

PENGEMBANGAN MODUL PENGOLAH DATA CITRA UNTUK APLIKASI PEMETAAN KERUSAKAN JALAN

Ivan Agung Pandapotan, Daniel Siahaan dan Chastine Fatichah
 Departemen Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
e-mail: ivanagungpasaribu@gmail.com, daniel@if.its.ac.id, chastine@if.its.ac.id

Abstrak— Jalan merupakan suatu prasarana transportasi darat yang merupakan kebutuhan sehari hari bagi setiap manusia. Sampai saat ini kerusakan jalan masih merupakan salah satu masalah utama untuk transportasi darat. Untuk menangani kerusakan jalan tersebut masih dengan metode manual, dimana semua proses dari awal sampai akhir perbaikan jalan tersebut masih dengan cara yang belum efektif. Untuk memetakan kerusakan jalan tersebut surveyor harus langsung turun ke lokasi kerusakan yang memberikan resiko kecelakaan, kurang efisien dari segi ruang, waktu, serta biaya karena harus turun langsung ke bagian jalan yang mengalami kerusakan dan melakukan pemetaan langsung di lokasi tersebut. Setelah pemetaan, surveyor harus memberikan data hasil pemetaan kepada perencana dalam bentuk berkas laporan. Sampai saat ini belum ada pengembangan untuk membuat proses pemetaan pada perbaikan jalan tersebut lebih efektif. Untuk mengotomatisasi proses pemetaan kerusakan jalan, maka dibangun Aplikasi Pemetaan Kerusakan Jalan, yang berbasis aplikasi desktop. Aplikasi yang dibangun memiliki fitur-fitur yang dapat digunakan oleh pengguna untuk membuat proses pemetaan pada proses perbaikan jalan dari awal sampai akhir menjadi lebih mudah dan cepat. Aplikasi Pemetaan Kerusakan Jalan yang dibangun memiliki beberapa modul yang dapat membantu proses pemetaan. Namun, pada penelitian ini hanya dibahas dua modul utama, dimana dua modul tersebut adalah proses persiapan untuk melakukan pemetaan kerusakan jalan secara otomatis. Modul yang akan dibahas adalah tentang Image Manipulation, yaitu dengan metode Image Stretching dan metode Image Stitching. Keluaran dari modul yang dibangun dapat digunakan sebagai data masukan untuk modul atau proses selanjutnya pada aplikasi untuk mengeluarkan hasil yang dapat digunakan dan sesuai kebutuhan.

Kata Kunci— aplikasi, image manipulation, image stitching, image stretching, pemetaan.

I. PENDAHULUAN

PEMETAAN sudah menjadi bagian dari kebutuhan bagi banyak orang, yang memiliki tujuan untuk mempermudah atau memperjelas suatu kegiatan. Pemetaan dapat dilakukan dengan berbagai cara sesuai keadaan dan kebutuhan. *Input* (masukkan) dan *output* (keluaran) dari pemetaan berupa data, dalam penelitian ini berupa data citra.

Salah satu penggunaan pemetaan dapat dilakukan untuk memetakan tingkat kerusakan jalan, hasil pemetaan tersebut yang digunakan sebagai dasar perhitungan dalam pengklasifikasian kerusakan jalan yang ada. Berdasarkan data BPS (Badan Pusat Statistik) yang ada per tahun 2016 panjang jalan total di Indonesia adalah 537.838 Km, dimana 326.629 Km adalah jalan aspal dan 211.209 Km adalah jalan non-aspal. Untuk di daerah Jawa Timur sendiri memiliki total

1.420,5 Km dengan keterangan 699,27 Km dikategorikan baik, 563,57 Km dikategorikan sedang, 141,33 Km dikategorikan rusak ringan, dan 16,33 Km dikategorikan rusak berat. Untuk menangani kerusakan yang ada pemerintah mengalokasikan sekitar Rp 23,7 triliun untuk pemeliharaan jalan dan jembatan.

Penanganan kerusakan dan pemeliharaan jalan tidak dapat dilakukan oleh sembarang pihak, karena membutuhkan kontrol yang jelas dari pemerintah. Kebijakan mengenai jalan di Indonesia diurus oleh Bina Marga, yang juga diatur oleh peraturan dari pemerintahan. Sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 15/PRT/M/2015 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga mempunyai tugas menyelenggarakan perumusan dan pelaksanaan kebijakan di bidang penyelenggaraan jalan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Dalam peraturan ini salah satu fungsi Bina Marga adalah untuk merumuskan dan melaksanakan kebijakan di bidang penyelenggaraan jalan.

