

**ANALISIS TINGKAT KETIDAKRATAAN JALAN NASIONAL DENGAN
MENGUNAKAN ALAT NAASRA
(Studi Kasus Jalan Nasional Daerah Betungan-Padang Serai)**

Anggita Yuliani¹⁾, Samsul Bahri²⁾, Yuzuar Afrizal³⁾

¹⁾²⁾³⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB, Jl. W. R. Supratman,
Kandang Limun, Bengkulu 38371, Telp. (0736)344087
email: anggitayuliani.ay@gmail.com

Abstrak

Tingkat ketidakrataan jalan merupakan parameter yang sering digunakan untuk mengukur kekasaran suatu ruas jalan. Alat dan metode yang digunakan bernama NAASRA. Alat NAASRA menghasilkan nilai IRI yang selanjutnya digunakan untuk mengklasifikasikan kondisi jalan menurut Binamarga 2005. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji nilai ketidakrataan jalan (IRI), menguji tingkat kemantapan jalan, dan menyusun kebutuhan penanganan pada ruas jalan Betungan-Padang Serai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ruas jalan Betungan-Padang Serai memiliki jalan dengan kondisi baik sepanjang 4150 m (75 %), kondisi sedang sepanjang 400 m (7 %), kondisi rusak ringan sepanjang 500 m (9 %), dan kondisi rusak berat sepanjang 500 m (9 %). Hasil pengujian tingkat kemantapan jalan menunjukkan bahwa kondisi jalan mantap sepanjang 4550 m (82 %) dan jalan tidak mantap sepanjang 1000 m (18 %). Diperlukan penanganan jalan berupa pemeliharaan rutin sepanjang 4150 m (75 %), rehabilitasi mayor dan minor sepanjang 400 m (7 %), dan rekonstruksi sepanjang 1000 m (18 %).

Kata kunci: tingkat ketidakrataan jalan, alat NAASRA, penanganan jalan

Abstract

The level of unevenness of the road is a parameter that is often used to measure the roughness of a road segment. The tools and methods used are named NAASRA. The NAASRA tool produces IRI values which then used to classified with road condition according to Binamarga 2005. The purpose of this research is to test the value of road unevenness (IRI), to test the level of road stability, and to arrange the handling needs on Betungan-Padang Serai road. The results show that the Betungan-Padang Serai roads have good roads along 4150 m (75%), medium conditions along 400m (7%), minor damage conditions along 500m (9%), and severe damage conditions of 500 m (9%). The result of road stability test shows that steady road condition is 4550 m (82%) and unsteady road is 1000 m (18%). Routine maintenance is required for 4150 m (75%), major and minor rehabilitation of 400 m (7%), and 1000 m (18%) reconstruction.

Keywords: level of road unevenness, NAASRA tools, road handling

PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (UU RI No.38, 2004).

Konstruksi jalan yang terus menerus digunakan dan dilalui oleh kendaraan seperti truk, mobil dan motor dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas jalan. Ruas jalan Betungan-Padang Serai merupakan salah jalan pintas antara Betungan ke Pulau Baai dimana banyaknya kendaraan besar jalan melewati ruas jalan tersebut. Penurunan kualitas jalan pada daerah Betungan-Padang Serai mengakibatkan terhambatnya aktivitas berkendara pengemudi sehingga jalan jarang kembali digunakan. Permasalahan ini harus diatasi dengan cara pemeriksaan tingkat ketidakrataan ruas jalan pada daerah perbatasan Betungan-Padang Serai.

Pemeriksaan tersebut dilakukan untuk mengetahui kondisi ruas jalan dan jalan yang akan memerlukan pemeliharaan atau rekonstruksi jalan. Tingkat ketidakrataan jalan dapat diketahui dengan pengujian menggunakan alat NAASRA. Alat NAASRA telah direkomendasikan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Binamarga sebagai salah satu alat pengukuran dan pengujian tingkat kualitas jalan.

Pengujian alat NAASRA dilakukan setelah mendapatkan nilai *international roughness index* (IRI) pada alat *dipstick*. Alat NAASRA menghasilkan nilai *count* dan alat *dipstick* yang menghasilkan nilai IRI selanjutnya dihubungkan dengan grafik kolerasi yang menghasilkan nilai kalibrasi. Nilai kalibrasi digunakan untuk

menghasilkan nilai IRI pada pembacaan alat NAASRA. Nilai IRI pada pembacaan NAASRA akan menentukan tingkat ketidakrataan dan kebutuhan penanganan jalan yang akan diteliti.

