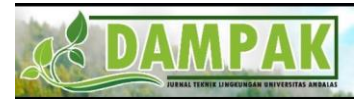


Terbit online pada laman web jurnal : <http://jurnal dampak.ft.unand.ac.id/>

Dampak: Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas

| ISSN (Print) 1829-6084 | ISSN (Online) 2597-5129 |



Studi Kasus

Penentuan Prioritas Rehabilitasi Perkerasan Lentur untuk Efisiensi Penambangan Material di Kendari

Waode Murniati Sadia^a, Latif Budi Suparma^b, Sri Mulyani^c

^a Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Kendari, Jl. Abunawas No. 24, 93111, Kendari, Indonesia

^b Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika no. 2, 55284, Yogyakarta, Indonesia

^c Puslitbang Jalan dan Jembatan Kementerian PUPR, Jl. AH. Nasution No. 264, Ujung Berung, Bandung, Indonesia

E-mail : waode.murniati.s@mail.ugm.co.id

A B S T R A C T

Pavement with poor performance results in lower speeds resulting in increased pollution and vehicle maintenance costs. The number of roads are not proportional to the allocation of funds for maintaining and managing the road network. According to its characteristics, the performance of the road network would be decreased that indicated by pavement deterioration. This study aims to predict the rate of performance degradation, to know the optimal time of treatment segment/road segment and to determine the priority of treatment. Delayed pavement treatment will likely require more material, which will result in the exploitation of rock mines. This study covers a detailed performance assessment using Pavement Condition Index (PCI) method, it was done three times with 4 and 3 month time interval. This study was conducted on five streets in Kendari City with various Average Annual Daily Traffic (AADT) and existing conditions. From the result of PCI value, regression analysis was used since it was suitable with performance decrease characteristic to find out the relationship of PCI value and the time. Treatment strategy are arranged based on critical PCI method. The treatment costs were calculated by using the Bina Marga unit price analysis which was then projected to be the penalty cost. Priority of treatment were calculated by Simple Additive Weighting (SAW) method. From regression analysis obtained pavement with excellent rating gave longer time prediction than the lower rating. The treatment strategy divides five streets into 11 segments. From SAW analysis, obtained priority sequence of rehabilitation implementation for the first year: Boulevard street segment-1, Supu-Yusuf street segment-2, Supu-Yusuf segment-1, Balaikota-1 street; for the second year: Boulevard segment-2, Abunawas segment-2; Supu-Yusuf street segment-3, and third year: Boulevard segment-3, Buburanda segment-2, Buburanda street segment-1.

Keywords: pavement, PCI, decrease rate, rehabilitation

A B S T R A K

Kinerja perkerasan yang buruk menyebabkan rendahnya kecepatan yang berakibat pada meningkatnya polusi dan biaya perawatan kendaraan. Namun jumlah jalan tidak sebanding dengan alokasi dana untuk memelihara dan mengelola jaringan jalan. Menurut karakteristik, kinerja jaringan jalan akan menurun yang ditunjukkan oleh kemunduran perkerasan. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi laju penurunan kinerja, untuk mengetahui waktu optimal segmen perawatan / segmen jalan dan untuk menentukan prioritas perawatan. Perawatan perkerasan yang tertunda cenderung akan membutuhkan material lebih banyak, yang akan mengakibatkan eksploitasi tambang batuan. Penelitian ini mencakup penilaian kinerja rinci menggunakan metode Pavement Condition Index (PCI), dilakukan tiga kali dengan interval waktu 4 dan 3 bulan. Penelitian ini dilakukan di lima jalan di Kota Kendari dengan berbagai Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (AADT) dan kondisi yang ada. Dari hasil nilai PCI, analisis regresi digunakan karena sesuai dengan karakteristik penurunan kinerja untuk mengetahui hubungan nilai PCI dan waktu. Strategi perawatan disusun berdasarkan metode PCI kritis. Biaya perawatan dihitung dengan menggunakan analisis harga unit Bina Marga yang kemudian diproyeksikan menjadi biaya penalti. Prioritas perawatan dihitung dengan metode Simple Additive Weighting (SAW). Dari analisis regresi diperoleh perkerasan dengan peringkat sangat baik memberikan prediksi waktu yang lebih lama daripada peringkat yang lebih rendah. Strategi perawatan membagi lima jalan menjadi 11 segmen. Dari analisis SAW, diperoleh urutan prioritas pelaksanaan rehabilitasi untuk tahun I: jalan Boulevard segmen-1, jalan Supu-Yusuf segmen-2, Supu-Yusuf segmen-1, jalan Balaikota-1; untuk tahun II: Boulevard segmen-2, Abunawas segmen-2; Jalan Supu-Yusuf ruas-3, dan tahun ketiga: Boulevard ruas-3, Buburanda ruas-2, Ruas jalan Buburanda-1.

Kata kunci: Trotoar, PCI, Tingkat Penurunan, Rehabilitasi

1. PENDAHULUAN

Banyaknya ruas jalan yang dimiliki tidak sebanding dengan alokasi dana pemeliharaan dan pengelolaan jaringan jalan. Kinerja jaringan jalan harus dievaluasi secara berkala untuk memudahkan penentuan prioritas waktu dan jenis pemeliharaan yang tepat. Banyak faktor yang mempengaruhi kinerja pelayanan perkerasan yang menyulitkan perencanaan program pemeliharaan jaringan jalan yang akurat dan efektif. Mulyono, 2007 menyebutkan kinerja perkerasan menurun seiring meningkatnya beban lalu lintas tahunan, diantaranya disebabkan oleh dampak beban lalu lintas, kualitas konstruksi yang tidak memenuhi standar mutu, pemeliharaan yang buruk, banjir/gerusan air, karakteristik tanah dasar dengan kembang susut tinggi, dan faktor desain lainnya. Faktor penting lainnya adalah lemahnya pemeliharaan rutin yang mengakibatkan kerusakan kecil/ringan berkembang menjadi kerusakan berat dengan cepat. Sistem penganggaran membuat tahap perencanaan dan pelaksanaan pemeliharaan terdapat tenggang waktu yang cukup lama, sedangkan laju kerusakan perkerasan berbanding dengan waktu (KemenPU, 2005).

Perkerasan dengan kinerja yang buruk menyebabkan rendahnya kecepatan yang berakibat pada meningkatnya polusi udara, kebisingan serta keborosan bahan bakar minyak dan secara tidak langsung menyebabkan peningkatan biaya perawatan kendaraan.

Penanganan dini kerusakan jalan akan mengurangi tingkat eksploitasi bahan batuan dibandingkan dengan penanganan saat jalan sudah rusak parah. Penggunaan batuan/material untuk pembangunan jalan di Wilayah Kendari bersumber pada penambangan beberapa sungai di Wilayah Sulawesi Tenggara (Kurdir & Ahmad, 2014) dan Gunung Batu, dan bila diperlukan mendatangkan material dari Palu. Jika penambangan tidak dilakukan sesuai dengan ketentuan dapat merusak lingkungan hidup.

Banjir, longsor salah satunya disebabkan oleh penambangan gunung akibat eksploitasi alam untuk material dan tambang. Menurut Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI), eksploitasi pertambangan dan perkebunan merupakan penyebab banjir di Konawe Utara. ada 458 hektare hutan primer di Konawe Utara yang beralih fungsi jadi area tambang dan sawit. Alih fungsi serupa juga terjadi pada 3.777 hektare hutan sekunder. Deforestasi itu terjadi sepanjang 2000-2016 (Satirman & Fikrie, 2019).

Dalam upaya realisasi *Good governance* penyelenggaraan jalan, pemerintah melalui PP No. 38 tahun 2007 menetapkan Standar Pelayanan Minimal (SPM) Jalan berupa ukuran teknis dalam pengoperasian jalan, berupa : 1) SPM jaringan jalan, meliputi aksesibilitas, mobilitas, keselamatan, dan 2) SPM Ruas jalan yang meliputi kondisi jalan dan kecepatan (Iskandar, 2011).

