

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

Hasil akhir yang dicapai dari penelitian ini adalah perkembangan kondisi jalan yang diwakili oleh nilai IRI pada tahun-tahun mendatang dengan data masukan variabel utama meliputi data CBR, beban lalu lintas, curah hujan dan struktur perkerasan jalan. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut, maka dalam penelitian ini proses analisa data yang dilakukan dalam pengerjaan penelitian ini akan dibagi kedalam 7 bagian analisa data, yaitu :

1. Analisa data volume lalu lintas
2. Analisa data curah hujan
3. Analisa data CBR
4. Analisa data *Structural Number* (SN) dan *Structural Number Capacity* (SNC)
5. Analisa prediksi kondisi perkerasan jalan (IRI)
6. Analisa kerusakan jalan
7. Analisa biaya penanganan jalan

4.2 Analisa Data Volume Lalu Lintas

4.2.1 Analisa Data LHR

Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melintas atau melewati suatu titik disuatu ruas jalan pada interval waktu tertentu yang dinyatakan dalam satuan kendaraan atau satuan mobil penumpang (smp). Sedangkan volume lalu lintas rencana (LHR) adalah perkiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dan dinyatakan dalam smp/hari. Pada umumnya hasil perhitungan besarnya LHR sangat penting yang digunakan sebagai dasar perencanaan jalan, observasi tentang segala kecenderungan-kecenderungan dengan evaluasi volume pada masa yang akan datang

Ruas jalan yang menjadi daerah penelitian, merupakan jalan alternatif penghubung pusat kegiatan di Gresik-Lamongan-Tuban-Bulu. Mayoritas kendaraan – kendaraan yang lewat merupakan kendaraan – kendaraan dengan muatan/tonase yang ringan sampai berat, yang terdiri dari angkutan barang dan angkutan manusia dengan kondisi lalu lintas yang cukup ramai. Dengan volume lalu lintas yang terus meningkat, maka perlu diperhitungkan dampaknya dimasa yang akan datang terutama tentang kinerja jalan tersebut untuk melayani lalu lintas.

Data volume lalu lintas jalan yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder pada tahun 2012 yang diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan nasional V Surabaya. Data ini meliputi data volume lalu lintas per 30 menit dengan rekap per jam selama 24 jam pada hari – hari kerja. Tahun tersebut merupakan tahun terakhir kali ruas jalan tersebut ditangani melalui program peningkatan struktur

jalan sehingga dapat dianggap pada tahun 2013 sebagai tahun permulaan pengoperasian jalan tersebut. Untuk menghitung nilai proyeksi LHR ditahun-tahun yang akan datang, maka nilai LHR tersebut akan diproyeksikan dengan kedalam 2 bagian yaitu :

4.2.2 Analisa LHR Rencana

Analisis ini dilakukan untuk menghitung nilai LHR ditahun tahun yang akan datang dengan menggunakan nilai faktor pertumbuhan lalu lintas (i) berdasarkan data-data perencanaan pengoperasian lalu lintas. Dalam perencanaan pertumbuhan lalu lintas, nilai i yang digunakan bervariasi (mulai dari i 2%, 4% dan 6%) sesuai dengan jenis dan golongan kendaraan. Hasil perhitungan proyeksi LHR rencana dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah.

4.2.3 Analisa LHR Aktual

Perhitungan analisis LHR aktual hampir sama dengan perhitungan analisis LHR rencana yaitu untuk menghitung nilai LHR di tahun-tahun yang akan datang dengan menggunakan faktor pertumbuhan PDRB Kota Gresik pada tahun 2012 sebagai faktor pertumbuhan lalu lintas aktual. Dari data BPS Kota Gresik (2012) didapat faktor pertumbuhan PDRB Kota Gresik sebesar 7,43 %. Nilai ini nantinya digunakan sebagai faktor pertumbuhan lalu lintas pada semua jenis kendaraan untuk dapat melihat proyeksi pertumbuhan lalu lintas pada tahun-tahun berikutnya. Hasil perhitungan proyeksi LHR aktual selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

S u m b e r N o.	Tahun	Lalu lintas Gol i	Mobil Penumpang 2 0,06	Pick Up, Combi, Mini Bus 3 0,06	Truk Kecil 4 0,06	Jenis Kendaraan		Truck 2 as 6 roda 6 0,06	Truk 3 as 10 roda 7a 0,06	Truk Ganden g 7b 0,04	Semi Traile r 7c 0,04	Jumlah
						Bus Kecil 5c 0,02	Bus Bes ar 5b 0,02					
1	2012		7.638,00	9.261,00	6.249,00	385,00	27,00	1.638,00	449,00	101,00	244,00	25.992,00
2	2013		8.096,28	9.816,66	6.623,94	392,70	27,54	1.736,28	475,94	105,04	253,76	27.528,14
3	2014		8.582,06	10.405,66	7.021,38	400,55	28,09	1.840,46	504,50	109,24	263,91	29.155,84
4	2015		9.096,98	11.030,00	7.442,66	408,57	28,65	1.950,88	534,77	113,61	274,47	30.880,58
5	2016		9.642,80	11.691,80	7.889,22	416,74	29,23	2.067,94	566,85	118,16	285,45	32.708,17
6	2017		10.221,37	12.393,31	8.362,57	425,07	29,81	2.192,01	600,86	122,88	296,86	34.644,75
7	2018		10.834,65	13.136,91	8.864,33	433,57	30,41	2.323,53	636,92	127,80	308,74	36.696,84
8	2019		11.484,73	13.925,12	9.396,19	442,24	31,01	2.462,95	675,13	132,91	321,09	38.871,36
9	2020		12.173,81	14.760,63	9.959,96	451,09	31,63	2.610,72	715,64	138,23	333,93	41.175,64
10	2021		12.904,24	15.646,26	10.557,55	460,11	32,27	2.767,37	758,58	143,75	347,29	43.617,42
11	2022		13.678,49	16.585,04	11.191,01	469,31	32,91	2.933,41	804,09	149,50	361,18	46.204,95
12	2023		14.499,20	17.580,14	11.862,47	478,70	33,57	3.109,41	852,34	155,48	375,63	48.946,95
13	2024		15.369,16	18.634,95	12.574,22	488,27	34,24	3.295,98	903,48	161,70	390,65	51.852,65

Tabel 4.2 Hasil analisis proyeksi LHR actual

No.	Tahun	Lalu lintas	Jenis Kendaraan									Jumlah
			Mobil Penumpang	Pick Up, Combi, Mini Bus	Truk Kecil	Bus Kecil	Bus Besar	Truck 2 as 6 roda	Truk 3 as 10 roda	Truk Gandeng	Semi Trailer	
			2	3	4	5c	5b	6	7a	7b	7c	
			i	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	
1	2012		7.638,00	9.261,00	6.249,00	385,00	27,00	1.638,00	449,00	101,00	244,00	25.992,00
2	2013		8.205,50	9.949,09	6.713,30	413,61	29,01	1.759,70	482,36	108,50	262,13	27.923,21
3	2014		8.815,17	10.688,31	7.212,10	444,34	31,16	1.890,45	518,20	116,57	281,61	29.997,90
4	2015		9.470,14	11.482,45	7.747,96	477,35	33,48	2.030,91	556,70	125,23	302,53	32.226,74
5	2016		10.173,77	12.335,60	8.323,63	512,82	35,96	2.181,81	598,07	134,53	325,01	34.621,19
6	2017		10.929,68	13.252,13	8.942,08	550,92	38,64	2.343,91	642,50	144,53	349,15	37.193,55
7	2018		11.741,76	14.236,77	9.606,47	591,85	41,51	2.518,07	690,24	155,27	375,10	39.957,03
8	2019		12.614,17	15.294,56	10.320,23	635,83	44,59	2.705,16	741,52	166,80	402,97	42.925,83
9	2020		13.551,40	16.430,94	11.087,03	683,07	47,90	2.906,15	796,62	179,20	432,91	46.115,22
10	2021		14.558,27	17.651,76	11.910,79	733,82	51,46	3.122,08	855,81	192,51	465,07	49.541,58
11	2022		15.639,95	18.963,29	12.795,77	788,35	55,29	3.354,05	919,39	206,81	499,63	53.222,52
12	2023		16.802,00	20.372,26	13.746,49	846,92	59,39	3.603,26	987,71	222,18	536,75	57.176,96
13	2024		18.050,39	21.885,92	14.767,86	909,85	63,81	3.870,98	1.061,09	238,69	576,63	61.425,20

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

Hasil perhitungan proyeksi LHR rencana dan LHR aktual diatas selanjutnya akan digunakan untuk menentukan nilai akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESAL) dengan menggunakan persamaan 2.16.