Jenis kondisi jalan

Jenis kondisi jalan sangat mempengaruhi dalam tingkat pemeliharaan jalan. Jenis kondisi jalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Dirjen Bina Marga, 1995):

1. Jalan dengan kondisi baik

Jalan dengan kondisi baik adalah jalan dengan permukaan perkerasan yang benar-benar rata, tidak ada gelombang dan tidak ada kerusakan permukaan.

2. Jalan dengan kondisi sedang

Jalan dengan kondisi sedang adalah jalan dengan kerataan permukaan perkerasan sedang, mulai ada gelombang tetapi tidak ada kerusakan permukaan.

3. Jalan dengan kondisi rusak ringan

Jalan dengan kondisi rusak ringan adalah jalan dengan permukaan perkerasan sudah mulai bergelombang, mulai ada kerusakan permukaan dan penambalan (kurang dari 20% dari luas jalan yang ditinjau).

4. Jalan dengan kondisi rusak berat

Jalan dengan kondisi rusak berat adalah jalan dengan permukaan perkerasan sudah banyak kerusakan seperti bergelombang, retak-retak buaya dan terkelupas yang cukup besar (20-60% dari luas jalan yang ditinjau) disertai dengan kerusakan lapis pondasi dengan kerusakan lapis pondasi seperti amblas, sungkur dan sebagainya.

Tingkat pelayanan jalan

Menurut Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga (1995), dari klasifikasi kondisi jalan ini kemudian ditentukan tingkat pelayanan dari jalan tersebut sebagai berikut:

1. Jalan dengan kondisi pelayanan mantap
 Jalan mantap adalah ruas-ruas jalan dengan umur rencana yang dapat diperhitungkan serta mengikuti suatu standar tertentu. Termasuk ke dalam kondisi pelayanan mantap adalah jalan-jalan dengan kondisi baik dan sedang.

2. Jalan dengan kondisi pelayanan tidak mantap

Jalan tidak mantap adalah ruas-ruas jalan yang dalam kenyataan sehari-hari masih berfungsi melayani lalu lintas, tetapi tidak dapat diperhitungkan umur rencananya serta tidak mengikuti standar tertentu. Termasuk ke dalam kondisi pelayanan tidak mantap adalah jalan-jalan dengan kondisi rusak ringan dan rusak berat.

International roughness index (IRI)

International roughness index (IRI) adalah parameter ketidakrataan yang dihitung dari jumlah kumulatif naik turunnya permukaan arah profil memanjang dibagi dengan jarak/panjang permukaan yang diukur (Sukirman, 1999). Sedangkan menurut (Dirjen Binamarga, 2010) IRI adalah *index international* yang menunjukkan besaran ketidakrataan permukaan jalan dalam satuan m/km.

Penentuan kondisi ruas jalan dan kebutuhan penanganannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan Kondisi Ruas Jalan dan Kebutuhan Penanganan

| IRI (m/km) | Kondisi Jalan | Tingkat Ketidakteraturan | Kepentingan Pemanganan |
|---------------------------|---------------|--------------------------|------------------------------|
| IRI rata-rata < 4,0 | Baik | | Pemeliharaan Rutin |
| 4,1 ≤ IRI rata-rata < 5,0 | Sedang | Jalan Mantap | Pemeliharaan mayor dan minor |
| 5,1 ≤ IRI rata-rata < 12 | Rusak Berat | Jalan Tidak Mantap | Rekonstruksi |
| IRI rata-rata > 12 | Rusak Berat | | Rekonstruksi |

