ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS KEPADATAN PENDUDUK DENGAN METODE *HEATMAP*

Lia Hasanah[*1], Ismiarta Aknuranda, S.T, M.Sc, Ph.D[*], Fatwa Ramdani, D.Sc., S.Si., M.Sc.[*]
Laboratorium Sistem Informasi[*]
Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran No.8 Malang, Gedung A FILKOM – UB
Email : liahasanah16@gmail.com[1]

ABSTRAK

Perkotaan dengan jumlah penduduk yang sangat banyak dan kerapatan bangunan yang kecil merupakan kondisi yang sering dijumpai di kota besar. Hal ini menyebabkan pemerintah harus menetapkan aturan-aturan untuk pengendalian pembangunan dan pertumbuhan penduduk di kota sekaligus mengawasi kondisi kepadatan penduduknya agar kondisi kota tersebut tetap stabil. Kepadatan penduduk merupakan sebuah nilai atau persentase terhadap kondisi penduduk yang menempati suatu wilayah dihitung berdasarkan jumlah seluruh penduduk dibagi dengan luas wilayah tersebut. Dengan mengetahui nilai dari kepadatan penduduk ini, pemerintah melakukan perencanaan pembangunan di kota dan jumlah normal penduduknya. Namun ada salah satu masalah yang menyebabkan penduduk dan pembangunan di kota terus berkembang yaitu urbanisasi atau perpindahan penduduk dari desa ke kota. Setiap tahunnya ubanisasi selalu terjadi di kota-kota besar dengan para pendatang baru yang berharap bahwa di kota akan mendapatkan peluang kerja yang lebih baik atau dapat mendirikan suatu usaha yang sukses di masa yang akan datang. Oleh karena itu pemerintah harus sigap dan cepat dalam menanggulangi masalah-masalah yang terjadi di kota seperti urbanisasi ini. Pada penelitian ini dilakukan analisis dan perancangan untuk membangun sebuah sistem yang dapat membantu dalam memahami kondisi kepadatan penduduk di kota. Sampel kota yang digunakan adalah kota Malang. Data penduduk dikumpulkan dan diolah dengan peta bangunan di kota menjadi sebuah peta yang menampilkan variasi jumlah penduduk dengan menggunakan metode *heat map*. Sistem ini dirancang untuk menampilkan representasi visual dari data menggunakan warna dengan perbedaan dari setiap warna berdasarkan nilai pada data tersebut. Hasil dari penelitian ini terdiri dari kondisi proses bisnis saat ini dalam perencanaan tata ruang kota Malang; proses bisnis yang diusulkan dengan memanfaatkan sistem; spesifikasi persyaratan sistem, model-model perancangan sistem; prototipe; hasil evaluasi pada persyaratan sistem yaitu setiap persyaratan dapat dilacak, memiliki nama berbeda serta memiliki kode yang unik; dan hasil evaluasi pada rancangan sistem yang diusulkan, yaitu terdapat beberapa saran dari pengguna berkaitan dengan navigasi dan antarmuka pengguna dari sistem untuk Sistem Informasi Geografis Kepadatan Penduduk.

Kata kunci : *Heat map*, Kepadatan Penduduk, Sistem Informasi Geografis, Perancangan WebGIS.

ABSTRACT

Urban with many population and a small building density is a condition that is often found in big cities. This matter cause government should set the rules for the control of development and population growth in the city as well as supervise the condition of population density that city remains stable conditions. The population density is a percentage of the value or condition of the people who occupy an area is calculated based on the total population divided by the area of the region. By recognizing the value of the density of population, the government is planning the construction of the city and the amount of the normal population. But there is one problem that cause to the population and development in the city continues to grow, namely urbanization or migration of people from villages to cities. Every year urbanization always happen in big cities with the newcomers who hoped that the city would get better job opportunities or can start a success business in the future. Therefore, the government should be alert and quick in tackling the problems that happen in a town like this urbanization. This research conducted analysis and design to build a system that can help in understanding the conditions of overcrowding in the city. Sample city is the city of Malang. Population data collected and processed with the buildings in the city map into a map showing variations in the number of people using heat map method. The system is designed to displays a visual representation of the data using a color difference of each color based on the value on the data. The results of this study consisted of current business processes in urban spatial planning at Malang city, proposed business processes by utilizing systems, system requirements specification, system design models, prototype design, evaluation results on the system requirements that every requirement can be tracked, has a different name and has a unique code and evaluation results of the proposed system design, there are some suggestions from users about navigation and interface of the system for Geographic Information System Population Density.

Keywords : Heat map, Population Density, WebGIS, Design of WebGIS.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kondisi perkotaan yang padat akan aktivitas masyarakat di dalamnya menyebabkan pembangunan untuk usaha dan pemukiman terus bertambah sehingga kerapatan antar bangunan semakin kecil. Aturan pembangunan untuk gedung dan pemukiman ini sudah ditetapkan dalam Peraturan Daerah Nomor 4 tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Malang Tahun 2010-2030. Peraturan Daerah ini menjelaskan aturan untuk pembangunan yang dilakukan oleh masyarakat seperti pembangunan pemukiman atau perumahan, perdagangan, perkantoran dan industri serta lokasi kawasan yang diperbolehkan untuk dibangun dari masing-masing pembangunan tersebut. Hal ini menyebabkan pihak yang bertanggung jawab yaitu pemerintah daerah harus memahami dengan baik bagaimana kondisi pembangunan di kota.

Padatnya kondisi perkotaan juga disebabkan seringnya urbanisasi atau perpindahan penduduk dari desa ke kota terjadi di suatu daerah. Urbanisasi ini dapat menyebabkan area kota dan pembangunan semakin padat karena banyaknya penduduk yang masuk ke kota untuk mencari pekerjaan atau membangun usaha. Hal ini dapat mempengaruhi tingkat kesehatan yang menimbulkan masalah kesehatan seperti penyebaran penyakit [1]. Masalah selanjutnya yang terkait dengan urbanisasi adalah berkurangnya sektor pertanian yaitu menurunnya jumlah petani hingga sekitar 8 juta jiwa [2]. Perusahaan konsultasi dan analisa global McKinsey Global Institute (MGI) memprediksi bahwa penduduk Indonesia yang tinggal di area perkotaan akan mencapai 71% di tahun 2030 dikarenakan banyaknya masyarakat yang berminat untuk mencari peluang pekerjaan yang lebih baik dan pendapatan yang lebih tinggi [2]. Saat ini penduduk Indonesia yang tinggal di kota mencapai 54% dari total penduduk sehingga penduduk di desa lebih sedikit daripada penduduk di kota [3]. Sebelum pemerintah melakukan pengendalian jumlah penduduk, pemerintah harus memahami dengan baik bagaimana kondisi nyata saat ini yaitu dengan menganalisis kepadatan penduduk khususnya di wilayah perkotaan.

