

Analisis Pengaruh Jenis Tanah Terhadap Kerusakan Jalan Kota Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografis

Andreas Ardianto Prodjo Koesoemo, Andri Suprayogi, Haniah ^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH, Telp. (024) 76480785, 76480788 Tembalang Semarang

Abstract

Condition of roads in an area influenced by the type of soil that is underneath. An area generally have different soil types. Different soil types will have different levels of hardness. With the variety of soil types of an area will affect the state of development in the region. It also affects the condition of the road.

This research was conducted in the districts of North Semarang, Semarang Central, South Semarang, West Semarang and East Semarang. This study was conducted to determine the distribution of road damage to the soil type in the study site using a Geographic Information System, which provides the function of roads, road conditions, street paving types, and soil types.

Research in 2012 showed more road damage occurring on alluvial soil types at 15481.492 meters. Based on the research that has been done can be concluded road damage occurs in many types of soil that is soft and hardening unfavorable road.

Keywords : *Geographic Information Systems , Damage Roads , Soil Type*

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Informasi merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi setiap orang. Informasi dapat memberikan gambaran secara jelas mengenai suatu hal dari berbagai sudut pandang yang berbeda. Dengan demikian, informasi dapat dikatakan salah satu faktor yang sangat penting untuk mengambil keputusan selanjutnya.

Seiring dengan perkembangan zaman di Indonesia saat ini dalam hal pembangunan, khususnya pembangunan di bidang transportasi terus dilaksanakan demi tercapainya tujuan pembangunan nasional. Hal ini disebabkan karena transportasi memegang peranan penting dalam perekonomian di negara. Pembangunan di bidang transportasi lebih ditujukan pada terciptanya suatu transportasi nasional yang handal dan diselenggarakan secara terpadu, tertib

^{*)} *Penulis Penanggung Jawab*

, lancar, aman dan efisien. Sedangkan sistem transportasi nasional itu sendiri berperan untuk menunjang dan menggerakkan dinamika pembangunan serta mendukung mobilitas manusia, barang dan jasa.

Kondisi tersebut menuntut tersedianya fasilitas yang semakin baik, terutama sarana dan prasarana transportasi yang dapat mendukung pertumbuhan yang terjadi. Dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi suatu daerah, akan meningkatnya pula arus lalu lintas kendaraan yang melewati jaringan jalan daerah tersebut, sehingga akan menimbulkan permasalahan lalu lintas. Penanganan permasalahan lalu lintas erat kaitannya dengan kondisi jalan yang tersedia.

Jalan raya sebagai prasarana transportasi darat membentuk jaringan transportasi yang menghubungkan daerah-daerah, sehingga menunjang perkembangan ekonomi dan pembangunan.

Kondisi jalan di suatu wilayah dipengaruhi dengan jenis tanah yang ada dibawahnya. Suatu wilayah umumnya memiliki jenis tanah yang berbeda. Jenis tanah yang berbeda akan mempunyai tingkat kekerasan yang berbeda pula. Dengan beragamnya jenis tanah suatu wilayah akan mempengaruhi kondisi pembangunan di wilayah tersebut. Hal ini berpengaruh pula terhadap kondisi jalan. Dengan beragamnya jenis tanah akan mempengaruhi kondisi kelayakan jalan dalam pemakaiannya

I.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang muncul dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana persebaran kerusakan jalan kota Semarang terhadap jenis tanah.
2. Apakah jenis tanah berpengaruh terhadap kerusakan jalan di kota Semarang

I.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini antara lain :