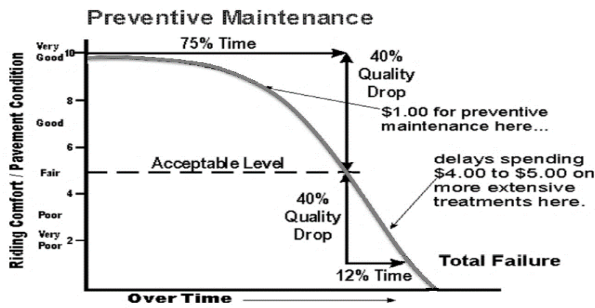
Tahapan paling penting dalam pengelolaan jaringan jalan adalah evaluasi kinerja untuk mengetahui tingkat pelayanan dan kondisi perkerasan sehingga dapat menentukan strategi dan estimasi biaya pemeliharaan sehingga tingkat pelayanan selalu berada pada kondisi optimal (Haas, Hudson, & Falls, 2015). Banyak metode yang digunakan dalam penilaian kondisi dan kinerja perkerasan, salahsatunya adalah metode *Pavement Condition Index* (PCI). Penilaian ini mencakup aspek pelayanan (*serviceability*) jalan dari kondisi kerusakan perkerasan dinyatakan dalam nilai PCI, dengan pedoman dan prosedur penilaian yang ditentukan (Shahin, 2005), (ASTM, 2008)

Beberapa penelitian terdahulu yang melakukan metode survey PCI untuk mengetahui kondisi perkerasan, jenis kerusakan dan rekomendasi penanganannya misalnya penelitian pada beberapa ruas jalan di kota Kendari (Djalante, 2011) dan di ruas jalan Yogyakarta-Parangtritis (Wijaya, 2009). Penelitian yang membandingkan metode PCI dengan metode lain, misalnya metode *Asphalt Institute* (Kusumaningrum, 2009), metode Bina Marga (Bolla, 2012), menyimpulkan bahwa penggunaan PCI lebih disarankan karena memberikan kontribusi pengukuran lebih spesifik dan terukur. Penilaian dengan dua kali survey PCI dalam rentang waktu 8 bulan menunjukkan peningkatan nilai PCI karena adanya pemeliharaan dan penurunan nilai pada ruas jalan yang tidak dilakukan pemeliharaan (Supranoto, 2009).

Penelitian tentang prediksi laju retak perkerasan menggunakan data kinerja jangka panjang sebagai input perhitungan statistik, menyimpulkan bahwa *Survival model* memberikan informasi umum tentang prediksi waktu kerusakan namun lebih tepat untuk mengukur dampak kerusakan berdasarkan waktu daripada memprediksi waktu terjadinya kerusakan (Wang, Mahboub, & Hancher, 2005). Ker, Lee, & Wu, 2008 juga menggunakan data kinerja jangka panjang sebagai input perhitungan dan analisis prediksi laju retak dengan berbagai model analisis regresi.

Dana pemeliharaan terbatas menyebabkan tidak semua ruas jalan dapat ditangani, biaya perkilometer diperkecil sehingga tidak sesuai dengan kebutuhan. Beberapa literatur menyebutkan bahwa setiap pengurangan US\$1 terhadap biaya pemeliharaan mengakibatkan kenaikan biaya operasional kendaraan sebesar US\$2-US\$3 karena perkerasan menjadi lebih rusak. Kondisi ini akan membebani perekonomian keseluruhan (KemenPU, 2005). Pada tingkat pelayanan perkerasan yang dapat diterima, yaitu penurunan kinerja sebesar 40%, terjadi pada 75% umur perkerasan dan penurunan 40% berikutnya terjadi hanya dalam waktu 12% (Gambar 1). Beberapa penelitian menyimpulkan bahwa biaya penanganan pada tingkat pelayanan rendah (di bawah 60%) menjadi lima kali lebih besar daripada biaya penanganan saat kinerja perkerasan masih optimum (di atas 60%) (Johnson, 2006). Dalam Shahin, 2005 (Shahin, 2005) menyebutkan nilai batas kritis PCI yaitu nilai dimana tingkat penurunan nilai PCI atau kebutuhan biaya pemeliharaan meningkat signifikan seiring waktu, berada pada rentang 70-55. Matriks keputusan waktu pemeliharaan perkerasan

berdasarkan nilai PCI dan kelas jalan disajikan pada Tabel 1 (OGRA's Milestone, 2009) dan Gambar 2 menunjukkan jenis-jenis pemeliharaan berdasarkan kondisi perkerasan (AASHTO, 2012).

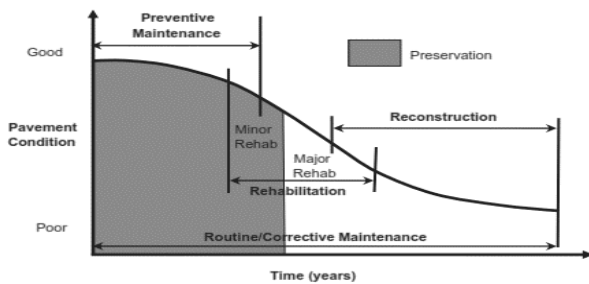


Gambar 1. Hubungan kinerja perkerasan dengan waktu dan biaya pemeliharaan (Haas, et al, 2007).

Tabel 1. Matriks Keputusan PCI

Waktu Pemeliharaan	Kelas Jalan			
	Jln Tol	Arteri	Sekunder	Lokal
> 10 tahun	>85	>85	>80	>80
6-10 tahun	76-85	76-85	71-80	66-80
1-5 tahun	66-75	56-75	51-70	46-65
Rehabilitasi	60-65	50-55	45-50	40-45
Rekonstruksi	<60	<50	<45	<40

(Sumber : Ogra's Milestone, 2009)



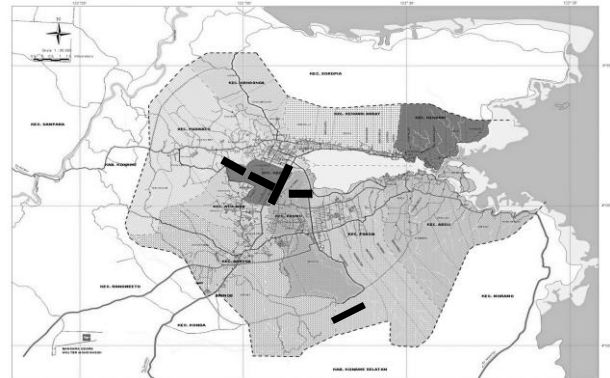
Gambar 2. Hubungan antara kondisi perkerasan dengan jenis-jenis pemeliharaan. (AASHTO, 2012)

Dari uraian tersebut diatas sangat penting untuk memprediksi laju penurunan kinerja perkerasan. Tujuan penelitian ini adalah memprediksi laju penurunan kinerja untuk menentukan waktu optimal pelaksanaan rehabilitasi, mengetahui jenis penanganan sesuai tingkat dan jenis kerusakan, mengetahui kebutuhan biaya penanganan serta menentukan prioritas penanganannya.

2. METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada lima ruas jalan di Kota Kendari yaitu jl. Balaikota 1, jl. Abunawas, jl. Supu Yusuf, jl. Buburanda dengan status jalan kota, kolektor sekunder, kelas II dengan beban Muatan Sumbu Terberat (MST) 8 ton dan jl. Boulevard yang merupakan jalan nasional, kolektor primer, kelas I dengan MST > 10 ton. Pemilihan jalan Boulevard adalah sebagai pembanding untuk mewakili ruas jalan dengan beban dan LHR tinggi karena ruas jalan kota dengan karakteristik tersebut baru selesai dilakukan

rekonstruksi sehingga tidak akan memberikan gambaran yang diharapkan apabila digunakan dalam penelitian ini. Ruas jalan lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3 dan deskripsi teknisnya dapat dilihat pada Tabel 2 .



Gambar 3. Peta lokasi penelitian di kota Kendari, Propinsi Sulawesi Tenggara.

