

JURNAL PENELITIAN TEKNIK SIPIL

Jurnal Intensip
Informasi Teknik Sipil

**SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) UNTUK ESTIMASI
ANGGARAN KERUSAKAN JALAN (STUDI KASUS :
KECAMATAN SUMBA OPU, KOTA SUNGGUMINASA)**



RAHMATULLA
312 17 029

NUR HIDAYAT
312 17 034

**PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONSTRUKSI SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR**

2020

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) UNTUK ESTIMASI ANGGARAN KERUSAKAN JALAN (STUDI KASUS : KECAMATAN SUMBA OPU, KOTA SUNGGUMINASA)

**Jhon Asik, S.ST., M.T.¹⁾, Haeril Abdi Hasanuddin, S.T., M.T.¹⁾
Rahmatulla¹⁾, Nur Hidayat²⁾**

ABSTRAK

Tingkat kepadatan lalu lintas di kabupaten Gowa yang tinggi dikarenakan banyaknya kendaraan yang melintas. Hal itu disebabkan karena kabupaten gowa adalah salahsatu pemasok kebutuhan dan menjadi salah satu pusat destinasi pariwisata strategis yang tidak jauh dari kota Makassar serta banyaknya pekerja di kota Makassar yang berdomisili di kabupaten Gowa. Akibat yang ditimbulkan adalah kerusakan jalan sehingga diperlukan informasi yang dapat mengetahui titik kerusakan jalan pada kawasan tersebut untuk ditindak lanjuti. Dengan adanya Sistem Informasi Geografis (SIG), maka dapat mengetahui keberadaan titik yang mengalami kerusakan dan menghitung berapa besar anggaran yang akan dikeluarkan untuk mengerjakan jalan tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bagaimana klasifikasi dan deskripsi keadaan kerusakan jalan di Kecamatan Sumba Opu, Kota Sungguminasa yang ditampilkan lewat media foto, data GPS, dan data atribut anggaran kerusakan jalan dalam bentuk Sistem Informasi Geografis. yang mana tingkat kerusakan jalan di Kecamatan Sumba Opu, Kota Sungguminasa memiliki banyak titik kerusakan yang terdiri dari 141 titik kerusakan. untuk perkerasan jalan aspal sebanyak 118 titik kerusakan dengan 14 type kerusakan dan 23 titik kerusakan dengan 9 type kerusakan pada perkerasan jalan beton yang tersebar di seluruh jalan nasional maupun provinsi.

Kata kunci : Sistem Informasi Geografis, Kerusakan Jalan

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Revolusi industri 4.0 membawa kemajuan pesat dalam ilmu pengetahuan yang selalu didampingi oleh teknologi yang mengintegrasikan transformasi digital dan otomasi. Pengembangan ilmu pengetahuan menjadi dasar dari transformasi digital yaitu Big Data (data besar). Peranan Big data sangat penting dalam era revolusi industry 4.0, oleh sebab itu diperlukan suatu teknologi yang mampu mengelola big data dalam bentuk kecerdasan buatan. Bentuk kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) diantaranya, yaitu Sistem Informasi Geografis (SIG) yang mampu mengelola big data menjadi suatu bentuk informasi dalam suatu wilayah.

Sulawesi Selatan adalah sebuah provinsi Indonesia yang terletak di pulau

Sulawesi bagian selatan yang berbatasan dengan Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah Sulawesi Tenggara, dan bersebrangan langsung dengan pulau Kalimantan bagian timur. (Sumber: Wikipedia, BPS Sulawesi Selatan 2018). Di Sulawesi Selatan terdapat 21 kabupaten dan 3 kota. Kota Makassar merupakan kota metropolitan yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Maros dan Kabupaten Gowa. Jarak tempuh Kabupaten Gowa sekitar 10 menit dari kota Makassar dan dapat ditempuh melalui jalur darat.