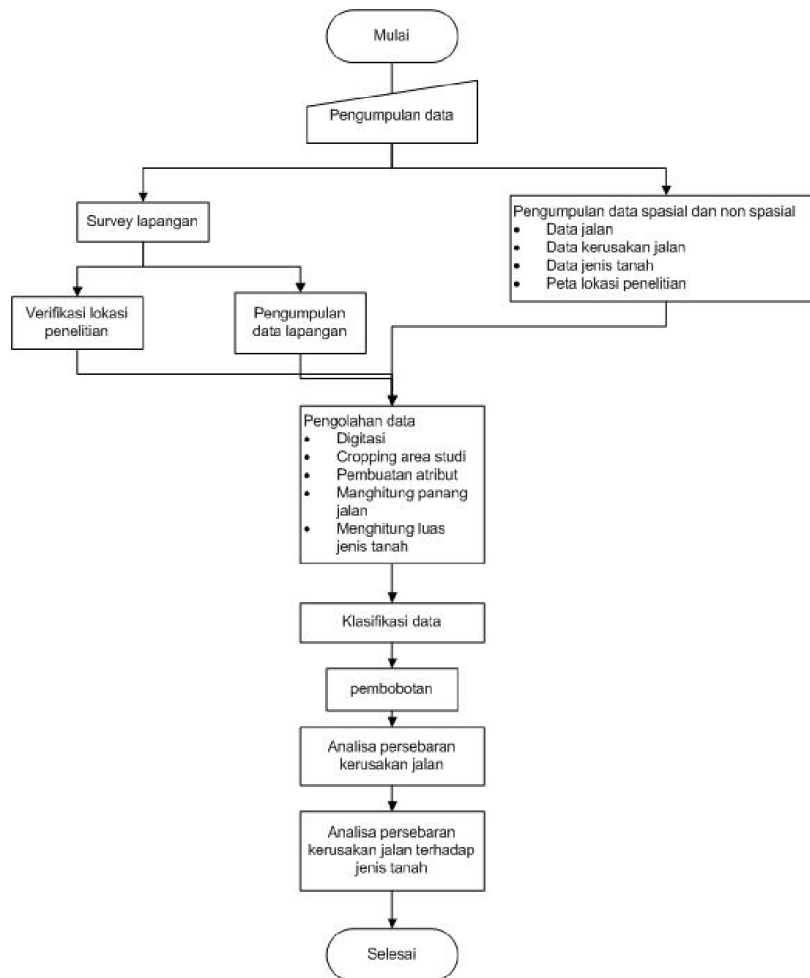
1. Penelitian ini dilakukan di wilayah kota Semarang yang mencakup daerah Semarang Utara, Semarang Tengah, Semarang Selatan, Semarang Barat, dan Semarang Timur.
2. Informasi jalan yang digunakan adalah panjang jalan, fungsi jalan, dan jenis pengerasan jalan
3. Jalan yang dipertimbangkan dalam penelitian ini adalah jalan yang tergolong dalam jalan Arteri dan Kolektor
4. Survey lapangan yang dilakukan adalah survey kerusakan tiap ruas jalan.
5. Pembuatan SIG menggunakan software ArGis versi 9.3

I.4 Maksud dan Tujuan

Tujuan penelitian ini yaitu memberikan informasi berdasarkan data yang ada mengenai kondisi jalan Kota Semarang dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis untuk mengetahui kondisi jalan di Kota Semarang

I.5 Metode Penelitian

Metodologi penelitian penulisan penelitian ini terdapat pada diagram alir gambar 1 berikut.



Gambar 1. Alur metodologi penelitian

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Klasifikasi Jalan Umum

Sesuai peruntukannya jalan terdiri atas jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum merupakan jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, sedangkan jalan khusus merupakan jalan yang tidak diperuntukkan untuk lalu lintas umum dalam kegiatan distribusi

barang dan jasa yang dibutuhkan. Menurut Undang Undang Nomor 38 tahun 2004 dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan, jalan umum dapat diklasifikasikan dalam sistem jaringan jalan, fungsi jalan, status jalan, dan kelas jalan. Pada penelitian ini, pengetahuan mengenai klasifikasi jalan menjadi penting untuk menjelaskan definisi jalan.

II.2 `Studi Tentang Tanah

Proses pembentukan tanah diawali dari pelapukan batuan, baik pelapukan fisik maupun pelapukan kimia. Dari proses pelapukan ini, batuan akan menjadi lunak dan berubah komposisinya. Pada tahap ini batuan yang lapuk belum dikatakan sebagai tanah, tetapi sebagai bahan tanah (regolith) karena masih menunjukkan struktur batuan induk.

Proses pelapukan terus berlangsung hingga akhirnya bahan induk tanah berubah menjadi tanah. Proses pelapukan ini menjadi awal terbentuknya tanah. Sehingga faktor yang mendorong pelapukan juga berperan dalam pembentukan tanah.

