

BAB 3

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu cara bagi peneliti untuk mendapatkan data yang dibutuhkan yang selanjutnya dapat digunakan untuk dianalisa sehingga memperoleh kesimpulan yang ingin dicapai dalam penelitian. Metodologi yang dipakai pada penelitian ini adalah dengan cara melakukan pengolahan data primer hasil survei lapangan serta mengumpulkan beberapa informasi yang dibutuhkan sebagai data sekunder.

3.1 Jenis Penelitian

Dari latar belakang, rumusan masalah dan tujuan yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini termasuk jenis penelitian *explanatory research* yaitu penelitian yang mengembangkan dan menjelaskan konsep pemikiran dengan mempelajari beberapa penelitian terdahulu yang pernah dilakukan, peraturan- peraturan yang terkait dengan topik dan hasil pengamatan dilapangan tentang proyek konstruksi jalan dengan jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*).

3.2 Tahapan Penelitian

Berdasarkan teori-teori yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja struktur perkerasan jalan dimasa yang akan datang agar diperoleh gambaran mengenai jenis dan tingkat kerusakan jalan dimasa yang akan datang. Data tersebut nantinya akan dijadikan sebagai acuan untuk menentukan jenis pogram penanganan kerusakan jalan yang sesuai dengan kondisi jalan. Penelitian menggunakan metode IRI sebagai alat analisis untuk memprediksi kondisi perkerasan jalan.

Penelitian ini difokuskan pada ruas jalan Bts. Kota Gresik-Sadang (Bts. Kota Lamongan). Ruas jalan ini dipilih karena dari pengamatan dan data dilapangan ruas jalan tersebut sering mengalami kerusakan dengan umur jalan yang relatif lebih singkat dari umur rencana meski proses perbaikan baru selesai dilakukan. Salah satu kelemahan yang dihadapi adalah kemampuan untuk memprediksi kinerja perkerasan ruas jalan ini dimasa yang akan datang masih belum optimal, diharapkan dengan adanya penelitian ini masalah tersebut dapat dipecahkan.

Tahapan penelitian dimulai dari perumusan latar belakang dan permasalahan, kemudian melakukan pengumpulan data sekunder dan primer untuk kemudian dianalisa dengan pendekatan metode IRI. Kelebihan metode ini

adalah mampu memprediksi kinerja perkerasan jalan ditahun awal

operasi dan ditahun-tahun berikutnya selama periode analisa. Setelah data diperoleh dan diproses kemudian data-data tersebut dimasukkan kedalam metode IRI dan selanjutnya menganalisa pengaruh dari CBR, curah hujan, pembebanan dan struktur perkerasan jalan untuk memprediksi kerusakan yang terjadi hingga 10 tahun kedepannya. Dari hasil analisa akan diperoleh perkembangan kondisi perkerasan jalan kemudian akan diketahui kinerja dari perkerasan tersebut, apakah jalan masih dalam kondisi baik, sedang, rusak ringan atau rusak berat. Kinerja perkerasan yang dihitung diwakili oleh nilai tingkat ketidakrataan permukaan jalan (IRI) dalam satuan m/km. Dari nilai IRI yang diperoleh, kemudian dapat ditentukan jenis program penanganan jalan yang paling sesuai untuk ruas jalan tersebut dan optimasi biaya yang diperlukan.

Rancangan penelitian yang memuat secara garis besar langkah-langkah penelitian dijelaskan dalam table 3.1 dibawah ini :

