



TESIS - RC185401

ANALISA RISIKO KEMACETAN JALAN RAYA AKIBAT PROBLEM PADA KENDARAAN BERAT

PUTRA AULIA KESUMA
03111750030015

Dosen Pembimbing
M. Arif Rohman, S.T., M.Sc., Ph.D
Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng

Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020



TESIS - RC185401

**ANALISA RISIKO KEMACETAN JALAN RAYA
AKIBAT PROBLEM PADA KENDARAAN BERAT**

**PUTRA AULIA KESUMA
03111750030015**

**Dosen Pembimbing
M. Arif Rohman, S.T., M.Sc., Ph.D
Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng**

**Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020**



THESIS - RC185401

**RISK ANALYSIS OF TRAFFIC CONGESTION DUE
TO PROBLEM IN HEAVY VEHICLE**

**PUTRA AULIA KESUMA
03111750030015**

**Supervisor
M. Arif Rohman, S.T., M.Sc., Ph.D
Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng**

**Department of Civil Engineering
Faculty of Civil, Planning and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

PUTRA AULIA KESUMA
NRP: 03111750030015

Tanggal Ujian: 09 Januari 2020

Periode Wisuda: Maret 2020

Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. M. Arif Rohman, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP: 19771208 200501 1 002

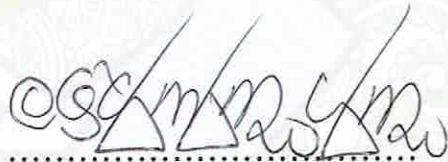
.....


2. Dr. Catur Arief P., S.T., M.Eng.
NIP: 19700708 199802 1 001

.....


Penguji:

1. Christiono Utomo, S.T., M.T., Ph.D.
NIP: 19670319 200212 1 005

.....


2. Dr. Farida Rachmawati, S.T., M.T.
NIP: 19811014 200812 2 001

.....


Kepala Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan



Dr. techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc.
NIP: 19721202 199802 1 001

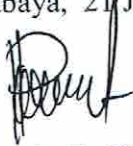
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

Tesis yang berjudul: “ANALISA RISIKO KEMACETAN JALAN RAYA AKIBAT PROBLEM PADA KENDARAAN BERAT” ini adalah karya penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya ilmiah/tulis untuk memperoleh gelar akademik maupun karya ilmiah/tulis yang pernah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali dijadikan kutipan dari bagian karya ilmiah/tulis orang lain dengan menyebutkan sumbernya, baik dalam naskah tesis maupun daftar pustaka.

Apabila ternyata ditemukan dan terbukti terdapat unsur-unsur plagiasi di dalam naskah **tesis** ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan akademik ITS dan/atau perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, 21 Januari 2020



Putra Aulia Kesuma

NRP. 03111750030015

ANALISA RISIKO KEMACETAN JALAN RAYA AKIBAT KENDARAAN BERAT

Nama mahasiswa : Putra Aulia Kesuma
NRP : 03111750030015
Dosen Pembimbing I : M. Arif Rohman, S.T., M.Sc., Ph.D.
Dosen Pembimbing II : Dr. Catur Arif P., S.T., M.Eng.

ABSTRAK

Problem jalan raya seperti kemacetan memiliki dampak yang buruk bagi semua pihak yang terlibat terutama pengguna jalan. Selama ini kemacetan cenderung dipandang dengan perspektif yang umum tanpa membedakan sifat pemicunya. Memang kemacetan umumnya terjadi akibat kegiatan rutinitas atau disebut kemacetan berulang *recurrent* (RC), namun faktanya kemacetan yang disebabkan oleh hal yang tidak terprediksi atau kemacetan *non-recurrent* (NRC) cukup sering terjadi pada ruas jalan seperti lintas Surabaya-Mojokerto. Mayoritasnya disebabkan oleh masalah pada kendaraan berat (misalnya truk, trailer) yang berdampak pada terganggunya arus lalu-lintas.

Penelitian ini secara lebih komprehensif bertujuan untuk menemukan penyebab terjadinya kemacetan *non-recurrent* (NRC) akibat masalah pada kendaraan berat lintas Surabaya-Mojokerto dengan fokus pada ruas jalan raya Taman dan jalan raya Kletek yang cukup sering mengalami persoalan ini. Tiga pendekatan utama diterapkan sebagai cara memahami persoalan tersebut. Analisis risiko diterapkan sebagai konsep proaktif memahami persoalan risiko, metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui akar penyebab yang mendasarinya, dan metode *Social Network Analysis* (SNA) untuk memberikan gambaran dan pemahaman yang lebih baik terkait permasalahan ini. Data dikumpulkan melalui wawancara ahli dan survei kuesioner.

Analisis risiko pada tahap pertama penelitian menemukan lima variabel risiko kemacetan *non-recurrent* (NRC) akibat kendaraan berat dengan kategori nilai risiko tinggi, yaitu risiko bocor atau pecah ban, kerusakan mesin, kerusakan pada as roda, kerusakan pada pegas daun, dan risiko kecelakaan. FTA yang dikembangkan pada tahap kedua menemukan 25 *basic event*, 8 diantaranya dinilai berkontribusi signifikan yaitu muatan berlebih, perawatan buruk, kendaraan tidak memenuhi standar, jalan berlubang, jalan bergelombang, pemeriksaan pra-operasi buruk, pengemudi ceroboh, dan akibat jalan menanjak atau menurun. Penerapan metode SNA pada tahap ketiga memperjelas gambaran bahwa *basic event* yang paling berpengaruh besar dalam problem kemacetan *non-recurrent* (NRC) disebabkan oleh muatan berlebih. Selain itu, tahap ketiga ini juga memberi gambaran stakeholder berperan besar dalam konteks tersebut, pertama yaitu pelaku usaha angkutan, Dishub, Organda, pengemudi, dan Polisi. Hasil penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam merumuskan solusi yang tepat oleh stakeholder yang terlibat.

Kata kunci: *Fault Tree Analysis* (FTA), kendaraan berat, kemacetan *non-recurrent* (NRC), manajemen risiko, *Social Network Analysis* (SNA).

“Halaman ini sengaja dikosongkan...”

RISK ANALYSIS OF TRAFFIC CONGESTION DUE TO PROBLEM IN HEAVY VEHICLE

By : Putra Aulia Kesuma
Student Number : 03111750030015
Supervisor : M. Arif Rohman, S.T., M.Sc., Ph.D.
Co-supervisor : Dr. Catur Arif P., S.T., M.Eng.

ABSTRACT

Road problems such as traffic congestion have a negative impact on all parties involved, especially road users. So far, congestion tends to be viewed with a general perspective without distinguishing the nature of the trigger. Indeed, congestion generally occurs due to routine activities or called recurrent congestion (RC), in fact is that congestion caused by unpredictable event or non-recurrent (NRC) congestion is quite common in roads such as Surabaya-Mojokerto. Most of these are caused by problems with heavy vehicles (eg trucks, trailers) have an impact on traffic flow constraints.

This research aims to more comprehensively find the root cause of non-recurrent congestion (NRC) due to problems in heavy vehicles on Surabaya-Mojokerto with a focus on the Taman and Kletek road are quite frequent. Three main approaches are applied as a way of understanding the issue. Risk analysis is applied as a proactive concept of understanding risk issues, the Fault Tree Analysis (FTA) method to find out the root causes, and the Social Network Analysis (SNA) method to provide a better picture and understanding of this issue. Data was collected through expert interviews and questionnaire surveys.

Risk analysis in the first stage of this study found five non-recurrent congestion risk variables (NRC) due to heavy vehicles with a high risk value category, namely the risk of flat or blowouts tires, engine damage, damage to axles, damage to leaf springs, and the risk of crashes. The FTA developed in the second phase found 25 basic events, 8 of which were considered to contribute significantly such as overloading, poor maintenance, vehicles not meeting the standards, potholes, bumpy roads, inadequate pre-operation checks, careless drivers, and due to uphill or downhill roads. The application of the SNA method in the third stage makes it clear that the basic event that has the most significant influence is caused by overload. In addition, this third stage also provides an overview of stakeholders playing a large roles, the first is the transportation business actors, Department of Transportation, transport organization, drivers, and the Police. The results of this study provide a more comprehensive understanding, so that it can be used as a basis for determining appropriate solutions and policies to reduce this problem.

Keywords: Fault Tree Analysis (FTA), heavy vehicles, non-recurrent congestion (NRC), risk management, Social Network Analysis (SNA).

“Halaman ini sengaja dikosongkan...”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini untuk memenuhi satu syarat kelulusan kuliah Program Magister Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Sholawat dan Salam kepada baginda Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa kita ke alam yang penuh ilmu pengetahuan. Penulis ingin menyampaikan bahwa penyusunan tesis ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Apresiasi sebesar-besarnya kepada mereka yang telah memberi dukungan dari awal persiapan tesis ini, terutama kepada kedua orang tua penulis, Bapak Mahyuddin dan Ibu Susi Sunarya yang telah memotivasi dan mendoakan penulis dalam keadaan apapun. Hanya doa dan bakti yang dapat penulis balas atas kebaikan dan ketulusan mereka.

Apresiasi setinggi-tingginya dari penulis kepada Bapak M. Arif Rohman yang telah membimbing dengan sepenuh hati memberikan dukungan dan dorongan tiada henti, terutama dalam masa-masa sulit yang dihadapi penulis. Beliau selalu teliti dalam mengajarkan bagaimana seorang peneliti melewati setiap tahapannya. Tentu saja ini juga tidak terlepas dari peran Bapak Catur Arif Prastyanto yang juga selalu memberikan arahan dan meyakinkan penulis tentang banyak hal terutama dalam penyusunan tesis ini. Banyak pengalaman dan pelajaran yang dapat dipetik dari mereka sebagai bekal penulis dimasa mendatang. Merupakan suatu kehormatan yang besar bagi penulis dapat dibimbing oleh mereka, maka dari itu atas jasa mereka hanya doa yang dapat penulis panjatkan untuk segala kebaikan mereka.

Penulis juga sangat berterima kasih kepada Bapak Christiono Utomo, dan Ibu Farida Rachmawati yang telah memberikan banyak komentar dan arahan yang sangat positif dalam membantu penelitian ini menjadi lebih baik. Tidak hanya sebatas dosen penguji, selama ini banyak ilmu yang diajarkan beliau sehingga penulis yakin ilmu tersebut akan menjadi bekal berharga bagi penulis dimasa depan. Terima kasih juga kepada rekan-rekan belajar yang telah menjadi mitra diskusi selama perjalanan kuliah Magister penulis (Oryza, Avisha, Zulfikar, Rezky, dan seluruh rekan angkatan yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

Penelitian ini turut didanai oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan pendidikan Tinggi melalui skema riset program Pascasarjana Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Tahun 2019, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih telah membantu mendanai proses penelitian ini. Terima kasih juga kepada seluruh jajaran staf Jurusan Prodi Magister Teknik Sipil ITS dan kepada seluruh responden wawancara dan survei kuesioner yang telah berpartisipasi memberikan respon berharga dan penting untuk penelitian ini.

Terakhir yang tidak kalah pentingnya, penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga besar, adik, kakak, dan sahabat (Bapak Ali Basrah, Ibu Asnawati, Ulan, Faris, Ratu, Ganda, Mahen, Ari, Bobi, dan Michel). Tidak mudah melalui semua proses tahapan pembelajaran ini tanpa dukungan dan doa dari mereka. Penulis patut bersyukur memiliki mereka yang selalu ada dan mendukung dalam keadaan apapun. Doa akan selalu dipanjatkan penulis kepada mereka agar selalu diberikan keberkahan dan kesuksesan dalam kehidupan mereka. Penulis menyadari bahwa semuanya tidak ada yang sempurna terutama dalam proses penyusunan tesis ini. Maka dari itu penulis dengan segala kerendahan hati memohon maaf atas segala kekurangan, dengan harapan sekecil apapun usaha yang dilakukan penulis dapat menginspirasi dan pembelajaran ini dapat bermanfaat bagi orang lain.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	11
2.1 Kemacetan Jalan Raya.....	11
2.2.1 Jenis Kemacetan.....	12
2.2 Tinjauan Kemacetan dari Konsep Manajemen Risiko.....	13
2.2.1 Jenis risiko pada kendaraan berat sebagai penyebab kemacetan.....	13
2.2.2 Akar penyebab yang mendasari masalah pada kendaraan berat.....	14
2.2.3 Stakeholder Jalan Raya.....	15
2.2.4 Manajemen Risiko.....	16
2.2.5 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	19
2.2.6 Karakteristik dan Pola Iteraksi Penyebab.....	21
2.2.7 Konsep Sosial Network Analysis (SNA).....	22
2.3 Penelitian Terdahulu.....	27
2.4 Posisi Penelitian.....	33
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	35

3.1	Konsep Penelitian	35
3.2	Data Penelitian.....	35
3.3	Populasi dan Sampel Penelitian.....	36
3.4.1	Populasi Penelitian	36
3.4.2	Sampel Penelitian	36
3.4	Gambaran Umum Obyek Penelitian.....	36
3.5	Tahapan Penelitian	38
3.5.1	Tahap Pendahuluan.....	39
3.5.2	Tahap 1 : Analisa Risiko	42
3.5.3	Tahap 2 : Analisa Akar Penyebab	46
3.5.4	Tahap 3 : Analisa Hubungan Akar Penyebab dan Stakeholder.....	49
3.5.1	Diagram Alir Penelitian.....	52
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		55
4.1	Tahap Pendahuluan Penelitian.....	55
4.2	Tahap 1: Analisis Risiko.....	58
4.3	Tahap 2: Analisis Akar Penyebab	65
4.4	Tahap 3: Analisis Hubungan Penyebab dan Peran Stakholder.....	75
4.5	Diskusi dan Pembahasan	86
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		91
5.1	Kesimpulan.....	91
5.2	Saran	92
DAFTAR PUSTAKA.....		93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Alir Manajemen Risiko.....	17
Gambar 2.2	Contoh Mariks Tingkat Keparahan Risiko.....	18
Gambar 2.3	Tingkatan Dalam Struktur Diagram FTA.....	20
Gambar 2.4	Contoh Peta Interaksi Antar Risiko.....	22
Gambar 2.5	Model Jaringan <i>One-mode</i>	23
Gambar 2.6	Model Jaringan <i>Two-mode</i>	24
Gambar 2.7	Jenis Penghubung <i>Non-directional</i>	24
Gambar 2.8	Jenis Penghubung <i>Directional</i>	25
Gambar 2.9	Matrik <i>Non-directional</i> dan Matrik <i>Directional</i>	25
Gambar 2.10	Posisi Penelitian.....	34
Gambar 3.1	Gambaran Obyek Penelitian.....	37
Gambar 3.2	<i>Street view</i> Jalan raya Taman dan Jalan Raya Kletek.....	38
Gambar 3.3	Konsep kerangka kerja.....	39
Gambar 3.4	Flowchart analisa risiko.....	44
Gambar 3.5	Flowchart analisa akar penyebab.....	47
Gambar 3.6	Flowchart analisa hubungan antar penyebab dan stakholder.....	51
Gambar 3.7	Diagram Alur Penelitian.....	53
Gambar 4.1	<i>Street view</i> jalan raya objek penelitian.....	55
Gambar 4.2	<i>Probability Impact Matrix</i>	64
Gambar 4.3	FTA #1 Variabel Risiko R1.....	67
Gambar 4.4	FTA #2 Variabel Risiko R2.....	68
Gambar 4.5	FTA #3 Variabel Risiko R3.....	68
Gambar 4.6	FTA #4 Variabel Risiko R8.....	69
Gambar 4.7	FTA #5 Variabel Risiko R9.....	69
Gambar 4.8	Visualisasi hubungan [BE-BE] berdasarkan DC.....	79
Gambar 4.9	Peta <i>concentric</i> hubungan [BE-BE] berdarkan DC.....	79
Gambar 4.10	Visualisasi hubungan [BE-BE] berdasarkan EC.....	80
Gambar 4.11	Peta <i>concentric</i> hubungan [BE-BE] berdarkan EC.....	80
Gambar 4.12	Visualisasi hubungan basic event dengan stakeholder [BE-S]...	83

Gambar 4.13	Visualisasi hubungan stakeholder [S-S] berdasarkan EC.....	84
Gambar 4.14	Peta <i>concentric</i> stakeholder [S-S] berdasarkan EC.....	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Variabel Risiko Kemacetan <i>Non-recurrent</i> (NRC).....	14
Tabel 2.2	Akar Penyebab Permasalahan pada kendaraan berat.....	15
Tabel 2.3	Stakeholder Jalan Raya.....	16
Tabel 2.4	Simbol-simbol <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	20
Tabel 2.5	Rekapitulasi Studi Terdahulu.....	30
Tabel 3.1	Deskripsi Variabel Risiko <i>Non-recurrent</i> (NRC).....	40
Tabel 3.2	Deskripsi Stakeholder Jalan Raya.....	41
Tabel 3.3	Skala Penilaian Probabilitas.....	43
Tabel 3.4	Skala Penilaian Dampak.....	43
Tabel 3.5	Kategori dan Nilai Probabilitas.....	45
Tabel 3.6	Kategori dan Nilai Dampak.....	45
Tabel 3.7	Skala Penilaian Hubungan / Pengaruh.....	50
Tabel 4.1	Hasil Survei Pendahuluan.....	57
Tabel 4.2	Kategori dan Nilai Probabilitas.....	59
Tabel 4.3	Rekapitulasi Penilaian Probabilitas dan <i>Severity Index</i> (SI).....	61
Tabel 4.4	Kategori dan Nilai Dampak.....	62
Tabel 4.5	Rekapitulasi Penilaian Dampak dengan <i>Severity Index</i> (SI).....	63
Tabel 4.6	Rekapitulasi Tingkat Risiko.....	64
Tabel 4.7	Perhitungan Minimum Cut Set.....	70
Tabel 4.8	Rangkuman Akar Penyebab (<i>Basic Event</i>).....	74
Tabel 4.9	<i>Adjacency Matrix</i> [BE-BE].....	77
Tabel 4.10	Output simulasi [BE-BE] berdasarkan nilai DC dan EC.....	77
Tabel 4.11	<i>Adjacency Matrix</i> [BE-S].....	82
Tabel 4.12	<i>Adjacency Matrix</i> [S-S].....	83
Tabel 4.13	Tingkat Sentralitas Stakeholder [S-S] berdasarkan nilai EC.....	84

“Halaman ini sengaja dikosongkan...”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Formulir Wawancara Survei Pendahuluan.....	101
Lampiran 2	Formulir Kuesioner Survei Risiko.....	105
Lampiran 3	Formulir Wawancara Ahli Pengembangan FTA.....	109
Lampiran 4	Formulir Wawancara Menilai Hubungan Variabel dengan SNA.....	119
Lampiran 5	Data Hasil Survei Pendahuluan.....	126
Lampiran 6	Data Hasil Survei Risiko.....	128
Lampiran 7	Data Hasil Survei Penilaian Hubungan Variabel.....	130
Lampiran 8	Daftar Publikasi.....	139
Lampiran 9	Biodata Penulis.....	140

“Halaman ini sengaja dikosongkan...”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya adalah salah satu fasilitas infrastruktur bidang transportasi yang memiliki fungsi penting sebagai penghubung suatu wilayah dengan wilayah yang lain untuk menunjang aksesibilitas dan mobilitas serta memberikan banyak manfaat dalam kehidupan (Falcocchio dan Levinson, 2015). Namun faktanya setelah suatu jalan raya dibangun dan dioperasikan, maka sering sekali suatu infrastruktur jalan tersebut tidak mampu tercapai fungsi keberlanjutannya dengan baik akibat problem yang terjadi seperti kemacetan (Fernandes dkk., 2019). Sehingga disamping memberikan dampak positif jalan raya juga memiliki eksternalitas negatif.

Kiunsi (2013) menyatakan bahwa kemacetan lalu lintas adalah fenomena global yang diperkirakan akan semakin buruk di masa depan. Dampak kemacetan lalu lintas dapat berkisar dari kerugian material seperti ketidakefisienan energi dan polusi hingga dampak non-material seperti waktu dan peluang yang terbuang hingga dampak psikologis dalam bentuk peningkatan stress pada kehidupan manusia (Bharadjwad dkk., 2017; Hopkins dan McKay, 2018). Maka dari itu, apabila dibiarkan berlarut-larut masalah kemacetan lalu lintas memiliki dampak yang bahkan lebih buruk dalam mengurangi daya saing suatu negara.

Selama ini problem kemacetan ini dipandang dengan perspektif yang cenderung umum misalnya dampak dari pertumbuhan populasi, pertumbuhan ekonomi, peningkatan jumlah kendaraan, rendahnya kapasitas jalan, perencanaan dan pengawasan kota yang buruk (Agyapong dan Ojo, 2018). Memang itu menjadi faktor penyebab kemacetan yang umumnya terjadi saat ini, akan tetapi penyebab kemacetan perlu dipelajari lebih lanjut terkait sifat atau jenis penyebabnya. Levinson dan Falcocchio (2011) membagi kemacetan jalan raya menjadi dua kategori, yaitu kemacetan yang bersifat *recurrent* (RC) dan *non-recurrent* (NRC). Kemacetan *recurrent* merupakan jenis kemacetan lalu-lintas yang terjadi secara berulang-ulang atau rutin. Contohnya adalah kemacetan yang

disebabkan oleh periode waktu sibuk seperti pagi dan sore hari (Anbaroglu dkk., 2014). Sedangkan *non-recurrent*, merupakan jenis kemacetan yang terjadi disebabkan oleh peristiwa yang tidak dapat diprediksi atau terjadi sewaktu-waktu. Misalnya saja kemacetan yang terjadi karena kerusakan atau kecelakaan kendaraan (Chung, 2011). Problem kemacetan *non-recurrent* sering terjadi di jalan raya arteri, umumnya disebabkan oleh masalah atau kerusakan pada kendaraan berat (semisal truk, trailer).

Masalah seperti kerusakan kendaraan berat di jalan raya merupakan peristiwa yang sering terjadi di kota besar Indonesia. Surabaya adalah kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta yang cukup sering menghadapi masalah kemacetan dimana salah satunya disebabkan oleh problem pada kendaraan berat (Jawapost, 2019). Hampir semua kendaraan berat terutama truk pengangkut material konstruksi dapat dikatakan melebihi kapasitas (*overload*) padahal standar dan kapasitas muatan setiap kendaraan telah diatur, namun faktanya ini sering terjadi di lapangan (Prastyanto dan Mochtar, 2017). Kondisi ini secara signifikan meningkatkan berbagai potensi permasalahan serius pada kendaraan dan mengakibatkan kemacetan jalan. Problem semisal kerusakan kendaraan berat sering menyebabkan kemacetan parah dikarenakan badan kendaraan yang besar dan panjang, sehingga dapat menutupi sebagian besar bahkan keseluruhan badan jalan. Selain itu, kondisi muatan yang berat biasanya membutuhkan waktu yang lama untuk proses evakuasinya. Dengan demikian, peristiwa seperti ini tentu saja berdampak pada kerugian baik secara material maupun non-material dalam hal aktivitas ekonomi serta gangguan aktivitas di masyarakat. Hal ini menunjukkan bahwa problem kemacetan yang tergolong dalam kategori kemacetan *non-recurrent* ini merupakan peristiwa atau kejadian yang signifikan terjadi dan ini penting untuk dipelajari.

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya berkaitan dengan masalah kemacetan yang mencoba untuk menemukan penyebab kemacetan secara umum dengan metode survei hingga metode analisis statistik (Agyapong dan Ojo 2018; Kiunsi 2013; Stephancuk et al. 2017). Namun, penelitian tersebut hanya terbatas pada menemukan penyebab yang cenderung luas dan belum fokus pada menemukan suatu inti permasalahan. Sementara itu, ada juga penelitian lain

sebelumnya yang lebih spesifik untuk masalah kemacetan *non-recurrent*. Li dan Chen (2013) pernah mengembangkan model untuk memprediksi waktu perjalanan karena peristiwa yang tidak pasti di jalan bebas hambatan. Penelitian serupa dilakukan oleh Li et al. (2018). Namun, itu masih diklasifikasikan sebagai tindakan reaktif dari peristiwa yang telah terjadi untuk mengurangi dampak dan mempercepat proses evakuasi atau pemulihannya. Beberapa penelitian lain yang lebih spesifik untuk masalah pada kendaraan berat juga telah dilakukan (Teoh et al. 2017; Moomen et al. 2018; Blazquez et al. 2018). Penelitian tersebut masih hanya berfokus pada mempelajari penyebab dan dampak yang terkait dengan kecelakaan truk, namun belum mempelajari secara rinci bagaimana mekanisme atau proses terjadinya kegagalan atau kerusakan kendaraan berat itu terjadi.

Penyebab kemacetan seharusnya dipelajari secara lebih komprehensif, sehingga karakteristik dari penyebab kemacetan dapat tergambar lebih jelas. Hingga saat ini, belum ditemukan penelitian yang secara khusus meneliti permasalahan pada kendaraan berat di jalan raya semisal kerusakan kendaraan berat, tentu saja dalam hal kaitannya dengan kemacetan *non-recurrent*. Selain itu, juga belum ditemukan suatu metode yang lebih proaktif dan berfokus pada menemukan masalah inti suatu permasalahan yang kemudian berguna sebagai referensi dalam upaya pencegahan untuk mengurangi terjadinya masalah tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki dua kontribusi utama. Kontribusi pertama yaitu mengusulkan konsep atau kerangka kerja yang lebih komprehensif dalam mempelajari menemukan inti suatu masalah. Terutama dalam memahami peristiwa yang tidak dapat diprediksi dan memiliki dampak negatif pada suatu sistem. Kontribusi kedua adalah penemuan fakta baru terkait beberapa penyebab kegagalan pada kendaraan berat sebagai salah satu masalah krusial penyebab kemacetan di jalan raya.

Permasalahan kemacetan ini merupakan problem yang kompleks karena melibatkan banyak faktor, selain itu juga melibatkan banyak stakeholder dalam upaya penanganannya. Apabila dilihat selama ini stakeholder yang terlibat dalam persoalan penanganan masalah di jalan raya sangat banyak, misalnya Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga, Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Perhubungan, Kepolisian, masyarakat dan lainnya (Tamin, 2000). Mengingat kompleksitasnya

maka permasalahan kemacetan di atas sebenarnya cukup tepat apabila dilihat dari perspektif manajemen risiko. Pendekatan manajemen risiko menawarkan konsep yang cukup tepat untuk melihat kedinamisan dan kompleksitas persoalan terutama jenis kemacetan *non-recurrent*. Selain itu, manajemen risiko merupakan pendekatan yang bersifat lebih proaktif dan tidak semata-mata mengandalkan respon reaktif dalam melihat persoalan risiko. Dengan cara pandang yang proaktif ini diharapkan dampak negatif yang terjadi akibat suatu risiko dapat diminimalisasi atau bahkan dapat dihilangkan. Di samping itu konsep manajemen risiko memberikan cara untuk melakukan respon terhadap risiko serta melakukan alokasi risiko kepada pihak yang paling tepat untuk mengelola risiko dengan lebih baik. Konsep manajemen risiko bertujuan untuk meningkatkan probabilitas dampak positif atau *opportunity* dan mengurangi probabilitas terjadinya risiko berdampak negatif atau *threat* (PMI, 2013). Dengan konsep manajemen risiko, persoalan kemacetan seharusnya bisa dilihat dari pemahaman yang lebih komprehensif dengan melihat semua jenis risiko dan stakeholder apa saja yang berpengaruh terhadap upaya penyelesaian masalah tersebut sekaligus membuat konsep alokasi risiko yang tepat.

Dalam upaya memahami problem kemacetan *non-recurrent* ini secara lebih komprehensif, konsep manajemen risiko memiliki beberapa tahapan umum seperti identifikasi risiko, analisa risiko, dan merencanakan respon terhadap risiko (Kerzner, 2009). *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan dalam analisis risiko untuk menemukan inti permasalahan. Menurut Ericson (2005) FTA merupakan teknik analisis yang dilakukan untuk mengetahui akar penyebab dan kemungkinan terjadinya suatu peristiwa yang tidak diinginkan. *Social Network Analysis* (SNA) merupakan salah satu pendekatan untuk memahami hubungan yang kompleks antar suatu permasalahan dalam sistem jaringan terstruktur dengan dasar-dasar matematis dari teori graf (Otte dan Rousseau, 2002). Melalui SNA hubungan antara faktor risiko kemacetan dan hubungannya dengan stakeholder dapat direpresentasikan dengan baik. SNA telah banyak digunakan diberbagai area industri konstruksi seperti manajemen konstruksi, perencanaan transportasi, maupun keselamatan konstruksi (Eteifa dan El-adaway, 2017).

Sehubungan dengan uraian di atas, penelitian ini mengusulkan konsep manajemen risiko dalam memecahkan permasalahan ini dengan menerapkan FTA untuk menemukan akar penyebab permasalahan. Kemudian SNA digunakan untuk memproyeksikan gambaran dan memetakan permasalahan kemacetan lalu lintas jalan raya khususnya untuk jenis kemacetan *non-recurrent* akibat permasalahan pada kendaraan berat. Kombinasi dari metode tersebut berpotensi memberikan pemahaman yang lebih baik tentang peristiwa risiko serta akar penyebab setiap risiko dalam konteks kerusakan kendaraan berat di jalan raya. Hal ini penting untuk memberikan tindakan pencegahan yang lebih baik untuk mengurangi kerugian akibat kemacetan lalu lintas dan kecelakaan di jalan dalam mewujudkan fasilitas yang aman dan terjamin untuk transportasi jalan yang lebih berkelanjutan.

Sehingga berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan menyajikan metode yang lebih komprehensif dalam menggali suatu penyebab dan menemukan inti permasalahan. Sehingga dapat mengasikkan suatu pemahaman dan gambaran yang utuh dari suatu permasalahan khususnya problem kemacetan *non-recurrent* akibat kendaraan berat. Studi ini mengambil jalan arteri Surabaya-Mojokerto sebagai studi kasus. Jalan ini memiliki peran penting dalam menghubungkan antara Kota Surabaya dengan Mojokerto, dimana beberapa risiko kerusakan pada kendaraan berat seperti kerusakan mesin, pecah ban, kecelakaan sering terjadi di jalur ini dan kemudian mengarah ke munculnya kemacetan *non-recurrent* (Suara Surabaya, 2019).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagaimana berikut:

1. Apa saja yang menjadi risiko utama pada kendaraan berat yang dapat menimbulkan problem kemacetan *non-recurrent* (NRC) di jalan raya?
2. Bagaimana risiko pada kendaraan berat tersebut terjadi serta apa yang menjadi penyebab dasarnya?

3. Bagaimana gambaran yang dapat memberikan pemahaman secara utuh hubungan antar variabel penyebab dasar dan peranannya dalam kemacetan *non-recurrent* (NRC) akibat permasalahan pada kendaraan berat?
4. Bagaimana gambaran hubungan penyebab dasar masalah pada kendaraan berat dengan stakeholder yang terlibat, serta bagaimana perannya dalam mengatasi problem kemacetan *non-recurrent* (NRC)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah tersebut, maka penelitian bertujuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan menganalisa risiko pada kendaraan berat yang dapat menyebabkan kemacetan *non-recurrent* (NRC) di jalan raya.
2. Mengidentifikasi dan menganalisa penyebab dasar dari variabel risiko pada kendaraan berat di jalan raya.
3. Memodelkan atau menggambarkan hubungan antar variabel penyebab risiko pada kendaraan berat di jalan raya untuk menemukan penyebab dasar yang paling dominan dan penting, guna melakukan usaha preventif untuk mengurangi dampak negatif akibat kemacetan *non-recurrent* (NRC).
4. Memodelkan atau menggambarkan hubungan variabel penyebab risiko pada kendaraan berat dengan stakeholder atau pemangku kepentingan, guna merepresentasikan stakeholder yang paling berperan dalam masalah kemacetan *non-recurrent* (NRC).

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat dalam bidang akademis maupun bidang praktis. Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Secara Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi pada bidang ilmu pengetahuan terkait bagaimana menganalisa permasalahan kemacetan *non-recurrent* (NRC) terutama akibat permasalahan pada kendaraan berat menggunakan pendekatan manajemen risiko. Selain itu, penerapan Metode *Social*

Network Analysis (SNA) untuk memodelkan hubungan anatar variabel risiko kemacetan dan stakeholder yang berpengaruh. Pemodelan dengan teknik ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif tentang problem kemacetan terutama untuk kemacetan yang bersifat *non-recurrent* (NRC) akibat permasalahan pada kendaraan berat, serta stakeholder yang terlibat dalam pengelolaannya.

2. Secara Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pemahaman yang utuh serta menjadi dasar yang dapat membantu stakeholder terkait permasalahan kemacetan *non-recurrent* (NRC) akibat permasalahan pada kendaraan berat, khususnya pemerintah terkait dalam upaya penanggulangan permasalahan kemacetan jalan raya. Diharapkan dari informasi tersebut upaya penanganan terhadap masalah kemacetan khususnya jenis kemacetan ini dapat diminimalisir bahkan dihilangkan.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan, maka pada penelitian ini diberikan batasan- batasan masalah sebagai berikut:

1. Lingkup permasalahan yang ditinjau adalah kemacetan jalan raya yang terjadi pada ruas Jalan Surabaya-Mojokerto (Jalan Raya Taman dan Jalan Raya Kletek dengan panjang ruas ± 8 KM).
2. Kemacetan yang dimaksud penelitian ini adalah yang bersifat *non-recurrent* (NRC) akibat permasalahan pada kendaraan berukuran besar dan berpotensi membutuhkan waktu yang lama dalam proses evakuasinya.
3. Pihak yang dilibatkan sebagai responden saat pengambilan data tahap pertama survei kuesioner untuk menilai variabel risiko melibatkan orang yang memiliki pengetahuan terkait kejadian dan berada pada lokasi objek. Tahap kedua untuk menemukan akar masalah melibatkan expert atau ahli yang memiliki wawasan dan pengetahuan yang relevan. Tahap ketiga untuk menilai hubungan variabel responden adalah perwakilan setiap stakeholder yang terlibat di jalan Surabaya-Mojokerto (Jalan Raya Taman dan Jalan Raya Kletek).

4. Penelitian ini berfokus pada menemukan gambaran inti permasalahan kemacetan *non-recurrent* akibat masalah kendaraan berat.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan pemahaman yang lebih jelas terkait laporan ini, maka materi-materi yang tersaji dalam laporan tesis ini di kelompokkan menjadi beberapa sub bab dengan sistematika sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan

Bab pendahuluan ini berisi enam subbab, pertama yaitu subbab latar belakang yang memaparkan hal-hal yang menjadi alasan mengapa problem kemacetan ini penting untuk diteliti. Subbab kedua perumusan masalah menegaskan apa saja yang menjadi point yang harus dipecahkan dalam penelitian ini. Ketiga subbab tujuan menjelaskan secara singkat tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui risiko apa saja yang terjadi pada kendaraan berat sebagai penyebab kemacetan *non-recurrent* (NRC), apa yang menjadi akar masalahnya, penyebab apa yang paling berpengaruh, dan siapa stakeholder yang berperan. Keempat subbab mafaat penelitian mencantumkan kontribusi atau implikasi dari penelitian ini. Kelima subbab batasan penelitian memuat batasan atau ruang lingkup penelitian. Keenam adalah sistematika penulisan.

2. Bab 2 Kajian Pustaka

Bab ini memuat sejumlah landasan teori hasil kajian literatur berdasarkan jurnal, prosiding, artikel, dan buku yang relevan dengan lingkup penelitian. Adapun sejumlah kajian literatur yang disajikan dalam laporan ini meliputi definisi, sejumlah temuan penelitian terdahulu terkait problem kemacetan, teori manajemen risiko, teori *Fault tree analysis* (FTA), dan teori metode *Social network analysis* (SNA).

3. Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini secara rinci memaparkan uraian disain, metoda, parameter atau pendekatan yang digunakan dalam menjawab permasalahan dan mencapai tujuan penelitian seperti proses pengambilan data, responden penelitian, gambaran objek, tahapan penelitian, hingga cara analisa data penelitian.

4. Bab 4 Analisis dan Pembahasan

Bab ini membahas serangkaian proses dan hasil analisa data sesuai tahapan penelitian. Sepertihalnya hasil studi pendahuluan, analisis risiko, analisis akar penyebab, analisis hubungan variabel, hingga pembahasan terkait temuan berdasarkan hasil analisis.

5. Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang dirangkum berdasarkan temuan yang menjawab permasalahan penelitian, hingga keterbatasan penelitian.

6. Daftar Pustaka

Bab ini memuat daftar semua jenis referensi yang digunakan dalam penyusunan tesis ini.

7. Lampiran

Bab ini menyajikan sejumlah data atau informasi terkait data penelitian, hasil olahan data penelitian, hingga sejumlah dokumentasi pendukung lainnya seperti contoh form survei, daftar responden, data hasil survei, dan hasil perhitungan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan...”

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

Pada kajian pustaka memberikan penjelasan mengenai beberapa tinjauan dari penelitian-penelitian terdahulu sebagai dasar pemikiran pada penelitian ini. Pada bab ini mengkaji beberapa *literature review* terkait problem kemacetan jalan raya, tinjauan kemacetan dari konsep manajemen risiko, konsep *Fault Tree Analysis* dan konsep *Social Network Analysis*.

2.1 Kemacetan Jalan Raya

Kemacetan sering terjadi terutama pada ruas jalan raya yang menjadi akses utama antar wilayah dan merupakan masalah yang sangat serius yang dialami oleh banyak kota besar di negara berkembang termasuk Indonesia. Tamin (2000) mendefinisikan kemacetan sebagai suatu kondisi arus lalu-lintas jalan raya yang berhenti atau bergerak sangat lambat. Jalan raya yang dimaksud merupakan bentuk jalur-jalur di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu-lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lain dengan mudah dan cepat (Clarkson, 1999). Dua domain sirkulasi pada jalan raya yaitu penumpang dan barang yang menggunakan infrastruktur jalan yang sama mengakibatkan penggunaan infrastruktur jalan melebihi kapasitas (Agyapong dan Ojo, 2018). Hal ini tercermin dari penurunan kecepatan, peningkatan waktu perjalanan, dan antrian kendaraan. Kiunsi (2013) berpendapat bahwa terdapat dua perspektif dari permasalahan kemacetan jalan raya. Perspektif pertama adalah kemacetan dapat dianggap sebagai indikator pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Sedangkan perspektif kedua adalah sebagai indikator dari kemunduran atau kekurangan suatu wilayah. Permasalahan kemacetan yang terjadi pada umumnya disebabkan oleh ketidakseimbangan antara *supply* (fasilitas transportasi yang tersedia) dengan *demand* (permintaan transportasi). Falcocchio dan Levinson (2015) menjelaskan ketersediaan fasilitas transportasi atau *supply* dipengaruhi oleh; sejarah dan geografis; manajemen transportasi dan operasional; dan tingkat investasi di jalan raya. Sedangkan

permintaan atau *demand* dipengaruhi oleh konsentrasi perjalanan dalam ruang dan waktu. Ditinjau lebih jauh subbab selanjutnya akan membahas karakteristik kemacetan berdasarkan jenis atau sifatnya.