Curah hujan dan sinar matahari berperan penting dalam proses pelapukan fisik, kedua faktor tersebut merupakan komponen iklim. Sehingga dapat disimpulkan bahwa salah satu faktor pembentuk tanah adalah iklim. Ada beberapa faktor lain yang memengaruhi proses pembentukan tanah, yaitu organisme, bahan induk, topografi, dan waktu

II.3 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) / Geographic Information System (GIS) adalah suatu sistem informasi berbasis komputer, yang digunakan untuk memproses data spasial yang ber-georeferensi (berupa detail, fakta, kondisi, dsb) yang disimpan dalam suatu basis data dan berhubungan dengan persoalan serta keadaan dunia nyata (real world). Manfaat SIG secara umum memberikan informasi yang mendekati kondisi dunia nyata, memprediksi suatu hasil dan perencanaan strategis. Sistem Informasi Geografis (SIG) memadukan antara data grafis (*spasial*) dengan data teks (*atribut*) objek yang dihubungkan secara geografis di bumi (*georeference*) serta dapat menggabungkan data, mengatur data, dan melakukan analisis data yang akhirnya akan menghasilkan keluaran yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi.

Data-data yang diolah dalam SIG, yaitu (Darmawan, A. 2006) :

1. Data spasial, merupakan data yang berkaitan dengan lokasi keruangan yang umumnya berbentuk peta.

2. Data atribut dalam bentuk digital, merupakan data tabel yang berfungsi menjelaskan keberadaan berbagai objek sebagai data spasial.

Penyajian data spasial mempunyai tiga cara dasar, yaitu: (Darmawan, A. 2006)

1. Bentuk titik, merupakan kenampakan tunggal dari sepasang koordinat x,y yang menunjukkan lokasi suatu obyek berupa ketinggian, lokasi kota, lokasi pengambilan sampel dan lain-lain.
2. Bentuk garis, merupakan sekumpulan titik-titik yang membentuk suatu kenampakan memanjang seperti sungai, jalan, kontur dan lain-lain
3. Bentuk area (*polygon*) adalah kenampakan yang dibatasi oleh suatu garis yang membentuk suatu ruang homogen, misalnya: batas daerah, batas penggunaan lahan, pulau dan lain sebagainya.

Struktur data spasial dibagi dua yaitu model data raster dan model data vektor. Data raster adalah data yang disimpan dalam bentuk kotak segi empat (*grid*)/sel sehingga terbentuk suatu ruang yang teratur. Data vektor adalah data yang direkam dalam bentuk koordinat titik yang menampilkan, menempatkan dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik, garis atau area (*polygon*).

III. Pelaksanaan Penelitian

III.1 Pembuatan Peta Jaringan Jalan

Peta Jaringan Jalan diperoleh dengan melakukan digitasi. Peta Jaringan Jalan yang dibuat mencakup seluruh wilayah yang diteliti. Dalam penelitian ini, jalan yang diteliti adalah jalan yang diklasifikasikan sebagai jalan arteri primer, arteri sekunder, kolektor primer, dan kolektor sekunder.

Klasifikasi Jalan diperoleh dengan memberikan atribut pada peta jaringan jalan yang telah diperoleh dari proses digitasi. Atribut yang ditambahkan dalam peta jaringan jalan terdiri dari nama jalan, fungsi jalan, kondisi penggunaan jalan, kondisi jalan, dan jenis perkerasan jalan.

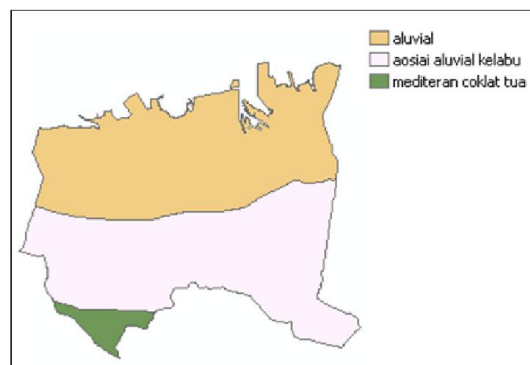
Proses pemberian atribut dilakukan dengan menggunakan *Editing Tool* pada ArcGis. Proses pemberian atribut dilakukan untuk memberikan tambahan data pada atribut peta jaringan jalan yang belum tersedia. Atribut yang telah dimasukkan dalam peta jaringan jalan ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1 Tabel atribut jaringan jalan