Motode Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan pada bulan Juni 2017, Oktober 2017 dan Januari 2018, berupa Data Kinerja Perkerasan yang diperoleh dengan cara survey menggunakan metode PCI dan data inventarisasi jalan berupa panjang, lebar dan dimensi bagian-bagian jalan (bahu jalan, median, drainase). Data sekunder yang dikumpulkan adalah Peta jaringan jalan, data volume lalu lintas (LHR), data penanganan jalan eksisting, data Daftar Harga Satuan dan Data Inflasi Kota Kendari.

Langkah Penelitian dan Metode Analisis Data

Ruas jalan yang diteliti adalah ruas jalan kota dengan beban, LHR dan kondisi eksisting yang bervariasi untuk mengetahui kecenderungan perkembangan kondisi perkerasannya dengan mengkomodir aspek hierarki dan integrasi jaringan jalan

Pelaksanaan survey kondisi perkerasan dilakukan secara periodik sebanyak 3 kali dengan rentang waktu 4 bulan dan 3 bulan. Penilaian kinerja perkerasan menggunakan metode PCI sesuai manual dan prosedur metode PCI (Shahin, 2005) (ASTM, 2008)

Analisis prediksi penurunan kinerja perkerasan dilakukan berdasarkan nilai PCI dengan metode statistik yaitu *Straight line extrapolation, Regression Technique, Polynomial Constrained Least Squares* dan linearisasi kurva tidak linear berupa transformasi log dan transformasi ln. Dari beberapa model persamaan yang digunakan, dipilih persamaan yang memberikan perkiraan terbaik yaitu nilai koefisien korelasi (r) paling mendekati satu (1).

Penentuan strategi penanganan ditentukan dari prediksi nilai PCI dilakukan analisis penanganan menggunakan *Multi-Year Major M&R Planning based on Minimum PCI* dan *Critical PCI Method*, sehingga diperoleh strategi waktu penanganan dengan mempertahankan kinerja perkerasan yang optimal

Perhitungan biaya menggunakan analisa harga satuan pekerjaan Bina Marga. Jenis penanganan berdasarkan prediksi nilai PCI dengan prioritas yang telah dihasilkan pada strategi penanganan. Kemudian menghitung *penalty cost* sebagai konsekwensi biaya akibat adanya penundaan penanganan. *Penalty cost* dihitung dengan persamaan 1.

$$Penalty\ Cost\ (\%) = \left(\frac{c_f - c_s}{c_s}\right) \times 100 \tag{1}$$

Penentuan prioritas dengan metode Simple Additive Weighting (SAW)

Menentukan bobot masing-masing kriteria (faktor yang menjadi pertimbangan dalam penentuan prioritas) yaitu PCI = 40%, LHR = 35%, *Pinalty cost* = 25% (Pembobotan kriteria dilakukan dengan *engineering judgement* berdasarkan SK 77/KPTS/DB 1990 (Ditjen Bina Marga, 1990), PP No. 34 tahun 2006 (Republik Indonesia, 2006), Permen PU No. 13 tahun 2011 (KemenPU, 2011), Permen PUPR No. 47/PRT/M/2015 tentang Penggunaan DAK bidang infrastruktur (KemenPU, 2015).

Pembuatan matriks semua alternatif/ruas jalan berdasarkan kriteria waktu rehabilitasi, LHR dan *Penalty Cost*. Kemudian menormalisasi matriks dengan pers. (2) dan (3) yang menghasilkan matriks bobot tiap alternatif sesuai kriteria.

$$r_{ij} = (Min\ X_{ij}) / (X_{ij}), \text{ untuk waktu} \tag{2}$$

$$r_{ij} = (X_{ij}) / (Max\ X_{ij}), \text{ untuk LHR, } \textit{penalty cost} \tag{3}$$

Proses perangkingan menggunakan bobot kriteria pengambil kebijakan (PCI = 0,4; LHR = 0,35; *Penalty cost* = 0,25) dikalikan dengan matriks hasil normalisasi menggunakan persamaan 4. Urutan prioritas ditentukan berdasarkan alternatif yang mempunyai nilai tertinggi.

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j r_{ij} \tag{4}$$

Tabel 2. Deskripsi Ruas Jalan Lokasi Penelitian

Ruas Jalan	Tipe, jenis lapis penutup	Panjang, lebar perkerasan	Rehabilitasi Terakhir	Tingkat LHR
1. Jl. Balaikota 1	4/2 UD, ATB	537 m, 14 m	Thn 1998	789 kend/jam
2. Jl. Abunawas	4/2 UD, ATB	1.131 m, 15 m	Thn 2005	2.039 kend/jam
3. Jl. Supu Yusuf	4/2 D&4/2UD, ATB, AC	2.046 m, 2x6m, 9m, 8 m	Thn 2007, 2014	1.243 kend/jam
4. Jl. Buburanda	4/2 D, ATB	653 m, 2x6 m	Thn 2001	2.625 kend/jam
5. Jl. Boulevard	4/2 UD, ATB, AC	2.500 m, 12 m	Thn 2000, 2012	23.436 kend/jam

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks Kondisi Perkerasan

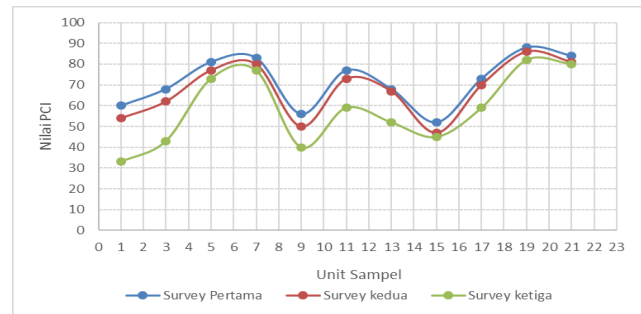
Data kondisi perkerasan diperoleh dari lokasi penelitian. Dari pengolahan data diperoleh nilai PCI masing-masing unit sampel menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu seiring bertambahnya waktu, terjadi penurunan nilai kondisi yang besarnya dipengaruhi oleh karakteristik ruas jalan. Nilai PCI ruas jalan dan rata-ratanya ditampilkan pada gambar 4-9.

Secara umum jenis kerusakan yang terjadi adalah *raveling*, *potholes*, *alligator crack* cenderung diakibatkan oleh kelelahan/*fatig* material yaitu lepasnya ikatan antara material agregat dan aspal akibat beban berulang karena umur perkerasan yang cukup lama (Ker et al., 2008).

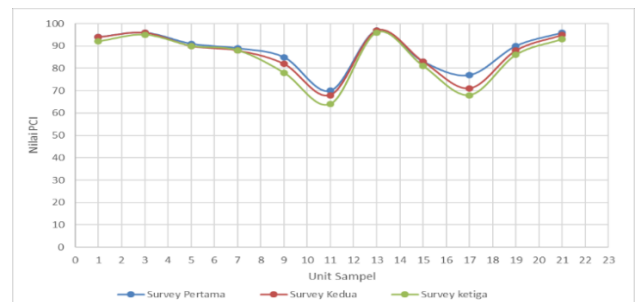
Penyebab lain adalah kondisi tanah dasar yang merupakan tanah timbunan rawa/reklamasi pantai menyebabkan penurunan perkerasan, tidak ada/tidak berfungsinya drainase sehingga air menggenang pada badan jalan dan mengalir pada pinggir perkerasan. Bahu jalan yang tidak diperkeras menyebabkan material bahu jalan menutupi sebagian badan jalan yang menyebabkan kerusakan jenis *edge cracking* berkembang relatif cepat.

Dari Gambar 4 – 9, laju penurunan kinerja ruas jalan dapat membentuk persamaan (Tabel 3) dan grafik model penurunan kinerja perkerasan (*Pavement Performance*

Model) (seperti pada Gambar 1) yang ditampilkan pada Gambar 10 - 14.