Pemerintah daerah sebagai pihak yang bertanggung jawab untuk mengatur pembangunan di perkotaan harus mampu menganalisis bagaimana merencanakan pembangunan di kota dengan baik. Pada proses analisis ini dibutuhkan data-data yang telah disimpan oleh pemerintah seperti data pembangunan dan penduduk. Data pembangunan didapatkan dari pendaftaran yang dilakukan oleh masyarakat yang akan membangun suatu gedung usaha, perkantoran, pemukiman, atau industri dan data penduduk didapatkan dari sensus penduduk yang dilakukan oleh pemerintah yaitu Badan Pusat Statistik secara berkala maksimal 10 tahun sekali. Pelaksanaan sensus penduduk ini sudah diatur dalam Undang Undang Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 1960 tentang Sensus dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 1979 Tentang Pelaksanaan Sensus Penduduk.

Proses analisis kepadatan penduduk ini membutuhkan media atau sistem yang membantu pelaksanaan analisis tersebut supaya dapat dikerjakan dengan cepat dan hasil yang tepat akurat. Namun pemerintah khususnya pemerintah kota Malang masih belum menerapkan metode yang dapat mempercepat proses pelaksanaan analisis kepadatan penduduk karena masih mengandalkan perhitungan dari data berupa tabel yang berasal dari data sensus penduduk [4]. Salah satu metode yang dapat membantu proses analisis tersebut adalah dengan menerapkan data tersebut ke dalam visualisasi berupa peta. Dalam visualisasi peta ini dapat memuat banyak informasi seperti informasi lokasi, data bangunan dan penduduk dalam lokasi tersebut. Visualisasi peta ini diterapkan dalam sistem informasi geografis yang memiliki kelebihan yakni cepat dan mudah untuk dipahami [5]. Sistem informasi geografis sering digunakan untuk membantu proses penelitian seperti menilai kualitas ruang bawah tanah suatu perkotaan untuk perencanaan kota yang menghasilkan visualisasi kondisi tanah dan batuan di dalamnya [6]. Penelitian tersebut menggunakan salah satu metode dalam sistem informasi geografis yaitu visualisasi berupa *heat map* yang menampilkan hasil analisis kualitasnya berupa peta dengan perbedaan tingkat frekuensi warna menurut nilai parameter yang digunakan dalam penelitian tersebut menggunakan parameter kualitas tanah dan batuan. Adapun penelitian lain yang menggunakan metode *heat map* adalah penelitian tentang pemetaan kepadatan penduduk dengan memperkirakan kepadatan penduduk dari gambar polarimetrik dari SAR dan membandingkannya dengan pola kepadatan perkotaan kota-kota besar di dunia [7]. Jadi, dari kedua penelitian tersebut bahwa penggunaan metode *heat map* merupakan metode yang dapat digunakan untuk penelitian di berbagai bidang dan bertujuan untuk memudahkan dalam proses analisis di dalamnya.

Metode *heat map* dapat diterapkan untuk analisis kepadatan penduduk suatu perkotaan dengan menggunakan data sensus penduduk, sensus perumahan dan peta daerah perkotaan khususnya di kota Malang. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem yang dapat menerapkan metode tersebut yaitu sistem informasi geografis (WebGIS) untuk kepadatan penduduk. WebGIS merupakan sistem informasi geografis berbasis web yang memanfaatkan jaringan internet (online) sebagai media untuk memberikan informasi spasial bereferensi keruangan untuk mengelola suatu data. Penelitian ini memodelkan proses bisnis yang berhubungan, menganalisis persyaratan dan melakukan perancangan Sistem Informasi Geografis Kepadatan Penduduk (SIGEKA).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, terdapat beberapa rumusan masalah yang terdiri dari :

1. Bagaimanakah model proses bisnis yang menggambarkan kondisi saat ini dalam perencanaan tata ruang kota Malang dan proses

bisnis usulan untuk keperluan tersebut yang memanfaatkan SIGEKA?

2. Bagaimanakah spesifikasi persyaratan dari SIGEKA ?
3. Bagaimanakah rancangan dan prototipe yang sesuai dengan persyaratan SIGEKA ?
4. Bagaimanakah hasil evaluasi dari persyaratan dan rancangan SIGEKA?

1.3 Tujuan

Tujuan dari analisis dan peracangan untuk membangun sistem informasi kepadatan penduduk ini adalah :

1. Membuat model proses bisnis yang menggambarkan kondisi saat ini dalam perencanaan tata kota Malang dan proses bisnis usulan untuk keperluan tersebut yang memanfaatkan SIGEKA.
2. Menganalisis persyaratan dan menyusun spesifikasi persyaratan dari SIGEKA.
3. Membuat rancangan dan prototipe yang sesuai dengan persyaratan dari SIGEKA.
4. Mengevaluasi persyaratan dan rancangan SIGEKA.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data sensus yang diambil adalah sensus perumahan atau sensus bangunan.
2. Penelitian yang dilakukan berupa tahap analisis persyaratan dan perancangan untuk pembangunan WebGIS kepadatan penduduk.
3. Perancangan yang dilakukan merupakan perancangan awal yang sebaiknya dilanjutkan dengan perancangan detail di penelitian berikutnya sebelum memulai tahap implementasi.
4. Data jumlah penduduk berasal dari pemerintah Kota Malang dan sensus tahun 2014.
5. Sampel yang digunakan untuk data bangunan sebanyak 1000 bangunan di sekitar Jalan Soekarno-Hatta kota Malang.
6. Grafik penduduk yang ditampilkan pada prototipe terdiri dari data jumlah penduduk berdasarkan jenis kelamin dan usia.
7. Detail detail bangunan terdiri dari alamat, fungsi bangunan dan jumlah penduduk setiap bangunan.
8. Data detail bangunan pada prototipe merupakan data yang dibuat oleh peneliti, bukan data sebenarnya.
9. Data kepadatan penduduk kelurahan pada prototipe adalah pada Kecamatan Lowokwaru.
10. Fungsi bangunan yang ditampilkan terdiri dari fungsi untuk bangunan hunian, industri, jasa, kesehatan, pemerintahan, pendidikan, perdagangan dan wisata.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Kepadatan Penduduk

