

SISTEM PAKAR PEMILIHAN MODEL PERBAIKAN PERKERASAN LENTUR BERDASARKAN INDEKS KONDISI PERKERASAN (PCI)

Arthur Daniel Limantara^{1*}, Sigit Winarto², Sri Wiwoho Mudjanarko³

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Kediri, Jl. Selomangleng 1, 64115

³Jurusan Teknik Sipil, Universitas Narotama, Surabaya, Jl. Arief Rachman Hakim 51, 60117

*E-mail: arthur.daniel@unik-kediri.ac.id

ABSTRAK

Perbaikan perkerasan lentur yang diterapkan di Indonesia memasuki tahapan kritis terutama pada jalan raya, dimana perbaikan hanya dilakukan dengan model “kearifan lokal” tanpa mempertimbangkan model perbaikan berdasarkan tipe kerusakan yang terjadi. Pada perkerasan lentur tipe kerusakan yang terjadi dapat dibagi menjadi tiga kategori kerusakannya yaitu keretakan yang dibagi lagi menjadi enam jenis keretakan, garis dan lubang serta cacat permukaan dengan lima jenis cacat permukaan dan mempunyai model perbaikan berdasarkan skala PCI (*pavement condition index*) yang dapat dibagi menjadi tiga yaitu Pemeliharaan Preventif, Pemeliharaan Besar dan Rekonstruksi. Ke-pakar-an seseorang yang benar ahli dibidangnya sangat diperlukan guna mendapatkan model perbaikan yang tepat dan benar sehingga tidak menimbulkan anggapan asal-asalan. Suatu cabang kecerdasan buatan yang dapat dipakai pengganti kepakaran seseorang yang lebih dikenal sebagai Sistem Pakar. Makalah ini bertujuan membuat suatu sistem pakar yang akan menghasilkan keputusan pemilihan model perbaikan berdasarkan tipe kerusakan yang terjadi, sehingga diharapkan dengan adanya sistem pakar ini pengambilan keputusan perbaikan dapat dilakukan dengan cepat serta akurat dan tepat sasaran.

Kata kunci: sistem pakar, pemilihan model, pci

ABSTRACT

Flexibel pavement improvements applied in Indonesia enter critical stages, especially on roads, where improvements are made only by the model of "local wisdom" without considering the model of improvement based on the type of damage occurring. On the flexible pavement type of damage can be divided into three categories of damage that is cracking into six types of cracks, patch and potholes and surface defects with five types of surface defects and have a model of improvement based on PCI scale (pavement condition index) which can be divided into Three of Preventive Maintenance, Big Maintenance and Reconstruction. The expertise of someone who really expert in their field is needed to get the correct model and clear so as not to cause perfunctory assumption. A branch of artificial intelligence that can be used as a substitute for the expertise of someone better known as Expert Systems. This paper aims to create an expert system that will result in the decision of choosing an improvement model based on the type of damage that occurs, so hopefully with this expert system decision-making improvement can be done quickly and accurately and on target.

Keywords : expert systems, model choice, pci

PENDAHULUAN

Menurut informasi statistik infrastruktur Kementerian PUPR tahun 2015, data panjang jalan nasional di Indonesia adalah sebesar 38.569,82 km dengan kondisi 23.913,60 km baik, 12.320,97 km sedang, 1.204,36 km rusak ringan dan 1.130,90 km rusak berat. Di Propinsi Jawa Timur mempunyai jalan nasional sepanjang 2.361,23 km yang

mengalami rusak ringan mencapai 492,92 km dan rusak berat mencapai 85,43 km dengan kemandapan jalan nasional hanya pada angka 75,53%. Perbaikan jalan nasional mempunyai prosedur yang panjang yakni melalui laporan yang berlanjut ke usulan ke Pemerintah Pusat, apabila beruntung maka usulan itu disetujui tapi bila tidak maka usulan tersebut akan

ditolak yang sering disebabkan karena belum masuk skala prioritas.

Sehingga bila usulan anggaran perbaikan tidak disetujui maka kebijakan berdasarkan “kearifan lokal” diambil untuk perbaikan yang dilakukan dengan cara hanya dengan “menambal” saja karena keterbatasan anggaran daerah untuk perbaikan jalan dengan kewenangan nasional. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi dampak dari jalan rusak seperti peningkatan biaya operasional kendaraan, kemacetan bahkan juga kecelakaan lalin, dan lain-lain. Demikian pula untuk jalan propinsi maupun kabupaten/kota proses untuk dapat diperbaiki juga menggunakan asas skala prioritas. Sehingga sering kali orang awam melihat sebagai upaya “pembiaran” dalam hal perbaikan jalan ataupun kalau diperbaiki terkesan “asal-asalan” saja.