Salah satu pengaplikasian penyelenggaraan jalan adalah dengan perbaikan jalan. Ketika jalan sudah tidak sesuai dengan standar maka jalan dapat dikondisikan tidak baik, yang kemudian dapat diklasifikasikan keadaan jalan tersebut untuk memperoleh tindakan yang spesifik. Selama ini, proses pemetaan kondisi jalan dilakukan secara manual, yaitu dengan pergi ke jalan untuk pengecekan, lalu jika menemukan bagian yang rusak, maka harus menunggu jalan kosong untuk sementara atau menutup jalan tersebut untuk melakukan pemetaan. Selain mengecek kondisi jalan dengan pemetaan manual di lokasi kerusakan, dapat juga dilakukan pemetaan melalui citra yang diperoleh dari foto jalan.

Terdapat beberapa kelemahan dalam pemetaan kerusakan jalan secara manual. Pertama dari segi ruang dan waktu, pemetaan manual akan memakan waktu yang lebih panjang karena ketika dilakukan di saat terang maka akan banyak kendaraan yang melintas sehingga pemeta harus menunggu jalan sepi lalu menutup sekitaran bagian yang akan dipetakan, sedangkan jika dilakukan di saat gelap, jumlah kendaraan yang melintas memang akan berkurang namun dalam keadaan gelap maka membutuhkan alat bantu yang memadai (penerangan dan penutup jalan yang dapat dilihat jelas dari jauh) untuk melakukan pemetaan. Kedua dari segi keselamatan, dalam pemetaan manual pemeta akan memiliki resiko pekerjaan yang mungkin membahayakan pada saat pemetaan, karena harus benar benar memetakan ke bagian jalan yang rusak, meskipun bagian tersebut berada di tengah jalan. Ketiga dari segi biaya, karena membutuhkan ruang dan

waktu yang relatif lebih lama, serta membutuhkan sumber daya manusia yang lebih banyak, maka biaya yang dikeluarkan pun akan semakin besar, dimana akan sangat merugikan untuk proses yang berlangsung secara berkala. Keempat dari segi akurasi, dikarenakan pemetaan manual membutuhkan situasi yang kondusif, maka sangat memungkinkan terjadi situasi yang tidak sesuai perkiraan, yang mana akan mengakibatkan pemetaan tidak sesuai kenyataan, yang kemudian akan berdampak saat proses perbaikan, yang juga akan mengakibatkan peningkatan kebutuhan biaya.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pengembangan sebuah sistem berbasis teknologi informasi untuk pemetaan kerusakan jalan perlu dibangun. Sejauh ini, sudah ada aplikasi yang dapat melaporkan jalan rusak, namun aplikasi tersebut hanya sejauh memberi laporan dan menerima laporan, tidak dapat membantu memetakan keadaan jalan yang rusak tersebut. Alasan tersebut yang membuat aplikasi pemetaan kerusakan jalan dengan citra diperlukan. Konsep aplikasi ini adalah melakukan pengambilan citra di sepanjang jalan yang akan diperiksa, lalu mengunggah ke server. Pada server, data citra jalan tersebut akan diproses untuk menampilkan hasil akhir yang berupa kondisi jalan yang rusak, hasil akhir ini akan dikembalikan kepada orang yang membutuhkan. Sesuai deskripsi yang ada maka akan dibutuhkan beberapa komponen, yaitu alat bantu dengan kamera untuk mengambil citra dan server sebagai tempat terjadinya proses.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemetaan kerusakan jalan. Penelitian ini berfokus pada pengembangan modul yang spesifik dalam sistem tersebut. Modul yang dikembangkan adalah modul pengolahan data citra jalan masukan. Modul ini melakukan dua tahapan dari beberapa tahapan dalam sistem. Pertama modul ini mengolah data yang diterima dari posisi yang tegak lurus (90 derajat), dimana citra tersebut memiliki perspektif kamera karena diambil melalui sebuah media, data diolah menjadi semirip mungkin dengan kenyataan yang ada. Kedua, modul ini menyatukan banyak data yang sudah melalui proses pertama menjadi satu citra utuh yang merupakan perpaduan dari data yang sudah diolah pada proses pertama tersebut.

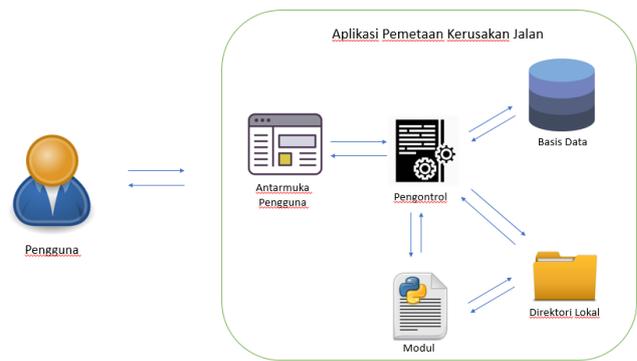
II. DASAR TEORI

A. Pengolahan Citra

Ada dua teknik pengolahan citra yang terkait dengan penelitian ini, yaitu Image manipulating dan image stitching.