2.2.1 Jenis Kemacetan

Meskipun ada banyak faktor penyebab kemacetan, secara umum Falcocchio dan Levinson (2015) membagi kemacetan jalan raya menjadi dua kategori yaitu kemacetan bersifat *recurrent* (berulang) dan kemacetan bersifat *non-recurrent* (tidak berulang). Kemacetan bersifat *recurrent* (berulang) merupakan kemacetan yang terjadi secara berulang-ulang yang disebabkan oleh periode waktu sibuk seperti pagi dan sore hari. Mengacu pada Agyapong dan Ojo (2018) yang menyebutkan sejumlah keadaan yang dapat menyebabkan dan memperburuk kondisi kemacetan jalan raya yaitu kota yang tidak terencana, manajemen jalur yang tidak tepat, pertumbuhan populasi, pertumbuhan ekonomi, peningkatan kesempatan kerja, kurangnya investasi pada infrastruktur jalan, peningkatan jumlah kendaraan, rendahnya kapasitas jalan, tata letak jalan, manajemen lalu-lintas yang buruk, pelanggaran aturan jalan, kekurangan lahan parkir, perencanaan dan pengawasan kota yang buruk, transportasi umum tidak memadai, peningkatan penggunaan kendaraan pribadi (Remi dkk., 2009; Mahmud dkk., 2012; Andoh, 2014; Mensah dkk., 2014a, 2014b). Sementara kemacetan bersifat *non-recurrent* (tidak berulang), merupakan kemacetan yang terjadi disebabkan oleh peristiwa yang tidak dapat diprediksi (bersifat acak) seperti kerusakan atau kecelakaan kendaraan; perbaikan jalan; cuaca buruk; adanya event yang menyebabkan lonjakan permintaan secara tiba-tiba; dan bencana alam atau kesalahan manusia.

Memang secara umum Stepanchuk dkk (2017) menyimpulkan bahwa kemacetan lalu-lintas lebih sering terjadi disebabkan oleh waktu dan jadwal kerja atau kemacetan *recurrent* mencapai 82,6% dari total kemacetan lalu-lintas. Sedangkan kemacetan yang disebabkan oleh hal yang tidak bisa diprediksi atau kemacetan *non-recurrent* seperti kecelakaan dan pekerjaan jalan hanya sebesar 17,4% dari total kemacetan lalu-lintas. Meskipun persentasenya rendah, kemacetan bersifat *non-recurrent* (tidak berulang) bukan suatu hal yang harus diabaikan, sebab kemacetan ini memiliki dampak yang lebih buruk semisal

korban jiwa akibat kecelakaan. Selain itu juga dapat memicu terjadinya kemacetan baru apabila terjadi dalam periode waktu tidak sibuk, dan juga memungkinkan memperparah kondisi kemacetan apabila terjadi dalam periode waktu sibuk.

2.2 Tinjauan Kemacetan dari Konsep Manajemen Risiko

Apabila ditinjau lebih jauh, sebenarnya problem kemacetan yang bersifat *non-recurrent* (NRC) cukup tepat untuk ditinjau dari sudut pandang risiko dan manajemen risiko. Hal itu karena kemacetan jenis ini disebabkan oleh *event* (kejadian) yang bersifat dinamis atau mengandung ketidakpastian. Risiko dalam lingkup proyek merupakan suatu kejadian yang bisa terjadi dan akan memberikan pengaruh terhadap sasaran proyek, dimana dalam risiko ini berdampak pada kerugian atau keuntungan (Cooper dkk., 2005). Risiko dalam lingkup operasional mengacu pada hal-hal yang memiliki dampak negatif dari proyek yang telah beroperasi (Ghazali, 2009). Falcocchio dan Levinson (2015) menjelaskan dampak buruk dari risiko kemacetan jalan raya mempengaruhi biaya perjalanan, waktu perjalanan, mobilitas, aksesibilitas, produktifitas, dan juga berdampak pada lingkungan seperti polusi udara dan pemanasan global.

Lebih mendalam terkait persoalan kemacetan *non-recurrent*, terlebih pada ruas jalan yang dilalui oleh berbagai jenis kendaraan, baik kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor. Hal ini sering memunculkan beberapa kejadian yang tidak terprediksi seperti kerusakan kendaraan hingga kecelakaan yang berdampak pada hambatan suatu ruas jalan. Beberapa permasalahan yang sering terjadi pada kendaraan terutama pada golongan kendaraan berat seperti *over loading* (muatan berlebih) yang dapat memicu kerusakan ban, gangguan sistem *braking* (rem), hingga masalah pada sistem mekanis kendaraan (Jacob dan Beumelle, 2010; Teoh dkk., 2017; Blazquez dkk., 2018). Lebih lanjut mengenai beberapa penyebab kemacetan *non-recurrent* terkait permasalahan pada kendaraan berat ini dibahas pada sub bagian selanjutnya.

2.2.1 Jenis risiko pada kendaraan berat sebagai penyebab kemacetan

Identifikasi awal dilakukan dalam penelitian ini, merupakan kegiatan untuk mendokumentasikan variabel risiko kemacetan jalan bersifat *non-recurrent* (NRC) terutama permasalahan yang terjadi pada kendaraan berat. Identifikasi

variabel dilakukan berdasarkan beberapa literatur sebagai bahan dasar untuk mendukung survey pendahuluan. Adapun variabel-variabel tersebut tersaji pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Variabel Risiko Kemacetan *Non-recurrent* (NRC)

Risiko	Sumber
Bocor atau pecah ban	Jacob dan Beumelle (2010), Teoh dkk. (2017)
Gangguan mekanis (mesin, dsb.)	Jacob dan Beumelle (2010), Blazquez dkk. (2018)
As roda patah	Jacob dan Beumelle (2010)
Gangguan sistem <i>braking</i> atau pengereman kendaraan	Teoh dkk. (2017), Zhang dkk. (2014)
Gangguan sistem <i>lighting</i> (lampu)	Teoh dkk. (2017)
Gangguan sistem kelistrikan kendaraan	Jacob dan Beumelle (2010)
Kerusakan pada bagian <i>bearing</i> roda	Jacob dan Beumelle (2010)
Kerusakan pada penumpu beban (pegas daun)	Jacob dan Beumelle (2010)
Kecelakaan	Stepanchuk dkk. (2017), Hopkins and Mckay (2018), Li dkk. (2018)
Tumpahan material/bahan bahaya	Ghazali (2009), Li dkk. (2018), Chung (2011)

Selain itu, sejumlah akar penyebab yang menjadi pemicu terjadinya berbagi kejadian risiko di atas juga dikaji berdasarkan sejumlah literatur yang dibahas lebih lanjut.

2.2.2 Akar penyebab yang mendasari masalah pada kendaraan berat

Kumpulan sejumlah akar penyebab diidentifikasi berdasarkan literatur terkait yang menjadi problem yang dialami pada kendaraan berat. Adapun Tabel 2.2 menyajikan akar penyebab permasalahan pada kendaraan berat sebagai berikut:

Tabel 2.2 Akar penyebab permasalahan pada kendaraan berat

Akar penyebab	Sumber
Muatan Berlebih (<i>overload</i>)	Jacob dan Beumelle (2010), Prastyanto dan Mocktar (2017).
Pemeliharaan kendaraan buruk	Zhang dkk. (2014)
Pemeriksaan pra operasional tidak memadai	Zhang dkk. (2014)
Operator atau pengemudi yang ceroboh	Agyapong dan Ojo (2018), Hakker dan Braimaister (2002)
Penggunaan hp saat mengemudi	Agyapong dan Ojo (2018), Peden dkk. (2004)
Kelelahan pengemudi	Peden dkk. (2004)
Jalan menanjak atau menurun	Blazquez dkk. (2018)
Jalan berlubang	Ghazali (2009), (Mussonea dkk. (2017), Stepanchuk dkk. (2017)
Jalan bergelombang	Ghazali (2009), (Mussonea dkk. (2017), Stepanchuk dkk. (2017)
Temperatur jalan tinggi	Anupam dkk. (2013), Suastawa dan Sukadana (2019)

Selanjutnya pemangku kepentingan atau stakeholder yang terlibat di jalan raya juga dikaji. Hal ini bertujuan untuk menggali informasi dan menemukan peran atau kepemilikan dari risiko yang terjadi di jalan raya. Pada sub bagian selanjutnya akan membahas stakeholder yang terlibat di jalan raya.

2.2.3 Stakeholder Jalan Raya

Permasalahan kemacetan jalan raya tentunya akan melibatkan beberapa stakeholder terkait. Stephancuk dkk. (2017), menyebutkan bahwa operasional jalan raya melibatkan stakeholder seperti; Pemerintah, pengguna jalan, dan lingkungan sekitar. Di Indonesia kelembagaan atau instansi yang berkaitan dengan permasalahan transportasi terbagi 3 (tiga) sistem. Pertama sistem kegiatan, sistem ini meliputi; BAPPENAS, BAPPEDA, BANGDA, dan PEMDA. Kedua sistem jaringan meliputi; Departemen Perhubungan dan Bina Marga. Ketiga

sistem pergerakan terdiri dari; DLLAJ, Organda, Polantas, dan Masyarakat (Tamin, 2000). Lebih jelasnya stakeholder terlibat di jalan raya yang diperoleh dari beberapa literatur tersaji pada Tabel 2.3 sebagai berikut:

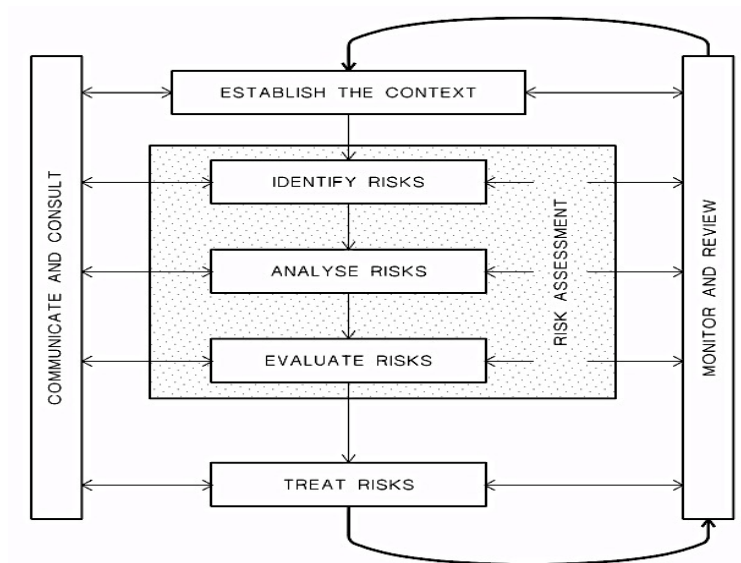
Tabel 2.3 Stakeholder Jalan Raya

Stakeholder	Sumber
Bappenas, Bappeda, Bangda, dan Pemda	Tamin (2000)
Departemen Perhubungan (Dishub), Bina Marga	Tamin (2000)
DLLAJ	Tamin (2000)
Kepolisian lalu-lintas	Tamin (2000)
Pengemudi	Stepanchuk dkk. (2017)
Masyarakat sekitar, pengguna jalan	Stepanchuk dkk. (2017), Tamin (2000)

Risiko kemacetan jalan raya dapat dikelola dengan melakukan suatu manajemen risiko guna mengurangi dampak dan peluang terjadinya. Pada sub bagian selanjutnya akan mengulas lebih lanjut tentang manajemen risiko sebagai pendekatan untuk pemecahan masalah kemacetan *non-recurrent* (NRC) terutama akibat permasalahan pada kendaraan berat.

2.2.4 Manajemen Risiko

Risiko yang berdampak buruk di jalan raya terutama untuk jenis risiko kemacetan *non-recurrent* (NRC) dapat diatasi dengan melakukan suatu manajemen risiko. Kerzner (2009) mendefinisikan manajemen risiko sebagai tindakan atau praktek yang berhubungan dengan risiko. Diantaranya adalah perencanaan, identifikasi risiko, menganalisa risiko, mengembangkan strategi untuk merespon risiko serta monitoring dan pengendalian untuk mengetahui bagaimana risiko tersebut telah berubah. Manajemen risiko bertujuan untuk meningkatkan probabilitas terjadinya risiko berdampak positif atau *opportunity* dan mengurangi probabilitas terjadinya risiko berdampak negatif atau *threat* (PMI, 2013). Gambar 2.1 dibawah menunjukkan proses umum dalam manajemen risiko.



Gambar 2.1 Diagram Alir Manajemen Risiko (AS/NZS, 2004)

Adapun penjelasan terkait proses dalam manajemen risiko pada diagram alir di atas sebagai berikut:

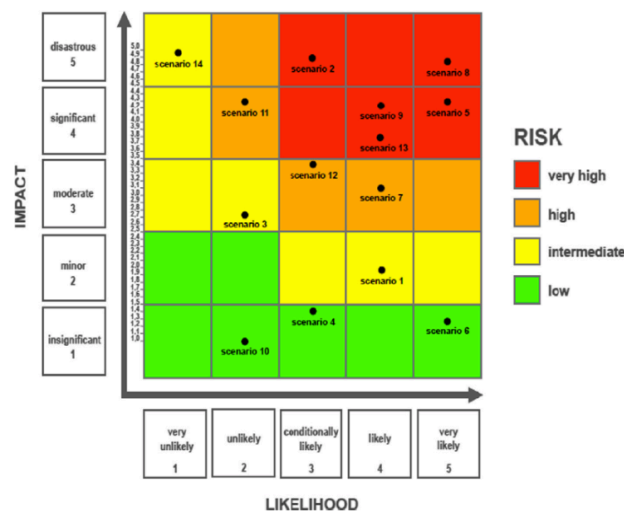
1. Komunikasi dan konsultasi, merupakan interaksi dengan pemangku kepentingan internal dan eksternal yang sesuai pada setiap tahapan manajemen risiko secara keseluruhan.
2. Menetapkan konteks, menentukan lingkup manajemen internal maupun eksternal, serta menetapkan kriteria terhadap risiko yang akan dievaluasi.
3. Identifikasi risiko, merupakan kegiatan mengidentifikasi dimana, kapan, mengapa, dan bagaimana kejadian dapat dicegah.
4. Analisis risiko, mengidentifikasi dan mengevaluasi kontrol yang ada. Menentukan tingkatan risiko berdasarkan peluang dan dampak risiko, dengan mempertimbangkan segala aspek potensial.
5. Evaluasi risiko, membandingkan perkiraan risiko terhadap kriteria yang telah ditetapkan dengan mempertimbangkan keseimbangan keuntungan dan kerugian. Ini berguna untuk memutuskan strategi pencegahan terhadap risiko.
6. Pencegahan risiko, merupakan pengembangan dan penerapan strategi untuk meningkatkan keuntungan dan mengurangi biaya yang tidak diinginkan.
7. Monitoring dan tinjau kembali, merupakan kegiatan penting berupa pemantauan efektifitas dalam proses manajemen risiko. Ini berguna untuk

perbaiki manajemen risiko berkelanjutan dan memastikan perubahan keadaan tidak mengubah prioritas (AS/NZS, 2004).

Dalam melakukan manajemen risiko perlu melakukan pengukuran terhadap risiko tersebut. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui prioritas risiko. Selanjutnya akan membahas lebih lanjut mengenai prioritas risiko.

a. Tingkatan Risiko

Mengukur besar atau tingkatan risiko merupakan satu dimensi penting dalam manajemen risiko. Biasanya, besaran risiko ini dapat diplot dalam suatu peta matrik risiko. Peta matrik risiko seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 memuat kemungkinan kejadian terhadap dampak dari suatu kejadian. Istilah kemungkinan mengisyaratkan frekuensi seberapa sering suatu kejadian akan terjadi, sedangkan pada sumbu vertikalnya menunjukkan dampak akibat dari suatu kejadian (Ongkowijoyo, 2017).



Gambar 2.2 Contoh Matrik Tingkat Keparahan Risiko (Komendantova dkk., 2014).

Tiga parameter risiko telah diidentifikasi dari literatur, “risk probability” atau likelihood, “risk impact” atau *risk severity* atau dampak risiko, dan “risk level” atau ukuran. Loosemore (2005) menyebutkan kemungkinan biasanya dinyatakan dengan angka antara 0 dan 1 atau antara 0 dan 100, yang menunjukkan penilaian tentang kemungkinan dari beberapa kejadian. Dampak risiko sebagai tingkatan kerusakan atau kehilangan dari beberapa kegagalan.

Masing-masing kegagalan sistem mempunyai satu atau lebih dampak yang dapat menjadi kerugian ekonomis, lingkungan, kerusakan atau kerugian.

Kerzner (2009) menyebutkan risiko memiliki 2 (dua) komponen utama dalam setiap kejadian risiko, yaitu probabilitas terjadinya suatu kejadian risiko, dan konsekuensi dari risiko. Dari 2 (dua) komponen tersebut, maka dapat didefinisikan melalui suatu Persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$Risiko = f(P, I) \tag{2.1}$$

Dengan:

P = Probabilitas,

I = Dampak.

Al-Bahar (1988) mendefinisikan tingkat risiko atau besaran risiko sebagai fungsi ketidakpastian suatu kejadian dan potensi kerugian atau keuntungan dari suatu peristiwa. Mengacu pada Sayanti dkk. (2012) tingkat penilaian probabilitas dan dampak dari risiko dapat diukur dengan skala likert 1-5. Adapun tingkatan probabilitas dan dampak berdasarkan skala tersebut adalah sebagai berikut.

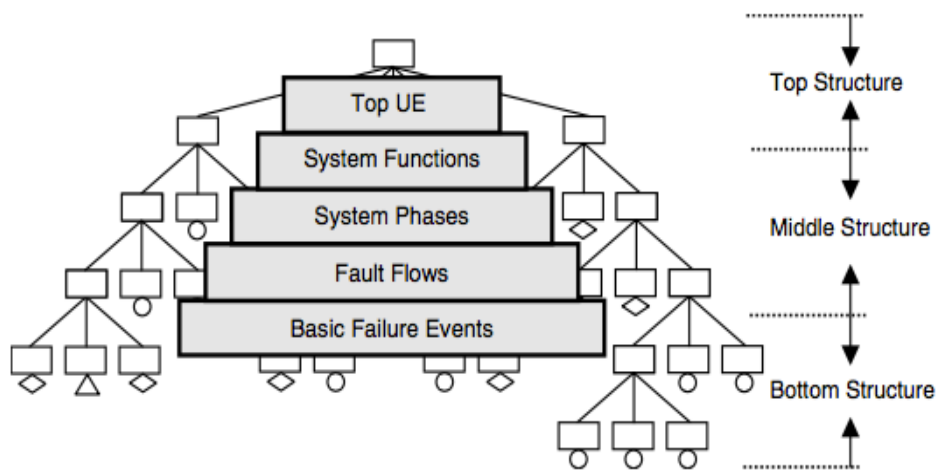
Probabilitas (<i>occurance</i>)		Dampak (<i>severity</i>)	
0	Tidak ada penilaian	0	Tidak ada penilaian
1	Sangat tidak mungkin	1	Tidak ada kerugian/ kerusakan
2	Tidak mungkin	2	Potensi kerugian/ kerusakan sangat kecil
3	Netral	3	Kerugian/ kerusakan kecil
4	Kemungkinan	4	Kerugian/ kerusakan besar
5	Sangat Kemungkinan	5	Kerugian/ kerusakan fatal

Selain menilai besaran risiko, hal penting untuk memecahkan masalah kemacetan adalah dengan menemukan akar utama dari penyebab permasalahan. Selanjutnya akan disajikan konsep *Fault Tree Analysis* (FTA) sebagai metode untuk menemukan akar penyebab.

2.2.5 *Fault Tree Analysis* (FTA)

Serangkaian proses terjadinya suatu risiko dapat dianalisis menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA). Ericson (2005) menyatakan FTA merupakan teknik analisis yang dilakukan untuk mengetahui akar penyebab dan kemungkinan terjadinya suatu peristiwa yang tidak diinginkan. Diagram FTA menyajikan grafis






koneksi secara logis antara suatu permasalahan dengan penyebabnya. Kabir (2017) menyebutkan FTA bersifat deduktif, dimana analisis dimulai dengan *system failure* atau peristiwa puncak dan kemudian bekerja secara mundur dari bagian atas hingga ke bagaian bawah sebagai akar penyebab. Gambar 2.3 menunjukkan tingkatan dalam struktur diagram FTA.





Gambar 2.3 Tingkatan Dalam Struktur Diagram FTA (Ericson, 2015)

Diagram FTA terdiri dari node yang saling berkaitan dalam suatu struktur menyerupai pohon dan dihubungkan oleh simbol *event* dan simbol *logic gate*. Adapun simbol-simbol tersebut dijelaskan pada Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Simbol-simbol *Fault Tree Analysis* (FTA)

Simbol	Deskripsi
Simbol Event	
	<i>Basic event</i> , yaitu peristiwa atau kejadian yang tidak diinginkan dan menjadi akar penyebab dan tidak dapat dikembangkan lagi.
	<i>Undeveloped event</i> , yaitu kejadian yang tidak dapat di kembangkan lebih lanjut karena keterbatasan informasi.
	<i>Intermediete event</i> , yaitu peristiwa yang disebabkan oleh kombinasi beberapa penyebab lain di bawahnya.
	<i>Normal event</i> , yaitu suatu kejadian yang tidak menunjukkan suatu kesalahan apapun dan merupakan suatu perilaku normal.
	<i>Conditioning event</i> , yaitu menjelaskan suatu kejadian dengan kondisi khusus dengan kondisi tertentu.

Tabel 2.4 Simbol-simbol *Fault Tree Analysis* (FTA) (Lanjutan)

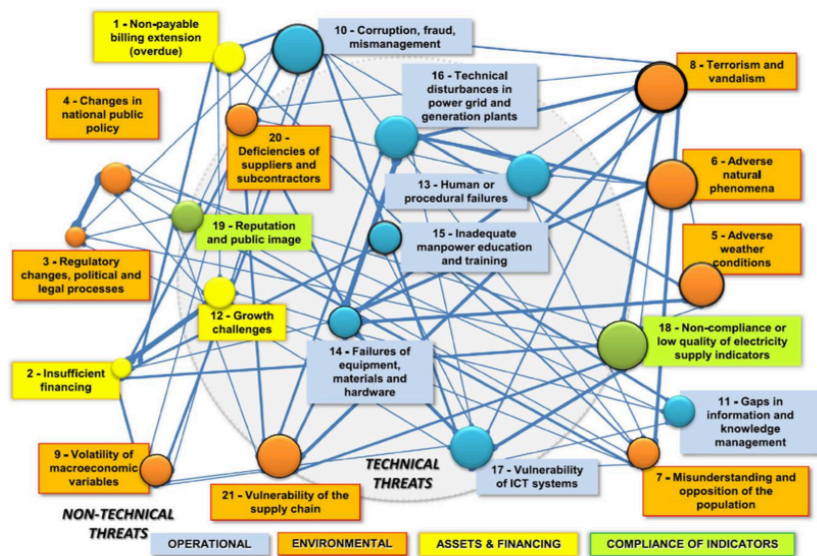
Simbol	Deskripsi
Simbol Logic Gate	
	<i>OR logic gate</i> , menyatakan hubungan secara logika peristiwa output terjadi apabila salah satu peristiwa input terjadi.
	<i>AND logic gate</i> , menyatakan hubungan logika peristiwa output akan terjadi apabila semua input terjadi.

Sumber: (Kabir, 2017)

Untuk mengembangkan diagram pohon kesalahan (FTA), NASA (2002) menjelaskan bahwa ada delapan langkah yang diperlukan: (1) mengidentifikasi tujuan FTA; (2) mendefinisikan acara puncak FTA; (3) mendefinisikan ruang lingkup FTA; (4) menentukan resolusi FTA; (5) menetapkan aturan dasar untuk FTA; (6) mengembangkan FTA; (7) mengevaluasi FTA; dan (8) menafsirkan dan menyajikan hasilnya. Beberapa simbol utama dan gerbang logika yang digunakan dalam FTA ditunjukkan pada Tabel 2.3. Tidak hanya itu, akar permasalahan penting sekiranya untuk dipelajari lebih lanjut, karena sangat memungkinkan memiliki hubungan dan keterkaitan yang erat. Hubungan atau interaksi tersebut penting guna mengungkap aktor atau penyebab utamanya.

2.2.6 Karakteristik dan Pola Iteraksi Penyebab

Konsep penting yang tidak bisa diabaikan dalam melihat karakteristik penyebab adalah masing-masing penyebab memiliki interelasi dan interaksi dengan yang lainnya dalam batas jaringan tertentu, keterkaitan ini disebabkan konsep kausalitas yang saling mempengaruhi dan dipengaruhi oleh peristiwa atau kejadian lain (Ongkowijoyo, 2017). Konsep keterkaitan risiko ini sudah dibahas dalam beberapa penelitian sebelumnya. Correa dkk. (2013) menggambarkan konsep keterkaitan variabel risiko dalam manajemen risiko pada infrastruktur listrik. Fang dkk. (2012) juga mempresentasikan elemen-elemen risiko yang saling berkaitan dan memiliki dampak potensial mempengaruhi proyek. Dalam studi mereka, indentifikasi interaksi antar risiko adalah langkah dalam menentukan hubungan sebab-akibat diantara berbagai risiko yang ada. Gambar 2.4 merupakan contoh peta keterkaitan atau hubungan antar penyebab atau kejadian dalam studi kasus pada infrastruktur listrik.



Gambar 2.4 Contoh Peta Interaksi Antar Risiko (Correa dkk., 2013)

Pada sub bagian selanjutnya akan disajikan teori mengenai *Social Network Analysis* (SNA) sebagai metode untuk memodelkan pola hubungan dari variabel risiko kemacetan hingga kaitannya dengan stakeholder yang terlibat.

2.2.7 Konsep Sosial Network Analysis (SNA)

Social Network Analysis (SNA) merupakan salah satu metodologi populer untuk memahami dan memetakan pola interaksi dari suatu aktor dalam permasalahan yang kompleks dalam suatu sistem jaringan (Doloi, 2012). Definisi lain SNA adalah sebagai sekumpulan *node* atau aktor dengan penghubung atau *link* yang menghubungkan dua buah *node* atau aktor (Freeman, 1978). Sejak diperkenalkan, SNA telah diterapkan dan dibahas dalam beberapa penelitian sebelumnya. Eteifa dan El-adaway (2017) menyebutkan SNA telah banyak diterapkan pada berbagai area industri konstruksi seperti; manajemen konstruksi, perencanaan transportasi, dan keselamatan konstruksi. Doloi (2012) menerapkan SNA untuk menilai pengaruh stakeholder terhadap kinerja sosial pada proyek-proyek infrastruktur. Ongkowijoyo dan Doloi (2017) juga telah menerapkan SNA untuk melihat risiko kritis pada infrastruktur konstruksi. Selain itu, Eteifa dan El-adaway (2017) menggunakan SNA untuk memodelkan interaksi dari akar penyebab risiko kematian pada industri konstruksi.

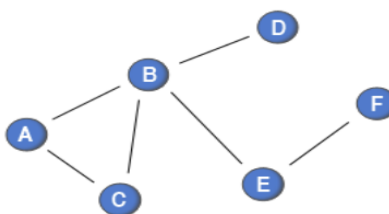
Ongkowijoyo dan Doloi (2017) menembangkan suatu metode baru bernama *Social Network Analysis* berbasis *Fuzzy* (FSNA) untuk menganalisis

tingkat kekritisannya risiko pada sistem infrastruktur tertentu dengan cara yang lebih dinamis terhadap persepsi stakeholder dan mempertimbangkan mekanisme penyebaran dampak. Keunggulan FSNA yaitu mempertimbangkan efek domino dari penyebaran dampak risiko infrastruktur yang tidak didapat dari metode penilaian risiko konvensional lainnya, sehingga hasil FSNA sangat efektif membantu Stakeholder dalam melakukan pencegahan atau mitigasi risiko. Selain itu, Eteifa dan El-adaway (2017) juga menggunakan metode SNA untuk menganalisa interaksi antar akar penyebab kecelakaan fatal pada industri konstruksi dan menyelidiki tingkat hubungannya. Penelitian tersebut menemukan bahwa penyebab utama kasus kecelakaan fatal adalah kurangnya pelatihan khusus pekerjaan sehingga menjadi penyebab utama dari jenis kecelakaan seperti “tersangkut”, dan “terjebak diantara”. Hal ini menggambarkan bahwa kurangnya sistem pengaman, kurangnya pelatihan, serta buruknya sistem pelindung diri adalah akar penyebab kecelakaan fatal di industri konstruksi Amerika.

Berdasarkan pada struktur dan metode SNA, analisis jaringan ini dapat dibentuk berdasarkan dua model yaitu; model *one-mode* dan model *two-mode*. Pada sub-bagian lebih lanjut akan dijelaskan untuk model *one-mode* dan *two-mode*.

a. Model *One-mode* dan *Two-mode*

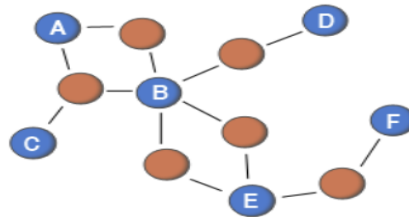
Pada metode *Social Network Analysis* (SNA), ketika menghubungkan suatu event-event atau aktor dengan model koneksi *node* ke *node* dikenal dengan istilah *one-mode*. Dimana hanya ada satu penghubung atau koneksi diantara *node-node* tersebut seperti terlihat pada Gambar 2.5 (Ongkowijoyo, 2017).



Gambar 2.5 Model Jaringan *One-mode* (Ongkowijoyo, 2017)

Selain memiliki model jaringan *one-mode*, SNA juga memiliki model jaringan *two-mode* atau dikenal dengan jaringan afiliasi atau bipartite (Agneessens

dan Everett, 2013). Jaringan ini adalah jenis tertentu dengan dua set *node* yang berbeda, dan memiliki ikatan atau penghubung yang ada hanya antara *node* milik set yang berbeda seperti yang terlihat pada Gambar 2.6.

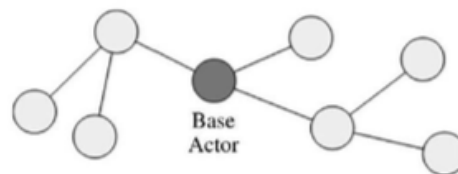


Gambar 2.6 Model Jaringan *Two-mode* (Ongkowijoyo, 2017)

Selain memiliki dua model jaringan diatas, dalam membangun suatu struktur jaringan SNA ini juga diperlukan pemahaman tentang bagaimana mengukur ketekaitan atau hubungan antar *node* atau aktor, dimana hal ini akan di jelaskan pada sub-bab selanjutnya.

b. Membangun Struktur dan Visualisasi Jaringan

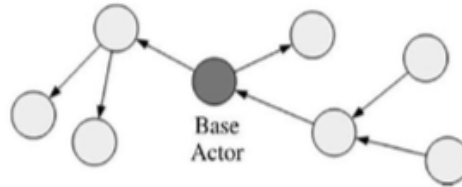
Pada metode SNA, untuk mengukur hubungan antar aktor atau *node* garis penghubung atau *link* dibedakan menjadi dua jenis yaitu; *non-directional* dan *directional* (Ongkowijoyo, 2017). Gambar 2.7 merupakan jenis penghubung atau *link non-directional* (simetris), dimana sebuah simpul yang berwarna hitam terhubung secara langsung ke tiga tetangganya. Secara tidak langsung ini juga menghubungkan ke empat tetangganya melalui dua tetangganya. Jenis penghubung atau *link non-directional* (simetris) juga sering di sebut jaringan tidak terarah.



Gambar 2.7 Jenis Penghubung *Non-directional* (Park dkk., 2011)

Gambar 2.8 adalah jenis penghubung atau *link directional* (non simetris), seperti yang terlihat menunjukkan *node* atau aktor dengan satu penghubung ke

dalam dan dua penghubung ke luar. Jenis penghubung atau *link directional* (non simetris) ini juga sering disebut jaringan terarah (Ongkowijoyo, 2017).



Gambar 2.8 Jenis Penghubung *Directional* (Park dkk., 2011)

Dalam membangun struktur jaringan maka dibutuhkan suatu matriks korelasi, dimana matriks ini digunakan untuk menggambarkan hubungan antar *node* atau aktor. Baik *non-directional* maupun *directional* struktur matriks yang digunakan tetap mengikuti aturan dasar membangun sebuah matriks.

Pada jaringan *non-directional* (simetris) atau jaringan tidak terarah seperti terlihat pada gambar Gambar 2.9 (a) menunjukkan konektivitas antar *node* menggunakan matriks adjacency simetris yang terdiri dari angka biner, dimana “0” menunjukkan tidak ada hubungan antar *node* atau aktor, sementara “1” menunjukkan adanya hubungan antar *node* atau aktor dengan kondisi $X \rightarrow Y = X \rightarrow Y$. Untuk jaringan terarah matriks adjacency memungkinkan tidak simetris yang berarti baris dan kolom boleh tidak sama. Secara keseluruhan matriks untuk jaringan terarah seperti terlihat pada Gambar 2.9 (b) memiliki struktur yang sama dengan matriks tidak terarah kecuali pada kondisi $X \rightarrow Y \neq X \rightarrow Y$.

	A	B	C	D		A	B	C	D
A	$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$				A	$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$			
B					B				
C					C				
D					D				
	(a)					(b)			

Gambar 2.9 (a) Matrik *Non-directional* dan (b) Matrik *Directional* (Ongkowijoyo, 2017).

Selain memberikan visualisasi atau gambaran struktur jaringan, SNA dapat diukur untuk mengetahui besaran pengaruh suatu aktor dalam jaringan. Pada sub-bab selanjutnya membahas parameter ukur dalam SNA.

c. Parameter Ukur dalam *Sosial Network Analysis* (SNA)

Konsep kunci dari *Social Network Analysis* (SNA) adalah sentralitasnya atau *centrality*, dimana sentralitas atau *centrality* itu sendiri dapat diukur dari *degree centrality* dan *eigenvector centrality* (Eteifa dan El-adaway, 2017). Adapun secara lebih rinci dari indikator untuk mengukur sentralitas SNA terlihat pada sebagai berikut:

- *Degree of Centrality* (DC)

DC merupakan jumlah koneksi yang dimiliki sebuah *node* dan menggambarkan tingkat relasi dengan aktor lain (Freeman, 1978). Kelebihan adalah DC dapat diinterpretasikan dalam semua jenis jaringan, termasuk yang terputus. Namun, DC mengukur sentralitas dengan ukuran yang masih relatif kasar (Borgatti dkk., 2013). DC dapat ditunjukkan dalam Persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$\text{Deg}C_i = \sum_j x_{ij} \quad (2.3)$$

dengan:

$\text{Deg}C_i$ = *Node* yang sedang diukur *degree of centrality*,

x_{ij} = Entri data dalam *adjacency matriks*.

- *Eigenvector Centrality* (EC)

EC pada dasarnya meyerupai DC, dimana jumlah *node* berdekatan diperhitungkan (Borgatti dkk., 2013; Newman, 2004). EC memberikan bobot nilai yang tinggi pada *node* yang terhubung dengan *node* juga memiliki nilai tinggi (Ongkowijoyo, 2017). EC dapat ditunjukkan dalam Persamaan 2.4 sebagai berikut:

$$\text{Eigen}V_i = \lambda \sum_j x_{ij} \quad (2.4)$$

dengan:

$\text{Eigen}V_i$ = *Node* yang sedang diukur *eigenvector centrality*,

x_{ij} = Entri data dalam *adjacency matriks*,

λ = Nilai terbesar dalam *adjacency matriks*.

d. Penerapan *Social Network Analysis* (SNA)

Berdasarkan tujuan penelitian ini yaitu menghasilkan suatu peta gambaran yang dapat menginformasikan secara utuh pola interaksi dan hubungan antar variabel risiko kemacetan terutama penyebab yang bersifat *non-recurrent* (NRC), maka peneliti mengkaji beberapa metode yang sesuai dan dapat digunakan dalam penelitian ini. Pada dasarnya, terdapat beberapa metode yang mampu memetakan pola interaksi atau hubungan antar variabel permasalahan seperti halnya *Social Network Analysis*, *Bayesian Network*, *Influence Diagram*, *System Dynamic*, dan beberapa metode lainnya.

Borgatti dkk (2013) menyebutkan salah satu kelebihan *Social Network Analysis* (SNA) terdapat pada representasi visualnya, dimana SNA mampu memberikan pemahaman kualitatif yang sulit diperoleh secara kuantitatif. Berbagai karakteristik titik dan garis, seperti warna, ukuran, bentuk dapat digunakan untuk mengkomunikasikan informasi tentang node atau aktor-aktor dan menggambarkan hubungan diantara mereka. SNA merupakan metodologi populer yang mampu memberikan pemahaman dan memetakan pola interaksi dari suatu aktor atau penyebab permasalahan yang kompleks dalam suatu sistem jaringan (Doloi, 2012). Dalam lingkup penelitian ini, SNA berpotensi diterapkan untuk melihat permasalahan kemacetan jalan raya, mengingat kemacetan merupakan problem yang kompleks karena melibatkan banyak faktor risiko dan stakeholder yang berperan dalamnya. Selain itu, SNA telah banyak diterapkan pada berbagai area industri konstruksi seperti; manajemen konstruksi, perencanaan transportasi, dan keselamatan konstruksi (Eteifa dan El-adaway, 2017).

2.3 Penelitian Terdahulu

Selama ini permasalahan kemacetan lalu-lintas jalan raya cenderung dikaji untuk menyelidiki penyebab, dampak, dan merumuskan solusi permasalahan yang ada secara umum. Seperti halnya dilakukan Agyapong dan Ojo (2018) yang menyelidiki permasalahan kemacetan lalu-lintas yang sudah menjadi fenomena utama kota-kota di Ghana, terutama dipusat-pusat pasar. Studi tersebut menemukan bahwa sikap buruk pengemudi, pedagang, pedestrian, kecelakaan, dan desain jalan yang buruk adalah penyebab utama kemacetan lalu-

lintas di jalan kota. Akibat dari kemacetan lalu-lintas ini sudah berdampak pada menurunnya penjualan, produktifitas pasar, dan menyebabkan stres. Hasil studi tersebut merekomendasikan pihak terkait untuk melakukan peningkatan pada pendidikan publik, penegakan peraturan lalu-lintas, dan penyediaan lahan parkir. Hal serupa juga pernah dilakukan Armah dkk. (2010) penelitian tersebut melihat hubungan sebab-akibat dari kemacetan lalu-lintas dan polusi udara dalam perspektif sistem dinamik guna merumuskan suatu strategi pemecahan masalah. Hasil penelitian tersebut merumuskan langkah strategi untuk menyelesaikan situasi permasalahan kemacetan dan polusi udara yang dibagi dalam tiga kategori kebijakan seperti; peningkatan kebijakan perencanaan; manajemen permintaan lalu-lintas; dan peningkatan kapasitas jalan.

Permasalahan yang lebih spesifik pada problem kemacetan *non-recurrent* (NRC) pernah dikaji dalam beberapa penelitian sebelumnya. Chung (2011) mengembangkan metode untuk mengukur kemacetan *non-recurrent* yang disebabkan zona kerja pada jalan bebas hambatan. Hasil analisis statistik didapatkan penelitian tersebut untuk mengembangkan model peramalan untuk menghasilkan informasi lalu-lintas, sehingga pengguna jalan dapat terhindar dari kemacetan khususnya area zona kerja sebagai penyebab kemacetan *non-recurrent* dengan menemukan rute alternative perjalanan. Li dan Chen (2013) juga pernah meneliti hal serupa terkait permasalahan kemacetan *non-recurrent*. Penelitian tersebut mengembangkan model prediksi waktu perjalanan pada jalan bebas hambatan dengan memprediksi atau mendeteksi kemacetan *non-recurrent* yang berguna untuk meningkatkan sistem transportasi cerdas.