Sumber : Dirjen Binamarga, 2005

Parameter IRI digunakan dalam menentukan kondisi konstruksi jalan, yang dibagi atas empat kelompok. Penilaian kondisi jalan beraspal berdasarkan nilai IRI dijelaskan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian Kondisi Jalan Beraspal Berdasarkan Nilai IRI

| Kondisi Jalan | IRI | Permukaan Permukaan Aspal |
|---------------|--------------|--|
| Baik | IRI < 4 | Permukaan halus, tidak ada retak dan lubang, depresi sangat jarang. |
| Sedang | 4 < IRI < 8 | Terlihat sedikit lubang dan dangkal serta bekas tambalan. Mulai timbul retak dan ketidakteraturan (<i>corrugation and undulations</i>) |
| Rusak Ringan | 8 < IRI < 12 | Permukaan abu-abu, timbul retak yang cukup luas, banyak lubang, depresi cukup luas. |
| Rusak Berat | IRI > 12 | Permukaan terlihat aus/terasa, timbul retak buaya, banyak lubang dan dalam, deformasi dan disintegrasi yang luas dan signifikan. |

Sumber : Dirjen Binamarga, 2005

Alat dipstick

Alat *dipstick* adalah alat pengukur untuk permukaan jalan yang menghasilkan nilai ketidakrataan perkerasan jalan dengan satuan IRI m/km. Alat *dipstick* harus dikalibrasi untuk menghasilkan pengukuran yang akurat karena alat mencatat hasil pengukuran secara otomatis (Dirjen Binamarga, 2010). Alat ini digunakan sebagai data koreksi pada alat NAASRA, karena alat NAASRA belum menghasilkan nilai IRI secara langsung. Alat ini harus dioperasikan secara terpisah pada beberapa ruas jalan yang berbeda untuk

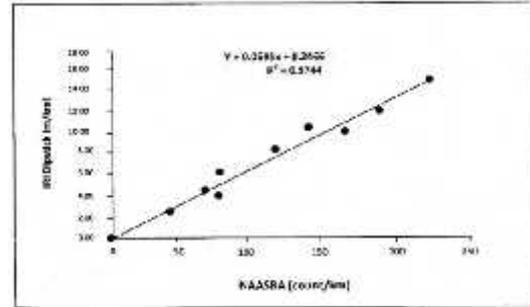
mendapatkan nilai kalibrasi sesuai klasifikasi kondisi jalan.

Alat NAASRA

Alat NAASRA (National Association Of Australian State Road Authorities) adalah alat pengukuran kekasaran permukaan jalan aspal. Alat ini dilakukan dengan cara survai kekasaran permukaan jalan dengan alat NAASRA pada perkerasan jalan sistem *flexibel pavement* (jalan aspal) dengan kondisi baik, sedang, rusak ringan, dan rusak berat (Dirjen Binamarga, 2010). Menurut Dirjen Binamarga (2010) tata cara pelaksanaan pengukuran dengan alat NAASRA adalah sebagai berikut:

1. Dilakukan pemeriksaan alat ukur kekasaran NAASRA.
2. Menentukan ruas jalan yang akan dilakukan pengujian.
3. Kendaraan yang digunakan adalah jenis kendaraan MPV (*Multi Purpose Vehicle*) dengan kondisi baik. Apabila tidak tersedia jenis kendaraan tersebut dapat diganti dengan kendaraan yang lain misalnya sejenis Toyota, Daihatsu, Kijang, atau Isuzu Panther atau *Truck pick up* dengan penutup pada bak *truck*.
4. Kendaraan dijalankan dengan kecepatan 21-40 km/jam.
5. Teknisi harus melakukan pencatatan angka kekasaran NAASRA pada setiap jarak 100 m dari titik awal sampai dengan titik akhir ruas jalan yang disurvei.

Nilai yang diperoleh dari alat NAASRA berupa *count* yang nantinya akan dikolerasikan dengan nilai IRI dari alat *dipstick* dalam grafik kolerasi NAASRA (Gambar 1).



Sumber : Dirjen Binamarga, 2010

Gambar 1. Contoh Grafik Kolerasi NAASRA

Perhitungan data pada alat NAASRA

Menurut Dirjen Binamarga (2010), perhitungan nilai IRI pada alat NAASRA yaitu dengan menghubungkan grafik kolerasi terhadap nilai pembacaan NAASRA. Hal ini dapat dilihat pada rumus:

$$IRI = \frac{\text{Nilai Kalibrasi Normal (A)} \times \text{Nilai NAASRA} \times 1000}{\text{Jarak survai} + \text{Nilai Kalibrasi Normal (B)}} \quad (1)$$

Keterangan :