4.2.4 Analisa Perhitungan Nilai CESAL

Dari hasil analisis data LHR, kemudian akan dihitung nilai CESAL pada ruas jalan tersebut. Data ini nantinya akan digunakan sebagai data masukan pada metode IRI selain itu juga dapat digunakan sebagai salah satu masukan untuk menentukan tebal lapis tambah perkerasan (*overlay*) sebagai salah satu upaya dalam preservasi jalan nasional. Dalam penelitian ini, perhitungan nilai CESAL dibagi dalam 3 yaitu perhitungan CESAL Bina Marga, CESAL Rencana dan CESAL Aktual. Hasil perhitungan masing-masing nilai CESAL tersebut kemudian akan diproyeksikan pada tahun-tahun berikutnya untuk melihat peningkatan beban lalu lintas setiap tahunnya.

4.2.5 Perhitungan CESAL

Dari data LHR rencana yang telah dihitung sebelumnya, berdasarkan masing-masing jenis kendaraan kemudian dapat ditentukan nilai *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) atau nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) sesuai dengan muatan dan konfigurasi sumbu masing-masing jenis kendaraan. telah menetapkan nilai VDF untuk masing-masing jenis kendaraan dan konfigurasi sumbu serta distribusi berat kendaraan ke masing-masing sumbu seperti dijelaskan pada perhitungan beban maksimum kendaraan sesuai tabel 4.3. Tabel

4.3 Perhitungan CESAL

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 2	C	Hari	LHR	CESAL
					Tahun			2013	2 tahun/2014
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0005	2,12	0,5	365	8.096,28	760,95
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,3006	2,12	0,5	365	9.816,66	554.693,17
3	4	Truk Kecil	0,06	0,3006	2,12	0,5	365	6.623,94	374.287,62
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,3006	2,04	0,5	365	392,70	21.758,76
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9723	2,04	0,5	365	27,54	4.935,70
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,3964	2,12	0,5	365	1.736,28	782.130,40
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	2,3285	2,12	0,5	365	475,94	208.318,84
8	7b	Truk gandeng	0,04	6,5409	2,08	0,5	365	105,04	127.895,50
9	7c	Semi trailer	0,04	6,5409	2,08	0,5	365	253,76	308.975,27
									2.383.756,20

Sumber : Hasil perhitungan

Dengan cara yang sama dengan perhitungan diatas, berikut ditampilkan rekapitulasi perhitungan nilai CESAL Bina Marga dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2025.

Tabel 4.4 Rekapitulasi perhitungan nilai CESAL Bina Marga

No.	CESAL BM (Tahun)	Nilai CESAL
1	2014	2.383.756,20
2	2015	4.897.028,97
3	2016	7.558.460,95
4	2017	10.372.335,18
5	2018	13.334.632,92
6	2019	16.453.391,65
7	2020	19.776.501,79
8	2021	23.252.054,18
9	2022	26.954.619,34
10	2023	30.412.663,84
11	2024	34.965.235,64
12	2025	39.324.931,61

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

4.2.6 Perhitungan CESAL Rencana Bina Marga

Perhitungan nilai CESAL rencana hampir sama dengan perhitungan CESAL Bina Marga yaitu dihitung dengan menggunakan data proyeksi LHR rencana, yang membedakan adalah nilai VDF yang digunakan. Nilai VDF yang digunakan pada perhitungan CESAL rencana menggunakan data-data perencanaan yang dihitung oleh P2JN. Hasil perhitungan CESAL rencana untuk tahun 2014 ditunjukkan tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Perhitungan CESAL Rencana Tahun 2014

No.	Gol	Kendaraan	i	VDF	N 2 Tahun	C	Hari	LHR	CESAL
								2013	2 tahun/2014
1	2	Mobil Penumpang	0,06	0,0011	2,12	0,5	365	8.096,28	1.674,09
2	3	Pick Up, Combi	0,06	0,331	2,12	0,5	365	9.816,66	610.789,89
3	4	Truk Kecil	0,06	0,331	2,12	0,5	365	6.623,94	412.139,73
4	5a	Bus Kecil	0,02	0,331	2,04	0,5	365	392,70	23.959,25
5	5b	Bus Besar	0,02	0,9889	2,04	0,5	365	27,54	5.019,96
6	6	Truk 2 as 6 roda	0,06	2,8994	2,12	0,5	365	1.736,28	946.298,15
7	7a	Truk 3 as 10 roda	0,06	3,0832	2,12	0,5	365	475,94	275.837,94
8	7b	Truk gandeng	0,04	7,2531	2,08	0,5	365	105,04	141.821,29
9	7c	Semi Trailer	0,04	7,2531	2,08	0,5	365	253,76	342.617,76
Sumber : Hasil perhitungan Bina marga, 2020									2.760.158,04

Dengan cara yang sama dengan perhitungan diatas, berikut ditampilkan rekapitulasi perhitungan nilai CESAL rencana dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2025.

Tabel 4.6 Rekapitulasi perhitungan nilai CESAL rencana

No.	CESAL Rencana (Tahun)	Nilai CESAL
1	2014	2.760.158,04
2	2015	5.670.765,58
3	2016	8.753.635,63
4	2017	12.013.517,60
5	2018	15.445.948,99
6	2019	19.059.854,77
7	2020	22.911.749,01
8	2021	26.940.655,16
9	2022	31.233.825,25
10	2023	35.264.544,67
11	2024	40.523.463,68
12	2025	45.580.621,63

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

Dari hasil perhitungan diatas, dapat dilihat perbedaan nilai CESAL yang cukup signifikan antara perhitungan menggunakan data Bina Marga dan perencanaan. Dengan menggunakan nilai VDF yang berbeda terlihat kenaikan nilai CESAL yang cukup besar, hal ini nantinya digunakan sebagai dasar perencanaan jalan ditahun-tahun yang akan datang dengan tujuan jalan yang direncanakan dan dibangun masih mampu menerima beban lalu lintas termasuk pertumbuhan lalu lintas yang meningkat ditahun – tahun yang akan datang.

4.2.7 Perhitungan CESAL Aktual

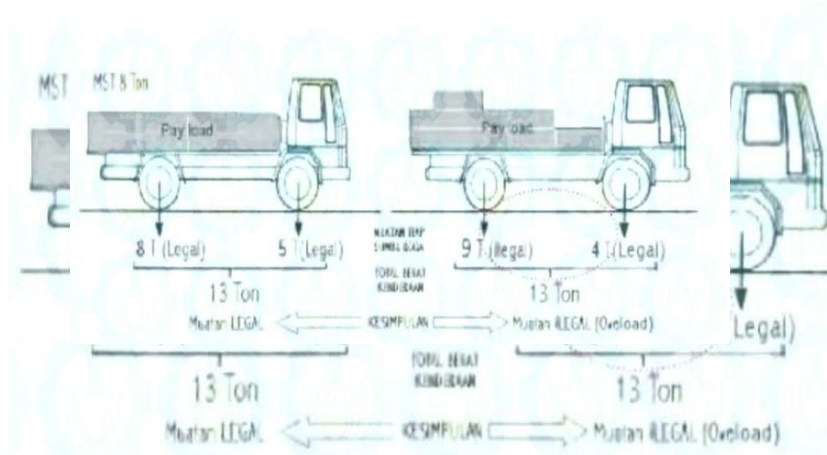
Perhitungan nilai CESAL aktual hampir sama dengan perhitungan CESAL Bina Marga dan rencana. Perhitungan CESAL aktual menggunakan data LHR aktual dengan menggunakan data beban lalu lintas yang sebenarnya. Data beban lalu lintas aktual yaitu menggunakan data beban lalu lintas berlebih atau *overloading*. Beban lalu lintas aktual diperoleh dari data jembatan timbang dari Dinas Perhubungan dan LLAJ Provinsi Jawa Timur untuk berbagai jenis kendaraan yang melintas diruas jalan Gresik - Sadang. Data *overload* yang digunakan yaitu apabila berat timbang kendaraan lebih besar dari nilai Jumlah Berat Ijin (JBI) kendaraan. Dari data yang diperoleh, rata-rata berat timbang kendaraan memiliki kelebihan berat antara 10% hingga 40% dari nilai JBI yang diijinkan. Nilai JBI ini nantinya digunakan untuk menghitung nilai VDF masing masing kendaraan.