Image manipulating, atau manipulasi data citra, merupakan teknik yang dapat digunakan untuk meningkatkan atau mengurangi pesan yang ada pada data citra. Manipulasi data citra dapat dilakukan dengan mengubah proyeksi, memperluas, mengompresi, mengurangi, menghapus, memodifikasi, menambah, memindahkan, memutar, mengisolasi, atau menggabungkan berbagai bagian citra. Tindakan manipulasi yang dilakukan akan berbeda beda mengikuti tujuan dari citra yang diinginkan.

Image Stitching adalah teknik penyelesaian dari beberapa data citra yang tumpang tindih (overlapping) menjadi sebuah komposisi besar yang merupakan bagian dari 3D scene. Metode menggabungkan beberapa data citra untuk menghasilkan satu citra utuh (scene) tersebut disebut panorama. Sebagai contoh, beberapa citra langit diambil untuk menghasilkan panorama tunggal, maka menjadi



Gambar 1. Deskripsi umum sistem

panorama Astrophotography. Ada berbagai langkah stitching citra seperti segmentasi (segmentation) citra, ekstraksi (extraction) fitur dan pencocokan (matching).[1]

Image Stitching adalah proses dasar menggabungkan berbagai citra fotografi dengan bidang yang tampilannya tumpang tindih untuk menghasilkan panorama tersegmentasi untuk mendapatkan citra dengan resolusi tinggi. Proses Image Stitching pada dasarnya dapat dibagi menjadi tiga langkah utama atau komponen, serta untuk pengembangan lebih lanjut akan membutuhkan satu langkah lagi, yaitu:

1. Calibration

Kalibrasi gambar berguna untuk meminimalisir perbedaan antara model lensa ideal dan kombinasi lensa kamera yang digunakan. Perbedaan ini disebabkan oleh cacat optik seperti perbedaan pencahayaan antara distorsi dan gambar. Parameter kamera ekstrinsik dan Intrinsik harus disesuaikan untuk tujuan merekonstruksi struktur 3D gambar foto dari titik koordinat piksel gambarnya.

2. Registration

Registrasi gambar adalah bagian penting dari prosedur stitching. Tujuan dasarnya adalah untuk membuat korespondensi geometris antar gambar. Karena itu, kita dapat membandingkan gambar yang diambil dan menerapkan langkah-langkah lain dengan tepat.

3. Blending

Proses pencampuran diterapkan di seluruh persimpangan sehingga stitching akan menghasilkan gambar yang mulus.

4. Rotation matrix estimation

Dengan memperhatikan hasil darifitur, kita dapat memperkirakan gerakan kamera pada bagian input. Gerakan kamera dapat dimodelkan sebagai rotasi 3D di antara gambar. Biasanya, pengguna perlu bergerak sedikit saat mengambil gambar gambar untuk menghasilkan foto panorama, sehingga tidak kehilangan keakuratan dan gerakan kamera dapat dimodelkan dengan rotasi 3D.

B. Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di atas permukaan air serta di bawah permukaan tanah dan atau air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006).

Sistem jaringan jalan dijabarkan dalam UU Republik Indonesia No.38 tahun 2004 pasal 7, adalah sebagai berikut.

1. Sistem jaringan jalan primer, merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa

untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.

2. Sistem jaringan jalan sekunder, merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

C. Citra Perspektif

Ketika kita melihat dunia dengan mata kita, kita mengalami bidang pandang tanpa distorsi yang jelas. Di dalam pikiran kita, benda-benda mempertahankan bentuk aslinya, dan struktur linear tetap lurus. Informasi visual yang dilihat dari sudut pandang tunggal didefinisikan pada bidang tampilan yang berpusat pada sudut pandang itu. Untuk memantulkan bidang tampilan, kita harus memetakannya ke bidang gambar. Namun, bentuk bola (bentuk bumi serta bentuk lensa) adalah permukaan yang tidak dapat dikembangkan dan oleh karena itu pemetaan semacam itu akan menimbulkan beberapa distorsi persepsi. Ketika bidang pandang terbatas, bidang ini mencakup sebagian kecil dari ruang penglihatan dan distorsi ini tidak mudah terlihat, karena alasan ini manual fotografi sering merekomendasikan penggunaan bidang pandang 40° untuk foto sehari-hari. Sebaliknya, distorsi jauh lebih jelas dalam foto sudut lebar. [2]