Di Indonesia, permasalahan kemacetan lalu-lintas juga sudah pernah di kaji dalam beberapa penelitian sebelumnya. Meutia dkk. (2017) menganalisa kemacetan lalu-lintas pada kawasan pendidikan. Penelitian tersebut melihat penyebab kemacetan dari sisi geometri dan kapasitas jalan. Novalia dkk. (2016) juga pernah mengkaji permasalahan kemacetan lalu-lintas. Penelitian tersebut juga melihat sisi geometri dan kapasitas jalan sebagai penyebab kemacetan lalu-lintas.

Penelitian terdahulu terkait metode untuk menggambarkan situasi permasalahan yang kompleks dan dinamis seperti ini pernah dilakukan

sebelumnya. Ongkowijoyo dan Dolo (2017) menembangkan suatu metode baru untuk menganalisis tingkat kekritisan risiko pada sistem infrastruktur tertentu dengan cara yang lebih dinamis terhadap persepsi stakeholder dan mempertimbangkan mekanisme penyebaran dampak. Dimana, metode analisis *Fuzzy critical risk analysis* (FCRA), metode ini menggunakan metode ilmiah seperti *failure mode effect and criticality analysis* (FMECA), *Social Network Analysis* (SNA), dan *fuzzy-set theory*. kemudian mengintegrasikan *social network analysis* berbasis *fuzzy* (FSNA). Penelitian tersebut menemukan bahwa penerapan FSNA dianggap sangat relevan untuk melihat penyebaran dampak risiko berdasarkan berbagai persepsi stakeholder. Walaupun pada dasarnya metode ilmiah seperti FMECA juga bisa menghasilkan tingkat kritis risiko, namun keunggulan FSNA yaitu mempertimbangkan efek domino dari penyebaran dampak risiko infrastruktur yang tidak di dapat dari metode FMEA, sehingga hasil FSNA ini sangat efektif membantu stakeholder dalam melakukan pencegahan atau mitigasi risiko.

Eteifa dan El-adaway (2017) juga menggunakan metode *Social Network Analysis* (SNA) untuk menganalisa interaksi antar akar penyebab kecelakaan fatal pada industri konstruksi dan menyelidiki tingkat hubungannya. Berdasarkan 100 kasus kecelakaan fatal di Amerika, kemudian dianalisa dengan metode SNA yang menemukan bahwa penyebab utama kasus kecelakaan fatal adalah kurangnya pelatihan khusus pekerjaan sehingga ini menjadi penyebab utama dari jenis kecelakaan seperti “tersangkut”, dan “terjebak diantara”. Ini menggambarkan bahwa kurangnya sistem pengaman, kurangnya pelatihan, serta buruknya sistem pelindung diri adalah akar penyebab kecelakaan fatal di industri konstruksi Amerika.

Masih sangat terbatasnya penelitian yang mengkaji permasalahan kemacetan ini dengan membedakan antara kemacetan *recurrent* (RC) dan *non-recurrent* (NRC). Sejauh ini belum ditemukan penelitian yang mengkaji problem kemacetan *non-recurrent* dalam konteks manajemen risiko terlebih untuk permasalahan yang tidak terprediksi akibat dari kendaraan berat yang melintas di jalan raya. Penelitian terkait masalah pada kendaraan berat telah diteliti sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Jacop dan Beumelle (2010), penelitian

tersebut mencoba memecahkan masalah *over loading* (muatan berlebih) pada kendaraan berat dengan mengembangkan teknologi untuk menimbang berat kendaraan yang lebih praktis tanpa harus mengganggu operasional kendaraan. Dalam penelitian tersebut menyebutkan muatan berlebih dapat berdampak pada kerusakan fasilitas infrastruktur, kerusakan kendaraan, hingga kecelakaan. Problem kecelakaan pada kendaraan berat juga telah dikaji dalam beberapa penelitian sebelumnya (Blazquez dkk., 2018; Moomen dkk., 2018; Teoh dkk., 2017; Zhang dkk., 2014). Kajian tersebut membahas penyebab kecelakaan pada kendaraan berat yang pada umumnya disebabkan oleh faktor pengemudi, kendaraan, lingkungan dan karakteristik jalan. Permasalahan tersebut pada dasarnya bersifat dinamis dan tidak terprediksi sehingga pendekatan manajemen risiko berpotensi diterapkan. Manajemen risiko berfokus pada pendekatan untuk mengurangi probabilitas dan dampak dari suatu kejadian yang tidak terprediksi.

Sebagai bahan pendukung penelitian ini, maka kajian terhadap beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan permasalahan dan lingkup penelitian ini tersaji pada Tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2.5 Rekapitulasi Studi Terdahulu

Penulis	Judul	Latar Belakang dan Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
Chung (2011)	Assesment of non-recurrent traffic congestion caused by freeway work zones and its statistical anaysis with unobserved heterogeneity	Latar Belakang: Pekerjaan perbaikan pada jalan bebas hambatan seperti penambalan lubang jalan, penanda jalur, pembersihan puing menyebabkan pengurangan kapasitas jalan yang memicu kemacetan tidak berulang. Tujuan Penelitian: Mengembangkan metode untuk mengukur kemacetan tidak berulang yang di sebabkan zona kerja pada jalan bebas hambatan.	Analisis Statistik	Hasil analisis statistik dapat berguna dalam mengembangkan model peramalan untuk menghasilkan informasi lalu lintas, sehingga pengguna jalan dapat menghindari kemacetan dengan menemukan rute alternative.

Penulis	Judul	Latar Belakang dan Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
Li dan Chen (2013)	Identifying important variables for predicting travel time of freeway with non-recurrent congestion with neural networks	Latar Belakang: Penyediaan informasi waktu perjalanan telah menjadi faktor utama dalam menunjang sistem transportasi cerdas. Kemacetan tidak berulang merupakan salah satu permasalahan utama hambatan jalan. Tujuan Penelitian: Menggunakan jaringan multilayer perseptron (MLP) untuk memprediksi waktu perjalanan dalam kasus jalan bebas hambatan terkait kemacetan tidak berulang.	Sistem jaringan	Model prediksi waktu perjalanan jalan bebas hambatan yang lebih akurat untuk memprediksi permasalahan kemacetan <i>non-recurrent</i>
Armah dkk. (2010)	A systems dynamic approach to explore traffic congestion and Air Pollution Link in the City of Accra, Ghana	Latar Belakang: Perubahan ekonomi dan urbanisasi menimbulkan banyak tantangan yang berdampak pada kemacetan dan pengaruh kesehatan lingkungan akibat polusi. Tujuan Penelitian: Melihat dinamika permasalahan kemacetan dan polusi udara, menyelidiki hubungan sebab-akibat, dan merencanakan strategi kebijakan.	Sistem dinamik	Hasil mempelajari dinamika permasalahan kemacetan dan polusi udara. Maka penelitian tersebut mengusulkan sejumlah langkah dalam mengatasi permasalahan di kota Accra seperti; Peningkatan pada kebijakan dan perencanaan pemerintah, pengelolaan permintaan lalu-lintas, dan peningkatan kapasitas jalan.
Agyapong dan Ojo (2018)	Managing traffic congestion in Accra Central	Latar Belakang: Kemacetan menjadi fenomena utama yang telah memperburuk situasi	Survey kuesioner, Analisis kuantitatif dengan	Penelitian ini menemukan bahwa penyebab utama kemacetan kota di Ghana adalah

Penulis	Judul	Latar Belakang dan Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
	Market, Ghana	dan kondisi ekonomi pasar dan menyebabkan stress. Tujuan Penelitian: Menemukan faktor – faktor penyebab kemacetan jalan raya di kota-kota Ghana.	SPSS	kecelakaan, pedestrian, pedagang, dan pengemudi yang bersikap buruk. Rekomendasi terkait permasalahan ini adalah peningkatan edukasi public, penegakan peraturan, dan penyediaan lahan parkir.
Stephancuk dkk. (2017)	Surveying of Traffic Congestion on Arterial Road of Kyiv City	Latar Belakang: Permasalahan kemacetan menyebabkan tingkat pelayanan jalan menjadi terganggu. Tujuan Penelitian: Mengetahui factor atau penyebab terjadinya kemacetan jalan.	Survey	Kemacetan disebabkan oleh penyebrangan pejalan kaki, pekerjaan jalan, penyempitan badan jalan (Jembatan, Halte, dll.)
Ghazali (2009)	Operational Risk for Highway Project in Malaysia	Latar Belakang : Operasional jalan raya sangat rentan dengan kejadian atau risiko yang dapat mengancam aktifitas operasional jalan itu sendiri. Tujuan Penelitian: Mengidentifikasi potensi risiko operasional yang kemungkinan terjadi pada jalan raya. Untuk meningkatkan kapasitas dan efisiensi kegiatan operasional jalan raya malaysia.	Interview	Risiko utama adalah Tarif tol awal yang cenderung mahal. Risiko sedang adalah Muatan berlebih, Kebocoran bahan berbahaya, kemacetan lalulintas, dan perubahan jaringan jalan. Risiko rendah adalah polusi, Kabut/banjir, kenaikan tarif tol, kebijakan pemerintah, rambu jalan yang buruk, hambatan samping, pengaman jalan yang buruk, dan kerusakan permukaan jalan.

Penulis	Judul	Latar Belakang dan Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
Meutia dkk. (2017)	Analisis Kemacetan Lalulintas pada Kawasan Pendidikan (Studi Kasus Jalan Pocut Baren Kota Banda Aceh)	Latar Belakang : Kawasan pendidikan di anggap memiliki pengaruh dalam meningkatnya volume lalu-lintas jalan pada waktu-waktu tertentu. Tujuan Penelitian: Menganalisa pengaruh yang terjadi di kawasan pendidikan terhadap terjadinya kemacetan.	Survei Geometri, Analisa Kapasitas acuan MKJI 1997	Pengaruh kawasan pendidikan terhadap meningkatnya volume lalulintas (Q)= 1958 smp/jam, nilai kelas hambatan samping H (tinggi), kapasitas (C)= 2349 smp/jam, nilai derajat kejenuhan (DS)= 0,83 ini menunjukkan tingkat pelayanan jalan buruk (D).
Eteifa dan El-adaway (2017)	Using Social Network Analysis to Model the Interaction between Root Cause of Fatalies in the Construction Industry	Latar Belakang: Tingkat kecelakaan industri konstruksi Amerika. Investigasi terhadap penyebab kecelakaan tidak berfokus pada bagaimana melihat interaksi atau keterkaitan antar akar penyebab kecelakaan fatal. Tujuan Penelitian: Penelitian bertujuan untuk menyelidiki interaksi antar penyebab kecelakaan fatal pada industry konstruksi di Amerika.	<i>Social network analysis</i> (SNA)	Penyebab utama kecelakaan fatal adalah kurangnya pelatihan khusus pekerjaan sehingga ini menjadi penyebab utama dari jenis kecelakaan seperti “tersangkut”, dan “terjebak diantara”. Ini menggambarkan bahwa kurangnya sistem pengaman, kurangnya pelatihan, serta buruknya sistem pelindung diri adalah akar penyebab kecelakaan fatal di industri konstruksi Amerika.

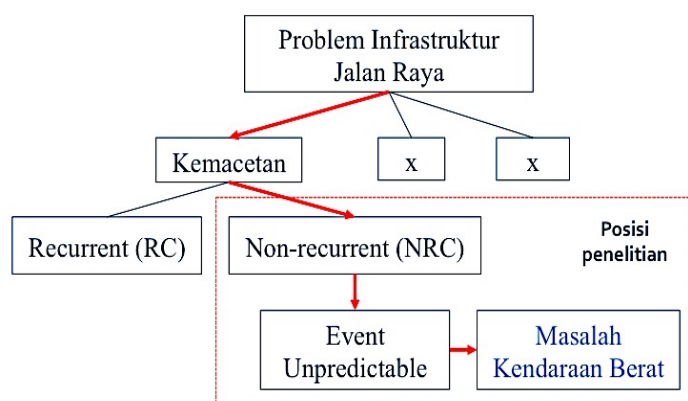
2.4 Posisi Penelitian

Kemacetan lalu-lintas jalan raya sudah menjadi permasalahan utama dalam sistem transportasi jalan raya di kota-kota besar. Selama ini usaha mengatasi permasalahan kemacetan lalu-lintas jalan raya juga sudah banyak dilakukan melalui kajian-kajian mengenai kemacetan, kemudian perumusan strategi kebijakan guna mengurangi permasalahan kemacetan. Namun seperti yang sudah dibahas pada sub-bab sebelumnya, bahwa sejauh ini penelitian yang

mengkaji permasalahan kemacetan lalu-lintas jalan raya masih cenderung melihat faktor penyebab dan dampak kemacetan jalan raya secara umum. Minimnya penelitian yang mengkaji permasalahan kemacetan jalan raya secara lebih spesifik untuk jenis kemacetan bersifat *non-recurrent* (NRC) terutama akibat permasalahan pada kendaraan berat.

Permasalahan kemacetan *non-recurrent* (NRC) cenderung dinamis dan *unpredictable*. Seharusnya, pendekatan secara manajemen risiko menjadi sangat potensi untuk mengukur besaran penyebabnya. Namun saat ini belum ditemukan penelitian yang mengkaji permasalahan kemacetan *non-recurrent* menggunakan pendekatan manajemen risiko. Padahal konsep manajemen risiko menawarkan pendekatan yang lebih proaktif dibanding pendekatan reaktif dalam melihat persoalan risiko. Pendekatan proaktif memungkinkan dampak negatif dari sebuah risiko dapat diminimalisir bahkan dihilangkan.

Atas dasar tersebut, perlu dilakukan kajian ini untuk melihat bagaimana permasalahan kemacetan lalu-lintas jalan raya secara utuh dengan mempelajari hubungan atau interaksi antar variabel risiko khususnya kemacetan *non-recurrent* dan peran stakeholder terkait menggunakan konsep pendekatan manajemen risiko. Sehingga nantinya penyebab kemacetan *non-recurrent* ini dapat tergambar dengan jelas dan memberikan suatu informasi yang dapat membantu stakeholder lebih efektif dalam menanggulangi permasalahan tersebut. Untuk lebih jelasnya Gambar 2.10 menjelaskan posisi penelitian.



Gambar 2.10 Posisi Penelitian (Peneliti, 2019)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Konsep Penelitian

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian ini merupakan studi eksploratif. Penelitian eksploratif memiliki tujuan menemukan variabel yang berarti dalam situasi lapangan dan juga menemukan hubungan diantara variabel – variabel (Kerlinger, 2006). Penelitian ini merupakan jenis penelitian dengan metode kualitatif, adapun penelitian kualitatif mengutamakan kebenaran sesuai hakekat objek, dimana peneliti dengan instrumen kunci dan hasil penelitian lebih menekankan makna secara generalisasi (Sugiyono, 2007). Pendekatan yang dilakukan adalah dengan survey, dimana teknik pengambilan sampel menggunakan kuesioner dan wawancara. Pengambilan data ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi terkait permasalahan kemacetan lalu-lintas pada ruas Jalan Surabaya-Mojokerto yaitu Jalan Raya Taman dan Jalan Raya Kletek. Permasalahan kemacetan dianalisa berdasarkan variabel penelitian yang diperoleh dari literatur review. Variabel penelitian diukur berdasarkan persepsi dari responden melalui kuesioner dan wawancara. Kemudian dimodelkan hubungan antar penyebab untuk menemukan gambaran terkait penyebab utama permasalahan menggunakan SNA.

3.2 Data Penelitian

Pengumpulan data pada penelitian ini dibagi dalam dua berdasarkan cara mendapatkannya, yaitu data primer dan sekunder. Data primer merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber asli. Pengumpulan data primer dalam penelitian ini dilakukan dengan dua cara yaitu melalui survei menggunakan kuesioner dan wawancara. Data sekunder adalah sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara. Data sekunder meliputi data seperti buku, jurnal atau referensi, laporan, hasil sensus, data statistik dan lain-lain.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1 Populasi Penelitian

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas subyek atau obyek dengan kualitas dan karakteristik tertentu ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2007). Dalam penelitian ini populasi yang dimaksud adalah semua stakeholder yang terlibat pada infrastruktur jalan raya, terutama pada tahap operasional jalan raya. Adapun pihak yang terlibat antara lain; Pemerintah, Dinas Perhubungan, Kepolisian, pengguna jalan (pengemudi dan pengusaha angkutan), Organda, dan beberapa instansi berkaitan lainnya.

3.4.2 Sampel Penelitian

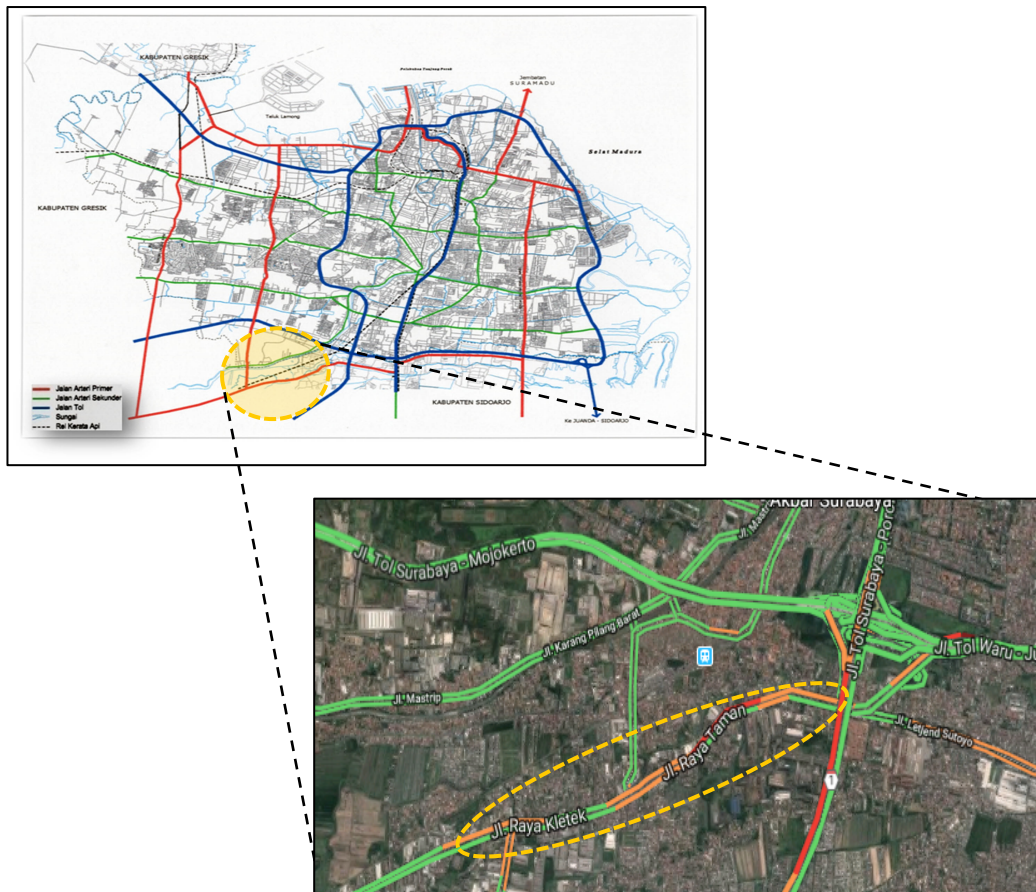
Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi (Sugiyono, 2007). Ditinjau dari wilayah sumber data, penelitian sampel berlaku bagi populasi, maka sampel yang diambil harus representatif artinya semua ciri atau karakteristik yang ada di populasi tercermin pada sampel. Pada penelitian ini, teknik pengambilan sampel menggunakan *non-probability sampling* yaitu pengambilan sampel yang tidak memberi peluang/kesempatan bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel. Hal ini dipilih sebagai teknik sampling dalam penelitian ini karena tidak semua anggota populasi dapat memberikan informasi tentang variabel penelitian yang diteliti. Dengan demikian sampel dipilih berdasarkan posisi mereka, pengalaman kerja, dan latar belakang pengetahuan.

Dari beberapa jenis teknik sampling *non-probability*, maka teknik sampling yang digunakan adalah *purposive sampling* dan *snowball sampling*. *Purposive sampling* adalah teknik penentuan sampel yang mempertimbangkan kriteria tertentu dalam memilih sampel. *Snowball sampling* adalah teknik penentuan sampel berdasarkan wawancara atau korespondensi, dimana metode ini meminta petunjuk dari sampel pertama untuk mendapatkan sampel berikutnya.

3.4 Gambaran Umum Obyek Penelitian

Fokus jalan yang akan ditinjau adalah ruas Jalan Surabaya-Mojokerto yaitu Jalan Raya Taman, Jalan Raya Kletek. Ruas jalan ini menjadi akses berbagai

jenis dan ukuran kendaraan termasuk golongan kendaraan berat. Aktivitas di jalan ini sering terjadi permasalahan pada kendaraan-kendaraan tersebut sehingga sewaktu-waktu dapat memperburuk kondisi kemacetan pada ruas jalan ini. Gambar 3.1 menunjukkan peta jaringan jalan Kota Surabaya yang menunjukkan kawasan objek penelitian.



Gambar 3.1 Gambaran Obyek Penelitian (Sumber:<http://binamarga.surabaya.go.id>)

Karakteristik ruas jalan Surabaya-Mojokerto (Jalan Raya Taman dan Jalan Raya Kletek) sebagai berikut.

- Panjang Ruas : ± 8 KM
- Fungsi Jalan : Arteri primer
- Status pembinaan : Nasional
- Tipe Jalan : Empat lajur dua arah dengan median (terbagi)
- Penggunaan Jalan : Kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor.

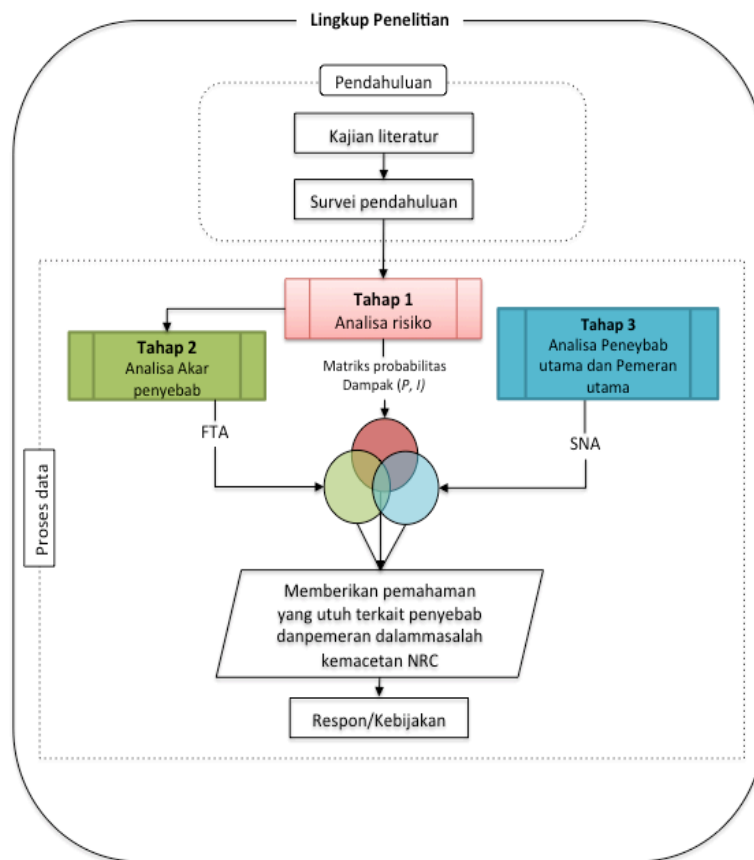


Gambar 3.2 *Street view* Jalan Raya Taman dan Jalan Raya Kletek (Sumber:<https://www.google.com/maps>)

Fokus pengamatan dilakukan pada kemacetan yang merupakan akibat dari permasalahan yang terjadi pada kendaraan berat. Golongan kendaraan berat yang dimaksud adalah jenis kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m, pada umumnya memiliki roda lebih dari empat, meliputi bis, truk dua as, truk 3 as, dan truk kombinasi sesuai system klasifikasi Bina Marga (MKJI, 1997).

3.5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara sistematis berdasarkan tahapan-tahapan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Konsep kerangka kerja yang diusulkan terdiri dari tiga langkah utama, yaitu analisa risiko, analisis akar penyebab, dan menggambarkan pola hubungan antar penyebab serta hubungannya dengan pihak pemangku kepentingannya. Penerapan tiga konsep dasar ini diharapkan menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif dalam upaya mempelajari dan memahami suatu kejadian risiko. Adapun tahapan atau kerangka kerja analisis data yang dapat diterapkan untuk menganalisa risiko dan mengetahui penyebab dasar dalam suatu lingkup permasalahan secara umum tersaji pada Gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.3 Konsep kerangka kerja (Hasil olahan peneliti, 2019)

Agar lebih memperjelas setiap tahapannya, maka detail dari setiap tahapan analisis yang diusulkan lebih lanjut dibahas sebagai berikutnya.

3.5.1 Tahap Pendahuluan

Pada tahap ini terdiri dari serangkaian proses awal penelitian yang terdiri dari perumusan latar belakang, perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian, studi literatur dan survei pendahuluan.

1. Studi Literatur

Pada tahapan ini, peneliti melakukan identifikasi dan penjabaran terhadap variable penelitian. Dalam peneelitan ini identifikasi variabel penelitian merupakan kegiatan untuk mendokumentasikan variabel risiko kemacetan jalan raya khususnya yang bersifat *non-recurrent* (NRC) terkait penyebab permasalahan pada kendaraan berat. Identifikasi variabel dilakukan berdasarkan beberapa literatur sebagai bahan dasar untuk mendukung survey pendahuluan. Variabel-variabel tersebut ditunjukkan pada tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Deskripsi Variabel Risiko Kemacetan *Non-recurrent* (NRC)

Risiko	Sumber	Deskripsi Variabel
Bocor atau pecah ban	Jacob dan Beumelle (2010), Teoh dkk. (2017)	Kondisi ban yang buruk, ataupun dampak muatan berlebih mengakibatkan ban kendaraan mengalami tekanan hingga panas berlebihan sehingga terjadi bocor atau pecah. Akibatnya menghambat ruas jalan.
Gangguan mekanis (mesin, dsb.)	Jacob dan Beumelle (2010), Blazquez dkk. (2018)	Kondisi perawatan dan faktor usia kendaraan menjadi sangat rentan terjadi masalah pada mesin. Terlebih di Indonesia saat ini masih banyaknya kendaraan yang telah melampaui usia yang masih beroperasi.
As roda patah	Jacob dan Beumelle (2010)	Kondisi jalan yang buruk hingga muatan berlebih yang masih sering menjadi problem utama. Persaingan ketat antar sesama pebisnis angkutan membuat pihak terkait mengabaikan perawatan atau pergantian <i>spare part</i> terutama as roda. Akibatnya as roda yang terbuat dari logam baja mengalami titik lelah (<i>fatigue</i>) dan menyebabkan patah.
Gangguan sistem <i>braking</i> atau pengereman kendaraan	Teoh dkk. (2017), Zhang dkk. (2014)	Komponen rem sejatinya mendapatkan perawatan yang rutin. Mengingat kinerja dan fungsinya yang vital pada kendaraan berat. Akibat kotor atau pun kebocoran pada bagian ini tentu saja rem tidak akan bekerja dengan baik.
Gangguan sistem <i>lighting</i> (lampu)	Teoh dkk. (2017)	Perjalanan malam hari sangat tergantung pada sistem penerangan. pencahayaan kendaraan tidak memadai tentu sangat menghambat kelancaran bahkan membuat kendaraan terhenti.
Gangguan sistem kelistrikan kendaraan	Jacob dan Beumelle (2010)	Kendaraan bermotor sangat tergantung pada sistem kelistrikan, terutama kendaraan berat. Aki menjadi komponent utama dalam hal ini sebagai suplay listrik untuk menghidupkan dan mengoperasikan kendaraan. Kerusakan aki atau komponen penunjangnya menjadi sangat lazim terjadi akibat usia dan perawatan yang kurang baik.
Kerusakan pada bagian <i>bearing</i> roda	Jacob dan Beumelle (2010)	<i>Bearing</i> sangat penting dalam sistem roda kendaraan. Letak pada bagian roda sering membuat <i>bearing</i> ini terkontamidasi semisal air. Sehingga mengakibatkan pelumasnya kering. Akibatnya kinerja <i>bearing</i> menjadi ekstra dan sistem roda kendaraan tidak dapat berputar dengan baik.

Tabel 3.1 Deskripsi Variabel Risiko Kemacetan *Non-recurrent* (NRC) (*Lanjutan*)

Risiko	Sumber	Deskripsi Variabel
Kerusakan pada penumpu beban (pegas daun)	Jacob dan Beumelle (2010)	Pegas daun merupakan komponen utama pada kendaraan berat dalam menumpu beban muatan. Faktor usia dan kelalaian dalam perawatan mengabaikan komponen yang terbuat dari besi baja ini mengalami titik leleh (<i>fatigue</i>) bahkan patah. Akibatnya kendaraan dapat kehilangan keseimbangan dan kekuatannya.
Kecelakaan	Stepanchuk dkk. (2017), Hopkins and Mckay (2018), Li dkk. (2018)	Kecelakaan kendaraan terutama truk atau kendaraan berat menjadi tragedi yang hingga saat ini masih sering terjadi dan sangat merugikan terutama di jalan raya di Indonesia. Problem ini sangat merugikan baik secara materi, hingga kerugian non materi.
Tumpahan bahan bahaya/ puing	Ghazali (2009), Li dkk. (2018), Chung (2011)	Kendaraan berat atau truk mengangkut berbagai jenis muatan di jalan raya. Akibatnya sering sekali jalan raya tercemar oleh material seperti; pasir, tanah, lumpur, kerikil, minyak, ataupun tumpahan material berbahaya lainnya dapat mengganggu lalu-lintas.

Selain penjabaran terhadap variabel penyebab kemacetan *non-recurrent* (NRC) akibat permasalahan pada kendaraan berat di atas, beberapa stakeholder terlibat di jalan raya yang diperoleh dari hasil kajian literatur juga dijelaskan pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Deskripsi Stakeholder Jalan Raya

Stakeholder	Sumber	Deskripsi Variabel
Bappenas, Bappeda, Bangda, dan Pemda	Tamin (2000)	Lembaga atau otoritas yang berperan dalam merumuskan kebutuhan transportasi melalui kebijakan baik wilayah, regional, dan sektoral.
Departemen Perhubungan, Dishub, Bina Marga	Tamin (2000)	Lembaga yang berperan dalam lingkup perencanaan prasarana transportasi melalui Departemen PU dan Dirjen Bina Marga.
DLLAJ	Tamin (2000)	Merupakan unsur yang memiliki peran pada rekayasa dan manajemen pengawasan lalu-lintas.

Tabel 3.2 Deskripsi Stakeholder Jalan Raya (*Lanjutan*)

Stakeholder	Sumber	Deskripsi Variabel
Kepolisian lalu-lintas	Tamin (2000)	Polisi lalu lintas meliputi wewenang pengakan hukum lalu lintas, mencegah berbagai bentuk gangguan serta menjaga ketertiban, keamanan, keselamatan, dan kelancaran arus lalu-lintas.
Pengemudi	Stepanchuk dkk. (2017)	Orang yang terlibat langsung dalam mengoperasikan khususnya kendaraan berat di jalan raya.
Masyarakat	Stepanchuk dkk. (2017), Tamin (2000)	Orang yang berada dalam wilayah dalam konteks penelitian ini atau orang yang bertempat tinggal dekat dengan objek dan mengetahui persis berbagai problem di jalan tersebut.

2. Survei Pendahuluan

Survey pendahuluan dilakukan untuk menverifikasi variable-variabel yang telah ditentukan sebelumnya. Verifikasi ini perlu dilakukan karena sebagian besar variabel yang diperoleh hasil studi literatur merupakan variabel dari beberapa Negara lain di luar Indonesia. Sehingga survey pendahuluan ini dilakukan agar memastikan bahwa variable-variabel penelitian memenuhi persyaratan dan sesuai untuk diterapkan di Indonesia.

Survey pendahuluan dapat dilakukan dengan mewawancarai beberapa responden dalam hal ini wawancara dilakukan terhadap para ahli. Persyaratan responden survey pendahuluan tentunya memiliki pengetahuan dan wawasan terkait persoalan infrastruktur jalan raya dan memiliki pengalaman yang baik di bidangnya. Merujuk pada Rohman (2017) yang menggunakan kuisoner dengan skala Likert sebagai alat wawancara survey pendahuluan. Kuisoner yang digunakan sebagai alat berisi variabel-variabel yang didapatkan dari literatur review yang telah dilakukan sebelumnya.

3.5.2 Tahap 1 : Analisa Risiko

1. Penyusunan kuesioner survei risiko

Formulir kuesioner survei risiko disiapkan yang mana terdiri dari beberapa bagian. Bagian pertama kuesioner survei risiko responden dimohon kesediaannya untuk memberikan data umum yang dibutuhkan, seperti; informasi demografis (usia, tingkat pendidikan, pekerjaan, nama institusi dan posisi jabatan,

pengalaman kerja, nomor telepon, dan email). Pada bagian kedua dari kuesioner, terdapat angka numerik untuk mengukur variabel. Angka numerik tersebut berupa skala Likert. Skala likert merupakan skala yang mengukur persepsi seseorang terhadap serangkaian pernyataan berkaitan dengan keyakinan atau perilaku mengenai suatu objek tertentu (Hermawan, 2005). Bagian ini, responden dimohon kesediaan untuk memberi penilaian pada variabel-variabel risiko yang telah ditentukan sebelumnya berdasarkan probabilitas (*P*) dan dampak (*I*) menggunakan skala Likert antara (1-5). Probabilitas (*P*) diukur dari seberapa sering suatu peristiwa kemacetan *non-recurrent* (NRC) akibat permasalahan pada kendaraan berat terjadi, sedangkan dampak (*I*) diukur berdasarkan tingkat hambatan waktu yang terjadi. Adapun penjelasan lebih lanjut terkait skala Likert untuk penilaian probabilitas dan dampak tersaji pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.3 Skala Penilaian Probabilitas

Skala Penilaian	Deskripsi
1 Hampir tidak pernah (<i>Very Low</i>)	Sangat jarang terjadi dan hampir tidak pernah terjadi dalam 5 tahun terakhir.
2 Jarang Terjadi (<i>Low</i>)	Pernah terjadi dalam kurun waktu 1 tahun terakhir
3 Terkadang Terjadi (<i>Moderate</i>)	Terjadi beberapa kali dalam kurun waktu setahun terakhir, namun tidak lebih dari 5
4 Sering Terjadi (<i>High</i>)	Hampir setiap minggu atau terjadi lebih dari satu kali dalam sebulan
5 Sangat Sering Terjadi (<i>Very High</i>)	Hampir setiap hari atau terjadi lebih dari satu kali dalam seminggu

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

Tabel 3.4 Skala Penilaian Dampak

Skala Penilaian	Deskripsi
1 Sangat Kecil (<i>Very Low</i>)	Hampir tidak menghambat arus lalu-lintas.
2 Kecil (<i>Low</i>)	Menghambat sebagian ruas jalan, sehingga menimbulkan antrian dan menambah waktu perjalanan hingga 10-15 menit.
3 Menengah (<i>Moderate</i>)	Menghambat sebagian ruas jalan, sehingga menimbulkan antrian dan menambah waktu perjalanan hingga 30 menit.
4 Besar (<i>High</i>)	Menghambat sebagian atau total ruas jalan hingga 1-2 jam menunggu proses evakuasi.
5 Sangat Besar (<i>Very High</i>)	Menghambat total ruas jalan hingga lebih 2 jam menunggu proses evakuasi.

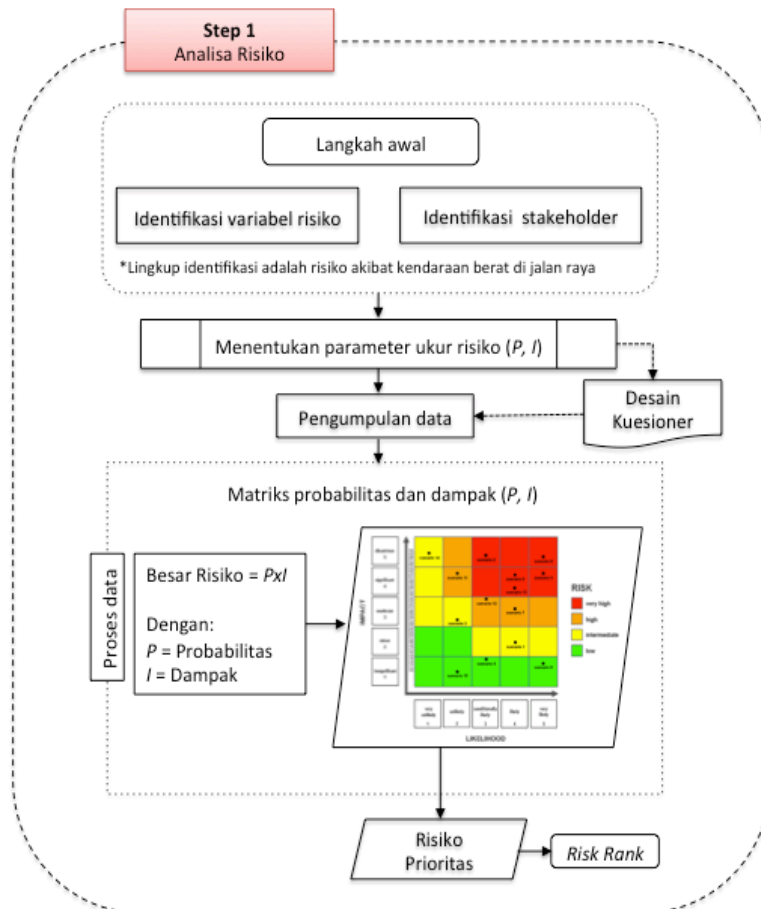
Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

2. Sasaran Responden

Kuesioner yang telah tersusun dinyatakan layak disebarakan untuk mendapatkan data sesuai tujuan penelitian yang diharapkan. Sasaran responden survey ini adalah sesuai dengan kriteria populasi dan sampel yang telah ditetapkan. Adapun sasaran survey yang diajukan dalam penelitian ini adalah pihak yang terlibat dalam infrastruktur jalan raya khususnya tahapan operasional jalan seperti; pemerintah, pengguna jalan, maupun orang disekitarnya. Mereka yang dipilih secara *purposive sampling* merupakan pihak yang mengetahui dan memiliki wawasan terkait seberapa sering dan bagaimana dampak terhadap waktu kemacetan yang ditimbulkan dari problem pada kendaraan berat yang terjadi pada ruas jalan objek tersebut.

3. Analisa risiko

Adapun konsep analisis risiko yang dimaksud dalam penelitian ini tersaji pada gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3.4 Flowchart analisa risiko (Hasil olahan peneliti, 2019)

Analisa risiko bertujuan untuk mengukur besar atau tingkatan risiko. Hasil pengukuran risiko akan memperoleh suatu pemahaman tentang seberapa penting atau dalam definisi negatifnya yaitu seberapa besar bahaya atau kerugian dari suatu kejadian risiko. Identifikasi dan pengukuran terhadap variable risiko, merupakan tahapan utama untuk menilai suatu variable risiko. Konsep manajemen risiko menjadi pendekatan dalam hal ini. Setiap variable risiko hasil identifikasi berdasarkan literature yang relevan kemudian diukur. Kuesioner menjadi media untuk pengumpulan data berdasarkan persepsi responden yang menilai setiap kemungkinan dan dampak dari suatu variabel berdasarkan skala Likert (1-5). Berikut ini skala penilaian kemungkinan atau probabilitas tersaji pada Tabel 3.5 dan skalan penilaian dampak tersaji pada Table 3.6.

