



TUGAS AKHIR - TF 181801

**MANAJEMEN RISIKO PADA PERLINTASAN
KERETA API SEBIDANG RUTE SURABAYA
(STASIUN GUBENG) - SIDOARJO (STASIUN
SIDOARJO) PT. KAI DAOP 8 SURABAYA**

LAILATUL MUFIDA
NRP. 02311745000003

Dosen Pembimbing:
Dr.Ir.Ali Musyafa', MSc

DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT - TF 181801

**RISK MANAGEMENT OF LEVEL CROSSING ON
THE SURABAYA ROUTE (GUBENG STATION) -
SIDOARJO (SIDOARJO STATION) PT. KAI DAOP
& SURABAYA**

LAILATUL MUFIDA
NRP. 02311745000003

Supervisor:
Dr.Ir.Ali Musyafa', MSc

*DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019*

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lailatul Mufida
NRP : 02311745000003
Departemen : Teknik Fisika FTI-ITS

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul **“Manajemen Risiko pada Perlintasan Kereta Api Sebidang Rute Surabaya (Stasiun Gubeng) – Sidoarjo (Stasiun Sidoarjo) PT. KAI Daop 8 Surabaya”** adalah bebas dari plagiasi. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



Lailatul Mufida
NRP. 02311745000003

**LEMBAR PENGESAHAN
MANAJEMEN RISIKO PADA PERLINTASAN KERETA
API SEBIDANG RUTE SURABAYA (STASIUN GUBENG) -
SIDOARJO (STASIUN SIDOARJO) PT. KAI DAOP 8
SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Oleh:
Lailatul Mufida
NRP. 02311745000003

Surabaya, Juli 2019

**Menyetujui,
Pembimbing**

Dr. Ir. Ali Musyafa', MSc.
NIPN. 19600901 198701 1 001

**Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Fisika FTI-ITS**



**MANAJEMEN RISIKO PADA PERLINTASAN KERETA
API SEBIDANG RUTE SURABAYA (STASIUN GUBENG) -
SIDOARJO (STASIUN SIDOARJO) PT. KAI DAOP 8
SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

LAILATUL MUFIDA
NRP. 0231174500003

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Ali Musyafa', MSc.  (Pembimbing)
2. Dr. Imam Abadi, S.T., M.T.  M.T. (Ketua Penguji)
3. Dr. Ir. Ronny Dwi Noriyati, M.Kes.  (Penguji I)
4. Dr.-Ing Doty Dewi Risanti S.T., M.T.  (Penguji II)

**SURABAYA
JULI 2019**

MANAJEMEN RISIKO PADA PERLINTASAN KERETA API SEBIDANG RUTE SURABAYA (STASIUN GUBENG)- SIDOARJO (STASIUN SIDOARJO) PT. KAI DAOP 8 SURABAYA

Nama Mahasiswa : Lailatul Mufida
NRP : 0231 17 45000 003
Departemen : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Dr.Ir.Ali Musyafa', MSc

Abstrak

Pada bidang transportasi kereta api memungkinkan timbulnya berbagai jenis risiko kecelakaan khususnya pada perlintasan sebidang, yaitu pertemuan antara jalan dengan perlintasan kereta api. Rute Surabaya (Stasiun Gubeng)-Stasiun Sidoarjo (Sidoarjo) memiliki 42 titik perlintasan sebidang untuk dilalui kereta lokal. Sehingga diperlukan adanya manajemen risiko pada perlintasan sebidang rute Stasiun Gubeng (Surabaya) sampai Stasiun Sidoarjo (Sidoarjo) meliputi identifikasi risiko, penilaian risiko dan rekomendasi langkah pencegahan bahaya. Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, faktor penyebab karena *human error* sebesar 91% dan masalah teknis sebesar 9%. Dimana aktor yang berperan paling besar adalah pengemudi kendaraan roda 2 dan pejalan kaki sebesar 41%. Untuk penilaian risiko menggunakan *risk matrix*, dimana memiliki tingkat risiko tinggi dengan nilai skor 8-9 pada keselamatan (*human*), kerugian material, operasional adalah wilayah zona I. Selain itu dilakukan prediksi (*forecasting*) meliputi 3 hal yaitu prediksi jumlah kecelakaan, jumlah korban dan kerugian material (jumlah korban, material) menggunakan metode auto regresi/linier dan majemuk. Rekomendasi terkini dengan cara memberikan peringatan suara pemberitahuan ketika kereta api akan melintas melalui *speaker* (pengeras suara), pemasangan *Early Warning System (EWS)* penutup palang pintu otomatis pada perlintasan sebidang yang tidak dijaga, memberikan tanda *zebra cross* khusus untuk pengguna kendaraan bermotor untuk berhenti ketika palang pintu

perlintasan kereta api tertutup, menambahkan *closed circuit television (cctv)* yang dapat dipantau pada pos penjagaan palang pintu sebagai sensor tambahan ketika kereta akan melintas. Selain itu, pemberian tunjangan/*intensive* gaji kepada operator penjaga palang pintu.

Kata Kunci: Perlintasan Sebidang, Rute Surabaya-Sidoarjo, Manajemen Risiko, Prediksi (*forecasting*)

***RISK MANAGEMENT OF LEVEL CROSSING ON THE
SURABAYA ROUTE (GUBENG STATION) – SIDOARJO
(SIDOARJO STATION) PT. KAI DAOP 8 SURABAYA***

Name of Student : Lailatul Mufida
NRP : 0231 17 45000 003
Program Study : *Engineering Physics FTI-ITS*
Advisor Lecturer : *Dr.Ir.Ali Musyafa', MSc*

ABSTRACT

In the field of railroad transportation, various types of special accidents arise at the level crossing, which are the meeting between roads with railroad crossings. Surabaya Route (Gubeng Station) - Sidoarjo Station (Sidoarjo) has 42 level crossings for local trains. Because the need for risk management at the level crossing of the Gubeng (Surabaya) Station route to Sidoarjo Station (Sidoarjo). Based on the results of the analysis obtained, the causal factor is due to human error of 91% and technical problems of 9%. Where the biggest actor is the driver of 2-wheeled vehicles and pedestrians by 41%. To assess the risk using a risk matrix, which has a high risk level with a score of 8-9 on safety (human), material loss, operational is a zone I area. In addition, predictions (forecasting) are added 3 things, which are the prediction of the number of risks, the number victims and material losses (number of victims, material) using autoregression/linear and compound methods. Voting recommendations for train compilations will pass through speakers (loudspeakers), installation of Early Warning Systems (EWS) automatic doorstop closures at unattended level crossings, providing cross zebra marks specifically for users of vehicles that can be moved with the help of a doorstop closed railroad crossings, adding cctv that can be monitored on the doorstop guard post as an additional sensor compilation of trains will pass. In addition, the provision of allowances / intensive to doorstop guard operators.

Keywords: *Level Crossing, Surabaya-Sidoarjo Route, Risk Management, Prediction (forecasting)*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“MANAJEMEN RISIKO PADA PERLINTASAN KERETA API SEBIDANG RUTE SURABAYA (STASIUN GUBENG)-SIDOARJO (STASIUN SIDOARJO) PT. KAI DAOP 8 SURABAYA”** dengan tepat waktu. terselesaikannya laporan ini juga tak luput dari dukungan dan peran dari orangtua dan keluarga besar serta berbagai pihak. Untuk itulah dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Agus Muhammad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Fisika ITS
2. Bapak Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc selaku pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dengan baik dan sabar.
3. Bapak Imam Abadi ST., MT, Ibu Dr. Ir. Ronny Dwi Noriyati, M.Kes dan Dr.-Ing Doty Dewi Risanti ST., MT selaku penguji tugas akhir ini.
4. Ibu Dr. Ir. Ronny Dwi Noriyati, M.Kes selaku Dosen Wali penulis
5. Bapak dan Ibu dosen Teknik Fisika yang telah banyak memberikan ilmunya sehingga penulis dapat menyelesaikan jenjang kuliah hingga tugas akhir ini.
6. Bapak dan Ibu tercinta orang tua terbaik dan yang paling saya sayangi berkat doanya dan motivasi agar menyelesaikan tugas akhir ini, membuat saya bergerak bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kakak kandung saya yang selalu memberikan *effort* tersendiri untuk perkembangan saya
8. Rekan sejawat Aulia Mutiara yang sama-sama mengerjakan TA Kereta
9. Seluruh Asisten Laboratorium Pengukuran Fisis yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir penulis.
10. Mas Khamim selaku mentor dalam konsultasi

11. Mas Kimi yang memberikan semangat, doa, kepercayaan, pinjaman laptop untuk menyelesaikan TA ini
12. Teman-teman LJ TF 2018 yang telah menemani saya dari maba hingga TA-wan.
13. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu penulis menerima segala masukan baik berupa saran, kritik, dan segala bentuk tegur sapa demi kesempurnaan laporan ini.

Demikian laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan dengan harapan dapat bermanfaat dalam akademik baik bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca.

Surabaya, 30 Juli 2019

Penulis.

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
<i>COVER PAGE</i>	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
LEMBAR PENGESAHAN I	iv
LEMBAR PENGESAHAN II	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Laporan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Perlintasan Kereta Api	7
2.2 Bagian-Bagian Pintu Perlintasan	9
2.3 Rambu dan Garis Kejut	10
2.4 Konsep Risiko	11
2.5 Manajemen Risiko	11
2.6 Identifikasi Risiko Bahaya	13
2.7 Penilaian Risiko Bahaya	14
2.8 Pengendalian Risiko Bahaya	18
2.9 Teori Peramalan (<i>Forecasting</i>)	18
2.10 <i>Data Time Series</i>	19
2.11 Metode Peramalan	20
2.12 Metode Auto Regresi	21
2.13 Metode Regresi Linier	22
2.14 Metode Regresi Majemuk	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	27
3.2 Penjelasan <i>Flowchart</i>	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	33
4.2 Pembahasan	76
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN A	87
LAMPIRAN B	95
LAMPIRAN C	101
LAMPIRAN D	105
BIODATA PENULIS	109

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Bagian-Bagian Pintu Perlintasan [9]	9
Gambar 2.2 Skema Manajemen Risiko Standart ISO 31000:2009 [13]	12
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	27
Gambar 4.1 <i>Pie Chart</i> Penyebab Risiko di Perlintasan Sebidang Rute Surabaya-Sidoarjo	43
Gambar 4.2 <i>Pie Chart</i> Aktor yang Berperan dalam Masalah <i>Human Error</i>	44

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 2.1	Rambu dan Garis Kejut [10]	10
Tabel 2.2	Nilai Kemungkinan Standar PT.KAI (Persero) [15]	15
Tabel 2.3	Nilai Dampak (Akibat) Standar PT. KAI (Persero) [15]	16
Tabel 2.4	<i>Risk Matrix</i> Standar PT. KAI (Persero) [15]	17
Tabel 2.5	Tabel Skor Nilai Tingkat Bahaya [15]	17
Tabel 2.6	Skema Hubungan Variabel Bebas dan Terikat Pada Autoregresi [19]	21
Tabel 2.7	Besaran-Besaran untuk Menghitung Regresi Majemuk 3 Prediktor [20]	24
Tabel 4.1	Titik Perlintasan di Zona I	33
Tabel 4.2	Titik Perlintasan di Zona II	34
Tabel 4.3	Titik Perlintasan di Zona III	35
Tabel 4.4	Data Kecelakaan Tahun 2014-2018	36
Tabel 4.5	Identifikasi Risiko di Perlintasan Sebidang	41
Tabel 4.6	Identifikasi Risiko di Perlintasan Sebidang Rute Surabaya-Sidoarjo	43
Tabel 4.7	Aktor yang berperan dalam Masalah <i>Human Error</i>	44
Tabel 4.8	Penilaian Risiko pada Keselamatan (<i>Human</i>)	45
Tabel 4.9	Penilaian Risiko pada Kerugian Material	48
Tabel 4.10	Penilaian Risiko pada Operasional	51
Tabel 4.11	Data Jumlah Kecelakaan pada Tahun 2014-2018	54
Tabel 4.12	Besaran-besaran untuk Menghitung Jumlah Kecelakaan Menggunakan Auto Regresi	55
Tabel 4.13	Data Terkait Zona dan Jumlah Kecelakaan Tahun 2014-2018	57
Tabel 4.14	Besaran-Besaran untuk Menghitung Jumlah Kecelakaan Regresi Majemuk	57
Tabel 4.15	Data Jumlah Kecelakaan dan Jumlah korban pada Tahun 2014-2018	61
Tabel 4.16	Besaran-Besaran untuk Menghitung Jumlah	

	Korban Regresi Linier	61
Tabel 4.17	Hasil Pengolahan Persamaan Regresi (2.5) dan Ketidakpastian (U) (2.8)	62
Tabel 4.18	Data Terkait Prediksi Jumlah Kecelakaan	63
Tabel 4.19	Besaran-Besaran untuk Menghitung Jumlah Korban Kecelakaan Regresi Majemuk	64
Tabel 4.20	Data Jumlah Kerugian Material pada Tahun 2014-2018	66
Tabel 4.21	Besaran-Besaran untuk Kerugian Material Menggunakan Auto Regresi	66
Tabel 4.22	Data Terkait Jenis Korban dan Jumlah Kerugian Material Tahun 2014-2018	68
Tabel 4.23	Besaran-Besaran Untuk Menghitung Regresi Majemuk	69
Tabel 4.24	Analisa Hasil Prediksi Keseluruhan	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. KAI merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang transportasi penyedia jasa angkutan darat yang mengelola semua kegiatan usaha yang berkaitan dengan perjalanan menggunakan kereta api [1]. Kereta Api merupakan sarana transportasi massal yang umumnya terdiri dari lokomotif dan gerbong yang berukuran relatif luas sehingga mampu memuat penumpang atau barang dalam skala yang besar. Alat transportasi ini cukup efektif dan efisien bagi para penggunanya. Setiap penumpang dapat dengan mudah bergerak dari satu wilayah ke wilayah lain baik antar kota maupun antar provinsi. Sistem operasi angkutan kereta api berbeda dengan angkutan darat lainnya. Jalan yang dilalui oleh kereta api adalah berbentuk rel yang sangat panjang yang menghubungkan daerah satu dengan daerah lainnya.

Pada jaringan rel kereta api yang begitu panjang terdapat perlintasan-perlintasan sebidang, yaitu pertemuan antara jalan dengan perlintasan kereta api. Perlintasan sebidang antara jalan dan jalur kereta api merupakan salah satu titik rawan kecelakaan, lebih-lebih untuk perlintasan yang tidak dijaga dan perlintasan liar [2]. Keberadaan perlintasan sebidang dapat menimbulkan berbagai masalah, diantaranya kemacetan dan kecelakaan. Kemacetan di perlintasan sebidang karena ditutupnya pintu perlintasan untuk mendahulukan perjalanan kereta api sehingga terjadi antrian kendaraan bermotor. Kemacetan di perlintasan sebidang dapat juga dipengaruhi oleh kondisi perpotongan jalan rel dengan jalan raya.

Dalam Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian, tujuan diselenggarakannya Undang-Undang Perkeretaapian untuk memperlancar perpindahan orang dan atau barang secara massal dengan selamat, aman, nyaman, tertib dan teratur [3]. Namun seringkali menimbulkan kejadian-kejadian yang bertolak belakang dengan Undang-Undang Perkeretaapian

tersebut. Banyak hal yang dikeluhkan oleh masyarakat tentang sarana dan prasarana perkeretaapian mulai dari ketidakpuasan penumpang akan pelayanan hingga tingkat keselamatan dan keamanan yang masih kurang memadai. Tingkat kecelakaan pada transportasi kereta api cukup tinggi, hal ini dapat disebabkan karena kecelakaan yang mengenai kereta api itu sendiri maupun kecelakaan pada pintu perlintasan rel kereta api yang mencelakai kendaraan umum atau pengguna jalan umum yang melintasi rel, seperti: mulai dari pemakai jalan raya (kendaraan umum) yang nekat menerobos palang pintu yang sudah tertutup, minimnya fasilitas pada perlintasan palang pintu maupun kesalahan petugas pentup palang pintu perlintasan.

Menurut *Manager* Humas DAOP 8 Surabaya, Gatut Sutiyatmoko, menyatakan bahwa data jumlah kecelakaan di perlintasan kereta api wilayah Daerah Operasional 8 Surabaya terus meningkat setiap tahunnya, yaitu pada Tahun 2015 terjadi 23 kecelakaan, 2016 terjadi 30 kecelakaan, dan pada 2017 terjadi 75 kecelakaan. Sedangkan untuk 2018 hingga september telah terjadi 46 kecelakaan [4]. Berdasarkan catatan Daerah Operasi (Daop) 8 Surabaya, jumlah perlintasan di wilayah setempat dari hasil pantauan ada sebanyak 563, rinciannya perlintasan dijaga PT KAI sebanyak 133, perlintasan dijaga Dishub sebanyak 32, perlintasan tidak sebidang (*fly/underpass*) sebanyak 30, dan perlintasan tidak dijaga atau tidak resmi sebanyak 368 perlintasan [5]. Dari data yang diperoleh di PT. KAI Daop 8 Surabaya bagian unit Jembatan dan Jalan Rel menyatakan bahwa rute Surabaya sampai Sidoarjo khususnya dari Stasiun Gubeng (Surabaya) sampai Stasiun Sidoarjo (Sidoarjo) memiliki jumlah perlintasan sebidang sebanyak 42 titik perlintasan sebidang [6]. Hal ini dikarenakan, rute ini dilintasi oleh KRD Bojonegoro-Sidoarjo, maupun rute kereta yang mengarah ke arah Malang ataupun Banyuwangi.

Kecelakaan pada moda kereta api secara umum berdampak menimbulkan korban jiwa maupun harta, dimana kecelakaan ini sering disebut Peristiwa Luar Biasa Hebat (PLH). Sebagaimana diketahui bilamana ditinjau secara rinci bahwa dampak terjadinya

kecelakaan pada moda kereta api adalah jatuhnya korban jiwa, luka ringan, luka berat, cacat dan meninggal dunia, kerugian material, dampak sosial, hilangnya waktu, energi dan dampak psikologis. Akibat terjadinya kecelakaan menimbulkan trauma bagi masyarakat pengguna jasa kereta api [7].

Mengingat perlintasan kereta api sebidang pada rute Surabaya - Sidoarjo merupakan salah satu rute terpenting yang ada di DAOP 8 Surabaya, maka pada penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana melakukan manajemen risiko sebagai upaya untuk menghindari risiko yang timbul dengan proses mengidentifikasi, menilai, dan meminimalisasi risiko yang mungkin terjadi pada perlintasan kereta api sebidang rute Surabaya (Stasiun Gubeng) - Sidoarjo (Stasiun Sidoarjo) di area Daerah Operasional 8 Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana mengidentifikasi risiko bahaya pada perlintasan kereta api sebidang rute Surabaya-Sidoarjo?
- b. Bagaimana melakukan penilaian risiko bahaya pada perlintasan kereta api sebidang rute Surabaya-Sidoarjo?
- c. Bagaimana metode prediksi pada jumlah kecelakaan, jumlah korban, dan kerugian material yang dapat dilakukan pada tahun mendatang?
- d. Bagaimana merencanakan rekomendasi pengendalian yang diberikan pada untuk mengurangi besarnya risiko bahaya yang terjadi bahaya pada perlintasan kereta api sebidang rute Surabaya-Sidoarjo?

1.3 Tujuan

Tujuan yang dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengidentifikasi risiko bahaya pada perlintasan kereta api sebidang rute Surabaya-Sidoarjo.

- b. Untuk melakukan penilaian risiko bahaya pada perlintasan kereta api sebidang rute Surabaya-Sidoarjo.
- c. Untuk mengetahui metode prediksi pada jumlah kecelakaan, jumlah korban, dan kerugian material yang dapat dilakukan pada tahun mendatang.
- d. Untuk merencanakan rekomendasi yang diberikan pada untuk mengurangi besarnya risiko bahaya yang terjadi bahaya pada perlintasan kereta api sebidang rute Surabaya-Sidoarjo.

1.4 Batasan Masalah

Perlu diberikan beberapa batasan masalah agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Objek penelitian adalah perlintasan kereta api sebidang jalur Surabaya (Stasiun Gubeng)-Sidoarjo (Stasiun Sidoarjo)
- b. Data kecelakaan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data 5 tahun terakhir (2014-2018)
- c. Standar yang dilakukan dalam penilaian risiko menggunakan *risk matrix* standar oleh PT. KAI Persero
- d. Dalam menentukan prediksi menggunakan metode auto regresi atau regresi linier dan majemuk.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat bagi peneliti untuk lebih berhati-hati dalam berkendara terutama saat melewati perlintasan sebidang dan dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya dalam kalangan mahasiswa dan mampu membawa manfaat untuk risiko keberadaan titik perlintasan sebidang di Daerah Operasional 8 Surabaya. Selain itu, diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan rekomendasi yang dapat digunakan oleh Pemerintah Kota Surabaya-Sidoarjo dan PT. KAI Daop 8 Surabaya untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan diperlintasan sebidang.

1.6 Sistematika Laporan

Sistematika laporan yang digunakan dalam penyusunan laporan ini adalah sebagai berikut:

a. BAB I Pendahuluan

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan dalam tugas akhir ini.

b. BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini membahas mengenai teori-teori penunjang yang diperlukan dalam merealisasikan tugas akhir yaitu berupa teori tentang perlintasan kereta api, bagian-bagian pintu perlintasan, rambu dan garis kejut, konsep risiko, manajemen risiko, identifikasi risiko, penilaian risiko bahaya, pengendalian risiko bahaya, teori peramalan (*forecasting*), *data time series*, metode peramalan, metode auto regresi dan auto korelasi, dan metode regresi linier digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

c. BAB III Metodologi Penelitian

Pada bab ini berisi tentang metode yang digunakan dalam analisa data.

d. BAB IV Analisa Data dan Pembahasan

Pada bab ini berisi tentang menganalisa identifikasi risiko bahaya, penilaian risiko, prediksi (*forecasting*) jumlah kecelakaan, kerugian (jumlah korban, material) pada tahun mendatang dan rekomendasi pengendalian risiko.

e. BAB V Penutup

Pada bab ini memuat tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran sebagai penunjang dalam pengembangan penelitian berikutnya.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perlintasan Kereta Api

Perlntasan kereta api adalah persilangan antara jalur kereta api dengan jalan, baik jalan raya ataupun jalan setapak kecil lainnya. Persilangan bisa terdapat di pedesaan ataupun perkotaan. Perlntasan terdiri dari perlntasan sebidang dan perlntasan tak sebidang.