Nama Jalan	Fungsi	Kondisi	Panjang	Pengerasan
Jl. Batan	Kol. Sekunder	Baik	28,305	Aspal
Jl. Pandanaran 2	Kol. Sekunder	Baik	124,620	Aspal
Jl. Pahlawan	Kol. Sekunder	Baik	320,738	Hotmix
Jl. Depok	Kol. Sekunder	Baik	157,889	Hotmix
Jl. Gajah Mada	Kol. Sekunder	Sedang	299,365	Hotmix
Jl. Inspeksi	Kol. Sekunder	Baik	118,121	Aspal
Jl. Inspeksi	Kol. Sekunder	Baik	195,774	Aspal
Jl. Supeno	Kol. Sekunder	Baik	234,568	Aspal
Jl. Pemuda	Kol. Sekunder	Baik	60,856	Hotmix
Jl. Sriwijaya	Kol. Sekunder	Baik	192,027	Hotmix
Jl. Sriwijaya	Kol. Sekunder	Baik	192,027	Hotmix
Jl. Pandanaran 2	Kol. Sekunder	Baik	21,276	Aspal

III.3 Pembuatan Peta Jenis Tanah

Peta jenis tanah diperoleh dengan melakukan digitasi. Peta jenis tanah mencakup daerah lokasi penelitian. Peta jenis tanah yang telah diperoleh kemudian di *crop* sesuai daerah penelitian, yaitu kecamatan Semarang Utara, Semarang Tengah, Semarang Selatan, Semarang Barat, dan Semarang Timur. Proses *cropping* peta jenis tanah dilakukan dengan menggunakan ArcGIS dengan menggunakan perintah *Analisis Tools* → *Extract* → *Clip*. Hasil dari proses *cropping* peta jenis tanah menjadi seperti gambar berikut.

**Gambar 1** Peta Jenis Tanah Lokasi Penelitian

III.4 Skoring / Penilaian

Skoring / penilaian dilakukan pada masing-masing atribut pada klasifikasi jalan dan jenis tanah. Skoring jenis pengerasan jalan dibagi menjadi 6 jenis, yaitu hotmix, aspal, beton, paving, makadam, dan tanah. Pemberian nilai dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 2 Skoring Jenis Pengerasan

Jenis Pengerasan	Nilai
Hotmix	6
Aspal	5
Beton	4
Paving	3
Makadam	2
Tanah	1

Skoring jenis tanah dibagi menjadi 5 jenis, yaitu tanah bagus, tanah baik, tanah sedang, tanah jelek, dan tanah jelek sekali. Pemberian nilai dijelaskan pada tabel berikut.

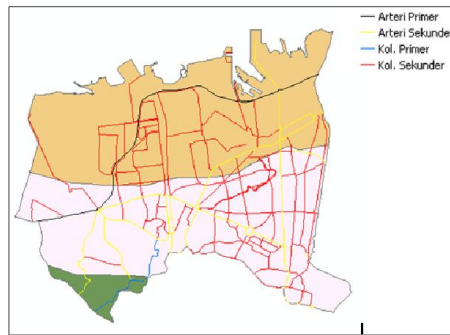
Tabel 3 Skoring Jenis Tanah

Klasifikasi tanah	Jenis tanah	Nilai
Tanah bagus	Tanah berpasir berbatu atau berkerikil	5
Tanah baik	Tanah pasir	4
Tanah sedang	Tanah liat	3
Tanah jelek	Tanah liat/ yang mengandung tanah organik	2
Tanah jelek sekali	Tanah rawa, tanah lumpur	1

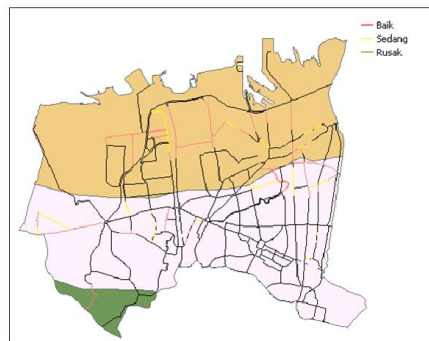
III.5 Pembuatan Peta Kerentanan Kerusakan Jalan

Peta kerentanan kerusakan jalan dibuat berdasarkan *overlay* dari peta klasifikasi jalan, dan peta jenis tanah lokasi penelitian. Untuk mengoverlay peta diatas dilakukan dengan menggunakan *software ArcGIS 9.3* dengan menu *analysis tools>overlay>intersect*.

