

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI PENAMBAHAN PENERANGAN PADA JALAN  
TOL MEDAN - TEBING TINGGI GUNA MEMINIMALISIR  
TINGKAT KECELAKAAN**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**RIO NOVENDRA**

**(1607210047)**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2020**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20328 Telp (061) 662301  
Website: <http://www.umsu.ac.id> Email: [rektor@umsu.ac.id](mailto:rektor@umsu.ac.id)

---

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Rio Novendra  
Npm : 1607210047  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Evaluasi Penambahan Penerangan Pada Jalan Tol Medan –  
Tebing Tinggi Guna Meminimalisir Tingkat Kecelakaan

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada  
Panitia Ujian

Medan, November 2020

Pembimbing

Ir. Zurkiyah, M.T

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Rio Novendra

Npm : 1607210047

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Evaluasi Penambahan Penerangan Pada Jalan Tol Medan –  
Tebing Tinggi Guna Meminimalisir Tingkat Kecelakaan

Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, November 2020

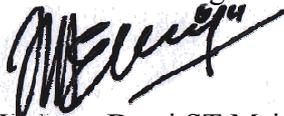
Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Pembimbing/Penguji



Ir. Turkiyah, M.T

Dosen Pembanding I/Penguji



Hj. Irma Dewi ST, Msi

Dosen Pembanding II/Penguji



Dr. Fahrizal Zulkarnain

Program Studi Teknik Sipil

Ketua :



Dr. Fahrizal Zulkarnain

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Rio Novendra  
Tempat/ Tanggal Lahir : Bandar Khalipah/ 08 November 1997  
NPM : 1607210047  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Evaluasi Penambahan Penerangan Pada Jalan Tol Medan – tebing Tinggi Guna Meminimalisir Tingkat Kecelakaan”

Bukan merupakan plagiarism, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun , demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, November 2020

Yang menyatakan,



Rio Novendra

## **ABSTRAK**

### **EVALUASI PENAMBAHAN PENERANGAN PADA JALAN TOL MEDAN - TEBING TINGGI GUNA MEMINIMALISIR TINGKAT KECELAKAAN**

Rio Novendra

1607210047

Ir Zurkiyah M.T

Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan fasilitas vital yang dibutuhkan oleh masyarakat terutama pengguna jalan tol Medan – Tebing Tinggi. Penerangan jalan umum/Tol diperlukan untuk meningkatkan keamanan lalu lintas, keamanan lingkungan, kenyamanan masyarakat dalam berkendara terutama pada malam hari dan PJU dapat menambah nilai keindahan suatu tempat pengamatan/pengukuran lux, tinggi tiang dan jarak tiang secara langsung menggunakan lux meter dan GPS, pengumpulan data-data dan kemudian melakukan proses analisa dan evaluasi. Berdasarkan hasil penelitian pada jalan tersebut terdapat banyak PJU yang memerlukan tempat untuk penambahan lampu jalan antara lain jenis lampu LED 200 W. Jarak antar tiang PJU tidak sama sehingga mempengaruhi nilai intensitas cahaya di lokasi tersebut. Tinggi tiang PJU di Jalan Tol Medan – Tebing Tinggi rata-rata 9 meter dan 7 meter dengan panjang lengan 2 meter. Hasil analisa penulis adanya penambahan tiang di lajur kiri pada titik koordinat X:0456146 dan Y:9148481 menggunakan lampu LED 200 W dan tiang lengan ganda akan membuat lokasi tersebut lebih terang sehingga pengguna jalan akan lebih nyaman dan terbantu ketika berada di lokasi tersebut sehingga dapat membantu mengurangi tingkat kecelakaan.

Kata Kunci : Penerangan Jalan Umum, Intensitas Cahaya, Lampu, Kecelakaan.

## **ABSTRACT**

### **EVALUATION OF ADDITIONAL LIGHTING ON MEDAN TOLL ROAD – TEBING TINGGI FOR MINIMIZING ACCIDENT LEVELS**

Rio Novendra

1607210047

Ir Zurkiyah M.T

*Public Street Lighting (PJU) is a vital facility needed by the community, especially users of the Medan - Tebing Tinggi toll road. Public / toll road lighting is needed to improve traffic safety, environmental safety, public comfort in driving, especially at night and PJU can add to the beauty value of a place of observation / lux measurement, pole height and pole distance directly using a lux meter and GPS, collection the data and then carry out the analysis and evaluation process. Based on the results of research on these roads, there are many PJUs that require a place to add street lights, including the type of LED lamp 200 W. The height of the PJU poles on the crazy Toll Road - Tebing Tinggi is an average of 9 meters and 7 meters with an arm length of 2 meters. The results of the author's analysis of the addition of poles in the left lane at coordinate points X: 0456146 and Y: 9148481 using 200 W LED lights and double arm poles will make the location brighter so that road users will be more comfortable and helped when they are in that location so that they can help reduce the accident rate.*

*Keywords: Lighting The General, Light Intensity, Lights, accident.*

## KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan kesempatan dan kesehatan kepada kita khususnya penulis, serta shalawat dan salam kehadiran Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW yang kita harapkan syafaatnya di hari akhir nanti, sampai saat ini penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dengan judul “Evaluasi Penambahan Penerangan Pada Jalan Tol Medan – Tebing Tinggi Guna Meminimalisir Tingkat Kecelakaan“

Penulis menyadari, bahwa sesungguhnya penulisan dan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan nasehat serta pengarahan dari berbagai pihak, untuk itu dengan segala kerendahan hati, tulus dan ikhlas penulis mengucapkan terimakasih yang telah membantu dan memberi dorongan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dan pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ir. Zurkiyah., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Ibu Hj. Irma Dewi, ST., M.Si selaku Dosen Pembimbing 1 dan Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Sc, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak/Ibu Dosen selaku staf pengajar yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu, yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu pengetahuan. Ilmu tentang teknik kesipilan.

6. Bapak/Ibu, selaku Pegawai Biro yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu.
7. Ayahanda Suhendra dan Ibunda Juwita Sri Rahayu yang telah memberikan dukungan baik moril maupun material serta do'a restu sangat bermanfaat sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Sahabat-sahabat Kuliah Penulis beserta seluruh teman-teman Teknik Sipil yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, Penulis mengucapkan banyak terima kasih. Skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya skripsi ini dapat memberikan manfaat yang banyak bagi semua pihak.

Medan, November 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penulisan	2
1.4. Manfaat Penulisan	2
1.5. Ruang Lingkup	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pengertian Jalan	4
2.2. Pengertian Jalan Tol dan Pintu Tol	4
2.3. Pelayanan Jalan Tol	5
2.3.1. Pelayanan Transaksi	6
2.3.2. Pelayanan lalu Lintas	6
2.3.3. Layanan terhadap Pemeliharaan	6
2.4. Hal-hal yang Berhubungan dengan Waktu Pelayanan di Gardu Tol	6
2.4.1. Tarif Tol	7
2.4.2. Nominal Pembayaran	7
2.4.3. Kesiapan Dalam Pembayaran	8
2.4.4. Jenis Ukuran dan Muatan (berat) Kendaraan	8
2.5. Sejarah Lampu Penerangan Jalan	8
2.5.1. Lampu Penerangan Jalan Tol	9

2.5.2. Standar Perencanaan Penerangan Jalan	9
2.6. Penerangan Lampu Jalan	10
2.7. Kecelakaan Lalu Lintas	11
2.7.1. Peraturan Pemerintah Mengenai Kecelakaan Lalu Lintas	12
2.8. Penataan Letak Lampu Penerangan jalan	15
2.8.1. Tiang Lampu Penerangan Jalan	16
2.9 Kriteria Teknik Penerangan	17
2.9.1 Tingkat Kuat Penerangan	17
2.10 Formulasi Penerangan	17
2.11 Analisis Angka Kecelakaan Berdasarkan Pendekatan Panjang Perjalanan Kendaraan Total	18
2.12 Daerah Rawan Kecelakaan	18
2.13 Efikasi Cahaya	19
2.13.1 Lampu LED	20
2.13.2 Intensitas Cahaya, Kuat Penerangan, Kebeningan, Fluks Cahaya dan Luminasi	20
2.14 Sistem Penempatan Lampu Penerangan Jalan	22
2.15 Jenis Lampu Penerangan Jalan	22
2.16 Kriteria Perencanaan, Kualitas Penerangan dan Kriteria Penempatan	23
2.17 Volume Lalu Lintas	25
2.17.1 Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata	25
2.17.2 Volume Jam Perencanaan (VJR)	26
2.18 Median	28
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Bagan Alir Penelitian	29
3.2. Lokasi dan Waktu penelitian	30
3.2.1. Lokasi Penelitian	30
3.2.2. Waktu Penelitian	34
3.3. Jenis Penelitian	35
3.4. Pendekatan dan Pemecahan Masalah	35
3.5. Pengumpulan Data	35

3.5.1. Data Primer	35
3.5.2. Data Sekunder	36
3.6. Analisa Data	37
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Gambaran Lokasi Penelitian	38
4.1.2 Penerangan Lampu Jalan	39
4.1.3 Data Evaluasi Penerangan Lampu	39
4.1.4 Efikasi Cahaya	40
4.1.5 Menghitung Tingkat Efikasi Cahaya untuk Total Penerangan	42
4.1.6 Intensitas Cahaya	44
4.1.7 Total Intensitas Cahaya Untuk Seluruh Lampu Penerangan	47
4.1.8 Intensitas Penerangan	48
4.1.9 Jumlah Total Intensitas Penerangan	50
4.2 Data Kecelakaan	52
4.2.1 Perhitungan Angka Kecelakaan	55
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Penempatan LPJU di Kiri/Kanan Jalan di Jalan Dua Arah	24
Gambar 2.2: Penempatan LPJU di Kiri dan Kanan Jalan Berselangseling di Jalan Dua Arah	24
Gambar 2.3 Penempatan LPJU di Kiri dan Kanan Jalan Berhadapan di Jalan Dua Arah	24
Gambar 2.4 Penempatan LPJU di Median Jalan di Jalan Dua Arah	25
Gambar 2.5: Median Direndahkan	27
Gambar 2.6: Median Ditinggikan	28
Gambar 3.1: Bagan alir penelitian	29
Gambar 3.2 : Peta Lokasi Penelitian	31
Gambar 4.1: <i>Pie chart</i> Karakteristik Berdasarkan Jenis Kelamin	53
Gambar 4.2: <i>Pie chart</i> Karakteristik Berdasarkan Waktu Kejadian	54
Gambar 4.3: <i>Pie chart</i> Karakteristik Berdasarkan Cuaca	54
Gambar 4.4: <i>Pie chart</i> Karakteristik Berdasarkan faktor manusia	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 2 .1: Penataan Letak Lampu Penerangan Jalan	16
Tabel 2.2: Lebar Minimum Median	27
Tabel 3.1: Fasilitas Jalan Tol Medan – Tebing Tinggi	31
Tabel 3.2: Ruas Jalan Tol Medan - Tebing Tinggi	31
Tabel 3.3: Spesifikasi Lampu Penerangan Jalan	36
Tabel 3.4: Kecelakaan Tahun 2018-2020	37
Tabel 4.1: Spesifikasi Lampu Penerangan Jalan	40
Tabel 4.2: Efikasi Lampu	42
Tabel 4.3: Total Efikasi Penerangan Seluruh Lampu	44
Tabel 4.4: Intensitas Cahaya	46
Tabel 4.5: Intensitas Cahaya	48
Tabel 4.6: Intensitas Penerangan	50
Tabel 4.7: Total Seluruh Penerangan	51
Tabel 4.8: Kecelakaan Tahun 2018-2020	52
Tabel 4.9: Persentase angka kecelakaan	56
Tabel 4.10: Volume Kendaraan	56

## DAFTAR NOTASI

K	= Efikasi cahaya
In	= Jumlah lampu
Lm	= Fluks cahaya
W	= Watt Lampu
L/w	= Lumen per watt lampu
Q	= Energi cahaya dalam lm.jam atau lm.detik
t	= waktu dalam jam atau detik
Rc	= Batas Atas / Batas Bawah
Ra	= Angka kecelakaan rata-rata semua segmen
M	= Kendaraan kilometer dalam juta K : Konstanta (1,5)
Tk	= Tingkat Kecelakaan, 100 JPKP
Fk	= Frekwensi Kecelakaan di ruas untuk n tahun data
LHRT	= Volume Lalu Lintas Rata- rata
n	= adalah jumlah tahun data
L	= Panjang Ruas Jalan
100JPKP	= Satuan tingkat kecelakaan (kecalakaan/seratus juta perjalanan kendaraan Per- kilometer)

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Suatu penerangan di perlukan oleh manusia untuk mengenali suatu obyek secara visual. Penerangan jalan umum dibuat untuk mempermudah dan membantu manusia dalam melihat obyek di jalan pada waktu malam hari atau suasana gelap. Suatu kota tanpa lampu penerangan jalan akan seperti kota mati, dan kemungkinan akan terjadi banyak kasus kejahatan, kecelakaan lalu lintas, dan akan berdampak buruk pada kehidupan sosial kota pada malam hari. Suatu kota dengan penerangan lampu jalan yang baik, akan menjadikan wajah kota menjadi lebih baik, cantik, dan indah. Selain itu berdampak lebih baik terhadap kehidupan sosial masyarakat kota.

Salah satu pembangunan infrastruktur perkotaan adalah pembangunan dan pemasangan lampu penerangan jalan umum. Dalam pelaksanaan pembangunan lampu penerangan jalan umum diperlukan perencanaan yang baik, sehingga pemasangan lampu penerangan jalan umum tersebut mempunyai efisiensi yang tinggi, mempunyai kuat penerangan yang cukup dan biaya operasional yang murah. Salah satu cara memperoleh tujuan tersebut adalah dengan memilih jenis lampu yang tepat, yang akan digunakan sebagai lampu penerangan jalan umum. Dan intensitas lampu penerangan jalan umum harus sesuai dengan ketentuan agar lampu penerangan jalan umum dapat beroperasi dengan baik (Hikmawan et al., 2016).

Penerangan Jalan adalah fasilitas dari pemerintah yang sangat dibutuhkan dan sangat membantu seluruh elemen masyarakat. Penerangan jalan umum membantu pengguna jalan. Pencahayaan pada malam hari adalah layanan publik yang terpenting karena mempengaruhi kegiatan manusia dan dapat meningkatkan keselamatan dalam transportasi dan pejalan kaki (Murray, T. Alan, 2015).

Beberapa permasalahan tentang penerangan jalan umum kerap kali ditemukan dan tidak sesuai standar SNI. Di antaranya yang kerap ditemukan adalah jarak antar tiang tidak sama, tinggi tiang tidak sesuai standar, instalasi yang kurang

tertata, pemilihan jenis lampu serta daya lampu yang tidak sesuai standart SNI. Mengurangi tingkat pencahayaan dengan mematikan pencahayaan sebagian malam atau peredupan dapat mengurangi jarak pandang suatu area yang dapat meningkatkan resiko kecelakaan jika pengguna jalan tidak lagi dapat mendeteksi bahaya. (Oktamia, 2018).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan di atas dapat dirumuskan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana spesifikasi penerangan lampu jalan.
2. Bagaimana kesesuaian dengan ketentuan yang berlaku tentang intensitas penerangan lampu jalan di Jalan Tol Medan – Tebing Tinggi.
3. Bagaimana penerangan lampu jalan di jalan Tol Medan - Tebing Tinggi terhadap angka kecelakaan.

## **1.3 Ruang Lingkup**

Mengingat banyaknya materi pada sistem penerangan lampu jalan yang ada, penulis hanya membahas masalah mengenai Evaluasi Intensitas/kuat Penerangan Lampu Jalan di Jalan Tol Medan Tebing Tinggi.