Perspektif adalah alat yang dapat digunakan untuk menggambar ulang suatu kejadian atau adegan tiga dimensi (3D) dengan memproyeksikannya ke permukaan dua dimensi (2D). Aturan dari perspektif mengikuti model proyeksi kamera lubang jarum, dimana titik titik pada kejadian diproyeksikan ke bidang gambar 2D melalui garis lurus yang menyatu di tengah proyeksi. [3]

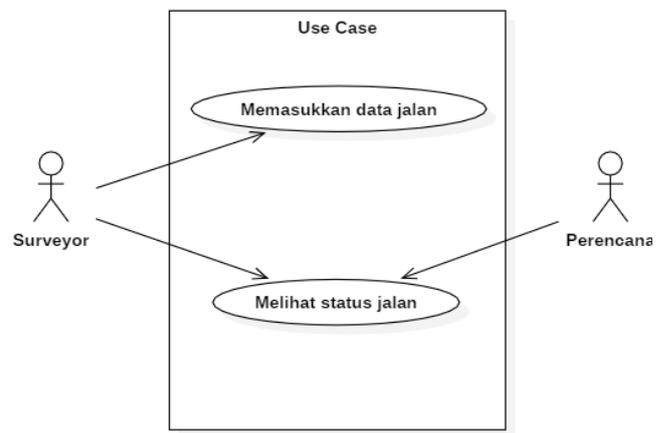
III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

A. Analisis Permasalahan

Permasalahan utama yang diangkat pada pembuatan penelitian ini adalah bagaimana membuat modul yang dapat memproses citra yang dapat digunakan untuk memetakan dimensi kerusakan jalan pada Aplikasi Pemetaan Kerusakan Jalan.

Sampai saat ini masih banyak jalanan yang mengalami kerusakan, hal tersebut dapat ditangani, namun tindakan perbaikan jalan membutuhkan proses yang tidak singkat memakan banyak tenaga dan waktu, dimana harus dilakukan pemetaan, dimana pemetaan yang dilakukan harus langsung memetakan ke lokasi kerusakan dimana pemeta memiliki resiko terjadi kecelakaan saat pemetaan tersebut. Lalu hasil pemetaan diberikan kepada pelaku perencanaan, lalu pihak perencanaan mengumpulkan alat dan kebutuhan perbaikan serta sumber daya manusia (SDM) yang akan turun ke lokasi kerusakan jalan dan memperbaiki kerusakan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan tersebut, membuat proses untuk memperbaiki jalan yang rusak lebih singkat dan aman. Aplikasi Pemetaan kerusakan jalan ini memiliki empat modul utama dalam pemetaannya, yaitu membentuk ulang citra agar semirip mungkin dengan keadaan aslinya (*Stretching Image*), menyatukan citra yang diambil terpisah agar menjadi satu citra yang mencakup kedua citra yang disatukan tersebut (*Stitching Image*), menghapus objek yang ada pada citra agar tidak mengganggu perhitungan dimensi jalan, dan mengukur dimensi kerusakan jalan yang ada.



Gambar 2. Diagram kasus penggunaan

Dari keempat fitur utama yang telah direncanakan, pada penelitian ini hanya menyelesaikan dua modul, yaitu modul *Stretching Image* dan modul *Stitching Image*. Dikarenakan dua modul yang belum diselesaikan pada penelitian ini, maka tidak menutup kemungkinan bahwa akan ada modul tambahan atau pergantian modul menyesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan.

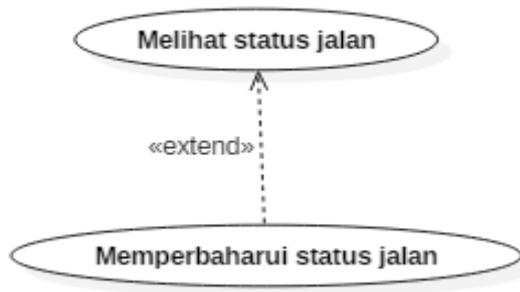
Dalam pembuatannya, aplikasi ini dikembangkan agar fitur-fitur yang ada dapat sesesuai mungkin dengan kebutuhan pengguna dalam melakukan seluruh proses dari pemetaan jalan sampai jalan selesai diperbaiki, dimana pengguna yang dimaksud adalah surveyor dan perencana. Surveyor adalah orang yang melakukan pemetaan ke lokasi dan perencana adalah orang yang memanfaatkan data pemetaan untuk memperbaiki jalan, masing-masing pengguna aplikasi memiliki hak akses terhadap fitur tertentu yang sudah disesuaikan dengan kebutuhan.