Perlntasan tak sebidang adalah persilangan antara jalur kereta api dengan jalan raya yang tidak pada satu bidang, misal dengan *flyover* atau *underpass*.

Persyaratan pembuatan perlntasan tak sebidang :

- a. Selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya yang melintas pada lokasi tersebut rata – rata sekurang – kurangnya 6 menit pada waktu sibuk.
- b. Jarak perlntasan yang satu dengan yang lainnya pada satu jalur kereta api tidak kurang dari 800 meter.
- c. Tidak terletak pada lengkungan atau tikungan jalan kereta atau tikungan jalan
- d. Terdapat kondisi lingkungan yang memungkinkan pandangan bagi masinis kereta api dari perlntasan dan bagi pengemudi kendaraan bermotor.

Perlntasan sebidang adalah persilangan antara jalur kereta dengan jalan raya pada satu bidang, yaitu di atas tanah. Persilangan ini banyak terdapat di pedesaan yang arus lalu lintas pada jalan tersebut masih relatif jarang.

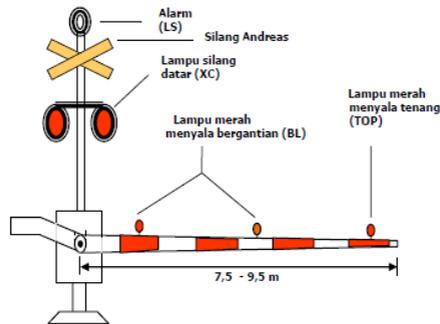
Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 36 Tahun 2011 Tentang Perpotongan dan Persinggungan antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain disebutkan bahwa persyaratan perlntasan sebidang adalah sebagai berikut :

- a. Perpotongan antara jalur kereta api dengan bangunan lain dapat berupa perpotongan sebidang atau perpotongan tidak sebidang.
- b. Perpotongan antara jalur kereta api dengan jalan disebut perlntasan.

- c. Perlintasan dibuat sebidang, jika :
- Letak geografis yang tidak memungkinkan membangun perlintasan tidak sebidang.
 - Tidak membahayakan dan mengganggu kelancaran operasi kereta api dan lalu lintas di jalan.
 - Pada jalur tunggal dengan frekuensi dan kecepatan kereta api rendah.
- d. Perlintasan sebidang sebagaimana dimaksud ditetapkan dengan ketentuan sebagai berikut :
- Kecepatan kereta api yang melintas pada perlintasan kurang dari 60 km/jam.
 - Selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya (*headway*) yang melintas pada lokasi tersebut minimal 30 (tiga puluh) menit.
 - Jalan yang melintas adalah jalan kelas III.
 - Jarak perlintasan yang satu dengan yang lainnya pada satu jalur kereta api tidak kurang dari 800 meter.
 - Tidak terletak pada lengkungan jalur kereta api atau jalan.
 - Jarak pandang bebas bagi masinis kereta api minimal 500 meter maupun pengendara kendaraan bermotor dengan jarak minimal 150 meter.
- e. Pembangunan perlintasan sebidang yang dimaksud harus memenuhi persyaratan:
- Permukaan jalan harus satu *level* dengan kepala rel dengan toleransi 0,5 cm.
 - Terdapat permukaan datar sepanjang 60 cm diukur dari sisi terluar jalan rel.
 - Maksimum *gradient* untuk dilewati kendaraan dihitung dari titik tertinggi di kepala rel adalah 2% diukur dari sisi terluar permukaan datar sebagaimana dimaksud pada huruf (b) untuk jarak 9,4 meter dan 10% untuk 10 meter berikutnya dihitung dari titik terluar sebagai *gradient* peralihan.
 - Lebar perlintasan untuk satu jalur jalan maksimal 7 meter.

- Sudut perpotongan antara jalan rel dengan jalan harus 90° dan panjang jalan yang lurus minimal harus 150 meter dari as jalan rel.
- f. Pada perlintasan sebidang, kereta api mendapat prioritas berlalu lintas dan harus dilengkapi dengan
- Rambu, marka dan alat pemberi isyarat lalu lintas, dan
 - Petugas penjaga pintu perlintasan [8].

2.2 Bagian-Bagian Pintu Perlintasan



Gambar 2.1 Bagian-Bagian Pintu Perlintasan [9]

Berikut ini merupakan bagian-bagian pintu perlintasan:

- Palang Pintu**
Batas berhenti bagi semua pemakai jalan raya termasuk orang “tuna netra”.
- Lampu silang datar**
Isyarat berupa cahaya menyala ber-kedip sebagai tanda adanya kereta api akan lewat
- Sirine**
Isyarat berupa nada yang bisa menjangkau > 50 meter sebagai tanda adanya kereta api akan lewat
- Tanda Stop**
Wajib berhenti sesaat dan meneruskan perjalanan setelah mendapat kepastian aman dari lalu lintas arah lainnya

- e. Silang Andreas
Tanda persilangan antara jalur kereta api dengan jalan raya
- f. Sistem Catu Daya
Merupakan sumber energi (PLN, baterai, *solar cell*) untuk menggerakkan palang pintu perlintasan.
- g. Panel Pelayanan
Panel yang digunakan oleh Penjaga Jalan Lintasan (P JL) untuk menaikkan dan menurunkan palang pintu perlintasan
- h. Genta Penjaga
Indikator kedatangan kereta api dari arah hilir atau udik [9].

2.3 Rambu dan Garis Kejut

Rambu dan Garis Kejut sesuai Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 61/1993 dan Nomor 3 Tahun 1994 [10]

Tabel 2.1 Rambu dan Garis Kejut [10]

No	Symbol	Keterangan
1		Garis Kejut dengan jarak dari as Rel : 300 meter , 200 meter, 100 meter dan 50 meter
2		Tanda Silang Datar Lintasan KA berpintu Jarak 300 meter dari as rel
3		Silang Andreas Tanda persilangan antara jalur kereta api ganda dengan jalanraya; Jarak 150 meter dari as rel
4		Silang Andreas Tanda persilangan antara jalur kereta api tunggal dengan jalanraya; Jarak 150 meter dari as rel <i>signalling</i>
5		Tanda STOP, wajib berhenti sesaat dan meneruskan perjalanan setelah mendapat kepastian aman dari lalu lintas arah lainnya ; Jarak 100 meter dari as rel

2.4 Konsep Risiko

Risiko adalah peluang terjadinya hasil yang tidak diinginkan, ketidakpastian atas terjadinya suatu peristiwa, penyimpangan hasil aktual dari hasil yang di harapkan, dan suatu probabilitas sesuatu hasil yang berbeda. Risiko dalam konteks ilmu rekayasa umumnya didefinisikan sebagai sesuatu yang menghasilkan konsekuensi dan peluang terjadinya sebuah kejadian. Seringkali, konsekuensi cukup diubah dalam bentuk kuantitas dan bisa juga sangat subjektif. Secara umum untuk menjelaskan risiko merupakan ukuran dari peluang dari berbagai variasi konsekuensi [11].

Risiko yang diperoleh seseorang akibat kecelakaan dapat terjadi berupa kematian dan cacat. Risiko kematian yang terjadi pada kecelakaan bisa menimpa hanya pada perseorangan atau individu maupun yang mengakibatkan kejadian fatal yakni risiko kematian berkelompok. Pada risiko terjadinya cacat pun terbagi menjadi dua kategori yakni cacat permanen dan cacat sementara yang diakibatkan oleh kecelakaan.

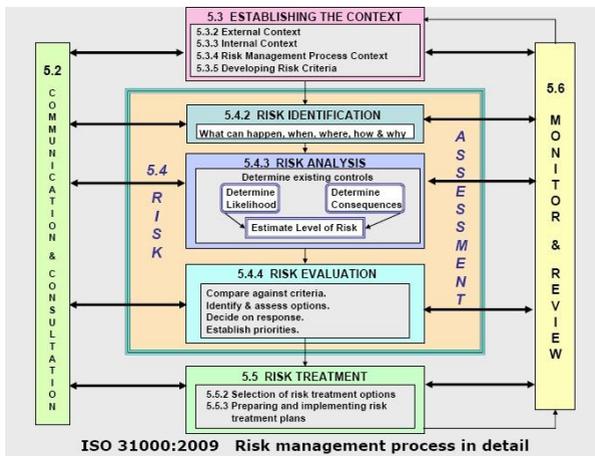
Pendekatan yang serupa dapat digunakan pada risiko lingkungan, risiko asosiasi dengan kerusakan pada *asset*. Ada banyak alternatif ukuran yang diberikan pada konsekuensi. Dalam faktanya banyak aktor/ pelaku yang terlibat dalam usaha keamanan (*safety*) yang dapat dipakai sebagai ukuran statistik yang berbeda. Sebagai contoh, keamanan *manager* secara umum tergantung pada tingkat pengalaman keamanan, saat analisis risiko menjadi perhatian besar dengan tingkat estimasi. Prediksi terhadap risiko/ keamanan [12].

2.5 Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan suatu proses yang logis dan sistematis dalam mengidentifikasi, menganalisa, mengevaluasi, mengendalikan, mengawasi, dan mengkomunikasikan risiko yang berhubungan dengan segala aktivitas, fungsi atau proses dengan tujuan perusahaan mampu meminimalkan kerugian dan memaksimalkan kesempatan. Implementasi dari manajemen risiko ini membantu perusahaan dalam mengidentifikasi risiko

sejak awal dan membantu membuat keputusan untuk mengatasi risiko tersebut [13]. Konsep mengenai manajemen risiko ini muncul pada tahun 1980-an di bidang keselamatan dan kesehatan kerja atau K3. Konsep ini berkembang setelah muncul *accident* model dari *International Loss Control Institute (ILCI)* dan isu terkait lingkungan dan kesehatan. Tujuan dari manajemen risiko yang utama adalah meminimalisasi kerugian yang dikarenakan suatu kecelakaan.

Manajemen risiko dapat bermanfaat sebagai pengoptimalan kinerja jika diterapkan sejak awal. Ruang lingkup manajemen risiko yaitu penentuan konteks kegiatan yang akan dikelola risikonya, identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko, pengendalian risiko, pemantauan dan pengecekan ulang dan koordinasi antara pihak yang terkait dalam sebuah proses. Berikut ini merupakan skema yang terjadi pada manajemen risiko untuk standar ISO 31000:2009 [13].



Gambar 2.2 Skema Manajemen Risiko Standar ISO 31000:2009 [13]

Dari gambar dapat dijelaskan proses pertama adalah *Establishing The Context* (Mentapkan Konteks). Dalam proses manajemen risiko langkah awal yang sangat penting adalah

Establishing The Context. Menetapkan konteks ini meliputi penetapan tujuan, strategi, ruang lingkup, dan parameter-parameter lain yang berhubungan dengan dengan proses pengelolaan risiko suatu organisasi. Penetapan konteks ini menunjukkan hubungan antara masalah atau hal yang akan dikelola risikonya dengan lingkungan organisasi (eksternal & internal), proses manajemen risiko dan ukuran atau kriteria risiko yang dijadikan standar. Kemudian risiko dan bahaya dianalisa dengan menggunakan tiga tahapan utama, yaitu identifikasi risiko bahaya, penilaian risiko bahaya, dan pengendalian risiko bahaya.

2.6 Identifikasi Risiko Bahaya

Identifikasi bahaya (*hazard identification*), berupa suatu daftar dari semua skenario kecelakaan yang relevan dengan penyebab-penyebab potensial dan akibat-akibatnya. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi daftar bahaya dan kumpulan skenario yang prioritasnya ditentukan oleh tingkat risiko dari masalah yang sedang dibahas. Tujuan ini dapat dicapai dengan menggunakan teknik-teknik standar untuk mengidentifikasi bahaya yang berperan dalam kecelakaan, dengan menyaring bahaya – bahaya ini melalui suatu kombinasi dari data dan pendapat yang ada, dan dengan meninjau ulang model umum yang telah dibuat saat pendefinisian masalah.

Pengidentifikasian bahaya dan gabungan skenario yang relevan terhadap masalah yang dibahas harus diurut sesuai prioritasnya (diperingkat) sehingga dapat menghilangkan penilaian resiko yang tidak terlalu berpengaruh. Urutan tingkatan dilakukan dengan menggunakan data yang tersedia dan didukung oleh pendapat/penilaian terhadap skenario tersebut. Selain itu, frekuensi dan konsekuensi yang telah diurutkan ini berupa suatu matriks risiko (*risk matrix*), dimana frekuensi dan kategori konsekuensi yang digunakan harus terdefinisi dengan jelas. Kombinasi dari suatu frekuensi dan suatu kategori konsekuensi mewakili suatu tingkat risiko. Hasil keluaran langkah ini terdiri dari daftar bahaya dan skenario yang berhubungan dengan

bahaya tersebut, dengan prioritas berdasarkan tingkat risikonya, serta diskripsi penyebab dan pengaruh dari bahaya tersebut.

Menurut Berrado [14] menyatakan bahwa untuk mengidentifikasi set lengkap bahaya di sekitar perlintasan sebidang yang diteliti, mempertimbangkan berbagai entitas yang terlibat dalam perlintasan sebidang dan interaksi di antara mereka. Serta meninjau spesifikasi operasional dan mempertimbangkan semua faktor lingkungan di sekitar perlintasan sebidang. Kemudian mengidentifikasi beberapa bahaya yang dapat diklasifikasikan ke dalam satu dari lima kategori, yaitu bahaya yang terkait dengan lingkungan perlintasan sebidang yang memengaruhi visibilitas pengguna, bahaya yang terkait dengan masalah teknis, bahaya karena ketidakpatuhan terhadap standar, bahaya karena faktor manusia, dan kelima kategori mencakup semua bahaya lainnya. Beberapa sub-kategori merupakan masing-masing kategori bahaya. Setelah itu membuat *Pie Chart* yang menggambarkan distribusi bahaya yang diidentifikasi berdasarkan kategori. Sehingga dapat dianalisis terperinci dari kategori tersebut adalah diperlukan untuk memahami dan mengidentifikasi bahaya berdasarkan kategori yang bertanggung jawab mayoritas dan beberapa tindakan dapat dilakukan oleh pihak berwenang untuk mengurangi dampaknya [14].

2.7 Penilaian Risiko Bahaya

Penilaian risiko (*risk assessment*) adalah keseluruhan proses dalam mengestimasi besarnya suatu risiko, berupa evaluasi terhadap faktor – faktor risiko. Menurut Berrado [14] menyatakan bahwa analisis penilaian risiko dapat dilakukan asalkan data riwayat kecelakaan dan insiden kecelakaan pada perlintasan sebidang tersedia untuk memperkirakan frekuensi (*likelihood*) dan konsekuensi (*consequence*). Tingkat risiko yang tersebut kemudian diklasifikasikan tolerabilitasnya [14].

Tujuan dari analisis risiko dalam langkah kedua ini adalah untuk menyelidiki secara terperinci mengenai penyebab dan konsekuensi dari skenario yang telah diidentifikasi dalam langkah

pertama mengidentifikasi dan mengevaluasi faktor – faktor yang mempengaruhi tingkat risiko. Penilaian risiko bertujuan untuk memilih risiko yang paling potensial dari daftar risiko yang ada. Caranya dengan memetakan daftar risiko baru hasil analisis risiko kedalam *risk matrix*. Pemetaan risiko dilakukan antara nilai dampak (akibat) dan nilai kemungkinan kejadian dengan matriks risiko yang telah disediakan.

Analisis risiko ini terdiri atas analisis- analisis terhadap dua bagian yaitu kemungkinan (*likelihood*) dan dampak (*consequence*). Berikut ini penjelasan masing-masing bagian:

a. Kemungkinan (*Likelihood*)

Likelihood (kemungkinan) merupakan probabilitas suatu risiko dapat terjadi pada suatu komponen pada pada suatu periode waktu tertentu.

Dari data ini nilai kemungkinan ditentukan oleh standar dari Keputusan Direksi PT.KAI (Persero) Nomor: KEP.U/LL.507/IX/1/KA-2013 Tentang Pelaporan Risiko Keselamatan Dalam Bentuk Daftar Risiko (*Risk Register*) dan Pembuatan Profil Risiko (*Risk Profile*) Daop/Divre di Lingkungan PT. KAI (Persero) [15]. Berikut ini standar nilai tabel kemungkinan berdasarkan kriteria seperti pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Nilai Kemungkinan Standar PT.KAI (Persero) [15]

Skor	Kemungkinan	Deskripsi	Frekuensi
6	Hampir pasti/Sering terjadi	Kejadian sudah diperkirakan	Frekuensi lebih dari 5 kali per tahun
5	Kemungkinan besar/Pernah terjadi sebelumnya	Kejadian ini mungkin terjadi	Frekuensi antara 3-5 kali per tahun
4	Mungkin/dapat terjadi	Kejadian ini mungkin terjadi di suatu waktu	Frekuensi antara 1-2 kali per tahun
3	Jarang	Kejadian ini mungkin saja terjadi	Frekuensi lebih dari satu kali tiap 2 tahun
2	Sangat Jarang	Kejadian ini mungkin terjadi tetapi tidak sering	Frekuensi lebih dari 1 kali tiap 5 tahun
1	Secara praktik tidak mungkin	Kejadian ini hanya terdapat terjadi pada kondisi yang eksepsional	Frekuensi lebih dari 1 kali tiap 10 tahun

b. Akibat (*Consequences*)

Tinjauan *consequences* adalah dari segi tingkat kerusakan komponen, dari segi pengaruhnya pada manusia, atau dari segi biaya yang dikeluarkan akibat adanya bahaya yang telah disebutkan tersebut, serta biaya yang hilang akibat terganggunya proses operasional. Dari data ini nilai dampak (akibat) ditentukan oleh standar dari Keputusan Direksi PT.KAI (Persero) Nomor: KEP.U/LL.507/IX/1/KA-2013 Tentang Pelaporan Risiko Keselamatan Dalam Bentuk Daftar Risiko (*Risk Register*) dan Pembuatan Profil Risiko (*Risk Profile*) Daop/Divre di Lingkungan PT. KAI (Persero) [15]. Berikut ini standar nilai tabel dampak berdasarkan kriteria seperti pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Nilai Dampak (Akibat) Standar PT.KAI (Persero) [15]

Skor	Rating	Keselamatan	Finansial	Operasional
6	Bencana	Kematian	Kerusakan atau kerugian materi mencapai lebih dari 1 milyar rupiah	Rintang jalan lebih dari 6 jam
5	Besar	Cacat tetap	Kerusakan atau kerugian materi antara 100 juta - 1 milyar rupiah	Rintang jalan 5 - 6 jam
4	Serius	Cacat berat	Kerugian materi antara 50 juta-100 juta rupiah	Rintang jalan antara 3 - 4 jam
3	Signifikan	Cacat ringan	Kerugian materi antara 10 juta - 50 juta rupiah	Rintang jalan antara 1 - 2 jam
2	Minor	Luka tanpa penanganan medis	Kerugian materi antara 5 juta - 10 juta rupiah	Rintang jalan kurang dari 1 jam
1	Tidak Signifikan	Tidak ada korban luka, cacat, dan meninggal	Kerugian materi kurang dari 5 juta	Tidak mengakibatkan rintang jalan

Setelah itu, dapat dilakukan pemetaan pada *risk matrix* berdasarkan data nilai kemungkinan (*likelihood*) dan nilai dampak (*consequences*) sebagai berikut:

Tabel 2.4 Risk Matrix Standar PT.KAI (Persero) [15]

		Distribusi Risiko					
K e m u n g k i n a n	Hampir pasti/Sering terjadi (6)	7	8	9	10	11	12
	Kemungkinan besar/Permah terjadi sebelumnya (5)	6	7	8	9	10	11
	Mungkin dapat terjadi (4)	5	6	7	8	9	10
	Jarang (3)	4	5	6	7	8	9
	Sangat Jarang (2)	3	4	5	6	7	8
	Secara praktik tidak mungkin terjadi (1)	2	3	4	5	6	7
+		Tidak Signifikan (1)	Minor (2)	Signifikan (3)	Serius (4)	Besar (5)	Bencana (6)
Akibat							

Dimana tingkat risiko = Kemungkinan + Akibat [15]

Sehingga skor nilai tingkat risiko seperti di bawah ini:

Tabel 2.5 Tabel Skor Nilai Tingkat Bahaya [15]

Skor	Tingkat Risiko	Penjelasan	Tindak Lanjut
11 - 12	Ekstrim	Operasi harus dihentikan dan kontrol lebih lanjut diperlukan sebelum kegiatan dilakukan	Setiap operasi atau aktivitas dengan kondisi ini tidak diijinkan tanpa adanya persetujuan tertulis dan tanda tangan dari Direksi
8 - 10	Tinggi	Mebutuhkan rencana pengendalian risiko dengan penanggungjawaban manajemen terhadap kontrol tersebut	Harus dievaluasi dan rencana kontrol risiko dilakukan serta diawasi oleh manajemen
5 - 7	Sedang	Dikelola melalui prosedur rutin dan dinilai ulang pada saat review daftar risiko setiap bulan	Dapat ditoleransi atau dalam batas kewajaran jika risiko telah dievaluasi dan dimonitor
2 - 4	Rendah	Tidak membutuhkan kontrol tambahan	Dapat diterima dan tidak ada penanganan yang diperlukan

2.8 Pengendalian Risiko Bahaya

Pengendalian risiko merupakan perencanaan tindakan-tindakan pengaturan (*devising regulatory measures*) untuk mengendalikan dan mengurangi risiko yang teridentifikasi, sebagai jawaban dari pertanyaan, dapatkah kesalahan yang terjadi diperbaiki. Setelah mendapatkan urutan prioritas risiko, maka dibuat agregasi risiko dengan warna merah, *orange*, kuning dan hijau. Risiko pada zona *orange* dan merah akan ditindaklanjuti dengan merancang sistem pengendalian. Perancangan sistem pengendalian didasarkan pada agregat yang telah dibuat (bagian yang merah dan *orange* saja), karena bagian yang *orange* merupakan risiko tingkat tinggi dan bagian yang merah merupakan risiko ekstrim yang harus segera ditanggapi dan dievaluasi.