## **1.4 Tujuan Penulisan**

Adapun tujuan penulis adalah:

1. Untuk mengetahui spesifikasi lampu jalan.
2. Untuk mengetahui kesesuaian ketentuan yang berlaku tentang intensitas penerangan jalan di jalan Tol Medan-Tebing Tinggi.
3. Untuk mengevaluasi penerangan lampu jalan di jalan Tol Medan - Tebing Tinggi terhadap angka kecelakaan.

## **1.5 Manfaat Penulisan**

Adapun manfaatnya adalah:

1. Dapat mengevaluasi lampu penerangan jalan dengan baik.

2. Dapat menentukan penerangan lampu jalan yang digunakan dengan baik.
3. Dapat menentukan penyesuaian ketentuan yang berlaku tentang intensitas pada penerangan jalan di jalan Tol Medan-Tebing Tinggi.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan laporan ini, penulis membuat suatu sistematika penulisan yang terdiri dari beberapa bab dimana masing-masing bab terdapat uraian-uraian sebagai berikut:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan tentang Latar Belakang, Tujuan dan Manfaat, Rumusan Masalah, Ruang Lingkup, dan Sistematika Penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan penjelasan secara umum tentang penerangan lampu jalan di jalan Tol dan persamaan yang akan digunakan pada evaluasi penerangan lampu sesuai ketentuan yang berlaku.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan langkah- langkah penelitian serta data-data peralatan yang menjadi objek dalam penelitian ini, yaitu data yang diperoleh langsung di lapangan dan literatur-literatur nya.

### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan penjelasan tentang Evaluasi Penerangn Lampu Jalan di Jalan Tol Medan-Tebing Tinggi.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan dari evaluasi yang dilakukan dan saran sesuai dengan masalah yang dibahas dalam penyusunan laporan akhir.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Jalan**

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah di bawah permukaan tanah atau air serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006).

Jalan raya adalah jalur-jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran-ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas, orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat.

Untuk perencanaan jalan raya yang baik, bentuk geometriknya harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada lalu lintas sesuai dengan fungsinya, sebab tujuan akhir dari perencanaan geometrik ini adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan biaya juga memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan.

#### **2.2 Pengertian Jalan Tol dan Pintu Tol**

Jalan adalah prasarana hubungan darat yang diperuntukkan bagi lalu lintas kendaraan, orang dan hewan. Jalan dikelompokkan berdasarkan jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas umum. Jalan khusus adalah jalan yang termasuk selain jalan umum (info tol, 2005).

Jalan tol adalah jalan umum yang kepada pemakainya dikenakan kewajiban membayar tol dan merupakan jalan alternatif lintas jalan umum yang telah ada. Jalan tol diselenggarakan dengan maksud untuk mempercepat pewujudan jaringan jalan dengan sebagian atau seluruh pendanaan berasal dari pengguna jalan untuk

meringankan beban pemerintah. Jalan tol diselenggarakan dengan tujuan meningkatkan efisien pelayanan jasa distribusi guna menunjukkan pertumbuhan ekonomi dengan perkembangan wilayah dengan memperhatikan rencana induk jaringan jalan. Terdapat beberapa cara untuk mendefinisikan waktu pelayanan, hal itu tergantung kepada apa yang sedang dilayani. Pelayanan berarti memberikan suatu kepuasan bagi si penerima jasa yang diberikan kepada pemberi jasa.

Waktu pelayanan adalah waktu yang diberikan dalam melayani penerima jasa secara efektif dan efisien, dengan waktu cepat dan tepat penerima jasa akan merasa puas. Pertambahan volume lalu lintas yang memakai jalan tol akan menuntut pelayanan yang handal dari pemakai jalan tol tersebut sebagai imbalan dari sejumlah pembayaran tol yang mereka berikan.

Target yang menjadi sasaran pelayanan jasa jalan tol terhadap pemakai jasa adalah kelancaran, keamanan dan kenyamanan. Untuk dapat mencapai sasaran tersebut, ditetapkan sebagai tolak ukur operasionalnya adalah berupa waktu pelayanan di gardu, waktu tempuh jalan tol, tingkat kelancaran, tingkat fasilitas, tingkat keluhan pelanggan dan standar kerataan jalan.

Pada situasi dimana terdapat banyak jalur masuk station dan juga tersedia fasilitas pelayanan, maka asumsi pengguna fasilitas pelayanan tunggal dapat dilakukan asalkan aliran kendaraan terbagi secara merata atau sama di antara fasilitas-fasilitas yang ada (Martin, 1967).

### **2.3 Pelayanan Jalan Tol**

Gerbang tol atau pintu tol adalah tempat pelayanan transaksi tol bagi pemakai tol yang terdiri dari beberapa gardu dan sarana perlengkapan lainnya (info tol, 2005) Penggunaan gerbang tol diatur sebagai berikut:

- a. Bangunan gerbang tol dipergunakan untuk pelaksanaan transaksi tol.
- b. Di gerbang tol, pengguna wajib menghentikan kendaraannya untuk mengambil atau menyerahkan karcis masuk atau membayar tol.
- c. Dilarang menaikkan atau menurunkan penumpang, barang dan hewan di gerbang tol (PP No. 15 Th 2005 Pasal 25 ayat 4).

Pelayanan jalan tol terbagi tiga yaitu :

1. Pelayanan transaksi

2. Pelayanan lalu lintas
3. Terhadap pelayanan

### **2.3.1 Pelayanan transaksi**

Pelayanan transaksi terlihat jelas pada pengemudi tol karena langsung berhadapan dengan pengemudi. Jadi dengan adanya dinamika dan perkembangan tuntutan dari pemakai jalan tol maka perlu diberikan image yang baik kepada masyarakat mengenai pelayanan saat melakukan transaksi. Terutama dari pihak petugas tol dengan memberikan pembatas-pembatas jalan didepan pintu tol dan layanan terbaik. Sehingga pemakai jalan tol langsung merasakan bagaimana layanan transaksi yang di berikan.

### **2.3.2 Pelayanan lalu lintas**

Pelayanan lalu lintas yaitu pelayanan yang dilakukan terhadap kendaraan yang melalui jalan tol. Pelayanan ini dapat dilihat dari kejadian-kejadian yang terjadi disepanjang jalan tol. Misalnya menurunnya angka kecelakaan pada jalan tol. Disediaknya fasilitas patrol, ambulance, pemadam, dan kendaraan rescue, rambu-rambu lalu lintas sebagai penunjuk arah daerah batas kecepatan yang dapatdigunakan saat pengguna jalan tol mengalami kesulitan. Juga penanggulan tanah longsor/banjir yang terjadi pada beberapa bagian jalan tol.

### **2.3.3 Layanan terhadap pemeliharaan**

Dikelompokkan dalam tiga kategori, yaitu pemeliharaan rutin, pemeliharaan periodic dan pemeliharaan khusus. Pemeliharaan rutin dilakukan setiap waktu-waktu tertentu terhadap seluruh asset jalan tol. Seperti pengecatan garis-garis pembatas jalan, pembatas-pembatas jalan, pengaspalan jalan-jalan yang rusak.

## **2.4 Hal-hal yang Berhubungan dengan Waktu Pelayanan di Gardu Tol**

Gardu tol adalah ruang tempat bekerja pengumpul tol untuk melaksanakan tugas pelayanan kepada pemakai jalan tol.

- a. Pada sistem pengumpulan tol terbuka berfungsi untuk melayani pembayaran tol kepada pemakai jalan tol.
- b. Pada sistem pengumpulan tol tertutup berfungsi untuk melakukan transaksi.
- c. Gardu masuk adalah untuk melayani pemberian karcis tanda masuk kepada pemakai jalan tol.
- d. Gardu keluar adalah untuk melayani pembayaran tol kepada pemakai jalan tol. (info tol, 2005)

Banyak hal yang ada kaitannya sehubungan waktu pelayanan di gardu jalan tol saat mengadakan transaksi antara lain:

#### **2.4.1 Tarif tol**

Tarif tol yang dikenakan terhadap pemakai jalan tol sesuai jenis kendaraan dan jarak tempuh kendaraan. Tarif tol ditentukan dengan pertimbangan sebagai berikut: Penghematan biaya operasi → Biaya operasi kendaraan sangat dipengaruhi oleh waktu perjalanan. Terjadinya kemacetan-kemacetan lalu lintas mengakibatkan naiknya biaya operasi kendaraan, karena bahan bakar yang dipakai menjadi tidak efisien. Unsure waktu juga menjadi bahan pertimbangan, karena setiap pemakai jalan mengertikan secara tersendiri nilai waktu yang digunakan. Ketidak lancaran lalu lintas akan memperpanjang waktu. Pemakai jalan mempunyai keuntungan dari segi penghematan biaya operasi → perjalanan bila dibandingkan jalan lama atau keuntungan dari waktu segi yang hemat. Keuntungan yang diraih pemakai jalan harus dicapai sementara keuntungan pemilik/pengelola jalan juga harus dipenuhi. Tarif tol sebagai akibat pertimbangan pemakai jalan dan pemilik berada pada keuntungan sama dan tidak merugikan salah satu pihak yang berlangsung pada jalan tol. (Ii & Sistem, 2001).

#### **2.4.2 Nominal pembayaran.**

Nominal pembayaran dikategorikan terhadap pemakai jalan tol yang membayar dengan uang yang pas atau tidak pas, misalnya dengan memberikan pecahan yang besar saat mengadakan transaksi.

### **2.4.3 Kesiapan dalam pembayaran**

Pengguna jalan tol kadang-kadang tidak mempersiapkan uang atau tiket tol terlebih dahulu sehingga mencari-cari pecahan atau tiket didepan loket pada saat hendak membayar tol. Dan ada juga yang melontarkan pertanyaan, misalnya besarnya tarif tol yang harus dibayar, arah tujuan dan panjang yang ditempuh.

### **2.4.4 Jenis ukuran dan muatan (berat) kendaraan.**

Ukuran dan berat kendaraan akan menyebabkan jalannya kendaraan jadi lambat yang disebabkan panjang kendaraan dan berat muatannya. Biasanya, hal ini ternasuk kepada kendaraan truck besar.

## **2.5 Sejarah Lampu Penerangan Jalan**

Lampu penerangan jalan umum pertama kali diterapkan pada tahun 1884 di Rumania. Ada sebanyak 731 lampu jalan yang terpasang di jalan-jalan seluruh pelosok Rumania. Hal ini membuktikan bahwa kebutuhan akan lampu penerangan jalan umum telah ada sejak dulu kala. Lampu penerangan jalan umum ini bermanfaat untuk meningkatkan keamanan, terutama terhadap kriminalitas dan meningkatkan jarak pandang ketika berkendara pada malam hari.

Seiring dengan meningkatnya peradaban manusia, maka kebutuhan akan lampu penerangan jalan umum pun semakin meningkat. Wilayah perkotaan yang meluas dan pertumbuhan jumlah jalan raya mengharuskan penerangan jalan ikut bertambah. Hal ini berarti penambahan yang besar pula bagi kebutuhan listrik. Saat isu mengenai krisis energi listrik mencuat, lampu penerangan jalan umum muncul sebagai salah satu objek yang dapat dihemat penggunaan energi listriknya.

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan energi listriknya adalah dengan mengganti lampu merkuri dengan lampu LED yang hemat energi. Negara Jepang merupakan negara pertama yang mengaplikasikan LED sebagai lampu jalan di wilayah Osaka pada awal 2000-an. Hal ini terbukti dapat menekan jumlah konsumsi listrik sebesar 80% di wilayah tersebut.

Alternatif kedua muncul ketika teknologi *solar cell* mulai berkembang. Selain diterapkan di rumah-rumah, *solar cell* juga diterapkan sebagai sumber energi alternatif untuk lampu penerangan jalan umum. Dengan digunakannya *solar cell* sebagai sumber energi lampu penerangan jalan umum, maka lampu penerangan jalan umum tidak lagi memerlukan suplai listrik dari PLN. Ketika kedua alternatif ini digabungkan, lampu jalan pun menjadi sebuah solusi untuk penghematan listrik yang efektif.

### **2.5.1 Lampu Penerangan Jalan Tol**

Berdasarkan Spesifikasi Lampu Penerangan Jalan Perkotaan No. 12/S/BNKT/1991 yang dikeluarkan oleh Bina Marga, lampu penerangan jalan adalah bagian dari bangunan pelengkap jalan yang dapat diletakkan/dipasang di kiri/kanan jalan dan atau di tengah (di bagian median jalan) yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan disekitar jalan yang diperlukan termasuk persimpangan jalan (*intersection*), jalan layang (*interchange, overpass, fly over*), jembatan dan jalan di bawah tanah (*underpass, terowongan*).

Lampu penerangan jalan Tol memiliki fungsi sebagai berikut :

- a. Untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengendara, khususnya untuk mengantisipasi situasi perjalanan pada malam hari.
- b. Memberi penerangan sebaik-baiknya menyerupai kondisi di siang hari.
- c. Untuk keamanan lingkungan atau mencegah kriminalitas.
- d. Untuk memberikan kenyamanan dan keindahan lingkungan jalan.

Menurut Muhaimin , penentuan kualitas lampu penerangan jalan umum perlu mempertimbangkan 6 aspek yaitu :

- a. Kuat rata-rata penerangan (Erata-rata)

Besarnya kuat penerangan didasarkan pada kecepatan maksimal yang diijinkan terhadap kendaraan yang melaluinya.

- b. Distribusi cahaya

Berkaitan dengan kerataan cahaya pada jalan raya. Untuk itu ditentukan faktor kerataan cahaya yang merupakan perbandingan kuat penerangan pada bagian tengah lintasan kendaraan dengan pada tepi jalan. Kerataan cahaya dapat diukur dengan rasio pemerataan pencahayaan ( *uniformity ratio* ) yang

merupakan rasio maksimum antara pemerataan pencahayaan maksimum dan minimum menurut lokasi penempatan tertentu.

c. Cahaya yang silau

Cahaya yang menyilaukan mata dapat menyebabkan keletihan mata, perasaan tidak nyaman dan kemungkinan kecelakaan. Untuk mengurangi silau digunakan akrilik atau gelas pada armature yang berfungsi sebagai filter cahaya.

## 2.6 Penerangan Lampu Jalan

Penerangan lampu jalan merupakan salah satu sistem penerangan yang berada diluar gedung. Sistem lampu jalan yang baik merupakan bagian dari tata pencahayaan yang berguna menunjang keselamatan bagi pengguna trotoar jalan maupun pengemudi kendaraan. Adapun fungsi lampu jalan secara garis besar adalah sebagai berikut:

- 1) Menghasilkan kontras antara obyek dan permukaan jalan;
- 2) Sebagai alat bantu navigasi pengguna jalan;
- 3) Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, khususnya pada malam hari;
- 4) Mendukung keamanan lingkungan;
- 5) Memberikan keindahan lingkungan jalan.

Untuk menentukan perencanaan penempatannya diperlukan pertimbangan pertimbangan, berdasarkan *American Standart Practice For Roadway Lightning of Illuminating Enginering Society* adalah sebagai berikut:

- a. Klasifikasi dari kepadatan jalan.
- b. Pembagian intensitas cahaya yang disediakan untuk klasifikasi jalan tersebut.
- c. Pemilihan tata pencahayaan yang cocok untuk distribusi cahaya yang diperlukan bagi jalan tersebut.
- d. Penempatan tata letak lampu yang sesuai dengan tata pencahayaan pada permukaan jalan raya yang sebanding dengan jarak antar lampu yang akan di tempatkan.