B. Deskripsi Umum Sistem

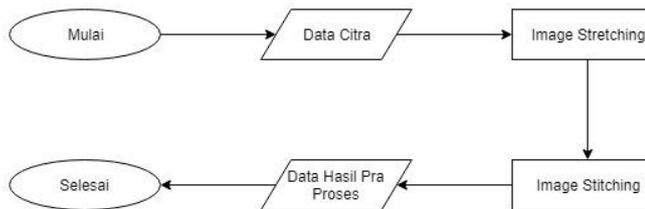
Pada penelitian ini dibuat sebuah Aplikasi Pemetaan Kerusakan Jalan. Aplikasi yang dibuat akan dibuat sesesuai mungkin dengan kebutuhan pengguna dari para pengguna, maka akan dibuat fitur-fitur yang dapat menyelesaikan ataupun mempermudah para pengguna tersebut. Fitur-fitur akan disediakan didalam sebuah aplikasi desktop, dimana pengguna akan diiberi hak akses yang berbeda sesuai dengan peranan pengguna tersebut didalam menjalankan tugasnya.

Aplikasi yang akan dibangun adalah aplikasi desktop yang diupayakan dapat menyelesaikan permasalahan-permasalahan pengguna. Dikarenakan kurang efektifnya proses perbaikan jalan dari awal sampai akhir, maka aplikasi ini juga akan dapat membuat proses perbaikan lebih efektif. Namun, pada penelitian ini, pembuatan Aplikasi Pemetaan Kerusakan Jalan belum dapat memperoleh tujuan akhir dari proses pemetaan kerusakan jalan itu sendiri, dikarenakan akan ada modul yang tidak diselesaikan pada penelitian ini. Pada bagian pemetaan kerusakan jalan akan ada 4 modul, dimana pada penelitian ini hanya akan diselesaikan 2 modul saja, yaitu modul *Image Stretching* dan *Image Stitching*, namun aplikasi sudah dapat dimanfaatkan oleh para pengguna dan sudah siap untuk menerima 2 modul yang belum diselesaikan tersebut.

Pengguna akan berinteraksi dengan aplikasi dan menjalankan modul-modul yang ada hanya dengan melakukan proses yang relatif sederhana. Gambar 1. menjelaskan bahwa pengguna berinteraksi dengan aplikasi, tanpa tahu detail proses yang terjadi didalam aplikasi. Informasi yang diberikan dan diterima pengguna merupakan



Gambar 3. Ekstensi kasus melihat status jalan



Gambar 4. Diagram alur modul

hasil pengolahan data yang ada di dalam aplikasi, dimana aplikasi memiliki modul untuk membantu proses data citra, basis data untuk membantu proses penyimpanan data teks, direktori local sebagai tempat penyimpanan citra, yangmana semua proses dikontrol oleh pengontrol (*Controller*). Jadi pengguna aplikasi tidak perlu berinteraksi secara langsung dengan modul, basis data, direktori local, dan pengontrol. Pengguna hanya cukup memberi perintah kepada aplikasi melalui tampilan antarmuka pengguna, lalu aplikasi akan menjalankan perintah-perintah yang memenuhi kebutuhan pengguna dengan pengontrol sebagai sebagai pusat proses untuk memproses basis data, direktori lokal, dan modul. Alur dibuat semudah mungkin untuk pengguna sehingga pekerjaan pengguna tersebut dapat terselesaikan dan akan menjadi lebih efektif tanpa perlu mempelajari hal yang kompleks.

C. Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang akan dibangun akan digunakan oleh pengguna. Pengguna perangkat lunak yang akan dibangun, yang disebut juga aktor, terdiri dari dua, yaitu surveyor dan perencana. Surveyor adalah orang yang melakukan pemetaan ke lokasi yang akan dipetakan, sedangkan perencana adalah orang yang akan menggunakan data yang sudah dikumpulkan oleh surveyor untuk ditindaklanjuti.

Berdasarkan analisis kebutuhan aktor dari sistem, dibuat kasus penggunaan sistem. Kasus penggunaan sistem adalah hal-hal yang dapat dilakukan aktor untuk memperoleh suatu tujuan dengan perangkat lunak sebagai medianya. Kasus penggunaan harus dapat menyelesaikan semua permasalahan yang dimiliki aktor, dimana ketika permasalahan aktor tidak terselesaikan, maka kasus penggunaan harus dibenahi agar permasalahan aktor tersebut dapat terselesaikan. Kasus penggunaan dapat diperoleh dengan mengumpulkan kebutuhan-kebutuhan aktor lalu menyatukannya hingga menjadi kasus penggunaan yang utuh, ketika kasus penggunaan yang sudah dibuat sudah dapat memenuhi kebutuhan aktor, maka perancangan kasus penggunaan selesai [4]–[7].