Dalam tabel 4.7 dibawah ini diberikan aturan mengenai JBI maksimum yang boleh dipikul oleh berbagai jenis kendaraan. Tabel 4.7 JBI maksimum masing-masing kendaraan

No.	Golongan	Jenis	Konfigurasi	JBI Maksimum
		Kendaraan	Sumbu	(Ton)
1	1	Pick Up	1.1	3
2	2	Mobil Box	1.1	5,5
3	3	Truk1,2 L	1.2	8,5
4	4	Truk 1,2 H	1.22	23
5	5	Truk	1.22	25
6	6	Truk Gandeng	1.2+2.2	28
7	7	Trailer	1.2-2.2	51

Sumber : Dinas Perhubungan dan LLAJ Pemprov Jawa Timur, 2012
Penimbangan berat muatan sumbu kendaraan sangat dipengaruhi oleh

konfigurasi roda, letak beban dan posisi/ kemiringan permukaan landasan. Sebagai contoh, gambar 4.1 menunjukkan nilai MST yang melebihi beban standar 8 ton.



Gambar 4.1 Distribusi muatan pada beban standar dan illegal

Walau berat muatan sendiri (payload) tetap dan Total berat kendaraan (GVW) dalam hal ini juga tetap 13 ton, tetapi letak muatan berbeda mengakibatkan muatan sumbu roda belakang berubah dari 8 ton jadi 9 ton (illegal) sehingga secara keseluruhan muatan sumbu terberat-nya sudah melampaui MST yang diizinkan (illegal)

Dengan menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2 maka berikut ini dapat ditentukan nilai VDF untuk masing-masing kendaraan berdasarkan JBI masing-masing kendaraan seperti ditunjukkan dalam tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4.8 Perhitungan CESAL aktual tahun 2020

No	Gol	Konfigurasi	LHR	DTN	ESA	N	Hari	CESAL
		Sumbu	2013		Overload	1 Tahun		
1	2	1.1	8.205,50	4.102,75	0,0140	1,037	365	21.740,759
2	3	1.1	9.949,09	4.974,55	0,4262	1,037	365	802.487,784
3	4	1.1	6.713,30	3.356,65	0,4262	1,037	365	541.490,854
4	5a	1.1	413,61	206,81	0,4262	1,037	365	33.361,541
5	5b	1.2	29,01	14,51	1,1867	1,037	365	6.515,238
6	6	1.2	1.759,70	879,85	2,4297	1,037	365	809.157,219
7	7a	1.22	482,36	241,18	3,2706	1,037	365	298.565,996
8	7b	1.2+2.2	108,50	54,25	4,1693	1,037	365	85.611,974
9	7c	1.2-2	262,13	131,07	10,0291	1,037	365	497.531,193
								3.096.462,558

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

Dengan cara yang sama dengan perhitungan diatas, berikut ditampilkan

rekapitulasi perhitungan nilai CESAL aktual dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2025.

Tabel 4.9 Rekapitulasi perhitungan nilai CESAL aktual

No.	CESAL Aktual	Nilai CESAL
	(Tahun)	
1	2014	3.096.462,56
2	2015	6.416.873,71
3	2016	10.009.009,16
4	2017	13.851.967,03
5	2018	17.966.649,19
6	2019	22.400.831,35
7	2020	27.172.429,39
8	2021	32.284.429,29
9	2022	37.808.494,61
10	2023	43.729.695,43
11	2024	50.077.891,57
12	2025	56.933.704,53

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

Hasil perhitungan CESAL aktual menunjukkan nilai yang lebih besar bila dibandingkan dengan perhitungan CESAL Bina Marga dan rencana. Hal ini disebabkan beban kendaraan melebihi standar yang diijinkan, dengan nilai beban berlebih tersebut akan mengakibatkan nilai VDF atau ESA yang semakin besar. Dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat nilai daya rusak naik signifikan ketika beban MST lebih dari standar yang diijinkan. Pengaruhnya adalah terhadap umur rencana jalan yang akan berkurang atau habis sebelum masa layanan tercapai.

Tabel 4.10 Perbandingan nilai CESAL Bina Marga, Rencana dan Aktual

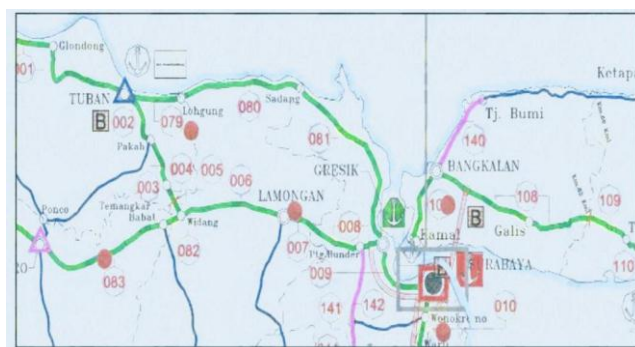
No.	Tahun	Nilai CESAL	Nilai CESAL	Nilai CESAL
		Bina Marga	Rencana	Aktual
1	2014	2.383.756,20	2.760.158,04	3.096.462,56
2	2015	4.897.028,97	5.670.765,58	6.416.873,71
3	2016	7.558.460,95	8.753.635,63	10.009.009,16
4	2017	10.372.335,18	12.013.517,60	13.851.967,03
5	2018	13.334.632,92	15.445.948,99	17.966.649,19
6	2019	16.453.391,65	19.059.854,77	22.400.831,35
7	2020	19.776.501,79	22.911.749,01	27.172.429,39
8	2021	23.252.054,18	26.940.655,16	32.284.429,29
9	2022	26.954.619,34	31.233.825,25	37.808.494,61
10	2023	30.412.663,84	35.264.544,67	43.729.695,43
11	2024	34.965.235,64	40.523.463,68	50.077.891,57
12	2025	39.324.931,61	45.580.621,63	56.933.704,53

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

4.3 Analisa Data Curah Hujan

Analisa distribusi curah hujan merupakan analisa dari curah hujan yang telah terjadi di sekitar daerah Gresik - Sadang berdasarkan laporan pengukuran curah hujan pada pos penakar hujan. Data tingkat curah hujan yang digunakan untuk analisa diperoleh dari stasiun penakar hujan yang terdapat di kecamatan Sidayu (BMKG Karangploso Malang). Lokasi stasiun pengukur curah hujan tersebut berada disekitar lokasi ruas jalan Gresik- Sadang. Rata-rata curah hujan tahunan disekitar lokasi penelitian antara 1.500 mm/tahun – 2.400 mm/tahun.

Data curah hujan tersebut akan digunakan untuk menentukan koefisien lingkungan lokasi penelitian.



Gambar 4.2 Peta wilayah lokasi penelitian

4.4 Analisa Data CBR

Data CBR yang diperoleh pada bab 4 sebelumnya akan digunakan untuk menghitung nilai *structural number capacity* (SNC) yang akan dimasukkan dalam metode IRI. Sebelum menghitung nilai SNC, terlebih dahulu dihitung nilai modulus elastisitas (M_r) untuk masing-masing segmen jalan sesuai dengan persamaan 3.2.

$$M_r = 1.500 \times \text{CBR (Psi)}$$

$$M_r = 1.500 \times 4,51$$

$$M_r = 6.765 \text{ Psi}$$

Dengan cara yang sama, berikut ini ditunjukkan hasil perhitungan M_r untuk masing-masing segmen jalan.

Tabel 4.11 Perhitungan nilai M_r untuk masing-masing segmen jalan

No.	Segmen (Km)	CBR	M_r (Psi)
1	44	4,51	6.765
2	45	3,62	5.430
3	46	3,32	4.980
4	47	3,39	5.085
5	48	3,26	4.890
6	49	3,65	5.475
7	50	4,12	6.180
8	51	3,96	5.940
9	52	3,98	5.970
10	53	4,51	6.765

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

Daya dukung/kekuatan geser tanah atau bahan pondasi jalan yang baik merupakan salah persyaratan penting dalam perencanaan jalan. Sifat tanah dasar ini mempengaruhi ketahanan lapisan perkerasan di atasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. AASHTO (1986) mengklasifikasikan tipe tanah dasar kedalam 3 bagian seperti ditunjukkan tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Kriteria CBR tanah dasar

No.	Tipe Tanah Dasar	Resilient Modulus	CBR
1	Jelek	3.000	2
2	Sedang	7.500	5
3	Baik	15.000	10

Sumber : AASHTO, 1986

4.5 Analisa Data Structural Number (SN) dan Structural Number Capacity (SNC)

Ruas jalan Gresik – Sadang merupakan ruas jalan dengan struktur perkerasan yang masih menggunakan struktur perkerasan standar (belum menggunakan bahan modifikasi). Dari data tahun 2012, struktur perkerasan terdiri dari 3 lapis perkerasan seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya.