Model-model perbaikan seperti diatas tidak memperhatikan antara model perbaikan dengan keadaan lapangan (kerusakan jalan) yang sesungguhnya, dimana banyak tipe kerusakan pada perkerasan jalan yang berhubungan dengan model perbaikannya. Pada perkerasan lentur tipe kerusakan yang terjadi dapat dibagi menjadi tiga kategori kerusakannya yaitu keretakan yang dibagi lagi menjadi enam jenis keretakan, garis dan lubang serta cacat permukaan dengan lima jenis cacat permukaan dan mempunyai model perbaikan berdasarkan skala PCI (*pavement condition index*) yang dapat dibagi menjadi tiga yaitu Pemeliharaan Preventif, Pemeliharaan Besar dan Rekonstruksi.

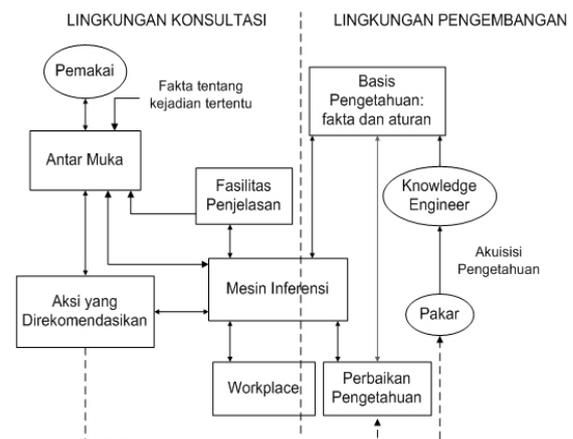
Dengan begitu banyaknya tipe kerusakan serta banyaknya model perbaikan maka diperlukan seorang ahli (pakar) untuk dapat mengambil keputusan model perbaikan yang tepat dan benar sehingga perbaikan tidak terkesan “asal-asalan”. Pengetahuan seorang pakar sangat diperlukan untuk dapat memberikan masukan dalam pengambilan keputusan akan perbaikan berdasarkan kondisi kerusakan perkerasan yang ada (existing), sehingga dapat diambil keputusan yang tepat dan benar akan model perbaikannya. Ke-pakar-an seseorang mempunyai keunggulan yaitu pengetahuan (kepakaran) bersifat variabel dan dapat berubah tergantung situasi (flexible), sedangkan kelemahannya adalah keterbatasan waktu, bersifat lokal, kecepatan dan biaya (mahal).

Untuk itu diperlukan suatu cara yang dapat meminimalisir kelemahan seorang pakar. Suatu cabang kecerdasan buatan yang dapat dipakai sebagai pengganti kepakaran seseorang yang lebih dikenal sebagai Sistem Pakar.

Sistem Pakar

Sistem pakar (*Expert System*) adalah salah satu cabang dari AI (*Artificial Intelligence*) khusus untuk penyelesaian masalah tingkat manusia yang pakar. Sistem pakar adalah sistem yang menggunakan pengetahuan manusia yang terekam dalam komputer untuk memecahkan persoalan yang biasanya memerlukan keahlian manusia.

Sistem pakar terdiri dari dua bagian pokok, yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Pembentukan basis aturan dan pembangunan komponen dilakukan pada lingkungan pengembangan, sedangkan lingkungan konsultasi digunakan sebagai sistem konsultasi oleh orang yang bukan ahli.



Gambar 1. Arsitektur Sistem Pakar

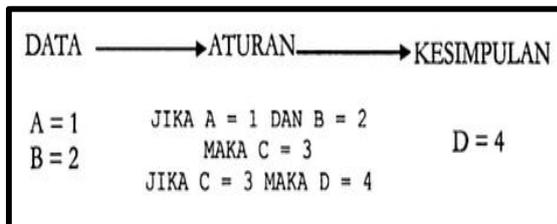
Ada beberapa alasan mendasar mengapa sistem pakar dikembangkan untuk menggantikan seorang pakar, di antaranya:

- Dapat menyediakan kepakaran setiap waktu dan di berbagai lokasi.
- Secara otomatis mengerjakan tugas-tugas rutin yang membutuhkan seorang pakar.
- Seorang pakar akan pensiun atau pergi. Seorang pakar memerlukan biaya mahal.