Gambar 2 menjelaskan tentang kasus penggunaan (*Use Case*), dimana surveyor harus melakukan survey untuk

memperoleh data jalan, lalu data jalan dimasukkan ke dalam sistem. Surveyor juga harus dapat melihat status jalan, dan juga perencana harus bisa melihat status jalan tersebut. Terkhusus untuk perencana harus dapat menggunakan data jalan untuk melakukan perbaikan, dan setelah perbaikan melakukan pembaruan data jalan, dimana untuk pembaruan data jalan tersebut merupakan ekstensi dari kasus penggunaan melihat status jalan. Gambar 1 menunjukkan hubungan antara aktor (surveyor dan perencana) dengan kasus penggunaan, dimana surveyor dapat melakukan kasus penggunaan memasukkan data jalan dan melihat status jalan, sedangkan perencana hanya dapat melihat status jalan. Namun perencana mendapat pilihan untuk melakukan pembaruan data jalan, setelah melihat status jalan, yang ada pada Gambar 3 [8]–[10].

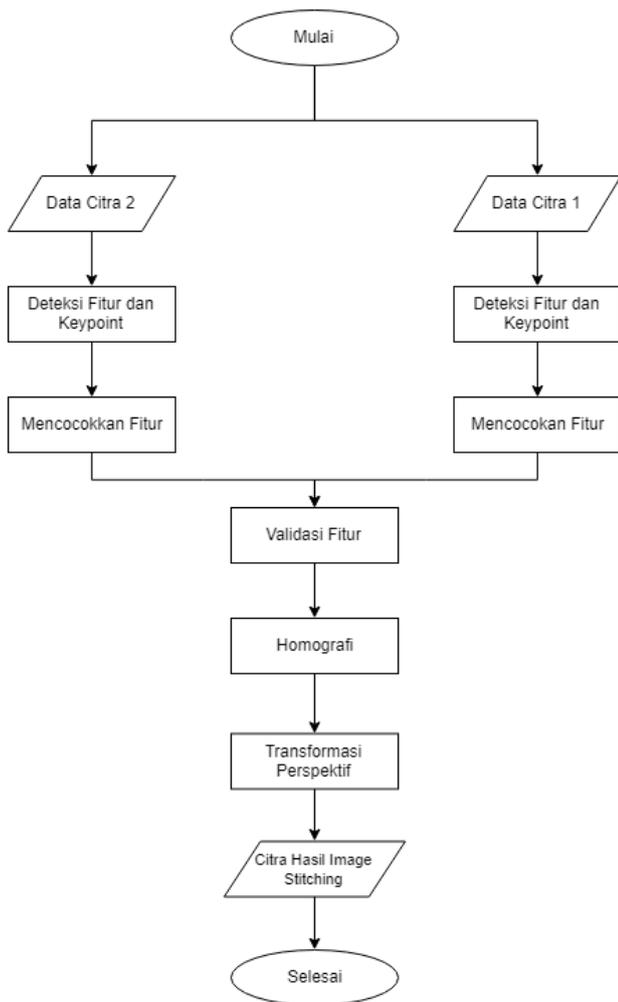
Perangkat lunak yang akan dibangun akan digunakan oleh pengguna. Pengguna perangkat lunak yang akan dibangun, yang disebut juga aktor, terdiri dari dua, yaitu surveyor dan perencana. Surveyor adalah orang yang melakukan pemetaan ke lokasi yang akan dipetakan, sedangkan perencana adalah orang yang akan menggunakan data yang sudah dikumpulkan oleh surveyor untuk ditindaklanjuti.

Pada kasus memasukkan data jalan, setelah surveyor menyelesaikan proses memasukkan data jalan, sistem akan mengolah data yang sudah dimasukkan oleh surveyor dengan modul, dimana citra akan diproses dengan metode *Image Stretching* dan *Image Stitching* untuk memperoleh data hasil pra proses yang dapat digunakan untuk proses selanjutnya. Diagram alur modul ditunjukkan pada Gambar 4.

Metode *Image Stretching* memiliki alur yang berdiri sendiri tanpa bantuan dari modul ataupun *library* lain. *Image Stretching* yang dimaksud adalah memanipulasi citra, manipulasi citra dilakukan untuk mengembalikan bentuk citra yang diperoleh dari kamera ke bentuk nyatanya. Proses ini diperlukan karena ketika mengambil citra dengan kamera, citra yang diperoleh akan membentuk perspektif dari lensa kamera tersebut. Maka metode *Image Stretching* dilakukan untuk mengatasi perspektif kamera tersebut menjadi lebih menyerupai kenyataan.