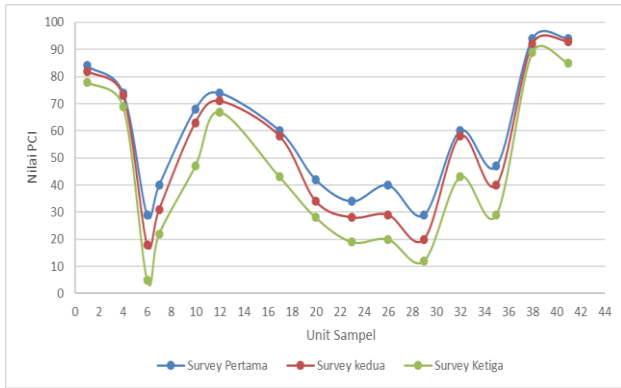
Gambar 4. Nilai PCI jl. Balaikota 1



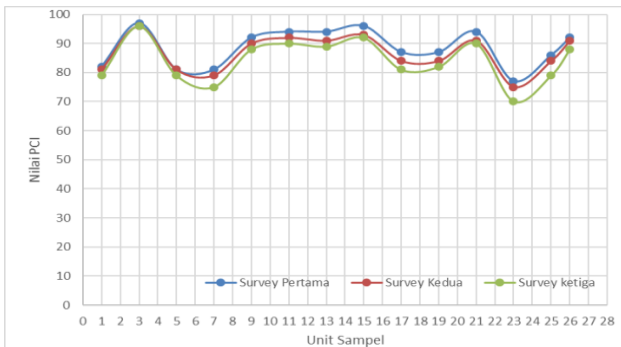
Gambar 5. Nilai PCI jl. Abunawas



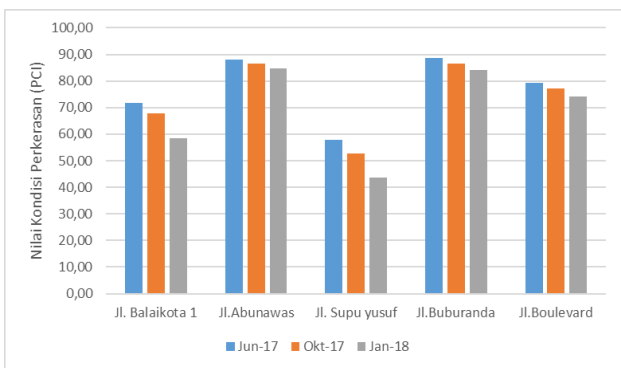
Gambar 6. Nilai PCI jl. Supu Yusuf



Gambar 7. Nilai PCI jl. Buburanda



Gambar 8. Nilai PCI jl. Boulevard



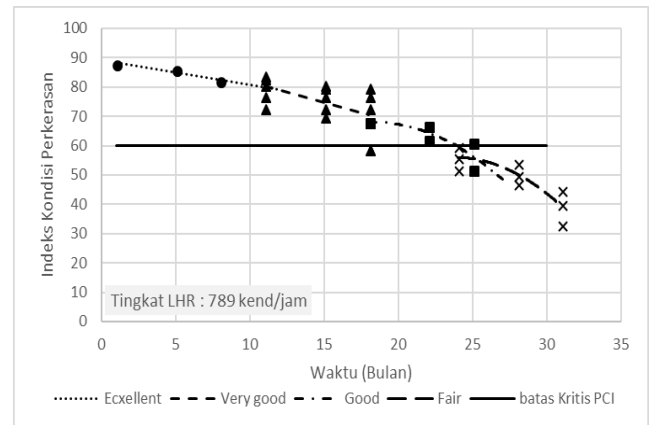
Gambar 9. Nilai PCI rata-rata ruas jalan

Prediksi Penurunan Nilai PCI

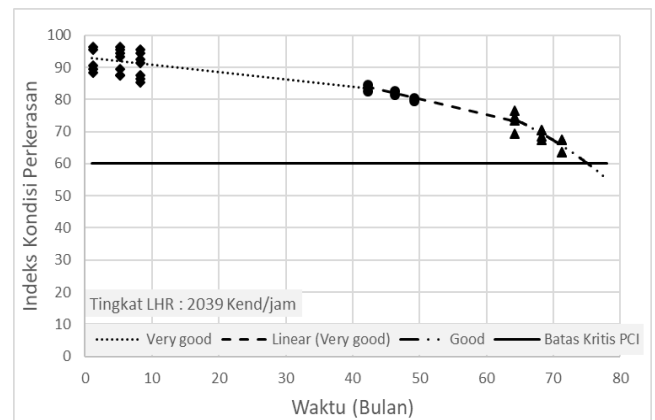
Dari nilai PCI digunakan analisis regresi yang disesuaikan dengan karakteristik penurunan kinerja dimana pada rating *excellent* dan *very good* (sebelum mencapai batas kritis PCI), penurunan kinerja cenderung linear dan berubah menjadi eksponensial setelah melewati batas kritis (Gambar 1 dan 2)

(AASHTO, 2012). Dari lima jenis analisis regresi, regresi linear digunakan untuk menggambarkan kecenderungan segmen yang mempunyai rating *excellent* dan *very good*, sedangkan rating di bawahnya menggunakan regresi polinomial orde 2. Masing-masing memberikan nilai koefisien korelasi paling besar dan grafiknya memberikan kecenderungan yang sama dengan karakteristik penurunan kinerja.

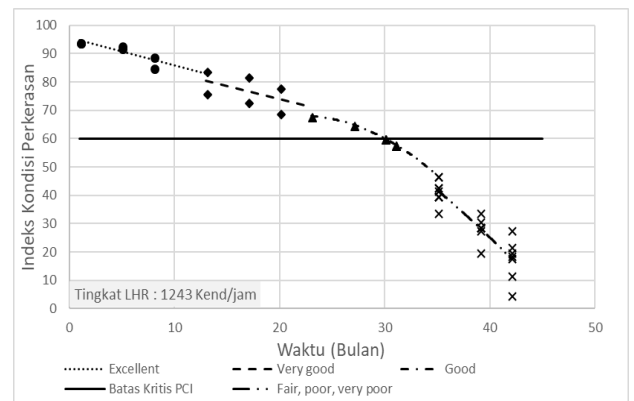
Dari Gambar 10-14 terlihat ada perbedaan pola penurunan kinerja antara rating dimana kondisi terbaik (*excellent*) memberikan laju penurunan lebih lama daripada rating di bawahnya dan kondisi terburuk (*very poor*) memberikan laju penurunan lebih cepat daripada rating di atasnya.



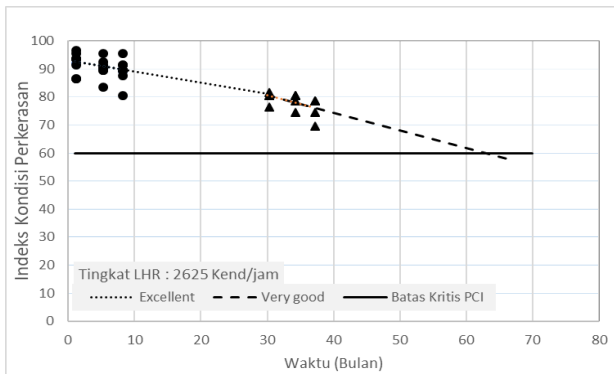
Gambar 10. Laju penurunan kinerja jl. Balaikota 1.



Gambar 11. Laju penurunan kinerja jl. Abunawas

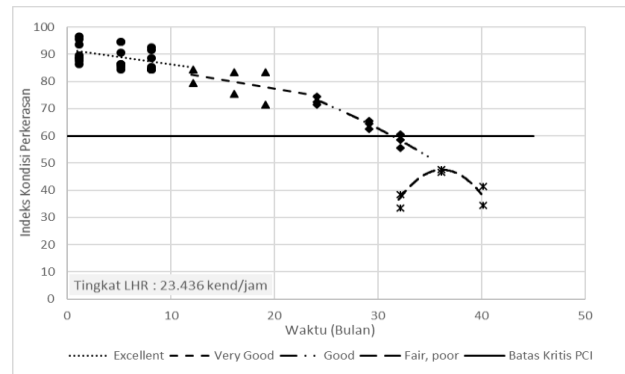


Gambar 12. Laju penurunan kinerja jl. Supu Yusuf



Gambar 13. Laju penurunan kinerja jl. Buburanda.