Metode Inferensi Forward Chaining

Metode inferensi adalah program komputer yang memberikan metodologi untuk penalaran tentang informasi yang ada dalam basis pengetahuan dan dalam workplace, dan untuk memformulasikan kesimpulan [Turban, "Decision Support System and Intelligent System" 2005].

Forward chaining adalah mekanisme pencocokan fakta atau pernyataan yang dimulai dari kondisi (*IF*) terlebih dahulu dengan aturan (*IF-THEN*). Penalaran dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran hipotesa. Ilustrasi pelacakan runut maju (*forward chaining*) dapat dilihat pada gambar 2.

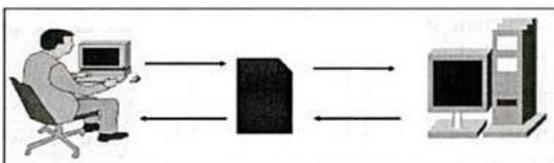


Gambar 2. Pelacakan Runut Maju
(*Forward Chaning*)

Web

Web adalah sebuah sistem dengan informasi yang disajikan dalam bentuk teks, gambar, suara dan lain-lain yang tersimpan dalam sebuah *server* web internet yang disajikan dalam bentuk hiperteks. Informasi lainnya disajikan dalam bentuk lain misalkan grafis (format GIF, JPG, PNG), suara (format WAV, MP3), video (format MP4, FLV) dan objek multimedia lainnya. Web dapat diakses oleh perangkat lunak *client* web yang disebut *browser*. *Browser* membaca halaman-halaman web yang tersimpan dalam *server* web melalui protokol HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*).

Web sebagai sistem tentu memiliki arsitektur tersendiri. Ada dua komponen dasar dalam arsitektur web, yaitu *browser* web dan *server* web. *Browser* web memberikan antarmuka grafis untuk pengguna dan bertanggung jawab untuk berkomunikasi dengan *server* web sesuai dengan standar protokol HTTP.



Gambar 2. Interaksi Penggunaan web

Indeks Kondisi Perkerasan (Pavement Condition Index/PCI)

PCI adalah tingkatan dari kondisi permukaan perkerasan dan ukuran yang ditinjau dari fungsi daya guna yang mengacu pada kondisi dan kerusakan dipermukaan perkerasan yang terjadi. PCI ini merupakan indeks numerik yang nilainya memiliki rentang 0-100 dengan kriteria 0-10 (gagal), 10-25 (sangat buruk), 25-40 (buruk), 40-55 (sedang), 55-70 (baik), 70-85 (sangat baik) dan 85-100 (sempurna). Tingkat kerusakan terdiri dari *low severity level* (L), *medium severity level* (M) dan *high severity level* (H). PCI ini didasarkan pada hasil survey kondisi visual. Tipe kerusakan, tingkat kerusakan, dan ukurannya diidentifikasi saat survey kondisi tersebut.

1. Kadar kerusakan (*density*)

Kadar kerusakan merupakan persentase luasan dari suatu jenis kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen.

$$Density = \frac{A_d}{A_s} \times 100\% \quad (1)$$

Atau :

$$Density = \frac{L_d}{A_s} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

A_d = luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m^2)

L_d = panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m)

A_s = luas total unit sampel (m^2)

2. Nilai pengurangan (*deduct value*)

Deduct value adalah nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct value*.

3. Total deduct value (TDV)

TDV adalah nilai total dari *individual deduct value* untuk tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang ada pada suatu unit sampel.

4. Nilai allowable maximum deduct value (m)

Sebelum ditentukan nilai TDV dan CDV, nilai *deduct value* perlu dicek untuk mengetahui apakah nilai tersebut dapat digunakan dalam perhitungan selanjutnya.