Untuk menentukan perencanaan penempatannya diperlukan pertimbangan pertimbangan berdasarkan BSN (badan standarisasi nasional) adalah sebagai berikut:

- 1) Perencanaan penerangan jalan terkait dengan hal-hal berikut ini :
  - a) Tipikal potongan melintang jalan, situasi (*lay-out*) jalan dan persimpangan jalan;
  - b) Geometri jalan, seperti alinyemen horisontal, alinyemen vertikal, dll;
  - c) Tekstur perkerasan dan jenis perkerasan yang mempengaruhi pantulan cahaya lampu penerangan;
  - d) Pemilihan jenis dan kualitas sumber cahaya/lampu, data fotometrik lampu dan lokasi sumber listrik;
  - e) Tingkat kebutuhan, biaya operasi, biaya pemeliharaan, dan lain lain, agar perencanaan sistem lampu penerangan efektif dan ekonomis;
  - f) Rencana jangka panjang pengembangan jalan dan pengembangan daerah sekitarnya;
  - g) Data kecelakaan dan kerawanan di lokasi.
- 2) Beberapa tempat yang memerlukan perhatian khusus dalam perencanaan penerangan jalan antara lain sebagai berikut :
  - a) Lebar ruang milik jalan yang bervariasi dalam satu ruas jalan;
  - b) Tempat-tempat dimana kondisi lengkung horisontal (tikungan) tajam.
  - c) Jalan-jalan dengan lebar median yang sempit, terutama untuk pemasangan lampu di bagian median;
  - d) Tempat-tempat lain dimana lingkungan jalan banyak berinterferensi dengan jalannya.

Untuk perencanaan jalan raya yang baik, bentuk geometriknya harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada lalu lintas sesuai dengan fungsinya, sebab tujuan akhir dari perencanaan geometrik ini adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan biaya juga memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan (Oliver, 2013).

## **2.7 Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan**

Dengan segala perkembangan dan pertumbuhan yang terjadi, tentu muncul beberapa masalah transportasi disini. Salah satu masalah yang paling disorot adalah tentang masalah keselamatan lalu lintas yang hampir dipastikan setiap hari terjadi kecelakaan, mulai dari kecelakaan ringan sampai kecelakaan yang menimbulkan korban jiwa yang disebabkan oleh berbagai macam factor diantaranya yaitu faktor jalan, faktor kendaraan, ataupun kondisi lingkungan dan alam. Kecelakaan lalu lintas adalah suatu hal yang tentunya ingin selalu dihindari oleh setiap penggunaan jalan, namun terkadang kecelakaan lalu lintas ini terjadi secara tiba-tiba karena prasarana jalan yang buruk ataupun karena kelalaian dari pengguna jalan itu sendiri. Dapat dilakukan analisa dan identifikasi tentang hal-hal yang menjadi penyebab dari kecelakaan yang terjadi yang nantinya dapat dilakukan penanganan yang sesuai dengan kajian dari permasalahan kecelakaan lalu lintas yang terjadi.

Adapun penyebab kecelakaan yang terjadi adalah:

1. Kurang hati-hati dalam mengemudikan kendaraan, biasanya disebabkan karena pengemudi yang mengantuk.
2. Kondisi jalan yang rusak dan tidak diperbaiki
3. Faktor kendaraan yang mengakibatkan sering terjadinya kecelakaan antara lain pecah ban, rem tidak berfungsi sebagaimana seharusnya, dan peralatan yang sudah aus tidak diganti (Putri, 2014).

Kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak di sangka-sangka dan tidak disengaja melibatkan kendaraan yang sedang bergerak dengan atau tanpa pemakai jalan lainnya, mengakibatkan korban manusia atau kerugian harta benda (Peraturan Pemerintah No 43 Tahun 1993).

### **2.7.1 Peraturan Pemerintah Mengenai Kecelakaan Lalu Lintas**

Lalu Lintas dan Angkutan Jalan mempunyai peran strategis dalam mendukung pembangunan dan integrasi nasional sebagai bagian dari upaya memajukan kesejahteraan umum sebagaimana diamanatkan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945. Sebagai bagian dari system

transportasi nasional, lalu Lintas dan Angkutan Jalan dalam rangka mendukung pembangunan ekonomi dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, otonomi daerah, serta akuntabilitas penyelenggaraan Negara. Karena itu berlakunya Undang-undang No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan menggantikan Undang-Undang No. 14 Tahun 1992, telah membawa perubahan penting terhadap pengaturan sistem transportasi nasional, lalu Lintas dan Angkutan Jalan di Indonesia. Dalam Undang-Undang ini pembinaan bidang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dilaksanakan secara bersama-sama oleh semua instansi terkait sebagai berikut.

1. Urusan pemerintahan di bidang prasarana Jalan oleh Kementrian yang bertanggung jawab di bidang Jalan.
2. Urusan pemerintahan di bidang sarana dan Prasarana lalu Lintas dan Angkutan Jalan oleh Kementrian yang bertanggung jawab di bidang sarana dan Prasarana lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
3. Urusan pemerintahan dibidang pengembangan industri lalu Lintas dan Angkutan Jalan oleh Kementrian yang bertanggung jawab di bidang industri.
4. Urusan pemerintahan di bidang pengembangan teknologi Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, oleh kementrian yang bertanggung jawab di bidang teknologi
5. Urusan pemerintahan di bidang registrasi dan identifikasi Kendaraan Bermotor dan Pengemudi, Penegakan Hukum, Operasional, manajemen dan Rekayasa lalu Lintas, serta pendidikan berlalu lintas oleh Kepolisian Negara Republik Indonesia.

Pembagian kewenangan pembinaan tersebut dimaksudkan agar tugas dan tanggung jawab setiap pembina bidang lalu lintas dan angkutan jalan terlihat lebih jelas dan transparan sehingga penyelenggaraan Lalu Lintas dan angkutan jalan dapat terlaksana dengan selamat, aman, tertib, lancar, efisien, serta dapat dipertanggungjawabkan. Penajaman asas dan tujuan UU No. 22 Tahun 2009 juga diformulasikan, selain untuk menciptakan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang aman , selamat, tertib, lancar, dan terpadu dengan moda angkutan lain, juga mempunyai tujuan untuk mendorong perekonomian nasional, mewujudkan kesejahteraan rakyat, persatuan dan kesatuan bangsa, serta mampu menjunjung tinggi martabat bangsa (Mansur, 2015).

Faktor - faktor penyebab kecelakaan terdiri dari : faktor manusia, faktor

kendaraan, faktor jalan, faktor lingkungan (Elly T.P 2006).

## 1. Faktor manusia

### 1.1 Pengemudi

Beberapa kriteria pengemudi sebagai penyebab kecelakaan antara lain:

- 1.1.1 Pengemudi mabuk (Drunk Driver)
  - 1.1.2 Pengemudi ngantuk atau lelah (Fatigu or Overly Tired Driver)
  - 1.1.3 Pengemudi lengah (Emotional or Distracted driver)
  - 1.1.4 Pengemudi kurang antisipasi atau kurang terampil (Unskilled Driver)
2. Faktor kendaraan: Kendaraan dapat menjadi faktor penyebab kecelakaan apabila tidak dapat dikendalikan sebagaimana mestinya yaitu sebagai akibat kondisi teknis yang tidak layak jalan ataupun penggunaannya tidak sesuai ketentuan antara lain:

2.1 Rem blong, kerusakan mesin, ban pecah adalah merupakan kondisi kendaraan yang tidak layak jalan. Kemudi tidak baik, as atau kopel lepas, lampu mati khususnya pada malam hari, slip dan sebagainya.

2.2 *Over load* atau kelebihan muatan adalah merupakan penggunaan kendaraan yang tidak sesuai ketentuan tertib muatan.

## 3 Faktor jalan

Jalan dapat menjadi penyebab kecelakaan antara lain untuk hal – hal sebagai berikut:

- 3.1 Konstruksi pada permukaan jalan (misalnya terdapat lubang yang sulit dikenal oleh pengemudi)
- 3.2 Konstruksi jalan yang rusak atau tidak sempurna (misalnya bila posisi permukaan bahu jalan terlalu rendah terhadap permukaan jalan)
- 3.3 Geomrtik jalan yang kurang sempurna misalnya derajat kemiringan (superelevasi) yang terlalu kecil atau terlalu besar pada tikungan, terlalu sempitnya pandangan bebas pengemudi dan kurangnya perlengkapan jalan.

## 4 Lingkungan

Lingkungan juga dapat menjadi faktor penyebab kecelakaan misalnya pada saat adanya kabut, asap tebal, penyeberang, hewan, genangan air, material di jalan atau hujan lebat menyebabkan daya pandang pengemudi sangat berkurang untuk dapat mengemudikan kendaraannya secara aman.

PT Jasa Marga mengelompokkan jenis tabrakan yang melatarbelakangi terjadinya kecelakaan lalu lintas menjadi :

1. Tabrakan depan – depan

Adalah jenis tabrakan antara dua kendaraan yang tengah melaju dimana keduanya saling beradu muka dari arah yang berlawanan, yaitu bagian depan kendaraan yang satu dengan bagian depan kendaraan lainnya.

2. Tabrakan depan – samping

Adalah jenis tabrakan antara dua kendaraan yang tengah melaju dimana bagian depan kendaraan yang satu menabrak bagian samping kendaraan lainnya.

3. Tabrakan samping – samping

Adalah jenis tabrakan antara dua kendaraan yang tengah melaju dimana bagian samping kendaraan yang satu menabrak bagian yang lain.

4. Tabrakan depan – belakang

Adalah jenis tabrakan antara dua kendaraan yang tengah melaju dimana bagian depan kendaraan yang satu menabrak bagian belakang kendaraan di depannya dan kendaraan tersebut berada pada arah yang sama.

5. Menabrak penyeberang jalan

Adalah jenis tabrakan antara kendaraan yang tengah melaju dan pejalan kaki yang sedang menyeberang jalan.

6. Tabrakan sendiri

Adalah jenis tabrakan dimana kendaraan yang tengah melaju mengalami kecelakaan sendiri atau tunggal.

7. Tabrakan beruntun

Adalah jenis tabrakan dimana kendaraan yang tengah melaju menabrak mengakibatkan terjadinya kecelakaan yang melibatkan lebih dari dua kendaraan secara beruntun.

## **2.8 Penataan Letak Lampu Penerangan Jalan**

Di daerah-daerah atau kondisi dimana median sangat lebar ( $> 10$  meter) atau pada jalan dimana jumlah lajur sangat banyak ( $> 4$  lajur setiap arah) perlu dipertimbangkan dengan pemilihan penempatan lampu penerangan jalan kombinasi dari cara-cara tersebut di atas dan pada kondisi seperti ini, pemilihan

penempatan lampu penerangan jalan direncanakan sendiri-sendiri untuk setiap arah lalu-lintas.

### 2.8.1 Tiang Lampu Penerangan Jalan

Tiang merupakan komponen yang digunakan untuk menopang lampu. Beberapa jenis tiang yang digunakan untuk lampu jalan adalah tiang besi dan tiang octagonal. Berdasarkan bentuk lengannya (stang ornament), tiang lampu jalan dapat dibagi :

1. Tiang lampu dengan lengan tunggal
2. Tiang lampu dengan lengan ganda
3. Tiang lampu tegak (tanpa lengan)

Tabel 2 .1: Penataan Letak Lampu Penerangan Jalan (Oktamia, 2018)

Tempat	Penataan / pengaturan letak
Jalan satu arah	<ul style="list-style-type: none"> <li>- di kiri atau kanan jalan;</li> <li>- di kiri dan kanan jalan berselang-seling;</li> <li>- di kiri dan kanan jalan berhadapan;</li> <li>- di bagian tengah / separator jalan.</li> </ul>
Jalan dua arah	<ul style="list-style-type: none"> <li>- di bagian tengah / median jalan;</li> <li>- kombinasi antara di kiri dan kanan berhadapan dengan di bagian tengah / median jalan;</li> <li>- katenasi (di bagian tengah jalan dg sistem digantung)</li> </ul>
Persimpangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dapat dilakukan dengan menggunakan lampu menara dengan beberapa lampu, umumnya ditempatkan di pulau-pulau, di median jalan dan diluar daerah persimpangan.</li> </ul>

## 2.9 Kriteria Teknik Penerangan

Dalam merencanakan instalasi penerangan, ada 5 kriteria yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan penerangan yang baik yaitu memenuhi fungsi supaya mata kita dapat melihat dengan jelas dan nyaman. Kelima kriteria ini saling mempengaruhi dan tidak dapat berdiri sendiri secara terpisah karena masing-masing bergantung satu sama lain dalam menghasilkan kualitas penerangan yang optimal.

Kriteria tersebut adalah :

- 1) Kuantitas atau jumlah cahaya pada permukaan tertentu tingkat kuat penerangan.
- 2) Distribusi kepadatan cahaya.
- 3) Pembatasan cahaya agar tidak menyilaukan Mata.
- 4) Warna cahaya dan refleksi warnanya

### 2.9.1 Tingkat Kuat Penerangan

Satu obyek yang pada siang hari dapat dengan mudah dilihat dapat saja tidak terlihat pada malam hari karena penglihatan kita bergantung pada tingkat kuat penerangan. Tingkat kuat penerangan sebagian besar ditentukan oleh kuat cahaya yang jauh pada suatu luas bidang atau permukaannya yang disebut sebagai iluminasi rata-rata (Winardi & Nugroho, 2012).

## 2.10 Formulasi Penerangan

Menurut Muhaimin (2001) Aliran rata-rata energi cahaya adalah arus cahaya atau fluks cahaya. Arus cahaya didefinisikan sebagai jumlah total cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya setiap detik. Besarnya arus cahaya dengan satuan lumen ( lm ).

dinyatakan dengan pers 2.1.

$$\Phi = \frac{Q}{t} \quad (2.1)$$

Keterangan :

$\Phi$  = fluks cahaya dalam lumen (lm)

Q = Energi cahaya dalam lm.jam atau lm.detik

t = waktu dalam jam atau detik

## 2.11 Analisis Angka Kecelakaan Berdasarkan Pendekatan Panjang Perjalanan Kendaraan Total

Baerwald (1956) dalam bukunya yang berjudul “*Transportation And Traffic Engineering Handbook*” menggunakan perhitungan angka kecelakaan berdasarkan pendekatan panjang perjalanan kendaraan total. Dimana dari metode perhitungan ini akan didapatkan angka kecelakaan seluruh segmen, batas atas dan batas bawah angka kecelakaan, dan angka kecelakaan tiap segmen yang ditinjau.

$$R_c = R_a \pm K \sqrt{\frac{R_a}{M}} \pm \frac{1}{M} \quad (2.2)$$

Keterangan:

R<sub>c</sub> : Batas Atas / Batas Bawah

R<sub>a</sub> : Angka kecelakaan rata-rata semua segmen

M : Kendaraan kilometer dalam juta K : Konstanta (1,5)

## 2.12 Daerah Rawan Kecelakaan

Identifikasi lokasi memerlukan perhatian lebih dalam penanggulangan kecelakaan lalu lintas. Secara umum titik rawan adalah titik rawan yang tidak hanya mengikuti definisi geometric saja, tetapi juga meliputi daerah resiko kecelakaan tinggi dan mempunyai angka kecelakaan tinggi, resiko kecelakaan tinggi dan potensi kecelakaan tinggi pula pada suatu ruas jalan dapat disebut daerah rawan kecelakaan. Lokasi yang dianggap sebagai daerah bahaya sering disebut juga *Black Spot*. Secara umum kriteria tersebut didasarkan atas analisis data historis kecelakaan lalu lintas.

Suatu lokasi dinyatakan sebagai lokasi rawan kecelakaan lalu lintas (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004) apabila :

1. Memiliki angka kecelakaan tinggi
2. Lokasi kejadian kecelakaan relatif menumpuk
3. Lokasi kecelakaan berupa persimpangan atau segmen ruas jalan sepanjang

100 – 300 m (jalan perkotaan) dan 1 km (jalan antar kota)

4. Kecelakaan terjadi di ruang dan rentang waktu yang relative sama

5. Memiliki penyebab kecelakaan dengan faktor yang spesifik

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi lokasi rawan kecelakaan (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004) antara lain :

1. Metode frekuensi

Identifikasi 15 atau sekurang-kurangnya 10 lokasi kecelakaan (bila memungkinkan) atau kurang dari 10 lokasi kecelakaan terburuk dilakukan berdasarkan frekuensi kecelakaan tertinggi dari data kecelakaan selama 3 tahun berturut – turut atau sekurang – kurangnya 2 tahun berturut – turut.