Metode *Image Stitching* memiliki alur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Pada proses *Image Stitching*, data citra yang diperoleh dari hasil *Image Stretching* diproses setiap dua citra. Setiap citra dideteksi fitur dan *keypoint*-nya, lalu dicocokkan untuk masing-masing citra. Kemudian setelah fitur dan hasil fitur *keypoint*-nya dicocokkan, kedua citra tersebut divalidasi fiturnya. Setelah melalui proses validasi, citra melalui proses homografi untuk memeriksa pada posisi mana fitur terbaik diposisikan. Setelah melalui proses homografi maka citra digabungkan sesuai posisi hasil homografi dengan transformasi perspektif sehingga diperoleh citra hasil *Image Stitching* yang siap digunakan untuk data masukkan bagi modul-modul berikutnya. Untuk dapat digunakan ulang, maka citra hasil *Image Stitching* disimpan dalam direktori lokal.

Perangkat lunak yang dibangun akan membantu pengguna untuk memperjelas alur perbaikan jalan, dengan diagram keadaan yang ditunjukkan Gambar 6. Data jalan akan memiliki tiga kemungkinan status, yang pertama *Need Recheck* yang berarti data yang ada belum dapat digunakan sebagai penentu keadaan jalan, sehingga diperlukan pengambilan data ulang sampai data yang diperoleh dapat digunakan sebagai penentu keadaan jalan. Kedua, *Bad*, yaitu ketika keadaan jalan sudah dianggap tidak baik, maka harus dilakukan perbaikan, setelah dilakukan perbaikan, maka jalan



Gambar 5. Diagram alur Image Stitching

tersebut akan dicek ulang untuk dipastikan dan perangkat lunak menyimpan data jalan tersebut dalam keadaan baik. Ketiga, *Good*, yaitu ketika keadaan jalan dalam keadaan baik, yang merupakan tujuan akhir dari perbaikan jalan. Ketika sudah diperoleh kondisi *Good*, maka proses sudah berakhir karena tujuan sudah diperoleh.

IV. HASIL UJI DAN EVALUASI

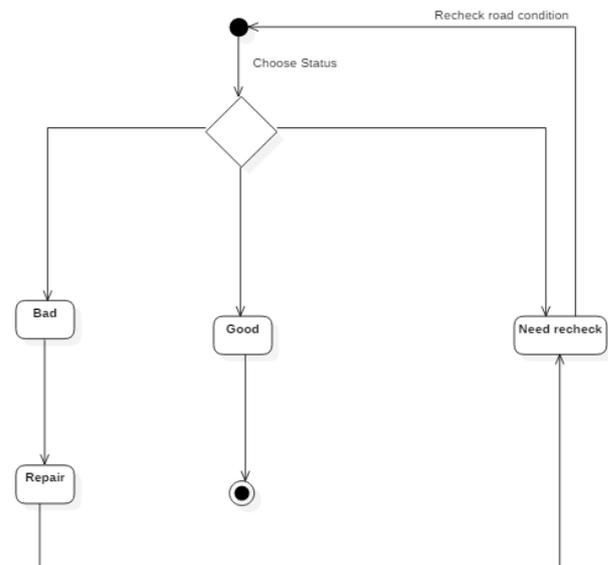
A. Hasil Uji Fungsionalitas

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, semua pengujian fungsionalitas memberikan hasil yang sesuai dengan skenario yang direncanakan. Semua skenario pengujian berhasil dilakukan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa fungsionalitas dari sistem (aplikasi), yaitu memasukkan data jalan, melihat status jalan, dan memperbarui status jalan bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

B. Data Citra Jalan

Sehingga diperoleh kesimpulan untuk data yang digunakan memiliki standar minimal untuk dapat digunakan sebagai data citra masukkan aplikasi, yaitu:

1. Ketinggian pada saat pengambilan citra adalah 7 meter.
2. Posisi kamera tegak lurus (90 derajat) dari jalan
3. Pencahayaan normal dan konsisten untuk setiap citra (tidak terlalu gelap dan tidak terlalu terang)



Gambar 6. Diagram keadaan proses perbaikan jalan dalam Aplikasi Pemetaan Kerusakan Jalan



Gambar 7. Hasil dari percobaan modul

4. Citra yang akan digabungkan harus beruntun (memiliki irisan 50%), serta untuk setiap data memiliki jarak yang sama untuk antar pengambilan data citra
5. Tidak ada objek besar pada jalan (mengganggu proses pemetaan jalan)

C. Hasil Uji Coba Modul

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh beberapa hasil citra yang baru, yang merupakan hasil dari proses yang dilakukan modul. Diperoleh kesimpulan bahwa pengujian data normal berhasil dilakukan dari awal sampai akhir proses yang menghasilkan citra seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 sampai beberapa pengujian. Namun beberapa pengujian selanjutnya gagal karena ukuran data yang terlalu besar, sehingga dilakukan pengujian dengan memperkecil ukuran data citra, dengan dua kali uji coba. Hasil dari uji coba memperkecil ukuran data citra adalah semakin baik kondisi data citra, maka semakin baik pula hasil yang diterima, namun akan memakan waktu yang relatif lama. Sebaliknya, semakin buruk kualitas data citra maka akan semakin buruk pula hasil yang diterima, namun waktu proses akan berjalan lebih singkat.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah tujuan dari Aplikasi Pemetaan Kerusakan Jalan untuk memetakan jalan yang dapat digunakan untuk memetakan kerusakan jalan telah