Tabel 3.5 Kategori dan Nilai Probabilitas

Kategori	Nilai	Keterangan
SS (Sangat Sering)	5	Hampir setiap hari atau terjadi lebih dari satu kali dalam seminggu
S (Sering)	4	Hampir setiap minggu atau terjadi lebih dari satu kali dalam sebulan
C (Cukup)	3	Terjadi beberapa kali dalam kurun waktu setahun terakhir, namun tidak lebih dari 5
J (Jarang)	2	Pernah terjadi dalam kurun waktu 1 tahun terakhir
SJ (Sangat Jarang)	1	Sangat jarang terjadi dan hampir tidak pernah terjadi dalam 5 tahun terakhir.

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

Tabel 3.6 Kategori dan Nilai Dampak

Kategori	Nilai	Keterangan
SB (Sangat Besar)	5	Menghambat total ruas jalan hingga lebih 2 jam menunggu proses evakuasi.
B (Besar)	4	Menghambat sebagian atau total ruas jalan hingga 1-2 jam menunggu proses evakuasi.
S (Sedang)	3	Menghambat sebagian ruas jalan, sehingga menimbulkan antrian dan menambah waktu perjalanan hingga 30 menit.
K (Kecil)	2	Menghambat sebagian ruas jalan, sehingga menimbulkan antrian dan menambah waktu perjalanan hingga 10-15 menit.
SK (Sangat Kecil)	1	Hampir tidak mengganggu arus lalu-lintas.

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

Data hasil penilaian responden kemudian digabungkan menggunakan *Severity Index* (SI) untuk memperoleh nilai probabilitas maupun dampak. Menurut (Al-Hammad, 2000) Nilai SI (probabilitas) dapat dikategorikan sebagai berikut:

- 87.5 % ≤ SI ≤ 100 % masuk kategori sangat sering (SS)
- 62.5 % ≤ SI ≤ 87.5 % masuk kategori sering (S)
- 37.5 % ≤ SI ≤ 62.5 % masuk kategori cukup (C)
- 12.5 % ≤ SI ≤ 37.5 % masuk kategori jarang (J)
- 0.00 % ≤ SI ≤ 12.5 % masuk kategori sangat jarang (SJ)

Nilai SI (dampak) dapat dikategorikan sebagai berikut:

- 87.5 % ≤ SI ≤ 100 % masuk kategori sangat besar (SB)
- 62.5 % ≤ SI ≤ 87.5 % masuk kategori besar (B)
- 37.5 % ≤ SI ≤ 62.5 % masuk kategori Sedang (S)
- 12.5 % ≤ SI ≤ 37.5 % masuk kategori kecil (K)
- 0.00 % ≤ SI ≤ 12.5 % masuk kategori sangat kecil (SK)

Adapun berdasarkan Al-Hammad (2000) perhitungan SI berdasarkan persamaan berikut:

$$SI = \frac{(\sum_{i=0}^4)(ai)(xi)}{(4 \sum)(xi)} \times 100\% \quad (3.1)$$

Dimana,

- ai* : Pembobotan yang diberikan terhadap *i*,
- xi* : Jumlah responden yang memberikan jawaban terhadap *i*,
- i* : 0, 1, 2, 3, 4, ..., n.

Selanjutnya matriks probabilitas dan dampak (*P* dan *I*) digunakan untuk menilai risiko prioritas. Kemudian berdasarkan hasil analisis probabilitas dan dampak, diambil beberapa risiko yang memiliki nilai risiko kategori tinggi untuk dianalisis kembali menggunakan FTA guna menemukan akar penyebabnya.

3.5.3 Tahap 2 : Analisa Akar Penyebab

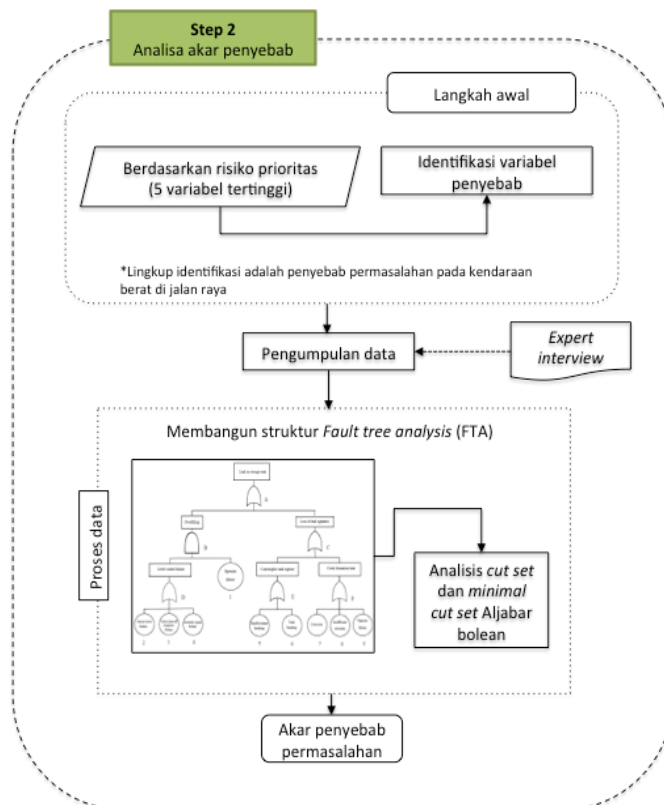
1. Penyusunan form dan wawancara expert

Tahapan ini dimulai dengan mempersiapkan form wawancara dan juga draf model FTA untuk diminta penilaian dan dikembangkan lebih lanjut

berdasarkan wawancara expert. Form wawancara dipersiapkan untuk mempermudah menampung segala informasi yang diberikan expert. Adapun sasaran expert yang diwawancarai pada tahapan ini adalah orang atau pihak yang memiliki pengetahuan dan pengalaman yang relevan dengan lingkup penelitian.

2. Analisa Akar Penyebab dengan FTA

Analisa akar penyebab bertujuan untuk mengetahui kejadian atau peristiwa paling dasar yang berkontribusi menyebabkan kejadian risiko atau *risk event*. Analisa dilakukan berdasarkan hasil penilaian risiko sebelumnya dengan mengambil risiko prioritas atau risiko bernilai tinggi. Kajian literatur juga dilakukan untuk menggali kemungkinan penyebab yang kemudian dilakukan interview expert untuk mengembangkan pohon kesalahan atau *Fault Tree Analysis* (FTA). Adapun konsep analisis akar penyebab yang dimaksud dalam penelitian ini tersaji pada gambar 3.5 sebagai berikut.



Gambar 3.5 Flowchart analisa akar penyebab (Hasil olahan peneliti, 2019)

Berdasarkan NASA (2010) terdapat delapan langkah yang digunakan untuk membangun FTA:

- Langkah pertama adalah mendefinisikan tujuan. Dalam penelitian ini, FTA diterapkan untuk lebih memahami bagaimana beberapa peristiwa risiko dalam kendaraan berat terjadi dan apa saja kejadian dasarnya.
- Langkah kedua adalah menentukan acara puncak. Penelitian ini menentukan peristiwa puncak, yang merupakan peristiwa risiko yang terjadi pada kendaraan berat. Namun, seperti yang telah dijelaskan, hanya lima peristiwa risiko yang dianggap penting berdasarkan analisis risiko yang akan dikembangkan.
- Langkah ketiga, tentukan ruang lingkup FTA. Ruang lingkup FTA harus menunjukkan kegagalan dan kontributor harus ditentukan untuk mewakili setiap peristiwa dasar (NASA 2002). Dalam penelitian ini, menentukan ruang lingkup kegagalan setiap acara dasar didasarkan pada literatur dan pendapat ahli.
- Langkah keempat, menentukan resolusi atau tingkat detail yang menjadi dasar dari setiap acara teratas. Penelitian ini juga menentukan batasan detail yang akan menjadi acara dasar berdasarkan saran dan pendapat ahli. Ketika suatu peristiwa dasar dianggap tidak dapat dikembangkan lebih lanjut atau dianggap cukup menurut ahli, maka itu akan menjadi batas resolusi paling dasar atau peristiwa dasar.
- Langkah kelima, menetapkan aturan dasar FTA. Studi ini umumnya mencakup nomenklatur terkait dengan peristiwa yang disebutkan dalam FT. Penggunaan nama istilah disesuaikan berdasarkan literatur yang relevan untuk membuatnya lebih mudah untuk memahami masalahnya.
- Langkah keenam adalah membangun FTA. Aturan dasar mengenai simbol dan gerbang logika untuk menghubungkan antara peristiwa mengacu pada literatur.
- Langkah ketujuh, mengevaluasi FTA dapat dilakukan secara kualitatif atau kuantitatif (Joshua dan Garber 1991). Evaluasi kualitatif termasuk menghitung set minimum cut, yang merupakan serangkaian acara minimum dasar yang dapat menyebabkan acara top. Sedangkan evaluasi kuantitatif termasuk menghitung probabilitas terjadinya suatu kejadian dasar. Penelitian ini menggunakan evaluasi kualitatif untuk menentukan peristiwa apa yang dapat menyebabkan peristiwa puncak, karena sesuai dengan tujuan awal penelitian

adalah untuk memahami bagaimana peristiwa itu terjadi dan menemukan sejumlah akar penyebab atau peristiwa dasar.

- Langkah kedelapan adalah interpretasi atau analisis hasil.

3.5.4 Tahap 3 : Analisa Hubungan Akar Penyebab dan Stakeholder

1. Penyusunan form wawancara stakeholder

Form wawancara digunakan untuk mempermudah peneliti dalam merangkum dan mengolah data hasil wawancara ahli atau responden penelitian. Terdapat banyak strategi dalam proses wawancara, mulai dari wawancara tatap muka hingga melalui perantara media. Penelitian ini melakukan wawancara pribadi, terutama wawancara tatap muka. Tujuan wawancara ini dapat menghasilkan suatu hubungan timbal balik yang baik antara responden dengan peneliti. Peneliti dapat memastikan pertanyaan yang diajukan dapat dipahami dengan baik oleh responden, tentunya responden dapat memberikan jawaban atau respon sebaik mungkin. Selain itu, wawancara dapat memberikan berbagai informasi penting lainnya bagi peneliti dalam melakukan kajian.

Pada tahap survei wawancara, form yang dapat menampung beberapa informasi penting dari ahli atau responden dipersiapkan. Bagian utama form merupakan bagian untuk mencatat informasi mengenai data diri atau profile responden. Bagian kedua merupakan form untuk mencatat terkait posisi responden sebagai pemangku kepentingan atau stakeholder dalam konteks infrastruktur jalan raya sebagai objek penelitian ini. Disini responden hanya dapat mengisi satu posisi yang mewakili kategori yang sesuai dengan responden dengan memberikan tanda centang (√) pada kotak yang tersedia dan memberikan deskripsi terkait fungsi dan keterlibatannya dalam lingkup ini.

Selanjutnya pada bagian ketiga merupakan form atau tabel untuk mencatatkan data yang terbagi menjadi dua cara mengumpulkan informasi atau data. Pertama, responden diminta untuk memilih risiko apa saja yang menjadi wilayah atau wewenang dari responden bersangkutan, responden dapat memberikan preferensi mereka dengan memberikan tanda centang (√) pada bagian kotak kosong yang disediakan. Kemudian kedua, responden diminta untuk menyatakan kelompok pemangku kepentingan lain yang berperan terhadap

kepemilikan variable risiko lainnya dengan memberikan tanda centang (√) pada kolom kategori pemangku kepentingan yang telah disediakan. Pada akhir kuesioner, responden diberi kesempatan untuk mengekspresikan pemikiran mereka terhadap penelitian ini yang dituliskan pada kotak saran yang tersedia.

Bagian terakhir, form berbentuk tabel berbentuk matrik dengan salah satu angka dari skala (1-5). Bagian ini bertujuan untuk menilai hubungan pengaruh antar variabel risiko. Adapun lebih jelasnya terkait penjelasan skala hubungan pengaruh tersaji pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.7 Skala Penilaian Hubungan/ Pengaruh

Skala	Deskripsi
1	Tidak berhubungan/ pengaruh
2	Kecil berhubungan/ pengaruh
3	Cukup Berhubungan/ pengaruh
4	Besar Berhubungan/ pengaruh
5	Sangat Besar Berhubungan/ pengaruh

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

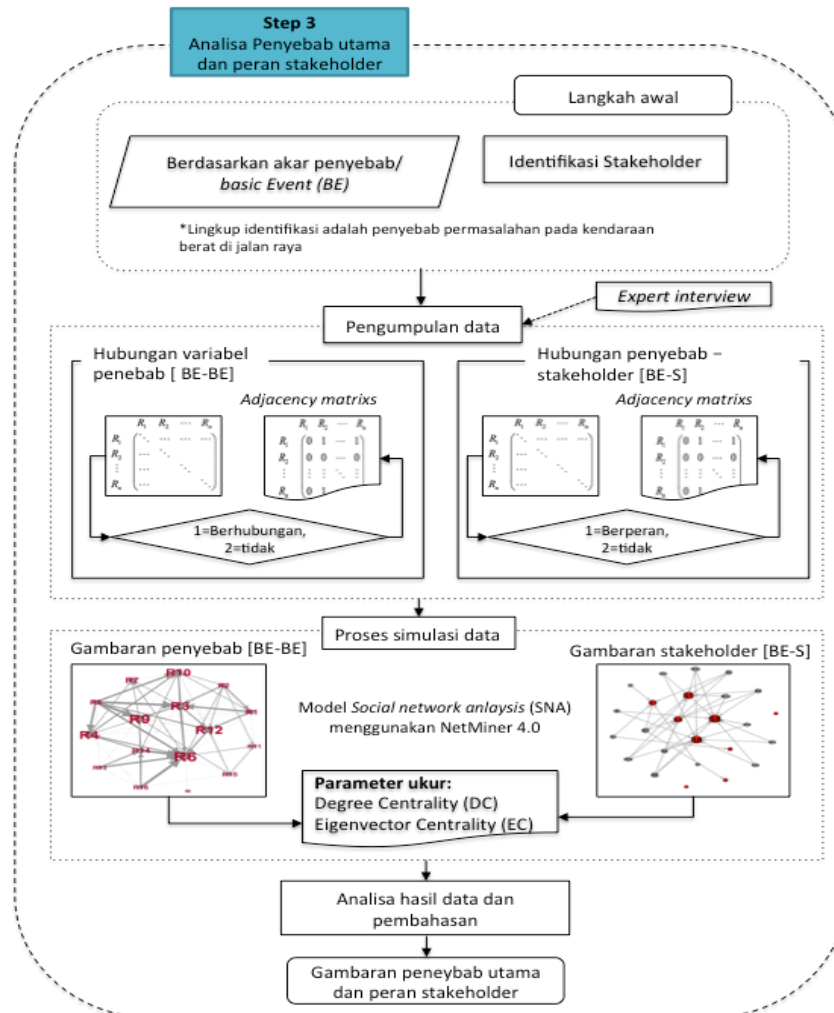
2. Responden wawancara

Dalam tahapan ini responden wawancara yang dilibatkan merupakan pemangku kepentingan atau stakeholder yang terlibat di jalan raya, terutama sesuai objek yang menjadi fokus penelitian. Stakeholder yang dimaksud adalah pihak yang terlibat langsung, baik sebagai pengelola jalan atau pemerintah, pengguna jalan seperti pelaku usaha sektor transportasi, hingga kalangan praktisi lainnya yang memiliki wawasan terkait data yang dibutuhkan dalam tahapan ini. Teknik penentuan responden dilakukan dengan *snowball sampling* atau dengan meminta petunjuk dari sampel pertama untuk mendapatkan sampel berikutnya.

3. Analisa hubungan antar penyebab dan stakeholder

Analisa hubungan antar penyebab bertujuan untuk memodelkan hubungan keterkaitan dan menemukan penyebab paling dominan atau paling berperan dalam menyebabkan suatu kejadian risiko. Sementara itu, analisa hubungan penyebab dengan stakeholder dilakukan memodelkan hubungan dan mengetahui stakeholder paling berperan dalam lingkup permasalahan. Data melalui interview expert kemudian menjadi inputan dalam metode *Social Network*

Analysis (SNA). Adapun konsep analisis hubungan antar penyebab dan stakeholder yang dimaksud dalam penelitian ini tersaji pada gambar 3.6 sebagai berikut.



Gambar 3.6 Flowchart analisa hubungan antar penyebab dan stakeholder yang terlibat (Hasil olahan peneliti, 2019)

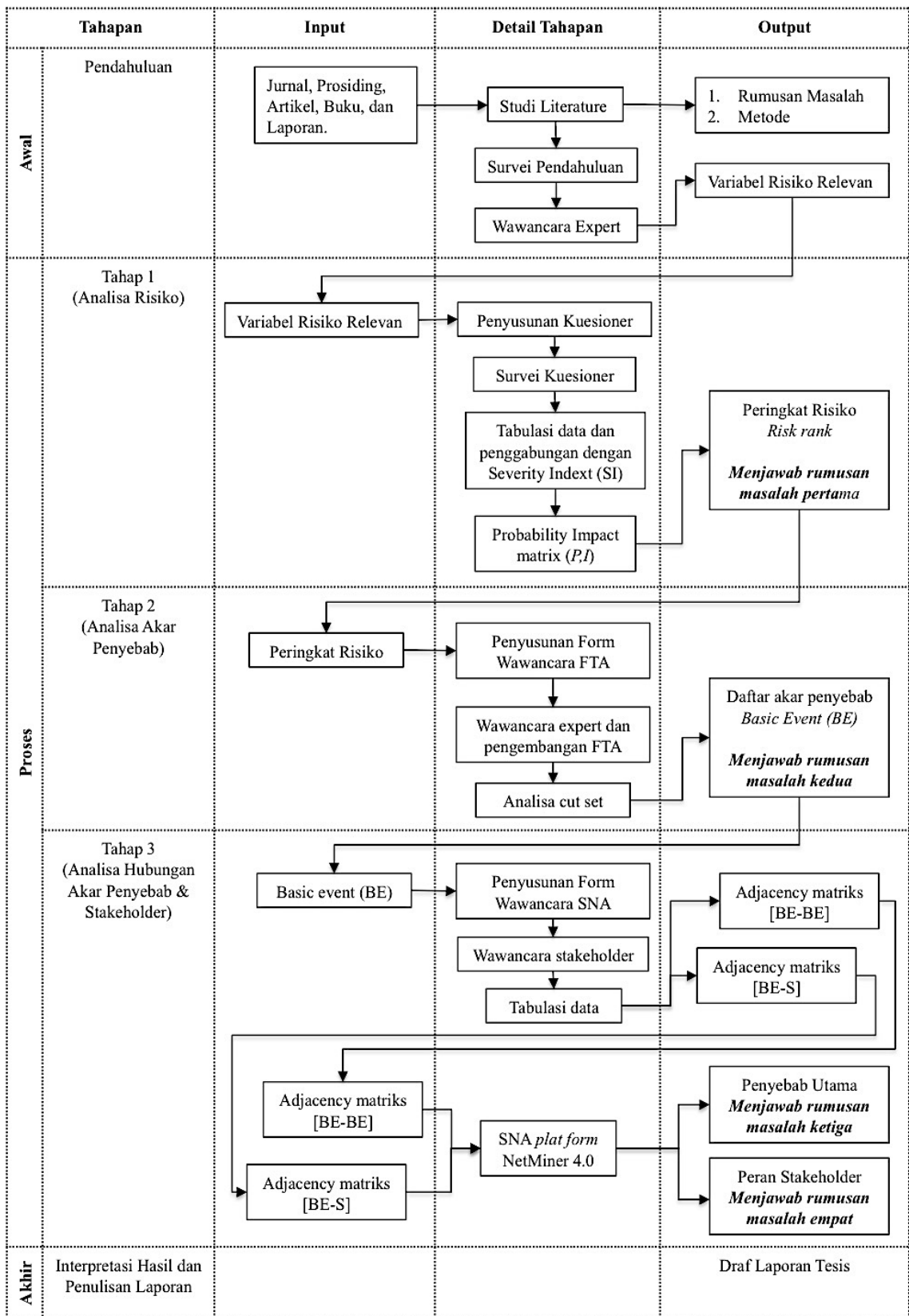
Memodelkan hubungan antar variabel penyebab risiko atau *basic event* [BE-BE]. Pada tahapan ketiga ini informasi terkait hubungan antar variabel penyebab risiko diperoleh berdasarkan persepsi responden melalui wawancara dan pengisian form yang telah disediakan. Skala Likert (1-5) menjadi ukuran tingkat pengaruh atau hubungan suatu variabel risiko. Skala (1) menyatakan tidak berhubungan, sedangkan skala (5) menyatakan sangat berhubungan, dimana semakin besar hubungan semakin besar juga skala yang diberikan. Selanjutnya

hasil pengumpulan data dari responden dikonversikan dalam bentuk *adjacency matrix* sebagai input data dalam Metode SNA guna memodelkan pola hubungan antar variabel risiko. Hasil analisa ini memperlihatkan akar penyebab atau *basic event* yang paling besar pengaruhnya. Adapun *software* yang digunakan mengembangkan model jaringan SNA dalam penelitian ini adalah Microsoft excel dan NetMiner 4.0.

Memodelkan hubungan variabel penyebab risiko atau *basic event* dengan stakeholder terlibat [BE-S]. Masih dalam tahapan ketiga penelitian ini, namun tahapan ini untuk mengetahui hubungan variabel penyebab risiko dengan stakeholder yang terlibat melalui proses wawancara yang sama dengan sebelumnya. Berdasarkan persepsi responden melalui wawancara. Hasil persepsi responden dikonversikan dalam bentuk *adjacency matrix* sebagai input data dalam Metode SNA guna memodelkan pola hubungan variabel penyebab risiko dengan stakeholder yang terlibat. Hasil analisa ini memperlihatkan stakeholder yang paling berperan dan berpengaruh penting dalam lingkup masalah ini.

3.5.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun tahapan penelitian ini selengkapnya disajikan pada Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.



Gambar 3.7 Diagram Alur Penelitian (Hasil olahan peneliti, 2019)

“Halaman ini sengaja dikosongkan...”

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahap Pendahuluan Penelitian

4.2.1 Pemilihan objek penelitian

Objek penelitian yang dipilih adalah jalan Surabaya-Mojokerto yang merupakan tipe jalan arteri yang menghubungkan kota Surabaya dan Mojokerto di Provinsi Jawa Timur seperti yang disajikan pada Gambar 4.1. Kota Surabaya adalah ibu kota Provinsi Jawa Timur dan merupakan kota terbesar kedua di Indonesia serta menjadi salah pusat berbagai kegiatan ekonomi Indonesia bagian timur. Jalan ini memiliki peran yang sangat penting karena banyak kendaraan berat melewati jalan ini yang membawa berbagai logistik dari Pelabuhan Tanjung Perak ke beberapa kota di bagian barat Provinsi Jawa Timur melalui Mojokerto. Sebagai jalan arteri yang terhubung langsung ke berbagai tipe jalan lainnya seperti jalan kolektor dan jalan lokal, serta merupakan kawasan pabrik industri menyebabkan jumlah volume lalu lintas di jalan kawasan ini menjadi padat.



Gambar 4.1 *Street view* jalan raya objek penelitian (Hasil olahan peneliti, 2019)

Fokus jalan yang menjadi pengamatan adalah dua ruas jalan yaitu Jalan Raya Taman dan Jalan Raya Kletek seperti yang terlihat pada Gambar 4.1. Kedua Ruas jalan tersebut memiliki panjang ± 8 KM (mulai dari Bundaran Waru hingga

kawasan Troosobo). Karakteristik jalan dua arah dengan dua lajur terbagi oleh median dilalui oleh berbagai jenis kendaraan, dimana salah satu mayoritasnya adalah kendaraan berat. Hampir semua kendaraan berat tersebut terutama yang membawa bahan bangunan yang dapat dianggap kelebihan beban (Prastyanto dan Mochtar, 2017). Akibatnya, kondisi tersebut dapat memicu berbagai masalah serius di jalan raya seperti kerusakan kendaraan hingga kecelakaan. Kondisi ini menciptakan berbagai eksternalitas negatif dan merupakan tantangan utama dalam transportasi jalan yang berkelanjutan. Fernandes dkk., (2019) berpendapat bahwa kemacetan lalu lintas adalah salah satu indikator untuk mengukur transportasi jalan yang berkelanjutan. Berdasarkan kondisi di atas, jalan ini dianggap cukup tepat dipilih sebagai objek penelitian untuk diterapkan konsep yang diusulkan di atas sebagai kerangka kerja untuk pemecahan permasalahan kemacetan akibat problem kendaraan berat yang dianggap sebagai penghambat terwujudnya infrastruktur jalan raya yang berkelanjutan.

4.2.2 Identifikasi variabel penelitian

Setelah pemilihan objek penelitian, beberapa variabel yang berkaitan dengan risiko kerusakan pada kendaraan berat diidentifikasi. Berdasarkan literatur, sepuluh variabel dianggap sesuai untuk tujuan penelitian seperti yang terlihat pada Tabel 4.1.

4.2.3 Survei pendahuluan

Survei pendahuluan bertujuan untuk memverifikasi kesesuaian variabel penelitian yang telah diidentifikasi dari literatur dengan konteks penelitian.

1. Profil responden

Survei pendahuluan ini melibatkan 4 (empat) ahli untuk memberikan penilaian pada masing-masing variabel melalui proses wawancara. Jumlah ini dianggap mencukupi untuk melakukan survei pendahuluan untuk menentukan variabel awal (Doloi dkk., 2011). Adapun empat orang ahli yang berhasil diwawancarai dalam survei pendahuluan terdiri dari satu ahli dari akademisi bidang ilmu transportasi, sektor pemerintah yaitu dari Balai Pengelola Transportasi Darat (BPTD wilayah XI Jatim), Kepolisian lalu lintas Jalan Raya Taman, dan pelaku usaha sektor jasa transportasi. Secara keseluruhan ahli yang terlibat memiliki rentang pengalaman 15 hingga lebih dari 20 tahun dan telah

mewakili beberapa sektor penting dalam sistem transportasi khususnya jalan raya objek penelitian.

2. Analisis dan pembahasan hasil survei pendahuluan

Survei pendahuluan dianalisis berdasarkan penilaian para ahli tentang relevansi variabel penelitian menggunakan Skala Semantik dari 1 (sangat tidak relevan) hingga 5 (sangat relevan). Hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 4.1 yang menunjukkan nilai *mean* setiap variabel dan standar deviasi (SD). Menurut Rohman dan Wiguna (2019) nilai 3,00 sebagai nilai tengah dari skala nilai tersebut, sehingga dalam penelitian ini nilai 3,00 memiliki arti bahwa suatu variable termasuk kategori cukup relevan dengan lingkup penelitian.

Tabel 4.1 Hasil Survei Pendahuluan

No.	Jenis Risiko	Mean	SD
R1	Bocor atau pecah ban	5,00	0,00
R4	Kerusakan pada sistem pengereman (rem blong atau rem terkunci)	4,25	0,50
R3	Kerusakan pada <i>axle</i> (as roda)	4,00	0,82
R10	Kendaraan menyebabkan tumpahan material berbahaya dijalan	4,00	0,82
R9	Kecelakaan	3,75	0,50
R2	Kerusakan pada mesin kendaraan (mogok)	3,25	0,50
R8	Kerusakan pada komponen penahan beban (pegas daun)	3,25	0,96
R6	Gangguan sistem kelistrikan kendaraan	3,00	0,82
R5	Gangguan sistem pencahayaan	3,00	0,82
R7	Kerusakan pada <i>bearing</i> (bagian roda)	3,00	0,82

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilakukan pemeringkatan terhadap variabel risiko yang memiliki nilai rata-rata tertinggi hingga nilai terendah. Semakin tinggi nilai rata-rata suatu variabel maka semakin tinggi pula tingkat relevansi variabel tersebut dengan lingkup penelitian ini. Hasil survei pendahuluan menunjukkan bahwa semua rata-rata variabel lebih besar dari 3,00. Ini menyiratkan bahwa semua variabel dari hasil studi literatur relevan dan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya sesuai konsep dan tahapan analisis risiko yang diusulkan.

4.2 Tahap 1: Analisis Risiko

4.3.1 Pengambilan data

Penelitian ini menggunakan teknik survei kuesioner dalam pengumpulan data untuk analisis risiko. Responden yang terlibat disini adalah pemangku kepentingan jalan raya yang umumnya dapat diklasifikasikan sebagai tiga kategori, yaitu pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sekitar. Adapun responden yang dipilih merupakan orang atau kalangan yang mengetahui dengan baik terkait seberapa sering problem pada kendaraan berat tersebut terjadi dan bagai mana dampak terhadap kemacetan. Kuesioner dikembangkan untuk menilai tingkat atau peristiwa risiko yang diukur dengan tingkat probabilitas (P) dan Dampak (I) dari setiap variabel penelitian. Seluruh kuesioner dibagikan secara langsung atau bertatap muka dengan responden untuk memastikan mereka dapat memahami pertanyaan kuesioner.

4.3.2 Profil responden

Terdapat 26 tanggapan yang berhasil dan valid dari distribusi kuesioner atas tiga sektor utama pemangku kepentingan jalan raya. Menurut latar belakang responden, 10 sampel (38%) berasal dari sektor pemerintah termasuk Polisi, Dishub, dan BPTD. 8 sampel (31%) berasal dari sektor swasta atau pelaku usaha (jasa transportasi) seperti pengemudi kendaraan berat (truk) dan pemilik kendaraan, dan manajer operasional kendaraan. Selanjutnya, 8 sampel (31%) dari masyarakat di sekitar objek studi kasus jalan yang sehari-hari menetap atau bekerja di lokasi tersebut. Responden memiliki rata-rata pengalaman lebih dari 15 tahun, sementara masyarakat sekitar juga telah menempati area tersebut selama lebih dari 15 tahun. Dengan demikian didasarkan pada penelitian yang dilakukan Ongkowijoyo (2017), yang juga melakukan penilaian risiko dengan melibatkan sedikitnya 5 responden untuk setiap kategori responden. Oleh karena itu, responden penilaian risiko penelitian ini dianggap cocok dan memenuhi untuk menilai probabilitas dan dampak dari peristiwa risiko.

4.3.3 Analisis risiko dan pembahasan hasil

Analisis risiko dilakukan untuk menentukan tingkat risiko berdasarkan probabilitas dan dampak. Namun, karena penilaian peristiwa risiko berasal dari 26 responden, harus ada metode untuk menggabungkan penilaian responden. Metode

Severity index (SI) digunakan sebagai metode untuk mengumpulkan skor responden seperti yang dinyatakan dalam Persamaan 4.1 (Al-Hammad, 2000).

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^4 ai.xi}{4 \sum_{i=0}^4 xi} (100\%) \quad (4.1)$$

Dimana,

- ai : Pembobotan yang diberikan terhadap i ,
- xi : Jumlah responden yang memberikan jawaban terhadap i ,
- i : 0, 1, 2, 3, 4, ..., n.

Hasil penilaian responden melalui *Severity Index* (SI) untuk mendapatkan nilai probabilitas dan dampak dari setiap variabel risiko, sehingga melalui *probability and impact matrix* dapat menghasilkan tingkatan risiko. Hasil survei kuesioner mengukur variabel risiko sebagai berikut :

1. Hasil analisa probabilitas (*Probability*)

Nilai probabilitas berdasarkan penilaian responden dapat diperoleh menggunakan *Severity Index* (SI). Menurut (Al-Hammad, 2000) Nilai SI dapat dikategorikan sebagai berikut:

- 87.5 % ≤ SI ≤ 100 % masuk kategori sangat sering (SS)
- 62.5 % ≤ SI ≤ 87.5 % masuk kategori sering (S)
- 37.5 % ≤ SI ≤ 62.5 % masuk kategori cukup (C)
- 12.5 % ≤ SI ≤ 37.5 % masuk kategori jarang (J)
- 0.00 % ≤ SI ≤ 12.5 % masuk kategori sangat jarang (SJ)

Dari pengkategorian di atas maka dapat diketahui nilai probabilitas atau kemungkinan terjadinya risiko. Nilai tersebut dapat dikonversikan berdasarkan *probability and impact matrix* dimana menggunakan *Skala likert* untuk membedakan tingkatannya. Adapun kategori dan nilai probabilitas tersaji pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Kategori dan Nilai Probabilitas

Kategori	Nilai	Keterangan
SS (Sangat Sering)	5	Hampir setiap hari atau terjadi lebih dari satu kali dalam seminggu
S (Sering)	4	Hampir setiap minggu atau terjadi lebih dari satu kali dalam sebulan

Tabel 4.2 Kategori dan Nilai Probabilitas (*Lanjutan*)

Kategori	Nilai	Keterangan
C (Cukup)	3	Terjadi beberapa kali dalam kurun waktu setahun terakhir, namun tidak lebih dari 5
J (Jarang)	2	Pernah terjadi dalam kurun waktu 1 tahun terakhir
SJ (Sangat Jarang)	1	Sangat jarang terjadi dan hampir tidak pernah terjadi dalam 5 tahun terakhir.

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

Mengacu pada Tabel 4.3 sebagai contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai SI kategori penilaian probabilitas (P) variabel risiko. Semisal perhitungan nilai SI untuk variabel R1, maka dapat dilihat tidak ada responden yang memberikan penilaian probabilitas sangat jarang (SJ). Sementara terdapat 4 responden memberikan penilaian probabilitas jarang (J), 2 responden memberikan penilaian probabilitas cukup (C), 17 responden memberikan penilaian probabilitas sering (S), dan 3 responden memberikan penilaian probabilitas sangat sering (SS). Untuk menggabungkan penilaian probabilitas keseluruhan responden tersebut berdasarkan persamaan 4.1 di atas, maka perhitungan nilai SI kategori nilai probabilitas untuk variabel risiko R1 adalah sebagai berikut:

$$SI = \frac{((0 \times 0) + (1 \times 4) + (2 \times 2) + (3 \times 17) + (4 \times 3))}{(4(0 + 4 + 2 + 17 + 3))} (100\%) = 68,27\%$$

Perhitungan di atas diperoleh nilai SI probabilitas variabel risiko R1 sebesar 68,27%. Kemudian sesuai pengkategorian nilai SI, dan Tabel 4.3 dapat di simpulkan bahwa variabel risiko R1 termasuk dalam kategori risiko dengan probabilitas sering (S) atau dengan nilai probabilitas 4. Dengan cara yang sama juga dilakukan perhitungan untuk variabel risiko lainnya. Sehingga nilai probabilitas hasil perhitungan berdasarkan metode SI tersebut nantinya akan digunakan untuk mengukur tingkat atau besaran dari setiap variabel risiko berdasarkan matriks probabilitas dan dampak. Hasil keseluruhan atau rekapitulasi penilaian probabilitas risiko dan nilai *Severity Index* (SI) tersaji pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Rekapitulasi Penilaian Probabilitas dan Nilai *Severity Index* (SI)

No.	Variabel risiko	Probability (P)					SI (%)	Kategori	Nilai
		1 SJ	2 J	3 C	4 S	5 SS			
R1	Bocor atau pecah ban	0	4	2	17	3	68,27	S	4
R2	Kerusakan pada mesin kendaraan (mogok)	3	6	5	10	2	51,92	C	3
R3	Kerusakan pada <i>axle</i> (as roda)	0	3	13	8	2	58,65	C	3
R4	Kerusakan pada sistem pengereman (rem blong atau rem terkunci)	4	6	10	6	0	42,31	C	3
R5	Gangguan sistem pencahayaan	6	16	4	0	0	23,08	J	2
R6	Gangguan sistem kelistrikan kendaraan	14	9	3	0	0	14,42	J	2
R7	Kerusakan pada <i>bearing</i> (bagian roda)	2	16	6	2	0	32,69	J	2
R8	Kerusakan pada komponen penahan beban (pegas daun)	0	13	13	0	0	37,50	C	3
R9	Kecelakaan	0	3	10	11	2	61,54	C	3
R10	Kendaraan menyebabkan tumpahan material yang diangkut di jalan	0	14	8	4	0	40,38	C	3

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

2. Hasil analisa dampak (*Impact*)

Nilai dampak berdasarkan penilaian responden dapat diperoleh menggunakan *Severity Index* (SI). Menurut (Al-Hammad, 2000) Nilai SI dapat dikategorikan sebagai berikut:

$87.5 \% \leq SI \leq 100 \%$ masuk kategori sangat besar (SB)

$62.5 \% \leq SI \leq 87.5 \%$ masuk kategori besar (B)

$37.5 \% \leq SI \leq 62.5 \%$ masuk kategori Sedang (S)

$12.5 \% \leq SI \leq 37.5 \%$ masuk kategori kecil (K)

$0.00 \% \leq SI \leq 12.5 \%$ masuk kategori sangat kecil (SK)

Dari pengkategorian di atas maka dapat diketahui nilai dampak atau *Impact* risiko. Nilai tersebut dapat dikonversikan berdasarkan *probability and*

impact matrix dimana menggunakan *Skala likert* untuk membedakan tingkatannya. Adapun kategori dan nilai dampak tersaji pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Kategori dan Nilai Dampak

Kategori	Nilai	Keterangan
SB (Sangat Besar)	5	Menghambat total ruas jalan hingga lebih 2 jam menunggu proses evakuasi.
B (Besar)	4	Menghambat sebagian atau total ruas jalan hingga 1-2 jam menunggu proses evakuasi.
S (Sedang)	3	Menghambat sebagian ruas jalan, sehingga menimbulkan antrian dan menambah waktu perjalanan hingga 30 menit.
K (Kecil)	2	Menghambat sebagian ruas jalan, sehingga menimbulkan antrian dan menambah waktu perjalanan hingga 10-15 menit.
SK (Sangat Kecil)	1	Hampir tidak mengganggu arus lalu-lintas.