2. Metode Pemeringkatan lokasi kecelakaan

Teknik ini dilakukan dengan pendekatan tingkat kecelakaan dan statistik kendali mutu (quality control statistic) atau pembobotan berdasarkan nilai kecelakaan.

- Perhitungan tingkat kecelakaan untuk ruas jalan

$$Tk = \frac{Fk \times 10^8}{LHRT \times n \times L \times 365} \quad (2.3)$$

Dengan :

Tk = Tingkat Kecelakaan, 100 JPKP

Fk = Frekwensi Kecelakaan di ruas untuk n tahun data

LHRT = Volume Lalu Lintas Rata- rata

n = adalah jumlah tahun data

L = Panjang Ruas Jalan

100JPKP = Satuan tingkat kecelakaan (kecalakaan/seratus juta perjalanan kendaraan Per- kilometer)

### 2.13 Efikasi Cahaya

Efikasi cahaya merupakan hasil bagi antara fluks luminansi dengan daya listrik masukan suatu sumber cahaya. Dalam menentukan jumlah efikasi harus diketahui fluks cahaya lampu serta daya lampu hal tersebut sesuai dengan rumus

persamaan (2.4). Dapat dilihat jumlah efikasi pada tiap jenis lampu, pada fluks cahaya spesifik atau efikasi cahaya (K), bisa dilihat bahwa untuk lampu memiliki tingkat efikasi cahaya (K) yang berbeda-beda, yang dimana semakin tinggi jenis lampu jumlah dayanya semakin tinggi pula pada tingkat fluks cahaya spesifiknya (K). Untuk membuktikan perhitungan dapat dihitung sesuai persamaan (2.4), berikut perhitungannya:

a. Untuk Lampu LED

$$K = \frac{\Phi}{P} \quad (2.4)$$

Keterangan:

K = efikasi cahaya (lm/watt)

$\Phi$  (phi) = fluks cahaya (lm)

P = daya listrik (watt)

Cahaya adalah suatu gejala fisis yaitu suatu sumber cahaya yang memancarkan energi. Sebagian dari energi ini diubah menjadi cahaya tampak. Perambatan cahaya diruang bebas dilakukan oleh gelombang-gelombang elektromagnetik. Jadi cahaya itu suatu gejala getaran. Cahaya yang dipancarkan dari dalam lampu flurescent adalah ultraviolet (termasuk sinar tak tampak). Untuk itu bagian dalam lampu tabung dilapisi dengan bahan fluorescent yang fungsinya mengubah ultraviolet menjadi sinar tampak.

### **2.13.1 Lampu LED**

LED adalah salah satu lampu indikator dalam perangkat elektronika yang biasanya memiliki fungsi untuk menunjukkan status dari perangkat elektronika tersebut. LED sendiri terbuat dari plastik dan dioda semikonduktor yang dapat menyala apabila dialiri tegangan. LED dinyatakan sebagai model lampu massa depan karena dianggap dapat menekankan pemanasan global karena efisiensinya.

### **2.13.2 Intensitas Cahaya, Kuat Penerangan, Kebeningan, Fluks Cahaya dan Luminasi**

Intensitas cahaya (I) adalah arus cahaya dalam lumen yang diemisikan setiap sudut ruang (pada arah tertentu) oleh sebuah sumber cahaya. Kuat penerangan

adalah pernyataan kuantitatif untuk arus cahaya ( $\Phi$ ) yang sampai jatuh pada permukaan bidang. Kebeningan adalah pernyataan kuantitatif jumlah cahaya yang dipantulkan oleh permukaan pada suatu arah. Kebeningan suatu permukaan ditentukan oleh kuat penerangan dan kemampuan memantulkan cahaya oleh permukaan. Fluks cahaya adalah keseluruhan watt cahaya dengan satuan lumen, yang disingkat dengan lm. luminansi adalah suatu ukuran untuk terang suatu benda. Luminansi yang terlalu besar akan menyilaukan mata.

Untuk mengetahui fluks cahaya dalam satuan per satuan sudut ruangan dalam arah pancaran yang datang atau intensitas cahaya bisa dihitung dengan cara jumlah fluks cahaya (lm) dibagi dengan sudut ruangan, dimana  $\omega=4\pi$ , Berikut perhitungan intensitas cahaya (Cd):

□ Perhitungan untuk LED 200 W:

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (2.5)$$

Keterangan:

I = Intensitas cahaya

$\Phi$  (phi) = Fluks cahaya (lm)

$\omega = 4\pi$

Pada dasarnya perhitungan untuk menghitung intensitas penerangan ada dua cara yaitu dengan mengetahui luas area dan tinggi dari sumber cahaya ke tanah dengan menggunakan hukum kuadran terbalik, pada perhitungan ini menggunakan hokum kuadran terbalik. Berikut perhitungannya:

□ Untuk lampu LED:

$$E = \frac{I}{r^2} \quad (2.6)$$

Keterangan:

E = Intensitas Penerangan

I = Intensitas Cahaya

$r^2$  = panjang lengan tiang

Dalam perhitungan besar energi listrik untuk pemakaian beban lampu dapat dihitung, berikut perhitungannya:

$$E_{load} = P_{Load} \times t \quad (2.7)$$

Keterangan:

Eload = Energi Beban

Pload = daya listrik (watt)

t = Jumlah Beban

Rumus Fluks Cahaya dan Intensitas Cahaya, yakni:

$$\Phi = W \times L/w \quad (2.8)$$

Keterangan:

$\Phi$  = Fluks Cahaya (lm)

W = Watt Lampu

L/w = Lumen per watt lampu

#### **2.14 Sistem Penempatan Lampu Penerangan Jalan**

Sebagaimana telah diatur, ada 2 (dua) sistem penempatan lampu penerangan (susunan penempatan/penataan lampu yang satu terhadap lampu yang lain), antara lain :

- a. Sistem penempatan menerus, yaitu sistem penempatan lampu penerangan jalan yang menerus/kontinyu di sepanjang jalan/jembatan.
- b. Sistem penempatan parsial (setempat), yaitu sistem penempatan lampu penerangan jalan pada suatu daerah-daerah tertentu atau pada suatu panjang jarak (segmen) tertentu sesuai dengan keperluannya. Di dalam SPM jalan tol mensyaratkan lampu penerangan jalan umum (PJU) harus menyala 100%.

#### **2.15 Jenis Lampu Penerangan Jalan**

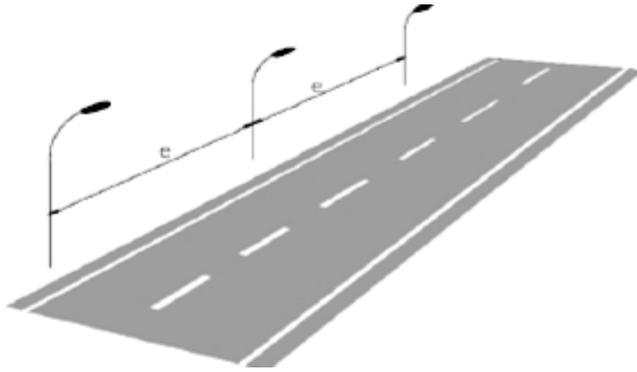
- a. Lampu Tabung *Fluorescent* atau lebih dikenal dengan istilah lampu TL, bekerja menggunakan merkuri dan gas argon, dimana merkuri akan berfungsi untuk menghasilkan radiasi ultraviolet. Sinar ultraviolet itu akan membangkitkan phosphors yang kemudian akan bercampur mineral lain yang telah dilaburkan pada sisi bagian dalam tabung lampu sehingga akan menimbulkan cahaya. Sedangkan gas argon berfungsi untuk keperluan start..
- b. Lampu Merkuri, prinsip kerja lampu merkuri hampir sama dengan prinsip kerja lampu *fluorescent*, perbedaannya lampu merkuri bekerja pada faktor daya yang rendah, oleh karena itu harus menggunakan kapasitor untuk memperbaiki faktor daya lampu

- c. Lampu Sodium Tekanan Rendah (SOX) termasuk dalam kelompok lampu tabung, sehingga prinsip kerjanya pun hampir sama dengan yang lainnya. Hanya perbedaannya menggunakan campuran gas argon dan neon, dan logam murni sodium. Gas argon dan neon dimaksudkan untuk keperluan penyalaan awal, sedangkan logam sodium dimaksudkan untuk menghasilkan cahaya kuning.
- d. Lampu Sodium Tekanan Tinggi (SON), memiliki prinsip kerja yang sama dengan SOX, hanya lampu ini tidak mampu distart dengan tegangan nominal 220 Volt, maka dibutuhkan tegangan tinggi dan frekuensi tinggi sesaat dan pelepasan elektron dalam tabung gas sampai mencapai temperature kerja yang dibutuhkan membutuhkan waktu yang lama (kira-kira 10 menit).
- e. Lampu LED merupakan sejenis dioda semikonduktor istimewa, sehingga seperti sebuah dioda normal, LED terdiri dari sebuah chip bahan semikonduktor yang diisi penuh, atau di-dop, dengan ketidakmurnian untuk menciptakan sebuah struktur yang disebut p-n junction. Pembawa muatan - elektron dan lubang mengalir ke junction dari elektroda dengan voltase berbeda. Ketika electron bertemu dengan lubang, dia jatuh ke tingkat energy yang lebih rendah, dan melepas energi dalam bentuk photon atau energy (cahaya).

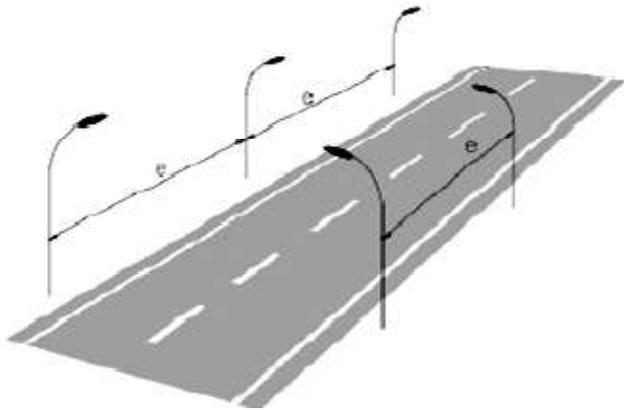
## **2.16 Kriteria Perencanaan, Kualitas Penerangan dan Kriteria Penempatan**

Penempatan lampu penerangan jalan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan penerangan yang merata, keamanan dan kenyamanan bagi penegendara, arah dan petunjuk ( *guide* ) yang jelas. Pada sistem penempatan parsial, lampu penerangan jalan harus memberikan adaptasi yang baik bagi penglihatan pengendara sehingga efek kesilauan dan ketidaknyamanan penglihatan dapat dikurangi. Pemilihan jenis dan kualitas lampu penerangan jalan didasarkan efektifitas dan nilai ekonomi lampu, yaitu nilai efektifitas ( lumen /watt ) lampu yang tinggi umur rencana yang panjang.

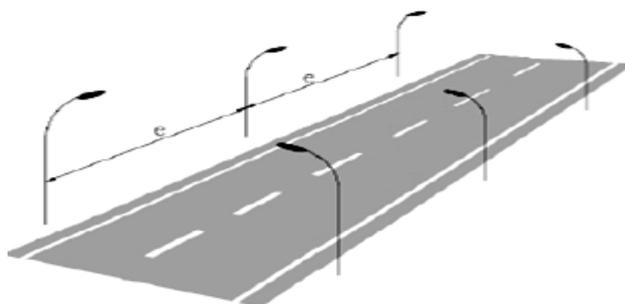
*Uniformity ratio* adalah perbandingan harga antara nilai minimum dengan nilai rata-rata atau nilai maksimumnya dari suatu besaran kuat penerangan atau luminasi pada suatu permukaan jalan. *Uniformity ratio* 3 : 1 berarti rata-rata nilai kuat penerangan/luminansi adalah 3 (tiga) kali nilai kuat penerangan/luminansi pada suatu titik dari penerangan minimum pada permukaan/perkerasan jalan.



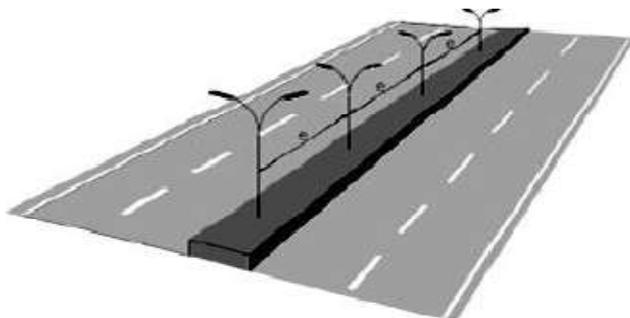
Gambar 2.1: Penempatan LPJU di Kiri/Kanan Jalan di Jalan Dua Arah



Gambar 2.2: Penempatan LPJU di Kiri dan Kanan Jalan Berselangseling di Jalan Dua Arah



Gambar 2.3 Penempatan LPJU di Kiri dan Kanan Jalan Berhadapan di Jalan Dua Arah



Gambar 2.4 Penempatan LPJU di Median Jalan di Jalan Dua Arah

## 2.17 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan lebih besar sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan dalam berlalu lintas. Sebaliknya jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu lintas rendah cenderung membahayakan karena pengemudi cenderung mengemudikan kendaraannya pada kecepatan yang lebih tinggi sedangkan kondisi jalan belum tentu memungkinkan. Disamping itu juga mengakibatkan peningkatan biaya pembangunan jalan yang tidak pada tempatnya/ tidak ekonomis (Sukirman, 1994).

Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur adalah:

1. Lalu lintas harian rata-rata
2. Volume jam perencanaan

### 2.17.1 Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari (Sukirman, 1994). Cara memperoleh data tersebut dikenal dua jenis lalu lintas harian rata-rata, yaitu lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) dan lalu lintas harian rata-rata. LHRT adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahunan penuh..

$$\text{LHRT} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas dalam satu tahun}}{365} \quad (2.9)$$

Sedangkan LHR adalah hasil bagi jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{Lamanya pengamatan}} \quad (2.10)$$

Data LHR ini cukup teliti jika :

1. Pengamatan dilakukan pada interval-interval waktu yang cukup menggambarkan fluktuasi arus lalu lintas selama satu tahun.
2. Hasil LHR yang dipergunakan adalah harga rata-rata dari perhitungan LHR beberapa kali.

### **2.17.2 Volume Jam Perencanaan (VJR)**

Volume jam perencanaan (VJR) adalah volume lalu lintas per jam yang dipergunakan sebagai dasar perencanaan (Sony Sulaksono, 2001). Volume ini harus mencerminkan keadaan lalu lintas sebenarnya tetapi biasanya tidak sama dengan volume terbesar atau arus tersibuk yang akan melewatinya, perencanaan berdasarkan volume terbesar ini akan menghasilkan konstruksi yang boros yang hanya akan berguna pada arus maksimum dan ini terjadi dalam kurun waktu singkat dalam sehari. Volume lalu lintas untuk perencanaan geometrik umumnya ditetapkan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) sehingga masing – masing jenis kendaraan yang diperkirakan yang akan melewati jalan rencana harus dikonversikan kedalam satuan tersebut dengan dikalikan nilai ekivalensi mobil penumpang (emp). Besarnya faktor ekivalensi tersebut dalam perencanaan geometrik jalan antar kota.

### **2.18 Median**

Median adalah bagian bangunan jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah (Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2004).