Jenis perkerasan yang digunakan untuk masing-masing perkerasan adalah sebagai berikut :

1. *Surface Course*

Lapis permukaan (lapis aus) yang digunakan adalah laston, hal ini juga sesuai dengan hasil uji *core drill* dilaboratorium. Koefisien kekuatan relatif (a) lapisan perkerasan disesuaikan dari tabel 2.8 . yaitu $a_1 = 0,40$ dengan tebal lapis permukaan (AC-WC dan AC-BC) 12 cm.

2. *Base Course*

Lapis pondasi atas menggunakan batu pecah kelas A (CBR 90%) dengan koefisien kekuatan relatif $a_2 = 0,14$ dengan tebal 25 cm.

3. *Sub base Course*

Lapis pondasi bawah menggunakan batu pecah kelas B (CBR 50%) dengan koefisien kekuatan relatif $a_3 = 0,13$ dengan tebal 25 cm.

Nilai *structural number* (SN) dihitung berdasarkan persamaan 2.6 yaitu :

$$\begin{aligned} SN &= a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3 \\ SN &= 0,40 \times 4,72 + 0,14 \times 9,84 \times 1,05 + 0,13 \times 9,84 \times 1,05 \\ SN &= 1,89 + 1,45 + 1,34 \\ SN &= 4,68 \end{aligned}$$

Untuk menghitung nilai *structural number capacity* (SNC) digunakan persamaan

2.7 dibawah ini :

$$SNC = SN + SNSG$$

Nilai SNSG dapat dihitung dengan persamaan 2.8 berikut ini :

$$\begin{aligned} SNSG &= 4,68 (\log_{10} CBR) - 0,85 (\log_{10} CBR)^2 - 1,43 \\ &= 3,51 (\log_{10} 4,51) - 0,85 (\log_{10} 4,51)^2 - 1,43 \\ &= 0,51 \end{aligned}$$

Maka diperoleh nilai SNC sebagai berikut :

$$\begin{aligned} SNC &= 4,68 + 0,51 \\ &= 5,18 \end{aligned}$$

Nilai *structural number* juga nantinya dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan apakah struktur perkerasan ditahun-tahun mendatang perlu dilakukan penangan *overlay* atau

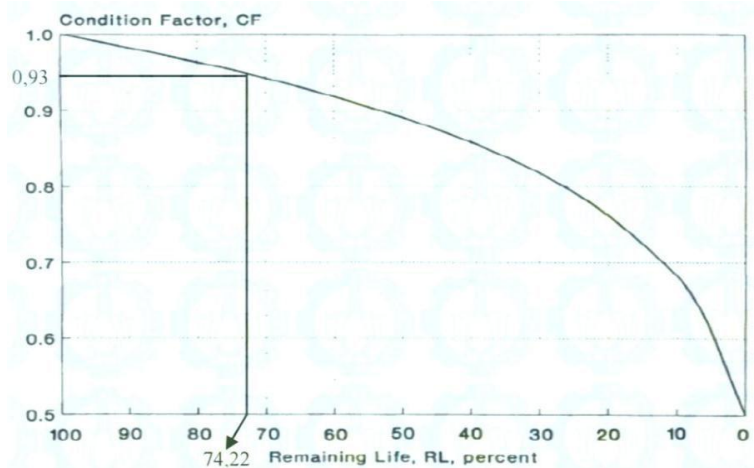
menentukan perlu tidaknya jenis penanganan *overlay*. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung nilai *Structural Number Original* (SN0)

Nilai *structural number original* merupakan nilai *structural number* (SN) yang telah dihitung sebelumnya.

2. Menghitung nilai *Structural Number Efficient* (SNeff)

Nilai *structural number efficient* dihitung dengan mengalikan antara nilai *Condition Factor* (CF) dengan nilai SN0. Nilai CF diperoleh dengan terlebih dahulu menghitung nilai sisa jalan. Dengan persamaan AASHTO 1993, nilai sisa jalan dihitung dengan persamaan berikut : Gambar 4.3



Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai sisa umur jalan 74,22% sehingga diperoleh nilai Condition Factor sebesar 0,93.0,9374,22

Gambar 4.3 Hubungan faktor kondisi dengan umur sisa

Dari data tersebut diperoleh nilai S_{Neff} sebagai berikut :

$$S_{Neff} = 0,93 \times SN_0$$

$$S_{Neff} = 0,93 \times 4,68$$

$$S_{Neff} = 4,35$$

Menghitung nilai *Structural Number Future* (SN_f)

Nilai SN_f diperoleh dengan menggunakan persamaan AASHTO 1993 sebagai berikut :

$$\frac{\log_{10} 18=0 \quad +9,36+1 \quad -0,20+}{0,40 + + 1^{5,19} \quad 2,32- 8,07} \quad \frac{\Delta \text{PSI}}{4,2 -1,5} = 1094$$

Untuk CESAL rencana 10 tahun, dengan menggunakan perhitungan iterasi

dengan data – data sebagai berikut :

- Nilai Reliability (R) : 90%
- Simpangan baku (Zr) : - 1,282
- Kinerja perkerasan (So) : 0,35
- Indeks permukaan awal (Po) : 4,3
- Indeks permukaan akhir (Pt) : 2,5
- CESAL 10 tahun : 40.523.463

Dari hasil perhitungan secara iterasi, diperoleh nilai SNf sebesar 8,53.

1. Menghitung nilai *Structural Condition Index* (SCI)

Nilai SCI merupakan acuan untuk menentukan apakah suatu ruas jalan perlu penanganan melalui peningkatan struktur (*overlay*). Nilai SCI diperoleh dari hasil pembagian S_{Neff}/SN_f , apabila nilai $SCI < 1$, maka ruas jalan tersebut harus dilakukan penanganan melalui pelapisan ulang (*overlay*). Dari data-data diatas dapat dihitung nilai SCI sebagai berikut : $SCI = 4,35/8,53 = 0,51$, diperoleh nilai $SCI < 1$.

Dengan cara yang sama dengan perhitungan diatas, hasil perhitungan untuk nilai masing-masing segmen jalan dapat dilihat pada tabel 5.13 dibawah ini.

Tabel 4.13 Hasil perhitungan *Structural Number Capacity*

No.	Segmen Jalan (Km)	d1 (in)	d2 (in)	d3 (in)	a1	a2	a3	m	SNo	Mr (Psi)	SNeff	SNf	SCI	SNSG	SNC
1	44+000 - 45+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,05	4,68	6.765	4,35	8,53	0,510	0,502	5,18
2	45+000 - 46+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,25	5,21	5.430	4,84	8,31	0,583	0,266	5,47
3	46+000 - 47+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,15	4,94	4.980	4,60	8,22	0,559	0,168	5,11
4	47+000 - 48+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,05	4,68	5.085	4,35	8,24	0,528	0,192	4,87
5	48+000 - 49+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,25	5,21	4.890	4,84	8,21	0,590	0,148	5,36
6	49+000 - 50+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,05	4,68	5.475	4,35	8,32	0,523	0,275	4,95
7	50+000 - 51+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,05	4,68	6.180	4,35	8,44	0,515	0,407	5,08
8	51+000 - 52+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,15	4,94	5.940	4,60	8,40	0,547	0,364	5,31
9	52+000 - 53+000	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,05	4,68	5.970	4,35	8,41	0,518	0,370	5,05
10	53+000 - 54+900	4,72	9,84	9,84	0,4	0,14	0,13	1,15	4,94	6.765	4,60	8,53	0,539	0,502	5,45

Sumber : Hasil perhitungan,

4.6 Analisa Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan

Analisa prediksi kondisi perkerasan jalan digunakan untuk menggambarkan kondisi laju perkembangan kekasaran jalan di tahun-tahun yang akan datang. Dalam memprediksi kondisi kekasaran jalan (IRI), nilai beban lalu lintas (ESAL), CBR, *Structural Number (SN)* yang telah dihitung sebelumnya akan digunakan sebagai parameter untuk memprediksi kondisi perkerasan jalan/laju kekasaran perkerasan jalan ditahun-tahun yang akan datang.