Nilai m dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \quad (3)$$

Keterangan :

m = nilai koreksi untuk *deduct value*
 HDV_i = nilai terbesar *deduct value* dalam satu unit sampel

5. Corrected deduct value (CDV)

Diperoleh dari kurva hubungan antara nilai TDV dengan nilai CDV dengan pemilihan lengkung kurva sesuai dengan jumlah *deduct value* yang mempunyai nilai lebih besar dari 2 (disebut juga dengan nilai q). Jika nilai CDV diketahui, maka nilai PCI untuk tiap unit sampel dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$PCI(s) = 100 - CDV_{maks} \quad (4)$$

Keterangan :

$PCI(s)$ = nilai kondisi untuk tiap unit sampel

CDV_{maks} = nilai CDV terbesar untuk tiap unit sampel

untuk nilai PCI secara keseluruhan :

$$PCI = \frac{\sum PCI(s)}{N} \quad (5)$$

Keterangan :

PCI = nilai kondisi perkerasan secara keseluruhan
 N = jumlah data

Klasifikasi Kualitas Perkerasan

Dari nilai (PCI) untuk masing-masing unit penelitian dapat diketahui kualitas lapis perkerasan unit segmen berdasarkan kondisi tertentu yaitu sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), buruk (*poor*), sangat buruk (*very poor*), dan gagal (*failed*). Adapun besaran Nilai PCI adalah :

Tabel 1. Besaran Nilai PCI

Nilai PCI	Kondisi Jalan
85 – 100	Sempurna (<i>excellent</i>)
70 – 84	Sangat Baik (<i>very good</i>)
55 – 69	Baik (<i>good</i>)
40 – 54	Sedang (<i>fair</i>)
25 – 39	Buruk (<i>poor</i>)
10 – 24	Sangat Buruk (<i>very poor</i>)
0 – 10	Gagal (<i>failed</i>)

Sumber : *Pemeliharaan Jalan Raya (Hary Christady Hardiyatmo)*

Tipe Kerusakan

Menurut ASTM D6433-11 (2011) dalam perhitungan nilai kondisi jalan menggunakan metode Pavement Condition Index (PCI), jenis-jenis kerusakan pada perkerasan lentur terdiri dari retak kulit buaya (alligator cracking), kegemukan (bleeding), retak blok (block cracking), tonjolan dan lengkungan (bump and sags), keriting (corrugation), amblas (depressions), retak tepi (edge cracking), retak refleksi sambungan (joint reflection cracking), penurunan bahu jalan (lane/shoulder drop off), retak memanjang/melintang (longitudinal/transversal cracking), tambalan dan galian utilitas (patching and utility cut patching), pengausan (polished aggregate), lubang (potholes), persilangan jalan rel (railroad

crossing), alur (rutting), sungkur (shoving), retak selip (slippage cracking), pengembangan (swell), pelapukan dan pelepasan butir (weathering and raveling).

Hubungan Tipe Kerusakan dan Model Perbaikan

Berdasarkan tipe kerusakan menurut ASTM D6433 maka oleh M. Johanns dan J. Craig dalam tulisannya yang berjudul "Pavement Maintenance Manual" telah merumuskan model tindakan perbaikan yang harus dilakukan berdasarkan tipe kerusakannya seperti pada Tabel 2.

Notasi Model Tindakan Perbaikan Perkerasan Lentur yang harus diambil/dijalankan:

1) Tidak melakukan apapun

- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| 2) Crack Seal / Fill | 10) Hot-In-Place Recycle |
| 3) Seal Kabut | 11) Hampanan Campuran Dingin Tipis |
| 4) Scrub Seal (Broom Seal) | 12) Hampanan Campuran Tipis |
| 5) Slurry Seal | 13) Patching |
| 6) Chip Seal / Armor Coat | 14) Hampanan tebal |
| 7) Micro Surfacing | 15) Total Rekonstruksi |
| 8) Mill | |
| 9) Cold-In-Place Recycle | |

Tabel 2. Matriks Keputusan Pemeliharaan Perkerasan Lentur

Tekanan Perkerasan Lentur	Rendah		Moderat		Tinggi	
	Kadang	Sering	Kadang	Sering	Kadang	Sering
Retak Kulit Buaya (Alligator Cracking)	3, 1	3, 6	6, 3, 11, 4	6, 5	13, 6, 11	15, 13
Retak Tepi (Edge Cracking)	1, 2	2, 1	2, 13	2, 13	13	13
Retak Longitudinal (Longitudinal Cracking)	2, 1	2, 6, 1	2, 6	2, 6	13, 2, 6	6, 2, 13
Retak Acak/Blok (Random/Block Cracking)	2, 1	2, 3	2, 6	2, 6	6, 11, 12	12, 6, 14
Raveling/Pelapukan (Raveling/Weathering)	3, 1, 6	3, 6, 5	6, 7	6, 7	6, 11, 5	6, 12, 11
Distorsi (Distortion)	1, 8, 13	13, 1, 8	8, 13, 6, 2	8, 13, 6, 2	8, 11, 6, 13	8, 14, 13
Alur (Rutting)	1	1	8 + 6	8 + 6	8 + 6, 12	8, 14, 13
Kelebihan Aspal (Excess Asphalt)	1	1, 6	6, 1, 8	6, 8	8 + 6	8 + 6 or 12
Retak Melintang (Transverse Cracking)	2, 1	2	2, 6	2, 6	2, 6	2, 6, 13

Sumber: M. Johanns and J. Craig, "Pavement Maintenance Manual".