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

Sebagai contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai SI kategori penilaian dampak (*I*). Semisal perhitungan nilai SI untuk variabel R1, maka dapat dilihat pada Tabel 4.5 tidak ada responden yang memberikan penilaian dampak sangat kecil (SK). Sementara terdapat 1 responden memberikan penilaian dampak kecil (K), 11 responden memberikan penilaian dampak sedang (S), 13 responden memberikan penilaian dampak besar (B), dan 1 responden memberikan penilaian dampak sangat besar (SB). Untuk menggabungkan penilaian dampak keseluruhan responden tersebut berdasarkan persamaan 4.1 di atas, maka perhitungan nilai SI kategori nilai dampak untuk variabel risiko R1 adalah sebagai berikut:

$$SI = \frac{((0 \times 0) + (1 \times 1) + (2 \times 11) + (3 \times 13) + (4 \times 1))}{(4(0 + 1 + 11 + 13 + 1))} (100\%) = 63,46\%$$

Perhitungan di atas diperoleh nilai SI dampak (*I*) variabel risiko R1 sebesar 63,46%. Kemudian sesuai pengkategorian nilai SI, dan Tabel 4.4 dapat di simpulkan bahwa variabel risiko R1 termasuk dalam kategori risiko dengan dampak besar (B) atau dengan nilai dampak 4. Dengan cara yang sama juga dilakukan perhitungan untuk variabel risiko lainnya. Sehingga nilai dampak hasil perhitungan berdasarkan metode SI tersebut nantinya akan digunakan untuk mengukur tingkat atau besaran dari setiap variabel risiko berdasarkan matriks

probabilitas dan dampak. Hasil rekapitulasi penilaian dampak risiko dengan *Severity Index* (SI) tersaji pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Rekapitulasi Nilai Dampak Dengan *Severity Index* (SI)

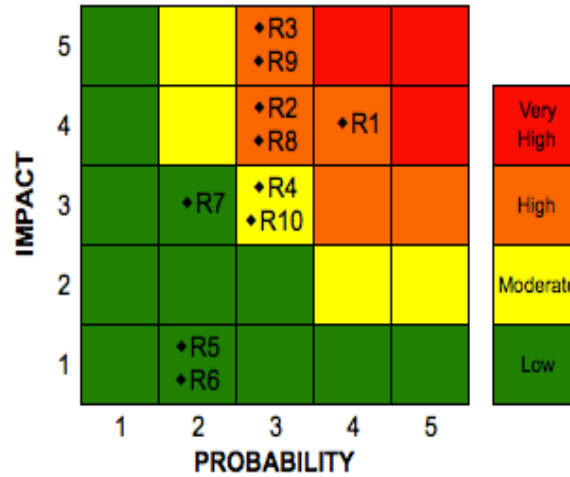
No.	Variabel risiko	<i>Impact (I)</i>					SI (%)	Kategori	Nilai
		1	2	3	4	5			
		SK	K	S	B	SB			
R1	Bocor atau pecah ban	0	1	11	13	1	63,46	B	4
R2	Kerusakan pada mesin kendaraan (mogok)	0	1	12	11	2	63,46	B	4
R3	Kerusakan pada axle (as roda)	0	0	0	11	15	89,42	SB	5
R4	Kerusakan pada sistem pengereman (rem blong atau rem terkunci)	2	5	17	2	0	43,27	S	3
R5	Gangguan sistem pencahayaan	22	4	0	0	0	3,85	SK	1
R6	Gangguan sistem kelistrikan kendaraan	21	4	1	0	0	5,77	SK	1
R7	Kerusakan pada bearing (bagian roda)	1	12	10	3	0	39,42	S	3
R8	Kerusakan pada komponen penahan beban (pegas daun)	0	0	2	9	15	87,50	B	4
R9	Kecelakaan	0	0	1	9	16	89,42	SB	5
R10	Kendaraan menyebabkan tumpahan material yang diangkut di jalan	1	6	16	2	1	46,15	S	3

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

3. Analisa risiko

Hasil perhitungan dan penggabungan data penilaian responden dengan metode SI dari setiap risiko kemudian digunakan untuk menghitung tingkat risiko seperti yang terlihat pada Tabel 4.6 yang menunjukkan ringkasan dari hasil analisis risiko yang mengacu pada matriks probabilitas dan dampak ($P \times I$). Peristiwa risiko diurutkan berdasarkan levelnya. Untuk menentukan tingkat risiko, *Probability Impact Matrix* digunakan sebagai pedoman seperti yang disajikan pada Gambar 3.6. Berdasarkan tabel matriks, lima peristiwa risiko dikategorikan sebagai kategori nilai risiko "tinggi" dengan keterangan warna orange (R1, R2,

R3, R8, R9), dua variabel kategori risiko "sedang" dengan keterangan warna kuning (R4 dan R10), dan tiga variabel kategori risiko "rendah" dengan



keterangan warna hijau (R5, R6 dan R7).

Gambar 4.2 *Probability Impact Matrix* (Olahan peneliti, 2019)

Tabel 4.6 Rekapitulasi Tingkat Risiko

No.	Variabel risiko	Nilai Probabilitas (P)	Nilai Dampak (I)	Nilai Risiko (PxI)	Kategori
R1	Bocor atau pecah ban	4	4	16	High
R2	Kerusakan pada mesin kendaraan (mogok)	3	4	12	High
R3	Kerusakan pada <i>axle</i> (as roda)	3	5	15	High
R4	Kerusakan pada sistem pengereman (rem blong atau rem terkunci)	3	3	9	Moderate
R5	Gangguan sistem pencahayaan	2	1	2	Low
R6	Gangguan sistem kelistrikan kendaraan	2	1	2	Low
R7	Kerusakan pada bearing (bagian roda) kendaraan	2	3	6	Low
R8	Kerusakan pada komponen penahan beban (pegas daun)	3	4	12	High
R9	Kecelakaan	3	5	15	High
R10	Kendaraan menyebabkan tumpahan material yang diangkut di jalan	3	3	9	Moderate

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

Berdasarkan Tabel 4.6 menemukan lima variabel risiko dengan nilai tertinggi. Pertama yaitu kejadian risiko bocor atau pecah ban kendaraan (R1) dengan nilai risiko 16. Peringkat kedua adalah risiko kerusakan *axle* atau as roda kendaraan (R3) dengan nilai risiko 15. Peringkat ketiga adalah risiko kecelakaan (R9) dengan nilai risiko 15. Keempat adalah kejadian risiko kerusakan mesin kendaraan (mogok) (R2) dengan nilai risiko 12. Kelima adalah kejadian risiko kerusakan pada penahan beban kendaraan (pegas daun) (R8) dengan nilai risiko 12. Sementara itu terdapat dua risiko dengan kategori *moderate*. Pertama yaitu risiko kerusakan pada sistem pengereman (R4) dengan nilai risiko 12. Kedua adalah kejadian risiko kendaraan menyebabkan tumpahan material yang di angkut di jalan (R10) dengan nilai risiko 12. Selain itu, tiga risiko kategori rendah atau *low* seperti gangguan system pencahayaan kendaraan (R5) dengan nilai risiko 2, gangguan system kelistrikan kendaraan (R6) dengan nilai risiko 2, dan kerusakan pada *bearing* bagian roda kendaraan (R7) dengan nilai risiko 6.

Hasil analisis risiko pada tahap pertama ini dapat disimpulkan bahwa lima variabel risiko kemacetan *non-recurrent* akibat kendaraan berat dengan kategori nilai tinggi dinilai sebagai problem utama. Mengingat variabel risiko tersebut masuk kedalam kategori *high* yang berarti memiliki kemungkinan dan dampak yang lebih buruk, maka dalam upaya mengurangi potensi buruk dari kejadian risiko tersebut penelitian ini fokus untuk menganalisa lebih lanjut guna mengetahui penyebab utama dari setiap variabel risiko kategori nilai *high*. Kelima risiko tersebut digali lebih dalam terkait apa yang menjadi penyebab dasarnya.

4.3 Tahap 2: Analisis Akar Penyebab

4.4.1 Pengambilan data

Untuk mendapatkan informasi terkait dengan akar penyebab, pohon kesalahan atau *fault tree* dalam metode FTA dikembangkan untuk setiap peristiwa risiko yang memiliki nilai risiko tinggi berdasarkan hasil analisis risiko sebelumnya. Sementara itu, beberapa peristiwa dasar atau akar penyebab (*basic event*) diidentifikasi berdasarkan literatur dan kemudian dinilai berdasarkan pendapat ahli melalui proses wawancara. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif berdasarkan penilaian ahli untuk menentukan suatu peristiwa yang

menyebabkan peristiwa puncaknya. Form wawancara dan draf model FTA dipersiapkan untuk membantu proses pengembangan model FTA. Adapun ahli yang terlibat lebih lanjut dijelaskan pada sub bab berikutnya.

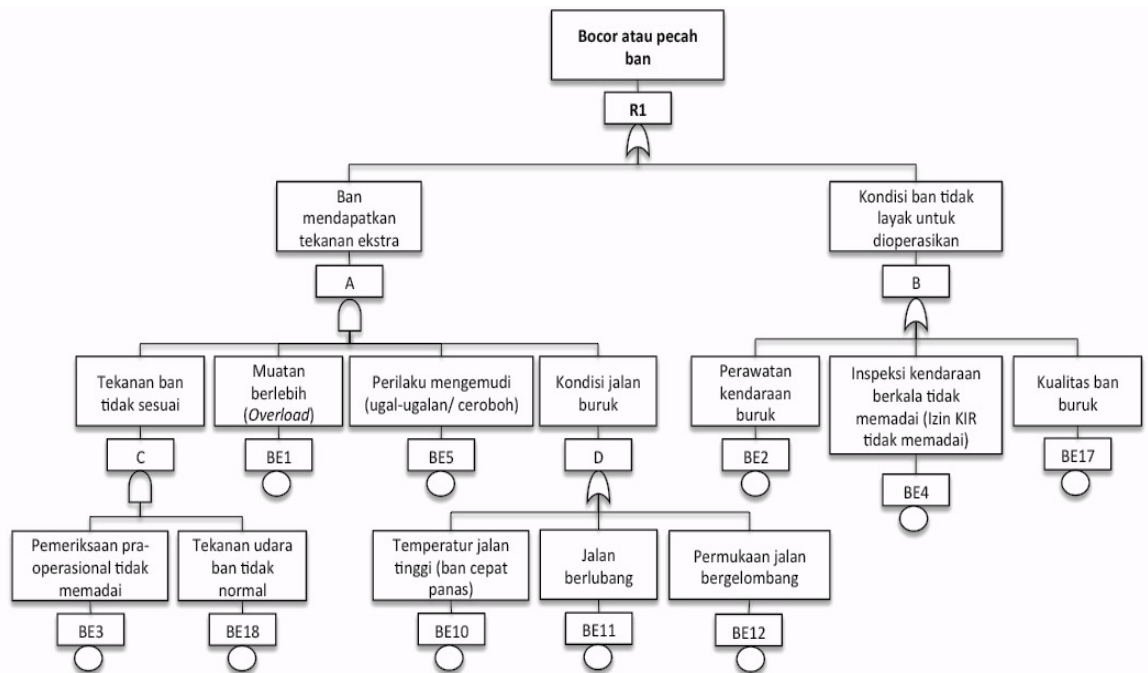
4.4.2 Profil expert

Tiga ahli yang berhasil diwawancarai untuk mengembangkan FTA terdiri dari satu orang dengan latar belakang akademis bidang transportasi yang memiliki pengalaman 29 tahun dan dua ahli dengan latar belakang praktisi di jalan raya yaitu dari Petugas BPTD XI JATIM dan salah satu Manager Operasional Kendaraan Berat (Truk) perusahaan logistik dengan pengalaman rata-rata 20 tahun.

4.4.3 Analisis dan pembahasan hasil analisis akar penyebab

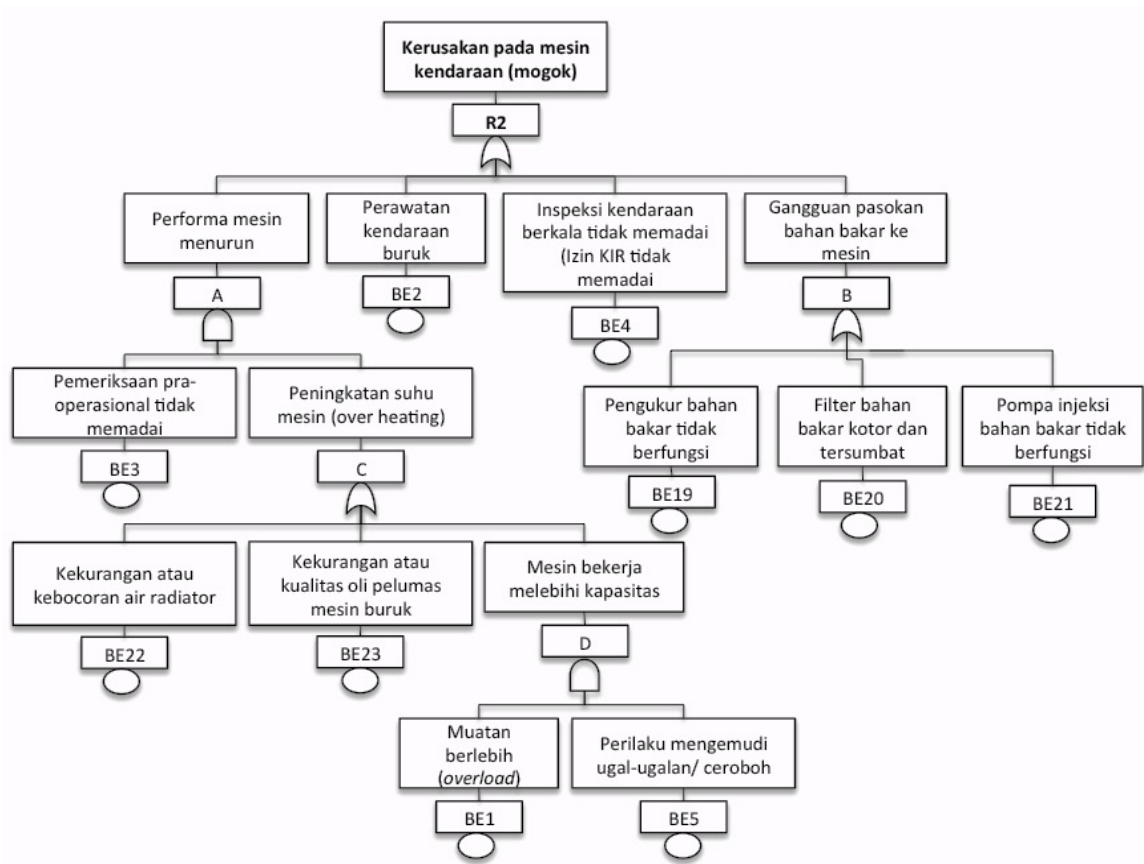
Berdasarkan hasil tahapan sebelumnya, lima variabel risiko dianggap penting untuk dianalisis akar penyebabnya, yaitu R1, R2, R3, R8, dan R9. Gambar 4.7 hingga 4.11 menunjukkan perkembangan FTA untuk lima peristiwa risiko yang dihasilkan dari analisis risiko sebelumnya. Gambar 4.3 adalah FTA yang dikembangkan yang bertujuan untuk mengetahui peristiwa dasar untuk variabel risiko bocor atau pecah ban (R1).

Berdasarkan FTA #1 ditemukan bahwa penyebab dasar kejadian risiko R1 adalah karena tekanan ekstra pada ban kendaraan yang disebabkan oleh beberapa peristiwa dasar, yaitu muatan berlebih (BE1) (Jacob dan Beaumelle, 2010), perilaku pengemudi ugal-ugalan/ceroboh (BE5) (Blazquez dkk., 2018), pemeriksaan pra-operasional yang tidak memadai (BE3) (Zhang dkk., 2014), tekanan angin ban tidak normal (BE18) (Cordo dkk., 2017), suhu permukaan jalan tinggi (ban cepat panas) (BE10) (Anupam dkk., 2014; Suastawa dan Sukadana, 2019), jalan berlubang (BE11) (AASHTO, 2016), dan permukaan jalan bergelombang (BE12) (Steyn dan Haw, 2005). Selain itu, kondisi ban tidak layak untuk operasi yang disebabkan oleh beberapa peristiwa dasar seperti pemeliharaan yang buruk (BE2) (Zhang dkk., 2014; Teoh dkk., 2017), kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR (BE4) (Das dkk., 2019), dan juga salah satu penyebab yang menurut ahli penting karena dalam praktiknya sering dijumpai sejumlah kendaraan berat yang menggunakan ban vulkanisir kurang berkualitas (BE17).

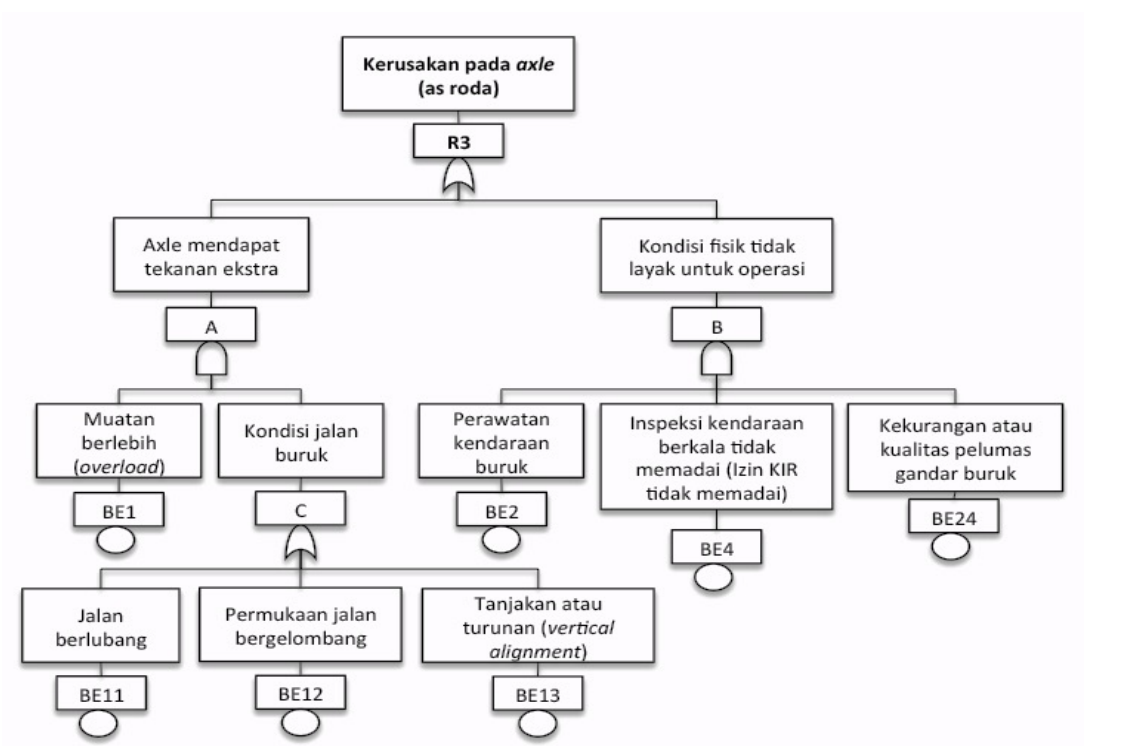


Gambar 4.3 FTA #1 Variabel Risiko R1 (Hasil olahan peneliti, 2019).

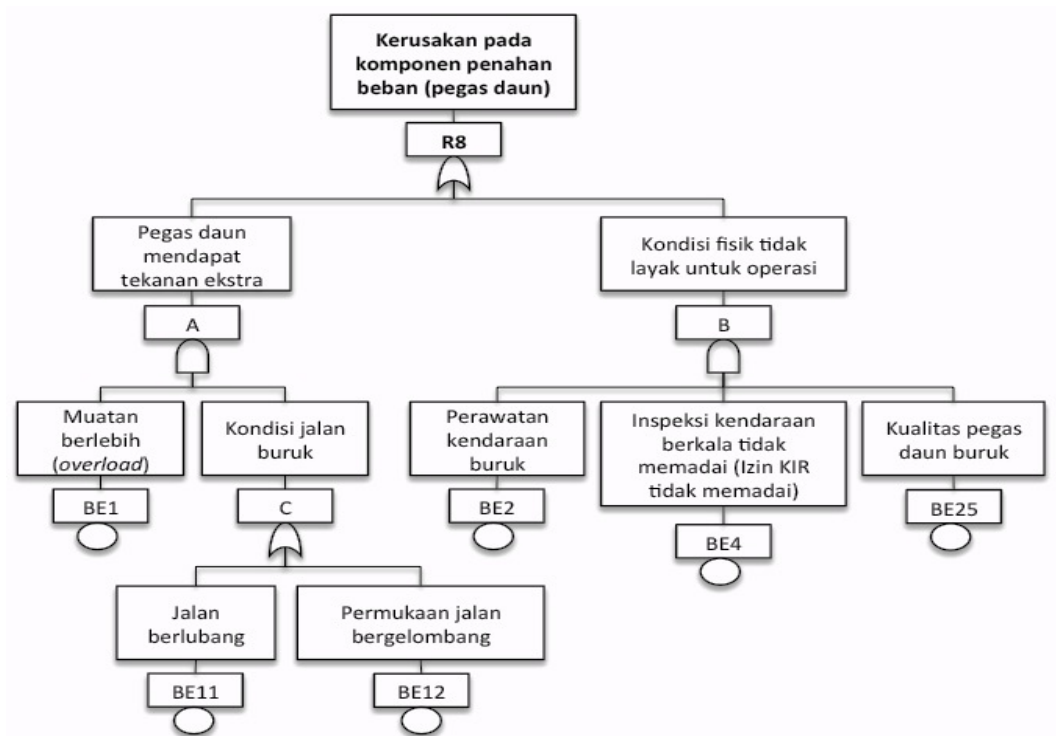
Pada dasarnya sangat memungkinkan bahwa pemeriksaan pra-operasional yang buruk sering mengakibatkan ban kendaraan dalam kondisi tekanan yang tidak sempurna (Cordoş dkk., 2017). Selain itu, tekanan ban dalam kondisi yang tidak sempurna memiliki potensi untuk meningkatkan tekanan, memaksa ban bekerja diluar kemampuannya dan menyebabkan pecah ban. Sementara itu, kondisi jalan yang buruk (BE10, BE11 dan BE12) juga dapat memperburuk kinerja ban. Selain itu, kejadian risiko R1 juga dapat dipengaruhi oleh kondisi ban yang tidak layak untuk operasi. Peristiwa ini disebabkan oleh buruknya perawatan (BE2), kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR (BE4), dan kualitas ban yang buruk (BE17). Dengan menggunakan prosedur yang serupa, FTA untuk empat peristiwa risiko lainnya juga dikembangkan untuk mengetahui akar penyebabnya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 hingga 4.7.



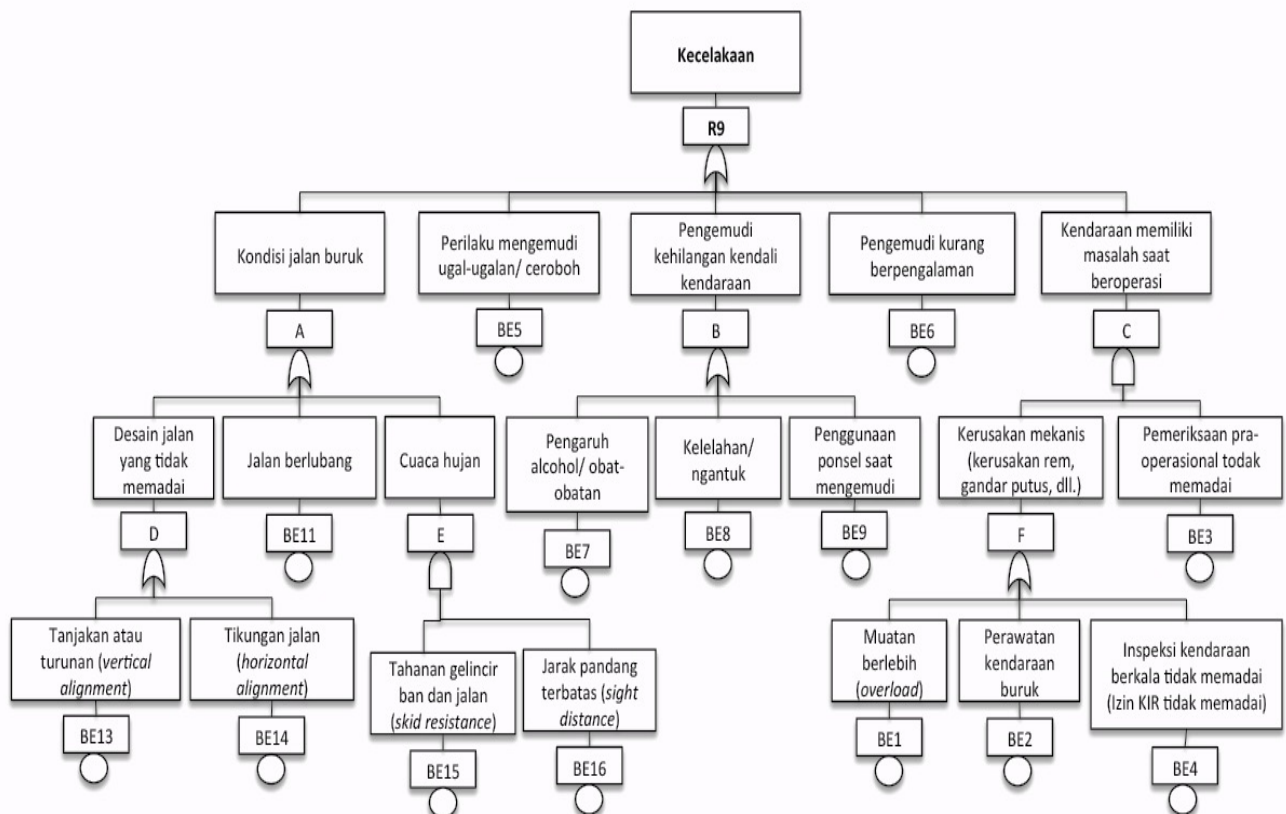
Gambar 4.4 FTA #2 Variabel Risiko R2 (Hasil olahan peneliti, 2019).



Gambar 4.5 FTA #3 Variabel Risiko R3 (Hasil olahan peneliti, 2019).



Gambar 4.6 FTA #4 Variabel Risiko R8 (Hasil olahan peneliti, 2019).



Gambar 4.7 FTA #5 Variabel Risiko R9 (Hasil olahan peneliti, 2019).

Berdasarkan hasil di atas, set minimum cut peristiwa risiko dihitung seperti pada Tabel 4.7. *Cut set* adalah set peristiwa yang bersama-sama menyebabkan *top event* terjadi. Minimum *cut sets* adalah jumlah minimum penyebab dasar yang menyebabkan kejadian utama atau *top event* (Ericson, 2005). Penelitian ini menggunakan metode *Aljabar Boolean* untuk menghitung minimum cut set. *Aljabar Boolean* adalah matematika dasar untuk menganalisis dan menyederhanakan gerbang logika sehingga dapat menghubungkan *basic event* dengan *top event* tanpa gerbang (Ruijters dan Stoelinga, 2015). Aturan dasar perkalian ($A \times B$) untuk gerbang logika AND dan aturan penjumlahan ($A+B$) untuk gerbang logika OR digunakan dalam perhitungan dengan pendekatan *top-down*.

Tabel 4.7 Perhitungan Minimum Cut Set

FTA	Perhitungan	Minimal cut sets
1	$R1 = (A+B) = [(C \times BE1 \times BE5 \times D) + (BE2 + BE4 + BE17)] = [(BE3 \times BE18) \times BE1 \times BE5 \times (BE10 + BE11 + BE12) + (BE2 + BE4 + BE17)]$	(BE2), (BE4), (BE17), (BE1, BE3, BE5, BE10, BE18), (BE1, BE3, BE5, BE11, BE18), (BE1, BE3, BE5, BE12, BE18).
2	$R2 = (A + BE2 + BE4 + B) = [(BE3 \times C) + BE2 + BE4 + (BE19 + BE20 + BE21)] = [(BE3 \times (BE22 + BE23 + D)) + BE2 + BE4 + (BE19 + BE20 + BE21)] = [BE3 \times BE22 + BE23 + (BE1 \times BE5)] + BE2 + BE4 + (BE19 + BE20 + BE21)]$	(BE2), (BE4), (BE19), (BE20), (BE21), (BE3, BE22), (BE3, BE23), (BE3, BE1, BE5).
3	$R3 = (A+B) = [(BE1 \times C) + (BE2 \times BE4 \times BE24)] = [(BE1 \times (BE11 + BE12 + BE13)) + (BE2 \times BE4 \times BE24)]$	(BE2, BE4, BE24), (BE1, BE11), (BE1, BE12), (BE1, BE13)
4	$R8 = (A+B) = [(BE1 \times C) + (BE2 \times BE4 \times BE25)] = [(BE1 \times (BE11 + BE12)) + (BE2 \times BE4 \times BE25)]$	(BE2, BE4, BE25), (BE1, BE11), (BE1, BE12).
5	$R9 = (A + BE5 + B + BE7 + C) = [(D + BE11 + E) + BE5 + (BE7 + BE8 + BE9) + BE6 + (F \times BE3)] = [(BE13 + BE14) + BE11 + (BE15 \times BE16) + BE5 + (BE7 + BE8 + BE9) + BE6 + ((BE1 + BE2 + BE4) \times BE3)]$	(BE5), (BE6), (BE7), (BE8), (BE9), (BE11), (BE13), (BE14), (BE15, BE16), (BE1, BE3), (BE2, BE3), (BE3, BE4)

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

Berdasarkan FTA yang dikembangkan sesuai dengan Tabel 4.8 bahwa risiko bocor atau pecah ban (R1) seperti yang disajikan dalam Gambar 3.7 dapat dihitung minimum cut setnya. Mengacu pada metode aljabar Boolean yang dijelaskan sebelumnya, variabel risiko R1 disebabkan oleh dua *intermediate event* yaitu ban mendapat tekanan ekstra (A) dan kondisi ban tidak layak untuk operasi (B). *Intermediate event* tersebut dihubungkan oleh gerbang logika OR, yang berarti berlaku aturan penjumlahan (A+B). *Intermediate event* (A) disebabkan lagi oleh empat peristiwa yang terdiri dari dua *intermediate event* yaitu tekanan udara ban yang tidak normal (C) dan kondisi jalan yang buruk (D), dan juga dua *basic event* yaitu muatan berlebih (BE1) dan perilaku pengemudi ugal-ugalan/ceroboh (BE5). Keempat peristiwa tersebut dihubungkan oleh gerbang logika AND, yang berarti menerapkan aturan perkalian (CxBE1xBE5xD). *Intermediate event* (C) memiliki dua *basic event*, yaitu pemeriksaan pra-operasional yang tidak memadai (BE3) dan tekanan udara ban tidak normal (BE18). Keduanya terhubung oleh gerbang logika AND, yang berarti menerapkan aturan perkalian (BE3xBE18). Kemudian *intermediate event* (D) memiliki tiga *basic event* yaitu temperatur jalan yang tinggi (ban cepat panas) (BE10), jalan berlubang (BE11), dan permukaan jalan bergelombang (BE12). Ketiganya dihubungkan oleh gerbang logika OR, yang berarti aturan penjumlahan berlaku (BE10+BE11+BE12). Sedangkan untuk *intermediate event* (B) disebabkan oleh tiga *basic event*, yaitu perawatan kendaraan buruk (BE2), kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR (BE4), dan kualitas ban yang buruk (BE17). Ketiganya dihubungkan oleh gerbang logika OR, yang berarti berlaku aturan penjumlahan (BE2+BE4+BE17).

Akhirnya, berdasarkan perhitungan seperti yang disajikan pada Tabel 4.8 risiko kejadian ban bocor atau pecah ban (R1) seperti yang disajikan pada Gambar 4.7 menemukan bahwa ada 6 set *basic event* yaitu; (1) Perawatan kendaraan buruk (BE2), (2) Kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR (BE4), (3) Kualitas ban yang buruk (BE17), (4) Kombinasi beberapa *basic event* seperti beban berlebih, pemeriksaan pra-operasional tidak memadai, perilaku pengemudi ugal-ugalan/ceroboh, temperatur jalan tinggi (ban cepat panas), dan tekanan udara ban tidak normal (BE1, BE3, BE5, BE10, BE18), (5) Kombinasi *basic event*

beban berlebih, tidak memadai atau pemeriksaan pra-operasional yang tidak tepat, perilaku pengemudi ugal-ugalan/ceroboh, jalan berlubang, dan tekanan udara ban tidak normal (BE1, BE3, BE5, BE11, BE18), dan (6) Kombinasi *basic event* yaitu kelebihan beban, pemeriksaan pra-operasional yang tidak memadai, perilaku pengemudi ugal-ugalan/ceroboh, permukaan jalan bergelombang, tekanan udara ban tidak normal (BE1, BE3, BE5, BE12, BE12, BE18). Hasil di atas menunjukkan bahwa variabel risiko R1 dapat terjadi jika salah satu dari 6 cut set minimal terjadi. Prosedur serupa dengan metode perhitungan yang sama dapat diterapkan untuk menghitung minimum cut set untuk peristiwa risiko lainnya (R2, R3, R8, dan R9).

Sementara itu, risiko kerusakan mesin (mogok) (R2) disebabkan oleh 8 set *basic event* yaitu; (1) Perawatan kendaraan buruk (BE2), (2) Kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR (BE4), (3) Pengukur bahan bakar tidak berfungsi (BE19), (4) Filter bahan bakar kotor dan tersumbat (BE20), (5) Pompa injeksi bahan bakar tidak berfungsi (BE21), (6) Kombinasi *basic event* seperti pemeriksaan pra-operasional tidak memadai dan kekurangan atau kebocoran air radiator (BE3, BE22), (7) Kombinasi *basic event* pemeriksaan pra-operasional yang tidak memadai dan kekurangan atau kualitas oli pelumas mesin buruk (BE3, BE23), dan (8) Kombinasi *basic event* seperti pemeriksaan pra-operasional yang tidak memadai, muatan berlebih, dan perilaku pengemudi ugal-ugalan/ceroboh (BE3, BE1, BE5).

Risiko kerusakan *axel* (as roda) (R3) dapat disebabkan oleh 4 set *basic event* yaitu; (1) Kombinasi *basic event* seperti pemeliharaan yang buruk, kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR, dan kekurangan atau kualitas pelumas gandar buruk (BE2, BE4, BE24), (2) Kombinasi *basic event* yang muatan berlebih dan jalan berlubang (BE1, BE11), (3) Kombinasi *basic event* yang muatan berlebih dan permukaan jalan bergelombang (BE1, BE12), dan (4) Kombinasi *basic event* yang muatan berlebih dan tanjakan atau turunan jalan (alilyement vertikal) (BE1, BE13).

Risiko kerusakan pada pegas daun (R8) dapat disebabkan oleh 3 set *basic event* yaitu; (1) Kombinasi *basic event* pemeliharaan buruk, kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR, dan kualitas pegas daun yang buruk (BE2, BE4,

BE25), (2) Kombinasi *basic event* yang muatan berlebih dan jalan berlubang (BE1, BE11), dan (3) Kombinasi *basic event* seperti muatan berlebih dan permukaan jalan bergelombang (BE1, BE12).

Risiko kecelakaan (R9) dapat disebabkan oleh 12 set *basic event* yaitu; (1) Perilaku pengemudi ugal-ugalan/ceroboh (BE5), (2) Pengemudi yang kurang berpengalaman (BE6), (3) Berkendara di bawah pengaruh alkohol/obat-obatan (BE7), (4) Kelelahan/ngantuk (BE8), (5) Penggunaan ponsel saat mengemudi (BE9), (6) Jalan berlubang (BE11), (7) Tanjakan atau turunan (Aliyement vertical) (BE13), (8) Tikungan jalan (aliyement horizontal) (BE14), (9) Kombinasi *basic event* seperti tahanan gelincir permukaan ban dan jalan (*skid resistance*) yang buruk dan jarak penglihatan terbatas (BE15, BE16), (10) Kombinasi *basic event* muatan berlebih dan pemeriksaan pra-operasional yang tidak memadai (BE1, BE3), (11) Kombinasi *basic event* pemeliharaan yang buruk dan pemeriksaan pra-operasional yang tidak memadai (BE2, BE3), dan (12) Kombinasi *basic event* pemeriksaan pra-operasional yang tidak memadai dan kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR (BE3, BE4).

Tabel 4.8 menyajikan rangkuman dari semua *basic event* yang diidentifikasi dari FTA. Frekuensi dalam tabel mengindikasikan seberapa sering suatu *basic event* terlibat dalam setiap peristiwa risiko yang dianalisis (R1, R2, R3, R8, dan R9). Berdasarkan 25 *basic event* yang diidentifikasi, terdapat delapan *basic event* berkontribusi besar berdasarkan nilai frekuensi keterlibatan pada variabel risiko yang dianalisis, yaitu muatan berlebih (BE1), pemeliharaan kendaraan buruk (BE2), kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR (BE4), pemeriksaan pra-operasional yang tidak memadai (BE3), jalan berlubang (BE11), perilaku pengemudi ugal-ugalan/ceroboh (BE5), permukaan jalan bergelombang (BE12), dan tanjakan atau turunan (*vertical alignment*) (BE13). Untuk BE1, BE2, dan BE4 terlibat pada lima variabel risiko yang di analisis (R1, R2, R3, R8, dan R9). BE11 terlibat pada empat variabel risiko (R1, R13, R8, dan R9). BE3 dan BE5 terlibat pada (R1, R2, dan R9). BE12 terlibat pada risiko (R1, R3, dan R8). Sementara BE13 terlibat pada risiko (R3 dan R9). Hasil ini juga mengkonfirmasi bahwa delapan peristiwa dasar tersebut memiliki peran besar dalam lima peristiwa atau variabel risiko yang dianalisis.

Tabel 4.8. Rangkuman Akar Penyebab (*Basic Event*)

Kode	<i>Basic Event</i>	Variabel Risiko					<i>Freq</i>
		<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R8</i>	<i>R9</i>	
BE1	Muatan berlebih (<i>overload</i>)	1	1	1	1	1	5
BE2	Perawatan kendaraan buruk	1	1	1	1	1	5
BE3	Pemeriksaan pra-operasional tidak memadai	1	1			1	3
BE4	kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR	1	1	1	1	1	5
BE5	Prilaku mengemudi ceroboh atau ugal-ugalan	1	1			1	3
BE6	Pengemudi yang kurang berpengalaman					1	1
BE7	Berkendara dibawah pengaruh alcohol/obat-obatan					1	1
BE8	Kelelahan/ngantuk					1	1
BE9	Penggunaan ponsel saat mengemudi					1	1
BE10	Temperatur jalan tinggi (ban cepat panas)	1					1
BE11	Jalan berlubang	1		1	1	1	4
BE12	Permukaan jalan bergelombang	1		1	1		3
BE13	Tanjakan atau turunan (<i>vertical alignment</i>)			1		1	2
BE14	Tikungan jalan (<i>horizontal alignment</i>)					1	1
BE15	Tahanan gelincir ban dan jalan (<i>skid resistance</i>)					1	1
BE16	Jarak pandang terbatas (<i>sight distance</i>)					1	1
BE17	Kualitas ban buruk	1					1
BE18	Tekanan udara ban tidak normal	1					1
BE19	Pengukur bahan bakar tidak berfungsi		1				1
BE20	Filter bahan bakar kotor dan tersumbat		1				1
BE21	Pompa injeksi bahan bakar tidak berfungsi		1				1
BE22	Kekurangan atau kebocoran air radiator		1				1
BE23	Kekurangan atau kualitas oli pelumas mesin buruk		1				1
BE24	Kekurangan atau kualitas pelumas gandar buruk			1			1
BE25	Kualitas pegas daun buruk				1		1

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

Selain delapan *basic event* yang memiliki nilai frekuensi tinggi tersebut terdapat sejumlah *basic event* lainnya yang menurut pendapat ahli saat wawancara memiliki potensi atau perlu dipertimbangkan yaitu (BE6, BE7, BE8, BE9, BE10, dan BE15). Sehingga terdapat 15 *basic event* yang mengindikasikan bahwa variabel tersebut penting untuk disertakan dalam analisis selanjutnya guna melihat *basic event* yang paling berpengaruh atau dominan dalam masalah kemacetan *non-recurrent* akibat kendaraan berat ini. Memang secara umum Tabel 4.8 telah

menunjukkan sejumlah penyebab utamanya, akan tetapi belum seutuhnya memberikan gambaran yang jelas terkait bagaimana *basic event* tersebut saling terhubung dan mempengaruhi. Tentu saja merupakan suatu hal penting yang harus dipertimbangkan. Maka dari itu analisa selanjutnya lebih memberikan pemahaman terkait hubungan dan menunjukkan aktor utama penyebab permasalahan kemacetan *non-recurrent* akibat kendaraan berat.