Perkembangan laju kekasaran yang diprediksi merupakan hasil penjumlahan dari 5 komponen sebagai berikut yaitu : kerusakan struktural, retak, alur, lubang dan komponen lingkungan. Kekasaran pada umumnya dihitung setiap akhir tahun dengan mempertimbangkan perubahan dari ke 5 komponen tersebut. menggunakan pendekatan dibawah ini untuk memprediksi kondisi perkerasan jalan yang diwakili oleh nilai IRI, yaitu

$$RI_t = 1,04 [RI_0 + 263(1 + SNC)$$

dengan :

m = koefisien kalibrasi lingkungan

RI₀ = kekasaran awal, IRI (m/km)

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

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

Nilai kekasaran awal (RI₀) diperoleh dari hasil survei kondisi jalan dengan metode *Road Condition Index (RCI)* yang dihitung untuk setiap 1 km. Dalam metode RCI, masing-masing jenis kerusakan jalan akan dihitung luasannya untuk menentukan kondisi jalan. Hal ini dikarenakan nilai RCI untuk masing-masing segmen jalan berbeda, tergantung kepada volume dan jenis kerusakan yang terjadi. Sebagai contoh, pada Km 44 s/d 45 akan dihitung nilai RCI secara visual dengan menganalisa jenis dan luasan kerusakan yang terjadi.

No. Jenis Kerusakan	Kode	Luas	Metode Penanganan	Kode
	Kerusakan	(m ²)		Penanganan

Perkerasan Jalan

A	Alur	113	113,57	Perataan dengan lapis penetrasi	P6
H	Ambles	114	25,84	Perataan dan penambalan lubang	P5 dan P6
S	Retak Buaya	117	113,03	Pelaburan aspal setempat dan patching	P2 dan P5
d	Retak Garis	118	31,28	Pelaburan aspal setempat dan pengisian retak	P2 dan P4

Bahu Jalan

a	Bahu tidak rata	232,260	72,76	Perataan dan pelandaian bahu	U2
i	Rumput panjang	253	85	Pemotongan rumput	U3

2020

Dari perhitungan sesuai dengan tabel 4.17 diatas, kemudian ditentukan kondisi jalan berdasarkan standar klasifikasi kondisi jalan sesuai standar klasifikasi B.

Tabel 4.15 Kondisi jalan sesuai tabel RDS70

No.	Jenis Kerusakan	Satuan Luas	Kondisi Berdasarkan RDS70 Keterangan		
1 Lubang/potholes					
a	Dangkal < 10 cm	m ²	-	-	
b	Dalam >10 cm	m ²	-	-	
2 Penurunan/ambles					
a	Dangkal < 5 cm	m ²	-	-	
b	Dangkal > 5 cm	m ²	25,84	< 40	Sedang
3	Keriting/corrugation	m ²	-	-	-
4	Alur/rutting	m ²	113,57	> 100 (100 - 200)	Sedang
5	Retak buaya	m ²	113,03	> 100 (100 - 500)	Sedang
6	Retak garis	m ²	31,28	< 100 (100 - 500)	Baik
7	Bahu jalan	m ²	72,76	Kemiringan kurang dan tidak rata	Sedang
Rata-rata kondisi jalan					Sedang
Jenis penanganan					Berkala

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

Dengan cara yang sama sesuai dengan prosedur diatas, maka dapat ditentukan nilai RCI dan IRI untuk masing-masing segmen jalan seperti ditunjukkan tabel 4.21 dibawah ini.

Tabel 4.16 Rekapitulasi perhitungan nilai RCI dan IRI

No.	Segmen Jalan (Km)	Nilai RCI	Nilai IRI
1	Km Sby 44+000 - 45 + 000	6,5	5,83
2	Km Sby 45+000 - 46 + 000	7,8	3,71
3	Km Sby 46+000 - 47 + 000	7,9	3,56
4	Km Sby 47+000 - 48 + 000	7,8	3,71
5	Km Sby 48+000 - 49 + 000	7,8	3,71
6	Km Sby 49+000 - 50 + 000	7,9	3,56
7	Km Sby 50+000 - 51 + 000	7,9	3,56
8	Km Sby 51+000 - 52 + 000	7,8	3,71
9	Km Sby 52+000 - 53 + 000	5,9	6,88
10	Km Sby 53+000 - 54 + 900	5,7	7,24

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Nilai IRI pada tabel diatas selanjutnya digunakan sebagai nilai IRI

awal (RI0) untuk prediksi perhitungan nilai IRI pada tahun-tahun berikutnya.

Dari hasil analisa perhitungan diatas, selanjutnya dianalisa prediksi kondisi perkerasan jalan dengan menggunakan beban Bina Marga, rencana dan aktual.

4.7 Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan

4.7.1 Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan CESAL Bina Marga

Kondisi perkerasan yang diprediksi oleh IRI dianalisa dengan menggunakan data CESAL perhitungan Bina Marga yang telah dihitung sebelumnya. Contoh hasil rekapitulasi perhitungannya pada segmen km 44 ditunjukkan seperti pada tabel 4.22 dibawah ini.

Tabel 4.17 Prediksi kondisi perkerasan jalan pada Km. 44 (CESAL Bina Marga)

No.	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Jenis Penanganan
1	2015	4.897.028,97	5,18	6,356	6,193	Sedang	Berkala
2	2016	7.558.460,95	5,18	6,589	6,061	Sedang	Berkala
3	2017	10.372.335,18	5,18	6,834	5,925	Sedang	Berkala
4	2018	13.334.632,92	5,18	7,091	5,783	Sedang	Berkala
5	2019	16.453.391,65	5,18	7,362	5,637	Sedang	Berkala
6	2020	19.776.501,79	5,18	7,649	5,484	Sedang	Berkala
7	2021	23.252.054,18	5,18	7,951	5,327	Sedang	Berkala

Tabel 4.18 Prediksi kondisi perkerasan jalan pada Km. 44 (CESAL Bina Marga)

	Tahun	Nilai CESAL BM	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Jenis Penanganan
8	2022	26.954.619,3 4	5,18	8,271	5,164	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	30.412.663,8 4	5,18	8,593	5,004	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	34.965.235,6 4	5,18	8,966	4,822	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	39.324.931,6 1	5,18	9,345	4,644	Rusak Ringan	Peningkatan

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

Keterangan :

Kondisi Baik : Nilai IRI 0– 4

Kondisi Sedang : Nilai IRI 4 – 8

Kondisi Rusak Ringan : Nilai IRI 8 – 12

Kondisi Rusak Berat : Nilai IRI > 12

Dari hasil perhitungan diatas kemudian diplot grafik perkembangan nilai IRI

terhadap tahun untuk melihat tren peningkatan nilai IRI seperti ditunjukkan pada gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 5.4 Grafik perkembangan nilai IRI pada Km 44 (CESAL Bina Marga) Dari grafik diatas dapat dilihat tren peningkatan nilai IRI setiap tahunnya yang cenderung linier hingga tahun 2025. Dengan peningkatan nilai beban lalu lintas dalam hal ini nilai CESAL sangat berpengaruh terhadap

peningkatan nilai IRI seperti terlihat pada grafik diatas. Untuk mengembalikan kondisi jalan pada keadaan mantap, maka diperlukan program penanganan jalan secara berkala dimulai pada tahun 2015 untuk menghindari/mengurangi kerusakan jalan yang lebih besar lagi akibat akumulasi beban yang terus meningkat.

4.7.2 Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan CESAL Rencana

Pada analisa ini, kondisi perkerasan yang diprediksi menggunakan data CESAL perhitungan rencana yang telah dihitung sebelumnya. Hasil rekapitulasi perhitungan pada segmen km 44 ditunjukkan seperti pada tabel 4.23 dibawah ini.

Tabel 4.19 Prediksi kondisi perkerasan jalan pada Km. 44 (CESAL Rencana)

No.	Tahun	Nilai CESAL Rencana	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Jenis Penanganan
1	2015	5.670.765,58	5,18	6,380	6,179	Sedang	Berkala
2	2016	8.753.635,63	5,18	6,627	6,040	Sedang	Berkala
3	2017	12.013.517,60	5,18	6,887	5,895	Sedang	Berkala
4	2018	15.445.948,99	5,18	7,161	5,745	Sedang	Berkala
5	2019	19.059.854,77	5,18	7,451	5,589	Sedang	Berkala
6	2020	22.911.749,01	5,18	7,758	5,427	Sedang	Berkala
7	2021	26.940.655,16	5,18	8,083	5,260	Rusak Ringan	Peningkatan
8	2022	31.233.825,25	5,18	8,427	5,086	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	35.264.544,67	5,18	8,774	4,915	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	40.523.463,68	5,18	9,179	4,722	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	45.580.621,63	5,18	9,590	4,531	Rusak Ringan	Peningkatan

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

Kemudian dari tabel 5.23 diatas diplot grafik perkembangan nilai IRI ditahun-tahun berikutnya dengan menggunakan beban CESAL rencana seperti ditunjukkan pada gambar 5.5 dibawah ini.