METODE

Garis Besar Pendekatan Penelitian

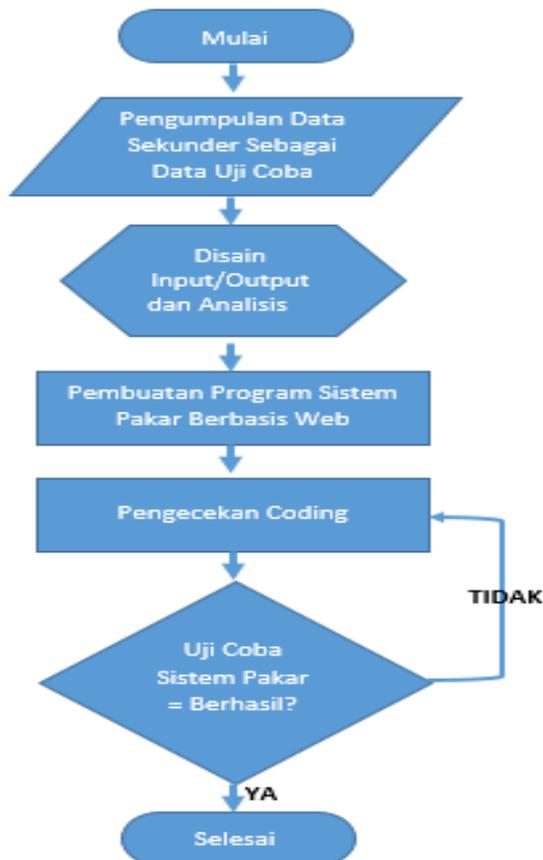
Penelitian dimulai dengan studi dan pemahaman literatur yang akan dipergunakan sebagai dasar acuan dalam penelitian, menentukan data-data yang diperlukan serta mengumpulkannya sebagai bahan masukan untuk ujicoba sistem pakar, kemudian diteruskan dengan melakukan kajian pendahuluan sebagai upaya dalam menentukan disain sebelum melakukan ujicoba dan implementasi langsung.

Tahapan selanjutnya adalah merupakan tahapan utama yaitu pembuatan sistem pakar yang akan dirangkai dengan pengecekan coding sebelum dilakukan tahapan ujicoba.

Ujicoba dilakukan untuk mengetahui apakah pembuatan sistem pakar dapat berhasil

dengan baik maka sistem dapat diimplementasikan langsung, bila tidak maka dilakukan pengecekan pada coding untuk mencari ketidak-sesuaian dengan hasil ujicoba.

Pengecekan coding dilakukan sampai tahapan ujicoba berhasil, maka pembuatan sistem pakar dianggap telah selesai dan sistem telah siap untuk diimplementasi secara langsung.



Gambar 3. Alur Penelitian

Tahap Pembuatan

Persiapan awal dalam pembuatan sistem pakar dilakukan analisis mengenai kebutuhan fungsional (*functional requirement*) yang digunakan dalam sistem dengan menggunakan *Software Requirement Specification (SRS)*. Kemudian dilanjutkan dengan membuat *Entity Relationship Diagram (ERD)*, serta diagram aliran data (*data flow diagram/DFD*) yang berfungsi untuk memetakan model lingkungan.



Gambar 4. Data Flow Diagram (DFD)

Rancangan Antarmuka

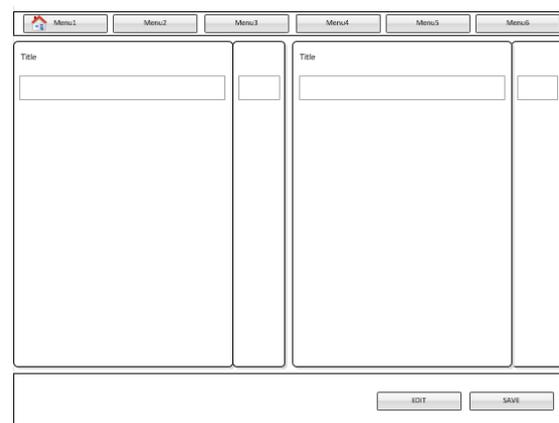
Antarmuka awal pengguna sistem pakar berbasis web di disain dengan beberapa navigasi agar lebih menarik tetapi masih

sederhana dengan gambar latar dan tombol login untuk dapat masuk ke sistem pakar.