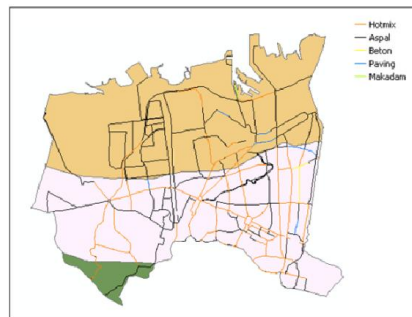
Hasil dari mengoverlay peta jaringan jalan dan jenis tanah kota Semarang berdasarkan fungsi jalan, kondisi jalan, dan pengerasan jalan dapat dilihat pada gambar 2; 3; 4



Gambar 2 Hasil overlay peta berdasarkan fungsi jalan



Gambar 3 Hasil overlay peta berdasarkan kondisi jalan



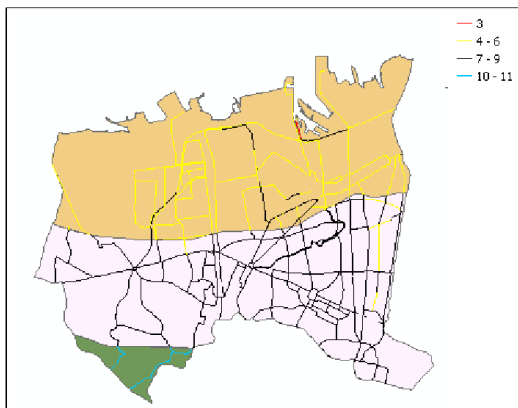
Gambar 4 Hasil overlay peta berdasarkan pengerasan jalan

Masing-masing peta tersebut telah dibobotkan, hasil dari pembobotan tersebut bobot jenis tanah dan bobot pengerasan jalan dijumlahkan dan diklasifikasikan. Dari penjumlahan nilai skoring masing-masing peta didapatkan hasil dari tiap wilayah yang termasuk dalam kondisi. Penjumlahan nilai skoring total dapat melalui proses *field calculator sehingga* diperoleh skor akhir. Untuk klasifikasi kerusakan jalan seperti tabel dibawah ini:

Tabel 4 klasifikasi kriteria kondisi kerusakan jalan

Skor	Kriteria
>10	Tidak rawan rusak
7-9	sedikit rawan rusak
4-6	Rawan rusak
<4	Sangat rawam rusak

Selanjutnya dilakukan editing peta untuk merapikan peta dan data atributnya. Untuk mengklasifikasi peta persebaran kerusakan jalan maka dilakukan pengklasifikasian dengan cara *properties> symbology>quantities*. Lalu atur *value* dan *classes* pilih OK Hasil dari pengklasifikasian persebaran kerusakan jalan dapat dilihat seperti gambar dibawah ini,

**Gambar 5** Peta Kerentanan Kerusakan Jalan Kota Semarang 2012

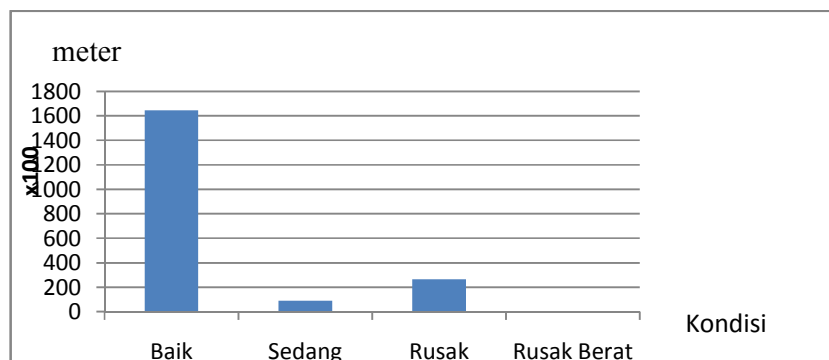
IV Hasil dan Pembahasan

IV.1 Analisis Kondisi Jalan Kota Semarang

topografi jalan di kota Semarang adalah datar untuk kecamatan Semarang Utara, Semarang Selatan, Semarang Tengah, Semarang Barat dan Semarang Timur. Informasi kerusakan jalan diperoleh dari Dinas Bina Marga Kota Semarang digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan jalan di kota Semarang. Kondisi jalan kota Semarang rata-rata adalah baik, dengan panjang jalan sebesar 164461, 623 meter, panjang jalan dengan kondisi sedang sebesar 8770,243 meter, dan panjang jalan dengan kondisi rusak sebesar 26334,168 meter. Persebaran kerusakan jalan kota Semarang dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4 Data Atribut Peta kondisi kerusakan jalan kota Semarang tahun 2012