No.	Bahasan	Metode Analisis	Data yang diperlukan		Cara 35 Memperoleh Data
			Primer	Sekunder	
1	Prediksi Kondisi perkerasan Jalan	<ul style="list-style-type: none"> - Perencanaan Tebal perkerasan Jalan menggunakan metode AASHTO , 1993 - Survei kerusakan jalan metode RCI - Pendekatan IRI untuk analisa kerusakan jalan, 2001 - Perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan, 2005 	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensi (luas dan volume) untuk masing-masing jenis kerusakan jalan - Data kondisi drainase jalan 	<ul style="list-style-type: none"> - Data <i>Detail Engineering Design (DED)</i> / struktur perkerasan ruas jalan lokasi studi - Data geometrik jalan - Data riwayat penanganan jalan (5 tahun terakhir) - Data CBR lapangan - <i>Structural Number (SN)</i> - Data lendutan metode FWD - Data LHR - Angka ekuivalen kendaraan - Data beban lalu lintas - Data suhu dan curah hujan lokasi penelitian 	<ul style="list-style-type: none"> - Survei dan Data BBPJV Surabaya, Satker PJJN Metropolitan I Surabaya, PPK Sadang-Gresik- Arteri Tengah Surabaya-Arteri Timur Surabaya - Dinas Perhubungan dan LLAJ Pemprov Jawa Timur - BMKG Karangploso Malang
2	Penanganan kerusakan jalan	<ul style="list-style-type: none"> - Manual pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi, 2005 	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensi kerusakan jalan - Nilai <i>International Roughness Index (IRI)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Data riwayat penanganan jalan 	<ul style="list-style-type: none"> - Survey dan Data BBPJV Surabaya

Tabel 3.1 Desain penelitian

Adapun rancangan tahapan penelitian secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.

LATAR BELAKANG

1. Keterbatasan dana pembangunan infrastruktur jalan, perlu dioptimalkan proyek konstruksi jalan terutama dari segi mutu dan biaya
2. Kombinasi faktor genangan air dan beban kendaraan sangat berpengaruh terhadap kerusakan jalan
3. Ruas Jalan Bts. Kota Gresik-Sadang sering mengalami kerusakan sebelum umur layan selesai
4. Penentuan waktu dan biaya program penanganan jalan masih belum efektif karena belum secara optimal dalam memprediksi kerusakan jalan jangka panjang
5. Penanganan kerusakan jalan jangka panjang perlu untuk mengukur kebutuhan pemeliharaan jalan dimasa yang akan datang

RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana pengaruh beban lalu lintas, CBR dan struktur jalan terhadap nilai IRI jalan?
2. Bagaimana memprediksi kondisi struktur perkerasan jalan untuk tahun-tahun mendatang dengan menggunakan metode IRI?
3. Bagaimana program penanganan jalan yang paling tepat sesuai dengan hasil prediksi kondisi perkerasan jalan untuk masing-masing segmen jalan?
4. Bagaimana menentukan biaya program penanganan jalan?

STUDI LITERATUR

1. Teori perkerasan jalan
2. Teori pembangunan jalan
3. Manajemen asset jalan dan manajemen IRI
4. Metode evaluasi kerusakan jalan
5. Teknik pengelolaan jalan
6. Penelitian terdahulu terkait evaluasi kerusakan jalan
7. Peraturan Perundangan dan NSPM Bina Marga

TUJUAN PENELITIAN

1. Menganalisa pengaruh beban lalu lintas, CBR, dan struktur jalan terhadap nilai IRI jalan.
2. Memprediksi kondisi struktur perkerasan jalan untuk tahun-tahun mendatang dengan menggunakan metode IRI
3. Menentukan jenis program penanganan jalan yang paling tepat sesuai dengan hasil prediksi kondisi perkerasan jalan untuk masing-masing segmen jalan
4. Menentukan biaya program penanganan jalan