Kabupaten Gowa merupakan kabupaten yang memasok sebagian besar kebutuhan dasar kehidupan kota serta memiliki luas wilayah 1.883,33 km² dengan jumlah penduduk kabupaten Gowa Tahun 2018 sekitar 751.981 jiwa yang tersebar di 18 kecamatan. Pertumbuhan ekonomi

kabupaten Gowa mencapai 4,12% dari PDRB provinsi Sulawesi selatan dan menjadi urutan tertinggi ke empat dari wilayah disekitarnya pada tahun 2018. (BPS Kabupaten Gowa. 2019 ; Wikipedia)

Faktor Penyebab volume lalu lintas di kabupaten Gowa mengalami peningkatan dengan banyaknya kendaraan pribadi maupun kendaraan umum hal tersebut dikarenakan kabupaten gowa adalah salahsatu pemasok kebutuhan mulai dari bahan material untuk pembangunan fisik konstruksi, bahan pangan, terutama sayur-mayur, sampai aliran air bersih dari bendungan bili-bili. Selain itu kabupaten gowa merupakan salah satu pusat destinasi pariwisata strategis yang tidak jauh dari kota Makassar dan banyaknya pekerja di kota Makassar yang berdomisili di kabupaten Gowa sehingga menjadi kabupaten dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi. Hal tersebut dapat menyebabkan penurunan tingkat pelayanan pada suatu perkerasan jalan. Penurunan tingkat pelayanan jalan dapat dilihat secara visual dengan adanya kerusakan yang terjadi pada lapisan perkerasan jalan. Kerusakan tersebut bervariasi sesuai dengan jenis dan faktor yang dapat mempengaruhi kerusakan disetiap segmen pada ruas jalan. Apabila kerusakan dibiarkan dalam jangka waktu yang lama, akan memperburuk kondisi lapisan perkerasan sehingga dapat mempengaruhi keamanan, kenyamanan, dan kelancaran dalam berlalu lintas. Akibat yang ditimbulkan adalah jarak tempuh yang membutuhkan waktu yang lama, kecelakaan lalu lintas, kemacetan, dan lain-lain.

Untuk mengatasi berbagai masalah mengenai kerusakan jalan, diperlukan sistem yang memuat data mengenai informasi database dengan menggunakan teknologi untuk mempercepat suatu pekerjaan. Untuk itu, dengan adanya aplikasi sistem informasi geografis dapat memberikan kemudahan bagi pihak

yang nantinya mengerjakan perbaikan jalan tersebut. Aplikasi tersebut berbasis Sistem Informasi Geografis dipadukan dengan aplikasi yang dapat menghitung Rencana Anggaran Biaya secara otomatis.

1.2 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam studi ini antara lain :

- 1) Bagaimana kondisi dan jenis kerusakan jalan di kota Sungguminasa Kec. Sumba Opu?
- 2) Bagaimana membangun sistem informasi geografis yang terkomputerisasi dengan Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan kerusakan jalan di kota Sungguminasa Kec. Sumba Opu sesuai dengan jenis dan kondisi kerusakannya?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian pada sistem informasi geografis yang akan dikaji dalam studi ini difokuskan pada berbagai hal sebagai berikut :

- 1) Informasi yang ditampilkan adalah peta, galeri informasi kerusakan meliputi alamat, jenis kerusakan, biaya kerusakan, luas kerusakan, koordinat titik kerusakan jalan.
- 2) Penyajian informasi tentang kondisi jalan yang berpotensi di kota Sungguminasa.
- 3) Sistem informasi ini dibuat menggunakan program yang dimuat dengan menggunakan Bahasa pemrograman.
- 4) Pengukuran ruas kerusakan jalan menggunakan metode perluasan yaitu 100 cm x 100 cm.
- 5) Pengukuran ruas kerusakan jalan dilakukan pada perkerasan lentur dan perkerasan kaku dengan mengambil titik kerusakan.
- 6) Pengambilan data lapangan dilakukan pada jalan nasional maupun jalan provinsi.

1.4 Tujuan Penelitian

¹⁾ Pembimbing

²⁾ Mahasiswa

Tujuan penelitian ini antara lain, untuk:

- 1) Untuk menganalisis tipe kerusakan ruas jalan.
- 2) Untuk mendapatkan seberapa besar anggaran yang akan dikeluarkan dan memberikan rekomendasi peningkatan layanan Transportasi daerah kabupaten Gowa.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut :

1) Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoritis, sekurang-kurangnya dapat berguna sebagai sumbangsih pemikiran bagi dunia Pendidikan

2) Manfaat Praktis

a) Bagi Peneliti

Sebagai penambahan wawasan dengan mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh secara teori dilapangan.

b) Bagi Masyarakat

Sebagai bahan informasi terkait manfaat yang akan Masyarakat rasakan setelah melakukan perbaikan kerusakan jalan pada jaringan jalan di kota Sungguminasa.