Gambar 5. Rancangan Antarmuka Halaman Utama

Rancangan antarmuka input di disain untuk dapat menginput data dari hasil survei seperti panjang jalan, luasan unit sampel yang menurut *Shahin* (1990) disyaratkan mempunyai kisaran $305 \pm 762 \text{ m}^2$, dan penilaian kondisi perkerasan (kerusakan) dalam m^2 . Dibawah sebelah kanan antarmuka terdapat tombol edit (untuk memperbaiki) dan tombol save untuk menyimpan di database.



Gambar 6. Rancangan Antarmuka Halaman Utama Program (Input)

Selanjutnya pengguna dipersilahkan melakukan proses kalkulasi perhitungan dengan mengklik tombol pada bagian atas rancangan antarmuka *input*, sedangkan rancangan antarmuka output akan ditampilkan dengan mengklik tombol **Hasil** untuk menampilkan hasil kalkulasi dan tombol **Ringkasan** untuk menampilkan model perbaikan untuk tiap-tiap segmen/unit sampel.

Rancangan antarmuka hasil perhitungan dibuat untuk dapat menampilkan hasil perhitungan seperti pada gambar dibawah ini.

HASIL KALKULASI					
	PHASE 1	PHASE 2	PHASE 3	PHASE 4	PHASE 5
UNIT1					
UNIT2					
UNIT3					
UNIT4					
UNIT5					
UNIT6					

Gambar 7. Rancangan Antarmuka Halaman Hasil Kalkulasi (*Output*)

Sedangkan untuk rancangan antarmuka ringkasan seperti pada gambar dibawah ini.

RINGKASAN DAN MODEL PERBAIKAN			
	PHASE 1	PHASE 2	PHASE 3
DEPT 1			
DEPT 2			
DEPT 3			
DEPT 4			
DEPT 5			
DEPT 6			

Gambar 8. Rancangan Antarmuka Halaman Ringkasan (*Output*)

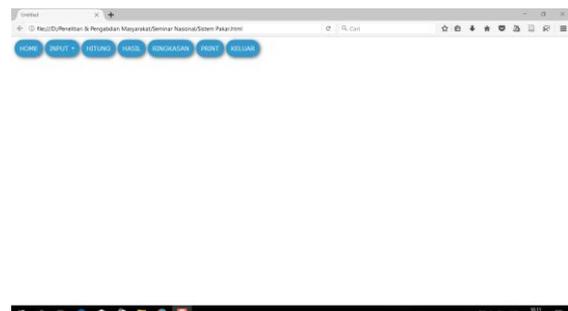
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil antarmuka halaman utama sistem pakar model perbaikan perkerasan seperti dibawah ini pada pojok kanan atas terdapat tombol register digunakan oleh pengguna untuk mendaftarkan diri ke sistem dan sistem akan melakukan validasi serta mengirimkan hasil validasi ke pengguna. Sedangkan tombol login digunakan untuk pengguna yang telah teregister untuk masuk ke halaman utama program sistem pakar.



Gambar 9. Antarmuka Halaman Utama

Setelah melakukan login akan masuk pada halaman utama program, kemudian pilih tombol input untuk memasukkan data yang telah disiapkan (data sekunder) dalam hal ini diambil dari makalah jurnal Vidya Annisah Putri, dkk. *Identifikasi Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur: Studi Kasus Jalan Soekarno-Hatta Bandar Lampung, 2016*. Data dimasukkan hingga selesai kemudian diklik tombol save untuk menyimpannya.