4.7.3 Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan CESAL Aktual (*Overload*)

Pada analisa ini, kondisi perkerasan yang diprediksi menggunakan IRI dengan menggunakan data CESAL perhitungan *overloading* yang telah dihitung sebelumnya. Hasil rekapitulasi perhitungannya ditunjukkan seperti pada tabel 5.23 dibawah ini.

Tabel 4.20 Prediksi kondisi perkerasan jalan (CESAL Aktual)

No.	Tahun	Nilai CESAL Rencana	SNC	Prediksi IRI	Prediksi Nilai RCI	Kondisi	Jenis Penanganan
1	2015	6.416.873,71	5,18	6,404	6,166	Sedang	Berkala
2	2016	10.009.009,16	5,18	6,667	6,018	Sedang	Berkala
3	2017	13.851.967,03	5,18	6,947	5,862	Sedang	Berkala
4	2018	17.966.649,19	5,18	7,245	5,700	Sedang	Berkala
5	2019	22.400.831,35	5,18	7,565	5,529	Sedang	Berkala
6	2020	27.172.429,39	5,18	7,907	5,350	Sedang	Berkala
7	2021	32.284.429,29	5,18	8,273	5,163	Rusak Ringan	Peningkatan
8	2022	37.808.494,61	5,18	8,667	4,967	Rusak Ringan	Peningkatan
9	2023	43.729.695,43	5,18	9,090	4,764	Rusak Ringan	Peningkatan
10	2024	50.077.891,57	5,18	9,544	4,552	Rusak Ringan	Peningkatan
11	2025	56.933.704,53	5,18	10,034	4,332	Rusak Ringan	Peningkatan

Sumber : Hasil perhitungan Bina marga, 2020

Dari tabel 4.20 dan gambar 4.6 diatas dapat dijelaskan, akibat adanya perbedaan peningkatan beban, maka pada tahun ke-7 (2021), penanganan segmen jalan tersebut harus ditangani dengan program peningkatan struktur (nilai IRI >8).

Gambar 4.5 Grafik perkembangan nilai IRI pada segmen Km 44 dengan beban



Bina Marga, Rencana dan Aktual

Grafik diatas menunjukkan adanya perbedaan nilai IRI yang signifikan untuk masing-masing data beban yang digunakan. Perbedaan nilai IRI tersebut akan berpengaruh terhadap kondisi dan penanganan jalan. Pada hasil prediksi, pada tahun 2015 sampai dengan tahun 2020 nilai IRI berada diantara angka 4 – 8, nilai tersebut menandakan ruas jalan dalam kondisi sedang dengan jenis penanganan berkala. Namun memasuki tahun ke 7 (2021), prediksi IRI dengan beban rencana dan aktual menghasilkan nilai IRI diatas 8, artinya kondisi jalan rusak ringan sehingga harus ditangani dengan peningkatan struktur. Seiring dengan peningkatan beban lalu lintas akan mengakibatkan peningkatan nilai IRI, hal tersebut akan mengakibatkan berkurangnya umur rencana jalan dari yang direncanakan dan akan berdampak terhadap biaya penanganan jalan. Untuk mempertahankan kondisi jalan tersebut, maka perencanaan jenis sumbu kendaraan maupun pengawasan terhadap tonase kendaraan sangat diperlukan untuk mengurangi nilai VDF kendaraan ditambah dengan perencanaan DED jalan dan drainase jalan yang baik akan sangat berpengaruh terhadap tingkat pelayanan jalan. Dengan cara yang sama dengan perhitungan diatas, rekapitulasi hasil perhitungan untuk masing-masing segmen jalan ditunjukkan pada tabel 4.25, 4.26 dan 4.27 dibawah ini

Tabel 4.21 Rekapitulasi perhitungan nilai IRI dengan CESAL

No.	Tahun	CESAL	Variabel	IRI (m/km)									
				Km 44	Km 45	Km 46	Km 47	Km 48	Km 49	Km 50	Km 51	Km 52	Km 53
			SNC	5,18	5,47	5,11	4,87	5,36	4,95	5,08	5,31	5,05	5,45
Rlo	5,83	3,71	3,56	3,71	3,71	3,56	3,56	3,71	6,88	7,24			
1	2015	4.897.028,97		6,356	4,069	3,949	4,145	4,080	3,972	3,954	4,085	7,491	7,828
2	2016	7.558.460,95		6,589	4,231	4,131	4,351	4,248	4,167	4,137	4,256	7,759	8,078
3	2017	10.372.335,18		6,834	4,402	4,324	4,570	4,426	4,374	4,333	4,438	8,041	8,340
4	2018	13.334.632,92		7,091	4,583	4,529	4,804	4,614	4,595	4,540	4,630	8,338	8,613
5	2019	16.453.391,65		7,362	4,774	4,747	5,053	4,814	4,831	4,761	4,833	8,650	8,900
6	2020	19.776.501,79		7,649	4,977	4,979	5,320	5,026	5,083	4,998	5,050	8,980	9,200
7	2021	23.252.054,18		7,951	5,191	5,226	5,604	5,250	5,351	5,248	5,279	9,327	9,514
8	2022	26.954.619,34		8,271	5,420	5,491	5,909	5,489	5,639	5,517	5,524	9,694	9,845
9	2023	30.412.663,84		8,593	5,648	5,755	6,214	5,729	5,926	5,785	5,769	10,063	10,178
10	2024	34.965.235,64		8,966	5,918	6,073	6,583	6,013	6,274	6,109	6,059	10,491	10,555
11	2025	39.324.931,61		9,345	6,191	6,395	6,957	6,300	6,626	6,436	6,354	10,924	10,938

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

Tabel 4.22 Rekapitulasi perhitungan nilai IRI dengan CESAL Rencana

No.	Tahun	CESAL	Variabel	IRI (m/km)									
				Km 44	Km 45	Km 46	Km 47	Km 48	Km 49	Km 50	Km 51	Km 52	Km 53
			SNC	5,18	5,47	5,11	4,87	5,36	4,95	5,08	5,31	5,05	5,45
			Rlo	5,83	3,71	3,56	3,71	3,71	3,56	3,56	3,71	6,88	7,24
1	2015	5.670.765,58		6,380	4,088	3,975	4,176	4,101	4,001	3,980	4,107	7,517	7,847
2	2016	8.753.635,63		6,627	4,261	4,171	4,400	4,281	4,213	4,178	4,291	7,801	8,109
3	2017	12.013.517,60		6,887	4,445	4,380	4,639	4,472	4,439	4,391	4,486	8,101	8,383
4	2018	15.445.948,99		7,161	4,639	4,603	4,895	4,675	4,680	4,617	4,693	8,416	8,670
5	2019	19.059.854,77		7,451	4,844	4,840	5,168	4,891	4,938	4,858	4,913	8,749	8,971
6	2020	22.911.749,01		7,758	5,064	5,095	5,462	5,121	5,215	5,116	5,149	9,102	9,288
7	2021	26.940.655,16		8,083	5,296	5,366	5,774	5,364	5,510	5,391	5,398	9,473	9,620
8	2022	31.233.825,25		8,427	5,544	5,656	6,111	5,625	5,827	5,686	5,664	9,868	9,971
9	2023	35.264.544,67		8,774	5,792	5,947	6,448	5,886	6,145	5,982	5,932	10,264	10,324
10	2024	40.523.463,68		9,179	6,087	6,298	6,858	6,197	6,531	6,339	6,251	10,727	10,726
11	2025	45.580.621,63		9,590	6,385	6,654	7,273	6,512	6,921	6,701	6,574	11,196	11,136