Fungsi median adalah untuk:

- a) Memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan arah
- b) Ruang lapak tunggu penyeberang jalan
- c) Penempatan fasilitas jalan
- d) Tempat prasarana kerja sementara
- e) Penghijauan
- f) Tempat berhenti darurat (jika cukup luas)
- g) Cadangan lajur (jika cukup luas)
- h) Mengurangi silau dari sinar lampu kendaraan dari arah yang berlawanan

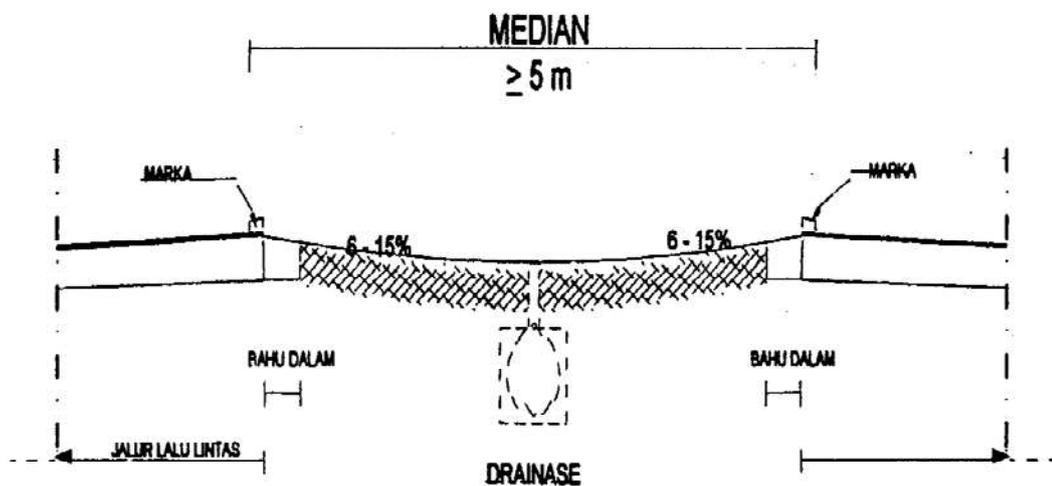
Median dapat dibedakan atas :

- a) Median direndahkan, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur yang direndahkan.
- b) Median ditinggikan, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur yang ditinggikan.

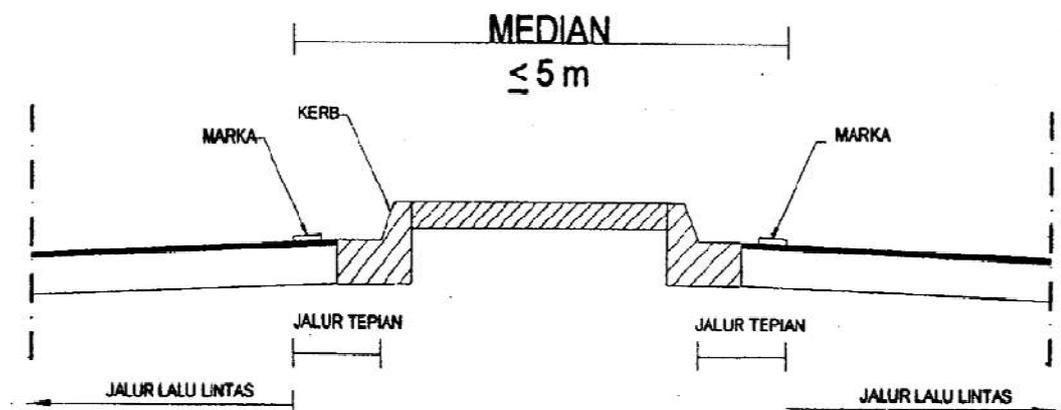
Lebar minimum median terdiri atas jalur tepian selebar 0,25-0,50 meter dan bangunan pemisah jalur, ditetapkan dapat dilihat dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2.2: Lebar Minimum Median (Pedoman Konstruksi Bangunan, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.2004)

Bentuk Median	Lebar Minimum
Median Ditinggikan	2,0
Median Drendahkan	7,0



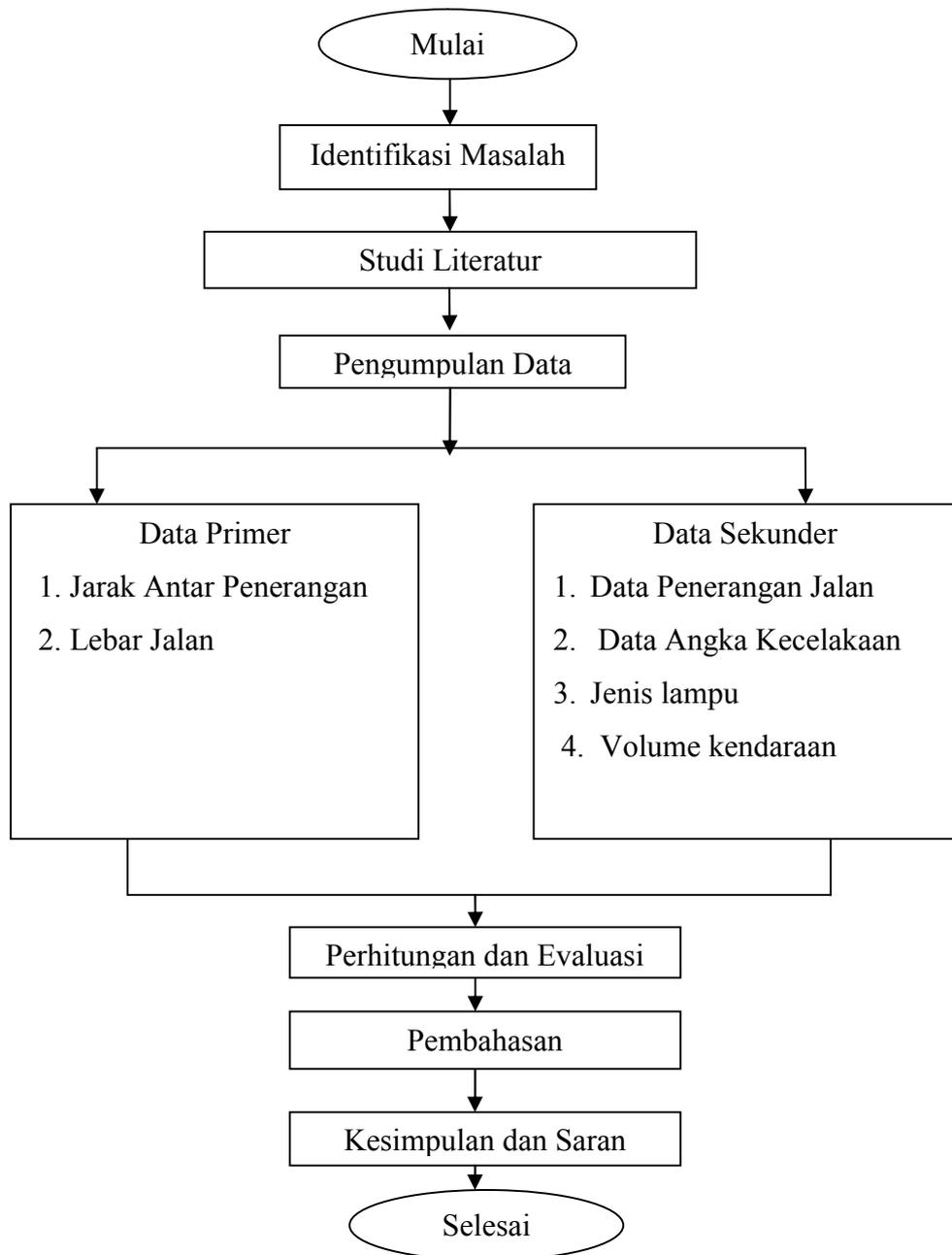
Gambar 2.5: Median Drendahkan (Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.2004)



Gambar 2.6: Median Ditinggikan (Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.2004)

**BAB 3**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Bagan Alir Penelitian**



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian

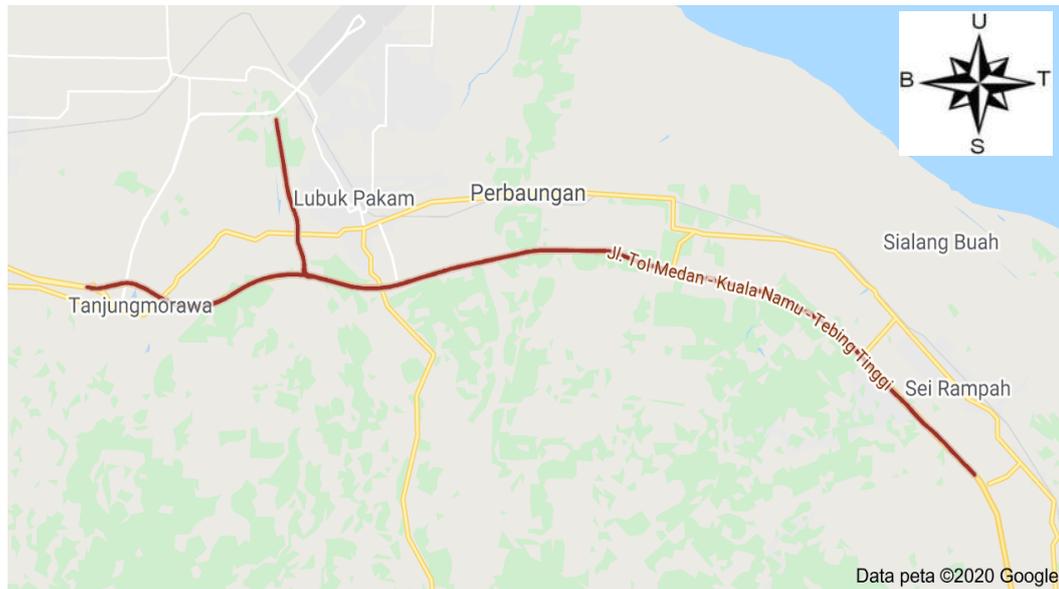
## **3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian**

### **3.2.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini terletak pada jalan tol Medan-Tebing Tinggi adalah jalan yang menghubungkan jalan tol yang menghubungkan Medan, Tebing Tinggi serta Bandar udara Internasional Kualanamu dengan panjang Tol 61,80 km. Dengan pertumbuhan pusat aktifitas masyarakat, maka kecenderungan masyarakat untuk berpergian dari suatu kota ke kota lain dengan cepat dan aman dapat terlaksana. Untuk itu fungsi jalan raya harus memberikan dampak yang sebesar-besarnya bagi penggunanya. Kecepatan yang relatif tinggi dan faktor keamanan yang dituntut untuk tinggi membuat perencanaan geometrik yang baik harus tercapai. Perencanaan yang baik salah satunya menyangkut tentang alinemen horizontal jalan yang baik. Tinjauan alinemen horizontal disini dilakukan karena cukup tingginya tingkat kecelakaan yang terjadi di daerah tersebut yang menghambat kenyamanan dan kelancaran lalu lintas dengan kondisi geometrik yang ada.

Kota Medan merupakan ibukota provinsi yang menjadikan Kota Medan sebagai pusat ekonomi daerah. Kota Medan menjadi kota ketiga terbesar di Indonesia. Dengan seiring berkembang pesatnya kemajuan Kota Medan maka semakin berkembang pula kemajuan infrastrukturnya. Contoh salah satunya adalah Tol, di Medan mempunyai Tol yg menghubungkan Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi. Jalan Tol Medan–Kualanamu–Tebing Tinggi adalah jalan tol yang menghubungkan Medan - Tebing Tinggi serta Bandar Udara Internasional Kualanamu. Jalan tol sepanjang 61,80 km ini merupakan bagian dari Jalan Tol Trans Sumatra dan terhubung dengan Jalan Tol Belmera.

Dalam pembangunannya, jalan tol ini terbagi dalam dua tahap pengerjaan, yaitu tahap pertama (Medan-Perbarakan-Kualanamu) sepanjang 17,80 km, dan tahap kedua (Perbarakan-Tebing Tinggi) sepanjang 44 km. Jalan tol ini memiliki 2x2 lajur pada tahap awal dan 2x3 lajur pada tahap akhir dengan kecepatan rencana 100 km/jam. Ruas Parbarakan-Sei Rampah sepanjang 41,7 kilometer dan Jalan Tol Medan – Tebing Tinggi menggunakan lampu penerangan jenis LED dan terdapat total 250 lampu penerangan. Diresmikan oleh Presiden Joko Widodo pada 13 Oktober 2017.



Gambar 3.2 : Peta Lokasi Penelitian

Jalan tol Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi mempunyai beberapa tempat istirahat untuk arah utara dan selatan. Sementara ada 2 tempat istirahat yang dipersiapkan yaitu:

Tabel 3.1: Fasilitas Jalan Tol Medan – Tebing Tinggi

Lokasi (KM)	Arah	Toilet	Masjid/Musholla	SPBU
65	Utara	Ada	Ada	Ada
65	Selatan	Ada	Ada	Ada

Tabel 3.2: Ruas Jalan Tol Medan - Tebing Tinggi

Gerbang tol/simpang susun	KM	Lokasi	Destinasi
Jalan Tol di Sumatra Utara Rute 1			

Tabel 3.2: *Lanjutan*

Gerbang tol/simpang susun	KM	Lokasi	Destinasi
Jalan Tol di Sumatra Utara Rute 1			
Simpang Susun Tanjung Morawa	33	Tanjung Morawa	- Jalan Tol Belawan– Medan–Tanjung Morawa
Gerbang Tol Tanjung Morawa			Tanjung Morawa
Simpang Susun Perbarakan Junction	46	Perbarakan, Deli Serdang	- Paluh Kemiri - Bandara Internasional Kualanamu
Jalan Tol di Sumatra Utara Rute 1 <i>Jalan Tol Berawal/Berakhir</i>			
Jalan Tol di Sumatra Utara Rute 4 <i>Jalan Tol Berawal/Berakhir</i>			
Simpang Susun Kemiri	03	Perdamaian	Paluh Kemiri Lubuk Pakam
Gerbang Tol Kemiri			
Gerbang Tol Kualanamu	00	Penara Kebun	1. Gerbang awal: Arah: - Bandara Internasional Kualanamu Kec. Batang Kuis 2. Gerbang akhir: Arah:

Tabel 3.2: *Lanjutan*

Gerbang tol/simpang susun	KM	Lokasi	Destinasi
			- Jalan Tol Belawan - Medan - Tanjung Morawa Terbanggi Besar Medan
Simpang Susun Kualanamu Junction			Barat - Bandara Internasional Kualanamu
			Timur Batang Kuis
Jalan Tol di Sumatra Utara Rute 4 <i>Jalan Tol Berawal/Berakhir</i>			
Jalan Tol di Sumatra Utara Rute 1 <i>Jalan Tol Berawal/Berakhir</i>			
Simpang Susun Lubuk Pakam	47	Pagar Merbau	Lubuk Pakam
Gerbang Tol Lubuk Pakam			
Batas Wilayah Kabupaten Deli Serdang Batas Wilayah Kabupaten Serdang Bedagai			
Simpang Susun Perbaungan	60	Perbaungan	Perbaungan Pegajahan Pasar Bengkel
Gerbang Tol Perbaungan			
Simpang Susun Teluk Mengkudu	69	Teluk Mengkudu	Teluk Mengkudu Matapao
Gerbang Tol Teluk Mengkudu			

Tabel 3.2: *Lanjutan*

Gerbang tol/simpang susun	KM	Lokasi	Destinasi
Simpang Susun Sei Rampah	77	Sei Rampah	Sei Rampah Penggalangan
Gerbang Tol Sei Rampah			
Gerbang Tol Tebing Tinggi	86	Tebing Tinggi	1. Gerbang akhir: Arah: - Bandara Internasional Kualanamu Medan - Jalan Tol Belawan - Medan - Tanjung Morawa 2. Gerbang awal: Arah: Tebing Tinggi
Jalan Tol Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi Batas Operasional PT Jasamarga Kualanamu Tol <i>Jalan Tol Berawal/Berakhir</i>			

### 3.2.2 Waktu Penelitian

Survei dilakukan selama 3 hari, pukul 18.00 WIB sampai 22.00 WIB. Dalam pengambilan data ada yang dilakukan pada malam hari guna melihat keadaan penerangan pada lokasi survei.