4.4 Tahap 3: Analisis Hubungan Penyebab dan Peran Stakholder

4.5.1 Pengambilan data

Berdasarkan analisa sebelumnya telah didapatkan sejumlah akar penyebab atau *basic event* yang mendasari lima variabel risiko kategori tinggi yang dianalisis pada tahap pertama. Diantara *basic event* tersebut terdapat 15 *basic event* yang dinilai penting, hal ini juga didasarkan pada pendapat *expert* dalam wawancara sebelumnya yang menyarankan 15 *basic event* tersebut penting dianalisa lebih lanjut untuk mengetahui hubungan dan pengaruhnya sehingga diketahui *basic event* yang paling berperan dalam problem ini. Pengambilan data dilakukan melalui proses wawancara dengan menyiapkan form wawancara khusus. Adapun sasaran responden dalam wawancara ini adalah perwakilan dari stakeholder yang terlibat di jalan raya sebagaimana yang telah diidentifikasi sebelumnya. Responden yang dipilih merupakan orang yang memiliki pengetahuan atau wawasan yang baik dengan lingkup ini. Lebih lanjut akan disajikan profil responden pada tahapan pengambilan data tahapan ini.

3.5.1 Profil responden

Terdapat 10 data berhasil dikumpulkan dari responden berdasarkan wawancara dan pengisian form wawancara yang telah disiapkan. Jika dilihat dari latar belakang responden, mereka merupakan perwakilan stakeholder yang terlibat di jalan raya masing-masing seperti perwakilan dari Balai Pengelola Transportasi Darat (BPTD XI), Bina Marga Jawa Timur, Dishub Jatim, Balai Besar Pelaksana Jalan Nasional (BNPJN VIII), Polisi Sektor Jalan Raya Taman, Pengusaha truk angkutan dari PT. Putra Adi Jaya, Operator/ driver truk dari PT. Eka Setia Putra, Organisasi Angkutan Darat (Organda Jawa Timur), dan Akademisi bidang transportasi ITS. Responden wawancara tersebut memiliki rata-rata pengalaman

20 tahun dibidangnya. Mengacu pada Ongkowijoyo dan Dolo (2017) maka jumlah dan komposisi tersebut dianggap sesuai dan telah memenuhi untuk dianalisis ini.

3.5.2 Analisis dan pembahasan hasil

a) Analisis hubungan antar variabel penyebab *basic event* [BE-BE]

Berdasarkan tujuan utamanya, tahapan ini yaitu untuk mempelajari hubungan antar variabel penyebab atau *basic event* guna mengetahui *basic event* yang paling dominan. Maka dari itu, sebelumnya kuesioner telah didesain untuk mempermudah pengelolaan data sebagai inputan dalam salah satu *plat form* metode SNA. Matriks [15x15] hubungan pengaruh antar *basic event* [BE-BE] yang telah terisi dari formulir wawancara pada awalnya terlebih dahulu diolah menggunakan bantuan *Microsoft Excel* yang meliputi kegiatan tabulasi data dan penggabungan data hingga mendapatkan nilai rata-rata (*mean*) dan nilai standar deviasi (SD) dari setiap variabel penilaian responden.

Sesuai kebutuhan dalam metode SNA yang digunakan kemudian tabel matriks tersebut dikonversikan dalam bentuk *adjacency matrix*, dimana nilai “0” menunjukkan tidak ada hubungan dari suatu variabel, sementara “1” menunjukkan adanya hubungan pada variabel tersebut (Ongkowijoyo, 2017). Sehingga dalam penelitian ini ditetapkan nilai rata-rata lebih besar dari 3,00 menunjukkan adanya hubungan yang relevan dari suatu *basic event* dan dikonversikan menjadi nilai “1”, sebaliknya nilai rata-rata lebih kecil dari tiga 3,00 mengindikasikan *basic event* tersebut tidak berhubungan dan dikonversikan menjadi nilai “0”, teknik ini disebut juga dikotomisasi (Ongkowijoyo, 2017). *Adjacency matrix* tersebut memperjelas hubungan suatu penyebab atau *basic event* bahwa terdapat sejumlah *basic event* saling berhubungan dalam dalam lingkup masalah kemacetan *non-recurrent* akibat problem pada kendaraan berat. *Adjacency matrix* di atas kemudian digunakan sebagai matriks dasar untuk menjalankan simulasi untuk memodelkan hubungan dengan metode SNA. Adapun *software* yang digunakan untuk mensimulasikan model hubungan dalam penelitian ini menggunakan NetMiner 4.0 (Ongkowijoyo, 2017). Table 4.9 merupakan hasil konversi berdasarkan nilai rata-rata penilaian responden menjadi suatu *adjacency matrix*.

Table 4.9. *Adjacency matrix* hubungan antar *basic event* [BE-BE]

BE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
7	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
11	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
12	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
13	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

Tabel 4.10 menunjukkan output hasil simulasi hubungan antar *basic event* yang menunjukkan *basic event* dominan dalam masalah ini.

Table 4.10. Output simulasi hubungan antar *basic event* [BE-BE] berdasarkan nilai *Degree Centrality* (DC) dan *Eigenvector Centrality* (EC)

Kode	Basic Event (BE)	Degree Centrality (DC)		Eigenvector Centrality (EC)
		In-DC	Out-DC	
BE1	Muatan berlebih (<i>overload</i>)	0,214	0,643	0,393
BE2	Perawatan kendaraan buruk	0,571	0,357	0,361
BE15	Tekanan udara ban tidak normal	0,357	0,286	0,329
BE4	Kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR	0,357	0,571	0,328
BE11	Permukaan Jalan berlubang	0,357	0,214	0,314
BE14	Kualitas ban buruk	0,500	0,214	0,296
BE12	Permukaan jalan bergelombang	0,286	0,214	0,280
BE3	Pemeriksaan pra-operasional tidak memadai	0,214	0,429	0,279
BE10	Temperatur jalan tinggi (ban cepat panas)	0,214	0,214	0,215
BE13	Tanjakan atau turunan (<i>vertical alignment</i>)	0,357	0,214	0,205
BE6	Pengemudi kurang berpengalaman	0,071	0,357	0,179
BE8	Kelelahan/ngantuk	0,429	0,071	0,155
BE5	Prilaku mengemudi ceroboh atau ugal-ugalan	0,286	0,143	0,102
BE7	Berkendara dibawah pengaruh alcohol/obat-obatan	0,000	0,143	0,034
BE9	Penggunaan ponsel saat mengemudi	0,000	0,143	0,034

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

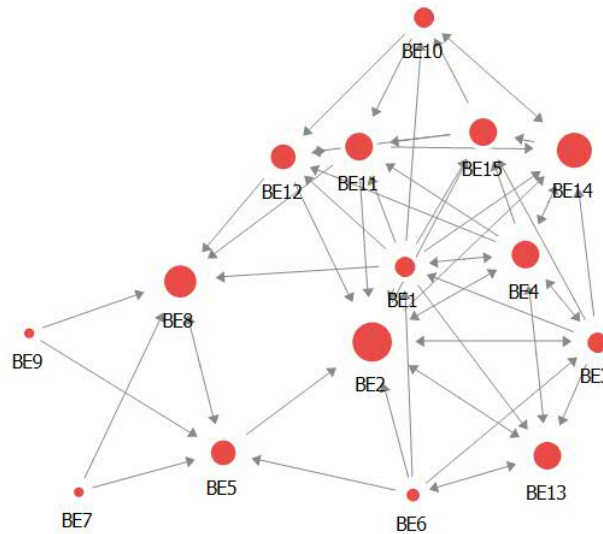
*nilai yang di *bold* merupakan 5 besar nilai BE tertinggi.

Degree Centrality (DC) mengindikasikan seberapa besar pengaruh suatu *node* dalam jaringan (Ongkowijoyo, 2017). *Node* atau dalam penelitian ini dimaksudkan sebagai *basic event* (BE) dengan nilai sentralitas yang tinggi memiliki hubungan yang signifikan dengan BE yang lain seperti yang terlihat pada Gambar 4.8 dan 4.9 Nilai DC yang tinggi menggambarkan suatu BE memainkan peran utama dalam lingkup masalah ini, atau dapat dikatakan sebagai inti permasalahan. DC memiliki dua nilai sentralitas, yaitu *In-degree centrality* (*In-DC*) dan *Out-degree centrality* (*Out-DC*). *Out-DC* menunjukkan bagaimana suatu BE bertindak sebagai vektor yang berkontribusi mempengaruhi hasil BE lainnya. Sementara, *In-DC* memberikan visualisasi BE mana yang dipengaruhi oleh BE lainnya.

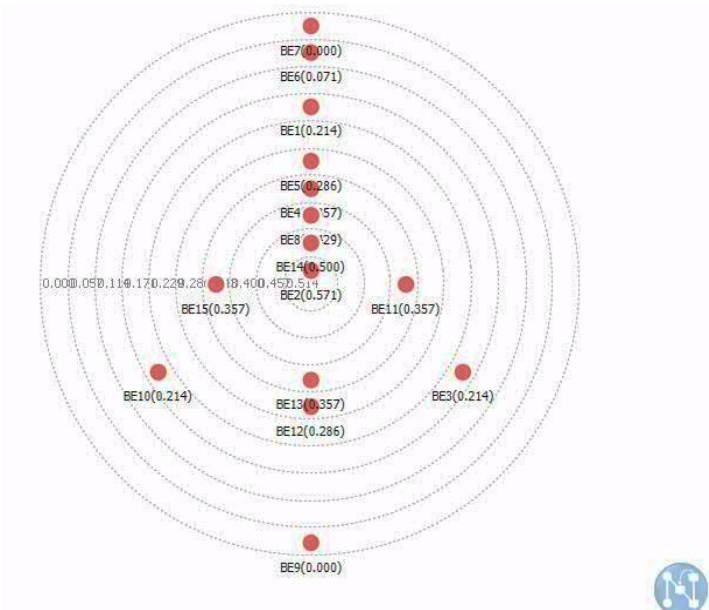
Mengacu pada Ongkowijoyo, 2017 penelitian ini akan berfokus pada nilai *Out-DC* untuk melihat BE yang berperan besar dalam jaringan. Muatan berlebih (BE1) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.10 menjadi penyebab dengan nilai tertinggi disusul oleh kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR (BE4). Hal ini menunjukkan bahwa masalah muatan berlebih dan kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR menjadi problem utama berdasarkan nilai *out-DC*. Sementara jika dilihat secara keseluruhan berdasarkan Gambar 4.8, perawatan kendaraan yang buruk (BE2) menjadi *node* paling besar dalam peta jaringan dan menempati posisi paling sentris berdasarkan Gambar 4.9. Hal tersebut mengindikasikan bahwa BE2 memiliki peran paling besar dalam menyebabkan berbagai problem pada kendaraan berat. Oleh karena itu, peningkatan perawatan atau mengelola perawatan kendaraan dengan lebih baik akan lebih efektif mengurangi berbagai problem pada kendaraan berat, sehingga ini juga tentunya dapat mengurangi salah satu problem kemacetan *non-recurrent* di jalan raya akibat kendaraan berat.

Memang berbeda dengan hasil *Out-DC*, akan tetapi jika dilihat dari peta jaringan penyebab dengan nilai paling tinggi berdasarkan nilai *out-DC* pada Tabel 4.10 yaitu muatan berlebih (BE1), kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR (BE4), pemeriksaan pra-operasional kendaraan yang buruk (BE3) dan beberapa penyebab lainnya mempengaruhi kondisi perawatan kendaraan yang buruk (BE2). Kondisi ini mengartikan bahwa untuk mengurangi masalah BE2 dapat diatasi

dengan melakukan perbaikan terutama pada BE1 yaitu seperti pengelolaan dan peningkatan pengawasan terhadap muatan kendaraan. Ketersediaan fasilitas jembatan timbang yang memadai perlu dipastikan untuk menunjang kinerja pihak terkait dalam pengawasan beban terutama kendaraan berat. Pola analisa yang sama seperti di atas dapat dilakukan untuk melihat hubungan guna menemukan keterkaitan dan mempermudah pihak terkait dalam menemukan solusi problem kemacetan *non-recurrent* akibat kendaraan berat.

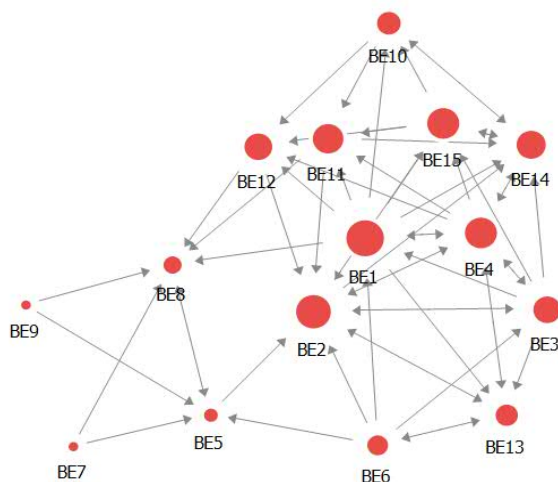


Gambar 4.8. Visualisasi hubungan antar *basic event* [BE-BE] berdasarkan *Degree Centrality* (DC)

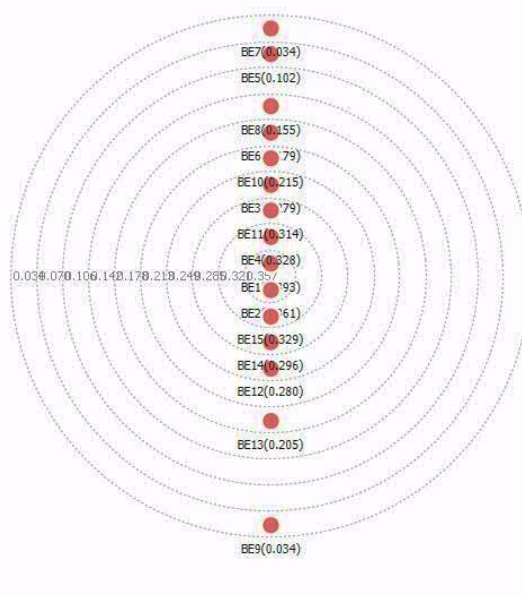


Gambar 4.9. Peta *concentric* hubungan *basic event* [BE-BE] berdasarkan *Degree Centrality* (DC)

Pada dasarnya *Eigenvector Centrality* (EC) memiliki pemahaman yang sama seperti DC sebelumnya. Hanya saja pada EC akan memberikan nilai relatif untuk semua BE yang terhubung dalam jaringan dengan konsep bahwa koneksi pada BE yang memiliki nilai lebih tinggi akan berkontribusi memberikan nilai pengaruh yang lebih besar pula. Dengan kata lain, EC memberikan penilaian yang lebih detail untuk setiap koneksinya. Gambar 4.10 menunjukkan visualisasi jaringan berdasarkan pengukuran secara EC dan Gambar 4.11.



Gambar 4.10. Visualisasi hubungan antar *basic event* [BE-BE] berdasarkan *Eigenvector Centrality* (EC)



Gambar 4.11. Peta *concentric* hubungan *basic event* [BE-BE] berdasarkan *Eigenvector Centrality* (EC).

Berdasarkan Gambar 4.10 dan Gambar 4.11, muatan berlebih (BE1) menjadi yang paling berkontribusi dalam menyebabkan problem semisal kerusakan pada kendaraan berat di jalan raya. Di samping itu berdasarkan Tabel 4.10 juga diposisi kedua terdapat masalah perawatan kendaraan yang buruk (BE2) juga sangat berperan dalam hal ini. Terdapat perbedaan dengan DC, hasil pengukuran EC menempatkan BE1 menjadi yang paling berperan dengan visualisasi *node* yang paling besar dalam jaringan. Hal ini sesuai dengan konsep dasar EC yang memberikan penilaian lebih pada *node* yang terhubung dengan *node* yang memiliki nilai tinggi. Tidak hanya sebatas pada BE1, hal yang sama tersebut juga berlaku pada BE lainnya. Selain itu, DC terkesan memunculkan sedikit *node* berukuran besar yang berarti bahwa penyebab utama akan terfokus hanya pada beberapa *basic event* saja semisal (BE2, BE14, BE8). Tentu, hal tersebut berbeda dengan EC yang secara umum menunjukkan banyak *basic event* yang berukuran besar yang artinya berkontribusi besar pula semisal (BE1, BE2, BE4, BE15, BE11). Walaupun hasil EC ini terlihat semakin rumit dalam menentukan pemeran utamanya, namun ini penting untuk dipertimbangkan.

Hasil analisis hubungan antar *basic event* atau penyebab [BE-BE] dapat disimpulkan bahwa penyebab yang paling dominan dalam menyebabkan problem pada kendaraan berat berdasarkan nilai EC pada Tabel 4.10 dan Gambar 4.10 disebabkan oleh muatan berlebih (*overload*). Akan tetapi, dalam upaya mengatasi dan mengurangi masalah kemacetan akibat problem pada kendaraan berat tersebut akan lebih efektif apabila memperhatikan secara lebih intensif korelasi antar *basic event* atau penyebabnya. Alasannya adalah bahwa inti permasalahan mungkin tidak hanya berada pada satu sisi sektoral saja. Maka perbaikan secara menyeluruh sangat memungkinkan dan lebih efektif dalam mengurangi probabilitas atau dampak buruk dari suatu kejadian. Intervensi dan koordinasi antar stakeholder yang terlibat juga sangat penting. Ini memberikan gambaran bahwa pentingnya pendekatan multi-sektoral dalam upaya mengurangi suatu permasalahan. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang menghasilkan gambaran bagaimana hubungan atau peran stakeholder yang terlibat dengan *basic event* guna memberikan suatu informasi yang jelas tentang lingkup atau wewenang

terhadap *basic event* tersebut. Sub bab selanjutnya akan membahas hasil analisis hubungan variabel penyebab dengan stakholder.

b) Analisis hubungan variabel penyebab *basic event* dengan stakeholder [BE-S]

Untuk memperoleh visualisasi hubungan variabel penyebab *basic event* dengan stakeholder [BE-S] didasarkan pada data yang terkumpul dalam tahap wawancara sebelumnya. Data tersebut telah diolah hingga membentuk matriks [10x15] yang terdiri dari 10 baris (jumlah responden) dengan 15 kolom (*basic event*) seperti yang tersaji pada Tabel 4.11.

Table 4.11. *Adjacency matrix* hubungan *basic event* dengan Stakeholder [BE-S]

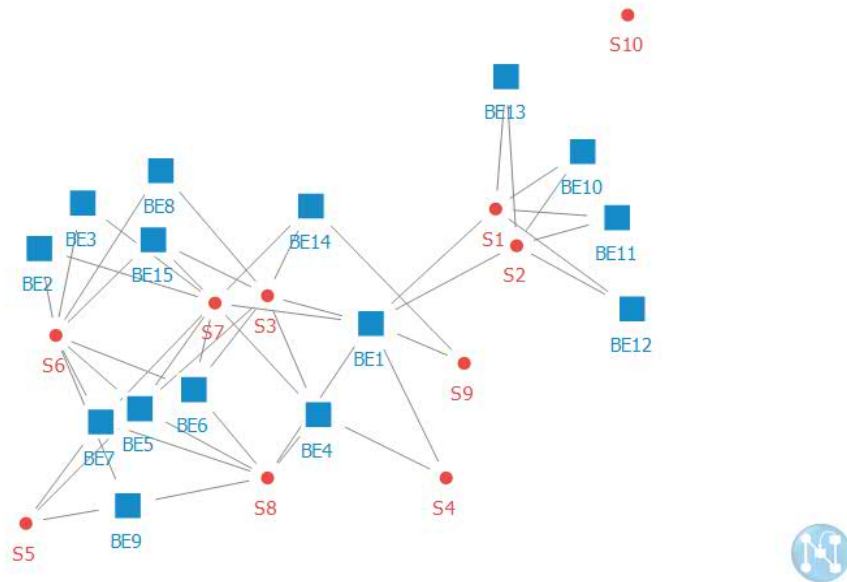
	BE 1	BE 2	BE 3	BE 4	BE 5	BE 6	BE 7	BE 8	BE 9	BE 10	BE 11	BE 12	BE 13	BE 14	BE 15
S1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
S2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
S3	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
S4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S5	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
S6	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
S7	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
S8	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
S9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

Langkah dalam mensimulasikan hubungan [BE-S] sama seperti yang dilakukan sebelumnya untuk analisis hubungan antar *basic event* [BE-BE], hanya saja berbeda pada pemilihan jenis matriks yang diinput. Analisis hubungan *basic event* dengan stakholder [BE-S] menggunakan pilihan matriks *two-mode*, yang berarti ada dua *node* yang berbeda (Ongkwojoyo, 2017).

Gambar 4.12 memperlihatkan hubungan stakeholder dengan *basic event* berdasarkan matriks Tabel 4.12 di atas. Akan tetapi gambar tersebut hanya sebatas menginformasikan hubungan antara *basic event* dengan stakeholder [BE-S], yang artinya setiap garis mengisyaratkan suatu peran dari masing-masing stakeholder terhadap *basic event*. Sehingga masih diperlukan analisis lebih lanjut untuk dapat

menghasilkan suatu informasi atau gambaran terkait stakeholder yang paling berperan dalam lingkup masalah kemacetan *non-recurrent* akibat kendaraan berat tersebut.



Gambar 4.12. Visualisasi hubungan *basic event* dengan stakeholder [BE-S].

Berdasarkan matriks Table 4.11, maka mengacu pada Everett dan Borgatti (2013) dapat dikonversikan menjadi matriks *one-mode* [S-S] yang dapat memvisualisasikan hubungan antar stakeholder. Sehingga data matriks ini dapat memberikan informasi yang lebih jelas terkait siapakah stakeholder yang paling berperan dalam konteks masalah ini. Tabel 4.12 berikut merupakan matriks hasil konversi.

Table 4.12. *Adjacency matrix* hubungan antar stakeholder [S-S]

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
S1	5	5	1	1	0	0	1	1	1	0
S2	5	5	1	1	0	0	1	1	1	0
S3	1	1	7	2	1	4	6	4	2	0
S4	1	1	2	2	0	0	2	2	1	0
S5	0	0	1	0	3	3	2	3	0	0
S6	0	0	4	0	3	8	6	4	0	0
S7	1	1	1	1	0	1	9	5	2	0
S8	1	1	4	2	3	4	5	6	1	0
S9	1	1	2	1	0	0	2	1	2	0
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

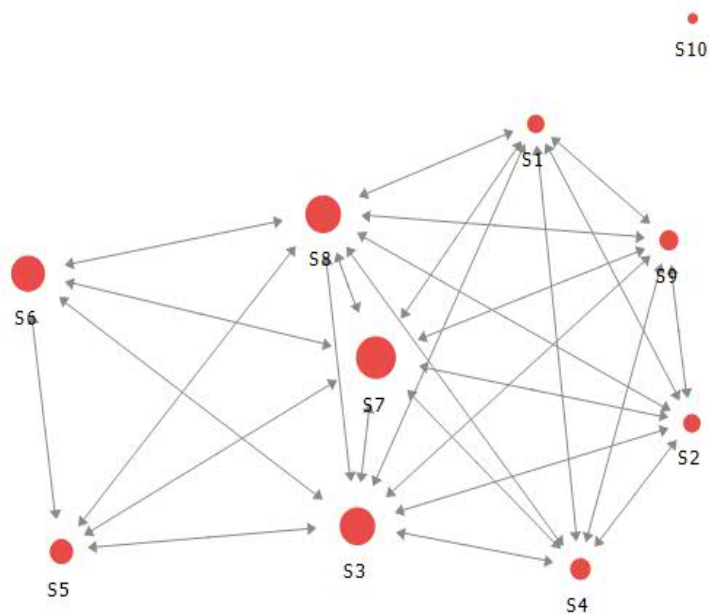
Matriks di atas kemudian menjadi inputan dalam software NetMiner 4.0 untuk menilai stakeholder yang paling berperan dalam hal ini didasarkan pada nilai *Eigenvector Centrality* (EC). Adapun nilai EC hasil simulasi software tersaji pada Tabel 4.13.

Table 4.13. Tingkat sentralitas stakeholder (S-S) dalam jaringan berdasarkan nilai *Eigenvector Centrality* (EC)

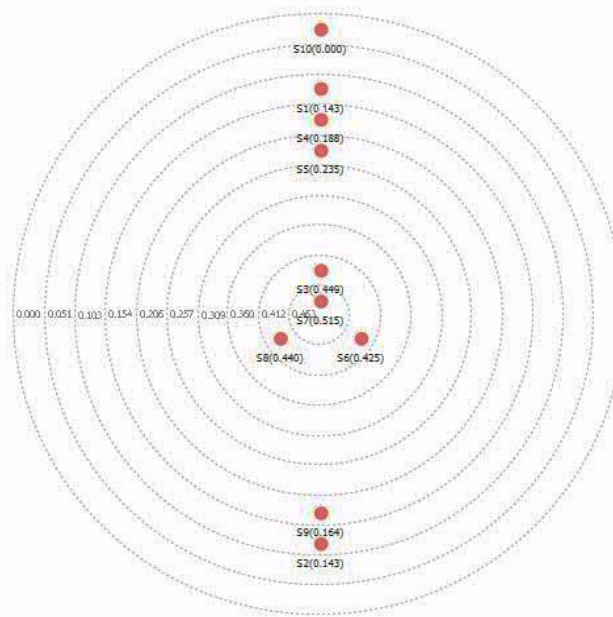
Kode	Stakeholder	<i>Eigenvector Centrality</i> (EC)
S7	Pelaku Usaha Angkutan Barang	0,515
S3	Dinas Perhubungan (Dishub)	0,449
S8	Organisasi Angkutan Darat (Organda)	0,440
S6	Pengemudi	0,425
S5	Polisi	0,235
S4	Balai Pengelola Transportasi Darat (BPTD XI)	0,188
S9	Dinas Perindustrian	0,164
S2	Balai Besar Pelaksana Jalan Nasional (BBPJN XII)	0,143
S1	Bina Marga Provinsi	0,143
S10	Masyarakat Sekitar	0,000

Sumber : (Olahan peneliti, 2019)

*nilai yang dibold merupakan 5 besar nilai tertinggi



Gambar 4.13. Visualisasi hubungan stakholder (S-S) berdasarkan *Eigenvector Centrality* (EC)



Gambar 4.14. Peta *concentric* stakholder (S-S) berdasarkan *Eigenvector Centrality* (EC)

Tabel 4.13 memperlihatkan nilai EC dari masing-masing stakeholder. Nilai EC mengindikasikan juga tingkat peran dari masing-masing stakholder dalam masalah ini. Pengusaha angkutan atau selaku pemilik kendaraan berat (S7) memiliki nilai EC paling besar, hal tersebut jelas mengkomfirmasi bahwa pengusaha angkutan memiliki peran yang besar atas berbagai problem pada kendaraan berat yang terjadi. Gambar 4.13 dan 4.14 lebih jelas memperlihatkan *node* S7 memiliki ukuran terbesar dalam jaringan dan berdasarkan peta *concentric* juga terletak paling sentral. Jika dilihat pada Gambar 4.12, maka pengusaha angkutan (S7) berperan terhadap 9 dari 15 penyebab atau *basic event*. Artinya 60% dari total penyebab yang terdiri dari masalah beban berlebih (BE1), perawatan kendaraan buruk (BE2), pemeriksaan pra operasional (BE3), kendaraan tidak memiliki iji KIR (BE4), prilaku pengemudi yang ceroboh (BE5), pengemudi yang kurang berpegalaman (BE6), kualitas ban buruk (BE14), hingga masalah tekanan udara ban (BE15) merupakan wewenang dari pengusaha angkutan. Komitmen dari pihak pengusaha angkutan atau pemilik kendaraan berat untuk memperbaiki beberapa kesalahan mendasar tersebut sangat efektif meminimalisir berbagai problem pada kendaraan berat di jalan raya.

Tidak hanya pengusaha angkutan saja, stakeholder lain juga turut terlibat dan berperan besar dalam hal ini. Jika dilihat dari nilai EC Tabel 4.14, maka Dinas Perhubungan (Dishub) (S3) memiliki nilai EC terbesar kedua. Ini menyangkut 7 dari 15 penyebab atau 47% penyebab juga merupakan wewenang dari Dishub. Keterlibatan Dishub dalam mengawasi jumlah muatan kendaraan, pengujian kelayakan kendaraan (KIR), hingga masalah keterampilan pengemudi menjadikan Dishub sebagai salah satu stakeholder penting dalam upaya mengurangi berbagai problem pada kendaraan berat.

Sementara itu, Organda (S8) sebagai mitra kerja Dishub juga memiliki peran terbesar ketiga berdasarkan nilai EC dalam masalah kemacetan *non-recurrent* akibat kendaraan berat ini. Berdasarkan Gambar 4.12, Organda terlibat pada 6 dari 15 penyebab atau setara 40% dari keseluruhan yang terdiri dari masalah beban berlebih, perawatan kendaraan, hingga masalah keterampilan pengemudi. Selama ini tugas Organda telah mencakup untuk mewedahi dan membina pengusaha angkutan untuk memperbaiki dan meningkatkan sistem maintenance kendaraan, pembinaan keterampilan pengemudi, hingga menciptakan iklim persaingan yang sehat antar pengusaha angkutan (Kemenhub, 2019).

Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil analisis hubungan antara *basic event* dengan stakeholder [BE-S] dinilai cukup membantu memberikan gambaran informasi terkait peran masing-masing stakeholder. Lima stakeholder yang paling berperan dalam permasalahan ini berdasarkan nilai EC pada Tabel 4.14 adalah (1) Pelaku Usaha angkutan barang, (2) Dinas Perhubungan, (3) Organisasi Angkutan Darat, (4) Pengemudi, dan (5) Polisi. Hasil ini diharapkan dapat menjadi gambaran dasar bahwa mengatasi dan mengurangi masalah kemacetan akibat problem pada kendaraan berat tersebut akan lebih efektif apabila perbaikan secara menyeluruh dengan sasaran fokus pada lingkup inti permasalahan masing-masing.

4.5 Diskusi dan Pembahasan

Serangkaian tahapan dalam penelitian ini telah menemukan beberapa hal terkait lingkup masalah kemacetan *non-recurrent* akibat kendaraan berat tersebut. Tahap pertama penelitian ini menemukan risiko apa saja yang selama ini terjadi pada kendaraan berat yang dalam hal ini kaitannya dengan dampak kemacetan

jalan. Hasil penyebaran kuesioner terhadap responden yang selama ini mengetahui dengan baik berbagai permasalahan pada ruas jalan objek tersebut menemukan ada 5 kejadian risiko yang memiliki nilai kategori tinggi. Hal ini mengindikasikan 5 risiko tersebut memiliki frekuensi terjadi yang cukup sering dan memiliki dampak yang buruk pada hambatan di jalan. Kemudian risiko tersebut dianalisa lebih lanjut pada tahap kedua upaya menemukan akar penyebab menggunakan metode FTA dan menemukan 25 akar penyebab yang mendasari kejadian risiko tersebut. Delapan diantaranya cukup berkontribusi memicu risiko tersebut. Lebih lanjut pada tahap ketiga menggunakan metode SNA menemukan satu variabel penting yang dinilai menjadi aktor utama terjadi berbagai risiko pada kendaraan berat. Hasil analisis SNA juga memberikan gambaran terkait stakeholder yang memiliki peran besar dalam masalah tersebut.

Memang pada dasarnya temuan dalam penelitian ini memiliki perspektif yang jauh berbeda dengan kajian yang selama ini dilakukan terkait masalah kemacetan. Pendekatan dengan cara yang lebih komprehensif untuk mengungkap akar permasalahan dari setiap kejadian risiko pada kendaraan berat yang berdampak pada kemacetan *non-recurrent* atau kemacetan tidak berulang belum ditemui saat ini. Sehingga ini menjadi kontribusi penting bahwa sejumlah variabel yang ditemukan dalam penelitian ini menjadi dasar untuk pemecahan dan mengurangi permasalahan kemacetan *non-recurrent* khususnya akibat kendaraan berat.

Risiko dengan nilai tertinggi hasil temuan penelitian ini adalah kejadian risiko bocor atau pecah ban. Risiko ini dianggap paling relevan mengingat komponen ban pada kendaraan sangat rentan terjadi kerusakan akibat gesekan yang terus menerus dengan permukaan jalan, beban muatan, dan bahkan suhu yang dapat mempengaruhi tekanan angin (Jacob dan Beumelle, 2010; Teoh dkk., 2017). Kejadian ini dinilai sangat sering terjadi pada ruas jalan tersebut. Berdasarkan wawancara pihak terkait menyebutkan kasus ini hampir setiap hari terjadi, meskipun dampak terhadap hambatan tidak terlalu signifikan, akan tetapi frekuensinya sangat sering terjadi pada truk yang melintas di jalan tersebut, sehingga menempatkan kejadian risiko ini memiliki nilai risiko yang paling tinggi.

Kemudian kejadian risiko kerusakan pada *axle* atau as roda kendaraan juga memiliki nilai risiko tinggi berdasarkan temuan penelitian ini. Jacob dan Beumelle (2010) menyebutkan kerusakan mekanis kendaraan sejenis ini cukup memiliki dampak yang buruk. Memang berdasarkan temuan risiko ini tidak terlalu sering sebagai mana kejadian risiko bocor atau pecah ban, namun risiko ini memiliki dampak yang lebih buruk terhadap hambatan dan kehilangan lebih banyak waktu di jalan. Menurut keterangan yang diperoleh dilapangan, kejadian risiko kerusakan *axle* ini membutuhkan waktu yang lebih lama ketika melakukan evakuasi atau perbaikan. Hal ini disebabkan karena biasanya kendaraan atau truk tidak memiliki *axle* (as roda) pengganti cadangan, sehingga menghabiskan banyak waktu untuk proses perbaikannya. Bahkan lebih buruknya, beberapa kejadian badan kendaraan tidak dapat dipindahkan pada area tepi jalan dan tentu saja sangat menghambat lalu-lintas.

Selanjutnya kejadian risiko kecelakaan kendaraan berat (truk) juga menjadi salah satu variabel yang memiliki nilai risiko tinggi berdasarkan temuan penelitian ini. Pada dasarnya kecelakaan kendaraan merupakan kejadian risiko yang cukup relevan terjadi jalan raya terutama di Indonesia. Memang kejadian risiko ini tidak terlalu sering terjadi, tetapi dampaknya akan sangat buruk baik kerugian secara materil maupun non-materil (Hopkins and Mckay, 2018). Apabila melibatkan kendaraan berat atau truk, maka potensi kerugian juga dinilai akan lebih buruk karena memiliki badan kendaraan yang besar, tentu menghabiskan banyak waktu dalam proses evakuasinya. Maka perlu perhatian lebih untuk mengurangi potensi kejadian ini.

Sementara itu kejadian risiko kerusakan mesin juga menjadi problem serius pada kendaraan berat di jalan raya (Jacob dan Beumelle, 2010; Blazquez dkk., 2018). Memang tidak terlalu sering terjadi, namun dampaknya akan sangat besar terhadap kehilangan waktu akibat hambatan jalan yang ditimbulkan oleh badan kendaraan yang besar. Pengakuan petugas setempat bahwa kejadian mogok ini sedikit lebih mudah untuk dievakuasi karena memungkinkan kendaraan untuk ditarik atau didorong ke bagian tepi jalan. Namun, hal tersebut juga akan sangat tergantung pada kondisi lapangan, karena bisa saja sewaktu-waktu proses evakuasi kendaraan mogok ini tidak dapat dilakukan dengan cepat.

Selain itu kejadian risiko kerusakan pada penahan beban kendaraan (pegas daun), ini sangat menyerupai dengan kejadian risiko kerusakan axle (as roda). Ini merupakan salah satu kerusakan mekanis kendaraan yang memiliki dampak yang buruk terhadap kendaraan tersebut (Jacob dan Beumelle, 2010). Berdasarkan wawancara pihak terkait kemiripan dengan kejadian risiko kerusakan adalah apabila terjadi maka, proses perbaikannya akan sangat lambat dan kendaraan sulit untuk dievakuasi ke tepi jalan. Kerusakan komponen penahan beban ini biasanya menyebabkan roda kendaraan kandas dengan bak kendaraan, kehilangan kekuatan daya keseimbangan kendaraan, bahkan dapat menyebabkan kecelakaan. Risiko ini jarang terjadi, namun tetap saja karena potensi dampak yang ditimbulkan buruk, maka kejadian menjadi satu variabel yang harus diminimalisir.

Penelitian ini juga secara lebih komprehensif menggali penyebab kejadian risiko di atas. Hasilnya menemukan bahwa akar penyebab seperti muatan berlebih, perawatan kendaraan buruk, kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR, jalan berlubang, permukaan jalan bergelombang, pemeriksaan pra-operasional kendaraan yang tidak memadai, perilaku mengemudi ceroboh atau ugal-ugalan, dan tanjakan atau turunan (*vertical alignment*) menjadi pemicu utama dari kejadian risiko tersebut. Penelitian ini juga menemukan bahwa problem muatan berlebih (*overload*) menjadi aktor utama dalam menyebabkan berbagai permasalahan pada kendaraan berat (truk). Hasil tersebut erat kaitannya dengan temuan penelitian yang dilakukan oleh Prastyanto dan Mochtar (2017) yang menyebutkan hampir semua kendaraan berat terutama yang mengangkut material proyek dapat diklaim kelebihan beban. Problem *overload* ini tidak hanya berdampak pada kerusakan jalan saja, temuan penelitian ini menyatakan *overload* adalah sebagai akar masalah berbagai risiko pada kendaraan berat itu sendiri dan berujung pada gangguan lalu lintas. Tidak hanya di Indonesia problem *overload* juga menjadi permasalahan di beberapa negara lain. Problem *overload* masih terjadi akibat dari sistem penimbangan beban kendaraan yang konvensional cenderung menghabiskan waktu dan menghambat proses operasional kendaraan tersebut (Jacob dan Beumelle, 2010). Saat ini sistem penimbangan beban telah dikembangkan secara lebih modern tanpa mengganggu operasi kendaraan tersebut

dengan mengembangkan teknologi yang dapat menimbang beban kendaraan saat sedang melintas (Jacob dan Beumelle, 2010). Tentu saja sebagai solusi untuk meningkatkan kepatuhan terhadap muatan kendaraan. Fokus perbaikan masalah beban kendaraan ini akan cukup efektif mengurangi berbagai potensi risiko pada kendaraan berat.