c) Bagi Pemerintah

Sebagai bahan rekomendasi bagi pemerintah selaku pemilik proyek terkait dalam Kelayakan Aspek ekonomi dan sebagai bahan pertimbangan terkait layak atau tidaknya proyek tersebut di bangun.

d) Bagi Pelaksana Proyek

Dapat mempermudah perhitungan Rencana Anggaran Biaya dan Penentuan titik titik kerusakan berdasarkan aplikasi yang telah dibuat.

e) Bagi Peneliti Lain

Dapat dijadikan sebagai acuan terhadap pengembangan ataupun pembuatan dalam penelitian yang sama.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya dilakukan di kabupaten Maros berbeda pada penelitian ini dilakukan di kabupaten Gowa. Pengembangan pada penelitian ini dilakukan dari segi fitur yang ditampilkan dan proses pengolahan data. proses pengolahan sebelumnya dilakukan secara manual dan di perbaharui pada penelitian ini dengan menghitung secara otomatis.

2.2 Jaringan Jalan

1) Pengertian Jaringan Jalan

Berdasarkan Undang - undang No. 13 Tahun 1980 tentang Jalan, menyebutkan bahwa: Jalan adalah suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu - lintas (Aryadisa pratiwi 2013).

Jalan mempunyai peranan penting dalam bidang ekonomi, politik, sosial budaya dan pertahanan keamanan serta dipergunakan untuk kemakmuran rakyat. (Aryadisa Dpratiwi 2013).

Klasifikasi jalan menurut sistemnya adalah sebagai berikut :

a) Sistem Jaringan Jalan Primer :

sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah ditingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yg berwujud pusat kegiatan.

b) Sistem Jaringan Jalan Sekunder :

sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam

kawasan perkotaan. (Aryadisa dan Pratiwi 2013)

2) Jenis kerusakan pada perkerasan lentur

Indeks Kondisi Perkerasan atau PCI (Pavement Condition Index) adalah tingkat dari kondisi permukaan perkerasan dan ukurannya yang ditinjau dari fungsi daya guna yang mengacu pada kondisi dan kerusakan di permukaan perkerasan yang terjadi (Hardiyatmo, 2005). Menurut Hardiyatmo (2005) jenis-jenis kerusakan perkerasan lentur (aspal), umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a) Deformasi berupa bergelombang, alur, amblas, sungkur, mengembang, benjol dan turun.
- b) Retak berupa retak memanjang, retak melintang, retak diagonal, retak diagonal, retak reflektif, retak blok, retak kulit buaya, dan retak bulan sabit.
- c) Kerusakan tekstur permukaan berupa pelepasan butiran, kegemukan, pengausan agregat, penglupasan, dan stripping.
- d) Kerusakan lubang, tambalan dan persilangan rel
- e) Kerusakan di pinggir perkerasan berupa retak pinggir dan penurunan bahu jalan

Adapun jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan akibat beberapa faktor kerusakan berdasarkan Manual Pemeliharaan Jalan Direktorat Jenderal Bina Marga No. 03/MN/B/1983, kerusakan jalan dapat dibedakan kedalam 19 (sembilan belas) jenis kerusakan.

2.3 Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Kaku

Tipe kerusakan yang umum terjadi pada perkerasan jalan beton dapat dikelompokkan dalam beberapa tipe

kerusakan yang sejenis berdasarkan Karakteristik:

1) Kerusakan Disebabkan Oleh Karakteristik Permukaan

- a) Retak setempat, yaitu retak yang tidak mencapai bagian bawah dari slab.
- b) Patahan (faulting), adalah kerusakan yang disebabkan oleh tidak teraturnya susunan di sekitar atau di sepanjang lapisan bawah tanah dan patahan pada sambungan slab, atau retak-retak.
- c) Deformasi, yaitu ketidakrataan pada arah memanjang jalan.
- d) Abrasi, adalah kerusakan permukaan perkerasan beton yang dapat dibagi menjadi :
 - Pelepasan Butir, yaitu keadaan dimana agregat lapis permukaan jalan terlepas dari campuran beton sehingga permukaan jalan menjadi kasar.
 - Pelicinan (polishing), yaitu keadaan dimana campuran beton dan agregat pada permukaan menjadi amat licin disebabkan oleh gesekan-gesekan.
 - Aus, yaitu terkikisnya permukaan jalan disebabkan oleh gesekan roda kendaraan.
- e) Kerusakan Sambungan, terdiri dari Kerusakan pada bahan perekat sambungan dan Kerusakan pada ujung sambungan
- f) Lain-Lain, terdiri dari kerusakan lubang.