Pada Gambar 14, rating *poor*, *very poor* jl. Boulevard terjadi peningkatan nilai PCI pada survey kedua karena pada selang waktu antara survey pertama dan survey kedua dilakukan pemeliharaan rutin berupa *surface patching* (tambalan permukaan) untuk lubang dan retak parah, namun karena



Gambar 14. Laju penurunan kinerja jl. Boulevard

kerusakan sampai pada lapis pondasi maka perkerasan kembali mengalami penurunan kondisi dengan cepat (Supranoto, 2009). Kerusakan yang sampai pada lapis pondasi seharusnya ditangani dari lapis pondasi atau tanah dasarnya.

Tabel 3. Persamaan regresi laju penurunan kinerja dan prediksi waktu rehabilitasi

No.	Ruas Jalan	Persamaan	R ²	Standar error	Prediksi (Bln)
I.	Jalan Balaikota 1				
	1. Excellent	$y = -0,8378 x + 89,2430$	0,9276	-0,00007	24,57
	2. Very Good	$y = -1,3973 x + 81,6540$	0,9314	-0,00800	20,69
	3. Good	$y = -0,5893 x^2 + 2,6607 x + 65,9290$	0,9392	-0,00135	13,07
II.	Jalan Abunawas				
	1. Excellent	$y = -0,1748 x + 93,3900$	0,9745	-0,00611	76,61
	2. Very Good	$y = -0,6284 x + 84,9320$	0,6957	-0,00021	34,33
III.	Jalan Supu Yusuf				
	1. Excellent	$y = -0,9662 x + 95,676$	0,7330	-0,00238	30,63
	2. Very Good	$y = -0,8378 x + 78,5770$	0,9276	-0,00403	12,62
	3. Good	$y = -0,5913 x^2 + 2,7976 x + 60,4600$	0,8576	-0,00255	4,89
IV.	Jalan Buburanda				
	1. Excellent	$y = -0,3953 x + 92,9230$	0,9934	-0,00235	64,16
V.	Jalan Boulevard				
	1. Excellent	$y = -0,6467 x + 92,3510$	0,9861	-0,00157	33,52
	2. Very Good	$y = -0,9189 x + 82,1220$	0,6425	0,02458	19,06
	3. Good	$y = -0,6429 x^2 - 7,3571 x + 27,2860$	0,9593	0,00008	5,87
	4. Poor, very poor	$y = -0,75 x^2 + 7,25 x + 30$	0,6673	0,00690	0

Pada beberapa persamaan (Tabel 3), nilai koefisien korelasi (R^2) yang rendah disebabkan oleh besarnya variasi data akibat kondisi perkerasan yang bervariasi pula. Perkerasan kondisi *fair*, *poor*, *very poor* prediksi waktunya adalah 0 bulan karena ambang batas kritis PCI = 60 telah terlampaui. Dari prediksi waktu rehabilitasi (Tabel 3), diperoleh kesimpulan yang tidak mencapai waktu seperti matriks keputusan PCI (Tabel 1). Pada ruas jalan yang ditinjau, saluran drainase tidak ada dan/atau tidak berfungsi dengan baik, bahu jalan tidak diperkeras/tanpa lapis penutup dan elevasinya lebih tinggi dari badan jalan. Air hujan mengalir dan menggenangi badan jalan serta tertinggal di bahu jalan

berhari-hari, menyebabkan kerusakan lubang (*potholes*) dan berbagai jenis retak (*cracking*) berkembang dengan cepat. Pinggir perkerasan juga tertutup oleh tanah/material bahu jalan menyebabkan kerusakan retak pinggir (*edge cracking*) berkembang relatif cepat. Hal ini terlihat dengan kerusakan retak pinggir yang hampir mendominasi semua unit sampel dengan perkembangan kerusakan yang cukup tinggi. Umur perkerasan (waktu rehabilitasi terakhir) juga mempengaruhi terjadinya retak fatig, tegangan tarik kritis di bawah lapis perkerasan terlampaui, hilangnya ikatan antara agregat dan aspal juga mempengaruhi kecepatan laju penurunan kinerja. (Ker et al., 2008)

Banyaknya faktor yang menyebabkan penurunan kinerja (Mulyono, 2007), kondisi perkerasan yang bervariasi, dan adanya perbedaan pola penurunan, sehingga prediksi laju penurunan kinerja didasarkan pada nilai rating. Tiap ruas jalan terbagi menjadi beberapa segmen sesuai kondisinya. Dari persamaan laju penurunan kinerja (Tabel 3 dan Gambar 10–14), penyelenggara jalan dapat memprediksi waktu rehabilitasi segmen/ruas jalan berdasarkan nilai minimum pelayanan atau batas kritis berkaitan dengan perencanaan pendanaan (Haas et al., 2015). Untuk batas kritis PCI pada tingkat 60 (*good*), tiap segmen ruas jalan dapat dihitung waktu pelaksanaan rehabilitasi (Tabel 3).

Strategi Penanganan

Dari perbedaan laju penurunan kinerja perkerasan menunjukkan bahwa penurunan kinerja perkerasan dipengaruhi oleh umur perkerasan, kondisi tanah dasar, kondisi eksisting perkerasan, jenis kerusakan, tingkat keparahan dan kerapatan kerusakan, kondisi lingkungan dan ketersediaan/berfungsinya drainase dan bahu jalan serta bangunan pelengkap lainnya.

Dari laju penurunan kinerja dan persamaannya (Gambar 10-14, Tabel 3), penyelenggara perkerasan dapat memprediksi waktu rehabilitasi segmen/ruas jalan berdasarkan nilai minimum pelayanan (*multy-years Mayor M&R-minimum PCI method*) atau di atas ambang batas kritis (*multy-years Mayor M&R-critical PCI Method*) (Shahin, 2005). Berdasarkan hubungan kinerja dengan waktu dan biaya pemeliharaan (Haas et al., 2015), maka penelitian ini menggunakan nilai minimum PCI sekaligus nilai batas kritis PCI pada tingkat 60 (*good*) yang jenis penanganannya adalah rehabilitasi (Shahin, 2005).

Rehabilitasi dilakukan secara segmental berdasarkan nilai kondisi perkerasan kemudian ditentukan strategi penanganan tahun jamak (*Multi-years Major M&R*) (Tabel 4) dengan pertimbangan efektifitas pelaksanaan pekerjaan. Pelaksanaan *Major M&R* terdiri dari *structural overlay* dan *non-structural overlay* disesuaikan dengan kondisi nilai PCI tiap unit sampel. Untuk segmen yang mengalami kerusakan sampai pada tingkat struktural dilakukan perbaikan setempat secara struktural (*localized safety*), atau yang bersifat fungsional (*localized preventive*) kemudian dilakukan overlay menyeluruh (struktural atau fungsional sesuai kondisi perkerasan). Kegiatan yang termasuk *localized safety* adalah penambalan struktural (*deep patching*), *patching-asphalt concrete (AC) Shallow*, *patching-AC deep*, *patching-AC leveling*, laburan aspal setempat (*surface dressing*), sedangkan untuk perbaikan setempat yang bersifat fungsional (*localized preventive*) berupa *patching*, *crack sealing*. Dilakukan pula penanganan terhadap drainase (pembangunan atau pemeliharaan) dan bahu jalan (perkerasan atau pembangunan trotoar) sesuai kondisi dan karakteristik ruas jalan. Strategi penanganan secara rinci tiap unit sampel ruas jalan berdasarkan jenis kerusakan dan tingkat keparahannya, mengacu pada Shahin, 2005 dan Permen PU No. 13/2011 (KemenPU, 2011).

Jenis Penanganan Sesuai Tingkat Dan Jenis Kerusakan

Jalan Balaikota 1.

Jl. Balaikota 1 terdiri dari 1 segmen karena kondisi perkerasan relatif sama dan untuk efektifitas pelaksanaan. Strategi penanganan berdasarkan prediksi waktu pelaksanaan rehabilitasi dilakukan pada tahun ke-1 (Tabel 4).

Jalan Abunawas.