Definisi dari kepadatan penduduk adalah suatu perbandingan dari jumlah penduduk dibagi dengan luas wilayah yang ditinggali oleh penduduk tersebut. Kepadatan penduduk dibedakan menjadi tiga yaitu kepadatan penduduk aritmatik, agraris dan ekonomis. Pengertian dari kepadatan penduduk aritmatik adalah rata – rata dari jumlah penduduk yang tinggal di suatu wilayah dengan luas wilayahnya 1 km2. Kemudian untuk agraris merupakan rata – rata jumlah penduduk yang bekerja sebagai petani tiap satuan luas lahan pertanian. Ketiga, kepadatan penduduk ekonomis merupakan rata – rata dari jumlah penduduk dengan luas lahan dalam kapasitas produksi yang dihasilkan.

Faktor-faktor yang menyebabkan kepadatan penduduk yaitu faktor kelahiran, iklim dan tempat strategis, ekonomi dan sosial. Diantara keempat faktor tersebut, salah satu yang paling berpengaruh adalah faktor kelahiran karena paling berpengaruh terhadap laju pertumbuhan penduduk [8]. Faktor lain yang juga menyebabkan bertambahnya penduduk pada suatu wilayah seperti wilayah perkotaan adalah urbanisasi [3]. Urbanisasi atau perpindahan penduduk dari desa ke kota sudah sering terjadi pada kota-kota besar khususnya di pula Jawa. Hal ini dikarenakan banyaknya penduduk desa yang beranggapan bahwa di kota akan mendapatkan peluang kerja yang lebih baik beserta gaji kerjanya juga.

Kemudian untuk mengatasi dari permasalahan kepadatan penduduk adalah dengan melakukan pengendalian angka kelahiran, melakukan pemindahan penduduk dari wilayah yang padat akan penduduk menuju wilayah yang kurang penduduk dan melakukan pemerataan lapangan pekerjaan. Pemerataan ini dilakukan dengan mengembangkan industri, pertanian, perkebunan, pertambangan dan perikanan pada wilayah yang lain [8].

2.2 *Relational Unified Process*

Relational Unified Process atau RUP adalah contoh modern dari model proses yang diperoleh dari pekerjaan UML dan berhubungan dengan Unified Software Development Process [9]. Model proses ini merupakan contoh yang baik untuk model proses campuran karena dapat sekaligus membawa unsur dari semua model proses yang umum, menggambarkan praktek yang baik dalam spesifikasi dan desain serta mendukung pembuatan prototipe dan pengiriman tambahan [9]. RUP menggunakan pendekatan iteratif atau pengulangan yaitu urutan langkah-langkah tambahan atau disebut dengan iterasi [10]. Setiap iterasi terdiri dari sebagian disiplin pengembangan yaitu persyaratan, analisis, desain, implementasi dan sebagainya. Setiap iterasi bertujuan untuk menghasilkan implementasi kerja parsial yaitu dengan dibangun diatas ietrasi sebelumnyauntuk memperbaiki sistem sampai produk akhir selesai [10].

Menurut Per Kroll dan Philippe Kruchten (2003), Arsitektur pada RUP memiliki dua struktur atau dimensi yaitu Struktur Dinamis dan Statis. Struktur dinamis adalah dimensi horizontal yang menunjukkan bagaimana proses

dinyatakan dalam siklus, tahapan, iterasi dan milestone selama siklus hidup sebuah proyek. Sementara untuk struktur statis merupakan dimensi vertikal yang mewakili struktur statis dari proses. Struktur ini menggambarkan bagaimana proses pada unsur-unsur kegiatan, disiplin, artefak dan peran secara logis kemudian dikelompokkan ke dalam disiplin alur kerja proyek.

2.3 Pemodelan Sistem

Dalam pengembangan suatu sistem yang melewati fase analisis kebutuhan dan desain sistem dibutuhkan suatu pemodelan untuk membuat desain sistem dapat dimengerti dan mudah untuk dipahami. Salah satu pemodelan yang digunakan untuk membangun sistem adalah pemodelan berbasis objek atau Object Oriented Analysis and Design. Pendekatan berbasis objek ini merepresentasikan seluruh benda atau makhluk hidup yang ada di dunia nyata sebagai objek [11]. Dalam pendekatan ini terdapat tiga komponen yang bertanggung jawab yaitu komponen yang berinteraksi dengan pengguna atau sistem di luar sistem itu sendiri, penyimpan data dan pengontrol dari aktivitas serta interaksi antara kedua komponen sebelumnya [12]. Ketiga tanggung jawab tersebut secara berurutan disebut dengan boundary, entity dan controller dan dinotasikan dengan simbol yang dijelaskan dalam tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Komponen yang bertanggung jawab dalam OOAD

Tanggung jawab	Stereotype
Boundary	
Entity	
Controller	

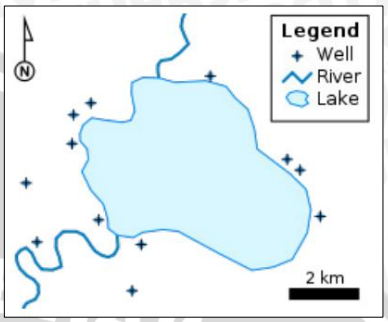
2.4 Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis atau Geographic Information System (GIS) merupakan sistem informasi yang memberikan informasi berupa informasi spasial bereferensi keruangan untuk mengelola suatu data misalnya data yang diidentifikasi menurut lokasinya dalam sebuah basis data. Perkembangan teknologi sistem informasi geografis dapat digunakan untuk membantu dalam investigasi ilmiah, perencanaan pembangunan suatu wilayah, pengelolaan sumber daya manusia dan alam serta merencanakan suatu rute yang paling efektif. Meskipun teknologi sistem informasi geografis sudah ada sejak tahun 1970-an namun sistem ini belum diterapkan berupa komputerisasi. Seiring perkembangan teknologi, penerapan komputerisasi pada sistem informasi geografis dapat dilakukan guna menghemat proses penggambaran dengan tangan yang membutuhkan waktu, biaya, pelatihan dan energi karena dengan komputer memproses angka dan persamaan matematika jauh lebih cepat daripada dilakukan manual oleh manusia sendiri [13].

