiri dari dua komponen: frekuensi dan konsekuensi (tingkat keparahan). Mengabaikan konsekuensi dapat menyebabkan kurangnya intervensi di perlintasan dengan tingkat keparahan tabrakan dan model berbasis risiko diperlukan untuk mengidentifikasi titik-titik rawan kecelakaan.

Hasil prediksi jumlah kecelakaan pada setiap titik dapat dimanfaatkan untuk memberikan karakteristik tertentu pada titik tersebut. Indikator lain yang digunakan untuk memilih kriteria terbaik adalah dengan cara membandingkan angka kecelakaan ekspektasi dan angka kecelakaan observasinya (Rakhmat *et al.*, 2012). Hasil perbandingan dapat berupa:

- a. Lokasi yang diprediksi berbahaya sebenarnya berbahaya (*correct positive*)
- b. Lokasi yang diprediksi tidak berbahaya sebenarnya tidak berbahaya (*correct negative*)
- c. Lokasi yang diprediksi berbahaya sebenarnya tidak berbahaya (*false positive*)
- d. Lokasi yang diprediksi tidak berbahaya sebenarnya berbahaya (*false negative*)

Dalam hal ini, bila angka kecelakaan observasi lebih besar dari angka kecelakaan ekspektasi maka dikategorikan sebagai *correct positive (CP)*. Bila angka kecelakaan observasi lebih rendah dari angka kecelakaan ekspektasi dikategorikan sebagai *false positive (FP)*. Hasilnya seperti pada Tabel menunjukkan bahwa kriteria kelebihan angka kecelakaan dengan menggunakan model prediksi memberikan jumlah segmen yang terklasifikasi sebagai *correct positive (CP)* yaitu sebanyak 10 segmen dan 23 segmen terklasifikasi sebagai *false positive (FP)*.

Tabel 5.40. Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi dari Model Generalized Poisson

Titik	Aktual	Prediksi	Klasifikasi
1	1	1.31	False Positive
2	2	2.54	False Positive
3	2	1.53	Correct Positive
4	1	1.20	False Positive
5	1	0.97	False Positive
6	1	0.85	Correct Positive
7	1	1.24	False Positive
8	1	1.04	False Positive
9	1	1.02	False Positive
10	1	0.89	False Positive
11	1	1.44	False Positive
12	1	0.80	Correct Positive
13	1	0.93	False Positive
14	1	0.99	False Positive
15	1	0.89	False Positive
16	1	0.95	False Positive
17	1	0.86	Correct Positive
18	4	3.37	Correct Positive
19	1	0.78	False Positive
20	1	1.55	False Positive
21	2	2.12	False Positive
22	2	2.75	False Positive
23	3	2.83	Correct Positive
24	1	1.44	False Positive
25	1	0.94	False Positive
26	1	1.15	False Positive
27	2	1.91	False Positive
28	3	2.66	Correct Positive
29	4	3.29	Correct Positive
30	1	0.75	Correct Positive
31	1	1.08	False Positive
32	1	1.03	Correct Positive
33	1	0.90	False Positive

Pada Tabel 5.40, terdapat 10 titik benar-benar berbahaya yaitu pada titik 3 (Kab Bojonegoro; 140+135, SRJ-BWO), titik 6 (Kab. Lamongan; 162+681, BBT-GEB), titik 12 (Kab. Lamongan; 179+735, SLR-LMG), titik 17 (Kab. Gresik; 199+790, LMG-DD), titik 18 (Kota Surabaya; 222+603, KDA-TES), titik 23 (Kab. Sidoarjo; 26+121, SPJ-BH), titik 28 (Kab. Pasuruan; 43+629, PR-BG), titik 29 (Kab. Pasuruan, 44+610,

PR-BG), titik 30 (Kab. Malang; 29+128, SN-LW) dan titik 32 (Kab. Blitar; 76+158, NB-SBP).

5.3. Implikasi Penelitian

Hasil pembahasan yang didasarkan pada model akhir dari analisis regresi Poisson akan memberikan beberapa implikasi yang bertujuan untuk menekan tingkat kecelakaan. Pencegahan tabrakan Kerata Api dengan kendaraan umum di perlintasan sebidang dengan menerapkan teknologi untuk meningkatkan kehandalan persinyalan, baik perlintasan yang berpintu dan berpenjaga ataupun yang tidak. Teknologi yang saat ini tersedia dan dirasa tepat untuk tujuan tersebut adalah dengan memasang alat pendeteksi dini kedatangan kereta atau AEWS (Automatic Early Warning System). Karena banyak (ribuan) perlintasan sebidang yang belum memiliki pintu otomatis maka penerapan teknologi pintu perlintasan otomatis yang dapat dikontrol secara lokal atau AOCL (Automatic Open Crossing Locally Monitored) sangat tepat, karena harganya cukup murah (cost effective). Selain penerapan teknologi di atas di atas, upaya lain yang perlu dilakukan adalah secara simultan, yaitu:

- a. Melengkapi atau menyempurnakan rambu-rambu peringatan dan marka lalu lintas di perlintasan sebidang sesuai ketentuan;
- b. Mengendalikan perlintasan sebidang dengan menutup, atau menggabungkan dua atau lebih perlintasan menjadi satu.
- c. Mengurangi perlintasan sebidang dengan flyover atau underpass

Penggunaan sistem alarm pada lintasan sebidang dengan menyediakan lampu flashing dan sirine. Di setiap lintasan kereta api baik yang memiliki, maupun yang tidak dilengkapi palang pengaman disamping harus memasang rambu-rambu juga memasang alarm atau sirine, sebab seluruh panca indra yang paling sensitif adalah telinga (pendengaran), sebab pendengaran dapat merespon informasi tanpa dilihat oleh indera penglihatan, terutama lintasan yang disekitarnya banyak bangunan tinggi.

Secara psikologi jika mendengar alarm (sirine) maka akan kecenderungan untuk lebih hati-hati dibanding panca indra lainnya. Misalnya Indra penglihatan (mata) walaupun sudah ada tulisan tanda peringatan tetapi kecenderungan pengaruh ketidaksabaran tetap lebih besar. Alarm atau sirine dipasang pada setiap perlintasan tanpa palang pintu. Untuk amannya lampu indikator dipasang agak jauh menjelang perlintasan, sehingga para pengendara cepat mengetahui posisi kereta api, untuk mengambil langkah-langkah pengamanan kecelakaan.