2) Kerusakan Struktur

- a) Retak Yang Meluas, yaitu retak-retak yang mencapai dasar slab seperti Retak Sudut, Retak Melintang atau Memanjang, dan Retak Buaya
- b) Melengkung (buckling), yang terbagi menjadi
 - Jembul (Blow up), yaitu keadaan dimana slab menjadi tertekuk dan

melengkung disebabkan tegangan dari dalam beton.

- Hancur, yaitu keadaan dimana slab beton mengalami kehancuran akibat dari tegangan tekan dalam beton. Pada umumnya kehancuran ini cenderung terjadi di sekitar sambungan.

2.4 Metode Perbaikan Jalan Aspal

Kerusakan-kerusakan pada perkerasan jalan atau lapis permukaan jalan harus diprioritaskan perbaikannya. Karena Indonesia merupakan daerah dengan curah hujan yang cukup tinggi sehingga perkerasan jalan dapat lebih cepat rusak. Sehingga dengan adanya pemeliharaan atau perbaikan yang rutin akan meminimalisir terjadinya kerusakan jalan yang cukup parah. Berikut akan diuraikan mengenai macam-macam metode perbaikan, serta langkah penanganannya.

2.5 Metode Perbaikan Jalan Kaku

Tabel 1. Pembagian Jenis Rambu

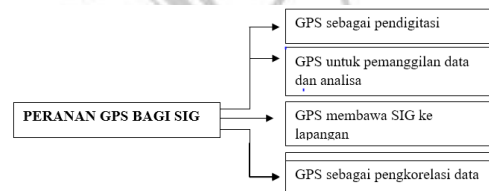
Klasifikasi	Metoda Perawatan dan Perbaikan
Retak tidak mencapai dasar lapisan.	Penyumbatan dengan parafin, karet sintesis resin sintesis, aspal emulsi dan sebagainya
Retak progresive berkembang sampai sadar lapisan.	Pengisian, Injeksi, Rekonstruksi parsial, pelapisan ulang, penambalan.
Ketidakteraturan dan patahan dari slab.	Injeksi, penambalan, overlay, rekonstruksi.
Kekasaran memanjang	Injeksi, Penambalan, overlay, rekonstruksi
Raveling (pelepasan butir)	Penambalan, perawatan permukaan, pelapisan dengan synthetic resin. Pelapisan ulang
Scaling (Exfoliation)	Penambalan, perbaikan permukaan, overlay.
Kerusakan material Joint Sealing.	Pemotongan dan injeksi dengan material sealing kembali.
Kerusakan pada sambungan pinggir.	Penambalan dengan adukan semen, adukan plastis atau beton, pengisian dengan campuran aspal.
Blow up	Rekonstruksi
Crushing	Penambalan, rekonstruksi
Slab yang jembul	Penambalan, rekonstruksi (termasuk perbaikan lapisan tanah dasar, lapisan pondasi).
Lobang	Tambal dengan mortar semen, mortar plastik atau beton. Isi dengan campuran aspal.

2.6 Sistem Informasi Geografis (SIG)

- 1) Definisi Sistem Informasi Geografis

- 2) Sistem Informasi Geografis dapat diuraikan menjadi beberapa sub-sistem
- 3) Sub sistem yang mendukung Sistem Informasi Geografis
- 4) Fungsi Sistem Informasi Geografis (SIG)
- 5) Karakteristik Sistem Informasi Geografis
- 6) Komponen Sistem Informasi Geografis
- 7) Jenis dan Sumber Data SIG
- 8) Kelebihan / Keistimewaan Sistem Informasi Geografis

2.7 Peranan GPS Dalam Bidang Sistem Informasi Geografis



Gambar 1. Trimble Geo 7X Series

III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

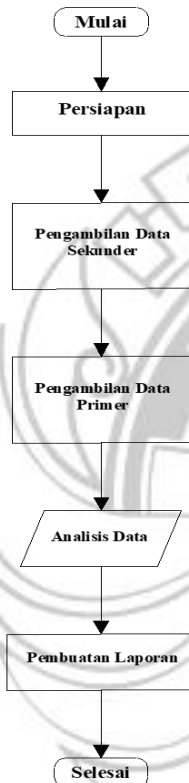
Pengujian ini berlangsung mulai dari bulan Juni – Agustus 2020, dengan lokasi penelitian pada jaringan jalan Kecamatan Sumba Opu, Kota Sungguminasa.