Lebih lanjut penelitian ini juga menggali informasi terkait bagaimana keterlibatan stakeholder yang menangani problem jalan raya. Memang jalan raya melibatkan stakeholder yang cukup banyak seperti Dishub, Polisi, DLLAJ, Organda, pengguna jalan, hingga masyarakat (Tamin, 2000; Stephancuk dkk., 2017). Namun dalam kajian tersebut tidak memberikan informasi yang lebih mendalam terkait bagaimana peran keterlibatan mereka. Temun penelitian ini mempertegas bahwa stakeholder yang paling berperan terutama dalam lingkup kemacetan *non-recurrent* akibat problem pada kendaraan berat ini adalah pemilik atau pelaku usaha transportasi. Pengusaha angkutan memainkan peran yang besar dalam masalah kepatuhan terhadap jumlah muatan tersebut. Faktor persaingan harga antar sesama pengusaha menjadi pemicu berdasarkan pendapat mereka yang diwawancara. Memang regulasi telah cukup tegas mengenai hal ini, sebagaimana yang fungsi pengawasan dan pengelolaan dari pemerintah menjadi wewenang Dishub dan Polisi sebagai penegak hukum. Hal tersebut relevan dengan temuan penelitian ini yang menempatkan Dishub dan Polisi sebagai stakeholder yang cukup berperan juga. Sementara itu, Organda sebagai mitra kerja Dishub juga memiliki peran besar dalam masalah kemacetan *non-recurrent* akibat kendaraan berat ini. Selama ini tugas Organda telah mencakup untuk mewadahi dan membina pengusaha angkutan untuk memperbaiki dan meningkatkan sistem maintenance kendaraan, pembinaan keterampilan pengemudi, hingga menciptakan iklim persaingan yang sehat antar pengusaha angkutan (Kemenhub, 2019). Namun, ini belum cukup efektif, mengingat terdapat banyak pihak yang terlibat dan memiliki peran serta wewenang masing-masing. Koordinasi antar struktur kelembagaan yang terlibat atau pendekatan multi-sektoral dalam upaya mengurangi suatu permasalahan akan lebih efektif untuk meminimalisir setiap potensi penyebab permasalahan. Sehingga manfaat dan keberlanjutan infrastruktur jalan raya juga dapat berjalan sebagaimana mestinya.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Secara keseluruhan hasil penelitian ini dapat disimpulkan atas beberapa point utama sebagai berikut :

- 1) Analisis risiko yang merupakan tahapan pertama dalam konsep kerangka kerja yang diusulkan menghasilkan lima variable risiko kemacetan *non-recurrent* akibat problem kendaraan berat dengan kategori nilai tinggi, yaitu risiko bocor atau pecah ban, risiko kerusakan mesin (mogok), risiko kerusakan pada as roda, risiko kerusakan pada pegas daun (penahan beban), dan risiko kecelakaan.
- 2) Pada tahap kedua analisis akar penyebab berdasarkan *Fault Tree Analysis* (FTA) yang dikembangkan dari lima variabel risiko tertinggi tersebut menghasilkan 25 *basic event* atau akar penyebab. Adapun delapan urutan *basic event* dengan nilai kontribusi tinggi berdasarkan frekuensi keterlibatan pada kejadian risiko yang dianalisis yaitu (1) muatan berlebih, (2) perawatan kendaraan buruk, (3) kendaraan tidak memenuhi standar uji KIR, (4) jalan berlubang, (5) permukaan jalan bergelombang, (6) pemeriksaan pra-operasional kendaraan yang tidak memadai, (7) perilaku mengemudi ceroboh atau ugal-ugalan, dan (8) tanjakan atau turunan (*vertical alignment*).
- 3) Analisis hubungan antar *basic event* dengan menerapkan metode *Social Network Analysis* (SNA) memberikan gambaran yang lebih jelas bahwa diantara *basic event* tersebut yang paling dominan dan berpengaruh besar dalam problem ini disebabkan oleh muatan berlebih (*overload*).
- 4) Selain itu, hasil analisis dengan metode SNA juga memberikan gambaran bahwa lima stakeholder yang paling berperan besar dalam lingkup masalah ini adalah pihak Pengusaha angkutan barang (truk), Dinas Perhubungan (Dishub), Organda (organisasi angkutan darat), pengemudi, dan Polisi.

5.2 Saran

Adapun saran dan masukan yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Lokasi objek penelitian ini berfokus pada dua ruas jalan dan hasilnya telah menggambarkan kondisi permasalahan objek jalan tersebut. Diharapkan kajian kedepannya dengan mencakup objek yang lebih luas. Sehingga dapat melibatkan responden yang lebih memadai, hal ini tentu saja memberikan kontribusi hasil yang lebih besar serta pemahaman yang lebih baik terkait problem utama kemacetan terutama kemacetan *non-recurrent* akibat problem pada kendaraan berat.
- 2) Analisis hubungan penyebab dengan stakeholder yang dilakukan penelitian ini hanya melibatkan satu perwakilan dari setiap stakeholder yang terlibat. Sekiranya kedepan dapat dilakukan dengan menjangkau lebih banyak responden sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih baik terhadap peran dan wewenang stakeholder dalam mengatasi masalah ini.
- 3) Fokus utama penelitian ini adalah mempelajari secara komprehensif terkait akar permasalahan kemacetan *non-recurrent* akibat problem pada kendaraan berat. Diharapkan atas dasar permasalahan utama yang dihasilkan, maka dapat dikembangkan suatu kajian khusus untuk menemukan solusi guna merespon berbagai kemungkinan negatif akibat kendaraan berat di jalan raya. Sehingga dapat memastikan infrastruktur jalan raya yang berkelanjutan dan terus memberikan manfaat sebagaimana mestinya.
- 4) Penelitian ini cenderung mengkaji permasalahan terkait kendaraan berat secara umum, kedepannya diharapkan ada kajian yang lebih spesifik seperti kajian terhadap problem yang disebabkan kendaraan berat proyek. Sehingga tentunya pemecahan problem kaitannya dengan proyek konstruksi tersebut akan memberikan suatu kontribusi yang lebih erat dengan keilmuan manajemen proyek konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. (2016), *AAA Finds Pothole Damage Costing US Drivers \$3B a Year for Vehicle Repairs*. Available from:
<https://news.transportation.org/Pages/022616potholes.aspx>.
- Agneessens, F., and M.G. Everett. (2013), "Introduction to the Special Issue on Advances in Two-mode Social Network", *Social Networks*, 35(2); 145-147.
- Agyapong, F., and Ojo, T.K. (2018), "Managing Traffic Congestion in the Accra Central Market, Ghana", *Journal of Urban Management*. 85-96.
- Anupam, K., Srirangam, S.K., Scarpas, A., and Kasbergen, C. (2014), "Influence of temperature on tire-pavement friction: Analyses". *Transportation Research Record*. (2369): 114-124. Doi: 10.3141/2369-13.
- Al-Hammad, A.M. (2000), "Common Interface Problems among various construction Parties". *J. Perform. Constr. Facil.* 14(2):71-74.
- Al-Bahar, J.F. (1988), *Risk Management in Construction Project: A Systematic Analytical Approach for Contractors*, PhD. Thesis, Civil Engineering Department, University of California at Berkeley.
- Anbaroglu, B., Heydecker, B., and Cheng, Tao. (2014), "Spatio-temporal clustering for non-recurrent traffic congestion detection on urban road network", *Transportation Research Part C*, 48; 47-65, ISSN 0968-090X. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2014.08.002>.
- Andoh, A.K. (2014), *Managing road traffic congestion in the Cape coast metropolis*, Ghana, University of Cape Coast.
- Anugra, F.F., dan Sardjito. (2014), "Penanganan Kemacetan Lalu-lintas di Koridor Jalan Kramat Gantung, Surabaya", *Jurnal Teknik POMITS*, Vol 3, No.1, ISSN 2337-3539.
- Armah, F.A., Yawson, D.O., and Pappoe, A.A.N.M. (2010), "A System Dynamic Approach to Explore Traffic Congestion and Air Pollution Link in the City of Accra, Ghana", *Sustainability*, 2; 252-265, ISSN 2071-1050.

- Doi:10.3390/su2010252.
- AS/NZS 4360:60. (2004), *Risk Management Guidelines*, Standards Australia International Ltd, Sydney.
- Badan Pusat Statistik. (2017), *Statistik Transportasi Darat 2017* Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bharadwaj, S., Ballare, S., Rohit, and Chandel, M.K. (2017), “Impact of congestion on greenhouse gas emission for road transport in Mumbai metropolitan region”, *Transportation Research Procedia*, 25, 3538-3551.
- Blazquez, C.A., Picate, B., Calderon, J.F., and Losada, F. (2018), “Spatial autocorrelation analysis of cargo truck on highway crashes in Chile”, *Accident Analysis and Prevention*, 120; 195-210, ISSN 0001-4575. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2018.08.022>.
- Borgatti, S.P., M.G. Everett, and J.C. Johnson. (2013), “Analyzing Social Networks”, SAGE Publication Limited.
- Castillo-Manzano, J.I., Castro-Nuno, M., and Fageda, X. (2016), “Exploring the relationship between truck load capacity and traffic accident in the European Union”. *Transportation Research Part E*. 88:94-109.
- Chung, Y. (2011), “Assessment of non-recurrent traffic congestion caused by freeway work zones and its statistical analysis with unobserved heterogeneity”, *Transportation Policy*, 18; 587-594, ISSN 0967-070X. Doi:10.1016/j.tranpol.2011.02.003.
- Clarkson H, Oglesby. (1999), Alih Bahasa, *Teknik Jalan Raya Jilid 1*, Gramedia; Jakarta.
- Cordoş, N., Todoruţ, A., and Barabás, I. (2017), “Evaluation of the tire pressure influence on the lateral forces that occur between tire and road”. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 252-012011. Doi:10.1088/1757-899X/252/1/012011.
- Cooper, D.F., Grey, S., Raymond, G., and Walker, P. (2005), *Project Risk Management Guidelines: Managing Risk in Large Projects and Complex Procurements*. Wiley.
- Correa-Henao, G.J., J.M. Yusta, and R. Laca-Arantegui. (2013), “Using

- Interconnected risk Maps to Assess the Threat by Electricity Infrastructures”, *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 6(3-4); p.197-216.
- Das, S., Geedipally, S.R., Dixon, K., Sun, X., and Ma, C. (2019), “Measuring the Effectiveness of vehicle inspection regulation in different states of the U.S.” *Transportation Research Record*.
Doi: 10.1177/0361198119841563.
- Detiknews. (2018), Tak Kuat Nanjak, Truk Kontainer Terguling di Sidoarjo. Available from: <https://news.detik.com/berita-jawa-timur/d-4337382/tak-kuat-nanjak-truk-kontainer-terguling-di-sidoarjo>.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997), Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta.
- Doloi H. (2012), Assessing stakeholders’ influence on social performance of infrastructure projects. *Facilities*. 30:531-550.
- Dinas Perhubungan Kota Surabaya.(2018), Tersedia: <http://dishub.surabaya.go.id>.
- Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya. (2018), Tersedia di <http://binamarga.surabaya.go.id>.
- Doloi, H. (2012), “Assesing Stakeholders Influence on Social Performance of Infrastructure Project”, *Facilities*, 30(11); p.531-550.
- Ericson, Clifton A. (2005), *Hazard Analysis Techniques for System Safety*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Eteifa, O., S., and El-adaway, H.,I. (2017), “Using Social network Analysis to Model the Interaction between Root Causes of Fatalities in Construction Industry”, *Journal Management in Engineering*, ISSN 0742-597X,
Doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000567.
- Everett, M., G., dan Borgatti, S., P. (2013), “The dual-projection approach for two-mode networks”, *Social Networks*, 35: 204-210.
- Falcochio J.C., and Levinson H.S. (2015), *Road Traffic Congestion: A Concise Guide*. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht, London: Springer International Publishing Switzerland.
- Fang, C., Marle, F., Zio, E., and Bocquet, J.C. (2012), “Network Theory-based Analysis of Risk Interaction in Large Engineering Project”, *Reliability*

Engineering & Sistem Safety, 106(0); p.1-10.

- Fernandes, P., Vilaca, M., Macedo, E., Sampaio, C., Bahmankhah, B., Bandeira, J.M., Gurnaccia, C., Rafael, S., Fernandes, A.P., Relvas, H., Borrego, C., and Coelho, M.C. (2019), "Integrating road traffic externalities through a sustainability indicator". *Science of the Total Environment*. 691:483-498.
- Freeman, L.C. (1978), "Centrality in Social Network Conceptual Clarification", *Social Networks*, 1(3), 215-239.
- Ghazali, F.E.M. (2009), "Operational risks for highway projects in Malaysia". *International Journal of Social, Management, Economics and Business Engineering*. 3(5).
- Hermawan, A., (2005), *Penelitian Bisnis Paradigma Kuantitatif*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Hopkins, J., L., and McKay, J. (2018), Investigating 'anywhere working' as a mechanism for alleviating traffic congestion in smart cities", *Technological Forecasting & Social Change*.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.032>.
- Jacob, B., and Beaumelle, V.F.L. (2010), "Improving truck safety: Potential of weigh-in-motion technology", *International Association of Traffic and Safety Sciences*, 34; 9-15, ISSN 0386-1112.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.iatssr.2010.06.003>.
- Jawa Pos. (2019), Jalan Penghubung Tanjung Perak: Macet Hebat, Bocor, atau Celaka. Available from:
<https://www.jawapos.com/surabaya/31/07/2019/jalan-penghubung-tanjung-perak-macet-hebat-bocor-atau-celaka/>
- Joshua, S.C., and Garber, N.J. (1991), "A causal analysis of large vehicle accidents through fault-tree analysis". *Risk Analyst*. 12(2):173-188.
- Kabir, S. (2017), "An overview of fault tree analysis and its application in model based dependability analysis". *Expert System With Applications*, 77; 114-135. ISSN 0957-4174.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2017.01.058>.
- Kerlinger, F.N. (2006), *Foundation of Behavioral Research*, Third Ed., CBS

Publishing Japan, Ltd, New York.

- Kerzner, H. (2009), *Project Management Tenth Edition*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Kiunsi, R. B. (2013), “A review of traffic congestion in Dar es Salam city from the physical planning perspective”. *Journal of Sustainable Development*, 6(2), 94.
- Komendantova, N., Mrzyglocki, R., Mignan, A., Khazai, B., Wenzel, F., Patt, A., and Fleming, K. (2014), “Multi-Hazard And Multi-Risk Decision-Support Tools As A Part Of Participatory Risk Governance; Feedback From Civil Protection Stakeholders”, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 8(0); p.50-67.
- Kompas.com. (2018), *Ini 10 kota termacet di Indonesia*, [Online]: <https://properti.kompas.com/read/2018/02/25/182046621/ini-10-kota-termacet-di-indonesia>, [Accessed 30 Mei 2018].
- Levinson, H.S., and Falcocchio, J.C. (2011), “Urban Development and Traffic Congestion”, *Transportation and Development institute Congress*.
- Li, C., and Chen, M. (2013). “Identifying important variabels for predicting travel time of freeway with non-recurrent congestion with neural networks”, *Neural Comput & Applic*, 23; 1611-1629.
Doi 10.1007/s00521-012-1114-z.
- Li, R., Pereira, F. C., and Akiva, M.E.B. (2018), “Overview of traffic incident duration analysis and prediction”, *Eropean Transport Research*.
<https://doi.org/10.1186/s12544-018-0300-1>.
- Loosemore, M., J. Raftery, C. Reilly, and D. Higgon. (2005), *Risk Management in Projects*, Second ed., London and New York, Taylor and Francis.
- Mahmud, K., Gope, K., and Chowdhury, S. M. R. (2012), “Possible causes & solution of traffic jam and their impact on the economy of Dhaka City”. *Journal of Management and Sustainability*, 2(2), 112-135.
- Markolf, S. A., Hoehne, C., Fraser, A., Chester, M. V., and Underwood, B. S. (2018), “Transportation resilience to climate change and extreme wether even-Beyond risk and robustness”, *Transport Policy*.
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.11.003>.

- Mensah, J., Annan, J., & Andoh-Baidoo, F. (2014a), "Assessing the impact of verticular traffic on energy demand in the Accra Metropolis". *Journal of Management Policy and Practice*, 15(4), 127.
- Mensah, J., Annan, J., & Andoh-Baidoo, F. (2014b), "Assessing the impact of verticular traffic on energy demand in the Accra Metropolis". *Journal of Management Policy and Practice*, 15(4), 127.
- Meutia, S., Saleh, M.S., dan Azmeri. (2017), "Analisis Kemacetan Lalu-lintas Pada Kawasan Pendidikan (Studi Kasus Jalan pocut Baren Kota Banda Aceh)", *Transportasi dan Pemodelan*, Vol.1, No.1, ISSN 1088-9321.
- Mills, A. (2001), "A Systematic Approach to Risk Management for Construction" *Structural Survey*, vol. 19, no 5, pp. 245-252.
- Moomen, M., Rezapour., and Ksaibati, K. (2018), "An ivestigation of influential factors of downgrade truck crashes; A logistic regression approach", *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, ISSN 2095-7564. <https://doi.org/10/1016/j.jtte.2018.03.005>.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2002), Fault tree handbook with aerospace applications. Office of Safety and Mission Assurance, Washington, DC.
- Newman, M.E. (2004), "Analysis of Weighted Networks", *Phys.Rev.E.; Stat. Nolinier Soft Matter Phys.*, 70(5 Pt 2), 056131.
- Novalia, C., Rahayu S., dan Putra, S. (2016). "Analisa dan Solusi Kemacetan Lalulintas Jalan Kota", *JRSDD*, Vol 4, No.1, hal 153-162.
- Ongkowijoyo, Citra. (2017), *A Conceptual Model for Assessing Risks and Building Resilience for Urban Infrastructure System: An Indonesian Case*, PhD. Thesis, Department of Construction and Property, University of Melbourne.
- Ongkowijoyo, C. And H. Doloi. (2017), "Determining Critical Infrastructure Risk Using Social Network Analysis", *International Journal of Disater Reisilience in the Build Environment*, 8(1), p.5-26.
- Otte, E., and Rousseau, R. (2002), "Social Network Analysis: A Powerful Strategy, also the Information Sciences" *J. Inf. Sci.*, 28(6), 441-453.
- Park, H., Han, S. H., Rojas, E.M., Son, J., and Jung, W. (2011), "Social Network

- Analysis of Collaborative Ventures for Overseas construction Project”, *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(5); p.344-355.
- PMI. (2013), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Fifth Edition*. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Prastyanto, C.A., Mochtar, I.B. (2017), “Prediction of Flexible Pavement Deflection Based on Falling Weight Deflectometer, FWD, for Highways Traversed by Heavy Overloaded Vehicle (Case Study on Arterial and Collector Roads in Tuban, East Java, Indonesia)”. *The Third International Conference on Civil Engineering Research (ICCER)*.
- Rahane, S. K., & Saharkar, U. R. (2014), “Traffic congestion-causes and solution: Astudy of Talegaon Dabhade City”. *Journal of Information, Knowledge and Research in Civil Engineering*, 3(1), 160-163.
- Remi, A.J., Adegoke, A. A. I., & Oyerinde, A. J. (2009), “A Study of the causes, effects and ameliorative measures of road traffic congestion in Lagos Metropolis”. *Eropean Journal of Social Sciences*, 11(1), 119-128.
- Rohman, M.A. (2017), *Stakeholders’ Perspective on Achieving Project Social Benefit from Indonesian Toll Roads*, PhD. Thesis, Faculty of Architecture Building and Planning, University of Melbourne.
- Rohman, M.A., and Wiguna, I.P.A. (2019), “Evaluation of road design performance in delivering community project social benefits in Indonesian PPP”. *International Journal of Construction Management*. <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1603095>
- Ruijters, E., and Stoelinga, M. (2015), “Fault tree analysis: A survey of the state-of-the-art in modeling, analysis and tools”. *Computer Science Review*. 15(16):29-62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosrev.2015.03.001>
- Shiddekh, M.A., and Suryani, E. (2018), “Model Sistem Dinamik Spasial Untuk Mengurangi Tingkat Kepadatan Ruas jalan Utama Kota Surabaya Dengan Metode Smart Mobility”, *Jurnal Teknik ITS*, Vol.7, No.1, 2337-3520.

- Stepanchuk, O., Bieliatynskiy, A., Pylypenko, O., and Stepanchuk, S. (2017), "Surveying on Traffic Congestion on Arterial Roads of Kyif City", *Procedia Engineering*, 187, 14-21.
- Steyn, W.J.V., and Haw, M. (2005), "The effect of road surfacing condition on tyre life". *Proc. Of the 24th Southern Africa Trans. Conference SATC*. 446-456. ISBN: 1-920-01712-7.
- Suastawa, I.W., and Sukadana, I.B.P. (2019), "Analysis of the effect of temperature on tire's durability on engkle truck vehicle". *Journal of Engineering Design and Technology*. 19(1): 20-24.
- Sugiyono. (2007), *Statistika untuk Penelitian*. (Jawa Barat: Alfabeta)
- Suarasurabaya.net. (2019), [Online]: <http://www.suarasurabaya.net/mobile/traffic/traffic.php>, [Accessed 13 Maret 2019].
- Tamin, O., Z. (2000), *Perencanaan dan Pemodelan Sitem Transportasi*, Bandung; Penerbit ITB.
- Teoh, E.R., Carter, D.L., Smith, S., And McCartt, A.T. (2017), "Crash risk factors for interstate large trucks in North Carolina", *Journal of Safety Research*, 62; 13-21, ISSN 002-4375. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsr.2017.05.002>.
- Yang, R.J. and P.X.W. Zou. (2014), "Stakeholder-associated risk and interactions in complex green building project: A social network model", *Building and Environment*, 73(0); p.208-222.
- Yusuf, A. M. (2014), *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, & Penelitian Gabungan, KENCANA*. Doi: 10.1016/S0257-8972(02)00060-9.
- Zaloshnja, and Miller, T.R. (2004), "Cost of large truck-involved crashes in the United States". *Accident Analysis and Prevention*. 36:801-808.
- Zhang, M., Kecojevic, V., and Komljenovic, D. (2014), "Invetigation of haul truck-related fatal accidents in surface mining using faul tree analysis", *Safety Science*, 65; 106-117, ISSN 0925-7535. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2014.01.005>.

Lampiran 1.

Formulir Wawancara Survei Pendahuluan



FORMULIR WAWANCARA
Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Kepada Yth.
Bapak/Ibu Responden Penelitian
Ahli dan Praktisi Jalan Raya
Di Tempat

Saya Putra Aulia Kesuma, mahasiswa S2 Program Magister Manajemen Proyek Konstruksi ITS. Terkait dengan studi tersebut, saat ini saya sedang melakukan penelitian untuk menganalisa risiko kemacetan jalan raya akibat problem pada kendaraan berat studi kasus pada ruas jalan Surabaya-Mojokerto (Jalan Raya Kletek-Jalan Raya Taman).

Sehubungan dengan itu, saya bermaksud memohon kesediaan Bapak/Ibu selaku ahli atau praktisi pada bidang transportasi jalan raya untuk meluangkan sedikit waktu (sekitar 15-20 menit) guna berpartisipasi dalam penelitian ini melalui survey wawancara. Wawancara ini merupakan salah tahapan awal dari penelitian saya, yang dimaksudkan untuk menilai relevansi beberapa *risk event* (kejadian risiko) yang berkaitan dengan kendaraan berat di jalan raya yang telah diidentifikasi sebelumnya dari literatur.

Saya informasikan bahwa partisipasi dalam survey ini bersifat sukarela dan semua informasi yang diberikan akan dijaga kerahasiannya serta hanya digunakan untuk kepentingan akademis. Hasil penelitian ini mungkin akan disampaikan pada konferensi akademis, tesis, maupun jurnal ilmiah. Sekiranya Bapak/Ibu membutuhkan informasi tambahan, dimohon dapat menghubungi saya, **Putra Aulia Kesuma**, dengan nomor **HP: +628116822133**, **email: auliakesumaputra@gmail.com**. Demikian, atas perhatian dan partisipasi Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,

Mahasiswa S2

Putra Aulia Kesuma

Pembimbing Utama

M. Arif Rohman, S.T., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Kedua

Dr. Catur Arif Prastyanto, ST., M.Eng

Lampiran 1.

Formulir Wawancara Survei Pendahuluan (lanjutan)



FORMULIR WAWANCARA
Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

LAMPIRAN FORM KUESIONER

Judul Penelitian:

**Analisa Risiko Kemacetan Jalan Raya Akibat Problem Pada
Kendaraan Berat**

Bagian A. Identitas responden

Petunjuk pengisian :

Bagian pertama kuisisioner ini, sekiranya responden dapat memberikan informasi mengenai data diri. Pertanyaan dibawah ini dapat dijawab dengan memberikan tanda centang (√) pada kotak yang disediakan serta mengisi jawaban pada tempat yang telah disediakan. Kami akan memastikan kerahasiaan data diri responden dan akan dipergunakan sebagai mana mestinya.

1. Nama Responden :
2. Pendidikan Terakhir : Sarjana Megister Doktor
 Lain-lain, (sebutkan):
3. Pekerjaan : Akademisi Bisnis atau Industri jasa
 Industri manufaktur Fungsional Pemerintah
 Lain-lain,(sebutkan):
4. Nama Institusi :
5. Posisi Jabatan :
6. Pengalaman Kerja : < 5 Tahun 5-10 Tahun 11-15 Tahun
 15-20 Tahun >20 Tahun
7. Email/No.Telepon :

Lampiran 1.

Formulir Wawancara Survei Pendahuluan (Lanjutan)



FORMULIR WAWANCARA
Program Magister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Tabel 2. Penilaian stakeholder yang memiliki peran/pengaruh dalam masalah kemacetan jalan raya terkait problem pada kendaraan berat (Studi kasus ruas jalan Surabaya-Mojokerto).

No	Stakeholder	Relevansi		Komentar
		Iya	Tidak	
1	BAPPENAS (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional)			
2	BAPPEDA Provinsi			
3	BAPPEDA Kab/kota			
4	Pemerintah Provinsi (Gubernur)			
5	Pemerintah Kab/kota (Walikota/Bupati)			
6	BPTD XI			
7	Departemen Perhubungan (Dishub) Provinsi			
8	Departemen Perhubungan (Dishub) Kab/kota			
9	BBPJK VIII			
10	Bina Marga Provinsi			
11	Bina Marga Kab/kota			
12	Kepolisian (Polantas)			
13	Organda (Organisasi angkutan darat)			
14	Pengusaha (pemilik angkutan)			
15	Pengemudi (driver)			
16	Masyarakat Setempat			
17	Lain-lain :			

Bagian C. Kritik dan saran

Terima kasih atas partisipasi anda telah memberikan kontribusi yang baik dan benar dalam proses penelitian ini.

Lampiran 2.

Formulir Kuesioner Survei Risiko



FORMULIR KUESIONER
Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Kepada Yth.
Bapak/Ibu Responden Penelitian
Ahli dan Praktisi Jalan Raya
Di Tempat

Saya Putra Aulia Kesuma, mahasiswa S2 Program Magister Manajemen Proyek Konstruksi ITS. Terkait dengan studi tersebut, saat ini saya sedang melakukan penelitian untuk menganalisa risiko kemacetan jalan raya akibat problem pada kendaraan berat studi kasus pada ruas jalan Surabaya-Mojokerto (Jalan Raya Kletek-Jalan Raya Taman).

Sehubungan dengan itu, saya bermaksud memohon kesediaan Bapak/Ibu selaku ahli atau praktisi pada bidang transportasi jalan raya untuk meluangkan sedikit waktu (sekitar 15-20 menit) guna berpartisipasi dalam penelitian ini melalui survey. Survey ini merupakan salah satu tahapan dalam penelitian saya, yang dimaksudkan untuk menilai probabilitas dan dampaknya dari beberapa *risk event* (kejadian risiko) terkait dengan kendaraan berat sebagaimana telah terlampir dalam formulir kuesioner.

Saya informasikan bahwa partisipasi dalam survey ini bersifat sukarela dan semua informasi yang diberikan akan dijaga kerahasiannya serta hanya digunakan untuk kepentingan akademis. Hasil penelitian ini mungkin akan disampaikan pada konferensi akademis, tesis, maupun jurnal ilmiah. Sekiranya Bapak/Ibu membutuhkan informasi tambahan, dimohon dapat menghubungi saya, **Putra Aulia Kesuma**, dengan nomor **HP: +628116822133**, **email: auliakesumaputra@gmail.com**. Demikian, atas perhatian dan partisipasi Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,

Mahasiswa S2

Putra Aulia Kesuma

Pembimbing Utama

M. Arif Rohman, S.T., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Kedua

Dr. Catur Arif Prastyanto, ST., M.Eng

Lampiran 2.

Formulir Kuesioner Survei Risiko (Lanjutan)



FORMULIR KUESIONER
Program Magister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

LAMPIRAN FORM KUESIONER

Judul Penelitian:

**Analisa Risiko Kemacetan Jalan Raya Akibat Problem Pada
Kendaraan Berat**

Bagian A. Identitas responden

Petunjuk pengisian :

Bagian pertama kuisisioner ini, sekiranya responden dapat memberikan informasi mengenai data diri. Pertanyaan dibawah ini dapat dijawab dengan memberikan tanda centang (√) pada kotak yang disediakan serta mengisi jawaban pada tempat yang telah disediakan. Kami akan memastikan kerahasiaan data diri responden dan akan dipergunakan sebagai mana mestinya.

1. Nama Responden :
2. Pendidikan Terakhir : Sarjana Megister Doktor
 Lain-lain, (sebutkan):
3. Umur :
4. Jenis Kelamin :
5. Pekerjaan : Akademisi Bisnis atau Industri jasa
 Industri manufaktur Fungsional Pemerintah
 Lain-lain, (sebutkan):
6. Nama Institusi :
7. Posisi Jabatan :
8. Pengalaman Kerja : < 5 Tahun 5-10 Tahun 11-15 Tahun
 15-20 Tahun > 20 Tahun
9. Email/No.Telepon :

Lampiran 2.

Formulir Kuesioner Survei Risiko (Lanjutan)



FORMULIR KUESIONER
Program Magister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Bagian B. Menilai variabel risiko kemacetan akibat kendaraan berat

Petunjuk pengisian:

Berdasarkan persepsi responden, berilah penilaian pada tiap variable risiko (*P* dan *I*) dengan cara melingkari salah satu dari point skala Likert. Penjelasan terkait penilaian variable akan dijelaskan dibawah ini:

Probabilitas (*P*) menjelaskan kemungkinan bahwa risiko tersebut akan terjadi.

Hampir Tidak Pernah ← 1 – 2 – 3 – 4 – 5 → Sangat Sering

Skala Penilaian	Deskripsi
1 Hampir tidak pernah (<i>Very Low</i>)	Sangat jarang terjadi dan hampir tidak pernah terjadi dalam 5 tahun terakhir.
2 Jarang Terjadi (<i>Low</i>)	Pernah terjadi dalam kurun waktu 1 tahun terakhir
3 Terkadang Terjadi (<i>Moderate</i>)	Terjadi beberapa kali dalam kurun waktu setahun terakhir, namun tidak lebih dari 5
4 Sering Terjadi (<i>High</i>)	Hampir setiap minggu atau terjadi lebih dari satu kali dalam sebulan
5 Sangat Sering Terjadi (<i>Very High</i>)	Hampir setiap hari atau terjadi lebih dari satu kali dalam seminggu

Dampak (*I*) menjelaskan besaran dampak yang akan terjadi.

Sangat Kecil ← 1 - 2 - 3 - 4 - 5 → Sangat Besar

Skala Penilaian	Deskripsi
1 Sangat Kecil (<i>Very Low</i>)	Hampir tidak mengganggu arus lalu-lintas.
2 Kecil (<i>Low</i>)	Menghambat sebagian ruas jalan, sehingga menimbulkan antrian dan menambah waktu perjalanan hingga 10-15 menit.
3 Menengah (<i>Moderate</i>)	Menghambat sebagian ruas jalan, sehingga menimbulkan antrian dan menambah waktu perjalanan hingga 30 menit.
4 Besar (<i>High</i>)	Menghambat sebagian atau total ruas jalan hingga 1-2 jam menunggu proses evakuasi.
5 Sangat Besar (<i>Very High</i>)	Menghambat total ruas jalan hingga lebih 2 jam menunggu proses evakuasi.

CONTOH PENGISIAN

Kode Risiko	Daftar Risiko	Penilaian Risiko
R1	Kendaraan mengalami pecah ban	$P = 1 - \textcircled{2} - 3 - 4 - 5$ $I = 1 - 2 - 3 - \textcircled{4} - 5$

Lampiran 2.

Formulir Kuesioner Survei Risiko (Lanjutan)



FORMULIR KUESIONER
Program Magister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Isilah table di bawah ini sesuai petunjuk kuesioner bagian B.

Kode Risiko	Daftar Risiko	Penilaian Risiko
R1	Kerusakan pada ban kendaraan (Bocor atau pecah ban)	$P = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$ $I = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$
R2	Gangguan pada mesin kendaraan (mogok)	$P = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$ $I = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$
R3	Kerusakan pada bagian axle kendaraan (as roda patah)	$P = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$ $I = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$
R4	Gangguan pada sistem pengereman (rem blong atau rem terkunci)	$P = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$ $I = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$
R5	Gangguan pada sistem pencahayaan (semisal: lampu kendaraan redup atau tidak menyala)	$P = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$ $I = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$
R6	Gangguan sistem kelistrikan kendaraan (aki tidak berfungsi dan kendaraan mati sehingga tidak dapat dihidupkan)	$P = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$ $I = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$
R7	Kerusakan pada <i>bearing</i> (bagian sumbu roda kendaraan)	$P = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$ $I = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$
R8	Kerusakan pada bagian penahan beban muatan (<i>leaf spring</i> atau pegas daun kendaraan)	$P = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$ $I = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$
R9	Terlibat kecelakaan dengan kendaraan lain	$P = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$ $I = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$
R10	Kendaraan menyebabkan tumpahan material yang diangkut di jalan raya	$P = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$ $I = 1 - 2 - 3 - 4 - 5$

Bagian C. Kritik dan saran

Terima kasih atas partisipasi anda telah memberikan kontribusi yang baik dan benar dalam proses penelitian ini.

Lampiran 3.

Formulir Wawancara Ahli Pengembangan FTA



FORMULIR WAWANCARA
Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Kepada Yth.
Bapak/Ibu Responden Penelitian
Ahli dan Praktisi Jalan Raya
Di Tempat

Saya Putra Aulia Kesuma, mahasiswa S2 Program Magister Manajemen Proyek Konstruksi ITS. Terkait dengan studi tersebut, saat ini saya sedang melakukan penelitian untuk menganalisa risiko kemacetan jalan raya akibat problem pada kendaraan berat studi kasus pada ruas jalan Surabaya-Mojokerto (Jalan Raya Taman- Jalan Raya Kletek).

Sehubungan dengan itu, saya bermaksud memohon kesediaan Bapak/Ibu selaku ahli atau praktisi pada bidang transportasi jalan raya untuk meluangkan sedikit waktu (sekitar 15-20 menit) guna berpartisipasi dalam penelitian ini melalui survey wawancara. Wawancara ini merupakan salah tahapan awal dari penelitian saya, yang dimaksudkan untuk menilai relevansi beberapa *risk event* (kejadian risiko) yang berkaitan dengan kendaraan berat di jalan raya yang telah diidentifikasi sebelumnya dari literatur.

Saya informasikan bahwa partisipasi dalam survey ini bersifat sukarela dan semua informasi yang diberikan akan dijaga kerahasiannya serta hanya digunakan untuk kepentingan akademis. Hasil penelitian ini mungkin akan disampaikan pada konferensi akademis, tesis, maupun jurnal ilmiah. Sekiranya Bapak/Ibu membutuhkan informasi tambahan, dimohon dapat menghubungi saya, **Putra Aulia Kesuma**, dengan nomor **HP: +628116822133**, **email: auliakesumaputra@gmail.com**. Demikian, atas perhatian dan partisipasi Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,

Mahasiswa S2

Putra Aulia Kesuma

Pembimbing Utama

M. Arif Rohman, S.T., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Kedua

Dr. Catur Arif Prastyanto, ST., M.Eng

Lampiran 3.

Formulir Wawancara Ahli Pengembangan FTA (Lanjutan)



FORMULIR WAWANCARA
Program Magister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

LAMPIRAN FORM KUESIONER

Judul Penelitian:
**Analisa Risiko Kemacetan Jalan Raya Akibat Problem Pada
Kendaraan Berat**

Bagian A. Identitas responden

Petunjuk pengisian :

Bagian pertama kuisisioner ini, sekiranya responden dapat memberikan informasi mengenai data diri. Pertanyaan dibawah ini dapat dijawab dengan memberikan tanda centang (√) pada kotak yang disediakan serta mengisi jawaban pada tempat yang telah disediakan. Kami akan memastikan kerahasiaan data diri responden dan akan dipergunakan sebagai mana mestinya.

1. Nama Responden :
2. Pendidikan Terakhir : Sarjana Megister Doktor
 Lain-lain, (sebutkan):
3. Pekerjaan : Akademisi Bisnis atau Industri jasa
 Industri manufaktur Fungsional Pemerintah
Lain-lain,(sebutkan):
4. Nama Institusi :
5. Posisi Jabatan :
6. Pengalaman Kerja : < 5 Tahun 5-10 Tahun 11-15 Tahun
 15-20 Tahun >20 Tahun
7. Email/No.Telepon :

Lampiran 3.

Formulir Wawancara Ahli Pengembangan FTA (Lanjutan)



FORMULIR WAWANCARA
Program Magister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Bagian B. Form Penilaian

Petunjuk pengisian:

Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian mengenai relevansi variabel penelitian dengan melingkari salah satu nilai pada tabel. Pilihan tingkat relevansi sebagai berikut:

Sangat Tidak Setuju ← 1 – 2 – 3 – 4 – 5 → Sangat Setuju

Keterangan :

1= sangat Tidak Setuju (STS), 2= Tidak Setuju (TS), 3= Cukup Setuju (CS), 4=Setuju (S),
5= Sangat Setuju (ST)

Logic Gate (Gerbang logika) :

“AND” Menunjukkan suatu kejadian akan terjadi jika semua kejadian penyebab dibawahnya terjadi secara bersamaan.

“OR” Menunjukkan suatu kejadian dapat terjadi apabila salah satu kejadian penyebab dibawahnya terjadi.

Tabel 1. Penilaian variabel penyebab untuk Diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) R1

Risk Event : Bocor/ Pecah ban (R1)

ID	Variabel penyebab	Penilaian					Komentar
		STS	TS	CS	S	ST	
	Kendaraan mengalami bocor/ pecah ban disebabkan oleh :						
	Kinerja/ tekanan extra pada ban	1	2	3	4	5	
	Kondisi ban buruk/ tidak layak operasi	1	2	3	4	5	
	Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
	<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
	Ban mendapatkan tekanan dan kinerja extra disebabkan oleh:						
	Kondisi jalan buruk	1	2	3	4	5	
	Muatan melebihi kapasitas kendaraan	1	2	3	4	5	
	Prilaku mengemudi agresif; kecepatan tinggi	1	2	3	4	5	
	Roda kendaraan tidak balance	1	2	3	4	5	
	Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
	<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
	Kondisi jalan buruk yang membuat kinerja/tekanan extra pada disebabkan oleh:						
	Temperatur jalan tinggi sehingga ban menjadi cepat panas	1	2	3	4	5	
	Permukaan jalan berlubang	1	2	3	4	5	
	Jalan bergelombang	1	2	3	4	5	
	Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
	<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...

Lampiran 3.

Formulir Wawancara Ahli Pengembangan FTA (Lanjutan)



FORMULIR WAWANCARA
Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Ban dalam kondisi tidak layak digunakan diakibatkan oleh :						
Tekanan udara ban tidak normal	1	2	3	4	5	
Permukaan ban aus/ retak	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Tekanan angin kurang disebabkan oleh :						
Pemeriksaan pra-oprasional tidak memadai	1	2	3	4	5	
Tertusuk benda tajam; paku/ beling	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Permukaan ban aus/ retak disebabkan oleh:						
Perawatan kendaraan tidak memadai	1	2	3	4	5	
Usia ban telah melewati usia pemakaian	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...

Note: Untuk mempermudah proses penilaian dapat melihat gambar diagram FTA yang terlampir.