Model data utama pada GIS ada dua yaitu model data vektor dan model data raster.

a. Model data vektor

Model data vektor menggunakan poin – poin atau titik - titik dan hubungan antara poin – poin (x dan y) tersebut yang sering disebut sebagai titik koordinat yang nantinya akan digambarkan pada sebuah peta. Informasi spasial dan informasi atribut pada model ini diidentifikasi melalu nomor – nomor sederhana yang diberikan pada setiap fitur di peta. Ada tiga jenis vektor dasar yaitu titik, garis dan poligon yang masing – masing diilustrasikan pada gambar 2.1 berikut.

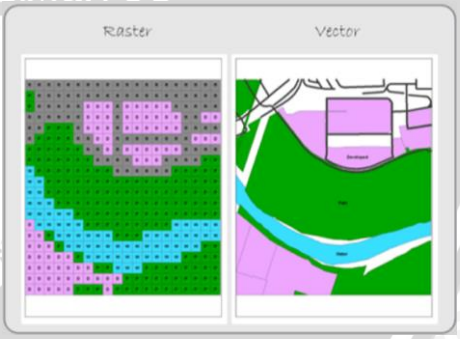


Gambar 2.1 Data Vektor

Sumber : Yiping Fang, Vivek Shandes, Eugenio A. Cordero (2014)

b. Model data raster

Model data raster terdiri dari baris dan kolom piksel yang berukuran sama yang saling berhubungan untuk membentuk sebuah permukaan planar. Kumpulan piksel ini digunakan sebagai blok bangunan untuk membuat titik, garis, bidang, jaringan, dan permukaan. Dengan demikian, sebagian besar data raster yang tersedia yang dibangun pada kumpulan beberapa pixel berbentuk persegi. Kontras antara model data raster dengan vektor ini dapat digunakan untuk membuat titik, garis dan poligon ke dalam bentuk data vektor. Kontras anatara data raster dan vektor dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Perbedaan Data Raster dengan Dat Vektor

Sumber : Yiping Fang, Vivek Shandes, Eugenio A. Cordero (2014)

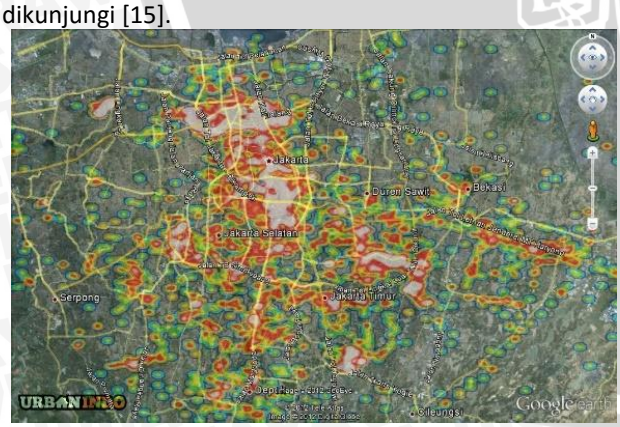
2.5 *Heat map*

Heat map merupakan sebuah representasi visual dari data menggunakan warna yang memiliki tingkat perbedaan dari setiap warna berdasarkan nilai pada data tersebut. *Heat map* sering digunakan untuk representasi data jumlah penduduk [7], penyitaan karena tanggungan kartu kredit, kualitas ruang bawah tanah suatu kota [6] atau pencarian jumlah pengguna suatu aplikasi terbanyak [14]. *Heat map* biasa digunakan sebagai teknik untuk visualisasi pada berbagai bidang penelitian di mana sejumlah data yang sangat banyak digunakan. Misalnya dalam interaksi manusia dengan komputer "*attention*

heat map" adalah alat yang populer untuk analisis pada visual data hanya dilihat dengan mata saja [14]. *Heat map* juga dapat digunakan untuk mengungkapkan tempat – tempat yang populer atau yang memiliki banyak pengunjung menggunakan pengelompokan spasial berdasarkan kepadatan gambar atau untuk memvisualisasikan pola pertumbuhan sementara pada distribusi tweet. Warna yang digunakan untuk membuat sebuah *heat map* biasanya dipilih sedemikian rupa bahwa interpretasi dari perbedaan suatu intensitas itu sangat penting. Jadi suhu pada intensitas warna sangat diperhitungkan seperti jika data itu memiliki intensitas yang tinggi maka menggunakan warna yang hangat/panas dan untuk data dengan intensitas rendah maka diwakili dengan warna yang lebih dingin. Contoh warna yang dapat digunakan untuk membuat *heat map* dapat dilihat pada Gambar 2.3.

Gambar 2.3 Contoh Pembagian Warna *Heat map*
Sumber : Heatmap(2016)

Definisi lain dari *heat map* adalah sebuah peta yang menggambarkan persebaran lokasi dan frekuensi data dalam bentuk pewarnaan. Dibawah ini merupakan salah satu contoh heatmap yang menggambarkan aktivitas masyarakat selama bulan Maret [15]. Warna biru menandakan daerah – daerah dengan frekuensi relatif tidak terlalu banyak, diikuti oleh warna hijau dan kuning dengan frekuensi yang relatif sedang, lalu warna merah dan putih yang menandai daerah yang paling banyak dikunjungi [15].



Gambar 2.4 Contoh *Heat map*
Sumber : UrbanIndo(2012)

2.6 Tinjauan Spesifikasi Persyaratan

Tinjauan spesifikasi persyaratan (requirements specification reviews) dilakukan dengan menggunakan daftar periksa/checklist yaitu dengan memastikan daftar sudah lengkap dan konsisten dan masing-masing persyaratan tidak ambigu atau mengandung makna ganda serta dapat diuji. Daftar periksa ini dibuat pada masing-masing kriteria yang berbeda. Salah satu contoh kriteria pada daftar periksa untuk melakukan peninjauan spesifikasi persyaratan dinamakan dengan inspeksi persyaratan atau walkthrough checklist yang terdiri dari Organization, Completeness, Correctness, Quality Attributes (Non functional requirements), *Traceability* dan Special Issues [16]. Inspeksi persyaratan ini menggunakan serangkaian langkah-langkah untuk memutuskan apakah karakteristik pada persyaratan sistem sudah layak atau belum dan membandingkannya dengan standar yang seharusnya dilakukan [17].