3.2 Penyiapan Bahan dan Alat

Untuk melaksanakan proses kegiatan, dibutuhkan alat dan bahan yang dapat menunjang kelancaran kegiatan. Adapun alat dan bahan yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Alat tulis kantor, terdiri dari alat tulis dan kertas;
- 2) Perangkat elektronik pendukung, terdiri dari laptop, printer, dan kamera;
- 3) Perangkat lunak, terdiri dari aplikasi pengolah angka, data, kata, aplikasi SIG, dan aplikasi software development;

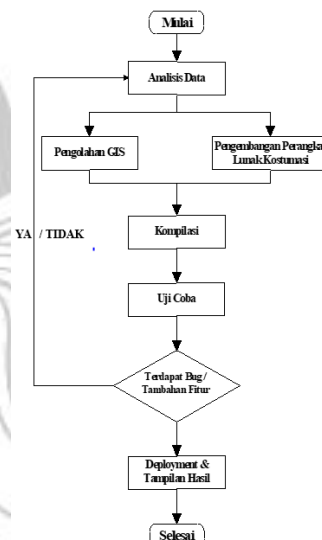
3.3 Metode Pelaksanaan Penelitian



Gambar 2. *Flow Chart* Pengujian



Gambar 3. *Flow Chart* Metode Pengambilan Data Primer



Gambar 4. *Flow Chart* Metode Analisis Data

Penjelasan bagan alur penelitian, yaitu sebagai berikut :

- 1) Tahap awal menyiapkan peralatan dan bahan.
- 2) Pengambilan data yang meliputi data primer dan data sekunder.
- 3) Pengolahan data primer yang merupakan data survey lapangan.
- 4) Kemudian memeriksa hasil olah data.
- 5) Setelah itu, data yang telah diolah dianalisis menggunakan beberapa

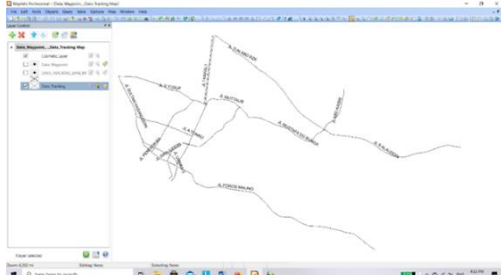
software diantaranya *Global Mapper*, *MapInfo Professional* dan membuat perangkat lunak yang dikostumasi menggunakan *software Microsoft Visual Studio*.

- 6) Kemudian hasil olah data dimasukkan ke dalam perangkat lunak yang telah jadi dan menguji perangkat lunak tersebut.
- 7) Jika terdapat *bug* maka, perangkat lunak tersebut diprogram ulang.
- 8) Apabila sudah tidak terdapat *bug*, maka perangkat lunak sudah siap digunakan.
- 9) Pembuatan laporan Tugas Akhir.

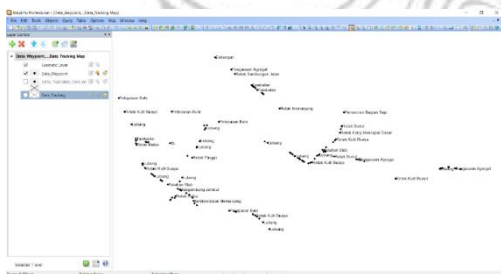
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

1) Ruas Jalan yang Ditinjau



Gambar 5. Hasil Tracking Jaringan Jalan



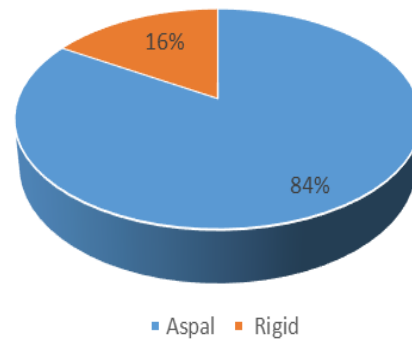
Gambar 6. Hasil Waypoint Jaringan Jalan

2) Perkerasan Rusak

Tabel 2. Jumlah Perkerasan Rusak

Kerusakan Perkerasan Aspal	118
Kerusakan Perkerasan Rigid	23

Kerusakan Jalan



Gambar 7. Persentase Kerusakan Jalan Aspal dan Rigid

- 3) Pembuatan Modul Kerusakan Jalan pada Perangkat Lunak bernama The Integrated Mapping yang dilakukan dalam beberapa tahap yaitu:

a) Perancangan mekanisme pengoperasian dan graphical user interface (GUI) modul kerusakan jalan pada perangkat lunak bernama The Integrated Mapping

Tahap awal dari pembuatan suatu modul atau perangkat lunak adalah dengan membuat rancangan mekanisme pengoperasian. Mekanisme pengoperasian merupakan dasar dalam perancangan graphical user interface (GUI).