IRI = nilai ketidakrataan jalan

Persamaan kolerasi

Nilai koefisien korelasi (R^2) dapat dihitung dengan rumus (Edy, 2012):

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2)$$

$$a = \bar{y} - b \bar{x} \quad (3)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum Y}{n} \quad (4)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{n} \quad (5)$$

$$R^2 = \frac{((n \sum XY) - (\sum X \sum Y))^2}{((n \sum X^2) - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)} \quad (6)$$

Keterangan :

b = slope/ besarnya perubahan nilai variabel Y apabila variabel X berubah 1 unit

a = intercept/nilai awal, besarnya nilai variabel Y apabila variabel X= 0

X = variabel bebas

Y = variabel terikat

\bar{y} = rata-rata variabel terikat

\bar{x} = rata-rata variabel bebas

R^2 = nilai koefisien kolerasi

Persamaan regresi linier

Regresi dibagi menjadi dua (Edy, 2012):

1. Regresi linier sederhana

$$Y = a + bx \quad (7)$$

Dengan:

Y = subyek dalam variabel dependen yang diprediksikan

x = subyek pada variabel independen yang mempunyai nilai tertentu

b = slope/ besarnya perubahan nilai variabel Y apabila variabel X berubah 1 unit

a = intercept/nilai awal, besarnya nilai variabel Y apabila variabel X=0

2. Regresi linier berganda

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \dots + \alpha_k x_k \quad (8)$$

Dimana:

y = variabel tidak bebas (dependen)

$\alpha_0, \dots, \alpha_k$ = koefisien regresi

x_1, \dots, x_k = variabel bebas (independen)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berupa analisis perbandingan nilai IRI pada satu ruas jalan dengan pembacaan halda/jarak tiap 100 m pada 56 segmen. Nilai IRI tersebut diklasifikasi dengan aplikasi berbasis data dalam bentuk diagram.

Tahap persiapan

Tahap persiapan yang dimaksudkan untuk mempermudah jalannya penelitian seperti pengumpulan data, analisis dan penyusunan laporan. Tahap persiapan ini meliputi:

1. Studi pustaka

Studi pustaka dimaksudkan untuk memberikan arahan dan wawasan sehingga mempermudah dalam pengumpulan data, analisis maupun dalam penyusunan hasil penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer dan data sekunder, antara lain:

a. Data primer

Data primer pada penelitian ini yaitu nilai pembacaan alat NAASRA, dokumentasi lapangan, lebar jalan, dan *tracking* jalan.

b. Data sekunder

Data sekunder pada penelitian ini yaitu nilai pembacaan alat *dipstick*, nama ruas jalan, nomor ruas jalan, dan peta lokasi penelitian.

2. Pembuatan proposal

Pembuatan proposal dimaksudkan untuk memberikan gambaran tertulis mengenai tujuan, rencana serta langkah-langkah yang akan diambil dalam pelaksanaan penelitian.

Pengumpulan data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh dari instansi-instansi terkait yaitu Satuan Kerja Perencanaan Pelaksanaan Jalan Nasional (Satker P2JN) Provinsi Bengkulu dan penelitian yang dilakukan di lapangan. Data yang diperlukan guna pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Nama ruas jalan

Nama ruas jalan diperlukan guna mengetahui titik survei yang akan dilakukan peneliti.

2. Nomor ruas jalan

Nomor ruas jalan diperlukan guna memberi kode pada jalan yang akan diteliti.

3. Peta lokasi penelitian

Peta lokasi penelitian diperlukan guna menentukan jarak awal dan akhir penelitian.

4. Nilai pembacaan alat *dipstick*

Nilai pembacaan alat *dipstick* diperlukan guna mengukur perbedaan elevasi nilai IRI dalam bentuk grafik kolerasi yang digunakan dalam perhitungan nilai IRI pada alat NAASRA.

5. Nilai Pembacaan Alat NAASRA

Nilai pembacaan alat NAASRA diperlukan guna mengetahui besarnya *count* pembacaan NAASRA yang nantinya akan dikolerasikan dengan pembacaan nilai IRI pada alat

dipstick sehingga diperoleh nilai IRI pada alat NAASRA dan diklasifikasikan menurut kondisi jalan dan kebutuhan penanganannya.