Dalam manajemen risiko yang pertama adalah melakukan penentuan konten yang akan dianalisis, yaitu mencakup strategi pengumpulan data, metode manajemen risiko serta penentuan kriteria. Selanjutnya adalah tahap identifikasi risiko mencakup risiko yang akan terjadi dari bahaya yang dianalisis dan bagaimana risiko tersebut dapat terjadi. Untuk tahap analisis risiko, dilakukan estimasi terhadap kemungkinan dan dampak (akibat), yang selanjutnya dapat diketahui kriteria risiko berdasarkan hasil kombinasi dari kemungkinan dan dampak (akibat). Kemudian dilakukan pengendalian risiko, apakah risiko tersebut dapat diterima atau tidak, jika tidak maka dilanjutkan upaya pengendalian untuk dapat mengurangi risiko. Dalam pelaksanaan langkah-langkah tersebut, selalu dilakukan komunikasi dan konsultasi antar anggota serta dilakukan *monitor* dan *review*.

2.9 Teori Peramalan (*Forecasting*)

Untuk menyelesaikan masalah di masa datang yang tidak dapat dipastikan, orang senantiasa berupaya menyelesaikannya dengan model pendekatan-pendekatan yang sesuai dengan perilaku aktual data, begitu juga dalam melakukan peramalan. Peramalan atau *forecasting* diartikan sebagai penggunaan teknik-

teknik statistik dalam bentuk gambaran masa depan berdasarkan pengolahan angka- angka historis [16].

Suatu peramalan banyak mempunyai arti, maka peramalan tersebut perlu direncanakan dan dijadwalkan sehingga akan diperlukan suatu periode waktu paling sedikit dalam periode waktu yang dibutuhkan untuk membuat suatu kebijaksanaan dan menetapkan beberapa hal yang mempengaruhi kebijaksanaan tersebut. Peramalan diperlukan disamping untuk memperkirakan apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang juga para pengambil keputusan perlu untuk membuat *planning* [16].

2.10 Data Time Series

Data berkala (*time series*) adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk menggambarkan perkembangan atau pertumbuhan suatu variabel. Data deret waktu adalah sekumpulan hasil observasi-observasi yang diatur dan didapat menurut urutan-urutan kronologis, biasanya dalam *interval* waktu yang sama [17].

Rangkaian waktu tidak lain adalah serangkaian pengamatan terhadap suatu peristiwa, kejadian gejala, atau variabel yang diambil dari waktu ke waktu, dicatat secara teliti menurut urutan-urutan waktu terjadinya dan kemudian disusun sebagai data statistik. Dari suatu rangkaian waktu akan dapat diketahui apakah peristiwa, kejadian, gejala variabel yang diamati berkembang mengikuti pola-pola perkembangan yang teratur atau tidak. Jika suatu rangkaian waktu menunjukkan pola yang teratur maka akan dapat dibuat suatu ramalan yang cukup kuat mengenai tingkah laku gejala yang dicatat, dan atas dasar ramalan itu dibuat rencana-rencana yang dipertanggung jawabkan.

Analisis rangkaian waktu (*time series analisis*) adalah suatu analisis terhadap pengamatan, pencatatan, dan penyusunan peristiwa yang diambil dari suatu waktu ke waktu berikutnya berurutan. Menurut Sudjana [17], *time series* analisis adalah analisis yang didasarkan atas data berkala (*time series*) yang sifatnya dinamis dan sudah memperhitungkan perubahan-perubahan, misalnya perubahan dari waktu ($t-1$) ke t dan dari

($t+1$). Pada umumnya pengamatan dan pencatatan itu dilakukan dalam jangka waktu tertentu. Misalnya: harian, mingguan, enam bulanan, tahunan dan sebagainya.

2.11 Metode Peramalan

Metode peramalan adalah cara memperkirakan secara kuantitatif apa yang akan terjadi dimasa depan berdasarkan data yang relevan pada masa lalu. Metode peramalan sangat berguna untuk membantu dalam mengadakan pendekatan analisis terhadap data yang lalu, sehingga dapat memberikan cara pemikiran, pekerjaan dan pemecahan yang sistematis, serta memberikan tingkat keyakinan yang lebih atas ketepatan hasil ramalan yang dibuat. Menurut Eri Sugiyono [18], ada beberapa metode peramalan yaitu:

- Peramalan dengan metode *Smoothing*
Metode *Smoothing* adalah mengambil dari rata-rata nilai-nilai beberapa tahun untuk menaksir nilai pada suatu tahun. Metode *Smoothing* ini dilakukan antara lain dengan cara *moving averages* atau dengan *exponential smoothing*.
- Peramalan dengan metode Dekomposisi
Metode Dekomposisi sering juga disebut metode *time series*. Metode ini didasarkan pada kenyataan bahwa biasanya apa yang telah terjadi itu akan berulang kembali dengan pola yang sama. Artinya yang dulu selalu naik maka pada waktu yang akan datang biasanya akan turun juga, yang biasanya berfluktuasi akan berfluktuasi juga dan yang biasanya tidak teratur akan tidak teratur.
- Peramalan dengan metode *Input-Output*
Metode ini memanfaatkan hubungan antara *input* dan *output* untuk membuat peramalan. Hasil suatu sektor industri sebagian akan merupakan *input* bagian sektor lain.
- Peramalan dengan metode Regresi linier sederhana
- Peramalan dengan metode Auto Regresi dan Auto Korelasi
Tidak ada metode peramalan yang paling baik dan selalu cocok digunakan untuk membuat ramalan mengenai suatu hal. Suatu metode peramalan mungkin cocok untuk sesuatu

hal tetapi tidak cocok untuk membuat ramalan hal yang lain. Oleh karena itu kita harus memilih metode yang cocok, yaitu yang bisa meminimalkan kesalahan meramal [18].

2.12 Metode Auto Regresi

Metode auto regresi dan auto korelasi membahas mengenai pengaruh dan hubungan antara nilai suatu variabel yang telah terjadi pada suatu periode dan yang terjadi pada periode berikutnya. Untuk mengetahui besarnya pengaruh menggunakan Auto Regresi, sedangkan untuk mengukur kuat tidaknya hubungan tersebut digunakan koefisien Auto Korelasi. Disebut Auto karena variabel yang menjadi variabel bebas (*independent variable*) juga digunakan sebagai variabel terikat (*dependent variable*). Besarnya nilai suatu variabel tergantung pada nilai suatu variabel itu sendiri yang terjadi sebelumnya. Misalnya jumlah penani (X_t) tergantung pada jumlah kecelakaan pada tahun yang lalu (X_{t-1}), jadi secara sistematis dapat ditulis

$$X_t = f(X_{t-1})$$

Untuk menjeaskan hubungan nilai variabel terikat, dapat kita lihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.6 Skema Hubungan Variabel Bebas dan Terikat pada Autoregresi [19]

<i>Dependent Variabel (X_t)</i>	<i>Independent Variabel (X_{t-1})</i>
Nilai Periode 1	-
Nilai Periode 2	Nilai Periode 1
Nilai Periode 3	Nilai Periode 2
Nilai Periode 4	Nilai Periode 3
,	,
,	,
,	,
Nilai Periode T	Nilai Periode T-1

Berikut ini langkah-langkah dalam penyusunnya:

- Untuk memudahkan penyelesaiannya maka sebaiknya data disusun dalam suatu tabel. Tentukan terlebih dahulu selisih waktu periode, misal: 1 hari, 1 bulan, atau 1 tahun
- Mencari nilai-nilai yang diperlukan untuk menghitung persamaan auto regresi, yaitu

$$\beta = \frac{N \sum X_t(X_{t-1}) - (\sum X_{t-1})(\sum X_t)}{N \sum (X_{t-1}^2) - (\sum X_{t-1})^2} \quad (2.1)$$

$$\alpha = \frac{\sum X_t - \beta \sum X_{t-1}}{N} \quad (2.2)$$

$$\hat{X}_t = \alpha + \beta (X'_{t-1}) \quad (2.3)$$

Keterangan :

N = Banyaknya pasangan data

X_{t-1} = data periode t-1

X = data periode t

α = Perkiraan nilai alpha

β = Perkiraan nilai betha

\hat{X}_t = Rata-rata dari X_t

X'_{t-1} = Perkiraan X_{t-1}

- Ramalan jumlah kecelakaan dapat dilakukan untuk beberapa periode berikutnya [19].

2.13 Metode Regresi Linier

Dalam analisis regresi linier akan ditentukan persamaan yang menghubungkan dua variabel. Variabel yang digunakan adalah variabel bebas yang disimbolkan sebagai x dan variabel terikat/respon yang disimbolkan sebagai y . Variabel tersebut dapat dinyatakan sebagai bentuk persamaan pangkat satu (persamaan linier/persamaan garis lurus) [20].

Persamaan umum garis regresi untuk regresi linier sederhana adalah sebagai berikut [20] :

$$y = a + b \cdot x \quad (2.5)$$

Keterangan:

y = nilai *estimate* variabel terikat atau variabel tidak bebas

a = titik potong garis regresi pada sumbu y

b = gradien garis regresi (perubahan nilai *estimate* y per satuan perubahan nilai x)

x = nilai variabel bebas

Untuk mendapatkan nilai konstanta a dan b , dihitung dengan menggunakan persamaan [20] :

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (2.6)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - [\sum x][\sum y]}{n \sum x^2 - [\sum x]^2} \quad (2.7)$$

Nilai yang dihasilkan dari hasil regresi akan dibandingkan dengan nilai aktual yang didapat. Selisih dari kedua nilai tersebut adalah nilai *residual (error)*. Dari nilai *residual* tersebut akan diketahui nilai *Sum Square of the Residual (SSR)* dan digunakan untuk menghitung ketidakpastian dengan persamaan:

$$U = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} \quad (2.8)$$

Keterangan:

$SSR = \sum SR$ (*Square Residual*)

$SR = R^2$ (*Residu*)

$SSR = \sum R^2$

n = banyaknya data

2.14 Metode Regresi Majemuk

Analisis regresi ganda (majemuk) digunakan apabila jumlah variable bebas (*independent*) minimal 2. Untuk bisa membuat ramalan melalui regresi, maka data setiap variabel harus tersedia. Selanjutnya berdasarkan data itu, peneliti harus dapat menemukan regresi melalui perhitungan [20].

Berikut ini merupakan rumus yang dalam perhitungan analisis regresi majemuk menggunakan tiga *variable predictor* [20].

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \quad (2.9)$$

Keterangan:

Y = Variabel terikat (yang diprediksi)

x_1, x_2, x_3 = Variabel bebas (*predictor*)

b_0, b_1, b_2, b_3 = koefisien pengubah

Dalam perhitungan untuk mencari nilai koefisien b_0, b_1, b_2, b_3 maka diperlukan Tabel 2.7 bantuan besaran-besaran untuk menghitung regresi.

Tabel 2.7 Besaran-Besaran untuk Menghitung Regresi Majemuk 3 Prediktor [20]

X_1	X_2	X_3	y	X_1^2	X_2^2	X_3^2	y^2	X_1y	X_2y	X_3y	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3
ΣX_1	ΣX_2	ΣX_3	Σy	ΣX_1^2	ΣX_2^2	ΣX_3^2	Σy^2	ΣX_1y	ΣX_2y	ΣX_3y	ΣX_1X_2	ΣX_1X_3	ΣX_2X_3

Setelah mendapat nilai skor kasar besaran-besaran tersebut, untuk mempermudah perhitungan maka skor kasar tersebut diubah menjadi skor deviasi terlebih dahulu. perhitungan skor simpangan (deviasi), digunakan rumus-rumus [20] berikut ini:

$$\sum x_1^2 = \sum x_1^2 - \frac{(\sum x_1)^2}{n} \quad (2.10)$$

$$\sum x_2^2 = \sum x_2^2 - \frac{(\sum x_2)^2}{n} \quad (2.11)$$

$$\sum x_3^2 = \sum x_3^2 - \frac{(\sum x_3)^2}{n} \quad (2.12)$$

$$\sum y^2 = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \quad (2.13)$$

$$\sum x_1y = \sum x_1y - \frac{(\sum x_1)(\sum y)}{n} \quad (2.14)$$

$$\sum x_2y = \sum x_2y - \frac{(\sum x_2)(\sum y)}{n} \quad (2.15)$$

$$\sum x_3y = \sum x_3y - \frac{(\sum x_3)(\sum y)}{n} \quad (2.16)$$

$$\sum x_1x_2 = \sum x_1x_2 - \frac{(\sum x_1)(\sum x_2)}{n} \quad (2.17)$$

$$\sum x_1x_3 = \sum x_1x_3 - \frac{(\sum x_1)(\sum x_3)}{n} \quad (2.18)$$

$$\sum x_2x_3 = \sum x_2x_3 - \frac{(\sum x_2)(\sum x_3)}{n} \quad (2.19)$$

$$x_1 = \frac{\sum x_1}{n} \quad (2.20)$$

$$x_2 = \frac{\sum x_2}{n} \quad (2.21)$$

$$x_3 = \frac{\sum x_3}{n} \quad (2.22)$$

$$y = \frac{\sum y}{n} \quad (2.23)$$

Untuk mencari koefisien regresi b_0 , b_1 , b_2 , b_3 digunakan persamaan simultan sebagai berikut:

$$\sum x_1y = b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum x_1x_2 + b_3 \sum x_1x_3 \quad (2.24)$$

$$\sum x_2y = b_1 \sum x_1x_2 + b_2 \sum x_2^2 + b_3 \sum x_2x_3 \quad (2.25)$$

$$\sum x_3y = b_1 \sum x_1x_3 + b_2 \sum x_2x_3 + b_3 \sum x_3^2 \quad (2.26)$$

$$b_0 = y - b_1x_1 - b_2x_2 - b_3x_3 \quad (2.27)$$

Selain menggunakan regresi majemuk menggunakan lebih dari 2 variabel prediktor, juga terdapat regresi majemuk yang dinyatakan dalam persamaan pangkat dua. Persamaan ini menghubungkan dua variabel yaitu variabel bebas dan terikat. Berikut ini persamaan rumus yang digunakan [21] :

$$y = a + bx + cx^2 \quad (2.28)$$

Keterangan :

y = Variabel terikat (yang diprediksi)

a, b, c = Konstanta (nilai koefisien)

x = Nilai variabel bebas

Setelah itu mencari nilai konstanta a, b, dan c terlebih dahulu dengan menggunakan rumus sebagai berikut [21] :

$$\sum y = na + b \sum x + c \sum x^2 \quad (2.29)$$

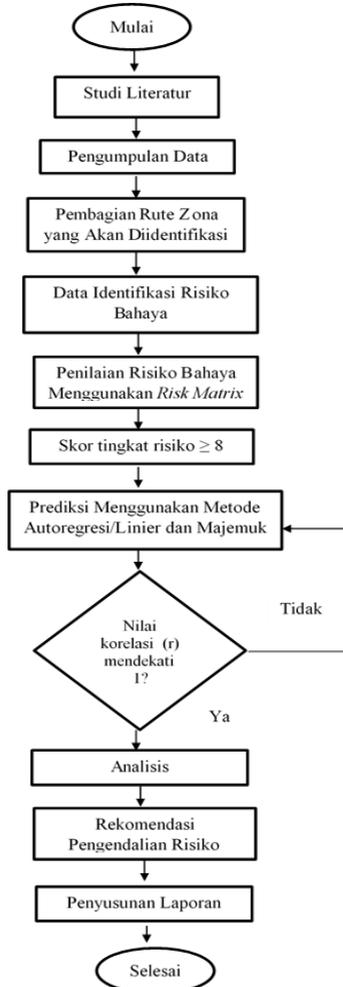
$$\sum xy = a \sum x + b \sum x^2 + c \sum x^3 \quad (2.30)$$

$$\sum x^2 y = a \sum x^2 + b \sum x^3 + c \sum x^4 \quad (2.31)$$

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 *Flowchart* Penelitian

Di bawah ini merupakan proses *flowchart* penelitian pada kali ini :



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

3.2 Penjelasan *Flowchart*

Berdasarkan *flowchart* di atas terdapat langkah-langkah dalam melaksanakan penelitian ini. Berikut adalah penjelasan mengenai *flowchart* di atas:

a. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memahami konsep tentang pengerjaan penelitian yang akan dilaksanakan. Studi literatur ini meliputi pedoman teknis perlintasan sebidang antara jalan raya dengan kereta api, referensi ini diperoleh dari Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Dinas Perhubungan. Dasar teori mengenai metode manajemen risiko, jurnal terkait identifikasi risiko dan standar penilaian *risk matrix* PT. KAI Persero yang berkaitan, dan metode prediksi yang digunakan.

b. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dimaksud adalah mengumpulkan data-data yang akan diproses maupun data-data penunjang lainnya. Dimana data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- Data Laka (kecelakaan) pada perlintasan kereta api sebidang yang dihimpun dari Kepolisian Satlantas Polrestabes Surabaya dan Polresta Sidoarjo
- Data titik rute perlintasan sebidang yang melewati titik dari Stasiun Gubeng Surabaya - Stasiun Sidoarjo yang dihimpun dari PT. KAI Daop 8 Surabaya Unit Jalan Rel dan Jembatan
- Data penyebab risiko yang diperoleh dari rekapan hasil wawancara dengan kantor Dinas Perhubungan Provinsi Jawa Timur

c. Pembagian Rute Zona yang Akan Diidentifikasi

Setelah pengambilan data, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan penentuan zona yang akan diidentifikasi, dimana rute perlintasan yang digunakan yaitu dari Stasiun Gubeng (Surabaya) sampai ke Stasiun Sidoarjo (Sidoarjo). Dimana

total jarak rute tersebut sebesar 27 km. Kemudian dilakukan pembagian zonasi untuk mempermudah dalam penilaian risiko (*Risk Assesment*) ke dalam *risk matrix* sesuai pada titik perlintasan setiap 5 tahunnya. Pembagian zonasi ini didasarkan pada zona yang memiliki tingkat kepadatan/keramaian lalu lintas kendaraan. Dimana pembagian zonasi dibagi 3 bagian yaitu Zona I (Wilayah Surabaya) yang memiliki tingkat kepadatan lalu lintas tinggi, Zona II (Wilayah Sidoarjo) yang memiliki tingkat kepadatan lalu lintas sedang dan Zona III (Wilayah Perbatasan Surabaya-Sidoarjo) yang memiliki tingkat kepadatan lalu lintas rendah.

Berikut ini hasil kelompok pembagian 3 zona yang digunakan:

- Zona Pertama : Wilayah Surabaya (Jalan Banda –Jalan Desa Siwalankerto).
- Zona Kedua : Wilayah Sidoarjo (Jalan Pasar Waru – Jalan Lemah Putro).
- Zona Ketiga : Wilayah Perbatasan Surabaya –Sidoarjo (Jalan SMK 3 Surabaya – Jalan Brigjen Katamsa)

d. Identifikasi Risiko Bahaya

Identifikasi risiko bahaya (*hazard identification*) dilakukan dengan cara mendaftar dari semua skenario kecelakaan yang relevan dengan penyebab-penyebab potensial. Tujuannya adalah mengidentifikasi daftar bahaya dan kumpulan skenario yang prioritasnya ditentukan oleh tingkat risiko dari masalah yang sedang dibahas. Tujuan ini dapat dicapai dengan menggunakan teknik-teknik standar untuk mengidentifikasi bahaya yang berperan dalam kecelakaan, dengan menyaring bahaya – bahaya melalui suatu kombinasi dari data dan pendapat yang ada, dan dengan meninjau ulang model umum yang telah dibuat saat pendefinisian masalah. Setelah mendapatkan berbagai macam penyebab risiko yang terjadi, kemudian dapat dibuat *pie chart* identifikasi risiko

yang terjadi berdasarkan faktor komponen penyebab dari data kecelakaan yang telah diperoleh.