Gambar 8. Tampilan Rancangan Fitur

- b) Penulisan kode perintah pada perangkat lunak Microsoft Visual Studio

Rancangan mekanisme operasi dan graphical user interface (GUI) dari pembuatan modul atau perangkat lunak setiap tahapan mekanisme pengoperasian yang divisualisasikan

dengan GUI dengan menggunakan Bahasa pemrograman Microsoft Visual Studio dan Mapinfo.

c) Uji coba modul kerusakan jalan

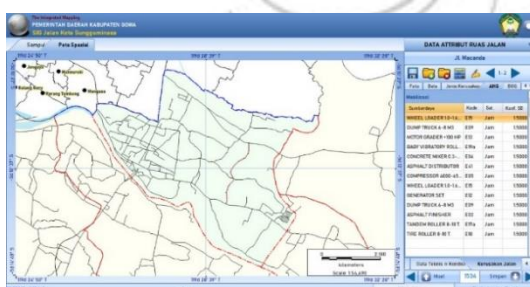
Tahap ini untuk menguji coba (running test) perintah yang telah dibuat pada tahap sebelumnya apakah telah sesuai dengan mekanisme pengoperasian yang telah dirancang pada tahap awal.



Gambar 9. Tampilan jendela awal running test



Gambar 10. Tampilan jendela running test



Gambar 11. Tampilan jendela running test

d) Penyempurnaan modul kerusakan jalan

Tahap ini akan dilakukan hingga modul kerusakan dinyatakan telah sesuai dengan mekanisme pengoperasian modul kerusakan jalan.

e) Compile program

Aplikasi yang dihasilkan pada tahap ini tidak dapat dilakukan pengeditan lagi.

4.2 Pembahasan

1) Type Kerusakan

Berdasarkan hasil pengambilan data dilapangan terdapat 141 kerusakan dengan 14 type kerusakan aspal dan 9 type kerusakan beton. Anggaran yang diperoleh dapat dilihat pada program yang telah dibuat.

2) Faktor Penyebab kerusakan

komponen utama yang mempengaruhi kerusakan Jalan di kecamatan sumba opu kabupaten gowa adalah jumlah beban kendaraan yang melewati kapasitas, metode pelaksanaan yang kurang bagus, terjadinya aus serta genangan air yang menyebabkan jalan tersebut rusak. Komponen utama tersebut merupakan faktor dominan atau faktor utama yang menyebabkan kerusakan jalan di kecamatan sumba opu kabupaten gowa.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan terhadap Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Estimasi Anggaran Kerusakan Jalan di Kecamatan Somba Opu Kabupaten Gowa, maka dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan:

- 1) Kondisi kerusakan jalan di kecamatan Somba Opu kabupaten Gowa yaitu sebanyak 141 titik dengan data yang didapatkan untuk perkerasan jalan aspal sebanyak 118 titik kerusakan dengan 14 type kerusakan dan 23 titik kerusakan dengan 9 type kerusakan pada perkerasan jalan beton yang tersebar di seluruh jalan nasional maupun provinsi.
- 2) Membangun sistem informasi geografis yang juga memiliki kemampuan untuk menghitung anggaran biaya dari data data yang ada dengan menggunakan perangkat lunak pemrograman maka

dapat dibangun satu aplikasi berbasis GIS yang dapat menghitung Estimasi anggaran biaya perbaikan kerusakan jalan dengan langkah atau tahapan yang ringkas, untuk membantu melakukan perhitungan Estimasi anggaran biaya perbaikan kerusakan jalan pada kecamatan Sumba Opu kabupaten Gowa

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya mengenai pembuatan Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Estimasi Anggaran Kerusakan Jalan disarankan beberapa hal di bawah ini untuk dipertimbangkan :