6. Dokumentasi lapangan

Dokumentasi lapangan diperlukan guna memverifikasi dan memvalidasi hasil perhitungan dengan keadaan di lapangan yang sesungguhnya.

7. Lebar jalan

Lebar jalan diperlukan guna mengetahui kelas jalan dan perbedaan lebar jalan dari titik nol sampai akhir survai yang dilakukan. Survai dilakukan dengan pengukuran jarak kurang lebih tiap 1000 m atau sesuai dengan perubahan lebar tiap segmennya.

8. *Tracking* jalan

Tracking jalan diperlukan guna mengetahui besarnya jarak yang ditempuh pada penelitian yang dilakukan pengukuran dengan jarak kurang lebih tiap.

Analisis data

Pada tahap analisis dilakukan hitungan nilai IRI dengan didasarkan pada data-data yang diperoleh. Sedangkan pembahasan hasil perhitungan berdasarkan pada teori yang ada untuk mengklasifikasikan jalan menurut kondisi jalan dan kebutuhan penanganannya. Langkah pekerjaan analisis data pada penelitian ini, yaitu:

1. Pengambilan data sekunder dari Satuan Kerja Perencanaan Pelaksanaan Jalan Nasional (Satker P2JN) berupa nilai IRI pada alat *dipstick*, nama ruas jalan, nomor ruas jalan, dan peta lokasi penelitian.

2. Melakukan survai di lapangan guna mendapatkan nilai *count* pada alat NAASRA.

3. Pembuatan diagram kolerasi dengan menghitung persamaan regresi linier dan koefisien determinasi sehingga menghasilkan nilai kalibrasi.

4. Melakukan perhitungan nilai IRI pada pembacaan NAASRA dengan cara

menghubungkan nilai kalibrasi, *count* pembacaan NAASRA, dan jarak yang diteliti.

5. Menentukan tingkat ketidakrataan jalan sesuai dengan kondisi jalan dan kebutuhan penanganan jalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase kondisi jalan

Untuk menggambarkan kondisi bagian-bagian jalan pada ruas jalan Betungan-Padang Serai, maka dilakukan pembobotan dengan cara menjumlahkan panjang jalan yang baik, sedang, rusak ringan dan rusak berat. bagian jalan dengan kondisi baik sepanjang 4150 m, bagian jalan dengan kondisi sedang sepanjang 400 m, bagian jalan dengan kondisi rusak ringan sepanjang 500 m, dan bagian jalan dengan kondisi rusak berat sepanjang 500 m dengan total keseluruhan jalan sepanjang 5550 m. Persentase kondisi jalan dihitung sebagai berikut:

$$\text{Jalan kondisi baik} = \frac{4150 \text{ m}}{5550 \text{ m}} \times 100 = 75 \%$$

Visual jalan dengan kondisi baik dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Jalan Kondisi Baik

$$\text{Jalan kondisi sedang} = \frac{400 \text{ m}}{5550 \text{ m}} \times 100 = 7 \%$$

Visual jalan dengan kondisi sedang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Jalan Kondisi Sedang

Jalan kondisi rusak ringan = $\frac{500 \text{ m}}{5550 \text{ m}} \times 100 = 9 \%$
 Visual jalan dengan kondisi sedang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Jalan Kondisi Rusak Ringan

Jalan kondisi rusak berat = $\frac{500 \text{ m}}{5550 \text{ m}} \times 100 = 9 \%$
 Visual jalan dengan kondisi sedang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Jalan Kondisi Rusak Berat

Gambar 6 berikut menampilkan persentase kondisi ruas jalan Betungan-Padang Serai.



Gambar 6. Persentase kondisi jalan

Analisis tingkat kemantapan jalan

Tingkat kemantapan jalan diperlukan untuk mengelompokkan jalan menjadi dua bagian, yaitu jalan mantap dan jalan tidak mantap sebagaimana yang dipersyaratkan oleh Dirjen Binamarga (2005). Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa bagian jalan dalam kondisi mantap yaitu sepanjang 4550 m (82 %) dan bagian jalan dalam kondisi tidak mantap yaitu sepanjang 1000 m (18 %). Persentase kondisi jalan mantap dan tidak mantap dihitung sebagai berikut :

$$\text{Jalan kondisi mantap} = \frac{4550 \text{ m}}{5550 \text{ m}} \times 100 = 82 \%$$

$$\text{Jalan kondisi tak mantap} = \frac{1000 \text{ m}}{5550 \text{ m}} \times 100 = 18 \%$$