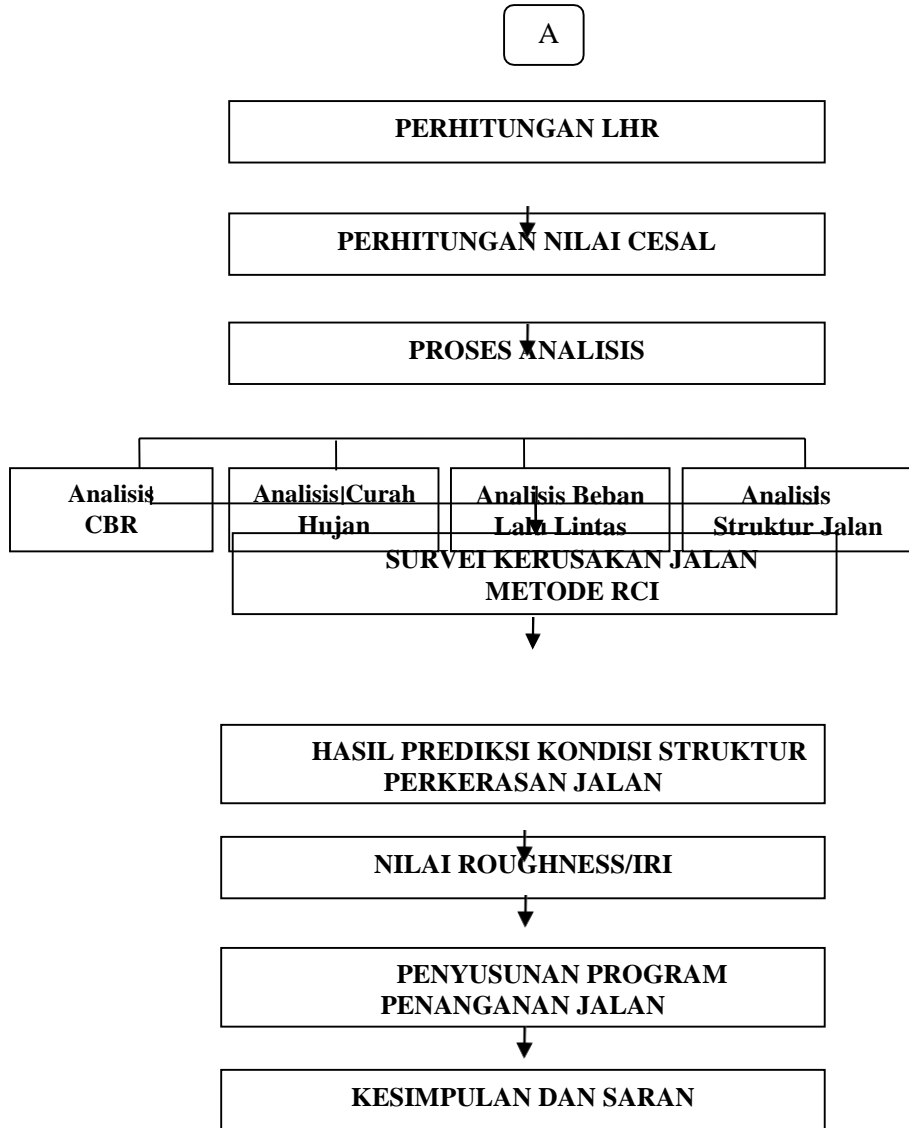
PENGUMPULAN DATA

DATA BEBAN LALU LINTAS

- Angka ekuivalensi kendaraan (ESAL)
- Jenis kendaraan
- Konfigurasi sumbu

DATA JALAN

- Struktur jalan
- Kondisi Geometri jalan
- Kondisi perkerasan jalan
- Curah hujan
- Kondisi drainase
- *Structural number* (SN)
- Volume lalu lintas/LHR
- Program penanganan jalan



Gambar 3.1 Flow chart penelitian secara umum

3.3 Jenis dan Sumber Data Penelitian

Untuk dapat melakukan analisis yang baik, diperlukan data/informasi, teori konsep dasar dan alat bantu yang memadai. Keberhasilan penelitian tidak lepas dari kualitas data yang diperoleh sehingga kebutuhan data sangat mutlak diperlukan. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder.

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh peneliti langsung dari responden (Sugiyono, 2012). Data

ini diperoleh langsung dari lokasi lapangan melalui survei, pengukuran dilapangan dan wawancara terhadap instansi terkait seperti penyelenggara jalan yang berwenang (BBPJNV Surabaya).