- 1) Diperlukan bantuan GPS yang connect ke internet dan peta lokasi tracking untuk mempermudah pengambilan data tracking dan titik waypoint kerusakan jalan.
- 2) Gunakan APD pada saat pengambilan data tracking dan titik waypoint untuk menjaga keselamatan.
- 3) Jika menggunakan beberapa GPS, setiap GPS yang berbeda disimpan dalam file yang berbeda saat import data dengan Mapsource untuk menghindari hilangnya salah satu data yang memiliki nama yang sama.
- 4) Untuk menghindari nama titik yang sama, ubah nama file berdasarkan GPS yang digunakan.
- 5) Setiap kali selesai membuat kode lakukan running untuk melihat hasil running dari aplikasi, apakah sesuai dengan yang direncanakan.
- 6) Saat pembuatan format xlsx. Nama peralatan, upah, dan material harus sama persis dengan format xlsx. Analisa Harga Satuan.

DAFTAR PUSTAKA

Andi Basse Cayyah dan Indriani. 2018. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Estimasi Anggaran Biaya Kerusakan Jalan Di Ibu Kota Maros*. Makassar:

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Anonim, 2011. Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2011 tentang *Rencana Tata Ruang Perkotaan*.

Aryadisal dan Pratiwi. 2013. *Sistem Informasi Geografis Jaringan Jalan di Kota Pinrang*. Tugas akhir. Makassar: Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

ASTM International 2007. *Standar Test Method for Particle - Size Analysis of Soils (ASTM 0422)*. United States :ASTM International

Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan, 2018 *Jumlah Penduduk Sulawesi Selatan* [https://sulsel.bps.go.id\(diakses tanggal 22 Juli 2020\)](https://sulsel.bps.go.id(diakses tanggal 22 Juli 2020))

Biro Komunikasi dan Informasi Publik. 2015. *Benahi Transportasi Kota Makassar, Harus Ada Langkah Ekstrim*. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

Deny Kurniawan dan Ariadi. 2014. *Sistem Informasi Geografis Fasilitas Jalan (Studi Kasus : Kota Sungguminasa Kab. Gowa)*. Makassar: Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Ensiklopedia, 2020 *Kota Makassar*, (website), [https://id.wikipedia.org\(diakses tanggal 22 Juli 2020\)](https://id.wikipedia.org(diakses tanggal 22 Juli 2020))

Ensiklopedia, 2020 *Kota Sungguminasa*, (website), [https://id.wikipedia.org\(diakses tanggal 23 Juli 2020\)](https://id.wikipedia.org(diakses tanggal 23 Juli 2020))

- Endiklopedia, 2020 *Sulawesi Selatan*, (website), <https://id.wikipedia.org>(diakses tanggal 23 Juli 2020)
- Evi Bahrul dan Muh. Iqbal Azhari. 2012. *Identifikasi Kerusakan Jaringan Irigasi Tingkat Tersier pada D.I. Bissua Berbasis Sistem Informasi Geografis*. Makassar: Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Guruh Wahyu Martopo . 2018. *Kota Sungguminasa Dalam Angka (Sungguminasa Municipality in Figures)2018*. Sungguminasa: Baden Pusat Statistik.
- Hardiyatmo. 2005. *Jenis-Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Hardiyatmo,H.C. 2007. *Pemeliharaan Jalan Raya (Perkerasan, Drainase, Longsor)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Huang, Y.H. 1993. *Pavement Analysis and Design*. Prentice:Hall, Englewood Cliffs
- Indra Dwi Putra dan Ingrid Disrey. 2019. *Analisis Pengukuran Penampang Memanjang Jalan Poros Sungguminasa-Malino Dengan GNSS Metode RTK-RADIO*. Makassar: Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Irwansyah, Edy. 2013. *Sistem Informasi Geografis : Prinsip Dasar & Pengembangan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- I Wayan Eka Swstikayana. 2011. *Sistem Informasi Geografis Berbasis Web untuk Pemetaan Pariwisata Kabupaten Gianyar (Studi Kasus pada Dinas Pariwisata Kabupaten Giannyar)*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Informatika Fakultas Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”.
- Jaka Wahyu Anugraha, 2018 *Kerusakan Perkerasan Jalan Raya*, (website), <http://wahyunugrahajaka.blogspot.com>(diakses tanggal 16 Januari 2020)
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2010, *Spesifikasi Umum 2010*, Direktorat Jendral Bina Marga.
- Shahin, M. Y. (1994). *Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots*. Chapman & Hall. New York