Gambar 10. Menu Program

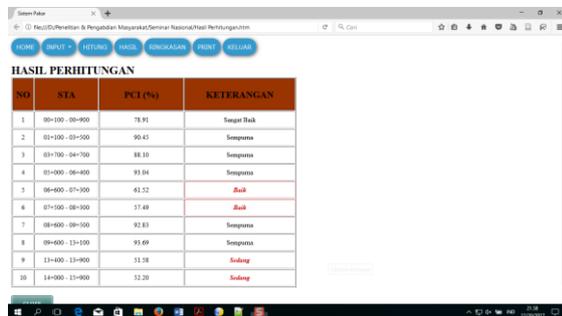
NO	STA	PANJANG (Meter)	LUAS (m ²)
1	00+100-00+900	800	387,5
2	05+100-05+500	2400	387,5
3	03+700-04+700	1000	387,5
4	05+000-06+400	1400	387,5
5	06+600-07+300	700	387,5
6	01+500-08+300	800	387,5
7	08+600-09+200	600	387,5
8	09+400-13+100	1500	387,5
9	13+400-13+900	500	387,5
10	14+000-15+000	1900	387,5

Gambar 11. Input Data Sampel

Kemudian dilakukan perhitungan dengan menekan tombol **Hitung**, program

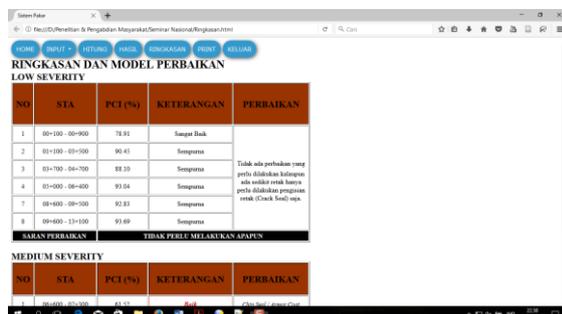
akan melakukan perhitungan dalam beberapa saat.

Bila perhitungan telah selesai dilakukan program, maka dapat ditampilkan hasil perhitungan program dengan menekan tombol **Hasil** dan tombol **Ringkasan** untuk menampilkan ringkasan.



NO	STA	PCI (%)	KETERANGAN
1	00+000 - 00+000	78.91	Sangat Baik
2	00+000 - 00+500	90.45	Sempurna
3	00+500 - 04+700	88.10	Sempurna
4	00+000 - 04+000	93.04	Sempurna
5	04+000 - 07+000	61.22	Jelek
6	07+000 - 08+000	57.49	Jelek
7	08+000 - 09+000	92.83	Sempurna
8	09+000 - 13+000	93.69	Sempurna
9	13+000 - 13+900	51.28	Sedang
10	14+000 - 15+900	52.20	Sedang

Gambar 13. Tampilan Hasil Perhitungan



NO	STA	PCI (%)	KETERANGAN	PERBAIKAN
1	00+000 - 00+000	78.91	Sangat Baik	
2	00+000 - 00+500	90.45	Sempurna	
3	00+500 - 04+700	88.10	Sempurna	
4	00+000 - 04+000	93.04	Sempurna	
7	08+000 - 09+000	92.83	Sempurna	
8	09+000 - 13+000	93.69	Sempurna	

Tidak ada perbaikan yang perlu dilakukan karena ada sedikit retak hanya perlu dilakukan pemeliharaan rutin (Cuci Sali) saja.

SARAN PERBAIKAN: TIDAK PERLU MELAKUKAN APAPAS

MEDIUM SEVERITY

NO	STA	PCI (%)	KETERANGAN	PERBAIKAN
----	-----	---------	------------	-----------

Gambar 14. Tampilan Ringkasan

Untuk mencetak hasil perhitungan dan ringkasan dan saran model perbaikan dapat dilakukan dengan menekan tombol **Print** dan untuk mengakhiri program dilakukan dengan menekan tombol **Keluar**.

SIMPULAN DAN SARAN

Sistem pakar berdasarkan Indek Kondisi Perkerasan telah berhasil diimplementasikan secara terbatas dan bisa memberikan jawaban atas model perbaikan pada tiap-tiap segmen sehingga dapat dipakai sebagai pengganti pakar manusia dalam hal saran-saran model perbaikan perkerasan.

Sistem yang dikembangkan merupakan upaya untuk menerapkan teknologi kecerdasan buatan dan sistem pakar kedalam domain pengelolaan pemeliharaan perkerasan, sehingga dapat ditarik sejumlah kesimpulan seperti:

Sistem pakar model pemeliharaan perkerasan dimungkinkan, dibenarkan, dan sesuai dengan pengelolaan perkerasan, sejumlah perhitungan

matematis dalam sistem pemeliharaan perkerasan membuat pengembangan sistem pakar menjadi sulit.