berhasil dibangun dengan solusi dari beberapa rumusan masalah, yaitu pertama, implementasi modul *Image Stretching* berhasil diterapkan pada Aplikasi Pemetaan Kerusakan Jalan, dimana modul berhasil mengubah dimensi citra yang diperoleh menjadi citra yang lebih menyerupai dimensi aslinya. Kedua, implementasi modul *Image Stitching* berhasil diterapkan pada Aplikasi Pemetaan Kerusakan Jalan, dimana modul berhasil menyatukan beberapa citra yang sudah diproses melalui modul *Image Stretching* menjadi satu citra utuh yang merupakan penggabungan dari citra masukkan. Ketiga, data citra yang dapat digunakan untuk Aplikasi Pemetaan Kerusakan Jalan adalah data citra yang diambil dengan drone dengan ketinggian 7 Meter dari permukaan jalan. Posisi kamera pada drone tegak lurus (90 derajat) dari jalan. Pencahayaan normal dan konsisten untuk setiap citra (kondisi cerah, suhu 25-33 °C, kelembaban 55-80% dengan standari dari BMKG sebagai patokan). Citra yang akan digabungkan harus beruntun untuk setiap citranya (citra selanjutnya memiliki irisan 50% dengan citra sebelumnya, sehingga 50% citra tersebut tertumpuk), serta untuk setiap data citra yang diambil memiliki jarak yang sama untuk antar pengambilan data citra, serta tidak ada objek pengganggu yang akan mengurangi akurasi pemetaan (objek pengganggu yang dimaksud adalah objek yang dimensinya kurang lebih sama atau lebih besar daripada orang) pada jalan. Dan yang terakhir, semakin besar ukuran data citra maka hasil penggabungan citra akan semakin baik, walaupun akan memakan waktu lebih banyak dan membutuhkan spesifikasi komputer yang lebih tinggi dikarenakan proses yang berat, sebaliknya semakin kecil ukuran data citra maka hasil penggabungan akan semakin buruk, namun akan memakan waktu lebih singkat dan membutuhkan spesifikasi komputer yang lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. P. Patil, "Performance Comparison of Image Stitching Methods under Different Illumination Conditions," vol. 4, no. 9, pp. 249–259, 2017.
- [2] R. Carroll, M. Agrawal, and A. Agarwala, "Optimizing content-preserving projections for wide-angle images," *ACM SIGGRAPH 2009 Pap. - SIGGRAPH '09*, p. 1, 2009.
- [3] R. Oancea, V. Bârsan, and C. Molder, "Perspective Correction For Image Processing," *Int. Conf. KNOWLEDGE-BASED Organ.*, vol. 21, no. 3, pp. 712–721, 2018.
- [4] D. Siahaan, S. Sarwosri, and H. Azizah, "Ekstraksi Fitur dari Dokumen Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak," in *Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya*, 2011, pp. F1–F6.
- [5] Q. L. Sutino and D. O. Siahaan, "Feature extraction from app reviews in google play store by considering infrequent feature and app description," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1230, no. 1.
- [6] A. M. Yuwantoko, S. Daniel, and A. S. Ahmadiyah, "Pembuatan Kakas Bantu untuk Mendeteksi Ketidaksesuaian Diagram Urutan (Sequence Diagram) dengan Diagram Kasus Penggunaan (Use Case Diagram)," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, pp. 64–70, Feb. 2017.
- [7] G. I. P. Sari and D. Siahaan, "An Attribute Selection For Severity Level Determination According To The Support Vector Machine Classification Result - Diponegoro University," in *The 1st international conference on information systems for business competitiveness (ICISBC)*, 2011, pp. 306–310.
- [8] P. Gelu, R. Sarno, and D. Siahaan, "Requirements Association Extraction based on Use Cases Diagram," *Lontar Komput. J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 11–19, May 2018.
- [9] F. S. Wahyuni, D. Siahaan, and F. Chastine, "Penggunaan Cluster-Based Sampling untuk Penggalan Kaidah Asosiasi Multi-Obyektif," *J. Kursor*, vol. 5, no. 1, pp. 59–67, 2009.
- [10] D. Purwitasari, I. W. S. Priantara, P. Y. Kusmawan, U. L. Yuhana, and D. O. Siahaan, "The use of Hartigan index for initializing K-means++ in detecting similar texts of clustered documents as a plagiarism indicator," *Asian J. Inf. Technol.*, vol. 10, no. 8, pp. 341–347, 2011.