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

Tabel 4.23 Rekapitulasi perhitungan nilai IRI dengan CESAL Aktual

No.	Tahun	CESA L	Variabel	IRI (m/km)									
				Km 44	Km 45	Km 46	Km 47	Km 48	Km 49	Km 50	Km 51	Km 52	Km 53
				SNC	5,18	5,47	5,11	4,87	5,36	4,95	5,08	5,31	5,05
			Rlo	5,83	3,71	3,56	3,71	3,71	3,56	3,56	3,71	6,88	7,24
1	2015	6.416.873,71		6,404	4,107	3,999	4,206	4,121	4,029	4,005	4,128	7,543	7,866
2	2016	10.009.009,16		6,667	4,293	4,213	4,451	4,316	4,261	4,222	4,327	7,846	8,141
3	2017	13.851.967,03		6,947	4,492	4,444	4,717	4,524	4,511	4,455	4,540	8,167	8,431
4	2018	17.966.649,19		7,245	4,705	4,692	5,003	4,748	4,782	4,708	4,769	8,509	8,738
5	2019	22.400.831,35		7,565	4,935	4,961	5,315	4,989	5,075	4,981	5,016	8,875	9,063
6	2020	27.172.429,39		7,907	5,182	5,252	5,654	5,249	5,394	5,277	5,282	9,267	9,408
7	2021	32.284.429,29		8,273	5,447	5,567	6,021	5,529	5,740	5,598	5,569	9,685	9,774
8	2022	37.808.494,61		8,667	5,734	5,910	6,421	5,832	6,117	5,946	5,880	10,134	10,164
9	2023	43.729.695,43		9,090	6,043	6,282	6,857	6,160	6,527	6,325	6,216	10,616	10,579
10	2024	50.077.891,57		9,544	6,377	6,684	7,330	6,513	6,972	6,735	6,580	11,132	11,021
11	2025	56.933.704,53		10,034	6,738	7,123	7,847	6,896	7,458	7,182	6,974	11,689	11,494

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

4.7.4 Analisis Pengaruh Beban Lalu lintas, CBR, Curah Hujan dan SN Terhadap Peningkatan Nilai IRI

Dalam penelitian ini, data yang digunakan untuk prediksi kondisi perkerasan jalan (IRI) yaitu beban lalu lintas, CBR, curah hujan dan struktur perkerasan jalan. Kemudian akan dianalisis pengaruh masing-masing variabel terhadap peningkatan nilai IRI jalan pada tahun-tahun berikutnya. Untuk dapat menganalisa pengaruh peningkatan beban, maka dalam penelitian ini analisa beban dilakukan pada 3 analisis yaitu beban sesuai standar Bina Marga, beban rencana dan beban aktual (*overload*), kemudian analisa dilakukan pada ruas jalan dengan nilai IRI awal yang sama dengan nilai CBR dan SN yang berbeda untuk melihat pengaruh masing-masing variabel. Dalam analisis ini, dipilih segmen jalan km 47 dan 48 untuk menganalisa masing-masing pengaruh variabel diatas dengan nilai masing-masing variabel seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.27 dibawah ini.

Tabel 4.24 Pertambahan nilai IRI akibat pengaruh beban, CBR dan SN

No.	Tahun	CESAL Bina Marga	CESAL Rencana	CESAL Aktual	Δ IRI (m/km)		Δ IRI (m/km)	
					CBR = 3,39		CBR = 3,26	
					SN= 4,68		SN = 5,21	
					Δ Beban 31%	Δ Beban 13%	Δ Beban 31%	Δ Beban 13%
1	2015	4.897.028,97	5.670.765,58	6.416.873,71	0,061	0,030	0,041	0,020
2	2016	7.558.460,95	8.753.635,63	10.009.009,16	0,101	0,052	0,067	0,035
3	2017	10.372.335,18	12.013.517,60	13.851.967,03	0,146	0,077	0,098	0,052
4	2018	13.334.632,92	15.445.948,99	17.966.649,19	0,199	0,108	0,133	0,073
5	2019	16.453.391,65	19.059.854,77	22.400.831,35	0,262	0,147	0,175	0,099
6	2020	19.776.501,79	22.911.749,01	27.172.429,39	0,333	0,192	0,223	0,129
7	2021	23.252.054,18	26.940.655,16	32.284.429,29	0,416	0,246	0,279	0,165
8	2022	26.954.619,34	31.233.825,25	37.808.494,61	0,512	0,310	0,343	0,208
9	2023	30.412.663,84	35.264.544,67	43.729.695,43	0,643	0,409	0,431	0,274
10	2024	34.965.235,64	40.523.463,68	50.077.891,57	0,746	0,472	0,500	0,316
11	2025	39.324.931,61	45.580.621,63	56.933.704,53	0,890	0,574	0,596	0,384

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

4.7.5 Proses Validasi Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan

Validasi menentukan apakah model konseptual simulasi/prediksi adalah representasi akurat dari sistem nyata yang sedang dimodelkan. Tahap ini digunakan untuk mengetahui apakah model prediksi yang dibuat telah sesuai dengan sistem yang sebenarnya. Untuk pengujian validasi hasil prediksi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:
 dengan : = Nilai rata-rata hasil simulasi/prediksi

= Nilai rata-rata data pengukuran

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

Untuk membandingkan hasil pengukuran nilai IRI dilapangan dengan hasil prediksi, maka data pembanding yang digunakan adalah data pada tahun 2014. Nilai rata-rata pengukuran nilai dilapangan diperoleh dengan menggunakan metode RCI, sedangkan hasil simulasi/prediksi menggunakan pendekatan metode IRI. Hasil perbandingan antara menggunakan pendekatan RCI dan pengukuran ditunjukkan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.25 Perbandingan antara nilai IRI hasil prediksi dengan pengukuran dan prosentase penyimpangannya

No.	Segmen Jalan	Nilai IRI (m/km)		Prosentase Penyimpangan (%)	Keterangan
		Prediksi	Pengukuran		
1	Km Sby 44+000-45+000	5,510	5,83	5,49	Memenuhi
2	Km Sby 45+000-46+000	3,520	3,71	5,13	Memenuhi
3	Km Sby 46+000-47+000	3,405	3,56	4,36	Memenuhi
4	Km Sby 47+000-48+000	3,536	3,71	4,68	Memenuhi
5	Km Sby 48+000-49+000	3,495	3,71	5,80	Tidak Memenuhi

Tabel 4.26 Perbandingan antara nilai IRI hasil prediksi dengan pengukuran dan prosentase penyimpangannya (lanjutan)

No.	Segmen Jalan	Nilai IRI (m/km)		Prosentase Penyimpangan (%)	Keterangan
		Prediksi	Pengukuran		
6	Km Sby 49+000-50+000	3,419	3,56	3,95	Memenuhi
7	Km Sby 50+000-51+000	3,407	3,56	4,29	Memenuhi
8	Km Sby 51+000-52+000	3,530	3,71	4,84	Memenuhi
9	Km Sby 52+000-53+000	6,387	6,88	7,16	Tidak Memenuhi
10	Km Sby 53+000-53+900	6,466	7,24	10,70	Tidak Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan, 2014

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa rata-rata prosentase penyimpangan telah memenuhi syarat (nilai error $\leq 5\%$) sehingga model yang digunakan untuk memprediksi kondisi perkerasan jalan untuk 10 tahun mendatang dapat dianggap valid. Khusus untuk segmen 52 dan 53, nilai IRI prediksi belum sesuai dengan hasil pengukuran (nilai error $> 5\%$), hal ini dapat dijelaskan bahwa pada segmen 52 dan 53 kelandaian jalan cukup tinggi (jalan menanjak) akibat jalan yang menanjak maka rata-rata kecepatan kendaraan rendah sehingga kontak yang terjadi antara ban kendaraan yang melintas diatas permukaan perkerasan jalan akan lebih lama sehingga mengakibatkan nilai angka ekivalen beban sumbu kendaraan (E) cenderung meningkat dan mengakibatkan peningkatan nilai IRI yang cukup signifikan, selain itu proses pemadatan yang merata pada jalan menanjak akan lebih sulit dilakukan sehingga potensi terjadinya lapis perkerasan yang kurang padat cukup besar, peristiwa ini dapat mengakibatkan terjadinya tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda dan akan berpengaruh terhadap peningkatan nilai IRI. Dengan demikian, prediksi nilai IRI kemungkinan akan berbeda dengan hasil pengukuran dilapangan akibat adanya peningkatan nilai angka ekivalen beban sumbu kendaraan (E) dan potensi terjadinya pelaksanaan pemadatan lapis perkerasan yang tidak merata.