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dalam bentuk sudah jadi yaitudiolah dan disajikan oleh pihak lain (Sugiyono, 2012). Data sekunder dalam penelitian ini meliputi:

- Studi kepustakaan, yaitu data dikumpulkan dengan membaca literatur, peraturan-peraturan dan buku-buku yang berkaitan dengan topik, jurnal, sumber publikasi permasalahan yang dibahas. Literatur dan buku-buku tersebut digunakan sebagai dasar untuk mendukung penelitian ini.
- Dokumen-dokumen atau arsip-arsip dari instansi terkait seperti identitas proyek, gambaran umum wilayah, peta lokasi penelitian, data kerusakan jalan, data geometri jalan, kondisi ruas jalan, kondisi drainase, LHR, riwayat penanganan jalan, curah hujan, serta dari dokumentasi lain yang ada kaitannya dengan penelitian.
- Browsing internet untuk mendapatkan topik-topik yang dibahas dalam penelitian ini.

Secara umum data-data yang digunakan sebagai masukan untuk proses analisa diringkas seperti pada tabel 3.1 diatas.

3.4 Analisis Data

Analisa pada penelitian ini mencakup beberapa aspek yang berpengaruh terhadap terjadinya kerusakan pada struktur perkerasan jalan. Masing-masing aspek akan dihitung menggunakan pendekatan metode IRI, kemudian akan dilihat pengaruhnya terhadap kondisi jalan melalui ketidakraatan jalan untuk mendapatkan nilai IRI jalan tersebut. Proses analisa data dijelaskan dalam tabel 3.2 dibawah ini:

No.	Bahasan	Metode	Tujuan	Langkah-langkah perhitungan	Output
1	Prediksi kondisi perkerasan jalan Bts. Kota Gresik - Sadang	1. Perencanaan tebal perkerasan jalan menggunakan metode AASHTO 1993 2. Analisa kerusakan jalan metode RCI, 1999	<ul style="list-style-type: none"> - Menghitung struktur dan tebal perkerasan jalan - Menentukan kondisi awal jalan untuk setiap 1 km 	<ul style="list-style-type: none"> - Menghitung LHR - Menentukan koefisien relatif (a) - Menentukan koefisien drainase (m) - Menghitung <i>Structural Number</i> (SN) - Menghitung angka ekuivalen (E) dan kumulatif (CESAL) - Menghitung perkembangan lalu lintas - Menghitung modulus resilien (MR) - Menghitung Tingkat Reliabilitas - Menentukan nilai deviasi standar (So) - Menentukan kondisi jalan untuk tiap km, sesuai jenis Kerusakan 	<ul style="list-style-type: none"> - LHR tahun analisa 39 - Nilai CESAL per tahun - Modulus resilient tanah dasar - <i>Structural Number</i> (SN) dan <i>Structural Number Capacity</i> (SNC) - Nilai RCI untuk masing-masing segmen jalan (per 1 km)
		3. Pendekatan metode IRI untuk analisa kerusakan jalan, 2001	Memprediksi kondisi perkerasan jalan	<ul style="list-style-type: none"> - Menghitung faktor kalibrasi Model - Prediksi kondisi perkerasan jalan 	<ul style="list-style-type: none"> - Prediksi pengaruh beban, CBR, <i>structural number</i> terhadap kerusakan jalan (IRI) - Prediksi kondisi jalan pada tahun berikutnya

Tabel 3.2 Proses analisis data penelitian

Tabel 3.2 Proses analisis data penelitian (lanjutan)