- e. **Penilaian Risiko Bahaya Menggunakan *Risk Matrix***
Penilaian risiko bertujuan untuk menilai tingkat risiko yang paling potensial dari daftar kecelakaan risiko yang terjadi. Caranya dengan memetakan daftar risiko baru hasil analisis risiko kedalam *risk matrix*. Pemetaan risiko dilakukan antara nilai *consequence* (akibat) dan nilai *likelihood* (kemungkinan) kejadian dengan matriks risiko yang telah disediakan. Untuk menentukan nilai *consequence* (akibat) dan *likelihood* (kemungkinan) dapat ditinjau dari penyebab kegagalan yang terjadi. Menurut data kecelakaan yang telah diperoleh. *Consequence* merupakan akibat yang ditimbulkan. Sedangkan *likelihood* seberapa sering terjadinya terjadinya bahaya yang terjadi dalam periode tertentu. Dimana standar dalam *risk matrix* yang digunakan berdasarkan dari standar PT. KAI Persero untuk mengetahui skor tingkat risiko yang terjadi.
- f. **Skor nilai tingkat risiko ≥ 8**
Setelah dilakukan pemetaan risiko antara nilai *consequence* (akibat) dan nilai *likelihood* (kemungkinan) pada *risk matrix*, maka didapatkan skor nilai untuk mengetahui tingkat risiko. Dimana agresi risiko yang diperhatikan yaitu skor nilai tingkat risiko ≥ 8 (zona *orange* dan merah) dengan tingkat risiko tinggi dan ekstrim.
- g. **Prediksi Menggunakan Metode Autoregresi/Linier dan Majemuk**
Sebagai tindak lanjut dari analisis risiko yang terjadi maka muncul rekomendasi untuk meminimalisir bahaya. Sebelum pemberian rekomendasi tersebut, penulis melakukan prediksi (*forecasting*) meliputi 3 hal yaitu jumlah kecelakaan, jumlah korban kecelakaan, dan jumlah kerugian material. Dimana hasil prediksi yang dihasilkan berdasarkan metode yang

digunakan yaitu metode autoregresi/linier dan regresi majemuk. Hasil prediksi ini nantinya akan dibandingkan mana yang lebih baik digunakan berdasarkan nilai selisih terkecil dari nilai data aktual (*real*). Dengan mengetahui tingkat jumlah kecelakaan, kerugian (jumlah korban, material) pada tahun mendatang maka nantinya dapat diambil suatu langkah yang akan dilakukan selanjutnya.

h. Nilai Korelasi (r) Mendekati 1

Nilai korelasi (r) bertujuan untuk mengetahui tingkat keeratan (kuat/tidaknya) hubungan antara variabel bebas (*independent*) terhadap variabel terikat (*dependent*) secara bersamaan. Dimana nilai koefisien korelasi (r) berkisar antara 0-1, dengan ketentuan:

- Jika nilai korelasi (r) mendekati 1, maka memiliki arti bahwa hubungan antara variabel bebas (*independent*) terhadap variabel terikat (*dependent*) semakin kuat (hubungan sempurna).
- Jika nilai korelasi (r) mendekati 0, maka memiliki arti bahwa hubungan antara variabel bebas (*independent*) terhadap variabel terikat (*dependent*) semakin lemah (tidak berhubungan).

i. Analisis

Setelah dilakukan hasil prediksi, maka dilakukan analisis hasil keseluruhan pada prediksi jumlah kecelakaan, jumlah korban dan jumlah kerugian material dengan data *real* (aktual) yang telah diperoleh. Sehingga dapat diketahui selisih dari prediksi dari metode yang menggunakan autoregresi/linier dan majemuk. Selisih yang dihasilkan mempresentasikan keakuratan hasil prediksi dengan data *real*.

j. Rekomendasi Pengendalian Risiko

Salah satu upaya untuk mengurangi risiko yang terjadi, yaitu dengan menambahkan rekomendasi pengendalian berupa

langkah yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya kecelakaan. Rekomendasi yang diberikan merupakan rekomendasi berupa langkah yang perlu ditambahkan untuk mengurangi terjadinya kecelakaan terkait faktor terjadinya kecelakaan.

k. Penyusunan Laporan

Penulisan laporan sesuai dengan hasil penelitian serta metodologi yang dilakukan. Pada laporan juga mencakup analisis data dan rekomendasi yang didapatkan dari penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian yang telah dilakukan pada perlintasan sebidang rute Surabaya (Stasiun Gubeng) sampai Sidoarjo (Stasiun Sidoarjo) diperoleh hasil seperti di bawah ini:

4.1.1 Penentuan Titik Rute Perlintasan

Titik rute yang akan diidentifikasi yaitu dimulai dari Stasiun Gubeng (Surabaya) sampai Stasiun Sidoarjo (Sidoarjo). Dimana total jarak rute tersebut sejauh ± 27 km. Setelah itu, penulis mencari data mengenai titik perlintasan sebidang yang berada di rute tersebut. Data titik rute perlintasan sebidang yang melewati titik dari Stasiun Gubeng Surabaya - Stasiun Sidoarjo dihimpun dari PT. KAI Daop 8 Surabaya Unit Jalan Rel dan Jembatan. Kemudian titik perlintasan yang melewati rute tersebut akan dikelompokkan menjadi 3 zona yaitu:

- a. Zona I : Wilayah Surabaya (Tingkat kepadatan lalu lintas tinggi). Berikut ini titik perlintasan yang ada di zona I.

Tabel 4.1 Titik Perlintasan di Zona I

ZONA	KM/HM	NO. JPL	LEBAR JLN (m)	NAMA JLN/DESA	KOTA/KABUPATEN	PERLINTASAN SEBIDANG	
1	3 +	732	8	7	JL. BANDA	KODYA SURABAYA	RESMI (DIJAGA OP)
	4 +	151	8A	2	JL. GUBENG KERTAJAYA	KODYA SURABAYA	LIAR
	5 +	142	11	6	JL. JUWINGAN	KODYA SURABAYA	RESMI (DIJAGA IJ)
	5 +	493	12	6.5	JL. KALIBOKOR	KODYA SURABAYA	RESMI (DIJAGA IJ)
	6 +	356	14	20	JL. BUNGTOMO	KODYA SURABAYA	RESMI (DIJAGA IJ)
	7 +	93	15A	7	JL. NGAGEL REJO	KODYA SURABAYA	RESMI (DIJAGA IJ)
	7 +	610	17	7.5	JL. LUMUMBA	KODYA SURABAYA	RESMI (DIJAGA OP)
	7 +	703	18	11	JL. JAGIR	KODYA SURABAYA	RESMI (DIJAGA OP)
	7 +	857	1	29	JL. ACHMAD YANI	KODYA SURABAYA	RESMI (DIJAGA OP)
	8 +	549	19	17	JL. RUMKITAL DR. RAMELAN	KODYA SURABAYA	RESMI (DIJAGA OP)
	9 +	585	22	19	JL. MARGOREJO INDAH	KODYA SURABAYA	RESMI (DIJAGA DISHUB)
	10 +	825	25	18	JL. JEMURSARI	KODYA SURABAYA	RESMI (DIJAGA IJ)
	11 +	294	27	13	JL. JEMUR ANDAYANI	KODYA SURABAYA	RESMI (DIJAGA IJ)
	11 +	961	29	6.6	JL. DESA SIWALANKERTO	KODYA SURABAYA	RESMI (DIJAGA IJ)

Pada zona I (Wilayah Surabaya) memiliki 14 titik perlintasan sebidang mulai dari Jalan Banda – Jalan Desa Siwalankerto.

- b. Zona II : Wilayah Sidoarjo (Tingkat kepadatan lalu lintas sedang). Berikut ini titik perlintasan yang ada di zona II.

Tabel 4.2 Titik Perlintasan di Zona II

ZONA	KM/HM	NO. PJL	LEBAR JLN (m)	NAMA JLN/DESA	KOTA/KABUPATEN	PERLINTASAN SEBIDANG	
2	13 +	921	32	4	JL. PASAR WARU	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA OP)
	14 +	45	33	5.2	JL. DESA KUREKSARI	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA OP)
	14 +	195	34	7	JL. PT SODA INDONESIA	KAB. SIDOARJO	LIAR
	14 +	950	36	12	JL. DELTA SARI	KAB. SIDOARJO	RESMI (TIDAK DIJAGA)
	15 +	511	37A	5	JL. WARU JAYA	KAB. SIDOARJO	RESMI (TIDAK DIJAGA)
	15 +	818	38	5	JL. SAWO TRATAP	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA II)
	15 +	867	39	12.5	JL. JUANDA MASUK	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA II)
	16 +	90	40	10.8	JL. JUANDA KELUAR	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA II)
	17 +	342	41	5	JL. WIRA BUMI	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA OP)
	17 +	733	42	7.2	JL. JENGGOLO	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA OP)
	18 +	264	43	18.9	JL. PT PURI SURYA JAYA	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA DISHUB)
	18 +	848	44	5	JL. SERUNI	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA II)
	19 +	310	46	11	JL. PT SELO GIRI	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA DISHUB)
	19 +	664	48	4.3	JL. TEBEL	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA II)
	20 +	310	49	26.9	JL. LINGKAR TIMUR	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA DISHUB)
	20 +	938	50	7.4	JL. WADUNG ASIH	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA II)
	21 +	520	51A	5	JL. BUDURAN	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA DISHUB)
	21 +	725	51	5	JL. PT KUDA LAUT MAS	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA DISHUB)
	22 +	79	52	4	JL. BUDURAN	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA II)
	22 +	320	54	6	JL. SMA ANTARTIKA	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA II)
	22 +	525	55	20	JL. PROVINSI	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA II)
	23 +	155	56	4	JL. MAMBANG	KAB. SIDOARJO	RESMI (TIDAK DIJAGA)
	23 +	895	57	8.5	JL. PAGER WOJO	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA II)
	24 +	504	58	4.5	JL. MAGERSARI	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA II)
	24 +	816	59	15	JL. PAHLAWAN	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA OP)
25 +	270	60	5	JL. LEMAH PUTRO	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA OP)	

Pada zona II (Wilayah Sidoarjo) memiliki 26 titik perlintasan sebidang mulai dari Jalan Pasar Waru – Jalan Lemah Putro.

- c. Zona III : Wilayah Perbatasan Surabaya-Sidoarjo (Tingkat kepadatan lalu lintas rendah). Berikut ini titik perlintasan yang ada di zona III.

Tabel 4.3 Titik Perlintasan di Zona III

ZONA	KM/HM	NO. JPL	LEBAR JLN (m)	NAMA JLN/DESA	KOTA/KABUPATEN	PERLINTASAN SEBIDANG	
3	12 +	580	29A	5	JL. SMK 3 SURABAYA	KODYA SURABAYA	TIDAK TERINTEGRASI
	13 +	482	31	18	JL. BRIGIEN KATAMSO	KAB. SIDOARJO	RESMI (DIJAGA OP)

Pada zona III (Wilayah Perbatasan Surabaya-Sidoarjo) memiliki 2 titik perlintasan sebidang mulai dari Jalan SMK 3 Surabaya – Jalan Brigien Katamso

4.1.2 Data Kecelakaan Lalu Lintas di Perlintasan Sebidang

Setelah memperoleh data titik rute perlintasan setiap zona, maka untuk dapat melakukan penilaian risiko (*risk assessment*), maka dicari data mengenai kecelakaan lalu lintas pada perlintasan sebidang (*level crossing*). Pengumpulan data kecelakaan yang terjadi di perlintasan sebidang sesuai dengan rute yang telah ditentukan dalam penelitian. Dimana rute yang diambil dari Stasiun Gubeng (Surabaya) sampai dengan Stasiun Sidoarjo (Sidoarjo). Data kecelakaan ini diperoleh dari Kantor Kepolisian Satlantas Polrestabes Surabaya dan Polresta Sidoarjo. Data kecelakaan pada perlintasan sebidang dikumpulkan pada tahun 2014 sampai tahun 2018 (selama 5 tahun). Data kecelakaan yang diperoleh meliputi waktu terjadinya kecelakaan (jam dan tanggal), jenis kendaraan yang terlibat pada kecelakaan, jenis dan nomor kereta api, lokasi terjadinya kecelakaan, penyebab terjadinya kecelakaan, jumlah korban yang terlibat pada kecelakaan (meninggal dunia, luka berat, luka ringan), dan kerugian material yang terjadi akibat dampak kecelakaan. Pada Tabel 4.4 merupakan data kecelakaan yang telah diperoleh dan telah disusun berdasarkan urutan tahun kejadian.

Tabel 4.4 Data Kecelakaan Tahun 2014-2018

NO	WAKTU		JENIS KECELAKAAN	NAMA /NO KA	KM/HM	No. PJL	LOKASI	PENYEBAB	JML KORBAN			KERUGIAN
	JAM	TGL/BLN/TH							M	LB	LR	
1	14.40	10/01/2014	Sepeda pancal terserempet KA	Mutiara Timur	6+356	14	Jalan Bung Tomo Surabaya (Ngagel)	Pengemudi sepeda pancal menerobos (mencoba menyeberang ketika kereta mendekati dan penghalang diturunkan)		1		2,500,000
2	20.50	01/04/2014	Mobil saat melintas mogok dan tertabrak KA	KA Penataran	12+580	29A	Kerto Menanggal (Depan SMK 3 Sby)	Kerusakan teknis kendaraan yang membuatnya berhenti di tengah jalur kereta api saat kereta api datang ke arah perlintasan sebidang			1	36,000,000
3	06.00	12/06/2014	Kecelakaan beruntun antara truck, spd motor dan KA	KA Mutiara 07	10+825	25	Jemursari Surabaya	Truck mogok di perlintasan KA dan tertabrak KA, truck terperjal (Kerusakan Teknis kendaraan yang membuatnya berhenti di tengah jalur kereta api saat kereta api datang ke arah perlintasan sebidang)	1		2	50,000,000

Tabel 4.4 Data Kecelakaan Tahun 2014-2018 (Lanjutan)

4	15.00	30/01/2015	Pejalan kaki terserempet KA	KA Gaya Baru	7+703	18	Jalan Jagir	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1			3,000,000
5	18.00	12/04/2015	Sepeda motor menerobos palang pintu KA	Mutiara Timur	7+610	17	Jalan Lumumba (Belakang Novotel Sby)	Pengemudi motor menerobos (mencoba menyeberang ketika kereta mendekati dan penghalang diturunkan)	1			6,000,000
6	10.30	26/05/2015	Sepeda motor menerobos palang pintu KA	KA Bangunkarta	6+356	14	Jalan Bung Tomo Surabaya (Ngagel)	Pengemudi motor menerobos (mencoba menyeberang ketika kereta mendekati dan penghalang diturunkan)	1			6,000,000
7	10.28	11/01/2016	Pejalan kaki terserempet KA	KA Mutiara Timur	15+511	37A	Jalan Waru Jaya	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)		1		2,500,000
8	11.12	15/03/2016	Pejalan kaki terserempet KA	KRD Sda-Bjn			Jemursari, Depan UINSA	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1			5,000,000
9	11.30	14/09/2016	Pejalan kaki terserempet KA	KA Tanki Pertamina	19+664	48	Jalan Tebel gedangan	Tidak mentaati rambu-rambu dan isyarat lampu/suara alarm	1			5,000,000
10	11.15	24/12/2016	Pejalan kaki terserempet KA	KA Jayabaya	15+818	38	Jalan Sawo Trartap	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1			5,000,000

Tabel 4.4 Data Kecelakaan Tahun 2014-2018 (Lanjutan)

11	19.49	18/02/2017	Sepeda motor menerobos palang pintu KA	KA Ronggo Jati	7+093	15A	Jalan Ngagel Jaya Selatan	Pengemudi motor menerobos (mencoba menyeberang ketika kereta mendekati dan penghalang diturunkan)	1			6,000,000
12	04.15	23/04/2017	Mobil Xenia Tertabrak KA saat melintas	KA Mutiara Timur	9+585	22	Jalan A. Yani-Margerejo Surabaya	Pengemudi Mobil menerobos (mencoba menyeberang ketika kereta mendekati dan penghalang diturunkan)	3	1		101,500,000
13	07.00	04/07/2017	Becak menerobos palang pintu peletasan KA dengan melawan arus KA	Komuter	11+294	27	Jalan Jemur Andayani (A. Yani Depan BRI)	Pengemudi becak menerobos (mencoba menyeberang ketika kereta mendekati dan penghalang diturunkan)	1			9,000,000
14	10.30	06/08/2017	Sepeda motor menerobos palang pintu KA	KA Jaya Baya	12+580	29A	Kerto Menanggal (Depan SMK 3 Sby)	Pengemudi motor menerobos karena terjadi kemacetan lalu lintas di perlintasan sebidang saat kereta sedang menuju perlintasan sebidang	1			6,000,000
15	13.10	10/09/2017	Pejalan kaki tertemper KA	Singosari Express			Jemursari, Depan UINSA	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1			5,000,000

Tabel 4.4 Data Kecelakaan Tahun 2014-2018 (Lanjutan)

16	10.10	20/02/2018	Sepeda motor menerobos palang pintu KA	KRD 450	18+264	43	Jalan Puri Surya Jaya	Pengemudi Sepeda Motor mengabaikan sinyal dan lewat di bawah palang pintu perlintasan tertutup	1			6,000,000
17	17.30	27/03/2018	Pejalan kaki terserempet KA	KRD 445	14+195	34	Jalan PT. Soda Indonesia	Pejalan kaki tidak mentaati rambu-rambu dan isyarat lampu/suara alarm	1			5,000,000
18	14.53	16/07/2018	Pejalan kaki terserempet KA	Penataran 434	21+520	51A	Jalan Buduran Gedangan	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)			1	1,500,000
19	10.30	03/07/2018	Sepeda motor menerobos palang pintu KA dengan melawan arus	KA Bangun Karta	6+356	14	Jalang Bung Tomo Surabaya (Ngaged)	Menerobos palang pintu perlintasan KA dengan melawan arus	2			12,000,000
20	17.03	29/07/2018	Sepeda motor menerobos palang pintu KA	KRD 450	7+703	18	Jalan Jagir	Pengemudi motor menerobos (mencoba menyeberang ketika kereta mendekati dan penghalang diturunkan)	1			6,000,000
21	15.30	24/09/2018	Pejalan Kaki	KA Tanki Pertamina	18+848	44	Jalan Seruni Gedangan	Tidak mentaati rambu-rambu dan isyarat lampu/suara alarm	1			5,000,000
22	23.15	05/10/2018	Laka Mobil Avanza dan Sepeda motor dengan KA di palang pintu perlintasan KA	KA Mutiara Timur	9+585	22	Jalan A. Yani-Margerejo Surabaya	Penjaga lalai untuk menutup terlambat palang saat kereta akan melintas	2		2	97,000,000

Dari data kecelakaan yang telah diperoleh, menyatakan bahwa kecelakaan pada perlintasan sebidang yang terjadi pada rute dari Stasiun Gubeng (Surabaya) sampai Stasiun Sidoarjo (Sidoarjo) mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Dimana jumlah kecelakaan pada tahun 2014 terjadi sebanyak 3 kasus kecelakaan. Pada tahun 2015 sebanyak 3 kasus kecelakaan. Pada tahun 2016 sebanyak 4 kasus kecelakaan. Pada tahun 2017 sebanyak 5 kasus kecelakaan. dan data terakhir pada tahun 2018 sebanyak 7 kasus kecelakaan.

4.1.3 Identifikasi Risiko Bahaya

Untuk mengidentifikasi bahaya di sekitar perlintasan sebidang yang diteliti, maka penulis meninjau spesifikasi operasional dan mempertimbangkan semua faktor lingkungan di sekitar area perlintasan sebidang. Penulis juga mempertimbangkan juga aktifitas antar muka manusia disekitar perlintasan sebidang saat kereta akan lewat.

Penulis mengidentifikasi beberapa bahaya yang dapat diklasifikasikan ke dalam empat kategori komponen penyebab yaitu bahaya yang terkait dengan lingkungan yang mempengaruhi visibilitas (jarak pandang) pengguna jalan pada perlintasan sebidang, bahaya yang terkait dengan masalah teknis, bahaya karena ketidakpatuhan terhadap standar, bahaya karena faktor manusia. Setelah beberapa sesi wawancara dengan salah satu petugas dari Dinas Pehubungan Provinsi Jawa Timur, penulis mengidentifikasi 35 potensi bahaya yang terkait ke dalam 4 kategori komponen penyebab tersebut. Pada Tabel 4.5 merupakan identifikasi bahaya yang terjadi di perlintasan sebidang.

Setelah mendaftarkan risiko tersebut, maka dapat dilakukan identifikasi risiko pada perlintasan kereta api sebidang sesuai dengan data kecelakaan yang telah diperoleh sebelumnya dari Kepolisian Polrestabes Surabaya dan Polresta Sidoarjo yang dapat dilihat hasilnya pada Tabel 4.6 untuk hasil identifikasi risiko pada perlintasan sebidang rute Surabaya (Stasiun Gubeng) - Sidoarjo (Stasiun Sidoarjo).