4.7.6 Perencanaan Penanganan Jalan Tiap Segmen

Setelah mendapatkan nilai IRI hasil prediksi, langkah selanjutnya adalah menentukan jenis penanganan yang sesuai dengan kondisi jalan (nilai IRI per km) sesuai dengan pembahasan pada bab 5.7 sebelumnya. Dari nilai IRI tersebut, kemudian dapat ditentukan jenis penanganan yang paling tepat seperti yang ditunjukkan tabel 5.30 dibawah ini.

Tabel 4.27 Penanganan jalan berdasarkan nilai IRI

No.	Kondisi Jalan	Nilai IRI (m/km)	Kebutuhan Penanganan
1	Baik	IRI rata-rata 0 - 4	Pemeliharaan Rutin
2	Sedang	$4 < \text{IRI rata-rata} \leq 8$	Pemeliharaan Berkala
3	Rusak	$8 < \text{IRI rata-rata} \leq 12$	Peningkatan Jalan
4	Rusak Berat	IRI rata-rata > 12	Peningkatan Jalan/Rekonstruksi

Sumber : IRMS

4.7.7 Penanganan Untuk Tiap Segmen Jalan

Program penanganan untuk tiap segmen jalan Konstan Rata-rata 10-40 Km. Seperti yang ditunjukkan 4.29 dibawah ini.

Tabel 4.29

No	Persegme/Km	Kebutuhan Penanganan
1	10-20 Km	Baik
2	20-30 Km	Sedang
3	30-40 Km	Rusak

Hasil Survey

4.7.8 Retak Garis (*hair cracks*)

Dari survei dilapangan ditemukan kerusakan retak halus dengan lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm. Pada umumnya penyebab retak halus adalah akibat bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar, atau bagian perkerasan dibawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus ini dapat meresapkan kedalam lapis permukaan dan kelamaan akan berkembang menjadi retak buaya.



Gambar 4.6 retak halus hasil survey

4.7.9 Retak Kulit Buaya (*alligator cracks*)

Kerusakan jenis retak kulit buaya terjadi apabila lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm dengan ciri-ciri kerusakan saling merangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Retak ini umumnya disebabkan oleh bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan dibawah lapisan permukaan kurang stabil, atau bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air. Daerah dimana terjadi retak kulit buaya luas biasanya disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut. Retak kulit buaya dapat diresapi oleh air sehingga lama kelamaan akan menimbulkan lubang akibat terlepasnya butir-butir agregat. Retak kulit buaya dapat dipelihara dengan dengan menggunakan lapisan burda, burtu ataupun lataston.



Gambar 4.7 retak sedang kulit buaya hasil survey

4.7.10 Lubang (*potholes*)

Pada beberapa titik diruas jalan Gresik – Sadang terdapat jenis kerusakan lubang. Lubang dapat menampung dan meresapkan air kedalam lapis permukaan yang menyebabkan kerusakan jalan bertambah parah. Pada umumnya retak-retak yang terjadi yang tidak segera ditangani sehingga air meresap dapat mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil, akibat repetisi beban dikombinasi dengan air maka lubang-lubang tersebut lama kelamaan



akan bertambah besar.

Gambar 4.8 lubang berat hasil survey

4.7.11 Perhitungan Kondisi Kerusakan Jalan

Dari survei kondisi jalan yang telah dilakukan sebelumnya didapatkan besarnya volume kerusakan jalan dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 4.29 Perhitungan kondisi kerusakan jalan

No.	Jenis Kerusakan	Luas (m ²)	Volume (m ³)
1	Retak garis	553,62	0,1632
2	Retak buaya	417,83	-
3	Lubang	3,89	-

Sumber : Hasil perhitungan, 2020

Dari tabel diatas terlihat 5.35 jenis kerusakan yang dicantumkan yang dianggap perlu perhatian khusus karena diperlukan pekerjaan berat seperti pembongkaran perkerasan lama dan penambalan sebelum pelapisan ulang. Kerusakan yang dimaksud yaitu adanya lubang, retak buaya, retak garis, amblas, dan keriting.

5.7.12 Analisa Perhitungan Biaya Penanganan

Dari hasil perhitungan kerusakan jalan sebelumnya, disimpulkan bahwa jenis penanganan kerusakan jalan yang sesuai adalah peningkatan struktur perkerasan yaitu berupa pelapisan tambah (*overlay*) untuk umur rencana 10 tahun. Perhitungan biaya ini dimaksudkan untuk menganalisa kebutuhan biaya untuk program peningkatan tersebut. Dengan menggunakan analisa harga satuan biaya dari masing-masing divisi spesifikasi umum 2010, hasil analisa biaya penanganan kerusakan jalan Bts. Kota Gresik – Sadang ditunjukkan tabel 5.33. Biaya tersebut merupakan biaya penanganan peningkatan jalan dengan tebal 9 cm (hasil analisa metode lendutan). Dari hasil analisa perhitungan biaya untuk

Rencana Anggaran Biaya					
Satker : Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional					
No. Paket :					
Kontrak :					
Nama Paket : Peningkatan Struktur (<i>Overlay</i>) Jalan					
: Bts. Kota Gresik - Sadang (Km Sby 52 + 000 - 53 +					
Lokasi 900)					
Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga- harga (Rupiah)
<i>a</i>	<i>B</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>E</i>	<i>f=(dxe)</i>
DIVISI 1. UMUM					
1.2	Mobilisasi	LS	1	46.530.000	46.530.000
1.8	Manajemen dan keselamatan lalu lintas	LS	1	37.510.000	37.510.000
1.21	Manajemen mutu	LS	1	5.000.000	5.000.000
Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 1					89.040.000
DIVISI 2. DRAINASE					
2.1	Galian untuk selokan drainase dan saluran air	M3	640	41.547,66	26.590.502,40
2.2	Pasangan batu dengan mortar	M3	78	592.025,13	46.177.960,14
2.3.4	Gorong-gorong Pipa Beton Bertulang, diameter dalam 100-130 cm	M	11	1.444.124,00	15.885.364,00
Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 2					88.653.826,54
DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH					
3.1(6)	Galian perkerasan beraspal dengan Cold Milling	M ³	38	272.426,68	10.216.000,50
3.1(7)	Galian perkerasan beraspal tanpa Cold Milling	M ³	150	348.871,04	52.330.656,00
Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 3					62.546.656,50
DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN					
4.2.2	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	m ³	1140	249.774,25	284.742.645
Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 4					284.742.645
DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR					
5.1.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	17,5	360.866,48	6.315.163,40
5.1.2	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M ³	10,5	263.090,90	2.762.454,45
5.5(2)	Lapis pondasi agregat dengan Cement Treated Base (CTB)	M ³	700	546.580,42	382.606.294,00
Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 5					391.683.911,85
DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL					
6.1(1)(a)	Lapis resap pengikat-aspal cair	Liter	2.660,0	12.014,46	31.958.463,60
6.1.2(a)	Lapis perekat - aspal cair	Liter	4.620,0	11.221,00	51.841.020
6.2(4d)	Bahan anti pengelupasan	Kg	313,6	61.643,45	19.329.660
6.3(5a)	Laston lapis aus modifikasi (AC-WC)	Ton	1.433,1	441.768,44	633.116.685
6.3(6a)	Laston lapis antara modifikasi (AC-BC)	Ton	1.991,3	439.531,10	875.243.730
6.3.8(b)	Aspal modifikasi	Ton	156,8	11.392.601,50	1.786.200.419
6.3.10	Bahan pengisi (filler) tambahan (semen)	Kg	68,5	1.581,25	108.298
Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 6					3.397.798.275,01
DIVISI 7. STRUKTUR					
7.9	Pasangan batu	M ³	90	564.461,80	50.801.562,00
Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 7					50.801.562,00

	DIVISI 8. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PENGKERJAAN MINOR				
8.1(1)	Lapis pondasi agregat kelas A untuk pekerjaan minor	M ³	700	378.909,48	265.236.636,00
8.1(5)	Campuran aspal panas untuk pekerjaan minor	M ³	280	2.805.978,84	785.674.075,20
8.4(1)	Marka Jalan Termoplastik	M ²	240	191.964,70	46.071.528,00
8.4(5)	Patok Pengarah	Buah	5	174.987,02	874.935,10
	Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 8				1.097.857.174
	DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN RUTIN				
10c	Pekerjaan pemeliharaan rutin	LS	1	200.000.000,00	200.000.000,00
	Jumlah Harga Pekerjaan Divisi 10				200.000.000,00
	Jumlah Harga Pekerjaan				5.663.124.051,20
	PPn 10%				566.312.405,12
	Jumlah Total Harga Pekerjaan				6.229.436.456,32

Sumber : Hasil perhitungan, 2020