2.7 Evaluasi Prototipe

Evaluasi prototipe yaitu meninjau sistem atau menggunakan sistem yang dilakukan oleh pengguna, berfungsi agar pengguna dapat terbiasa dalam menggunakan sistem kemudian pengguna dapat menemukan apakah terdapat persyaratan yang belum sesuai dengan keinginan pengguna atau sudah sesuai seluruhnya [9]. Masalah umum pada prototipe adalah prototipe mungkin tidak sepenuhnya diimplementasikan ke dalam sistem yang sudah final. Jika prototipe mengalami kelambatan, penguji atau evaluator dapat mencatat fitur yang lambat tersebut dan sistem dapat diselesaikan menggunakan cara berbeda yang lebih baik dalam sistem akhir [9]. Jadi evaluasi pada prototipe dibutuhkan sebagai acuan untuk memperbaiki fungsionalitas dan desain antarmuka pada pengembangan sistem selanjutnya. Evaluasi ini dilakukan dengan melibatkan perwakilan dari pengguna sistem kedepannya.

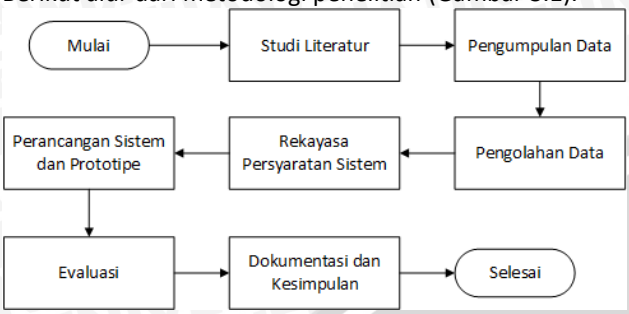
2.8 Wesite Usablity Testing

Menurut Nielsen (2003) definisi dari usability adalah atribut kualitas yang menilai seberapa mudah antarmuka pengguna untuk digunakan [18]. Sementara itu website usability testing merupakan pengujian terhadap jumlah kesuksesan pada pengalaman pengguna saat berinteraksi dengan situs web. Dengan kata lain, hal tersebut adalah sejauh mana pengguna dapat mencapai tujuan yang dinginkan saat berkunjung ke situs web tertentu [18]. Kemudian tujuan diadakannya pengujian pada website usablity adalah untuk meningkatkan desain dan menyediakan kepada tim desain berupa informasi untuk membantu menghilangkan gangguan atau kesalahan yang tidak perlu, serta mengurangi kesalahan sebelum produk mencapai pengembangan dan implementasi tahap akhir [19]. Salah satu metode yang digunakan untuk evaluasi kegunaan (usability) adalah evaluasi inspeksi heuristik. Evaluasi ini menggunakan metode inspeksi untuk menemukan jenis masalah kegunaan terentu dalam desain antarmuka pengguna [18]. Menurut Redish et al. (2002), metode ini memiliki kelebihan antara lain relatif tidak membutuhkan banyak biaya dalam proses evaluasinya, mudah untuk dipelajari, dapat dilakukan dengan segera tanpa harus merencanakan terlebih dahulu dan dapat dilaksanakan pada awal proses pembangunan [18]. Menurut Bolchini dan Garzotto (2007) evaluasi inspeksi heuristik terdiri dari empat kategori yaitu content relevance, interface design, navigation/menus dan technical performance [18].

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan terdiri dari Studi Literatur, Pengumpulan Data, Pengolahan Data, Rekayasa Persyaratan Sistem, Perancangan Sistem dan Prototipe, Evaluasi Persyaratan Sistem, Evaluasi Perancangan Sistem serta Dokumentasi dan Kesimpulan. Berikut alur dari metodologi penelitian (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Metodologi

3.1 Studi Literatur

Tahap awal dalam metodologi penelitian adalah studi literatur. Studi literatur ini memahami lebih dalam tentang konsep kepadatan penduduk, perkotaan, tahapan dalam melakukan olah data yang dapat menghasilkan *heatmap*, melakukan analisis persyaratan dan perancangan sistem.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data bangunan dan data penduduk didapatkan dari dinas pemerintah dan badan pelayanan di pemerintahan daerah yaitu Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Bangunan (DPUPPB), Kantor Kelurahan Mojolangu serta Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (Bappeda) yang seluruhnya ada di kota Malang. Data bangunan yang berasal dari DPUPPB berupa peta kota Malang yang dibagi menjadi blok – blok tertentu serta data penduduk berasal dari Kantor Kelurahan Mojolangu dan Bappeda.

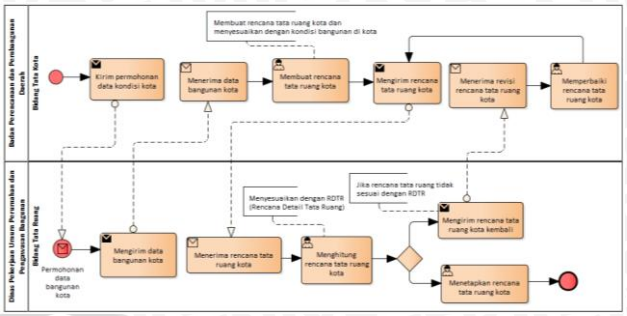
3.3 Rekayasa Persyaratan Sistem

Tahap analisis persyaratan merupakan tahapan untuk menguraikan seluruh persyaratan yang dibutuhkan untuk membangun sistem informasi kepadatan penduduk. Analisis persyaratan ini terdiri dari 4 sub tahap lagi yaitu memahami alur proses bisnis saat ini dan usulan, analisis permasalahan, menentukan pemangku kepentingan, pendataan kebutuhan, deskripsi produk, pembuatan fitur, persyaratan deskriptif dan penjelasan aktivitas di dalam sistem.