No.	Bahasan	Metode	Tujuan	Langkah-langkah perhitungan	Output
2	Penanganan kerusakan jalan	1. Manual pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi, 2005 2. Perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan	Menentukan metode perbaikan standar jalan Menentukan tebal lapis tambah (<i>overlay</i>)	- Menentukan jenis dan tingkat kerusakan jalan - Menentukan metode perbaikan jalan berdasarkan nilai IRI - Menghitung tebal lapis tambah dengan	- Kondisi jalan dan jenis penanganan kerusakan jalan sesuai dengan nilai IRI - Tebal lapis tambah perkerasan jalan

Sumber : Proses pengolahan data

3.4 Analisa CBR

3.4.1 Analisis CBR

CBR (*California Bearing Ratio*) ialah suatu jenis test untuk mengukur daya dukung / kekuatan geser tanah atau bahan pondasi jalan. CBR merupakan rasio (dalam persen) antara beban yang dibutuhkan (kg/cm^2) untuk menetrasi piston

kedalam tanah sedalam 0.1" atau 0.2" (JIS A 1211 : 2.5 mm atau 5.0 mm) dengan beban yang dibutuhkan pada bahan standar (batu pecah standar) dengan kedalaman penetrasi yang sama. Untuk menghitung nilai CBR, AASHTO (1972) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{CBR} = \frac{\text{Beban penetrasi yang tela dikorelasi}}{\text{Beban Standar}} \times 100\%$$

Pada perkerasan berbutir dengan lapisan permukaan aspal tipis nilai

CBR yang ideal untuk tanah dasar sebesar 6%. Pengambilan data CBR biasanya dilakukan setiap jarak 100 m untuk mewakili ruas jalan. Dari nilai CBR dapat diprediksi modulus elastisitas (M_r) tanah dasar dengan persamaan dibawah ini :

$$M_r = 1500 \text{ CBR (Psi)}$$

3.4.2 Analisis Curah Hujan

Faktor curah hujan turut memberikan pengaruh terhadap terjadinya kerusakan jalan. Curah hujan yang berlebih lama kelamaan akan menyebabkan striping process (pelapukan agregat) dan kemampuan tanah mendukung beban sangat kecil ditambah beban kendaraan akan menyebabkan terjadinya pelepasan ikatan antar butiran pada tanah permukaan jalan menjadi pecah dan amblas. Untuk lokasi penelitian, termasuk daerah tropis, lembab dengan musim hujan sedang dengan perkiraan curah hujan 1900-2500 mm/tahun (Bina Marga, 2012).

3.4.3 Analisis Beban Lalu Lintas

Overloading merupakan suatu kondisi kerusakan jalan akibat kendaraan yang membawa muatan lebih dari batas muatan yang telah ditetapkan baik ketetapan dari kendaraan maupun jalan. Tingkat kerusakan jalan akibat pembebanan muatan lebih (*excessive overloading*) dan sistem penanganan yang belum memadai berakibat pada hancurnya jalan sebelum umur teknis jalan tercapai, sehingga hal ini akan membutuhkan biaya tambahan untuk mempertahankan fungsi jalan tersebut. AASHTO (1972) telah menetapkan bahwa beban standar (*standart axle load*) pada kendaraan sebesar 18000 Kips atau 8,16 Ton. Mochtar (2001) menyatakan bahwa beban as kendaraan lainnya dikorelasikan kepada beban standar tersebut untuk mendapatkan angka ekuivalen beban sumbu kendaraan (*equivalent axle load*).

Bina Marga (2005) memberikan suatu persamaan nilai pendekatan persamaan ekuivalen kerusakan jalan yang ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$E = k \times \frac{[\text{Beban Sumbu (kg)}]^4}{8160}$$

dengan :

E = Angka ekuivalensi beban sumbu kendaraan (ESAL)

k = Nilai konversi sumbu (Single/Tandem ; 0,086/Tridem ; 0,031)

3.4.4 Analisis Struktur Jalan

Struktur jalan merupakan bagian dari desain jalan yang merupakan bagian dari perencanaan geometrik jalan yang bertujuan untuk menjamin keamanan,

efisiensi dan efektivitas pergerakan lalu lintas. Bagian-bagian dari struktur jalan yang akan dianalisa yaitu :