Jl. Abunawas terbagi menjadi 2 segmen, penanganannya pada tahun ke-2 dan ke-6 (Tabel 2). Untuk segmen 1 (*excellent*), rehabilitasi diprediksi pada tahun ke-6, sebelumnya dapat dilakukan pemeliharaan rutin (*preventive maintenance*) berupa *crack sealing* dan laburan aspal untuk menjaga kondisinya sehingga mencegah/memperlambat penurunan kinerja. Penanganan segmen 2 tahun ke-2 berupa overlay struktural dan fungsional untuk mencegah *cracking* dan *rutting* berkembang lebih luas, meningkatkan kekasaran (*roughness*), *skid resistance* serta mengembalikan kinerja perkerasan pada level *excellent* (100). Pemeliharaan drainase dilakukan sepanjang ruas jalan dan pembangunan trotoar pada STA 0+350-0+550.

Jalan Supu Yusuf.

Secara umum, jl. Supu Yusuf dalam kondisi *fair* namun beberapa unit sampel memberikan nilai sangat buruk yang menunjukkan kegagalan struktur (*very poor, failed*). Banyak kerusakan struktural yang terjadi karena kondisi tanah dasar yang merupakan tanah reklamasi pantai/rawa, menyebabkan penurunan perkerasan, sistem drainase yang tidak berfungsi, sehingga air menggenang pada badan jalan berhari-hari dan material bahu jalan menimbun hampir setengah badan jalan. Hal ini menimbulkan kerusakan retak dan lubang berkembang lebih cepat. Umur perkerasan yang cukup lama juga menimbulkan kelelahan atau *fatig* material yang menyebabkan hilangnya ikatan antara aspal dan agregat (Ker et al., 2008). Penanganan jalan Supu Yusuf terbagi menjadi 3 segmen yang dilakukan pada tahun pertama dan tahun kedua (Tabel 4).

Tabel 4. Waktu rehabilitasi berdasarkan strategi penanganan tahun jamak

Pembagian Segmen per Ruas Jalan	Strategi Penanganan	
	Waktu prediksi rata-rata (bulan)*	Waktu rehabilitasi
1. Jl. Balaikota Seg. 1 (STA 0+000-0+537)	10,25	Thn ke-1
2. Jl. Abunawas Seg.1 (STA 0+000 - 0+200) Seg. 2 (STA 0+200 - 0+550)	76,61 25,46	Thn ke-6 Thn ke-2
3. Jl. Supu Yusuf Seg. 1 (STA 0+000 - 0+600) Seg. 2 (STA 0+800 - 1+750) Seg. 3 (STA 1+750 - 2+046)	3,73 0,00 30,63	Thn ke-1 Thn ke-1 Thn ke-2
4. Jl. Buburanda Sisi Kiri (STA 0+000-0+653) Sisi Kanan (STA 0+000- 0+653)	51,23 46,93	Thn ke-3 Thn ke-3

5. Jl. Boulevard		
Seg.1 (0+000-1+000)	4,155	Thn ke-1
Seg.2 (1+000-1+750)	24,84	Thn ke-2
Seg.3 (1+750-2+500)	33,52	Thn ke-3
* = $\frac{\sum \text{unit sampel} \times \text{prediksi waktu berdasarkan rating}}{\text{Jumlah unit sampel 1 segmen}}$		

Jalan Buburanda.

Kondisi jl. Buburanda secara umum masih dalam kondisi sangat baik (*very good*). Namun pada beberapa titik sampel terdapat kerusakan lubang (*potholes*), retak (*crack*) berupa retak buaya (*alligator crack*), retak pinggir (*edge crack*), retak slip (*slippage crack*), pelepasan butir (*ravelling*) kategori rendah (*low*). Kerusakan tersebut disebabkan karena tidak adanya drainase yang menyebabkan air menggenangi badan jalan dan bahu jalan, bahu jalan yang tidak diperkeras/tanpa lapis penutup menyebabkan material bahu jalan menutupi pinggir perkerasan, dan di beberapa titik terdapat perbedaan elevasi yang besar antara badan jalan dan bahu jalan.

Berdasarkan perhitungan laju penurunan kinerja dimana jenis kerusakan tersebut akan memberikan dampak terhadap penurunan kinerja, maka pada strategi penanganan tahun ketiga (Tabel 4), jalan Buburanda harus mendapat penanganan berupa overlay struktural dan fungsional dengan penambalan lubang setempat untuk mencegah kerusakan berkembang menjadi lebih luas, meningkatkan kekasaran (*roughness*) dan *skid resistance* serta mengembalikan kinerja perkerasan pada level *excellent* (100). Diperlukan pula pembangunan drainase dan trotoar. Penanganan terbagi menjadi 2 segmen dengan pertimbangan efektifitas pekerjaan yaitu sisi kiri dan sisi kanan.

Jalan Boulevard.

Secara umum, jl. Boulevard (Tabel 5.14) memiliki kondisi perkerasan yang bervariasi karena rehabilitasi sebelumnya dilakukan secara segmental. Penanganan yang dilakukan pada jl. Boulevard berdasarkan prediksi waktu pelaksanaan rehabilitasi dan strategi penanganan dibagi menjadi 3 segmen yang dilakukan pada tahun ke-1, tahun ke-2 dan ke-3 (Tabel 4). Jenis penanganan secara rinci seperti tercantum pada Tabel E pada Lampiran.

Perhitungan Biaya Penanganan

Perhitungan biaya pekerjaan berdasarkan volume dan dimensi jenis pekerjaan yang direncanakan. Pada penelitian ini, perencanaan tebal lapis perkerasan, komposisi campuran, dimensi drainase, trotoar maupun kriteria perencanaan lainnya ditentukan berdasarkan acuan minimal yang ditetapkan dalam spesifikasi umum Bina Marga, tidak dilakukan perhitungan dan perencanaan secara detail karena tidak tersedianya data yang dibutuhkan sebagai dasar perencanaan.

Perhitungan biaya pekerjaan menggunakan Analisa Harga Satuan Bina Marga tahun 2014 (Ditjen Bina Marga, 2014a) berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2010 revisi 3 (Ditjen Bina Marga, 2014b), sesuai Surat Edaran

Dirjen Bina Marga no. 10/SE/Db/2014. Sedangkan harga satuan menggunakan Daftar Harga Satuan Kota Kendari tahun 2018 berdasarkan SK Walikota Kendari No. 616 tahun 2017, tanggal 2 Juni 2017 tentang Standarisasi Harga Satuan Barang dan Jasa di Lingkup Pemerintah Kota Kendari tahun anggaran 2018 (Pemerintah, 2017). Perhitungan biaya pekerjaan dimulai dari perhitungan analisa harga satuan bahan, alat dan upah, analisa alat, analisa pengadaan bahan/material, analisa harga satuan pekerjaan, perhitungan volume/kuantitas pekerjaan dan perhitungan rekapitulasi anggaran biaya pekerjaan. Rekapitulasi hasil perhitungan biaya penanganan ditampilkan pada Tabel 5.

Perhitungan Penalty Cost

Hasil perhitungan biaya penanganan merupakan biaya penanganan berdasarkan prediksi kinerja tetapi menggunakan biaya tahun berjalan (2018). Sehingga harus dihitung biaya ketika penanganan akan dilakukan pada tahun yang diproyeksikan serta konsekuensi biaya yang harus dikeluarkan ketika dilakukan penundaan waktu penanganan

Dari strategi penanganan yang ditentukan berdasarkan prediksi nilai PCI, beberapa unit sampel pada beberapa segmen mengalami penundaan penanganan, dilakukan perbaikan setempat secara struktural (*localized safety*), atau yang bersifat fungsional (*localized preventive*) untuk menjaga ruas jalan tetap memberikan keamanan bagi pengguna jalan dan untuk mencegah penurunan kinerja yang lebih cepat. Konsekuensi biaya yang harus dikeluarkan akibat penundaan untuk menjaga perkerasan pada tingkat pelayanan optimal adalah biaya penambalan lubang (*patching*) dan pengisian retak (*crack sealing*) pada lokasi :

- Jl. Abunawas segmen 2 (Sta 0+200–0+275, 0+400–0+425)
- Jl. Buburanda segmen 1, (Sta 0+000–0+050, 0+200–0+350)
- Jl. Buburanda segmen 2, (Sta 0+150– 0+300, 0+450–0+600)

Untuk menghitung nilai *penalty cost* masing-masing ruas jalan digunakan persamaan (1), hasilnya ditampilkan pada Tabel 5.