3.3.1 Proses bisnis saat ini dan usulan

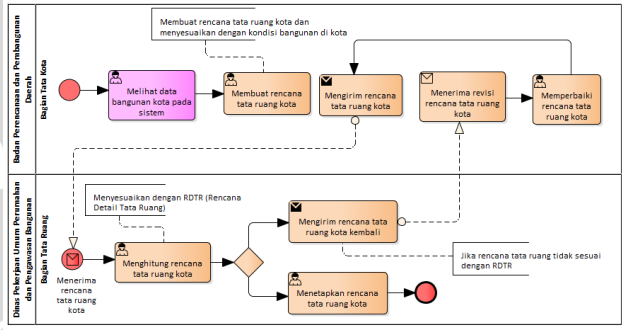
Pembuatan poses bisnis saat ini dan yang diusulkan menggunakan aturan BPMN dan berikut proses bisnis yang berhubungan dengan sistem informasi kepadatan penduduk :

a. Proses bisnis saat ini



Gambar 3.2 Proses Bisnis Saat Ini

b. Proses bisnis usulan



Gambar 3.3 Proses Bisnis Usulan

3.3.2 Analisis permasalahan

Langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis permasalahan terkait sistem yang diusulkan, berikut penjelasannya (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Analisis Permasalahan

Masalah	Belum adanya sistem yang menampilkan peta kota Malang dengan informasi jumlah penduduk pada setiap bangunan dan informasi tentang tingkat frekuensi kepadatan di kota
Efek	Badan Pusat Statistik Kota Malang, Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kota Malang
Dampak	Pemahaman dimana saja lokasi di kota Malang yang padat penduduk dan kondisi kepadatan di kota Malang belum jelas sehingga pembangunan masih belum merata
Solusi	- Menampilkan peta kota Malang beserta detail bangunan – bangunannya - Menyediakan informasi jumlah penduduk pada setiap bangunan - Menampilkan peta kota Malang dengan perbedaan warna pada setiap area berdasarkan tingkat frekuensi jumlah penduduk di setiap bangunan

3.3.3 Pemangku kepentingan

Pemangku kepentingan merupakan pihak terkait yang secara material dipengaruhi adanya sistem atau proyek yang mana proyek ini memproduksi sistem [9]. Penjelasan dari pemangku kepentingan pembuatan sistem yang diusulkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Pemangku Kepentingan

No.	Tipe	Deskripsi	Contoh
1	Pengguna	Orang yang langsung menggunakan sistem dan melakukan	Masyarakat dan pengelola sistem

		perawatan pada sistem	
2	Pengembang	Beberapa orang tergabung dalam sebuah tim yang mengembangkan sistem dari mulai analisis kebutuhan hingga sistem jadi dan dapat digunakan oleh pengguna.	Analis sistem, desainer antarmuka sistem dan programmer
3	Authority	Instansi pemerintahan yang bertanggung jawab sebagai pihak yang mengumpulkan serta menyimpan data terkait data bangunan dan penduduk	DPUPPB Kota Malang

3.3.4 Kedudukan produk

Berikut penjelasan dari produk yang dihasilkan dalam pembuatan sistem yang diusulkan (Tabel 3.3).

Tabel 3.3 Kedudukan Produk

Untuk	Masyarakat kota Malang
Siapa saja yang	Membutuhkan informasi tentang kondisi kepadatan penduduk dan bangunan di kota Malang
Berupa	Sistem Informasi Geografis Kepadatan Penduduk merupakan sebuah sistem yang memvisualisasikan informasi dengan tampilan peta
Bahwa	Menampilkan peta dengan informasi jumlah penduduk pada setiap bangunan yang divisualisasikan berupa heatmap, informasi jumlah penduduk berdasarkan usia dan jenis kelamin tiap kecamatan dan kelurahan serta informasi kepadatan penduduk tiap kecamatan dan kelurahan
Tidak seperti	Data yang disimpan oleh pemerintah berupa data tabel jumlah penduduk dan bangunan kota
Produk kami	Memvisualisasikan data tabel dari pemerintah berupa peta dan dapat diakses oleh seluruh kalangan masyarakat

3.3.5 Fitur-fitur

Fitur-fitur dalam sistem yang baru dijelaskan dalam tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.4 Fitur-fitur

Kode / Identifier	Nama Fitur	Deskripsi	Prioritas
FITUR 1	Tampilan Peta	Sistem menampilkan peta bangunan kota Malang beserta tools umum yang harus digunakan untuk menampilkan peta	Must
FITUR 2	*Heat map*	Sistem menampilkan heatmap	Must
FITUR 3	Grafik Penduduk	Sistem menyediakan tampilan grafik jumlah penduduk	Must
FITUR 4	Kepadatan Penduduk	Sistem menampilkan tingkat kepadatan penduduk	Must
FITUR 5	Pencarian Bangunan	Sistem menyediakan kotak pencarian bangunan	Must
FITUR 6	Informasi Bangunan	Sistem menampilkan detail dari setiap bangunan	Must
FITUR 7	Ubah Data Bangunan	Sistem menyediakan form untuk mengubah data yang hanya dapat diakses oleh Administrator	Must
FITUR 8	*Compatibility*	Sistem dapat berjalan pada beberapa browser yang berbeda seperti Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera Mini dan Safari.	Must

3.3.6 Persyaratan secara deklaratif

Persyaratan deskriptif terdiri dari dua yaitu persyaratan fungsional dan non fungsional. persyaraan fungsional merupakan persyaratan yang harus ada atau dipenuhi pada sistem yang dibuata sementara pesyaratan non fungsional adalah persyaratan yang mendukung pesyaratan fungsional di dalam sistem. Penjelasan persyaratan fungsional ditunjukkan pada Tabel 3.5 dan untuk non fungsional dijelaskan pada Tabel 3.6.