- Geometri jalan
- Kondisi jalan
- Jenis permukaan jalan
- Jenis lapis pondasi atas
- *Structural Number* (fungsi tebal perkerasan)
- Ketebalan lapisan perkerasan
- Kualitas konstruksi jalan

3.4.5 Analisis Prediksi Kondisi Struktur Perkerasan Jalan

Prediksi kondisi struktur perkerasan jalan yang dibahas pada penelitian ini tidak membahas masing-masing kerusakan secara detail, tetapi bagaimana pengaruh variabel curah hujan, (California Bearing Ratio) CBR, beban lalu lintas dan struktur perkerasan jalan terhadap nilai IRI jalan ditahun-tahun yang akan datang. Berikut ini dijelaskan persamaan dalam metode IRI yang dapat digunakan untuk memprediksi kondisi perkerasan jalan di masa yang akan datang.

Metode IRI (International Roughness Index menggunakan pendekatan dibawah ini untuk memprediksi kondisi perkerasan jalan yang diwakili oleh nilai IRI, yaitu :

$$RI_t = 1,04e^{mT} [RI_0 + 263(1 + SNC) - 5NE_t]$$

dengan :

m = koefisien kalibrasi lingkungan

RI_0 = kekasaran awal, IRI (m/km)

SNC = nilai kekuatan perkerasan (*Structural Number Capacity*)

NE_t = nilai ESAL pada saat t (per 1 juta ESAL)

3.5 Kalibrasi model IRI

Untuk mendapatkan nilai dari faktor kalibrasi untuk kekasaran didasarkan atas kondisi lingkungan konstruksi jalan, dan kondisi drainase. Bennett dan Paterson (2000) menguraikan langkah-langkah untuk mendapatkan nilai faktor kalibrasi kekasaran sebagai berikut :

- Identifikasi kondisi lingkungan disekitar lokasi jalan yang diamati disesuaikan dengan tabel 3.3 dibawah ini:

Tabel 3.3 Klasifikasi kondisi lingkungan

Temperature classification	Destription	Typical Temperature Range (°C)	
Tropical	Warna temperature in small range	20 to 35	
Tropical – hot	High day cool night temperatures, hot-cold seasons	-5 to 45	
Subtropical - cool	Moderate day temperatures, cool winters	-10 to 40	
Temperate - cool	Warna summer,shollow winter freeze	-20 to 25	
Temperate freeze	Cool summer deep winter freeze	-40to20	
Moisture classification	Destription	Typical Moisture index	Typical annual precipitation (mm)
Arid	Very low rainfall,high evaporation	-100 to -60	< 300
Semi-arid	Low rainfall	-60 to -21	300 to 800
Subbumid	Moderate Rainfall, or strogly seasonal rainfall	-20 to 19	800-1600
Humid	Moderate warna season rainfall	20 to 100	1500 to 300
Perhumid	Hgh Rainfall or very many wet-survace days	> 100	> 2400

Sumber : IRI 2001

- Tentukan nilai m yang sesuai dari tabel 3.4 sesuai dengan kondisi lingkungan lokasi penelitian

Tabel 3.4 Nilai koefisien lingkungan yang direkomendasikan, m

Moisture Classification	Temperature Classification			
	Tropical	Subtropical non-freezing	Temperate freeze-shallow freeze	Temperate extended freeze
Arid	0.005	0.010	0.025	0.040
Semi-arid	0.010	0.016	0.035	0.060
Subbumid	0.020	0.025	0.060	0.100
Humid	0.025	0.030	0.100	0.200
Perhumid	0.030	0.040		