### **3.3 Jenis Penelitian**

Penelitian ini bersifat deskriptif analitik dengan pendekatan kuantitatif bermaksud untuk mendapatkan gambaran mengenai kecelakaan lalu lintas pada pengemudi yg melintasi Jalan Tol Medan-Tebing Tinggi, serta memperoleh hubungan antara beberapa variabel yang menyebabkan kejadian meninggal dunia .

### **3.4 Pendekatan dan Pemecahan Masalah**

Berdasarkan konsep utilitas (nilai kepuasan), pengambilan keputusan oleh konsumen dalam proses pengambilan keputusan cenderung untuk memaksimalkan utilitas. Sehingga dalam pemilihan jalur alternatif transportasi, jalur alternatif yang memiliki peluang terbesar untuk dipilih adalah jalur alternatif tol yang menurut konsumen dapat memberikan utilitas yang tinggi.

Dalam pemilihan jalur transportasi pengukurannya menggunakan data di lapangan yang dimana data digunakan dalam penelitian dan merupakan skala yang paling banyak di gunakan dalam riset berupa survei.

### **3.5 Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data adalah mencari variabel atau hal yang dapat dijadikan sasaran dan perbandingan dalam penelitian ini, terutama yang berkaitan dengan instalasi penerangan jalan. Data yang digunakan dalam penelitian ini ada 2 (dua) macam, meliputi hal dibawah ini.

#### **3.5.1 Data primer**

Data primer yang diperoleh dari hasil pengamatan di lokasi penelitian, meliputi data lebar jalan, model atau susunan penerangan dan jarak spasi pemasangan lampu. Pada data primer ini dilakukan tahap yang meliputi:

- a. Survei kondisi geometrik jalan Survei ini dilakukan pada ruas jalan tersebut yang mengikuti pengukuran lebar jalan untuk total lebar jalan 30 meter. Terbagi atas 2 lajur, lajur kiri 14 meter lalu lajur kanan 14 meter dan median 2 meter.

- b. Survei terhadap instalasi penerangan jalan yang terpasang Survei ini meliputi pengukuran terhadap jarak spasi 30 meter antar tiang dan survei terhadap model lampu LED, mencatat kondisi instalasi lampu penerangan jalan yang diteliti.

### 3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder yang diperoleh dari referensi – referensi dan instansi terkait, meliputi data tinggi pemasangan lampu, jenis lampu, dan lumen lampu.

Cara pengumpulan data adalah sebagai berikut:

Survei pendahuluan dan pemilihan lokasi

- a. Kegiatan yang dilakukan adalah melihat dan memilih ruas yang akan dijadikan lokasi penelitian untuk mengevaluasi kelayakan lampu penerangan jalan.

- b. Mengumpulkan data.

Data yang dibutuhkan meliputi : jenis lampu, lumen lampu, dan tinggi pemasangan lampu.

- c. Menganalisis semua data yang terkumpul.

- d. Menyimpulkan hasil pengamatan dan pengolahan data.

- Didapatkan data spesifikasi lampu Jalan Tol Medan – Tebing Tinggi sebagai berikut.

Tabel 3.3: Spesifikasi Lampu Penerangan Jalan (JMKT,2020)

Gerbang	Jenis Lampu	Fluks ( lumen )	Jumlah Lampu
Kualanamu	LED 165 W	15000	50
Lubuk Pakam	LED 190 W	17000	40
Sei Rampah	LED 200 W	19000	30
Perbaungan	LED 200 W	19000	30
Paluh Kemiri	LED 200 W	19000	30
Teluk Mengkudu	LED 200 W	19000	30
Tebing Tinggi	LED 190 W	17000	40

- Didapatkan data Kecelakaan Sepanjang Jalan Tol Medan – Tebing Tinggi sebagai berikut.

Tabel 3.4: Kecelakaan Tahun 2018-2020 (JMKT,2020)

Data	2018	2019	2020
Kecelakaan	13	21	34
Meninggal dunia	2	5	3
Luka berat	9	12	15
Luka ringan	16	14	23

### 3.6 Analisis Data

Prosedur analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis statistik yang digunakan adalah Korelasi. Dalam bab ini akan disoroti dua aspek untuk analisis korelasi, yaitu apakah data sampel yang ada menyediakan cukup bukti bahwa ada kaitan antar variabel. Dan yang kedua, jika ada hubungan, seberapa kuat hubungan antar variabel tersebut.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN DATA

#### 4.1 Gambaran Lokasi Penelitian

Provinsi Sumatera Utara dengan ibukota provinsi yaitu Kota Medan. Secara administratif, batas wilayah Kota Medan adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara berbatasan dengan Selat Malaka
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Deli Serdang
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Deli Serdang
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Deli Serdang

Secara keseluruhan Kota Medan di kelilingi oleh salah satu Kabupaten terbesar yang berada di Sumatera Utara yaitu Kabupaten Deli Serdang. Kota Medan memiliki luas 26.510 hektar (265,10 km<sup>2</sup>) atau 3,6 % dari keseluruhan wilayah Provinsi Sumatera Utara.

Kota Medan merupakan ibukota provinsi yang menjadikan Kota Medan sebagai pusat ekonomi daerah. Kota Medan menjadi kota ketiga terbesar di Indonesia. Dengan seiring berkembang pesatnya kemajuan Kota Medan maka semakin berkembang pula kemajuan infrastrukturnya. Contoh salah satunya adalah Tol, di Medan mempunyai Tol yg menghubungkan Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi. Jalan Tol Medan–Kualanamu–Tebing Tinggi adalah jalan tol yang menghubungkan Medan - Tebing Tinggi serta Bandar Udara Internasional Kualanamu. Jalan tol sepanjang 61,80 km ini merupakan bagian dari Jalan Tol Trans Sumatra dan terhubung dengan Jalan Tol Belmera. Pada penelitian kali ini, disini penulis akan membahas mengenai evaluasi penerangan lampu jalan pada Jalan Tol Medan – Tebing.

Data yang diperoleh dalam penelitian ini untuk menunjang sebagai evaluasi penerangan lampu yaitu menggunakan data jenis lampu yang digunakan pada jalan Tol Medan – Tebing Tinggi. Berikut adalah data yang didapatkan:

#### 4.1.2 Penerangan Lampu Jalan

Tol Medan Tebing - Tinggi memiliki Penerangan Jalan Umum dengan tinggi tiang octagonal 10 Meter. Panjang stang 2,5 meter, tiang yang digunakan untuk lampu LED adalah *Octagonal Single Parabola* dengan tiang membentuk lengkung sedangkan lampu Sodium adalah *Octagonal Single T* dengan tiang membentuk huruf T. Bahan tiang lampu PJU adalah pipa baja galvanis dengan sistem cor. dengan jarak antar tiang 30 meter dengan total lebar jalan 14 meter.

Ditinjau Dari segi pemeliharaan dan perawatan, lampu LED sebagai lampu yang lebih *sensitive* terhadap gangguan seperti petir dan cuaca panas. Ketika lampu LED mengalami kerusakan, lampu tersebut harus mengganti lampu secara keseluruhan, mengingat komponen dan *spare part* lampu sangat langka sehingga komponen yang dijual dipasaran cukup mahal. Lampu LED pada tahun kedua mengalami penurunan kinerja lampu sehingga tidak sedikit lampu LED yang mengalami penggantian.

LED didefinisikan sebagai salah satu semi konduktor yang mengubah energi listrik menjadi cahaya. Sebagaimana dioda lainnya LED terdiri dari bahan semikonduktor P dan N. Bila sumber diberikan pada LED kutub negatif dihubungkan dengan N dan kutub positif dengan P maka lubang ( *hole* ) akan mengalir kearah N dan elektron mengalir kearah P.

LED merupakan perangkat keras dan padat ( *solid-state component* ) sehingga unggul dalam hal ketahanan ( *durability* ). Umur Lampu LED dapat mencapai 50.000 jam, hal ini dikarenakan tegangan kerja arus searah ( VDC ) konstan, meskipun di suplai dari arus AC, namun di dalam LED terdapat stabiliser yang menstabilkan suplai arus AC tersebut.

#### 4.1.3 Data Evaluasi Penerangan Lampu

Terdapat 7 gerbang dalam Tol Medan – Tebing Tinggi yaitu Gerbang Kualanamu, Paluh Kemiri, Lubuk Pakam, Perbaungan, Teluk Mengkudu, Sei Rampah dan tebing Tinggi. Data yang diperoleh ini didapatkan dari *data sheet* lampu dan juga hasil survei yang didapatkan dilapangan. Jumlah lampu yang digunakan pada unit operasional dapat dihitung. Perhitungan tersebut termasuk menentukan berapa banyak lampu yang digunakan pada setiap unit operasional

produksi, sehingga diperoleh jenis besar daya lampu apa saja yang digunakan, berapa jumlah lampu yang dipasang penambahan, hingga total daya yang dihasilkan dari penerangan tiap unit operasional produksi. Metode yang dilakukan untuk pengumpulan data merupakan hasil perhitungan secara manual (menghitung satu per satu) atau melihat tabel informasi yang terdapat pada *lighting* panel yang disediakan pada operasional produksi.

Tabel 4.1: Spesifikasi Lampu Penerangan Jalan (JMKT,2020)

Gerbang	Jenis Lampu	Fluks ( lumen )	Jumlah Lampu
Kualanamu	LED 165 W	15000	50
Lubuk Pakam	LED 190 W	17000	40
Sei Rampah	LED 200 W	19000	30
Perbaungan	LED 200 W	19000	30
Paluh Kemiri	LED 200 W	19000	30
Teluk Mengkudu	LED 200 W	19000	30
Tebing Tinggi	LED 190 W	17000	40

#### 4.1.4 Efikasi Cahaya

Efikasi adalah suatu ukuran untuk terang suatu benda. Efikasi yang terlalu besar akan menyilaukan mata. Dapat dilihat jumlah efikasi pada tiap jenis lampu, pada fluks cahaya spesifik atau efikasi cahaya (K), Dari hasil tiap jenis lampu untuk efikasi semuanya. Efikasi cahaya merupakan hasil bagi antara fluks luminansi dengan daya listrik masukan suatu sumber cahaya. Dalam menentukan jumlah efikasi harus diketahui fluks cahaya lampu serta daya lampu hal tersebut sesuai dengan rumus persamaan. Dapat dilihat jumlah efikasi pada tiap jenis lampu, pada fluks cahaya spesifik atau efikasi cahaya (K), bisa dilihat bahwa untuk lampu memiliki tingkat efikasi cahaya (K) yang berbeda-beda, yang dimana semakin tinggi jenis lampu jumlah dayanya semakin tinggi pula pada tingkat fluks

cahaya spesifiknya (K). Untuk membuktikan perhitungan dapat dihitung, berikut perhitungannya:

a. Untuk Lampu LED 165 W Gerbang Kualanamu.

$$K = \frac{\Phi}{P}$$

$$K = \frac{15000}{165}$$

$$K = 91 \text{ lm/watt}$$

b. Untuk Lampu LED 190 W Gerbang Lubuk Pakam.

$$K = \frac{\Phi}{P}$$

$$K = \frac{17000}{190}$$

$$K = 90 \text{ lm/watt}$$

c. Untuk Lampu LED 200 W Gerbang Sei Rampah

$$K = \frac{\Phi}{P}$$

$$K = \frac{19000}{200}$$

$$K = 95 \text{ lm/watt}$$

d. Untuk Lampu Led 200 W Gerbang Perbaungan

$$K = \frac{\Phi}{P}$$

$$K = \frac{19000}{200}$$

$$K = 95 \text{ lm/watt}$$

e. Untuk Lampu LED 200 W Gerbang Paluh Kemiri

$$K = \frac{\Phi}{P}$$

$$K = \frac{19000}{200}$$

$$K = 95 \text{ lm/watt}$$

f. Untuk Lampu LED 200 W Gerbang Paluh Kemiri

$$K = \frac{\Phi}{P}$$

$$K = \frac{19000}{200}$$

$$K = 95 \text{ lm/watt}$$

g. Untuk Lampu LED 190 W Gerbang Tebing Tinggi

$$K = \frac{\Phi}{P}$$

$$K = \frac{17000}{190}$$

$$K = 90 \text{ lm/watt}$$

Tabel 4.2: Efikasi Cahaya

Gerbang	Jenis Lampu	Fluks ( lumen )	Efikasi (lm/watt)
Kualanamu	LED 165 W	15000	91
Lubuk Pakam	LED 190 W	17000	90
Sei Rampah	LED 200 W	19000	95
Perbaungan	LED 200 W	19000	95
Paluh Kemiri	LED 200 W	19000	95
Teluk Mengkudu	LED 200 W	19000	95
Tebing Tinggi	LED 190 W	17000	90

Didapatkan hasil dari nilai perhitungan Efikasi Cahaya bahwa pada tabel ini dapat dilihat tingkat efikasi cahaya yang paling tinggi yaitu di Gerbang Sei Rampah, Perbaungan, Paluh Kemiri, Teluk Mengkudu sebesar 95 lm/watt tingkat efikasi cahaya nya, lalu diikuti oleh Gerbang Kualanamu dengan tingkat efikasi sebesar 91 lm/watt, dan tingkat efikasi yang paling rendah berada di gerbang Lubuk Pakam dan tebing Tinggi. Menurut SNI untuk efikasi cahaya yang aman yaitu berkisar antara 93 lm/watt, maka jika dijadikan acuan untuk pertiang Gerbang Lubuk Pakam, Kualanamu dan Tebing Tinggi perlunya menambahkan daya untuk lampu tersebut agar efikasi nya sesuai SNI.

#### 4.1.5 Menghitung Tingkat Efikasi Cahaya Untuk Total Penerangan

Telah didapati nilai efikasi pada table sebelumnya, lalu disini kita akan mencari total nilai seluruh efikasi dengan total jumlah lampu penerangan yang terdapat pada setiap gerbang, berikut perhitungannya.

- a. Untuk Gerbang Kualanamu diketahui jumlah total lampu adalah 50

$$P_{total} = K \times In$$

$$P_{total} = 91 \times 50$$

$$P_{total} = 4.550$$

- b. Untuk Gerbang Lubuk Pakam diketahui jumlah total lampu adalah 40

$$P_{total} = K \times In$$

$$P_{total} = 90 \times 40$$

$$P_{total} = 3.600$$

- c. Untuk Gerbang Sei Rampah diketahui jumlah total lampu adalah 30

$$P_{total} = K \times In$$

$$P_{total} = 95 \times 30$$

$$P_{total} = 2.850$$

- d. Untuk Gerbang Perbaungan diketahui jumlah total lampu adalah 30

$$P_{total} = K \times In$$

$$P_{total} = 95 \times 30$$

$$P_{total} = 2.850$$

- e. Untuk Gerbang Paluh Kemiri diketahui jumlah total lampu adalah 30

$$P_{total} = K \times In$$

$$P_{total} = 95 \times 30$$

$$P_{total} = 2.850$$

- f. Untuk Gerbang Teluk Mengkudu diketahui jumlah total lampu adalah 30

$$P_{total} = K \times In$$

$$P_{total} = 95 \times 30$$

$$P_{total} = 2.850$$

- g. Untuk Gerbang Tebing Tinggi diketahui jumlah total lampu adalah 40

$$P_{total} = K \times In$$

$$P_{total} = 90 \times 40$$

$$P_{total} = 3.600$$

Tabel 4.3: Total Efikasi Penerangan Seluruh Lampu

Gerbang	Jenis Lampu	Efikasi (lm/watt)	Jumlah Lampu	Total
Kualanamu	LED 165 W	91	50	4550
Lubuk Pakam	LED 190 W	90	40	3600
Sei Rampah	LED 200 W	95	30	2850
Perbaungan	LED 200 W	95	30	2850
Paluh Kemiri	LED 200 W	95	30	2850
Teluk Mengkudu	LED 200 W	95	30	2850
Tebing Tinggi	LED 190 W	90	40	3600

Didapatkan hasil dari nilai perhitungan Efikasi Cahaya x jumlah total lampu dan didapatkan hasil jumlah seluruh total Efikasi, bahwa pada tabel ini dapat dilihat tingkat total efikasi cahaya yang paling tinggi yaitu di Gerbang Kualanamu sebesar total Efikasi 4550 lm/watt, lalu diikuti gerbang Lubuk Pakam dan Tebing Tinggi sebesar 3600 lm/watt, dan tingkat total jumlah efikasi yang paling rendah berada di gerbang Sei Rampah, Perbaungan, Paluh kemiri dan Teluk Mengkudu.