a. Persyaratan Fungsional

Tabel 3.5 Persyaratan Fungsional

Kode Dasar Fitur	Kode Lengkap Fungsi	Deskripsi
F-SIGEKA-001	F-SIGEKA-001-1	Pengunjung dapat melihat peta kota Malang
	F-SIGEKA-001-2	Pengunjung dapat mengatur ukuran tampilan peta yang terdiri dari: - memperbesar dan memperkecil tampilan peta (tampilan peta lebih dekat - memperkecil tampilan peta (tampilan peta lebih jauh atau luas)
	F-SIGEKA-001-3	Pengunjung dapat melihat peta bangunan berdasarkan kategori fungsi yang terdiri dari fungsi hunian, industri, jasa, kesehatan, pemerintahan, pendidikan, perdagangan dan wisata.
F-SIGEKA-002	F-SIGEKA-002-1	Pengunjung dapat melihat *heatmap* menurut jumlah penduduk tiap bangunan
F-SIGEKA-003	F-SIGEKA-003-1	Pengunjung dapat melihat grafik jumlah penduduk tiap kecamatan di kota Malang

	F-SIGEKA-003-2	Pengunjung dapat melihat grafik jumlah penduduk tiap kelurahan di kota Malang
F-SIGEKA-004	F-SIGEKA-004-1	Sistem menampilkan tingkat kepadatan penduduk tiap kecamatan
	F-SIGEKA-004-2	Sistem menampilkan tingkat kepadatan penduduk tiap kelurahan
F-SIGEKA-005	F-SIGEKA-005-1	Pengunjung dapat mencari bangunan yang disediakan oleh sistem
F-SIGEKA-006	F-SIGEKA-006-1	Pengunjung dapat melihat detail bangunan yang terdiri dari Alamat, Nama bangunan, Fungsi bangunan, Jumlah penghuni
	F-SIGEKA-006-2	Pengunjung dapat melihat skala peta yang dibandingkan dengan ukuran sebenarnya
	F-SIGEKA-006-3	Pengunjung dapat memahami arti simbol-simbol yang ditampilkan pada peta
	F-SIGEKA-006-4	Pengunjung dapat mengetahui arah utara pada peta
F-SIGEKA-007	F-SIGEKA-007-1	Administrator mengubah data pada tiap bangunan yang ditampilkan sistem

b. Persyaratan Non Fungsional

Tabel 3.6 Persyaratan Non Fungsional

Kode	Nama	Deskripsi
NF-SIGEKA-001	Compatibility	Sistem dapat berjalan pada beberapa browser yang berbeda seperti Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera Mini dan Safari.

3.3.7 Model *Use case*

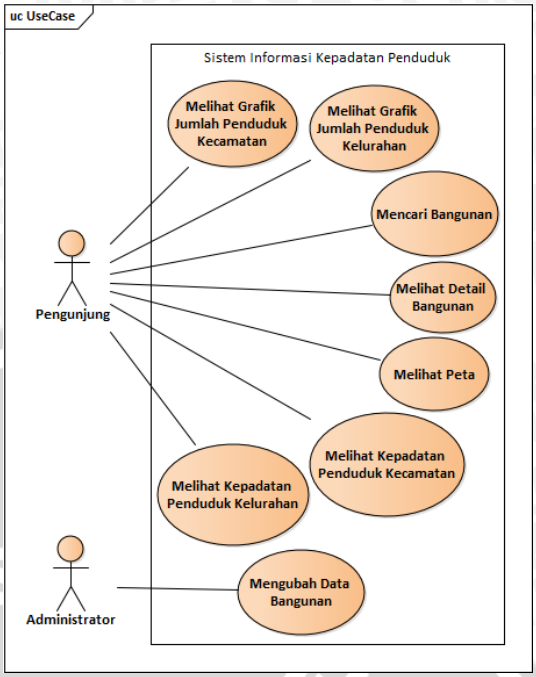
Model *use case* mendeskripsikan interaksi antar sistem dengan lingkungannya (aktor atau sistem lainnya). Pada *use case* model terdapat dua komponen utama yaitu *use case* dan aktor. *Use case* merupakan urutan tindakan sisem yang memberikan nilai atau efek kepada aktor. Sementara definisi untuk aktor adalah seperangkat pengguna yang memiliki masing-masing peran tehadap sistem saat berinteraksi dengan *use case*.

a. Diagram *Use case*

Tabel 3.7 Pengguna

Pengguna	Penjelasan
Pengunjung	Masyarakat khususnya masyarakat kota Malang yang mengakses sistem
Administrator	Orang melakukan perawatan pada sistem

Diagram *use case* untuk SIGEKA ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram *Use case*

Berikut merupakan tabel untuk menjelaskan spesifikasi *use case* (Tabel 3.8)

Tabel 3.8 Spesifikasi *Use case*

Brief Description	Pengunjung melihat dan memahami informasi yang ditampilkan pada peta sistem informasi kepadatan penduduk
Preconditions	Pengunjung mengakses Sistem informasi geografis kepadatan penduduk di Kota Malang.
Basic Flow	1. *Use case* dimulai ketika sistem menampilkan informasi tentang peta kota Malang **{Kategori}** 2. Menjalankan subflow **Memilih kategori fungsi** 3. Sistem menampilkan peta kota Malang dengan tampilan menurut kategori yang dipilih ***{Heat map}*** 4. Pengunjung memilih opsi untuk tampilan *heat map* 5. Sistem menampilkan peta kota Malang dengan *heat map* berdasarkan jumlah penghuni tiap bangunan 6. Menjalankan subflow **Tampil *heat map*** ***{Zoom}*** 7. Menjalankan subflow **Memperbesar peta** atau **Memperkecil peta** 8. Sistem menampilkan peta sesuai ukuran yang diinginkan oleh pengunjung ***{Use case* Berakhir}** 9. *Use case* berakhir
Alternative Flows	Tidak ada.
Subflows	*S1. Memilih kategori fungsi* **1.** Pengunjung memilih opsi berdasarkan fungsi bangunan untuk tampilan peta

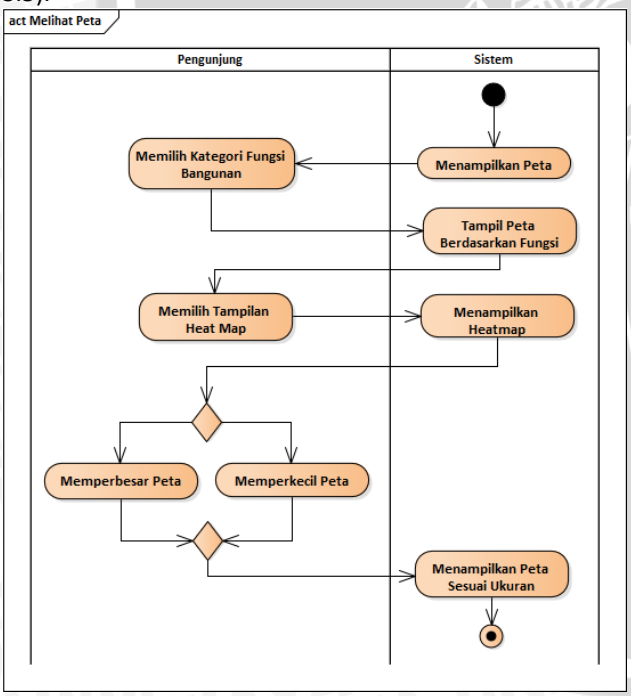
repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