Tabel 4.5 Identifikasi Risiko di Perlintasan Sebidang

Komponen Penyebab	Deskripsi Kategori	Identifikasi Risiko
Lingkungan (Jarak Pandang)	Jarak Pandang Kereta	Visibilitas terbatas dari sinyal kereta api oleh pengemudi kereta api (karena adanya penghalang fisik)
	Jarak Pandang Persinyalan Jalan	Visibilitas terbatas dari sinyal Jalan oleh pengemudi (karena adanya penghalang fisik)
	Jarak Pandang Persinyalan Rel Kereta	Visibilitas Terbatas dari Kereta Api Masuk (sudut belok besar atau sudut jalan)
		Hambatan <i>non luminescent</i> (penggunaan di malam hari)
	Kurangnya jarak pandang karena iklim cuaca	Visibilitas terbatas karena curah hujan yang cukup tinggi
Masalah Teknis	Kegagalan Operasi Kereta	Rem kereta api tidak berfungsi
	Kegagalan Sistem Deteksi Kereta	Non-aktivasi sistem deteksi & <i>Train Alarm</i> tidak berfungsi
		Transmisi sinyal antara lengan pengaktif Sistem Deteksi Kereta dan Kontrol LC
		Non-aktivasi sinyal suara dan cahaya oleh Sistem Deteksi Kereta
		<i>Alarm</i> tak terdengar dari kereta yang dimaksudkan untuk mengingatkan penjaga LC dari kedatangannya
	Kegagalan Sistem Perlintasan Sebidang	Gerbang palang pintu perlintasan tertutup tidak benar ketika kereta melewati LC
		Pemeliharaan Komponen Palang Pintu Perlintasan Sebidang yang buruk
		Palang pintu mengambil terlalu banyak waktu untuk menutup dan beberapa kendaraan melintasi perlintasan sebidang saat kereta dekat
		Tidak adanya Peringatan <i>Alarm</i> dan Sinyal Jalan
		Sinyal Ringan tidak berfungsi dan tidak memberi tahu penjaga palang perlintasan dan penggunaanya
Kegagalan Kendaraan Yang Melintas	Kerusakan Teknis kendaraan yang membuatnya berhenti di tengah jalur kereta api saat kereta api datang ke arah perlintasan sebidang	

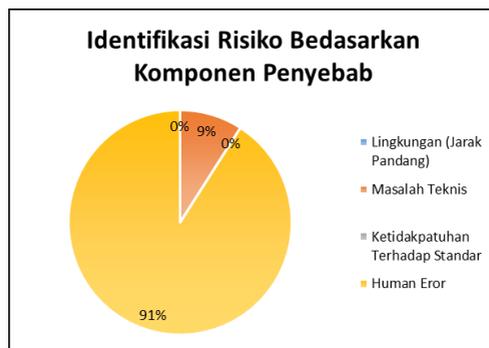
Tabel 4.5 Identifikasi Risiko di Perlintasan Sebidang (Lanjutan)

Ketidakpatuhan Terhadap Standar	<i>Road Authorities</i> (Otoritas Jalan)	Kondisi permukaan jalan yang buruk menyebabkan persimpangan kendaraan menjadi sulit
		Ketidakpatuhan standar jalan oleh otoritas jalan
		Ketinggian jalan melintasi lintasan rel kereta yang membuat mobil mogok
	<i>Railway Authorities</i> (Otoritas Rel Kereta)	Ketidakpatuhan terhadap standar kereta api oleh otoritas kereta api (kai)
Jalan rel perlintasan kereta bergelombang		
Faktor <i>Human Error</i>	Kesalahan Pengemudi Kereta	Kecepatan kereta api melebihi standar saat berada di jalan raya
	Kesalahan Petugas Penutup Palang	Penjaga lalai tidak mengetahui jadwal kereta api yang melintas
		Penjaga lalai untuk menutup palang saat kereta akan melintas
	Kesalahan Pengemudi Kendaraan Roda 4 (mobil, truck)	Kendaraan jalan yang melewati perlintasan sebidang (menerobos) di mana palang pintu di sisi lain telah ditutup
		Pengemudi kendaraan mengabaikan sinyal <i>alarm</i> kereta saat akan melintas dengan menutup kaca jendela mobil
		Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)
		Pengemudi Mobil menerobos (mencoba menyeberang ketika kereta mendekati dan penghalang diturunkan)
		Pengemudi mobil /truck gugup tidak menguasai zona jalan sehingga kendaraan mogok diperlintasan
		Pengemudi mobil/truck menambah kecepatan kendaraan saat melintas di perlintasan sebidang sehingga kendaraan yang ditumpangi mogok di tengah perlintasan
	Kesalahan Pengemudi Kendaraan Roda 2 (Sepeda/Sepeda motor)	Pengemudi Sepeda Motor mengabaikan sinyal dan lewat di bawah palang pintu perlintasan tertutup
		Pengemudi motor menerobos (mencoba menyeberang ketika kereta mendekati dan penghalang diturunkan)
		Pengemudi motor menerobos karena terjadi kemacetan lalu lintas di perlintasan sebidang saat kereta sedang menuju perlintasan sebidang
Kesalahan Pejalan Kaki (Pedestrian)	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	
	Tidak mentaati rambu-rambu dan isyarat lampu/suara <i>alarm</i>	

Berdasarkan data kecelakaan yang telah diperoleh sebelumnya, maka dapat ditentukan faktor penyebab yang terjadi dalam perlintasan sebidang pada rute Surabaya-Sidoarjo. Pada Tabel 4.6 dan 4.7 menunjukkan faktor penyebab dan aktor yang berperan dalam terjadinya kecelakaan perlintasan sebidang.

Tabel 4.6 Identifikasi Risiko di Perlintasan Sebidang Rute Surabaya-Sidoarjo

Komponen Penyebab	Jumlah
Lingkungan (Jarak Pandang)	0
Masalah Teknis	2
Ketidakpatuhan Terhadap Standar	0
<i>Human Error</i>	20

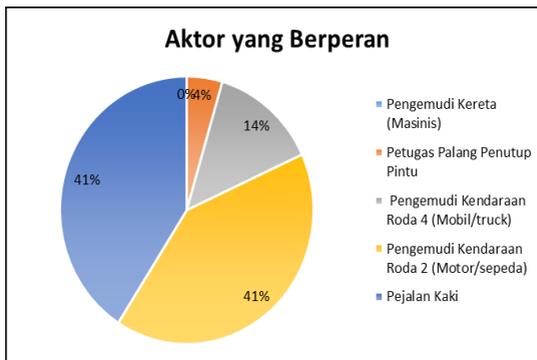


Gambar 4.1 Pie Chart Penyebab Risiko di Perlintasan Sebidang Rute Surabaya-Sidoarjo

Sehingga jika ditampilkan dalam *chart*, sebesar 91% faktor penyebab terjadinya kecelakaan pada perlintasan sebidang dikarenakan faktor *human error* dan 9% disebabkan karena masalah teknis. Dikarenakan faktor *human error* yang sangat berperan besar dalam terjadinya kecelakaan perlintasan sebidang, maka dapat dikelompokkan kembali, aktor yang berperan dalam masalah *human error* sesuai dengan data kecelakaan yang telah diperoleh yakni pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Aktor yang berperan dalam Masalah *Human Error*

<i>Human Factor Hazards By Actor</i>	Jumlah
Pengemudi Kereta (Masinis)	0
Petugas Palang Penutup Pintu	1
Pengemudi Kendaraan Roda 4 (Mobil/truck)	3
Pengemudi Kendaraan Roda 2 (Motor/sepeda)	9
Pejalan Kaki	9

**Gambar 4.2** Pie Chart Aktor yang Berperan dalam Masalah *Human Error*

Berdasarkan data yang telah diperoleh, menyatakan bahwa aktor yang berperan paling besar dalam masalah *human error* adalah pengemudi kendaraan roda 2 (sepeda motor/sepeda pancal) dan pejalan kaki yakni sebesar 41%. Sedangkan pengemudi kendaraan roda 4 (mobil/truck) sebesar 14% dan petugas penjaga palang penutup pintu sebesar 4%.

4.1.4 Penilaian Risiko Bahaya Menggunakan *Risk Matrix*

Penilaian risiko yang dilakukan berdasarkan standar yang digunakan oleh PT. KAI Persero. Dimana dalam penilaian risiko ini, meliputi 3 hal, yaitu penilaian risiko pada keselamatan (*human*), penilaian risiko pada kerugian material (finansial), dan penilaian risiko pada operasional (rintang jalan).

a) *Risk Matrix* Penilaian Risiko pada Keselamatan (*Human*)**Tabel 4.8** Penilaian Risiko pada Keselamatan (*Human*)

Zona	Lokasi Perlintasan (Jalan)	Penyebab			Akibat				Total Skor	Tingkat Risiko
		Tanggal Kejadian	Diskripsi	Frekuensi	(Skor)	LR	LB	M		
1	JL. BUNGTOMO	10/01/2014	Pengemudi sepeda panca menerobos	3 KALI	3	1	3	6	9	Tinggi
		26/05/2015	Pengemudi motor menerobos							
		03/07/2018	Sepeda motor menerobos palang pintu perlintasan KA							
	JL. NGAGEL REJO	18/02/2017	Pengemudi motor menerobos	1 KALI	2		1	6	8	Tinggi
	JL. LUMUMBA	12/04/2014	Pengemudi motor menerobos	1 KALI	2		1	6	8	Tinggi
	JL. JAGIR	30/01/2015	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	2 KALI	3		2	6	9	Tinggi
		29/07/2018	Pengemudi motor menerobos							
	JL. MARGOREJO INDAH	23/04/2017	Pengemudi mobil menerobos	2 KALI	3	2	1	5	6	9
05/10/2018		Petugas palang pintu perlintasan terlambat menutup palang pintu perlintasan KA								

Tabel 4.8 Penilaian Risiko pada Keselamatan (*Human*) (Lanjutan)

1	JL. JEMURSARI	12/06/2014	Truck mogok di perlintasan KA dan tertabrak KA, <i>truck</i> terpengal	3 KALI	3	2	3	6	9	Tinggi
		15/03/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)							
		10/09/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)							
	JL. JEMUR ANDAYANI	04/07/2017	Pengemudi becak menerobos	1 KALI	2		1	6	8	Tinggi
2	JL. PT SODA INDONESIA	27/03/2018	Pejalan kaki tidak mentaati rambu-rambu dan isyarat lampu/suara <i>alarm</i>	1 KALI	2		1	6	8	Tinggi
	JL. WARU JAYA	11/01/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1 KALI	2	1	4	6	6	Sedang
	JL. SAWO TRATAP	24/12/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1 KALI	2		1	6	8	Tinggi
	JL. PT PURISURYA JAYA	20/02/2018	Pengemudi sepeda motor mengabaikan sinyal dan lewat di bawah palang pintu perlintasan tertutup	1 KALI	2		1	6	8	Tinggi

Tabel 4.8 Penilaian Risiko pada Keselamatan (*Human*) (Lanjutan)

2	JL. SERUNI	24/09/2018	Tidak mentaati rambu-rambu dan isyarat lampu/suara alarm	1 KALI	2			1	6	8	Tinggi
	JL. TEBEL	14/09/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1 KALI	2			1	6	8	Tinggi
	JL. BUDURAN	16/07/2018	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1 KALI	2	1			3	5	Sedang
3	JL. SMK 3 SURABAYA	01/04/2014	Mobil mogok karena kerusakan teknis kendaraan yang membuatnya berhenti di tengah jalur kereta api	2 KALI	3	1	1	6	9	Tinggi	
		06/08/2017	Pengemudi motor menerobos karena terjadi kemacetan lalu lintas di perlintasan sebidang								

Untuk penilaian risiko kategori keselamatan, pada zona I (Surabaya), memiliki tingkat risiko tinggi dengan nilai skor 8-9 pada 7 titik lokasi perlintasan sebidang. Untuk penilaian risiko pada zona II (Sidoarjo) memiliki tingkat risiko tinggi dengan nilai skor 8-9 pada 5 titik lokasi perlintasan sebidang dan tingkat risiko sedang dengan nilai skor 5-6 pada 2 titik lokasi perlintasan sebidang. Sedangkan penilaian risiko pada zona III (Perbatasan Surabaya-Sidoarjo) memiliki tingkat risiko tinggi dengan nilai skor 9 pada 1 titik lokasi perlintasan sebidang.

b) *Risk Matrix* Penilaian Risiko pada Kerugian Material**Tabel 4.9** Penilaian Risiko pada Kerugian Material

Zona	Lokasi Perlintasan (Jalan)	Penyebab				Akibat		Total Skor	Tingkat Risiko
		Tanggal Kejadian	Diskripsi	Frekuensi	Skor	Kerugian Material	Skor		
1	JL. BUNGTOMO	10/01/2014	Pengemudi sepeda pancal menerobos	3 KALI	3	20,500,000	3	6	Sedang
		26/05/2015	Pengemudi motor menerobos						
		03/07/2018	Sepeda motor menerobos palang pintu perlintasan KA						
	JL. NGAGEL REJO	18/02/2017	Pengemudi motor menerobos	1 KALI	2	6,000,000	2	4	Rendah
	JL. LUMUMBA	12/04/2014	Pengemudi motor menerobos	1 KALI	2	6,000,000	2	4	Rendah
	JL. JAGIR	30/01/2015	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	2 KALI	3	9,000,000	2	5	Sedang
		29/07/2018	Pengemudi motor menerobos						
	JL. MARGOREJO INDAH	23/04/2017	Pengemudi mobil menerobos	2 KALI	3	198,500,000	5	8	Tinggi
		05/10/2018	Petugas palang pintu perlintasan terlambat menutup palang pintu perlintasan KA						

Tabel 4.9 Penilaian Risiko pada Kerugian Material (Lanjutan)

1	JL. JEMURSARI	12/06/2014	<i>Truck mogok di perlintasan KA dan tertabrak KA, truck terpentak</i>	3 KALI	3	60,000,000	4	7	Sedang
		15/03/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)						
		10/09/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)						
	JL. JEMUR ANDAYANI	04/07/2017	Pengemudi becak menerobos	1 KALI	2	9,000,000	2	4	Rendah
2	JL. PT SODA INDONESIA	27/03/2018	Pejalan kaki tidak mentaati rambu-rambu dan isyarat lampu/suara <i>alarm</i>	1 KALI	2	5,000,000	2	4	Rendah
	JL. WARU JAYA	11/01/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1 KALI	2	2,500,000	1	3	Rendah
	JL. SAWO TRATAP	24/12/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1 KALI	2	5,000,000	2	4	Rendah

Tabel 4.9 Penilaian Risiko pada Kerugian Material (Lanjutan)

2	JL. PT PURI SURYA JAYA	20/02/2018	Pengemudi sepeda motor mengabaikan sinyal dan lewat perlintasan	1 KALI	2	6,000,000	2	4	Rendah
	JL. SERUNI	24/09/2018	Tidak mentaati rambu-rambu dan isyarat lampu/suara <i>alarm</i>	1 KALI	2	5,000,000	2	4	Rendah
	JL. TEBEL	14/09/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1 KALI	2	5,000,000	2	4	Rendah
	JL. BUDURAN	16/07/2018	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1 KALI	2	1,500,000	1	3	Rendah
3	JL. SMK 3 SURABAYA	01/04/2014	Mobil mogok karena kerusakan teknis kendaraan yang membuatnya berhenti di tengah jalur kereta api	2 KALI	3	42,000,000	3	6	Sedang
		06/08/2017	Pengemudi motor menerobos karena terjadi kemacetan lalu lintas di perlintasan sebidang						

Untuk penilaian risiko kategori kerugian material, pada zona I yang memiliki tingkat risiko tinggi dengan nilai skor 8 pada 1 titik lokasi perlintasan sebidang. Untuk nilai risiko pada zona II memiliki tingkat risiko rendah dengan nilai skor 3-4 pada 7 titik lokasi perlintasan sebidang Sedangkan nilai risiko pada zona III memiliki tingkat risiko sedang dengan nilai skor 6 pada 1 titik lokasi perlintasan sebidang.

c) *Risk Matrix* Penilaian Risiko pada Operasional**Tabel 4.10** Penilaian Risiko pada Operasional

Zona	Lokasi Perlintasan (Jalan)	Penyebab			Akibat		Total Skor	Tingkat Risiko	
		Tanggal Kejadian	Diskripsi	Frekuensi	Skor	Operasional			Skor
1	JL. BUNGTOMO	10/01/2014	Pengemudi sepeda pancal menerobos	3 KALI	3	Rintang jalan kurang dari 1 jam	2	5	Sedang
		26/05/2015	Pengemudi motor menerobos			Rintang jalan antara 1-2 jam	3	6	Sedang
		03/07/2018	Sepeda motor menerobos palang pintu perlintasan KA			Rintang jalan antara 1-2 jam	3	6	Sedang
	JL. NGAGEL REJO	18/02/2017	Pengemudi motor menerobos	1 KALI	2	Rintang jalan antara 1-2 jam	3	5	Sedang
	JL. LUMUMBA	12/04/2014	Pengemudi motor menerobos	1 KALI	2	Rintang jalan antara 1-2 jam	3	5	Sedang
	JL. JAGIR	30/01/2015	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	2 KALI	3	Tidak mengakibatkan rintang jalan	1	4	Rendah
		29/07/2018	Pengemudi motor menerobos			Rintang jalan antara 1-2 jam	3	6	Sedang
	JL. MARGOREJO INDAH	23/04/2017	Pengemudi mobil menerobos	2 KALI	3	Rintang jalan antara 3-4 jam	4	7	Sedang
		05/10/2018	Petugas palang pintu perlintasan terlambat menutup palang pintu perlintasan KA			Rintang jalan antara 3-4 jam	4	7	Sedang

Tabel 4.10 Penilaian Risiko pada Operasional (Lanjutan)

1	JL. JEMURSARI	12/06/2014	Truck mogok di perlintasan KA dan tertabrak KA, <i>truck</i> terpentol	3 KALI	3	Rintang jalan antara 5-6 jam	5	8	Tinggi
		15/03/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)			Tidak mengakibatkan rintang jalan	1	4	Rendah
		10/09/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)			Tidak mengakibatkan rintang jalan	1	4	Rendah
	JL. JEMUR ANDAYANI	04/07/2017	Pengemudi becak menerobos	1 KALI	2	Rintang jalan antara 1-2 jam	3	5	Sedang
2	JL. PT SODA INDONESIA	27/03/2018	Pejalan kaki tidak mentaati rambu-rambu dan isyarat lampu/suara <i>alarm</i>	1 KALI	2	Rintang jalan kurang dari 1 jam	2	4	Rendah
	JL. WARU JAYA	11/01/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1 KALI	2	Rintang jalan kurang dari 1 jam	2	4	Rendah
	JL. SAWO TRATAP	24/12/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1 KALI	2	Rintang jalan kurang dari 1 jam	2	4	Rendah

Tabel 4.10 Penilaian Risiko pada Operasional (Lanjutan)

2	JL. PT PURI SURYA JAYA	20/02/2018	Pengemudi Sepeda Motor mengabaikan sinyal dan lewat di perlintasan	1 KALI	2	Rintang jalan 2 jam	3	5	Sedang
	JL. SERUNI	24/09/2018	Tidak mentaati rambu-rambu dan isyarat lampu/suara <i>alarm</i>	1 KALI	2	Rintang jalan 1 jam	3	5	Sedang
	JL. TEBEL	14/09/2016	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1 KALI	2	Rintang jalan 1 jam	3	5	Rendah
	JL. BUDURAN	16/07/2018	Tingkat disiplin pengguna jalan yang rendah (tidak sabar menunggu)	1 KALI	2	Rintang jalan 1 jam	3	5	Sedang
3	JL. SMK 3 SURABAYA	01/04/2014	Mobil mogok karena kerusakan teknis kendaraan	2 KALI	3	Rintang jalan antara 3-4 jam	4	7	Sedang
		06/08/2017	Pengemudi motor menerobos karena terjadi kemacetan lalu lintas di perlintasan sebidang			Rintang jalan antara 1-2 jam	3	6	Sedang

Untuk penilaian risiko kategori operasional, berdasarkan pada daerah lokasi terjadinya kecelakaan (desa/kota) dan jenis kendaraan yang terlibat. Untuk penilaian risiko dengan tingkat risiko tinggi hanya berada pada zona I, dengan nilai skor 8 pada 1 titik perlintasan di daerah jalan jemursari.

4.1.5 Prediksi (*Forecasting*) Pada Tahun Mendatang

Prediksi (*forecasting*) dilakukan untuk memperkirakan apa yang terjadi pada masa yang akan datang. Kegunaan dari peramalan terlihat pada saat pengambilan keputusan. Dalam prediksi yang dilakukan meliputi 3 hal, yaitu prediksi jumlah kecelakaan, prediksi kerugian jumlah korban dan prediksi jumlah kerugian material.

a. Prediksi (*Forecasting*) Jumlah Kecelakaan

Untuk prediksi (*forecasting*) jumlah kecelakaan menggunakan 2 metode yang berbeda yaitu metode auto regresi dan regresi majemuk. Berikut ini adalah hasil perhitungan yang dilakukan:

- Metode Auto Regresi

Berikut ini data jumlah tingkat kecelakaan pada perlintasan sebidang rute Surabaya - Sidoarjo

Tabel 4.11 Data Jumlah Kecelakaan pada Tahun 2014-2018

Tahun	Jumlah Kecelakaan
2014	3
2015	3
2016	4
2017	5
2018	7

Dimana dari data tersebut, dapat diketahui bahwa jumlah kecelakaan yang terjadi meningkat setiap tahunnya. Sehingga untuk dapat memprediksi jumlah kecelakaan pada tahun mendatang maka digunakan perhitungan menggunakan metode auto regresi. Dimana untuk menentukan variabel digunakan data *time series*, yaitu variabel bebas/*independent* (X_{t-1}) adalah data jumlah kecelakaan tahun sebelumnya dan variabel terikat/*dependent* (X_t) adalah data jumlah kecelakaan tahun ini. Setelah itu, dapat mengetahui variabel yang digunakan maka dapat dihitung prediksi menggunakan metode auto regresi.

Tabel 4.12 Besaran-besaran untuk Mengitung Jumlah Kecelakaan Menggunakan Auto Regresi

t	X_t	X_{t-1}	$X_t(X_{t-1})$	$(X_{t-1})^2$	$(X_t)^2$
2	3	3	9	9	9
3	4	3	12	9	16
4	5	4	20	16	25
5	7	5	35	25	49
JML	19	15	76	59	99

Dari Tabel 4.12 didapat nilai-nilai sebagai berikut:

$$\sum X_t = 19$$

$$\sum X_{t-1} = 15$$

$$\sum X_t(X_{t-1}) = 76$$

$$\sum (X_{t-1})^2 = 59$$

$$\sum (X_t)^2 = 99$$

Setelah mengetahui besaran nilai dari Tabel 4.12, maka dapat mencari nilai β sesuai dengan persamaan (2.1) sebagai berikut:

$$\beta = \frac{n \sum X_t(X_{t-1}) - (\sum X_{t-1})(\sum X_t)}{n \sum (X_{t-1})^2 - (\sum X_{t-1})^2}$$

$$\beta = \frac{4(76) - (15)(19)}{4(59) - (15)^2}$$

$$\beta = \frac{19}{11}$$

$$\beta = 1,72$$

Kemudian mencari nilai α dengan besaran nilai pada Tabel 4.12, pada persamaan (2.2) sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{\sum X_t - \sum \beta X_{t-1}}{n}$$

$$\alpha = \frac{19 - (1,72)15}{4}$$

$$\alpha = \frac{-6,88}{4}$$

$$\alpha = -1,72$$

Sehingga dapat mencari prediksi jumlah kecelakaan mendatang menggunakan persamaan (2.3) sebagai berikut:

$$X_t = \alpha + \beta X_{t-1}$$

$$X_t = -1,72 + (1,72)X_{t-1}$$

Setelah mengetahui rumus persamaan untuk memprediksi jumlah kecelakaan, maka dapat dilakukan hasil validasi sesuai data pada tahun 2018, yaitu sebagai berikut:

$$X_{t=} \alpha + \beta X_{t-1}$$

$$X_{t=} -1,72 + (1,72)(5)$$

$$X_t = 6,88$$

- Metode Regresi Majemuk

Setelah mengetahui persamaan prediksi menggunakan metode auto regresi, maka dapat dilakukan perbandingan hasil jika menggunakan prediksi menggunakan metode regresi majemuk. Dimana variabel bebas/*independent* yang digunakan ada 3 variabel prediktor yaitu zona 1 (X1), zona 2 (X2) dan zona 3 (X3). Sedangkan variabel terikat/*dependent* yang digunakan adalah jumlah kecelakaan (y).