Tabel 2. Penilaian variabel penyebab untuk Diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) R2

Risk Event : Gangguan mesin/ Mogok (R2)

ID	Variabel penyebab	Penilaian					Komentar
		STS	TS	CS	S	ST	
Kendaraan mengalami gangguan mesin/ mogok disebabkan oleh:							
	Performance kendaraan menurun	1	2	3	4	5	
	Pemeriksaan pra-operasional tidak memadai	1	2	3	4	5	
	Perawatan kendaraan tidak memadai	1	2	3	4	5	
	Suplai bahan bakar ke mesin terputus	1	2	3	4	5	
	Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
	<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Performance kendaraan menurun disebabkan oleh :							
	Usia/ kondisi kendaraan tidak layak operasi	1	2	3	4	5	
	Temperatur mesin meningkat menjadi sangat panas	1	2	3	4	5	
	Lain-lain.....	1	2	3	4	5	

Lampiran 3.

Formulir Wawancara Ahli Pengembangan FTA (Lanjutan)



FORMULIR WAWANCARA
 Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
 Jurusan Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Suplai bahan bakar ke mesin terputus akibat:						
Indikator/ tachnometer bahan bakar rusak	1	2	3	4	5	
Filter bahan bakar tersumbat	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Temperatur mesin menjadi sangat panas disebabkan oleh:						
Kekurangan air radiator	1	2	3	4	5	
Kinerja mesin terlalu extra	1	2	3	4	5	
Kekurangn oli mesin	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Kinerja mesin sangat extra akibat :						
Muatan melebihi kapasitas	1	2	3	4	5	
Perilaku mengemudi agresif: kecepatan tinggi	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...

Note: Untuk mempermudah proses penilaian dapat melihat gambar diagram FTA yang terlampir.

Tabel 3. Penilaian variabel penyebab untuk Diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) R3

Risk Event : Axle/ As roda patah (R3)

ID	Variabel penyebab	Penilaian					Komentar
		STS	TS	CS	S	ST	
	Kendaraan mengalami patah Axle/ as roda disebabkan oleh :						
	Axle mendapatkan tekanan dan kinerja tinggi	1	2	3	4	5	
	Kondisi fisik kendaraan menurun	1	2	3	4	5	
	Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
	<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
	Axle mendapatkan tekanan dan kinerja tinggi disebabkan oleh:						
	Prilaku mengemudi agresif; kecepatan tinggi	1	2	3	4	5	

Lampiran 3.

Formulir Wawancara Ahli Pengembangan FTA (Lanjutan)



FORMULIR WAWANCARA
Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Operator kurang berpengalaman; training tidak memadai	1	2	3	4	5	
Kondisi jalan buruk	1	2	3	4	5	
Muatan melebihi kapasitas kendaraan	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Kondisi fisik kendaraan menurun disebabkan oleh :						
Usia/ kondisi kendaraan tidak layak operasi	1	2	3	4	5	
Perawatan kendaraan tidak memadai	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Kondisi jalan buruk disebabkan oleh:						
Jalan berlubang/ bergelombang	1	2	3	4	5	
Jalan cenderung miring pada sisi kiri	1	2	3	4	5	
Tanjakan/ turunan terlalu curam	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...

Note: Untuk mempermudah proses penilaian dapat melihat gambar diagram FTA yang terlampir.

Tabel 4. Penilaian variabel penyebab untuk Diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) R8

Risk Event : *Leaf spring*/ Pegas rusak (R8)

ID	Variabel penyebab	Penilaian					Komentar
		STS	TS	CS	S	ST	
	Kendaraan mengalami kerusakan pada pegas disebabkan oleh :						
	Pegas mendapatkan tekanan dan kinerja tinggi	1	2	3	4	5	
	Kondisi fisik kendaraan menurun	1	2	3	4	5	
	Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
	<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
	Pegas mendapatkan tekanan dan kinerja tinggi disebabkan oleh:						
	Prilaku mengemudi agresif; kecepatan tinggi	1	2	3	4	5	
	Operator kurang berpengalaman; training tidak memadai	1	2	3	4	5	

Lampiran 3.

Formulir Wawancara Ahli Pengembangan FTA (Lanjutan)



FORMULIR WAWANCARA
 Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
 Jurusan Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Kondisi jalan buruk	1	2	3	4	5	
Muatan melebihi kapasitas kendaraan	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Kondisi fisik kendaraan menurun disebabkan oleh :						
Usia/ kondisi kendaraan tidak layak operasi	1	2	3	4	5	
Perawatan kendaraan tidak memadai	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Kondisi jalan buruk disebabkan oleh:						
Jalan berlubang/ bergelombang	1	2	3	4	5	
Jalan cenderung miring pada sisi kiri	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...

Note: Untuk mempermudah proses penilaian dapat melihat gambar diagram FTA yang terlampir.

Tabel 5. Penilaian variabel penyebab untuk Diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) R9

Risk Event : Kecelakaan (R9)

ID	Variabel penyebab	Penilaian					Komentar
		STS	TS	CS	S	ST	
Kendaraan mengalami kecelakaan disebabkan oleh:							
	Kendaraan kehilangan kendali	1	2	3	4	5	
	Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
	<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Kendaraan kehilangan kendali disebabkan oleh:							
	Kondisi jalan buruk	1	2	3	4	5	
	Prilaku mengemudi agresif; kecepatan tinggi	1	2	3	4	5	
	Operator kehilangan konsentrasi	1	2	3	4	5	
	Operator kurang berpengalaman; training tidak memadai	1	2	3	4	5	
	Kendaraan mengalami masalah saat beroperasi	1	2	3	4	5	
	Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
	<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...

Lampiran 3.

Formulir Wawancara Ahli Pengembangan FTA (Lanjutan)



FORMULIR WAWANCARA
 Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
 Jurusan Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Kondisi jalan buruk disebabkan oleh:						
Cuaca hujan	1	2	3	4	5	
Permukaan jalan berlubang/ bergelombang	1	2	3	4	5	
Kesalahan disain jalan	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Operator kehilangan konsentrasi disebabkan oleh:						
Pengaruh alkohol/ obat-obatan	1	2	3	4	5	
Kelelahan/ ngantuk	1	2	3	4	5	
Penggunaan telepon genggam (HP) saat mengemudi	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Kendaraan mengalami masalah saat beroperasi disebabkan oleh :						
Gangguan mekanis; Rem tidak bekerja, pecah ban	1	2	3	4	5	
Pemeriksaan pra-operasional tidak memadai	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Cuaca hujan menyebabkan :						
Permukaan jalan licin	1	2	3	4	5	
Jarak pandang terbatas	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Kesalahan disain jalan menyebabkan seperti :						
Tikungan terlalu tajam	1	2	3	4	5	
Tanjakan/turunan terlalu curam	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...
Gangguan mekanis seperti rem tidak bekerja disebabkan oleh:						
Muatan melebihi kapasitas	1	2	3	4	5	
Usia/ kondisi kendaraan tidak layak operasi	1	2	3	4	5	

Lampiran 3.

Formulir Wawancara Ahli Pengembangan FTA (Lanjutan)



FORMULIR WAWANCARA
Program Magister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Perawatan kendaraan tidak memadai	1	2	3	4	5	
Lain-lain.....	1	2	3	4	5	
<i>Logic gate</i> yang tepat untuk menghubungkan variabel diatas :	AND	OR	...	...	...

Note: Untuk mempermudah proses penilaian dapat melihat gambar diagram FTA yang terlampir.

Bagian C. Kritik dan saran

Terima kasih atas partisipasi anda telah memberikan kontribusi yang baik dan benar dalam proses penelitian ini.

“Halaman ini sengaja dikosongkan...”

Lampiran 4.

Formulir Wawancara Menilai Hubungan Variabel Dengan SNA



FORMULIR WAWANCARA
Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Kepada Yth.
Bapak/Ibu Responden Penelitian
Ahli dan Praktisi Jalan Raya
Di Tempat

Saya Putra Aulia Kesuma, mahasiswa S2 Program Magister Manajemen Proyek Konstruksi ITS. Terkait dengan studi tersebut, saat ini saya sedang melakukan penelitian untuk menganalisa risiko kemacetan jalan raya akibat problem pada kendaraan berat studi kasus pada ruas jalan Surabaya-Mojokerto (Jalan Raya Taman- Jalan Raya Kletek).

Sehubungan dengan itu, saya bermaksud memohon kesediaan Bapak/Ibu selaku ahli atau praktisi pada bidang transportasi jalan raya untuk meluangkan sedikit waktu (sekitar 20-30 menit) guna berpartisipasi dalam penelitian ini melalui survey wawancara. Wawancara ini merupakan tahapan akhir dari penelitian saya, yang dimaksudkan untuk menilai hubungan atau pengaruh antar variabel-variabel penyebab terjadinya *risk event* (kejadian risiko) pada kendaraan berat. Selain itu juga untuk menilai hubungan variabel penyebab dengan stakeholder yang berperan dalam masalah kemacetan akibat kendaraan berat ini.

Saya informasikan bahwa partisipasi dalam survey ini bersifat sukarela dan semua informasi yang diberikan akan dijaga kerahasiannya serta hanya digunakan untuk kepentingan akademis. Hasil penelitian ini mungkin akan disampaikan pada konferensi akademis, tesis, maupun jurnal ilmiah. Sekiranya Bapak/Ibu membutuhkan informasi tambahan, dimohon dapat menghubungi saya, **Putra Aulia Kesuma**, dengan nomor HP: +628116822133, email: auliaksumaputra@gmail.com. Demikian, atas perhatian dan partisipasi Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,

Mahasiswa S2

Putra Aulia Kesuma

Pembimbing Utama

M. Arif Rohman, S.T., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Kedua

Dr. Catur Arif Prastyanto, ST., M.Eng

Lampiran 4. Formulir Wawancara Menilai Hubungan Variabel
Dengan SNA (Lanjutan)



FORMULIR WAWANCARA
Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

LAMPIRAN FORM WAWANCARA

Judul Penelitian:
**Analisa Risiko Kemacetan Jalan Raya Akibat Problem Pada
Kendaraan Berat**

Bagian A. Identitas responden

Petunjuk pengisian :

Bagian pertama kuisioner ini, sekiranya responden dapat memberikan informasi mengenai data diri. Pertanyaan dibawah ini dapat dijawab dengan memberikan tanda centang (√) pada kotak yang disediakan serta mengisi jawaban pada tempat yang telah disediakan. Kami akan memastikan kerahasiaan data diri responden dan akan dipergunakan sebagai mana mestinya.

1. Nama Responden :
2. Pendidikan Terakhir : Sarjana Megister Doktor
 Lain-lain, (sebutkan):
3. Pekerjaan : Akademisi Bisnis atau Industri jasa
 Industri manufaktur Fungsional Pemerintah
 Lain-lain,(sebutkan):
4. Nama Institusi :
5. Posisi Jabatan :
6. Pengalaman Kerja : < 5 Tahun 5-10 Tahun 11-15 Tahun
 15-20 Tahun >20 Tahun
7. Email/No.Telepon :

Lampiran 4.

Formulir Wawancara Menilai Hubungan Variabel Dengan SNA



FORMULIR WAWANCARA
Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Bagian B. Posisi Responden Sebagai Stakeholder/ Pemangku Kepentingan

Petunjuk pengisian!

Pilihlah salah satu (hanya satu) kategori dari pilihan stakeholder dibawah ini yang paling tepat untuk merepresentasikan posisi responden sebagai stakeholder dalam konteks jalan raya Surabaya-Mojokerto (Jalan Raya Taman- Jalan raya Kletek) dengan memberi centang (√) pada kotak yang tersedia.

Stakeholder Grup	Deskripsi
S1. Bina Marga JATIM <input type="checkbox"/>	
S2. BBPJM VIII JATIM <input type="checkbox"/>	
S3. DISHUB JATIM <input type="checkbox"/>	
S4. BPTD XI JATIM <input type="checkbox"/>	
S5. Kepolisian <input type="checkbox"/>	
S6. Pengemudi (driver) <input type="checkbox"/>	
S7. Pengusaha (Pemilik Angkutan) <input type="checkbox"/>	
S8. Organda <input type="checkbox"/>	
S9. Dep. Industri <input type="checkbox"/>	
S10. Masyarakat <input type="checkbox"/>	
Lain-lain (Sebutkan) <input type="checkbox"/>	

Lampiran 4.

Formulir Wawancara Menilai Hubungan Variabel Dengan SNA



FORMULIR WAWANCARA
Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Bagian C. Alokasi Wewenang dari Setiap Variable Penyebab Terhadap Stakeholder

Petunjuk pengisian!

1. Pilihlah *basic event* atau penyebab dibawah ini yang apabila terjadi merupakan wilayah atau wewenang dari responden dengan memberikan tanda centang (√) pada bagian kolom kedua ("peran"). Responden dapat memilih lebih dari satu risiko.
2. Berdasarkan poin pertama, untuk setiap *basic event* atau penyebab yang dipilih, responden diminta untuk menentukan pemangku kepentingan lain yang memiliki peran terhadap tiap-tiap *basic event* atau penyebab dengan memberikan tanda centang (√) pada kolom pemangku kepentingan lainnya.

No	Penyebab	Bina Marga	BBPJK XII	DISHUB	BPTD XI	Kepolisian	Driver	Pemilik Agkt	Organada	Dep. Industri	Akademi	...
1	Muatan berlebih (<i>Overload</i>)											
2	Perawatan kendaraan buruk											
3	Pemeriksaan pra-operasional tidak memadai											
4	Inspeksi kendaraan berkala atau uji KIR tidak memadai											
5	Prilaku mengemudi yang ceroboh atau ugal-ugalan											
6	Pengemudi yang kurang berpengalaman											
7	Berkendara dibawah pengaruh obat-obatan atau alcohol											
8	Kelelahan/ mengantuk											
9	Penggunaan ponsel saat mengemudi											
10	Temperatur jalan tinggi (ban cepat panas)											
11	Permukaan jalan berlubang											
12	Permukaan jalan bergelombang											
13	Tanjakan atau turunan (<i>alinyemen vertikal</i>)											
14	Kualitas ban buruk											
15	Tekanan udara ban tidak normal											

Lampiran 4.

Formulir Wawancara Menilai Hubungan Variabel Dengan SNA



FORMULIR WAWANCARA
Program Magister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Bagian D. Menilai Hubungan/ Pengaruh Antar Variabel Penyebab

Petunjuk pengisian!

Untuk mengukur hubungan pengaruh antar variabel penyebab, responden diminta untuk mengisi tabel matrik di bawah ini dengan mengisi salah satu dari angka skala (1 sampai 5) pada setiap kotak tabel.

Tidak berhubungan ← 1 – 2 – 3 – 4 – 5 → Sangat berhubungan

Keterangan :

*1= tidak berhubungan, 2= kecil berhubungan, 3= cukup berhubungan,
4=besar hubungan, 5=sangat berhubungan*

<< Lanjut pada lembar berikutnya untuk mengisi bagian D >>



Lampiran 4.

Formulir Wawancara Menilai Hubungan Variabel Dengan SNA

Bagian D. Menilai Hubungan/ Pengaruh Antar Variabel Penyebab

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Muatan berlebih (<i>Overload</i>)	Perawatan kendaraan buruk	Pemeriksaan pra-operasional tidak memadai	Inspeksi kendaraan berkala atau uji KIR tidak memadai	Pelaku mengemudi yang ceroboh atau ugal-ugalan	Pengemudi yang kurang berpengalaman	Berkendara dibawah pengaruh obat-obatan/ alcohol	Kelalahan/ mengantuk	Penggunaan ponsel saat mengemudi	Temperatur jalan tinggi (ban cepat panas)	Permukaan jalan berlubang	Permukaan jalan bergelombang	Tanjakan atau turunan (<i>alignment vertikal</i>)	Kualitas ban buruk	Tekanan udara ban tidak normal
1		X													
2		X													
3			X												
4				X											
5					X										
6						X									
7							X								
8								X							
9									X						
10										X					
11											X				
12												X			
13													X		
14														X	
15															X

Lampiran 4.

Formulir Wawancara Menilai Hubungan Variabel Dengan SNA



FORMULIR WAWANCARA
Program Megister Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Catatan

Terima kasih atas partisipasi anda telah memberikan konstribusi yang baik dan benar dalam proses penelitian ini.

Lampiran 5.

Data Hasil Survei Pendahuluan

Tabel Rekapitulasi Data Profil Expert

No. Form	Profil Expert		
	Pendidikan	Bidang Pekerjaan	Pengalaman
001	Megister	Akademisi Bidang Ilmu Transportasi	29 Tahun
002	Sarjana	Pelaku usaha bidang transportasi	20 Tahun
003	Sarjana	Pemerintah	20 Tahun
004	Sarjana	Pemerintah	20 Tahun

Tabel Rekapitulasi Penilaian Relevansi Variabel Risiko

No. Form	Penilaian Expert									
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
001	5	3	5	4	2	2	4	4	3	5
002	5	3	3	4	4	4	2	2	4	3
003	5	4	4	4	3	3	3	3	4	4
004	5	3	4	5	3	3	3	4	4	4
Jumlah	20	13	16	17	12	12	12	13	15	16
Mean (rata-rata)	5,00	3,25	4,00	4,25	3,00	3,00	3,00	3,25	3,75	4,00
Standar Deviasi (SD)	0,00	0,50	0,82	0,50	0,82	0,82	0,82	0,96	0,50	0,82

“Halaman ini sengaja dikosongkan...”

Lampiran 6.A

Data Hasil Survei Risiko

Tabel Rekapitulasi Data Profil Responden

No. Form	Profil Responden		
	Kategori Resp.	Pendidikan	Pengalaman (Th)
001	Pemerintah	Megister	25
002	Pemerintah	Sarjana	20
003	Pemerintah	Sarjana	18
004	Pemerintah	SMA	15
005	Pemerintah	Sarjana	10
006	Pemerintah	Sarjana	20
007	Pemerintah	Sarjana	5
008	Pemerintah	Sarjana	10
009	Pemerintah	Sarjana	5
010	Pemerintah	Sarjana	6
011	Pelaku Usaha Transport	SMP	20
012	Pelaku Usaha Transport	SMA	8
013	Pelaku Usaha Transport	SMA	15
014	Pelaku Usaha Transport	SMP	25
015	Pelaku Usaha Transport	STM	15
016	Pelaku Usaha Transport	SMP	5
017	Pelaku Usaha Transport	SMP	35
018	Pelaku Usaha Transport	SMP	30
019	Masyarakat	SMP	20
020	Masyarakat	SMP	15
021	Masyarakat	SMP	10
022	Masyarakat	SMK	10
023	Masyarakat	SMA	12
024	Masyarakat	SMA	25
025	Masyarakat	SMA	25
026	Masyarakat	SMA	15

Lampiran 6.B

Data Hasil Survei Risiko

Tabel Rekapitulasi Penilaian Risiko

No. Form	Penilaian Responden																			
	R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8		R9		R10	
	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I
001	4	4	4	2	4	5	4	4	1	2	1	2	4	4	3	5	4	5	2	3
002	4	4	3	3	4	5	4	3	2	1	1	1	4	4	3	5	4	5	3	2
003	4	4	4	4	3	5	2	3	3	1	2	1	3	3	3	5	4	5	4	2
004	3	3	5	5	2	5	3	3	1	1	1	1	3	2	3	3	4	5	2	1
005	2	4	4	3	5	5	1	1	2	1	1	1	2	1	2	5	5	5	4	3
006	4	5	1	4	3	5	3	3	2	1	2	1	2	4	3	5	3	4	2	3
007	2	4	4	3	5	5	1	1	2	1	1	1	2	1	2	5	5	5	4	3
008	4	3	3	3	3	4	3	3	2	1	2	1	2	3	2	4	4	3	2	3
009	4	4	2	4	3	4	1	1	1	1	1	1	1	3	2	5	2	4	2	3
010	2	3	4	5	4	5	3	3	3	2	1	2	1	2	2	5	3	5	2	2
011	4	4	4	4	4	4	4	3	2	1	2	1	3	2	2	4	4	5	3	3
012	4	4	4	4	3	5	4	4	3	2	3	2	2	3	3	5	3	4	3	4
013	5	4	4	4	4	5	4	3	3	2	3	2	3	2	3	4	4	5	4	2
014	4	4	4	4	4	4	4	2	2	1	2	1	3	3	3	4	4	4	2	2
015	5	4	5	4	2	4	2	3	2	1	2	1	2	2	2	5	3	5	2	3
016	2	2	2	3	2	5	1	2	2	1	3	3	2	3	2	5	3	5	2	2
017	4	3	2	3	3	4	3	3	2	1	2	1	2	2	3	5	3	4	3	3
018	3	3	1	3	3	4	3	3	2	1	2	1	2	2	2	4	3	5	3	3
019	4	3	1	4	4	5	3	2	2	1	1	1	2	3	3	3	4	4	3	3
020	4	3	3	3	3	5	3	2	1	1	2	1	3	3	3	5	4	5	2	5
021	4	3	4	4	4	5	3	2	2	1	1	1	2	3	3	4	4	4	3	3
022	4	3	3	3	3	4	2	3	2	1	1	1	2	2	2	4	3	5	2	3
023	5	3	2	3	3	4	2	3	1	1	1	1	2	2	2	5	3	4	3	3
024	4	4	2	3	3	4	3	3	2	1	1	1	2	3	2	4	2	5	2	4
025	4	3	2	3	3	4	2	3	1	1	1	1	2	2	2	4	2	4	2	3
026	4	4	3	4	3	5	2	3	2	1	1	1	2	2	3	5	3	5	2	3

Lampiran 7.A

Data Hasil Survei Hubungan Variabel

Tabel Rekapitulasi Data Profil Responden

No. Form	Profil Responden		
	Pendidikan	Stakeholder	Pengalaman (th)
001	Sarjana	BPTD XI JATIM	20
002	Megister	Bina Marga JATIM	25
003	Sarjana	POLRI	20
004	Sarjana	DISHUB JATIM	20
005	Sarjana	DISHUB JATIM	25
006	Sarjana	BBPJM VIII	15
007	SMA	PT. Eka Setia Putra	15
008	SMA	PT. Putra Adi Jaya	20
009	Megister	Masyarakat Sekitar	17
010	Sarjana	Organda Jatim	25

Lampiran 7.B

Data Hasil Survei Hubungan Variabel

Tabel Penilaian Hubungan [BE-BE] Responden No. Form 001

BE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		4	1	4	1	2	1	3	1	4	5	5	5	3	4
2	2		3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	3	3	3
3	3	3		4	1	3	1	1	1	1	1	1	4	3	4
4	5	4	3		1	1	1	1	1	1	4	4	3	4	4
5	1	3	1	1		3	3	3	1	3	1	1	1	1	1
6	3	3	3	1	4		1	2	3	1	1	1	4	1	1
7	1	1	1	1	4	2		4	2	2	1	1	1	1	1
8	3	1	1	1	3	1	3		1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	3	1	1	3		1	1	1	1	1	1
10	2	3	1	1	1	1	1	1	1		3	3	1	3	4
11	2	3	1	1	1	1	1	3	1	1		2	1	4	2
12	2	3	1	1	1	1	1	3	1	2	3		1	1	2
13	2	3	2	3	1	3	1	1	1	1	1	1		1	1
14	2	2	3	4	1	1	1	1	1	3	3	3	1		3
15	2	3	2	3	1	1	1	1	1	3	4	4	1	3	

Tabel Penilaian Hubungan [BE-BE] Responden No. Form 002

BE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		3	1	5	1	1	1	3	1	4	5	5	5	4	4
2	1		3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	3	2	4
3	3	3		3	1	3	1	1	1	1	1	1	3	3	4
4	5	4	3		1	1	1	1	1	1	3	3	3	4	4
5	1	3	2	1		3	3	3	2	3	1	1	1	1	1
6	3	3	3	1	3		2	2	2	1	1	1	3	1	1
7	1	1	1	1	3	1		3	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	3	2	3		3	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	3	1	1	3		1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	3	1	1	1	1	1		4	4	1	3	2
11	1	3	1	3	1	1	1	3	1	3		3	1	3	3
12	1	3	1	3	1	1	1	3	1	2	4		2	2	2
13	1	3	2	3	1	3	1	1	1	1	1	1		1	1
14	2	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1		3
15	2	3	2	3	1	1	1	1	1	3	3	3	1	3	

Lampiran 7.B

Data Hasil Survei Hubungan Variabel (lanjutan)

Tabel Penilaian Hubungan [BE-BE] Responden No. Form 003

BE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		3	2	3	1	2	1	4	1	3	4	4	5	3	3
2	1		2	3	1	3	1	1	1	1	1	1	3	4	3
3	3	3		3	1	2	1	1	1	1	1	1	4	3	3
4	3	3	3		1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3
5	1	4	1	1		1	3	4	2	1	1	1	1	1	1
6	3	3	3	1	4		1	3	1	1	1	1	3	1	1
7	1	1	1	1	3	1		3	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	4	1	3		3	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	3	1	1	3		1	1	1	1	1	1
10	2	1	1	1	1	1	1	1	1		3	3	1	3	2
11	1	3	1	1	1	1	1	4	1	1		2	1	3	2
12	1	3	1	1	1	1	1	3	1	3	3		2	2	3
13	2	3	2	3	1	3	1	1	1	1	1	1		1	1
14	2	2	3	3	1	1	1	1	1	3	3	3	1		3
15	1	3	3	3	1	1	1	1	1	3	3	3	1	3	

Tabel Penilaian Hubungan [BE-BE] Responden No. Form 004

BE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		3	2	3	1	1	1	4	1	3	4	3	2	3	3
2	1		4	2	1	2	1	1	1	3	1	1	3	3	2
3	4	3		4	1	2	1	1	1	1	1	1	3	4	2
4	3	3	3		1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	2
5	1	3	1	1		1	1	4	2	2	1	1	1	3	1
6	3	3	3	1	3		1	1	1	1	1	1	2	1	1
7	1	1	1	1	4	1		3	1	1	1	1	1	1	1
8	2	1	1	1	4	1	3		1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	3	1	1	3		1	1	1	1	1	1
10	2	1	1	1	1	1	1	1	1		3	3	1	3	2
11	3	3	1	1	1	1	1	3	1	2		2	1	2	2
12	2	3	1	1	1	1	1	4	1	2	2		4	2	2
13	2	3	2	4	1	4	1	1	1	1	1	1		1	1
14	2	3	3	4	1	1	1	1	1	3	1	1	1		3
15	2	2	2	3	1	1	1	1	1	3	3	3	1	3	

Lampiran 7.B

Data Hasil Survei Hubungan Variabel (lanjutan)

Tabel Penilaian Hubungan [BE-BE] Responden No. Form 005

BE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		3	2	3	1	1	1	3	1	3	4	4	3	3	3
2	2		3	3	1	3	1	1	1	1	3	1	3	3	3
3	3	3		3	3	3	1	1	1	1	1	1	3	4	3
4	3	3	4		1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3
5	1	3	3	1		2	2	3	2	2	1	1	1	1	1
6	3	2	3	1	3		1	2	1	1	1	1	2	1	1
7	1	1	1	1	3	1		3	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	3	1	3		3	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	4	1	1	3		1	1	1	1	1	1
10	2	1	1	1	1	1	1	1	1		3	3	1	3	2
11	2	3	1	1	1	1	1	3	1	1		3	1	3	2
12	2	3	1	1	1	1	1	3	1	2	3		2	3	2
13	2	3	3	4	1	3	1	1	1	1	1	1		1	1
14	1	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1		3
15	1	2	2	3	2	1	1	1	1	3	3	3	1	3	

Tabel Penilaian Hubungan [BE-BE] Responden No. Form 006

BE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		3	3	5	1	1	1	3	1	3	5	5	4	3	3
2	1		3	3	2	3	1	1	1	2	3	3	3	3	4
3	3	3		3	2	3	1	1	1	1	1	1	3	3	4
4	3	2	3		1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	4
5	1	3	1	1		3	3	3	2	3	1	1	1	1	1
6	3	3	2	1	3		1	1	1	1	1	1	3	1	1
7	1	1	1	1	3	1		3	1	1	1	1	1	1	1
8	2	1	1	1	3	2	3		1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	3	1	3	3		1	1	1	1	1	1
10	2	1	1	3	1	1	1	1	1		4	3	3	3	3
11	2	3	1	3	1	1	1	3	1	3		2	1	3	2
12	1	3	1	3	1	1	1	3	1	2	4		2	3	3
13	2	3	2	3	1	3	1	1	1	1	1	1		1	1
14	2	2	3	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1		2
15	1	3	2	3	1	1	1	1	1	3	3	3	1	3	

Lampiran 7.B

Data Hasil Survei Hubungan Variabel (lanjutan)

Tabel Penilaian Hubungan [BE-BE] Responden No. Form 007

BE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		4	2	4	1	2	1	4	1	4	5	5	4	3	4
2	3		3	4	1	3	1	1	1	1	1	3	4	4	3
3	3	3		3	3	2	1	1	1	1	1	1	3	3	4
4	5	4	3		1	1	1	1	1	1	3	3	3	4	4
5	1	3	1	1		3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
6	3	4	4	1	4		3	3	3	3	1	1	4	1	1
7	1	1	1	1	3	1		3	1	1	1	1	1	1	1
8	3	1	1	1	2	1	3		1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	3	1	1	4		1	1	1	1	1	1
10	2	1	1	1	3	1	1	1	1		3	3	1	3	3
11	2	4	1	3	1	1	1	3	1	1		3	1	3	4
12	3	4	1	3	1	1	1	4	1	3	3		1	3	2
13	2	4	3	3	1	5	1	1	1	1	1	1		1	1
14	2	3	2	4	1	1	1	1	1	3	1	1	1		4
15	2	3	2	4	1	3	1	1	1	4	3	3	1	4	

Tabel Penilaian Hubungan [BE-BE] Responden No. Form 008

BE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		4	3	3	1	1	1	3	1	3	3	3	3	3	3
2	3		4	3	3	2	1	1	1	1	1	1	3	3	3
3	3	3		2	3	2	1	1	1	1	1	1	3	3	3
4	3	3	3		1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3
5	1	4	1	1		3	2	4	3	3	1	1	1	1	1
6	3	4	4	1	4		1	2	2	1	1	1	4	1	1
7	1	1	1	1	4	1		3	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	4	1	1		1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	4	1	1	3		1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1		3	3	1	4	3
11	1	4	1	1	1	1	1	3	1	3		3	1	4	2
12	1	3	1	1	1	1	1	3	1	3	3		1	1	3
13	2	3	3	3	1	4	1	1	1	1	1	1		1	1
14	2	3	2	1	1	1	1	1	1	4	3	3	1		3
15	2	2	3	3	1	1	1	1	1	3	2	2	1	3	

Lampiran 7.B

Data Hasil Survei Hubungan Variabel (lanjutan)

Penilaian [BE-BE] Responden No. Form 009

BE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		2	1	3	1	1	1	1	1	2	5	5	5	3	4
2	1		3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	3	3	3
3	3	3		3	1	3	1	1	1	1	1	1	2	2	3
4	3	3	3		1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	1
5	1	3	1	1		1	1	3	3	1	1	1	1	1	1
6	3	3	3	1	3		1	1	1	1	1	1	3	1	1
7	1	1	1	1	3	1		3	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	3	1	1		1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	3	1	1	3		1	1	1	1	1	1
10	2	1	1	1	1	1	1	1	1		3	3	1	3	2
11	2	4	1	1	1	1	1	3	1	1		2	1	3	4
12	2	4	1	1	1	1	1	3	1	2	3		3	3	3
13	1	3	3	3	1	3	1	3	1	1	1	1		1	1
14	1	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1		3
15	2	3	3	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1	3	

Penilaian [BE-BE] Responden No. Form 010

BE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		3	2	3	1	1	1	4	1	3	4	3	2	3	3
2	1		4	2	1	2	1	1	1	3	1	1	3	3	2
3	4	3		4	1	2	1	1	1	1	1	1	3	4	2
4	3	3	3		1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	2
5	1	3	1	1		1	1	4	2	2	1	1	1	3	1
6	3	3	3	1	3		1	1	1	1	1	1	2	1	1
7	1	1	1	1	4	1		3	1	1	1	1	1	1	1
8	2	1	1	1	4	1	3		1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	3	1	1	3		1	1	1	1	1	1
10	2	1	1	1	1	1	1	1	1		3	3	1	3	2
11	3	3	1	1	1	1	1	3	1	2		2	1	2	2
12	2	3	1	1	1	1	1	4	1	2	2		4	2	2
13	2	3	2	4	1	4	1	1	1	1	1	1		1	1
14	2	3	3	4	1	1	1	1	1	3	1	1	1		3
15	2	2	2	3	1	1	1	1	1	3	3	3	1	3	

Lampiran 7.C

Data Hasil Survei Hubungan Variabel

Tabel Rekapitulasi Penilaian [BE-BE]

BE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		3,20	1,90	3,60	1,00	1,30	1,00	3,20	1,00	3,20	4,40	4,20	3,80	3,10	3,40
		0,63	0,74	0,84	0,00	0,48	0,00	0,92	0,00	0,63	0,70	0,92	1,23	0,32	0,52
2	1,60		3,20	3,10	1,30	2,60	1,00	1,00	1,00	1,50	1,40	1,40	3,10	3,10	3,10
	0,84		0,63	0,47	0,67	0,52	0,00	0,00	0,00	0,85	0,84	0,84	0,32	0,57	0,57
3	3,20	3,10		3,20	1,70	2,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,10	3,20	3,20
	0,42	0,00		0,63	0,95	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,63	0,79
4	3,60	3,20	3,10		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,10	3,10	3,20	3,10	3,20
	0,97	0,63	0,32		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,32	0,42	0,88	1,03
5	1,00	3,20	1,30	1,00		2,10	2,20	3,40	2,20	2,30	1,20	1,20	1,20	1,40	1,00
	0,00	0,42	0,67	0,00		0,99	0,92	0,52	0,63	0,82	0,63	0,63	0,63	0,84	0,00
6	3,10	3,10	3,10	1,00	3,40		1,30	1,80	1,60	1,20	1,00	1,00	3,10	1,00	1,00
	0,32	0,57	0,57	0,00	0,52		0,67	0,79	0,84	0,63	0,00	0,00	0,74	0,00	0,00
7	1,00	1,00	1,00	1,00	3,40	1,10		3,10	1,10	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,32		0,32	0,32	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	1,70	1,00	1,00	1,00	3,30	1,20	2,60		1,60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0,82	0,00	0,00	0,00	0,67	0,42	0,84		0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	1,00	1,00	1,00	1,00	3,20	1,00	1,20	3,10		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,63	0,32		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1,80	1,20	1,00	1,40	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00		3,20	3,10	1,20	3,10	2,50
	0,42	0,63	0,00	0,84	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00		0,42	0,32	0,63	0,32	0,71
11	1,90	3,30	1,00	1,60	1,00	1,00	1,00	3,10	1,00	1,80		2,40	1,00	3,10	2,50
	0,74	0,48	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,92		0,52	0,00	0,57	0,85
12	1,70	3,20	1,00	1,60	1,00	1,00	1,00	3,30	1,00	2,30	3,10		2,20	2,20	2,40
	0,67	0,42	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,48	0,57		1,14	0,79	0,52
13	1,80	3,10	2,40	3,30	1,00	3,50	1,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00
	0,42	0,32	0,52	0,48	0,00	0,71	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	1,80	2,70	2,80	3,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,10	1,60	1,60	1,00		3,10
	0,42	0,48	0,42	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,97	0,97	0,00		0,57
15	1,70	2,60	2,30	2,90	1,10	1,20	1,00	1,00	1,00	3,10	3,10	3,10	1,00	3,10	
	0,48	0,52	0,48	0,74	0,32	0,63	0,00	0,00	0,00	0,32	0,57	0,57	0,00	0,32	

* Nilai pada bagian atas setiap *basic event* (BE) merupakan nilai rata-rata (*mean*), sedangkan nilai pada bagian bawahnya yang berwarna merah dan cetak miring merupakan nilai standar deviasi (SD).

Lampiran 7.D

Data Hasil Survei Hubungan Variabel

Tabel Rekapitulasi Penilaian Hubungan Basic Event dengan Stakeholder [BE-S]

		Basic Event (BE)														
		BE1	BE2	BE3	BE4	BE5	BE6	BE7	BE8	BE9	BE10	BE11	BE12	BE13	BE14	BE15
Stakeholder (S)	Bina Marga (S1)	✓									✓	✓	✓	✓		
	BBPJK XII (S2)	✓									✓	✓	✓	✓		
	DISHUB (S3)	✓			✓	✓	✓		✓						✓	✓
	BPTD XI (S4)	✓			✓											
	Polisi (S5)					✓		✓		✓						
	Pengemudi (S6)		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓						✓
	Pelaku Usaha (S7)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							✓	✓
	Organda (S8)	✓			✓	✓	✓	✓		✓						
	Dep. Industri (S9)	✓													✓	
	Masyarakat (S10)															

Lampiran 8.

Daftar Publikasi

Berikut ini beberapa publikasi ilmiah yang telah dicapai selama proses pelaksanaan penelitian dan penyusunan tesis ini :

1. Kesuma, A.K., Rohman, M.A., dan Prastyanto, C.A. (2019). “Risk analysis of traffic congestion due to problem in heavy vehicle: a concept”. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* **650** 012011. Doi: 10.1088/1757-899X/650/1/012011. (Status: Published)
2. Kesuma, A.K., Rohman, M.A., dan Prastyanto, C.A. (2019). “Identifikasi Risiko Kemacetan di Jalan Raya akibat Permasalahan pada Kendaraan Berat”. *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke-13*. Vol. 2. 422-429. ISBN-978-979-98659-7-7. (Status: Published)
3. Kesuma, A.K., Rohman, M.A., dan Prastyanto, C.A. (2019). “Analysis Root Cause of the Damage Risk in Heavy Vehicles to Reduce Non-recurrent Traffic Congestion”. *International Journal of Construction Management (IJCM)*. Manuscript Number: TJCM-2019-0523. (Status: Proses revisi feedback dari reviewer)

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Kabupaten Aceh Besar salah satu provinsi di Aceh pada tanggal 04 Februari 1994. Merupakan anak pertama dari tiga bersaudara atas pasangan Bapak Mahyuddin dan Ibu Susi Sunarya. Penulis mulai menempuh pendidikan formal mulai dari sekolah dasar MIN Mesjid Raya Baiturrahman, Sekolah Menengah Pertama MTsN Model, dan Sekolah Menengah Atas SMAN 3 di Banda Aceh.

Setelah lulus dari SMA pada tahun 2012, kemudian penulis melanjutkan keperguruan tinggi pada jenjang Strata satu (S1) Program Studi Teknik Sipil, Bidang Rekayasa Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. Selama menempuh pendidikan jenjang sarjana tersebut penulis aktif di beberapa kegiatan organisasi kampus, maupun non kampus. Penulis juga mengisi waktu luang perkuliahan dengan bekerja pada perusahaan konstruksi lokal setempat.

Pada Agustus 2016 penulis menyelesaikan Pendidikan S1 dan sempat bekerja beberapa saat sebelum pada akhirnya pertengahan tahun 2017 penulis berkesempatan melanjutkan pendidikan Magister (S2). Penulis menempuh pendidikan Pascasarjana (S2) Bidang Manajemen Konstruksi, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya yang tercatat sebagai mahasiswa dengan nomor identitas NRP 03111750030015. Penulis menyelesaikan tesis ini dan disidangkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Studi Megister (S2) pada tanggal 9 Januari 2020.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya tesis ini. Tentunya besar harapan penulis agar tesis ini dapat memberikan inspirasi dan manfaat bagi orang lain.

Putra Aulia Kesuma (Mr)

Civil Engineering

Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS), Surabaya

auliakesumaputra@gmail.com