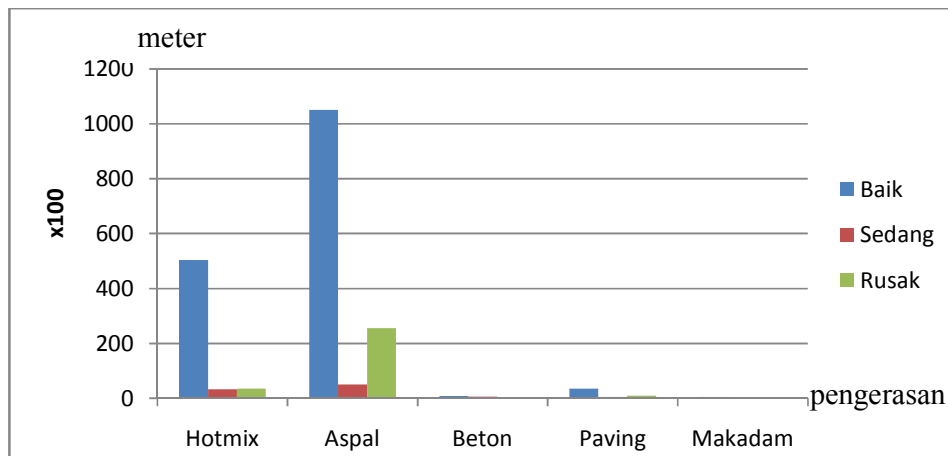
Kondisi perkerasan	Panjang
Baik	164461,623 meter
Sedang	8770,243 meter
Rusak	26334,168 meter
Rusak berat	0
Jumlah	199566,034 meter



Gambar 6 Grafik jumlah kondisi kerusakan jalan kota Semarang tahun 2012

IV.2 Analisis Jenis Perkerasan Jalan Kota Semarang

Jenis perkerasan jalan yang diperoleh dan dapat dilihat secara visual melalui survey. Jenis perkerasan yang ada di kota Semarang rata-rata adalah aspal dengan panjang sebesar 64760,586 meter, hotmix sebesar 55807,857 meter, beton sebesar 1731,472 meter, paving sebesar 4960,897 meter dan macadam sebesar 482 meter. Persebaran jenis perkerasan jalan kota Semarang dan persebaran kondisi perkerasan jalan kota Semarang dapat dilihat pada tabel berikut.



Gambar 7 Grafik jumlah kondisi perkerasan jalan kota Semarang tahun 2012

Tabel 5 Data kondisi pengerasan jalan kota Semarang tahun 2012

Jenis Pengerasan	Kondisi	Panjang
Hotmix	Baik	50371,649 meter
	Sedang	3269,063 meter
	Rusak	3472,254 meter
Aspal	Baik	105118,063 meter
	Sedang	5096,874 meter
	Rusak	25545,649 meter
Beton	Baik	933,128 meter
	Sedang	585,964 meter
	Rusak	212,380 meter
Paving	Baik	3548,844 meter
	Sedang	417,072 meter
	Rusak	994,981 meter
Makadam	Baik	481,840 meter
	Sedang	0
	Rusak	0

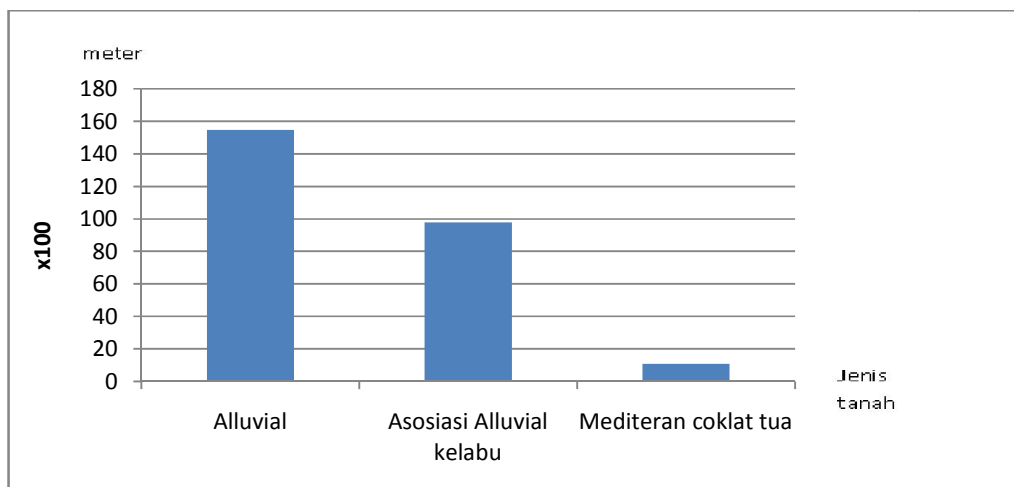
IV.3 Analisis Kerusakan Jalan terhadap Jenis Tanah