Dari data yang telah diperoleh yaitu data jumlah tingkat kecelakaan pada perlintasan sebidang rute Surabaya (Stasiun Gubeng) – Sidoarjo (Stasiun Sidoarjo) pada tahun 2014-2018 adalah seperti pada Tabel 4.13:

Tabel 4.13 Data Terkait Zona dan Jumlah Kecelakaan Tahun 2014-2018

Tahun	Zona 1 (X1)	Zona 2 (X2)	Zona 3 (X3)	Jumlah Kecelakaan (Y)
2014	2	0	1	3
2015	3	0	0	3
2016	1	3	0	4
2017	4	0	1	5
2018	3	4	0	7

Sehingga untuk menghitung menggunakan persamaan regresi majemuk maka dibuat Tabel 4.14 sebagai berikut:

Tabel 4.14 Besaran-Besaran untuk Menghitung Jumlah Kecelakaan Regresi Majemuk

No	X ₁	X ₂	X ₃	Y	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₃ ²	Y ²	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₃ Y	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃
1	2	0	1	3	4	0	1	9	6	0	3	0	2	0
2	3	0	0	3	9	0	0	9	9	0	0	0	0	0
3	1	3	0	4	1	9	0	16	4	12	0	3	0	0
4	4	0	1	5	16	0	1	25	20	0	5	0	4	0
5	3	4	0	7	9	16	0	49	21	28	0	12	0	0
JML	13	7	2	22	39	25	2	108	60	40	8	15	6	0

Dari Tabel 4.14 di atas diperoleh harga-harga sebagai berikut:

$$\sum X_1 = 13$$

$$\sum X_2 = 7$$

$$\sum X_3 = 2$$

$$\sum Y = 22$$

$$\sum X_1Y = 60$$

$$\sum X_2 Y = 40$$

$$\sum X_3 Y = 8$$

$$\sum X_1^2 = 39$$

$$\sum X_2^2 = 25$$

$$\sum X_3^2 = 2$$

$$\sum Y^2 = 108$$

$$\sum X_1 X_2 = 15$$

$$\sum X_1 X_3 = 6$$

$$\sum X_2 X_3 = 0$$

$$X_1 = 2,6$$

$$X_2 = 1,4$$

$$X_3 = 0,4$$

$$Y = 4,4$$

Dengan metode skor deviasi digunakan rumus persamaan [20] maka diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\sum X_1^2 = 39 - \frac{(13)^2}{5} = 5,2$$

$$\sum X_2^2 = 25 - \frac{(7)^2}{5} = 15,2$$

$$\sum X_3^2 = 2 - \frac{(2)^2}{5} = 1,2$$

$$\sum Y^2 = 108 - \frac{(22)^2}{5} = 11,2$$

$$\sum X_1 Y = 60 - \frac{(13)(22)}{5} = 2,8$$

$$\sum X_2 Y = 40 - \frac{(7)(22)}{5} = 9,2$$

$$\sum X_3 Y = 8 - \frac{(2)(22)}{5} = -0,8$$

$$\sum X_1 X_2 = 15 - \frac{(13)(7)}{5} = -3,2$$

$$\sum X_1 X_3 = 6 - \frac{(13)(2)}{5} = 0,8$$

$$\sum X_2 X_3 = 0 - \frac{(7)(2)}{5} = -2,8$$

Hasil perhitungan dengan metode skor deviasi dimasukkan ke persamaan simultan [20] sebagai berikut:

$$2,8 = 5,2 b_1 + (-3,2) b_2 + 0,8 b_3$$

$$9,2 = -3,2 b_1 + 15,2 b_2 + (-2,8) b_3$$

$$-0,8 = 0,8 b_1 + (-2,8) b_2 + 1,2 b_3$$

Persamaan (2.24), (2.25) dan (2.26) disederhanakan menjadi :

$$3,5 = 6,5 b_1 - 4b_2 + b_3$$

$$-3,28 = 1,14b_1 - 5,42b_2 + b_3$$

$$-0,66 = 0,66 b_1 - 2,33 b_2 + b_3$$

Kemudian dilakukan eliminasi dan substitusi (Lampiran A) dapat diperoleh nilai koefisien b_1, b_2, b_3 sebagai berikut:

$$b_1 = 1$$

$$b_2 = 0,99$$

$$b_3 = 0,98$$

Setelah itu mencari koefisien b_0 dari persamaan (2.27) sebagai berikut:

$$b_0 = Y - b_1X_1 - b_2X_2 - b_3X_3$$

$$b_0 = 4,4 - (1 \cdot 2,6) - (0,99 \cdot 1,4) - (0,98 \cdot 0,4)$$

$$b_0 = 4,4 - 2,6 - 1,38 - 0,39$$

$$b_0 = 0,03$$

Sehingga prediksi metode regresi majemuk dapat diperoleh dari persamaan (2.9) sebagai berikut:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

$$Y = 0,03 + 1 X_1 + 0,99X_2 + 0,98X_3$$

Setelah mengetahui rumus persamaan (2.9) untuk memprediksi jumlah kecelakaan, maka dapat dilakukan hasil validasi sesuai data pada tahun 2018, yaitu sebagai berikut:

$$Y = 0,03 + 1 X_1 + 0,99X_2 + 0,98X_3$$

$$Y = 0,03 + 1 (3) + 0,99(4) + 0,98(0)$$

$$Y = 6,99$$

b. Prediksi (*Forecasting*) Jumlah Korban Kecelakaan

Untuk prediksi jumlah korban kecelakaan menggunakan 2 metode yang berbeda yaitu metode regresi linier sederhana dan regresi majemuk. Berikut ini adalah hasil perhitungan yang dilakukan:

- Metode Regresi Linier Sederhana

Berikut ini data jumlah kecelakaan dan jumlah korban yang telah diperoleh pada tahun 2014-2018 pada Tabel 4.15

Tabel 4. 15 Data Jumlah Kecelakaan dan Jumlah korban pada Tahun 2014-2018

Tahun	Jumlah Kecelakaan (x)	Jumlah Korban (y)
2014	3	5
2015	3	3
2016	4	4
2017	5	8
2018	7	11

Metode regresi linier akan digunakan untuk mencari persamaan regresi untuk menentukan jumlah korban pada tahun mendatang. Adapun perhitungan untuk mencari persamaan tersebut, seperti pada Tabel 4.16

Tabel 4.16 Besaran-Besaran untuk Menghitung Jumlah Korban Regresi Linier

No	x	y	xy	x ²	y ²
1	3	5	15	9	25
2	3	3	9	9	9
3	4	4	16	16	16
4	5	8	40	25	64
5	7	11	77	49	121
JMLH	22	31	157	108	235

Setelah mengetahui besaran nilai dari Tabel 4.16, maka dapat mencari nilai α sesuai dengan persamaan (2.6) sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$\alpha = \frac{(31)(108) - (22)(157)}{5(108) - (22)^2}$$

$$\alpha = \frac{-106}{56}$$

$$\alpha = -1,8929$$

Kemudian mencari nilai β dengan besaran nilai pada Tabel 4.16, pada persamaan (2.7) sebagai berikut:

$$\beta = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$\beta = \frac{5(157) - (22)(31)}{5(108) - (22)^2}$$

$$\beta = \frac{785 - 682}{540 - 484}$$

$$\beta = 1,8393$$

Sehingga, persamaan regresi (2.5) yang digunakan untuk mengetahui prediksi jumlah korban kecelakaan adalah

$$y = \alpha + \beta x$$

$$y = -1,8929 + 1,8393x$$

Setelah itu, dapat dicari nilai ketidakpastian sebagai berikut:

Tabel 4.17 Hasil Pengolahan Persamaan Regresi (2.5) dan Ketidakpastian (U) (2.8)

Tahun	Jumlah Kecelakaan (x)	Jumlah Korban (y)	y regresi	y-yreg (r)	r ²
2014	3	5	3.625	1.375	1.890625
2015	3	3	3.625	-0.625	0.390625
2016	4	4	5.4643	-1.4643	2.144174
2017	5	8	7.3036	0.6964	0.484973
2018	7	11	10.9822	0.0178	0.000317
SSR					4.910714

Selisih dari nilai aktual dan regresi tersebut adalah nilai residual (*error*). Dari nilai *residual* tersebut akan diketahui

pula nilai *Sum Square of the Residual (SSR)* dan digunakan untuk menghitung ketidakpastian dengan persamaan (2.8):

$$U = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}}$$

$$U = \sqrt{\frac{4,910714}{3}}$$

$$U = 0,738$$

Didapatkan nilai ketidakpastian (U) sebesar 0,738. Sehingga persamaan (2.5) yang digunakan adalah

$$y = -1,8929 + 1,8393x \pm 0,738$$

Setelah mengetahui rumus persamaan (2.5) untuk memprediksi jumlah korban, maka dapat dilakukan hasil validasi sesuai data pada tahun 2018, yaitu sebagai berikut:

$$y = \alpha + \beta x$$

$$y = -1,8929 + (1,8393)(7)$$

$$y = 10,98$$

- Metode Regresi Majemuk
Diperoleh data kecelakaan pada tahun 2014-2018 sebagai berikut:

Tabel 4.18 Data Terkait Prediksi Jumlah Kecelakaan

Tahun	Jumlah Kecelakaan (x)	Jumlah Korban (y)
2014	3	5
2015	3	3
2016	4	4
2017	5	8
2018	7	11

Sehingga untuk menghitung menggunakan persamaan regresi majemuk (2.28) maka dibuat Tabel 4.19 sebagai berikut:

Tabel 4.19 Besaran-Besaran untuk Menghitung Jumlah Korban Kecelakaan Regresi Majemuk

No	X	Y	X^2	X^3	X^4	XY	X^2Y
1	3	5	9	27	81	15	45
2	3	3	9	27	81	9	27
3	4	4	16	64	256	16	64
4	5	8	25	125	625	40	200
5	7	11	49	343	2401	77	539
JML	22	31	108	586	3444	157	875

Dari Tabel 4.19 di atas diperoleh nilai-nilai sebagai berikut:

$$\sum X = 22$$

$$\sum Y = 31$$

$$\sum X^2 = 108$$

$$\sum X^3 = 586$$

$$\sum X^4 = 3444$$

$$\sum XY = 157$$

$$\sum X^2y = 875$$

Untuk mencari koefisien regresi a, b dan c digunakan persamaan [21] sebagai berikut:

$$31 = 5a + 22b + 108c$$

$$157 = 22a + 108b + 586c$$

$$875 = 108a + 586b + 3444c$$

Persamaan (2.29), (2.30), dan (2.31) disederhanakan menjadi berikut:

$$0,28 = 0,04a + 0,20b + c$$

$$0,26 = 0,03a + 0,18b + c$$

$$0,25 = 0,03a + 0,17b + c$$

Kemudian dilakukan eliminasi dan substitusi (Lampiran A) dapat diperoleh nilai koefisien a, b, c sebagai berikut:

$$a = 1,88$$

$$b = 0,6$$

$$c = 0,1$$

Sehingga persamaan (2.28) yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$Y = a + bx + cx^2$$

$$Y = 1,88 + 0,6x + 0,1x^2$$

Setelah mengetahui rumus persamaan (2.28) untuk memprediksi jumlah korban kecelakaan, maka dapat dilakukan hasil validasi sesuai data pada tahun 2018, yaitu sebagai berikut:

$$Y = 1,88 + 0,6x + 0,1x^2$$

$$Y = 1,88 + 0,6(7) + 0,1(7)^2$$

$$Y = 10,98$$

c. Prediksi (*Forecasting*) Jumlah Kerugian Material

Untuk prediksi jumlah kerugian material menggunakan 2 metode yang berbeda yaitu metode auto regresi dan regresi majemuk 3 prediktor. Berikut ini adalah hasil perhitungan yang dilakukan:

- Metode Auto Regresi

Berikut ini data yang telah diperoleh pada tahun 2014-2018 pada Tabel 4.20

Tabel 4. 20 Data Jumlah Kerugian Material pada Tahun 2014-2018

Tahun	Jumlah Kerugian Material
2014	Rp 88.500.000
2015	Rp 15.000.000
2016	Rp 17.500.000
2017	Rp 127.500.000
2018	Rp 132.500.000

Untuk dapat memprediksi jumlah kecelakaan pada tahun mendatang maka digunakan perhitungan menggunakan metode auto regresi. Dimana untuk menentukan variabel digunakan data *time series*, yaitu variabel bebas (X_{t-1}) adalah data jumlah kerugian material tahun sebelumnya dan variabel terikat (X_t) adalah data jumlah kerugian material tahun ini.

Tabel 4.21 Besaran-Besaran untuk Kerugian Material Menggunakan Auto Regresi

t	X_t	X_{t-1}	$X_t(X_{t-1})$	$(X_{t-1})^2$	$(X_t)^2$
2	15,000,000	88,500,000	1,327,500,000,000,000	7,832,250,000,000,000	225,000,000,000,000
3	17,500,000	15,000,000	262,500,000,000,000	225,000,000,000,000	306,250,000,000,000
4	127,500,000	17,500,000	2,231,250,000,000,000	306,250,000,000,000	16,256,250,000,000,000
5	132,500,000	127,500,000	16,893,750,000,000,000	16,256,250,000,000,000	17,556,250,000,000,000
JML	292,500,000	248,500,000	20,715,000,000,000,000	24,619,750,000,000,000	34,343,750,000,000,000

Dari Tabel 4.21 didapat nilai-nilai sebagai berikut:

$$\sum x_t = \text{Rp. } 292.500.000$$

$$\sum x_{t-1} = \text{Rp. } 248.500.000$$

$$\sum x_t(x_{t-1}) = \text{Rp. } 20.715.000.000.000.000$$

$$\sum (x_{t-1})^2 = \text{Rp. } 24.619.750.000.000.000$$

$$\sum (x_t)^2 = \text{Rp. } 34.343.750.000.000.000$$

Setelah mengetahui besaran nilai dari Tabel 4.21, maka dapat mencari nilai β sesuai dengan persamaan (2.1) sebagai berikut:

$$\beta = \frac{n \sum X_t(X_{t-1}) - (\sum X_{t-1})(\sum X_t)}{n \sum (X_{t-1}^2) - (\sum X_{t-1})^2}$$

$$\beta = \frac{4(2071500000000000) - (24850000)(292500000)}{4(2461975000000000) - (24850000)^2}$$

$$\beta = \frac{10173750000000000}{36726750000000000}$$

$$\beta = 0,277$$

Kemudian mencari nilai α dengan besaran nilai pada Tabel 4.21, pada persamaan (2.2) sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{\sum X_t - \sum \beta X_{t-1}}{n}$$

$$\alpha = \frac{292500000 - (0,277)248500000}{4}$$

$$\alpha = \frac{223662521,19}{4}$$

$$\alpha = 55915630,3$$

Sehingga dapat mencari prediksi jumlah kerugian material mendatang menggunakan persamaan (2.3) sebagai berikut:

$$X_t = \alpha + \beta X_{t-1}$$

$$X_t = 55915630,3 + (0,277)X_{t-1}$$

Setelah mengetahui rumus persamaan (2.3) untuk memprediksi jumlah kecelakaan, maka dapat dilakukan hasil validasi sesuai data pada tahun 2018, yaitu sebagai berikut:

$$X_{t=} \alpha + \beta X_{t-1}$$

$$X_{t=} 55915630,3 + (0,277)(127500000)$$

$$X_t = \text{Rp. } 91.223.130$$

- Metode Regresi Majemuk
Berikut ini pada Tabel 4.22 adalah data terkait jumlah kerugian material pada Tahun 2014-2018 yang telah diperoleh:

Tabel 4.22 Data Terkait Jenis Korban dan Jumlah Kerugian Material Tahun 2014-2018

Tahun	M (X1)	LB (X2)	LR (X3)	Jumlah Kerugian Material (Y)
2014	1	1	3	Rp. 88500000
2015	3	0	0	Rp. 15000000
2016	3	1	0	Rp. 17500000
2017	7	1	0	Rp. 127500000
2018	8	0	3	Rp. 132500000

Sehingga untuk menghitung menggunakan persamaan regresi majemuk maka dibuat Tabel 4.23 sebagai berikut:

Tabel 4.23 Besaran-Besaran Untuk Menghitung Regresi Majemuk

No	X_1	X_2	X_3	Y	X_1^2	X_2^2	X_3^2	Y^2	X_1Y	X_2Y	X_3Y	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3
2014	1	1	3	88.500,000	1	1	9	7,832,250,000,000,000	88500000	88500000	265500000	1	3	3
2015	3	0	0	15.000,000	9	0	0	225.000,000,000,000	45000000	0	0	0	0	0
2016	3	1	0	17.500,000	9	1	0	306,250,000,000,000	52500000	17500000	0	3	0	0
2017	7	1	0	127.500,000	49	1	0	16,256,250,000,000,000	892500000	127500000	0	7	0	0
2018	8	0	3	132.500,000	64	0	9	17,556,250,000,000,000	1060000000	0	397500000	0	24	0
JML	22	3	6	381.000,000	132	3	18	42,176,000,000,000,000	2,138,500,000	233,500,000	663,000,000	11	27	3

Dari Tabel 4.23 di atas diperoleh nilai-nilai sebagai berikut:

$$\sum X_1 = 22$$

$$\sum X_2 = 3$$

$$\sum X_3 = 6$$

$$\sum Y = 381000000$$

$$\sum X_1Y = 2138500000$$

$$\sum X_2Y = 233500000$$

$$\sum X_3Y = 663000000$$

$$\sum X_1^2 = 132$$

$$\sum X_2^2 = 3$$

$$\sum X_3^2 = 18$$

$$\sum Y^2 = 42176000000000000$$

$$\sum X_1X_2 = 11$$

$$\sum X_1X_3 = 27$$

$$\sum X_2X_3 = 3$$

$$X_1 = 4,4$$

$$X_2 = 0,6$$

$$X_3 = 1,2$$

$$y = 66200000$$

Dengan metode skor deviasi digunakan rumus persamaan [20] maka diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\sum X_1^2 = 132 - \frac{(22)^2}{5} = 35,2$$

$$\sum X_2^2 = 3 - \frac{(3)^2}{5} = 1,2$$

$$\sum X_3^2 = 18 - \frac{(6)^2}{5} = 10,8$$

$$\sum Y^2 = 42176000000000000 - \frac{(381000000)^2}{5}$$

$$= 13143800000000000$$

$$\sum X_1Y = 2138500000 - \frac{(22)(381500000)}{5}$$

$$= 462100000$$

$$\sum X_2Y = 233500000 - \frac{(3)(381500000)}{5} = 4900000$$

$$\sum X_3Y = 663000000 - \frac{(6)(381500000)}{5}$$

$$= 205800000$$

$$\sum X_1X_2 = 11 - \frac{(22)(3)}{5} = -2,2$$

$$\sum X_1X_3 = 27 - \frac{(22)(6)}{5} = 0,6$$

$$\sum X_2X_3 = 3 - \frac{(3)(6)}{5} = -0,6$$

Hasil perhitungan dengan metode skor deviasi dimasukkan ke persamaan simultan [20] sebagai berikut:

$$\sum X_1Y = b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1X_2 + b_3 \sum X_1X_3$$

$$\sum X_2Y = b_1 \sum X_1X_2 + b_2 \sum X_2^2 + b_3 \sum X_2X_3$$

$$\sum X_3Y = b_1 \sum X_1X_3 + b_2 \sum X_2X_3 + b_3 \sum X_3^2$$

Hasil perhitungan dengan metode skor deviasi dimasukkan ke persamaan (2.24), (2.25) dan (2.26)

$$462100000 = 35,2 b_1 - 2,2 b_2 + 0,6 b_3$$

$$4900000 = -2,2 b_1 + 1,2b_2 - 0,6 b_3$$

$$205800000 = 0,6 b_1 - 0,6b_2 + 10,8 b_3$$

Kemudian dilakukan eliminasi dan substitusi (Lampiran A) dapat diperoleh nilai koefisien b_1, b_2, b_3 sebagai berikut:

$$b_1 = 15435921,22$$

$$b_2 = 42516568,2$$

$$b_3 = 20409587,9$$

$$b_0 = -51719499,76$$

Sehingga persamaan (2.9) yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

$$Y = -51719499,76 + 15435921,22X_1 +$$

$$42516568,2X_2 + 20409587,9X_3$$

Setelah mengetahui rumus persamaan (2.9) untuk memprediksi jumlah kerugian material, maka dapat dilakukan hasil validasi sesuai data pada tahun 2018, yaitu sebagai berikut:

$$Y = -51719499,76 + 15435921,22X_1$$

$$+ 42516568,2X_2 + 20409587,9X_3$$

$$Y = -51719499,76 + 15435921,22 + 0 + 20409587,9(3)$$

$$Y = \text{Rp. } 132.996.633$$

4.1.6 Analisa Hasil Prediksi Keseluruhan

Hasil keseluruhan dengan menggunakan metode autoregresi/regresi linier dan majemuk, seperti terlihat pada Tabel 4.24:

Tabel 4.24 Analisa Hasil Prediksi Keseluruhan

No	Prediksi	Hasil Prediksi		Data Real	Selisih	
		Linier/Autoregresi	Majemuk		Linier/Autoregresi	Majemuk
1	Jumlah Kecelakaan	6,88	6,99	7,00	0,12	0,01
2	Jumlah Korban	10,98	10,98	11,00	0,002	0,002
3	Jumlah Kerugian Material	Rp 91.233.130	Rp 132.996.633	Rp 132.500.000	Rp 41.266.870	Rp 496.663

Berdasarkan hasil yang didapatkan, hasil prediksi jumlah kecelakaan dengan metode auto regresi memiliki selisih sebesar 0,12 sedangkan dengan metode majemuk memiliki selisih sebesar 0,01. Pada hasil prediksi jumlah korban dengan metode linier sederhana dan majemuk sama-sama memiliki selisih sebesar 0,002. Pada hasil prediksi jumlah kerugian material dengan metode autoregresi memiliki selisih sebesar Rp 41.266.870 sedangkan dengan metode majemuk memiliki selisih sebesar Rp 496.663.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa prediksi yang dihasilkan menggunakan metode regresi majemuk lebih baik dibanding dengan metode autoregresi. Hal ini dikarenakan nilai selisih dari persamaan yang menggunakan metode regresi majemuk memiliki nilai selisih yang lebih kecil dari nilai data *real* dibandingkan menggunakan metode auto regresi. Persamaan prediksi menggunakan metode autoregresi memiliki selisih yang lebih besar ini dari data *real* dikarenakan variabel bebas (*independent*) juga digunakan sebagai variabel terikat (*dependent*). Besarnya nilai suatu variabel bebas yang digunakan tergantung pada nilai suatu variabel itu sendiri yang terjadi sebelumnya dan nilai variabel terikat yang digunakan tergantung pada nilai suatu variabel itu sendiri yang terjadi saat ini. Dari suatu rangkaian waktu peristiwa tersebut, maka dapat diketahui apakah peristiwa, gejala variabel yang diamati berkembang mengikuti pola-pola perkembangan yang teratur atau tidak. Keteraturan pola tersebut akan membentuk keeratan hubungan. Kuat atau tidaknya hubungan antar nilai variabel tersebut disebut dengan nilai koefisien korelasi (r).