#### 4.1.6 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya (I) adalah arus cahaya dalam lumen yang diemisikan setiap sudut ruang (pada arah tertentu) oleh sebuah sumber cahaya. Kuat penerangan adalah pernyataan kauntitatif untuk arus cahaya ( $\Phi$ ) yang sampai jatuh pada permukaan bidang. Untuk mengetahui fluks cahaya dalam satuan per satuan sudut ruangan dalam arah pancaran yang datang atau intensitas cahaya bisa dihitung dengan cara jumlah fluks cahaya (lm) dibagi dengan sudut ruangan, dimana  $\omega=4\pi$ , Berikut perhitungan intensitas cahaya (Cd):

a. Perhitungan untuk LED 165 W Gerbang Kualanamu :

$$I = \frac{\phi}{\omega} = \frac{15000}{4\pi}$$

$$I = \frac{15000}{4 \times 3,14}$$

$$I = 1.194 \text{ cd}$$

b. Perhitungan untuk LED 190 W Gerbang Lubuk Pakam :

$$I = \frac{\phi}{\omega}$$

$$I = \frac{17000}{4\pi}$$

$$I = \frac{17000}{4 \times 3,14}$$

$$I = 1.353 \text{ cd}$$

c. Perhitungan untuk LED 200 W Gerbang Sei Rampah :

$$I = \frac{\phi}{\omega}$$

$$I = \frac{19000}{4\pi}$$

$$I = \frac{19000}{4 \times 3,14}$$

$$I = 1.512 \text{ cd}$$

d. Perhitungan untuk LED 200 W Gerbang Perbaungan :

$$I = \frac{\phi}{\omega}$$

$$I = \frac{19000}{4\pi}$$

$$I = \frac{19000}{4 \times 3,14}$$

$$I = 1.512 \text{ cd}$$

e. Perhitungan untuk LED 200 W Gerbang Paluh Kemiri :

$$I = \frac{\phi}{\omega}$$

$$I = \frac{19000}{4\pi}$$

$$I = \frac{19000}{4 \times 3,14}$$

$$I = 1.512 \text{ cd}$$

f. Perhitungan untuk LED 200 W Gerbang Teluk Mengkudu :

$$I = \frac{\phi}{\omega}$$

$$I = \frac{19000}{4\pi}$$

$$I = \frac{19000}{4 \times 3,14}$$

$$I = 1.512 \text{ cd}$$

g. Perhitungan untuk LED 190 W Gerbang Tebing Tinggi :

$$I = \frac{\phi}{\omega}$$

$$I = \frac{19000}{4\pi}$$

$$I = \frac{17000}{4 \times 3,14}$$

$$I = 1.353 \text{ cd}$$

Tabel 4.4: Intensitas Cahaya

Gerbang	Jenis Lampu	Fluks ( lumen )	Intensitas (cd)
Kualanamu	LED 165 W	15000	1194
Lubuk Pakam	LED 190 W	17000	1353
Sei Rampah	LED 200 W	19000	1512
Perbaungan	LED 200 W	19000	1512
Paluh Kemiri	LED 200 W	19000	1512
Teluk Mengkudu	LED 200 W	19000	1512
Tebing Tinggi	LED 190 W	17000	1353

Didapatkan data dari perhitungan intensitas cahaya yang paling tinggi terdapat di 4 gerbang, yaitu Gerbang Sei Rampah, Perbaungan, Paluh Kemiri dan Teluk Mengkudu senilai 1512 candela, lalu diikuti Gerbang Tebing Tinggi dengan nilai 1353 candela dan yang paling terendah yaitu gerbang Kualanamu

dengan 1194 candela. Menurut Standard SNI untuk nilai intensitas cahaya yang aman yaitu berkisar antara 1242 cd, maka jika dijadikan acuan untuk pertiang Gerbang Kualanamu belum termasuk memiliki intensitas cahaya yg aman maka perlunya menambahkan daya untuk lampu tersebut agar intensitas cahayanya sesuai SNI.

#### **4.1.7 Total Intensitas Cahaya Untuk Seluruh Lampu Penerangan**

Telah didapati nilai intensitas cahaya pada tabel sebelumnya, lalu disini kita akan mencari total nilai seluruh intensitas cahaya dengan total jumlah lampu penerangan yang terdapat pada setiap gerbang, berikut perhitungannya.

a. Untuk Gerbang Kualanamu diketahui jumlah total lampu adalah 50

$$P_{total} = I \times I_n$$

$$P_{total} = 1194 \times 50$$

$$P_{total} = 59.700 \text{ cd}$$

b. Untuk Gerbang Lubuk Pakam diketahui jumlah total lampu adalah 40

$$P_{total} = I \times I_n$$

$$P_{total} = 1353 \times 40$$

$$P_{total} = 54.120 \text{ cd}$$

c. Untuk Gerbang Sei Rampah diketahui jumlah total lampu adalah 30

$$P_{total} = I \times I_n$$

$$P_{total} = 1512 \times 30$$

$$P_{total} = 45.360 \text{ cd}$$

d. Untuk Gerbang Perbaungan diketahui jumlah total lampu adalah 30

$$P_{total} = I \times I_n$$

$$P_{total} = 1512 \times 30$$

$$P_{total} = 45.360 \text{ cd}$$

e. Untuk Gerbang Paluh Kemiri diketahui jumlah total lampu adalah 30

$$P_{total} = I \times I_n$$

$$P_{total} = 1512 \times 30$$

$$P_{total} = 45.360 \text{ cd}$$

f. Untuk Gerbang Teluk Mengkudu diketahui jumlah total lampu adalah 30

$$P_{total} = I \times I_n$$

$$P_{total} = 1512 \times 30$$

$$P_{total} = 45.360 \text{ cd}$$

g. Untuk Gerbang Tebing Tinggi diketahui jumlah total lampu adalah 40

$$P_{total} = I \times In$$

$$P_{total} = 1353 \times 40$$

$$P_{total} = 54.120 \text{ cd}$$

Tabel 4.5: Total Intensitas Cahaya

Gerbang	Jenis Lampu	Intensitas (cd)	Jumlah Lampu	Total Intensitas
Kualanamu	LED 165 W	1194	50	59700
Lubuk Pakam	LED 190 W	1353	40	54120
Sei Rampah	LED 200 W	1512	30	45360
Perbaungan	LED 200 W	1512	30	45360
Paluh Kemiri	LED 200 W	1512	30	45360
Teluk Mengkudu	LED 200 W	1512	30	45360
Tebing Tinggi	LED 190 W	1353	40	54120

Didapatkan hasil dari nilai perhitungan Intensitas x jumlah total lampu dan didapatkan hasil jumlah seluruh total Intensitas, bahwa pada tabel ini dapat dilihat tingkat total Intensitas cahaya yang paling tinggi yaitu di Gerbang Kualanamu sebesar total Intensitas 59.700 cd, lalu diikuti gerbang Lubuk Pakam dan Tebing Tinggi sebesar 54.120 cd, dan tingkat total jumlah efisiensi yang paling rendah berada di gerbang Sei Rampah, Perbaungan, Paluh kemiri dan Teluk Mengkudu dengan intensitas 45.360.

#### 4.1.8 Intensitas Penerangan

Pada dasarnya perhitungan untuk menghitung intensitas penerangan ada dua cara yaitu dengan mengetahui luas area dan tinggi dari sumber cahaya ke tanah

dengan menggunakan hukum kuadaran terbalik, pada perhitungan ini menggunakan hokum kuadaran terbalik. Berikut perhitunganya:

a. Untuk lampu LED Gerbang Kualanamu:

$$E = \frac{I}{r^2}$$

$$E = \frac{1194}{2,5^2}$$

$$E = 191 \text{ lux}$$

b. Untuk lampu LED Gerbang Lubuk Pakam:

$$E = \frac{I}{r^2}$$

$$E = \frac{1353}{2,5^2}$$

$$E = 216 \text{ lux}$$

c. Untuk lampu LED Gerbang Sei Rampah:

$$E = \frac{I}{r^2}$$

$$E = \frac{1512}{2,5^2}$$

$$E = 242 \text{ lux}$$

d. Untuk lampu LED Gerbang Sei Perbaungan:

$$E = \frac{I}{r^2}$$

$$E = \frac{1512}{2,5^2}$$

$$E = 242 \text{ lux}$$

e. Untuk lampu LED Gerbang Paluh Kemiri:

$$E = \frac{I}{r^2}$$

$$E = \frac{1512}{2,5^2}$$

$$E = 242 \text{ lux}$$

f. Untuk lampu LED Gerbang Sei Teluk Mengkudu:

$$E = \frac{I}{r^2}$$

$$E = \frac{1512}{2,5^2}$$

$$E = 242 \text{ lux}$$

g. Untuk lampu LED Gerbang Tebing Tinggi:

$$E = \frac{I}{r^2}$$

$$E = \frac{1353}{2,5^2}$$

$$E = 216 \text{ lux}$$

Tabel 4.6: Intensitas Penerangan

Gerbang	Jenis Lampu	Intensitas (cd)	Intensitas Penerangan
Kualanamu	LED 165 W	1194	191
Lubuk Pakam	LED 190 W	1353	216
Sei Rampah	LED 200 W	1512	242
Perbaungan	LED 200 W	1512	242
Paluh Kemiri	LED 200 W	1512	242
Teluk Mengkudu	LED 200 W	1512	242
Tebing Tinggi	LED 190 W	1353	216

Didapatkan data dari perhitungan intensitas Penerangan yang paling tinggi terdapat di 4 gerbang, yaitu Gerbang Sei Rampah, Perbaungan, Paluh Kemiri dan Teluk Mengkudu senilai 242 lux, lalu diikuti Gerbang Tebing Tinggi dengan nilai 216 lux dan yang paling terendah yaitu gerbang Kualanamu dengan 191 lux. Menurut Standard SNI untuk intensitas penerangan yang aman yaitu berkisar antara 200 lux, maka jika dijadikan acuan untuk pertiang Gerbang Kualanamu masih belum memenuhi standarisasi sehingga perlunya menambahkan daya untuk lampu tersebut agar intensitas penerangannya sesuai SNI.

#### 4.1.9 Jumlah Total Intensitas Penerangan

Telah didapati nilai intensitas Penerangan pada tabel sebelumnya, lalu disini kita akan mencari total nilai seluruh intensitas Penerangan dengan total jumlah lampu penerangan yang terdapat pada setiap gerbang, berikut perhitungannya.

a. Untuk Gerbang Kualanamu diketahui jumlah total lampu adalah 50

$$P_{total} = E \times I_n$$

$$P_{total} = 191 \times 50$$

$$P_{total} = 9.550 \text{ lux}$$

b. Untuk Gerbang Lubuk Pakam diketahui jumlah total lampu adalah 40

$$P_{total} = E \times In$$

$$P_{total} = 216 \times 40$$

$$P_{total} = 8.640 \text{ lux}$$

c. Untuk Gerbang Sei Rampah diketahui jumlah total lampu adalah 30

$$P_{total} = E \times In$$

$$P_{total} = 242 \times 30$$

$$P_{total} = 7.260 \text{ lux}$$

d. Untuk Gerbang Perbaungan diketahui jumlah total lampu adalah 30

$$P_{total} = E \times In$$

$$P_{total} = 242 \times 30$$

$$P_{total} = 7.260 \text{ lux}$$

e. Untuk Gerbang Paluh Kemiri diketahui jumlah total lampu adalah 30

$$P_{total} = E \times In$$

$$P_{total} = 242 \times 30$$

$$P_{total} = 7.260 \text{ lux}$$

f. Untuk Gerbang Teluk Mengkudu diketahui jumlah total lampu adalah 30

$$P_{total} = E \times In$$

$$P_{total} = 242 \times 30$$

$$P_{total} = 7.260 \text{ lux}$$

g. Untuk Gerbang Lubuk Pakam diketahui jumlah total lampu adalah 40

$$P_{total} = E \times In$$

$$P_{total} = 216 \times 40$$

$$P_{total} = 8.640 \text{ lux}$$

Tabel 4.7: Total Seluruh Penerangan

Gerbang	Jenis Lampu	Intensitas Penerangan	Jumlah Lampu	Total Intensitas (lux)
Kualanamu	LED 165 W	191	50	9550
Lubuk Pakam	LED 190 W	216	40	8640

Gerbang	Jenis Lampu	Intensitas Penerangan	Jumlah Lampu	Total Intensitas (lux)
Sei Rampah	LED 200 W	242	30	7260
Perbaungan	LED 200 W	242	30	7260
Paluh Kemiri	LED 200 W	242	30	7260
Teluk Mengkudu	LED 200 W	242	30	7260
Tebing Tinggi	LED 190 W	216	40	8640

Didapatkan hasil dari nilai perhitungan Intensitas penerangan x jumlah total lampu dan didapatkan hasil jumlah seluruh total Intensitas, bahwa pada tabel ini dapat dilihat tingkat total Intensitas Penerangan yang paling tinggi yaitu di Gerbang Kualanamu sebesar total Intensitas 9.550 lux, lalu diikuti gerbang Lubuk Pakam dan Tebing Tinggi sebesar 8.640 lux, dan tingkat total jumlah intensitas penerangan yang paling rendah berada di gerbang Sei Rampah, Perbaungan, Paluh kemiri dan Teluk Mengkudu dengan intensitas 7.260 lux.

Jumlah titik serta jumlah pemakaian konsumsi energi daya listrik untuk penerangan dari sistem operasional peralatan produksi PT. Jasa Marga Kualanmu Tol yang digunakan setiap hari.

#### **4.2 Data Kecelakaan**

Kecelakaan Transportasi adalah peristiwa atau kejadian pengoperasian sarana transportasi yang mengakibatkan kerusakan sarana transportasi, korban jiwa, dan/atau kerugian harta benda. Sedangkan arti kecelakaan lalu lintas sendiri menurut UU No 22 Tahun 2009 pasal 1 ayat 24 adalah suatu peristiwa di Jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja melibatkan Kendaraan dengan atau tanpa Pengguna Jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda. Jenis-jenis Kecelakaan menurut PP No. 43 tahun 1993.

Didapatkan dari hasil evaluasi Jalan Tol Medan – Tebing Tinggi untuk mengetahui Angka kecelelakaan dan Korban, maupun yg meninggal dunia atau luka parah dan luka ringan.

Tabel 4.8: Kecelakaan Tahun 2018-2020 (JMKT,2020)

Data	2018	2019	2020
Kecelakaan	13	21	34
Meninggal dunia	2	5	3
Luka berat	9	12	15
Luka ringan	16	14	23

#### 1. Kecelakaan Fatal

Kecelakaan fatal adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak disangka-sangka dan tidak sengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pemakai jalan lainnya mengakibatkan korban mati.

#### 2. Kecelakaan Berat

Kecelakaan berat adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak disangka-sangka dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pemakai jalan lainnya mengakibatkan korban luka berat.

#### 3. Kecelakaan ringan

Keceelakaan ringan adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak disangka-sangka dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pemakai jasa lainnya mengakibatkan korban luka ringan.