Dari Tabel 5, terlihat bahwa pemilihan strategi penanganan berdasarkan kondisi perkerasan berpengaruh pada ada tidaknya biaya penanganan akibat penundaan. Diharapkan dengan pemilihan strategi penanganan yang tepat dan sesuai kondisi lapangan dapat mengurangi atau menghilangkan biaya yang harus dikeluarkan akibat penundaan penanganan. Untuk penentuan prioritas, jalan Abunawas segmen 1 yang prediksi pelaksanaan rehabilitasinya pada tahun ke-6 diabaikan dalam perhitungan biaya penanganan dan penentuan urutan prioritas.

Penentuan Prioritas

Untuk menentukan prioritas penanganan paling optimal digunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). Konsep dasar metode SAW seperti dalam Fishburn (1967)

dalam Geetha and Sekar, (2015) adalah penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut. Metode SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada. Penentuan prioritas berdasarkan waktu pelaksanaan rehabilitasi, tingkat LHR dan *penalty cost* dihitung dengan metode SAW menggunakan persamaan (2), (3), dan (4) yang hasilnya ditampilkan pada Tabel 6.

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa urutan prioritas penanganan dengan mempertimbangkan faktor nilai kondisi perkerasan (waktu pelaksanaan rehabilitasi), tingkat pelayanan (LHR) dan biaya penanganan (*penalty cost*) berturut-turut untuk tahun pertama adalah jalan Boulevard segmen 1, jl. Supu Yusuf segmen 2, jl. Supu Yusuf segmen 1, dan jl. Balaikota 1. Untuk tahun kedua, jl. Boulevard segmen 2, jl. Abunawas segmen 2, jl. Supu Yusuf segmen 3 dan untuk tahun ketiga adalah jl. Boulevard segmen 3, jl. Buburanda segmen 2 dan jl. Buburanda segmen 1.

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa urutan prioritas penanganan dengan mempertimbangkan faktor nilai kondisi perkerasan (waktu pelaksanaan rehabilitasi), tingkat pelayanan (LHR) dan biaya penanganan (*penalty cost*) berturut-turut untuk tahun pertama adalah jalan Boulevard segmen 1, jl. Supu Yusuf segmen 2, jl. Supu Yusuf segmen 1, dan jl. Balaikota 1. Untuk tahun kedua, jl. Boulevard segmen 2, jl. Abunawas segmen 2, jl. Supu Yusuf segmen 3 dan untuk tahun ketiga adalah jl. Boulevard segmen 3, jl. Buburanda segmen 2 dan jl. Buburanda segmen 1.

Metode penentuan prioritas seperti ini sangat membantu ketika terdiri dari banyak ruas jalan sebagai alternatif dan banyak kriteria yang harus dipertimbangkan dalam penentuan prioritas. Kriteria yang digunakan ataupun nilai bobot kriteria dapat ditentukan tergantung arah kebijakan yang diinginkan oleh penyelenggara perkerasan.

Tabel 5. Hasil perhitungan biaya penanganan dan *Penalty Cost*

No.	Ruas Jalan	Tahun Penanganan	Biaya Saat ini (Cs) *	Biaya yang akan datang (Cf = Cf'+Cd)		<i>Penalty Cost</i> (%) $\frac{(Cf - Cs)}{Cs} \times 100\%$
				Biaya pada tahun proyeksi $Cf' = Cs \times (1 + i)^n$	Biaya penanganan akibat penundaan (Cd)**	
1	Balaikota 1	1	3.355.950.000	3.501.933.825	-	4,35
2	Abunawas Seg.2	2	1.917.718.000	2.088.188.268	39.703.446,055	10,96
3	Supu Yusuf seg. 1	1	2.302.237.000	2.402.384.310	-	4,35
4	Supu Yusuf seg. 2	1	5.194.053.000	5.419.994.306	-	4,35
5	Supu Yusuf seg. 3	2	1.049.928.000	1.143.258.462	-	8,89
6	Buburanda seg. 1	3	2.035.655.000	2.313.031.443	79.406.892,110	17,53
7	Buburanda seg. 2	3	1.992.804.000	2.264.341.606	79.406.892,110	17,61
8	Boulevard seg. 1	1	7.441.320.000	7.765.017.420	-	4,35
9	Boulevard seg. 2	2	3.929.968.000	4.279.311.698	-	8,89
10	Boulevard seg. 3	3	4.101.030.000	4.659.832.505	-	13,63

* Dari perhitungan rekapitulasi harga pekerjaan untuk harga satuan tahun 2018

i = rata-rata laju inflasi kota Kendari sejak 5 tahun terakhir (2013-2017) = 4,35 (BPS Kota Kendari, 2018)

n = tahun penanganan

** Dari perhitungan analisa pekerjaan Pemeliharaan Rutin Perkerasan

Tabel 6. Nilai bobot akhir dan hasil urutan prioritas tiap tahun penanganan

Alternatif	Waktu (Bln)	Kriteria			Kriteria (Hasil Normalisasi)			Bobot akhir	Urutan Prioritas
		LHR (Kend/jam)	<i>Penalty cost</i> (%)		Waktu (40%)	LHR (35%)	<i>Penalty Cost</i> (25%)		
Tahun ke-1									
Jl. Balaikota 1	10,25	789	4,35	0,09754	0,03367	0,24701	0,11255	4	
Jl. Supu Yusuf Seg. 1	3,73	1243	4,35	0,26786	0,05304	0,24701	0,18746	3	
Jl. Supu Yusuf Seg. 2	0,00	1243	4,35	1,00000	0,05304	0,24701	0,48032	2	
Jl. Boulevard seg.1	4,16	23436	4,35	0,24067	1,00000	0,24701	0,50802	1	
Tahun ke-2									
Jl. Abunawas seg.2	25,46	2039	10,96	0,03927	0,08700	0,59022	0,19372	2	
Jl. Boulevard seg.2	24,84	23436	8,89	0,04025	1,00000	0,49229	0,48917	1	
Jl. Supu Yusuf Seg. 3	30,63	1243	8,89	0,03265	0,05304	0,50477	0,15781	3	
Tahun ke-3									
Jl. Buburanda seg. 1	51,23	2625	17,53	0,01952	0,11201	0,99524	0,29582	3	
Jl. Buburanda seg. 2	46,93	2625	17,61	0,02131	0,11201	1,00000	0,29773	2	
Jl. Boulevard seg.3	33,52	23436	13,63	0,02983	1,00000	0,77373	0,55537	1	

Penanganan Isu kerusakan Lingkungan

Pengaturan penambangan batuan mengacu pada UU No. 4 Tahun 2009 dan Peraturan Pemerintah turunannya yaitu PP No. 23 Tahun 2010 tentang pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara Sitinjau, 2011. Kebijakan tentang pengelolaan lingkungan hidup, Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup bertujuan agar terjadi perubahan paradigma pembangunan dari yang bertumpu pada pertumbuhan yang berfokus pada kepentingan ekonomi, menjadi bertumpu pada pembangunan berkelanjutan (Purnaweni, 2014). Pelaksanaannya diperlukan kerjasama dari semua pihak, baik dari pihak pemerintah, pemangku kepentingan, Lembaga Swadaya Masyarakat dan juga masyarakat pada umumnya.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis data dan pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Hasil penilaian kondisi perkerasan secara periodik pada lima (5) ruas jalan obyek penelitian memberikan kecenderungan yang sama yaitu penurunan kondisi perkerasan dengan laju penurunan yang berbeda-beda tergantung karakteristik masing-masing ruas jalan. Perkerasan yang telah melampaui nilai batas kritis PCI mempunyai laju penurunan kondisi lebih cepat daripada sebelum mencapai batas kritis PCI.
2. Strategi penanganan berdasarkan *Multy-Years Major M&R based on Minimum PCI dan Critical PCI* membagi 5 ruas jalan menjadi 11 segmen sesuai tingkat dan jenis kerusakan beserta prediksi waktu rehabilitasinya dengan mempertimbangkan efektifitas pelaksanaan pekerjaan. Dari 11 segmen tersebut ditentukan 4 segmen ditangani pada tahun pertama, 3 segmen pada tahun kedua, 3 segmen pada tahun ketiga (1 segmen diabaikan). Masing-masing segmen jalan dihitung biaya penanganannya yang kemudian diproyeksikan dalam *penalty cost*.
3. Penentuan prioritas yang mempertimbangkan nilai kondisi perkerasan, tingkat pelayanan (LHR) dan biaya penanganan dihitung dengan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). Dari analisis SAW diperoleh urutan prioritas rehabilitasi berturut-turut yaitu tahun pertama: jl. Boulevard segmen 1, jl. Supu Yusuf segmen 2, jl. Supu Yusuf segmen 1, jl. Balaikota 1; tahun kedua yaitu jl. Boulevard segmen 2, jl. Abunawas segmen 2, jl. Supu Yusuf segmen 3 dan tahun ketiga ; jl. Boulevard segmen 3, jl. Buburanda segmen 2, jl. Buburanda segmen 1
4. Dengan metode ini, penyelenggara jalan dapat menetapkan nilai minimum atau batas kritis PCI dalam menetapkan level minimum operasional perkerasan, memenuhi tingkat pelayanan terhadap pengguna jalan serta mengatasi keterbatasan dana pemeliharaan.