Analisis tingkat kebutuhan penanganan jalan

Tingkat kebutuhan jalan diperlukan untuk penanganan apakah jalan tersebut harus dilakukan pemeliharaan rutin, rehabilitasi mayor dan minor, dan rekonstruksi, sebagaimana yang disyaratkan oleh Dirjen Binamarga (2005). Hasil dari pengelompokan tingkat kebutuhan penanganan tersebut yaitu kondisi ruas jalan Betungan-Padang Serai sepanjang 4150 m (75 %) perlu dilakukan pemeliharaan rutin, sepanjang 400 m (7 %) perlu dilakukan rehabilitasi mayor dan minor, dan sepanjang 1000 m (18 %) perlu dilakukan rekonstruksi. Persentase kebutuhan penanganan jalan dihitung sebagai berikut:

$$\text{Pemeliharaan rutin} = \frac{4150 \text{ m}}{5550 \text{ m}} \times 100 = 75 \%$$

Rehabilitasi mayor dan minor

$$= \frac{400 \text{ m}}{5550 \text{ m}} \times 100 = 7 \%$$

$$\text{Rekonstruksi} = \frac{1000 \text{ m}}{5550 \text{ m}} \times 100 = 18 \%$$

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tentang analisis tingkat ketidakrataan jalan nasional dengan menggunakan alat NAASRA pada ruas jalan Betungan-Padang Serai adalah sebagai berikut:

1. Dari pengujian nilai ketidakrataan jalan yang telah diperoleh dari alat NAASRA didapatkan:
 - a. Jalan dengan kondisi baik yaitu sepanjang 4150 m (75 %).
 - b. Jalan dengan kondisi sedang yaitu sepanjang 400 m (7 %).
 - c. Jalan dengan kondisi rusak ringan yaitu sepanjang 500 m (9 %).
 - d. Jalan dengan kondisi rusak berat yaitu sepanjang 500 m (9 %).
 - e. Kondisi jalan rusak terberat yaitu pada STA 21+625 atau 4,5 Km dari awal titik penelitian.
2. Dari hasil pengujian tingkat kemantapan jalan didapatkan:
 - a. Jalan mantap yaitu sepanjang 4550 m (82 %).
 - b. Jalan tidak mantap yaitu sepanjang 1000 m (18 %).
3. Dari hasil penyusunan kebutuhan untuk tindakan penanganan jalan didapatkan:
 - a. Pemeliharaan rutin sepanjang 4150 m (75 %).
 - b. Rehabilitasi mayor dan minor sepanjang 400 m (7 %).
 - c. Rekonstruksi sepanjang 1000 m (18 %).

DAFTAR PUSTAKA

- Austroroads, 1987. *A Guide to The Visual Assessment of Pavement Condition*, ISBN 0855881984. Sydney, Australia.
- Bennett, C.R., 2005. *Success Factors for Road Management System*, Version 1.0, East Asia Pasific Transport Unit. The World Bank, Washington, D.C
- Dirjen Binamarga, 1995. **Pedoman Teknis Perencanaan Teknis dan Perencanaan Program Jalan**. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Dirjen Binamarga, 2005. **Teknik Pengelolaan Jalan**. Badan Penelitian dan Pengembangan Pusat Penelitian Pengembangan Prasarana Transportasi. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Dirjen Binamarga, 2010. **Pedoman Survei Kekasaran Permukaan Jalan dengan Alat NAASRA dan Visual**. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Edy, A.W., 2012. **Aplikasi Praktis SPSS dalam Penelitian**, Jilid 1. Yogyakarta, Gava Media.
- Siahaan, D.A., 2014. **Analisis Perbandingan Nilai IRI Berdasarkan Variasi Rentang Pembacaan NAASRA (Studi Kasus Ruas Jalan Nasional Provinsi Sumatera Utara)**. Skripsi : Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sukirman, S., 1999. **Perkerasan Lentur Jalan Raya**. Bandung, Nova.
- UU RI No.38, 2004. **Undang-Undang Tentang Jalan**. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.