Kerusakan jalan terhadap jenis tanah di kota Semarang diperoleh dengan proses overlay antara peta jenis tanah dengan peta kondisi jalan. Kerusakan jalan terbesar berada

pada jenis tanah alluvial sebesar 15481,492 meter, sedangkan pada jenis tanah asosiasi alluvial kelabu sebesar 9779.866 meter, dan pada jenis tanah mediteran coklat tua sebesar 1072,81 meter. Persebaran jalan terhadap jenis tanah kota Semarang dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 6 Data Atribut persebaran kerusakan jalan terhadap jenis tanah tahun 2012

Jenis tanah	Panjang Total	Panjang kerusakan
Alluvial	89140,407 meter	15481,492 meter
Asosiasi alluvial kelabu	106579,816 meter	9779,866 meter
Mediteran coklat tua	3845,811 meter	1072,81 meter



Gambar 8 Grafik jumlah persebaran kerusakan jalan terhadap jenis tanah tahun 2012

IV.4 Analisis Kerapatan Kerusakan Jalan Lokasi Penelitian

Kerapatan kerusakan jalan kota Semarang secara keseluruhan diperoleh dengan penghitungan panjang kerusakan jalan, panjang jalan, luas area jenis tanah, dan luas area keseluruhan lokasi penelitian. penghitungan ini menghasilkan nilai kerapatan kerusakan jalan pada masing-masing area jenis tanah. Kerapatan kerusakan digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan jalan pada jenis tanah tertentu pada lokasi penelitian.

Perhitungan presentase kerusakan dilalukan dengan membagi panjang kerusakan pada jenis tanah tertentu dengan panjang keseluruhan jalan pada jenis tanah tersebut. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$R = \frac{Pr\ ta}{\sum P\ ta} \times 100\%$$

Keterangan :

R : Presentase Kerusakan

Pr ta : Panjang Kerusakan pada jenis tanah

$\sum P\ ta$: Panjang Keseluruhan jalan pada jenis tanah

Perhitungan presentase luas area dilakukan dengan membagi luas area pada jenis tanah tertentu dengan luas keseluruhan lokasi penelitian tersebut. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$PA = \frac{L\ ta}{L\ s} \times 100\%$$

Keterangan :

PA : Presentase luas area

L ta : Luas area pada jenis tanah

L s : Luas area lokasi penelitian

Perhitungan kerentanan dilakukan dengan membagi hasil panjang kerusakan pada jenis tanah tertentu dengan panjang keseluruhan jalan pada jenis tanah dengan hasil pembagian luas area pada jenis tanah tertentu dengan luas keseluruhan lokasi penelitian. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$RT = \frac{Pr\ ta / \sum P\ ta}{L\ ta / L\ s}$$

Keterangan :

RT : Kerentanan

Pr ta : Panjang Kerusakan pada jenis tanah

$\sum P\ ta$: Panjang Keseluruhan jalan pada jenis tanah

L ta : Luas area pada jenis tanah

L s : Luas area lokasi penelitian

Pada jenis tanah aluvial nilai kerapatan kerusakan jalan sebesar 0,355. Pada jenis tanah aluvial kelabu sebesar 0.392 dan pada jenis tanah mediteran coklat tua sebesar 8.2. Hasil perhitungan analisa kerusakan jalan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 7 Kerentanan kerusakan jalan lokasi penelitian

Jenis Tanah	Panjang kerusakan	Luas Area	Presentase Kerusakan	Presentase Luas Area	Kerentanan Jalan
Aluvial	15481,492 meter	24697589,276 meter ²	17,38%	48.9%	0,355
Asosiasi Aluvial Kelabu	9779,866 meter	24126100,608 meter ²	9,18%	47.7%	0,192
Mediteran Coklat Tua	1072,81 meter	1730188,825 meter ²	27.90%	3,4%	8.2