### 4.2.1 Perhitungan Angka Kecelakaan

Perhitungan tingkat kecelakaan untuk ruas jalan

$$Tk = \frac{Fk \times 10^8}{LHR_T \times n \times L \times 365}$$

Dengan:

Tk = Tingkat Kecelakaan, 100 JPKP

Fk = Frekwensi Kecelakaan di ruas untuk n tahun data

LHRT = Volume Lalu Lintas Rata- rata

n = adalah jumlah tahun data

L = Panjang Ruas Jalan

100JPKP = Satuan tingkat kecelakaan (kecalakaan/seratus juta perjalanan kendaraan Per- kilometer)

Perhitungan tingkat kecelakaan pada lokasi penelitian dibagi menjadi 3 segmen. Masing-masing segmen didapat. Berikut hasil perhitungan data tingkat kecelakaan:

Segmen 1

Perhitungan angka kecelakaan tahun 2018 :

$$Tk = \frac{Fk \times 100.000.000}{LHR_T \times n \times L \times 365}$$

$$Tk = \frac{13 \times 100.000.000}{4730780 \times 3 \times 1 \times 365} = 0,25 \%$$

Persentase angka kecelakaan di tahun 2018 sebanyak 0,25 %

Segmen 2

$$Tk = \frac{Fk \times 100.000.000}{LHR_T \times n \times L}$$

$$Tk = \frac{21 \times 100.000.000}{5576642 \times 3 \times 1 \times 365} = 0,34 \%$$

Persentase angka kecelakaan di tahun 2019 sebanyak 0,34 %

Segmen 3

$$Tk = \frac{Fk \times 100.000.000}{LHR_T \times n \times L}$$

$$Tk = \frac{34 \times 100.000.000}{5967881 \times 3 \times 1 \times 365} = 0,52 \%$$

Persentase angka kecelakaan di tahun 2020 sebanyak 0,52 %

Tabel 4.9: Persentase angka kecelakaan

Tahun	Persentase
2018	0,25 %
2019	0,34 %
2020	0,52 %

Didapatkan data dari total kecelakaan untuk setiap tahunnya adalah di tahun 2018 sebesar 0,25% lalu ditahun 2019 mengalami kenaikan tingkat kecelakaan sebesar 0,34% lalu ditahun 2020 mengalami kenaikan tingkat kecelakaan sebesar 0,52%, dan pada perhitungan selanjutnya data kecelakaan akan dipilah untuk tingkat kecelakaan pada malam hari sebagai berikut.

Tabel 4.10: Kecelakaan pada malam hari tahun 2018-2020 (JMKT,2020)

Data	2018	2019	2020
Kecelakaan	8	15	21
Meninggal dunia	1	4	2
Luka berat	5	8	7
Luka ringan	10	11	17

Perhitungan angka kecelakaan pada malam hari tahun 2018 :

Segmen 1

$$Tk = \frac{Fk \times 100.000.000}{LHR_T \times n \times L \times 365}$$

$$Tk = \frac{8 \times 100.000.000}{4730780 \times 3 \times 1 \times 365} = 0,15 \%$$

Persentase angka kecelakaan pada malam hari di tahun 2018 sebanyak 0,15 %

Segmen 2

$$Tk = \frac{Fk \times 100.000.000}{LHR_T \times n \times L}$$

$$Tk = \frac{15 \times 100.000.000}{5576642 \times 3 \times 1 \times 365} = 0,24 \%$$

Persentase angka kecelakaan pada malam hari di tahun 2019 sebanyak 0,24 %

Segmen 3

$$Tk = \frac{Fk \times 100.000.000}{LHR_T \times n \times L}$$

$$Tk = \frac{21 \times 100.000.000}{5967881 \times 3 \times 1 \times 365} 0,32 \%$$

Persentase angka kecelakaan pada malam hari di tahun 2020 sebanyak 0,32 %

Tabel 4.11: Persentase angka kecelakaan pada malam hari

Tahun	Persentase
2018	0,15 %
2019	0,24 %
2020	0,32 %

Setiap tahun nya angka kecelakaan mengalami kenaikan, maka dari itu perlunya tol Medan – Tebing Tinggi melakukan evaluasi, dan dari data yg didapat bahwasanya diperlukan penambahan untuk gerbang Sei Rampah, Perbaungan, Paluh Kemiri dan Teluk Mengkudu, karena di gerbang – gerbang tersebut memiliki total jumlah fluks, efikasi, intesitas cahaya dan intensitas penerangan yg rendah, guna untuk mengantisipasi agar berkurangnya dan meminimalisir tingkat kecelakaan di jalan tol tersebut yg diakibatkan oleh kurangnya pencahayaan dari tol tersebut.

Tabel 4.12: Volume Kendaraan

Hari	Waktu	Volume Kendaraan	Total
Senin	18.00 - 19.00	105	371
	19.00 - 20.00	102	
	20.00 - 21.00	97	
	21.00 – 22.00	67	
Selasa	18.00 - 19.00	107	382
	19.00 - 20.00	101	
	20.00 - 21.00	98	
	21.00 – 22.00	76	
Rabu	18.00 - 19.00	111	388
	19.00 - 20.00	109	
	20.00 - 21.00	89	
	21.00 – 22.00	79	
Kamis	18.00 - 19.00	97	383
	19.00 - 20.00	103	
	20.00 - 21.00	78	
	21.00 – 22.00	105	
Sabtu	18.00 - 19.00	123	444
	19.00 - 20.00	112	
	20.00 - 21.00	102	
	21.00 – 22.00	107	
Minggu	18.00 - 19.00	105	476
	19.00 - 20.00	122	
	20.00 - 21.00	115	
	21.00 – 22.00	134	
Jumlah			2853

Untuk nilai P diambil dari jumlah P selama 7 hari penelitian, dikalikan jam sibuk setiap harinya, kemudian dibagi jumlah jam sibuk selama hari penelitian, Sehingga diperoleh P rata-rata.

$$P \text{ (rata-rata)} = \frac{\sum \text{volume kendaraan}}{\sum 4 \text{ jzm tersibuk selama 7 hari ( jam )}}$$

$$P \text{ (rata-rata)} = \frac{371+382+388+383+409+444+476}{28}$$

$$P \text{ (rata-rata)} = \frac{2853}{28}$$

$$P \text{ (rata-rata)} = 101.89 = 102 \text{ Kendaraan/jam}$$

### 4.3 Tingkat Kecelakaan Sebelum Dan Sesudah Penambahan

Diketahui angka kecelakaan lebih banyak terjadi di Gerbang Kualanamu maka daripada itu penulis akan membahas angka kecelakaan sebelum dan sesudah terjadinya penambahan lampu penerangan yang terjadi di gerbang tersebut.

Tabel 4.13: Total Sebelum dsn Sesudah Penambahan

Tahun	2018	2019	2020
Penambahan	0	6	4
Jumlah Kecelakaan	8	15	21
Total Intensitas Penerangan	0	546	364
Total Efikasi Cahaya	0	7164	4776
Total Intensitas Cahaya	0	1146	764

Perhitungan tingkat kecelakaan di malam hari sesudah penambahan penerangan di tahun 2019:

$$AP = \frac{A \times 100.000.000}{365 \times E \times K \times I \times P}$$

$$AP = \frac{15 \times 100.000.000}{365 \times 546 \times 7164 \times 1146 \times 6} = 0,0015 \%$$

Perhitungan tingkat kecelakaan di malam hari sesudah penambahan penerangan di tahun 2019:

$$AP = \frac{A \times 100.000.000}{365 \times E \times K \times I \times P}$$

$$AP = \frac{21 \times 100.000.000}{365 \times 364 \times 4776 \times 764 \times 6} = 0,0007 \%$$

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang sudah saya lakukan dan dari data yang telah diperoleh dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Spesifikasi yang bervariasi yang terdapat pada 7 gerbang Tol Medan – Tebing Tinggi ada yang memenuhi standarisasi dan juga ada yg belum memenuhi standarisasi, Untuk pertiagnya Gerbang Kualanamu sebagian belum memiliki standarisasi untuk tingkat efikasi cahaya dan intensitas penerangan.
2. Intensitas penerangan akan semakin kuat apabila dekat dengan sumber penerangan dan sebaliknya akan semakin kecil intensitas penerangan apabila jauh dari sumber penerangan. Sistem penerangan lampu jalan di jalan Tol Medan – Tebing Tinggi belum memperhatikan faktor intensitas penerangan jalan, kerataan distribusi cahaya, kondisi jalan, dan keamanan berdasarkan BSN (Badan Standarisasi Nasional) dikarenakan intensitas/ kuat penerangan ada yang sudah memenuhi standar dan ada yang belum memenuhi standar yang berlaku.
3. Dalam mengevaluasi penerangan jalan penempatan tiang-tiang lampu jalan, jarak antar tiang, tinggi tiang, tata pencahayaan, pola pengaturan cahaya, intensitas/kuat penerangan diperlukan dalam melakukan evaluasi sehingga dapat menentukan penerangan tersebut telah memenuhi standarisasi yang berlaku atau belum memenuhi standarisasi yang berlaku.

Tahun	2018	2019	2020
Penambahan	0	6	4
Jumlah Kecelakaan	8	15	21
Total Intensitas Penerangan	0	546	364
Total Efikasi Cahaya	0	7164	4776
Total Intensitas Cahaya	0	1146	764

## **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil pengamatan, analisis dan kesimpulan yang telah dilakukan pada daerah penelitian untuk evaluasi mengenai penerangan lampu jalan Tol Medan – Tebing Tinggi. Adapun saran dari peneliti adalah sebagai berikut.

1. Sebaiknya untuk Gerbang Kualanamu perlunya melakukan penambahan daya.
2. Sebaiknya penerangan lampu jalan disesuaikan dengan standar yang berlaku yaitu dengan intensitas penerangan.
3. lakukan perawatan dan pengecekan berkala 6 (enam) bulan atau 1 (satu) tahun sekali baik berupa penggantian lampu yang mati atau daya yang kurang pencahayaan nya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Widodo, A. (2016). Kajian Manajemen Optimalisasi Penerangan Jalan Umum Kota Semarang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 18(2), 87–96. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v18i2.7476>
- Ngantung, N. M. (2015). *Analisis Peran Pajak Penerangan Jalan Umum Terhadap Pendapatan Asli Daerah Kota Tomohon the*. 4(3), 32–43.
- S, Harry Sudibyo;W, Amelinda Arum;Nugraha, Gde Dharma;Wibisono, G. (2015). Rancang Bangun Sistem Lampu Jalan Pintar Nirkabel Berbasis Teknologi Zigbee. *Tesla*, 17, 45–51. Retrieved from <http://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/271>
- Elim, I., Saerang, D. P. E., & Manongga, C. L. (2014). Efektivitas Pajak Penerangan Jalan Dan Kontribusinya Terhadap Pendapatan Asli Daerah Di Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 2(2), 1318–1326.
- Sihombing, D. T. (2013). *Menggunakan Teknologi Tenaga Surya*. 118–123.
- Oktamia, S. (2018). *Analisa pemasangan penerangan jalan umum di kota klaten*.
- Francisco, A. R. L. (2013). 濟無No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Risdiara, S., Rangkuti, C., Teknik, J., Fakultas, M., Industri, T., Trisakti, U., & Savonius, T. (2018). *MENGGUNAKAN SUMBER DAYA LISTRIK KOMBINASI DARI SOLAR*. 357–362.
- Purnawati, D. (2012). *FORMULASI KEBIJAKAN PENGALOKASIAN ANGGARAN ( EARMARKED ) PAJAK PENERANGAN JALAN UNTUK PENERANGAN JALAN UMUM DI KOTA DEPOK ( EARMARKED ) PAJAK PENERANGAN JALAN UNTUK*.
- Kelistrikan, A., Penerangan, L., & Umum, J. (2015). *D INAMIKA Jurnal Ilmiah*

*Teknik Mesin KAWASAN PERKANTORAN KABUPATEN KONAWE SELATAN*. 7(1), 33–40.

Ferza, R. (2018). *Matra pembaruan*. 173–183.  
<https://doi.org/10.21787/mp.2.3.2018.173-183>

*POTENSI PENERIMAAN DAN EFEKTIVITAS PAJAK PENERANGAN JALAN DI KOTA SEMARANG* Arieyani Widyarti Indrakusuma Dra. Herniwati Retno Handayani, MS. (n.d.).

Sumekar, R. (2016). *EFEKTIVITAS REKAYASA LALU LINTAS MELALUI PROGRAM PENAMBAHAN LAJUR KHUSUS SEPEDA MOTOR DI KOTA SURABAYA*. Vol 4(ISSN 2338-445X), 19–32. Retrieved from <http://ojs.umsida.ac.id/index.php/jkmp/article/download/196/200>

Azmi, Z., Arif, S. N., & Pasaribu, E. T. (2018). *Implementasi Kecerdasan Buatan Untuk Sistem Kendali Lampu Jalan Berbasis Mikrokontroler*. 17(1), 32–38.



## **LEMBAR ASITENSI**

Nama : RIO NOVENDRA  
NPM : 160721047  
Jurusan : Teknik Sipil  
Judul TA : EVALUASI PENAMBAHAN PENERANGAN PADA JALAN  
TOL MEDAN – TEBING TINGGI GUNA MEMINIMALISIR  
TINGKAT KECELAKAAN

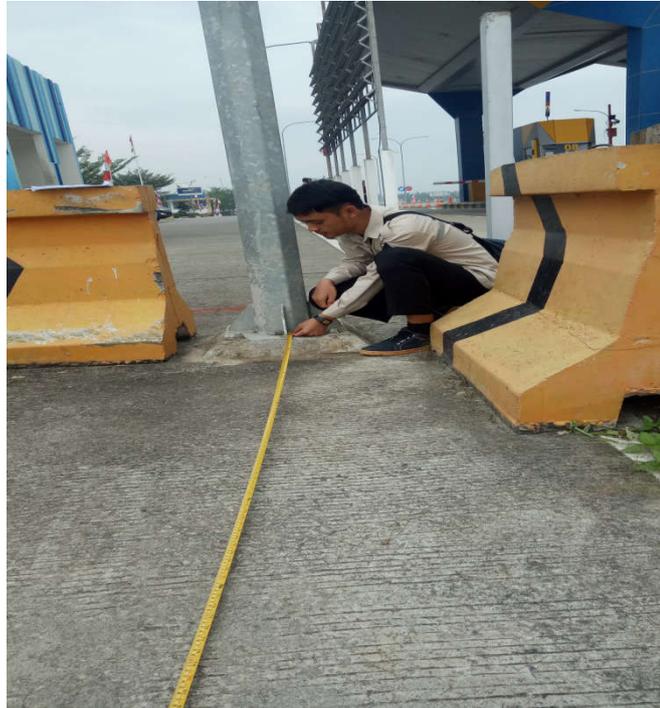
No	Tanggal	Keterangan	Paraf

DOSEN PEMBIMBING

( Ir. Zurkiyah MT )

## Lampiran

### Kondisi Lokasi Survey Jalan Tol Medan – Tebing Tinggi



Gambar L1: Pengukuran Jarak antar tiang



Gambar L2: Pengukuran Lebar Jalan



Gambar L3: Menghitung Volume Kendaraan



Gambar L4: Survey di malam hari

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### DATA DIRI PENYUSUN

Nama Lengkap : Rio Novendra  
Tempat, Tanggal Lahir : Bandar Khalipah, 08 November 1997  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Alamat : Jl. Bejo, Gg bambu II, Desa Bandar Khalipah  
Agama : Islam  
Nama Ayah : Suhendra  
Nama Ibu : Juwita Sri Rahayu  
No. Handphone : 08216522427  
E-mail : Rionovendra50@gmail.com

### RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar (SD)	SD Negeri 106161 Laut Dendang	2010
2	Sekolah Menengah Pertama (SMP)	SMP Negeri 29 Medan	2013
3	Sekolah Menengah Atas (SMA)	SMK Swasta Teladan Medan	2016
4	Perguruan Tinggi (Strata 1)	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2016 - Selesai