Rekomendasi untuk meningkatkan kemampuan sistem seperti evaluasi perkerasan tidak hanya harus didasarkan pada data inspeksi visual tetapi juga harus memasukkan kekasaran, ukuran kemampuan struktural, dan ukuran pengaman, prosedur analisis biaya siklus hidup, termasuk modul untuk menghitung masa pakai alternatif dapat menggantikan pengguna dalam menyediakan data yang diperlukan untuk matriks biaya, basis data eksternal termasuk informasi mengenai persyaratan material dapat mempermudah pengisian matriks penerapan aktivitas, teknik rehabilitasi lainnya yang sekarang tidak termasuk dapat ditambahkan jika dimungkinkan, Sistem dapat ditingkatkan untuk memungkinkan pengguna menentukan tahun implementasi dan meminta sistem memberikan saran sesuai dengan kondisi proyeksi perkerasan pada tahun itu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan ini sampai tulisan ini bisa diselesaikan terutama kolega di lingkungan Universitas Kadiri terutama pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM Designation : D6433-11 (2011). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*, ASTM International.
- Al-Khateeb, L. A., Saoud, A. and Al-Msouti, M. F., 2011. *Rutting Prediction of Flexible Pavements Using Finite Element Modeling*, Jordan Journal of Civil Engineering, Volume 5, No. 2, 2011.
- Attoh-Okine, N. and Adarkwa, O. 2013. *Pavement Condition Surveys – Overview of Current Practices*, Delaware, Delaware Center for Transportation University of Delaware, 355 DuPont Hall Newark.
- Boyapati, B. and Kumar, R. P. 2015. *Prioritisation of Pavement Maintenance based on Pavement Condition Index*,

- Indian Journal of Science and Technology, Vol 8 No 14 July 2015.
- Bruce, R. D., Slattery, D. K., and Slattery, K. T., 2012, *An Expert Systems Approach to Highway Construction Scheduling*, 48th ASC Annual International Conference Proceedings.
- Karim, F.M.A., Rubasi, K.A.H., and Saleh, A.A., 2016, *The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A Case Study of Yemen*, Organization, Technology and Management in Construction, De Gruyter Open.
- Kementerian PUPR, 2015. *Informasi Statistik Infrastruktur, Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*, PUSDATIN, Kementerian PUPR.
- Lajnef, N., Chatti, K., Chakrabartty, S., Rhimi, M. And Sarkar, P., 2013. *Smart Pavement Monitoring System*, Report No. FHWA-HRT-12-072, Federal Highway Administration Office of Acquisition Management 1200 New Jersey Avenue SE Washington, DC 20590.
- Limantara, A. D., Mudjanarko, S.W. 2017. *Investigasi Forensik Kerusakan Perkerasan Lentur Jalan Raya: Studi Kasus Beberapa Ruas Jalan Di Jawa Timur*. Jurnal UKaRsT. Volume 1 No.1 April 2017. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kadiri.
- Milad, A., Basri, N. E. A., Borhan, M. N., O. K. Rahmat, R. A. A., 2016, *A Review Of Web Based Expert System Flexible Pavement Maintenance*, Jurnal Teknologi 78:6 page 139–147.
- Muniandy, R., Aburkaba, E., Thamer, N., 2013. *Comparison of Flexible Pavement Performance Using Kenlayer and Chev PC Software Program*, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 7(9): 112-119, 2013 ISSN 1991-8178.
- Pavement Services, Inc. 2015. *Pavement Condition Index Survey and Evaluation of the City of Veneta's Street Network*, Report paper for City of Veneta, 3835 NE Tillamook Street Portland, Oregon 97212
- Putri, V. A., Diana, I. W., Putra, S., 2016. *Identifikasi Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur: Studi Kasus Jalan Soekarno-Hatta Bandar Lampung*, JRSDD, Edisi Juni 2016, Vol. 4, No. 2, Hal:197 – 204.
- Sarsam, S. I., Razzoki, S. E., Najim, S. H., 2015. *Implementation of Decision Support System (DSS) in Pavement Maintenance Management*, International Journal of Economics and Business Administration Vol. 1, No. 2, 2015, pp. 71-81.
- Zhou, L., Ni, F, and Leng, Z., 2014. *Development of an Asphalt Pavement Distress Evaluation Method for Freeways in China*. International Journal of Pavement Research and Technology, Vol.7 No.2 Mar. 2014.