Dimana nilai koefisien korelasi (r) dapat dilihat pada (Lampiran B). Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai korelasi (r) pada persamaan metode autoregresi memiliki nilai yang lebih kecil (mendekati 0) dibandingkan nilai korelasi (r) yang menggunakan metode majemuk (mendekati 1). Dimana jika nilai korelasi mendekati 1, maka memiliki hubungan antar variabel yang semakin kuat. Sedangkan jika nilai korelasi mendekati 0, maka memiliki hubungan antar variabel yang semakin lemah. Selain itu penggunaan *software* yang digunakan untuk auto regresi

menggunakan *ms. excel* dan majemuk menggunakan *software Statistical Package for The Social Sciences (SPSS)*. Penggunaan *software Statistical Package for The Social Sciences (SPSS)* memiliki kemampuan analisis statistik cukup tinggi dan dapat mengakses data dari berbagai macam format, langsung bisa dibaca *SPSS* untuk dianalisis.

4.1.7 Rekomendasi Pengendalian Risiko

Rekomendasi pengendalian risiko dilakukan sebagai salah satu upaya untuk meminimalisir risiko yang terjadi. Dari hasil identifikasi risiko yang mengacu pada data kecelakaan dari kantor kepolisian Polres Surabaya dan Polresta Sidoarjo pada tahun 2014-2018, menyatakan bahwa sebesar 91% faktor penyebab terjadinya kecelakaan pada perlintasan sebidang dikarenakan faktor *human error*. Sehingga, berikut ini berupa langkah/tata cara yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya kecelakaan yang berkaitan dengan *human error*.

- a. Tata cara berlalu lintas di perlintasan sebidang
 - Berhenti saat palang sudah tertutup, dan mendahulukan perjalanan kereta api
 - Mentaati rambu-rambu, marka dan isyarat lampu/suara
 - Antri dan tidak saling serobot/menyalip ketika lewat di perlintasan sebidang
 - Mengurangi kecepatan saat mendekati perlintasan
 - Tidak berhenti diatas rel
 - Jika mesin kendaraan mati/mogok segera keluar dan dorong
 - Membuka jendela mobil saat akan melewati perlintasan
- b. Peran serta masyarakat:

Sesuai dengan Undang-undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang perkeretaapian pasal 172 masyarakat berhak:

- Memberi masukan kepada pemerintah, penyelenggara prasarana perkeretaapian dan penyelenggara sarana perkeretaapian dalam rangka pembinaan, penyelenggaraan, dan pengawasan perkeretaapian;
 - Mendapat pelayanan penyelenggaraan perkeretaapian sesuai dengan standar pelayanan minimum dan:
 - Memperoleh informasi mengenai pokok-pokok rencana induk perkeretaapian dan pelayanan perkeretaapian
- c. Peran Pemerintah Provinsi Jawa Timur dan PT. KAI Daop 8 Surabaya
- Memberikan peringatan suara pemberitahuan untuk berhati-hati kepada pengendara kendaraan bermotor yang akan melintasi perlintasan sebidang untuk berhenti dan mendahulukan perjalanan kereta api melalui *speaker* (pengeras suara) ketika kereta api akan melintasi rel pada perlintasan sebidang.
 - Pemasangan alat bantu keselamatan pada perlintasan sebidang seperti: pembangunan *Early Warning System* (EWS) penutup palang pintu otomatis pada perlintasan yang tidak dijaga pada perlintasan sebidang. Dimana kondisi tidak ada kereta api yang melintas indikator lampu kuning *flashing* dan kondisi ada kereta api yang melintas indikator lampu merah menyala dan indikator petunjuk arah perjalanan kereta api menyala.
 - Memberikan tanda *zebra cross* khusus untuk pengguna kendaraan bermotor sebagai batas jarak aman untuk berhenti ketika palang pintu perlintasan kereta api tertutup.

- Menambahkan *Closed Circuit Television (CCTV)* yang dapat dipantau pada pos penjagaan palang pintu sebagai sensor tambahan ketika kereta akan melintas, sebagai antisipasi ketika bel genta (pemberitahuan) kereta akan lewat tidak dapat berfungsi dengan baik.
- Pemantauan dan pengawasan dalam rangka evaluasi, pengendalian, dan penataan perlintasan sebidang, dilakukan dengan cara: pemasangan rambu-rambu dan rppj di perlintasan sebidang yang tidak dijaga dan pemasangan lampu penerangan jalan umum (pju) bertenaga surya pada perlintasan sebidang yang minim penerangan
- Memberikan tunjangan/*intensive* gaji pada *operator* penjaga palang pintu

d. Petugas Operasional Kereta

- Setiap petugas yang berkaitan dalam operasional kereta api harus memiliki tanggung jawab yang tinggi dan pengetahuan yang baik agar saat bertugas dapat melakukan pekerjaan dengan baik, maka dapat dilakukan pelatihan. Pelatihan harus dilakukan secara periodik dan dapat pula dilakukan audit terhadap kinerja dan pembagian *shift* yang dijalankan.

4.2 Pembahasan

Telah dilakukan penelitian studi manajemen risiko pada perlintasan kereta api sebidang rute Stasiun Gubeng (Surabaya) sampai Stasiun Sidoarjo (Sidoarjo) pada tahun 2014 sampai 2018 (frekuensi 5 tahun). Dimana langkah awal yang dilakukan adalah mengumpulkan data berupa data kecelakaan pada perlintasan sebidang yang diperoleh dari kantor kepolisian Polres Surabaya dan Polresta Sidoarjo, data titik rute perlintasan sebidang yang

melewati titik dari Stasiun Gubeng Surabaya- Stasiun Sidoarjo yang dihimpun dari PT. KAI Daop 8 Surabaya Unit Jalan Rel dan Jembatan, dan data penyebab risiko yang diperoleh dari rekapan hasil wawancara dengan kantor Dinas Perhubungan Provinsi Jawa Timur.

Berdasarkan data yang diperoleh, menyatakan bahwa kecelakaan pada perlintasan sebidang yang terjadi pada rute dari Stasiun Gubeng (Surabaya) sampai Stasiun Sidoarjo (Sidoarjo) mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Dimana jumlah kecelakaan pada tahun 2014 terjadi sebanyak 3 kasus kecelakaan. Pada tahun 2015 sebanyak 3 kasus kecelakaan. Pada tahun 2016 sebanyak 4 kasus kecelakaan. Pada tahun 2017 sebanyak 5 kasus kecelakaan. dan data terakhir pada tahun 2018 sebanyak 7 kasus kecelakaan.

Dari hasil identifikasi risiko yang dilakukan, terdapat beberapa bahaya yang dapat diklasifikasikan ke dalam empat kategori komponen penyebab yaitu bahaya yang terkait dengan lingkungan yang mempengaruhi visibilitas (jarak pandang) pengguna jalan pada perlintasan sebidang, bahaya yang terkait dengan masalah teknis, bahaya karena ketidakpatuhan terhadap standar, bahaya karena faktor manusia. Berdasarkan data kecelakaan yang telah diperoleh maka dapat diketahui bahwa sebesar 91% (20 kasus kecelakaan yang terjadi) disebabkan karena faktor *human error* dan 9% (2 kasus kecelakaan yang terjadi) disebabkan karena masalah teknis. Dikarenakan faktor *human error* yang sangat berperan besar dalam terjadinya kecelakaan perlintasan sebidang, maka dapat dikelompokkan kembali, aktor yang berperan dalam masalah *human error*. Aktor yang berperan paling besar dalam masalah *human error* adalah pengemudi kendaraan roda 2 (sepeda motor/sepeda pancal) dan pejalan kaki yakni sebesar 41% (9 kasus). Sedangkan pengemudi kendaraan roda 4 (mobil/*truck*) sebesar 14% (3 kasus) dan petugas penjaga palang penutup pintu sebesar 4% (1 kasus).

Penilaian risiko berdasarkan *risk matrix* yang telah dilakukan meliputi 3 hal yaitu penilaian risiko pada keselamatan (*human*), penilaian risiko pada kerugian material dan penilaian

pada operasional. Penilaian risiko pada keselamatan yang memiliki tingkat risiko tinggi dengan skor nilai antara 8-9 terletak pada zona I sebanyak 7 titik perlintasan sebidang, pada zona II sebanyak 5 titik perlintasan sebidang, dan pada zona III sebanyak 1 titik perlintasan sebidang. Penilaian risiko pada kerugian material yang memiliki tingkat risiko tinggi dengan skor nilai 8 hanya terletak pada zona I sebanyak 1 titik perlintasan sebidang. Penilaian risiko pada operasional yang memiliki tingkat risiko tinggi dengan skor nilai 8 hanya terletak pada zona I sebanyak 1 titik perlintasan sebidang. Dari hasil tersebut maka untuk wilayah zona I termasuk dalam kategori yang memiliki tingkat risiko tinggi dibandingkan zona II dan zona III.

Setelah mengetahui tingkat risiko yang ada, tahap selanjutnya yaitu melakukan prediksi (*forecasting*). Prediksi (*forecasting*) yang dilakukan meliputi 3 hal yaitu prediksi jumlah kecelakaan pada tahun yang akan datang, prediksi kerugian (jumlah korban dan material) pada tahun yang akan datang. Metode yang digunakan untuk menentukan prediksi adalah metode auto regresi atau metode regresi linier dan metode regresi majemuk.

Dari hasil prediksi jumlah kecelakaan menggunakan metode auto regresi pada tahun 2018 sebesar 6,88 dengan selisih sebesar 0,12 dari nilai data *real* tahun 2018. Sedangkan saat menggunakan metode majemuk pada tahun 2018 sebesar 6,99 dengan nilai selisih 0,01 dari nilai data *real* tahun 2018. Nilai data *real* jumlah kecelakaan pada tahun 2018 sendiri sebesar 7,00.

Dari hasil prediksi jumlah korban menggunakan metode auto regresi pada tahun 2018 sebesar 10,98 dengan selisih sebesar 0,02 dari nilai data *real* tahun 2018. Sedangkan saat menggunakan metode majemuk pada tahun 2018 sebesar 10,98 dengan nilai selisih 0,02 dari nilai data *real* tahun 2018. Nilai data *real* jumlah korban pada tahun 2018 sendiri sebesar 11,00.

Dari hasil prediksi jumlah kerugian material menggunakan metode auto regresi pada tahun 2018 sebesar Rp 91.233.130 dengan selisih sebesar Rp 41.266.870 dari nilai data *real* tahun 2018. Sedangkan saat menggunakan metode majemuk pada tahun 2018 sebesar Rp 132.996.633 dengan nilai selisih Rp 496.663 dari

nilai data *real* tahun 2018. Nilai data *real* kerugian material pada tahun 2018 sendiri sebesar Rp 132.500.000

Hasil selisih tersebut dapat menjadi pertimbangan untuk memilih metode yang digunakan pada setiap prediksi. Dimana hasil selisih yang lebih kecil, yang nantinya akan digunakan sebagai persamaan prediksi yang digunakan. Karena nilai selisih dari persamaan yang menggunakan metode regresi majemuk memiliki nilai selisih yang lebih kecil dari nilai data *real* dibandingkan menggunakan metode autoregresi.

Persamaan prediksi menggunakan metode auto regresi memiliki selisih yang lebih besar ini dari data *real* dikarenakan variabel bebas (*independent*) juga digunakan sebagai variabel terikat (*dependent*). Besarnya nilai suatu variabel bebas yang digunakan tergantung pada nilai suatu variabel itu sendiri yang terjadi sebelumnya dan nilai variabel terikat yang digunakan tergantung pada nilai suatu variabel itu sendiri yang terjadi saat ini. Dari suatu rangkaian waktu peristiwa tersebut, maka dapat diketahui apakah peristiwa, gejala variabel yang diamati berkembang mengikuti pola-pola perkembangan yang teratur atau tidak. Keteraturan pola tersebut akan membentuk keeratan hubungan. Kuat atau tidaknya hubungan antar nilai variabel tersebut disebut dengan nilai koefisien korelasi (r).

Dimana nilai koefisien korelasi (r) dapat dilihat pada (Lampiran B). Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai korelasi (r) pada persamaan metode auto regresi memiliki nilai yang lebih kecil (mendekati 0) dibandingkan nilai korelasi (r) yang menggunakan metode majemuk (mendekati 1). Dimana jika nilai korelasi mendekati 1, maka memiliki hubungan antar variabel yang semakin kuat. Sedangkan jika nilai korelasi mendekati 0, maka memiliki hubungan antar variabel yang semakin lemah. Selain itu penggunaan *software* yang digunakan untuk auto regresi menggunakan *ms. excel* dan majemuk menggunakan *software Statistical Package for The Social Sciences (SPSS)*. Penggunaan *software Statistical Package for The Social Sciences (SPSS)* memiliki kemampuan analisis statistik cukup tinggi dan dapat mengakses data dari berbagai macam format, langsung bisa dibaca

software Statistical Package for The Social Sciences (SPSS) untuk dianalisis.

Pada prediksi jumlah kecelakaan lebih baik menggunakan persamaan dari hasil metode majemuk. Untuk prediksi jumlah korban dapat menggunakan persamaan dari metode regresi linier ataupun majemuk karena nilai selisihnya sama. Sedangkan untuk prediksi jumlah kerugian material lebih baik menggunakan persamaan dari hasil metode majemuk.

Rekomendasi yang diberikan meliputi cara beralalu lintas di perlintasan sebidang, dan upaya menekan kecelakaan di perlintasan sebidang seperti: memberikan peringatan suara pemberitahuan untuk berhati-hati kepada pengendara kendaraan bermotor yang akan melintasi perlintasan sebidang untuk berhenti dan mendahulukan perjalanan kereta api melalui *speaker* (pengeras suara), pemasangan *Early Warning System (EWS)* penutup palang pintu otomatis pada perlintasan sebidang yang tidak dijaga, memberikan tanda *zebra cross* khusus untuk pengguna kendaraan bermotor sebagai batas jarak aman untuk berhenti ketika palang pintu perlintasan kereta api tertutup, menambahkan *closed circuit television (cctv)* yang dapat dipantau pada pos penjagaan palang pintu sebagai sensor tambahan ketika kereta akan melintas. Selain itu, pemberian tunjangan/*intensive* gaji kepada *operator* penjaga palang pintu.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian tugas akhir yang sudah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Identifikasi risiko pada perlintasan sebidang rute Stasiun Gubeng (Surabaya) sampai Stasiun Sidoarjo (Sidoarjo) disebabkan faktor *human error* sebesar 91% dan masalah teknis sebesar 9%. Dimana aktor yang berperan paling besar adalah pengemudi kendaraan roda 2 dan pejalan kaki sebesar 41%.
- b. Penilaian risiko yang memiliki tingkat risiko tinggi dengan nilai skor 8-9 pada keselamatan (*human*), kerugian material, operasional adalah wilayah zona I.
- c. Prediksi (*Forecasting*) meliputi 3 hal yaitu prediksi jumlah kecelakaan, jumlah korban dan kerugian material menggunakan metode auto regresi/linier dan majemuk. Persamaan prediksi yang menggunakan metode majemuk hasilnya memiliki selisih yang lebih kecil karena memiliki nilai korelasi (r) yang lebih besar dibandingkan korelasi (r) pada metode auto regresi. Dimana hasil dengan selisih terkecil akan menjadi pertimbangan pemilihan persamaan prediksi yang digunakan.
- d. Rekomendasi terkini yang diberikan yaitu memberikan peringatan suara pemberitahuan ketika kereta api akan melintas melalui *speaker* (pengeras suara), pemasangan *Early Warning System (EWS)* penutup palang pintu otomatis pada perlintasan sebidang yang tidak dijaga, memberikan tanda *zebra cross* khusus untuk pengguna kendaraan bermotor untuk berhenti ketika palang pintu perlintasan kereta api tertutup, menambahkan menambahkan *Closed Circuit Television (CCTV)* yang dapat dipantau pada pos penjagaan palang pintu sebagai sensor tambahan ketika kereta akan melintas. Selain itu, pemberian tunjangan/*intensive* gaji kepada *operator* penjaga palang pintu.

5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk dilakukan penelitian selanjutnya yaitu:

- a. Dapat dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut
- b. Diharapkan dalam penelitian selanjutnya, *interval* waktu dapat ditambah sehingga hasil penelitian dapat digunakan sebagai acuan perusahaan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kereta Api Indonesia (KAI), “Laporan Tahunan 2012,” 2012.
- [2] Badan Penelitian dan Pengembangan Perhubungan Pusat Penelitian dan Pengembangan Perhubungan Darat, “Studi Peningkatan Keselamatan di Perlintasan Sebidang Antara Jalan dan Jalur Kereta Api,” 2005. [Online]. Available: <http://elibrary.dephub.go.id/elibrary/media/catalog/0010-021500000000318/swf/940/2005-STUDI%20PENINGKATAN%20KESELAMATAN%20DI%20PERLINTASAN%20SEBIDANG%20ANTARA%20JALAN%20DAN%20JALUR%20KERETA%20API-BALITBANGHUB.PDF>. [Accessed: 12-Jan-2019]
- [3] Undang-Undang Republik Indonesia, “Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian,” 2007. [Online]. Available: http://www.dpr.go.id/dokjdih/document/uu/UU_2007_23.pdf. [Accessed: 12-Jan-2019]
- [4] Renni Susilawati,” Angka Kecelakaan di Perlintasan Kereta Api Meningkat,” 2018. [Online]. Available: www.beritajatim.com [Accessed 13-Jan-2019]
- [5] A Malik Ibrahim,” Jangan Ada Lagi Kecelakaan di Perlintasan KA,” 2018. [Online]. Available: <https://jatim.antaranews.com/berita/265547/jangan-ada-lagi-kecelakaan-di-perlintasan-ka> [Accessed 13-Jan-2019]
- [6] PT. KAI Daop 8 Surabaya Unit Jembatan dan Jalan Rel, “Rute Perlintasan Sebidang Daop 8 Surabaya,” 2019.
- [7] Purwoko dan Subaryata, “Menekan Tingkat Kecelakaan di

Perlintasan Sebidang Melalui Pendekatan Perilaku Manusia di Daerah Operasi I Jakarta,” *Warta Penelitian Perhubungan* Vol. 23, No. 9, pp. 928-938, 2011

- [8] Dinas Perhubungan, “Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Tentang Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang Antara Jalan Raya Dengan Kereta Api,” 2005.
- [9] “Pintu Perlintasan. *Unit Signalling, Telecommunication and Electricity*,” Surabaya, 2006
- [10] “Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 61 Tahun 1993 Tentang Rambu Lalu Lintas Di jalan Meneteri Perhubungan,” 1993.
- [11] Svein Kristiansen, “*Maritime Transportation Safety Management and Risk Analysis*,” London, Elsevier Butterworth Heinemann, 2005.
- [12] Artaba, K. Buda, “The Risk Assessment Process,” Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS, Surabaya, 2007.
- [13] Australian Standard/New Zealand Standard 4360:1999, Risk Management. Australian Standard, 1999.
- [14] A. Berrado, Em El-Koursi, A. Cherkaoui, M. Khaddour, “A *Framework fpr Risk Management in Railway Sector: Application to Road-Rail Level Crossings*,” *Journal of Open Transportation*, Universite Mohammed V, Morocco, hal-00542424, 2010.