Sumber :IRI, 2001

- Tentukan nilai m efektif, meff, dengan mengalikan m dengan faktor km sesuai dengan standar pembangunan jalan dan drainase seperti

m_{eff} = nilai m efektif

m =
koefisien
lingkungan
 km =
koefisien
drainase

Tabel 3.5 Faktor koefisien lingkungan untuk jalan dan drainase, km

Construction and Drainage	Non-freezing Environments	Freezing Environments
High standard materials and drainage; for example, motorways, special drainage facilities.	0.6	0.5
Material quality to normal engineering standards; drainage and formation adequate for local moisture conditions, mode and moderately maintained.	1.0	1.0
Variable material quality in pavement, including moisture or frost- susceptible material; drainage inadequate or poorly maintained or formation beight near water table.	1.3	1.5
Swelling soil subgrade without remedial treatment	1.3- 2.0	1.2- 1.6

Sumber : IRI, 2001

- Hitung nilai K_{ge} dengan persamaan sebagai berikut:

$$K_{ge} = \frac{m_{eff}}{0.02^3}$$

dengan :

K_{ge} = faktor kalibrasi kekasaran

3.6 Kalibrasi persegmen

Ruas jalan Bts. (Kota Gresik-Sadang) dilaksanakan dengan menggunakan mobil new avanza tahun 2017 dengan kecepatan konstan rata-rata antara 20-30 km/ jam sepanjang 40 km.

3.7 Perkiraan Hasil

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode IRI, berikut ini kemungkinan beberapa prediksi yang dihasilkan oleh metode IRI, yaitu :

1. Kinerja struktur perkerasan jalan

IRI dapat memodelkan kerusakan jaringan jalan berdasarkan berdasarkan nilai *International Roughness Indeks (IRI)*. Nilai IRI yang diperoleh kemudian dikonversi terhadap nilai RCI seperti dijelaskan pada bab 2 untuk dapat menentukan jenis dan tingkat kerusakan jalan serta program pemeliharaan yang sesuai. Pada umumnya jalan yang baru dibangun memiliki nilai IRI yang baik ($IRI < 4$), namun seiring dengan bertambahnya waktu dan beban lalu lintas yang semakin meningkat maka lama-kelamaan akan terjadi penurunan nilai IRI yang mengindikasikan terjadinya kerusakan jalan.

2. Perkembangan nilai kerusakan jalan

Pada penelitian ini akan dihitung perkembangan nilai kerusakan jalan akibat pengaruh dari nilai CBR, SN, curah hujan dan beban lalu lintas, kemudian akan dianalisa pengaruh dari masing-masing variabel tersebut terhadap perkembangan nilai kerusakan jalan (IRI) di tahun-tahun yang akan datang. Kondisi perkerasan jalan untuk jangka panjang sangat tergantung pada standar pemeliharaan atau perbaikan. Ketika standar pemeliharaan diterapkan, maka tingkat kerusakan jalan harus segera diperbaiki.

3. Program penanganan kerusakan jalan

Dengan mengetahui nilai IRI berdasarkan prediksi kondisi perkerasan jalan, maka dapat ditentukan jenis program penanganan jalan sesuai dengan nilai IRI tersebut. Jika nilai $IRI < 4$, jenis pemeliharaan yang sesuai adalah pemeliharaan rutin, nilai IRI 4 s/d 8 jenis pemeliharaannya adalah berkala, nilai IRI 8 s/d 12 jenis pemeliharaannya adalah peningkatan struktur, sedangkan bila nilai $IRI > 12$, maka ruas jalan tersebut perlu ditangani dengan rekonstruksi

3.8 Proses Validasi Hasil Prediksi

Untuk memastikan hasil prediksi kondisi perkerasan jalan mendekati hasil yang sebenarnya, maka perlu dilakukan proses validasi. Proses validasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil prediksi dengan hasil pengukuran dilapangan yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini (IRI, 2001), yaitu:

$$EI = \left[\frac{IS - A}{A} \right]$$

dengan :

EI = prosentase penyimpangan (error)

S = nilai rata-rata hasil simulasi/prediksi

A = nilai rata-rata data pengukuran

Hasil prediksi dikatakan valid apabila nilai $E1 \leq 5\%$.