V Penutup

V.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan adalah :

1. Kondisi jalan di kota Semarang rata-rata adalah baik dengan kondisi jalan di kota Semarang pada jenis tanah alluvial dengan panjang jalan sebesar 89140,407 meter, kerusakan sebesar 15481,492 meter. Pada kondisi jalan di kota Semarang pada jenis tanah asosiasi alluvial kelabu dengan panjang jalan sebesar 106579,816 meter, kerusakan sebesar 9779,866 meter. Pada kondisi jalan di kota Semarang pada jenis tanah mediteran coklat tua dengan panjang jalan sebesar 3845,811 meter, kerusakan sebesar 1072,81 meter.
2. Nilai kerapatan kerusakan jalan lokasi penelitian terbesar berada pada jenis tanah mediteran coklat tua. Kerapatan kerusakan jalan pada pada jenis tanah mediteran coklat tua sebesar 8,2 jenis tanah alluvial sebesar 0,355 dan pada jenis tanah asosiasi alluvial kelabu sebesar 0,192. Apabila hanya membandingkan antara jenis tanah alluvial dan asosiasi alluvial kelabu yang luas areanya hamper sama yaitu sebesar 48.9% dan 47.7% dari luas area lokasi penelitian, maka akan terlihat bahwa jenis tanah yang lebih keras memiliki sebaran kerusakan jalan jalan yang lebih sedikit. Kerusakan jalan semakin kecil apabila jalan berada pada tanah yang lebih keras.

V.2 Saran

Setelah melakukan kegiatan penelitian tugas akhir ini, maka beberapa saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pemetaan mengenai daerah resapan air adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya perlu menggunakan data dasar (parameter) terbaru, lengkap dan yang lebih akurat sehingga diperoleh hasil yang lebih detil dan membuat peta dengan keadaan geografis yang paling baru.
2. Penelitian ini diharapkan bisa digunakan sebagai acuan untuk digunakan sebagai data pemantauan pada instansi yang terkait untuk pemeliharaan jalan di kota Semarang.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan lebih tertuju pada kelas jalan yang lebih spesifik, hal ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil yang lebih akurat berkaitan dengan permasalahan kerusakan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- As-syukur, Abdul Rahman. 2006. *Modul Pengenalan Arcview Untuk Dasar Analisis Sistem Informasi Geografis (SIG)*. Denpasar.
- Eddy Prahasta. 2004. *Sistem Informasi Geografis : ArcView lanjut Pemrograman Bahasa Script Avenue*. Bandung : Informatika.
- Anonim. 1992. *Tata Cara Pelaksanaan Survei Kondisi Jalan Beraspal, SNI 03-2844-1992*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- I Nyoman Jagat Maya, 2011, *Penyusunan Basis Data Jalan Nasional Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Jalan Nasional Provinsi Bali Di Bawah Tanggung Jawab SNVT P2JJ Metropolitan Denpasar)*. Denpasar
- Prahasta , Eddy. 2005. *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung : Informatika.
- I Wayan Nuarsa. 2005. *Belajar Sendiri Menganalisis Data Spasial dengan Arcview GIS 3.3 untuk Pemula*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- Eddy Prahasta. 2009. *Tutorial ArcView*. Bandung : Informatika.
- Denny Charter, Irma Agtrisari. 2003. *Desain dan Aplikasi Geographics Information System*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- Utama, Eriko, Modul Pelatihan ARCGIS/MAPINFO, Comlabs ITB, Bandung 2004
- Halaman web:
- <http://theplanner.wordpress.com/2008/02/22/tinjauan-pustaka-ketentuan-ketentuan-tentang-jalan/>
- <http://pustaka-ts.blogspot.com/2011/07/kerusakan-pada-perkerasan-aspal.html>
- <http://www.pu.go.id/satminkal/balitbang/sni/buat%20web/RSNI%20CD/ABSTRAKS/BINA%20MARGA/PERKERASAN%20JALAN/TATA%20CARA/SNI%2003-2844-1992.pdf>

ipv6.ppk.itb.ac.id/~buff/Tutorial%20Indonesia/1-Pengantar%20SIG.pdf

<http://arisudev.wordpress.com/2011/07/13/berbagai-jenis-tanah-di-indonesia/>