- [15] Komite Nasional Keselamatan Transportasi Republik Indonesia (KNKT), “Laporan Investigasi Kecelakaan Perkeretaapian Anjlok KA3008,” 2017
- [16] Algifar, Analisis Regresi Cetakan Pertama, Yogyakarta: BPFE Yogyakarta, 1997.
- [17] Sudjana, Metode Statistika, Bandung: Tarsito, 2002.
- [18] Wibowo dan Eri Sugiyono, Statistika Untuk Penelitian, Bandung: Alfabeta, 2001.
- [19] Dion Prayoga, “Analisis Deret Waktu Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas di Provinsi Sumatera Utara,” [Online]. Available:<https://id.scribd.com/doc/216679817/ANALISIS-DERET-WAKTU-TINGKAT-KECELAKAAN-LALU-LINTAS-DI-PROVINSI-SUMATERA-UTARA>. [Accessed: 13-April-19]
- [20] Yeri Sutopo, Statistika Inferensial, Yogyakarta: ANDI *publisher*. 2017
- [21] Yusuf Wibisono, Metode Statistik, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. 2009

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN A
PERSAMAAN SUBSTITUSI-ELIMINASI

a. Persamaan Substitusi-Eliminasi Jumlah Kecelakaan

Untuk mencari koefisien regresi $b_0, b_1, b_2, \text{ dan } b_3$ digunakan persamaan simultan [20] sebagai berikut:

$$\sum X_1 Y = b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 + b_3 \sum X_1 X_3$$

$$\sum X_2 Y = b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 + b_3 \sum X_2 X_3$$

$$\sum X_3 Y = b_1 \sum X_1 X_3 + b_2 \sum X_2 X_3 + b_3 \sum X_3^2$$

Hasil perhitungan dengan metode skor deviasi dimasukkan ke persamaan (2.24), (2.25) dan (2.6)

$$2,8 = 5,2 b_1 + (-3,2) b_2 + 0,8 b_3$$

$$9,2 = -3,2 b_1 + 15,2 b_2 + (-2,8) b_3$$

$$-0,8 = 0,8 b_1 + (-2,8) b_2 + 1,2 b_3$$

Persamaan (2/4), (2.5) dan (2.6) disederhanakan menjadi :

$$3,5 = 6,5 b_1 - 4 b_2 + b_3$$

$$-3,28 = 1,14 b_1 - 5,42 b_2 + b_3$$

$$-0,66 = 0,66 b_1 - 2,33 b_2 + b_3$$

Kemudian dilakukan eliminasi:

$$(2.24)-(2.25) = 6,78 = 5,36 b_1 + 1,42 b_2$$

$$(2.25)-(2.26) = -2,62 = 0,48 b_1 - 3,09 b_2$$

Persamaan (2.24)-(2.25) dan (2.25)-(2.26) disederhanakan menjadi :

$$4,77 = 3,77 b_1 + b_2$$

$$0,84 = -0,15 b_1 + b_2$$

Kemudian dilakukan eliminasi dari persamaan (2.24)-(2.25) dan (2.25)-(2.26)

$$3,93 = 3,92 b_1$$

$$b_1 = 1$$

Mencari nilai b_2 dari,

$$0,84 = -0,15 b_1 + b_2$$

$$0,84 + 0,15 = b_2$$

$$b_2 = 0,99$$

Mencari nilai b_3 dari,

$$-0,66 = 0,66 b_1 - 2,33 b_2 + b_3$$

$$-0,66 - 0,66 + 2,33 = b_3$$

$$b_3 = 0,98$$

Mencari nilai b_0

$$b_0 = Y - b_1 X_1 - b_2 X_2 - b_3 X_3$$

$$b_0 = 4,4 - (1 \cdot 2,6) - (0,99 \cdot 1,4) - (0,98 \cdot 0,4)$$

$$b_0 = 4,4 - 2,6 - 1,38 - 0,39$$

$$b_0 = 0,03$$

Sehingga persamaan (2.9) yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

$$Y = 0,03 + 1 X_1 + 0,99X_2 + 0,98X_3$$

b. Persamaan Substitusi-Eliminasi Jumlah Korban

Untuk mencari koefisien regresi a , b , dan c digunakan persamaan simultan sebagai berikut:

$$\sum Y = n a + b \sum x + c \sum x^2$$

$$\sum XY = a \sum x + b \sum x^2 + c \sum x^3$$

$$\sum X^2Y = a \sum x^2 + b \sum x^3 + c \sum x^4$$

Kemudian memasukkan nilai tersebut kedalam persamaan (2.29), (2.30) dan (2.31)

$$31 = 5a + 22b + 108c$$

$$157 = 22a + 108b + 586c$$

$$875 = 108a + 586b + 3444c$$

Persamaan (2.29), (2.30) dan (2.31) disederhanakan menjadi :

$$0,28 = 0,04a + 0,20b + c$$

$$0,26 = 0,03a + 0,18b + c$$

$$0,25 = 0,03a + 0,17b + c$$

Kemudian dilakukan eliminasi (2.29)-(2.30) dan (2.30)-(2.31)

$$0,02 = 0,01a + 0,02b$$

$$0,01 = 0 + 0,17b$$

Eliminasi belum bisa dilakukan karena penyebutnya belum sama, sehingga disamakan terlebih dahulu

$$0,02 = 0,01a + 0,02b \quad (\times 8,5)$$

$$0,01 = 0 + 0,17b \quad (\times 1)$$

Sehingga dapat dilakukan eliminasi

$$0,17 = 0,085a + 0,17b$$

$$0,01 = 0 + 0,17b$$

Hasil eliminasi tersebut,

$$0,16 = 0,085 a$$

$$a = 1,88$$

Mencari nilai b dari,

$$0,02 = 0,01a + 0,02b$$

$$0,02 = 0,01(1,88) + 0,02b$$

$$b = \frac{0,0012}{0,02}$$

$$b = 0,6$$

Mencari nilai c dari,

$$0,25 = 0,03a + 0,17b + c$$

$$0,25 = 0,03(1,88) + 0,17(0,6) + c$$

$$c = 0,25 - 0,05 - 0,10$$

$$c = 0,1$$

Sehingga persamaan (2.28) yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$Y = a + bx + cx^2$$

$$Y = 1,88 + 0,6x + 0,1x^2$$

c. Persamaan Substitusi-Eliminasi Kerugian Material

Untuk mencari koefisien regresi $b_0, b_1, b_2,$ dan b_3 digunakan persamaan simultan sebagai berikut:

$$\sum X_1 Y = b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 + b_3 \sum X_1 X_3$$

$$\sum X_2 Y = b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 + b_3 \sum X_2 X_3$$

$$\sum X_3 Y = b_1 \sum X_1 X_3 + b_2 \sum X_2 X_3 + b_3 \sum X_3^2$$

Hasil perhitungan dengan metode skor deviasi dimasukkan ke persamaan (2.24), (2.25) dan (2.26)

$$462100000 = 35,2 b_1 - 2,2 b_2 + 0,6 b_3$$

$$4900000 = -2,2 b_1 + 1,2 b_2 - 0,6 b_3$$

$$205800000 = 0,6 b_1 - 0,6 b_2 + 10,8 b_3$$

Persamaan (2.24), (2.25) dan (2.26) disederhanakan menjadi

$$:770166666,66 = 58,66 b_1 - 3,66 b_2 + b_3$$

$$-8166666,66 = 3,66b_1 - 2b_2 + b_3$$

$$19055555,55 = 0,05 b_1 - 0,05b_2 + b_3$$

Kemudian dilakukan eliminasi:

$$(2.24)-(2.25) = 778333333,32 = 55 b_1 - 1,66 b_2$$

$$(2.25)-(2.26) = -27222222,21 = 3,61 b_1 - 1,95 b_2$$

Persamaan (2.24)-(2.25) dan (2.25)-(2.26) disederhanakan menjadi :

$$-468875502 = -33,13 b_1 + b_2$$

$$13960113,95 = -1,85 b_1 + b_2$$

Kemudian dilakukan eliminasi,

$$-482835615,95 = -31,28 b_1$$

$$b_1 = 15435921,22$$

Mencari nilai b_2 dari,

$$13960113,95 = -1,85 b_1 + b_2$$

$$13960113,95 + 28556454,25 = b_2$$

$$b_2 = 42516568,2$$

Mencari nilai b_3 dari,

$$19055555,55 = 0,05 b_1 + 0,05b_2 + b_3$$

$$19055555,55 - 771796,06 + 1354032,35 = b_3$$

$$b_3 = 20409587,9$$

Mencari nilai b_0

$$b_0 = Y - b_1X_1 - b_2X_2 - b_3X_3$$

$$b_0 = 66200000 - (15435921,22 (4,4))$$

$$- (42516568,2 (0,6))$$

$$- (20409587,9(1.2))$$

$$b_0 = 66200000 - 67918053,36 - 25509940,92$$

$$- 24491505,48$$

$$b_0 = -51719499,76$$

Sehingga persamaan (2.9) yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

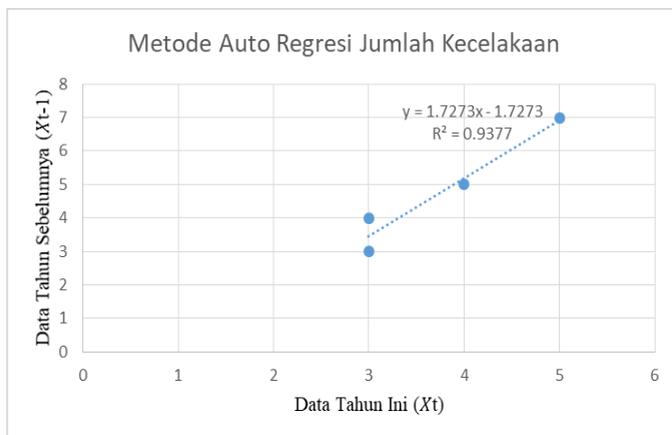
$$Y = -51719499,76 + 15435921,22X_1 + 42516568,2X_2 + 20409587,9X_3$$

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN B KORELASI

I. Korelasi Jumlah Kecelakaan

a) Metode Auto Regresi



Dengan perhitungan koefisien korelasi r sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum(X_{t-1}X_t) - (\sum X_{t-1})(\sum X_t)}{\sqrt{[n(\sum X_{t-1}^2) - (\sum X_{t-1})^2][n(\sum X_t^2) - (\sum X_t)^2]}}$$

$$r = \frac{4 (76) - (15)(19)}{\sqrt{[4(59) - (15)^2][4 (99) - (19)^2]}}$$

$$r = \frac{304 - 285}{\sqrt{[(236) - (225)][(396) - 361]}}$$

$$r = \frac{19}{\sqrt{[11][35]}}$$

$$r = \frac{19}{\sqrt{385}}$$

$$r = \frac{19}{19,6214}$$

$$r = 0,9$$

Atau

$$r^2 = 0,937$$

$$r = 0,9$$

b) Metode Majemuk

Model Summary^a

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	1.000 ^a	1.000	1.000	.00000	1.000	1.501E15	3	1	.000	.606

a. Predictors: (Constant), X3, X1, X2

b. Dependent Variable: Y

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	11.200	3	3.733	.	.000 ^a
	Residual	.000	1	.000		
	Total	11.200	4			

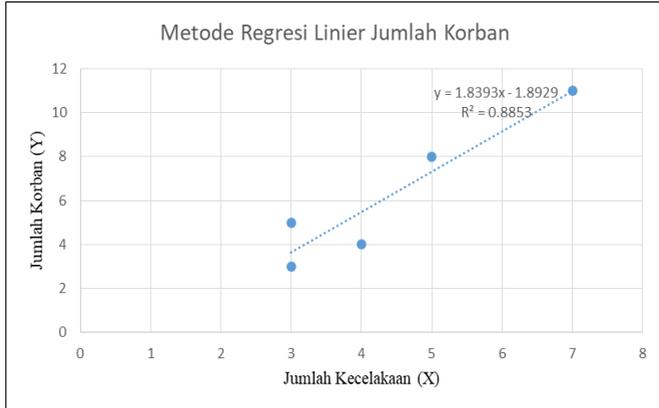
a. Predictors: (Constant), X3, X1, X2

b. Dependent Variable: Y

Nilai r = 1

II. Korelasi Jumlah Korban

a) Metode Regresi Linier



Dengan perhitungan koefisien korelasi r sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum(xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

$$r = \frac{5 (157) - (22)(31)}{\sqrt{[5(108) - (22)^2][5(235) - (31)^2]}}$$

$$r = \frac{785 - 682}{\sqrt{[(540) - (484)][(1175) - 961]}}$$

$$r = \frac{103}{\sqrt{[56][214]}}$$

$$r = \frac{103}{\sqrt{11984}}$$

$$r = \frac{103}{109,47}$$

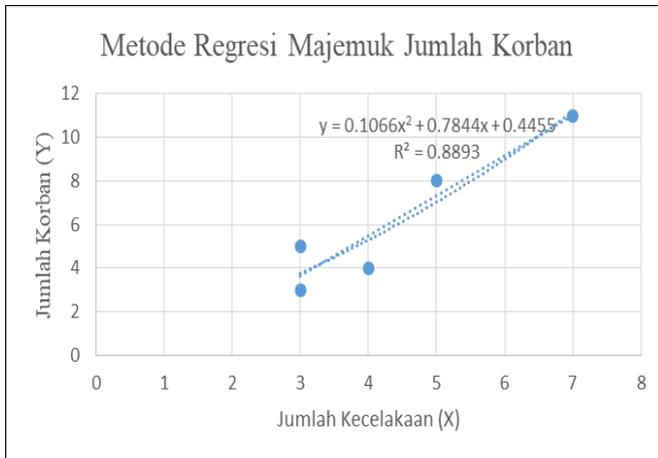
$$r = 0,94$$

Atau

$$r^2 = 0,8853$$

$$r = 0,94$$

b) Metode Majemuk

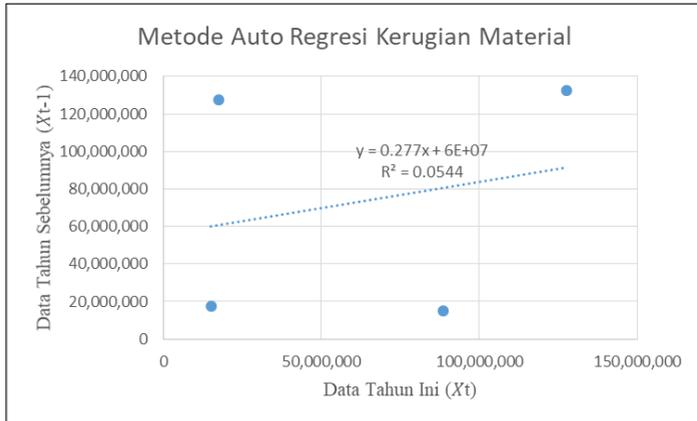


Nilai $r^2 = 0,8893$

$$r = 0,94$$

III. Jumlah Kerugian Material

a) Metode Auto Regresi



Dengan perhitungan koefisien korelasi r sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum(X_{t-1}X_t) - (\sum X_{t-1})(\sum X_t)}{\sqrt{[n(\sum X_{t-1}^2) - (\sum X_{t-1})^2][n(\sum X_t^2) - (\sum X_t)^2]}}$$

$$r = \frac{8286000000000000 - 7268625000000000}{\sqrt{[3672675000000000][1288187500000000]}}$$

$$r = \frac{1017375000000000}{\sqrt{4.7310940265625E + 33}}$$

$$r = 0,23$$

Atau

$$r^2 = 0,054$$

$$r = 0,23$$

b) Metode Majemuk

Model Summary^a

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.763 ^a	.583	-.669	7.77862E7	.583	.465	3	1	.761	3.073

a. Predictors: (Constant), X3, X1, X2

b. Dependent Variable: Y

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8.448E15	3	2.816E15	.465	.761 ^a
	Residual	6.051E15	1	6.051E15		
	Total	1.450E16	4			

a. Predictors: (Constant), X3, X1, X2

b. Dependent Variable: Y

$$\text{Nilai } r^2 = 0,583$$

$$r = 0,763$$

LAMPIRAN C PERUBAHAN PRESENTASE

Berikut ini merupakan hasil prediksi/*trend* perubahan presentase menggunakan metode auto regresi:

a) Jumlah Kecelakaan

Berikut ini hasil prediksi/*trend* perubahan presentase pada jumlah kecelakaan pada tahun 2014-2022.

Tabel B1. Hasil Presentase Perubahan Jumlah
Kecelakaan Tahun 2014-2022

Tahun	Jumlah Kecelakaan (y)	Presentase Perubahan (%)
2014	3	
2015	3	0.00
2016	4	33.33
2017	5	25.00
2018	7	40.00
2019	10	42.86
2020	16	60.00
2021	26	62.50
2022	43	65.38

Dimana hasil tabel B1. di atas menunjukkan bahwa perubahan presentase kenaikan terbesar terjadi pada tahun 2022 yaitu sebesar 65,38%.

b) Jumlah Korban

Berikut ini hasil prediksi/*trend* perubahan presentase pada jumlah korban kecelakaan pada tahun 2014-2022.

Tabel B1. Hasil Presentase Perubahan Jumlah Kecelakaan Tahun 2014-2022

Tahun	Jumlah Korban (y)	Presentase Perubahan (%)
2014	5	
2015	3	-40
2016	4	33
2017	8	100
2018	11	38
2019	16	45
2020	27	69
2021	46	70
2022	77	67

Dimana hasil tabel B2. di atas menunjukkan bahwa perubahan presentase kenaikan terbesar terjadi pada tahun 2017 yaitu sebesar 100%.

c) Jumlah Kerugian Material

Berikut ini hasil prediksi/*trend* perubahan presentase pada jumlah kerugian material pada tahun 2014-2022.

Tabel B3. Hasil Presentase Perubahan Jumlah Kerugian Material Tahun 2014-2022

Tahun	Jumlah Kerugian (Rp)	Presentase Perubahan (%)
2014	Rp 88,500,000	
2015	Rp 15,000,000	-83
2016	Rp 17,500,000	17
2017	Rp 127,500,000	629
2018	Rp 132,500,000	4
2019	Rp 92,618,130	-30
2020	Rp 81,570,852	-12
2021	Rp 78,510,756	-4
2022	Rp 77,663,109	-1

Dimana hasil tabel B3. di atas menunjukkan bahwa perubahan presentase kenaikan terbesar terjadi pada tahun 2017 yakni sebesar 629%.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN D

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

9/1/2019

System



Surabaya, 9 Januari 2019

Nomor : KE.105/7/DO.8-2019
 Sifat : Terbatas
 Lampiran : -
 Perihal : Persetujuan Pengambilan Data



Kepada Yth

Kepala Departemen Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember

di

Tempat

1. Menunjuk Surat Saudara Nomor 090292/IT2.VI.2.3/PP.05.02/2018 tanggal 18 Desember 2018 perihal Pengambilan Data.

2. Sehubungan dengan hal tersebut di atas, bahwa Pengambilan Data di Lingkungan PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Daerah Operasi 8 Surabaya pada dasarnya dapat disetujui, atas nama:

No	No Induk	Nama	Jurusan	Sekolah/Universitas/Instansi	Periode Awal	Periode Akhir
1	02311745000003	Lailatul Muftada	Teknik Fisika	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	14.01.2019	15.03.2019
2	02311745000005	Aulia Mutiara Annuliah	Teknik Fisika	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	14.01.2019	15.03.2019

3. Kegiatan yang dimaksud dapat dilakukan di:

- Unit Jalan Rel dan Jembatan/ Kantor Daerah Operasi 8 Surabaya
 - Unit Operasi / Kantor Daerah Operasi 8 Surabaya
 - Seluruh Pos P.J.L. antara UPT stasiun besar a Surabayagubeng s/d UPT Stasiun kelas 1 Sidoarjo
 - Seluruh Pos P.J.L. antara UPT Stasiun besar a Surabayapasarturi s/d UPT Stasiun kelas 1 Lamongan
4. dengan ketentuan sebagai berikut :
- Akan mendapatkan bimbingan selama tidak mengganggu kedinasan unit kerja;
 - Apabila membutuhkan bahan praktik, biaya pengoperasian, biaya akomodasi dan atau biaya lainnya yang sejenisnya, maka biaya tersebut diatas tidak menjadi beban PT. Kereta Api Indonesia (Persero);
 - Yang bersangkutan diwajibkan untuk menyerahkan laporan akhir kegiatan kepada PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Daerah Operasi 8 Surabaya;
 - Berpakaian rapi, sopan dengan ketentuan atas pulih bawah hitam, bersepatu hitam;
 - Wajib memakai APD (Alat Pelindung Diri) serta mengutamakan Keselamatan saat praktik di lapangan;
 - Dilarang keras **MEROKOK** selama melaksanakan kegiatan Praktikum di wilayah Daop 8 Surabaya;
 - Dilarang bermain handphone, tidak boleh tidur saat jam kerja;
 - Mematuhi seluruh peraturan dan/atau ketentuan yang berlaku di perusahaan. Apabila diketahui melanggar peraturan dan/atau ketentuan yang berlaku di perusahaan, akan dikenakan sanksi sesuai peraturan yang berlaku di perusahaan;

5. Demikian disampaikan untuk diketahui atas perhatiannya terima kasih.



a.n. Kepala Sumber Daya Manusia Dan Umum
 Jember, 9 Januari 2019
 Kepala Sumber Daya Manusia,

Tembusan Internat:

Manager Jalan Rel Dan Jembatan | YULIANTO
 Asistant Manager Program Anggaran Jalan Rel dan Jembatan | AMELINDA ISMI HADIYANTI
 Manager Operasi | RACHMAD ZAINI KURNIAWAN
 Asistant Manager Perjalanan Kereta Api | FIRRI ARIYANTO
 Kepala UPT Stasiun Besar A Surabayagubeng | ARIEF FAKHRUDI
 Kepala UPT Stasiun Besar A Surabayapasarturi | ARIEF NUGROHO
 Kepala UPT Stasiun Besar C Wonokromo | HENRY SUSANTO
 Wakil Kepala UPT Stasiun Besar C Waru | HADI PURNOMO
 Kepala UPT Stasiun Kelas 3 Gedangan | ARIEF RACHMAD KURNIAWAN

<https://rds.v2.kereta-api.co.id/index.php?r=mslnd>

1/2

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 21 April 1996 dengan diberi nama Lailatul Mufida. Bapak bernama M.Ghufron, Ibu bernama Siti Aminah, dan kakak laki-laki bernama Muhammad Tamim Aqsho dan Miftakhul Huda. Penulis telah menyelesaikan studi di SDN Siwalan Kerto II Surabaya pada tahun 2008, SMP Negeri 2 Krian Sidoarjo pada tahun 2011, SMA Negeri 1 Waru Sidoarjo pada tahun 2014, Kemudian melanjutkan kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Departemen Teknik Instrumentasi, Program Studi D3 Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi pada tahun 2014. Dan melanjutkan lintas jalur S1-Teknik Fisika ITS. Pengalaman organisasi yang pernah diikuti adalah menjadi staff BEM FTI-ITS, dan menjadi Asisten Laboratorium Pengukuran Fisis Teknik Fisika-ITS. Pengalaman magang (*on job training* / kerja praktek) di PT. Aneka Gas Industri (AGI), Sidoarjo, Jawa Timur dan PT. Petrokimia Gresik. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui email mufidahil34@gmail.com.