Beberapa hal penting untuk diperhatikan dalam penelitian dan penggunaan metode PCI adalah ketersediaan data penilaian kondisi perkerasan secara periodik dan kontinyu, mengkaji penyebab kerusakan lebih detail untuk pertimbangan dalam perencanaan teknis serta penelitian lebih lanjut tentang hubungan dan perbandingan metode PCI dan metode-metode penilaian kondisi lainnya dalam memprediksi kinerja perkerasan.

Penentuan prioritas rehabilitasi perkerasan yang telah diuraikan memberikan alternatif penanganan yang akan dilaksanakan sesuai permasalahan. Penanganan kerusakan seperti pemeliharaan rutin seperti *crack sealing*, *microsurfacing*, lapis tipis beton aspal, dan lain-lain akan memperpanjang usia layan perkerasan. Jika dibiarkan, maka pemeliharaan rutin tidak akan cukup, misalnya penanganan seperti overlay jumlah penggunaan material agregat yang dibutuhkan akan lebih besar. Sehingga akan menuntut penambangan batuan yang lebih banyak.

REFERENSI

- AASHTO. (2012). *Pavement Management Guide 2nd Edition, USA*. AASHTO.
- ASTM. (2008). *Standard Practice for Road and Parking Lots Pavement Conditions Survey, Designation D 6433-07, USA*. ASTM.
- Bolla, M. E. (2012). Perbandingan Metode Bina Marga Dan Metode PCI (Pavement Condition Index) Dalam Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Kaliurang, Kota Malang). *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 104–116.
- Ditjen Bina Marga. (1990). *SK 77/KPTS/DB 1990 Tentang Juknis Perencanaan dan Penyusunan Program Jalan Kabupaten*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Ditjen Bina Marga. (2014a). *Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bina Marga Tahun 2014*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Ditjen Bina Marga. (2014b). *Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2014 Revisi 3*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Djalante, S. (2011). Evaluasi Kondisi dan Kerusakan Perkerasan Lentur di Beberapa Ruas Jalan Kota Kendari. *Jurnal MEKTEK*, 13(1), 1–14.
- Fishburn, P. . (n.d.). *Decision and value theory*. Operations Research Society of America. *Operations Research*, 9(3).
- Geetha, N. K., & Sekar, D. P. (2015). Optimal Combination of Operating Parameters - Simple Additive Weighting Method. *Operations Research*, 2(11), 467–470.

- Haas, R. C. G., Hudson, W. R., & Falls, L. C. (2015). *Pavement asset management*. Salem, Massachusetts : Hoboken, New Jersey: Scrivener Publishing ; Wiley.
- Iskandar, H. (2011). Kajian Standar Pelayanan Minimal Jalan untuk Jalan Umum non-Tol (Minimum Service Standar Analysis For non toll Roads). *Jurnal Pusjatan*, 28(1).
- Johnson, D. R. (2006). *Pavement Preservation*. *Asphalt Institute*. Retrieved from www.asphaltinstitute.org
- KemenPU. (2005). *Teknik Pengelolaan Jalan, Seri Panduan Pemeliharaan Jalan Kabupaten*. Bandung: Puslitbang Sarana Transportasi dan JICA.
- KemenPU. (2011). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.13/PRT/M/2011 Tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- KemenPU, . (2015). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 47/PRT/M/2015 tentang Penggunaan Dana Alokasi Khusus Bidang Infrastruktur Tahun 2015*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Ker, H. W., Lee, Y. H., & Wu, P. H. (2008). Development of Fatigue Cracking Prediction Models Using Long-Term Pavement Performance Database, 134(11), 477–482.
- Kurdin, M. A. & Ahmad, S.N. (2014). Pemetaan Kualifikasi Fine Agregate Sebagai Bahan Konstruksi Bangunan di Provinsi Sulawesi Tenggara (Studi Kasus: Kota Kendari, Kabupaten Konawe Selatan, Kabupaten Konawem dan Kabupaten Bombana). *Jurnal Stabilita* Vol. 2 No. 1 Januari 2014, 109-122.
- Kusumaningrum, S. (2009). *Sistem Penilaian Perkerasan Jalan dengan Pavement Condition Index dengan Asphalt Institute*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Mulyono, A. T. (2007). *Model Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan Berbasis Pendekatan Sistemik* (PhD Thesis). Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- OGRA's Milestone. (2009). *Pavement Condition Index Series 101* (Vol. 9). Canada: Ontario Good Roads Association.
- Pemerintah, K. K. (2017). *Standarisasi Harga Satuan Barang dan Jasa di Lingkup Pemerintah Kota Kendari Tahun Anggaran 2018*. Kendari: Pemerintah Kota Kendari.
- Purnaweni, H. (2014). Kebijakan Pengelolaan Lingkungan di Kawasan Kendeng Utara Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Volume 12 Issue 1: 53-65
- (2014). Program Studi ilmu Lingkungan. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Republik Indonesia. (2006). *Peraturan Pemerintah No. 34 tahun 2006 tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Satirman, L. P. & Fikrie, M. (2019). Banjir Konawe Utara: Aroma korupsi dan kejahatan lingkungan. *Beritagar.id*. <https://beritagar.id/artikel/laporan-khas/banjir-konawe-utara-aroma-korupsi-dan-kejahatan-lingkungan>. diakses Juli 2019.
- Shahin, M. . (2005). *Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots, 2nd Edition -Springer* (2nd ed.). New York: Champman and Hall.
- Sitinjau, P. (2011). Tata Cara Pemberian Izin Usaha Pertambangan Batuan. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/tata-cara-pemberian-izin-usaha-pertambangan-batuan>. Accessed 2019 July 22nd.
- Supranoto, B. (2009). *Penilaian Kondisi Perkerasan Dengan Metode Pavement Condition Index (PCI) (Studi Kasus Ruas Jalan Cepu-Jepun, Kabupaten Blora)*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wang, Y., Mahboub, K. C., & Hancher, D. E. (2005). Survival Analysis Of fatigue cracking for Flexible Pavement Based on Long Term Pavement Performance Data, 131(8), 608–616.
- Wijaya, Y. (2009). *Evaluasi Tingkat Kerusakan Permukaan Perkerasan Jalan dengan Metode Pavement Condition Index dan Cara Perbaikannya*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

NOMENKLATUR

- Cs : Biaya saat ini (sesuai jadwal penanganan)
- Cf : Biaya yang akan datang
 $= (\text{Biaya penanganan untuk prediksi PCI} \times ((1+i)^n + \text{Biaya Penanganan sementara selama penundaan periode penanganan}$
- i : tingkat inflasi
- n : lama waktu penundaan (tahun)
- r_{ij} : rating kinerja ternormalisasi
- Max/min x_{ij} : nilai maksimum/minimum dari setiap baris dan kolom
- Xij : baris dan kolom dari matriks.
- Vi : Nilai akhir dari alternatif
- Wj: Bobot yang telah ditentukan