	2. Melanjutkan ke basic flow **{*Heat map*}** *S2. Memperbesar peta* **1.** Pengunjung memperbesar tampilan peta supaya peta terlihat lebih dekat **2.** Melanjutkan ke basic flow **{*Use case* Berakhir}** *S3. Memperkecil peta* **1.** Pengunjung memperkecil tampilan peta supaya peta terlihat lebih luas **2.** Melanjutkan ke basic flow **{*Use case* Berakhir}**
Postconditions	Sistem menampilkan peta sesuai dengan keinginan pengunjung.

Glossary
Kategori yang dimaksud adalah kategori berupa fungsi bangunan dalam kegunaannya yang terdiri dari hunian, industri, jasa, kesehatan, pemerintahan, pendidikan, perdagangan dan wisata.

3.3.8 Diagram Aktivitas

Setelah model *use case* dan spesifikasinya telah dibuat, kemudian dilakukan penggambaran aktivitas yang terjadi di setiap *use case* menggunakan diagram aktivitas. Penggambaran diagram aktivitas ini disesuaikan dengan alur yang telah dituliskan pada spesifikasi *use case* yang berisi alur dasar (basic flow) dan alur alternativ (alternative flows). Berikut merupakan diagram aktivitas untuk sistem informasi kepadatan penduduk (Gambar 3.5).



Gambar 3.5 Diagram Aktivitas

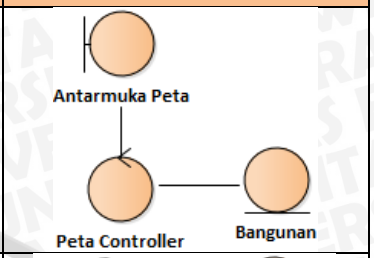
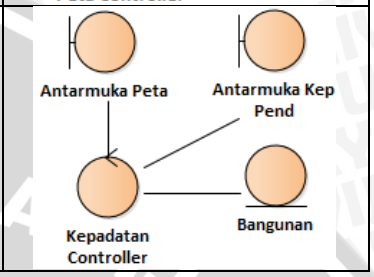
3.4 Perancangan Sistem

Pada awal perancangan penelitian ini dilakukan analisis pada kelas-kelas yang berhubungan pada masing-masing *use case* dengan memasukkannya pada subbab ini. Kelas-kelas analisis ini dilakukan untuk mendaftar seluruh kelas yang didapatkan pada masing-masing *use case* beserta hubungan setiap kelasnya yang akan digunakan untuk perancangan selanjutnya.

3.4.1 Kelas analisis dari *Use case*

Kelas analisis dari *use case* memetakan kelas-kelas yang dibuat dalam sistem berdasarkan *use case*nya, dapat dilihat pada tabel 3.9 di bawah ini.

Tabel 3.9 Kelas Analisis dari *Use case*

Use case	**Analisis Kelas**
Melihat Peta	
Melihat Kepadatan Penduduk Kecamatan	

3.4.2 Kelas Analisis dari Mekanisme Analisis

Mekanisme analisis merupakan pola yang digunakan sebagai solusi umum untuk masalah yang umum dengan menunjukkan pola struktur, pola perilaku atau keduanya. Pola-pola ini digunakan selama analisis untuk mengurangi kompleksitas analisis dan meningkatkan konsistensi dengan menyediakan representasi yang lebih singkat untuk perilaku yang kompleks (Siemers & Kutsick, 2004). Kelas analisis dari mekanisme analisis dijelaskan pada tabel 3.10 di bawah ini.

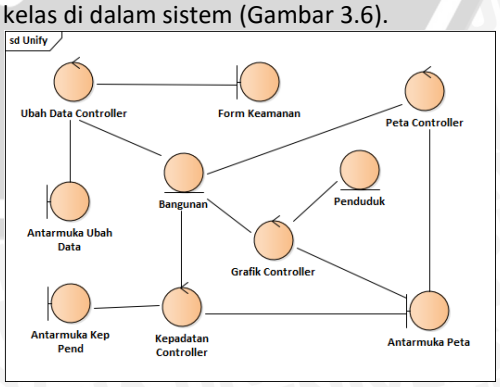
Tabel 3.10 Kelas Analisis dari Mekanisme Analisis

Analisis Kelas	**Mekanisme Analisis**
Bangunan	Persistensi
Penduduk	Persistensi

Menurut tabel 3.10, mekanisme analisis yang digunakan adalah persistensi. Persistensi ini merupakan daya tahan suatu kelas atau objek untuk terus-menerus digunakan dan tetap berfungsi dengan baik jika sistem dimatikan kemudian dihidupkan kembali.

3.4.3 Unifikasi Kelas Analisis

Kelas analisis dari *use case* yang telah dibuat kemudian digabungkan menjadi satu untuk memahami hubungan antar kelas di dalam sistem (Gambar 3.6).

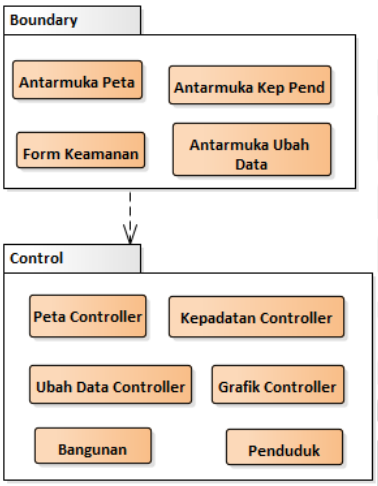


Gambar 3.6 Unifikasi Kelas Analisis

3.4.4 Elemen desain

a. Package

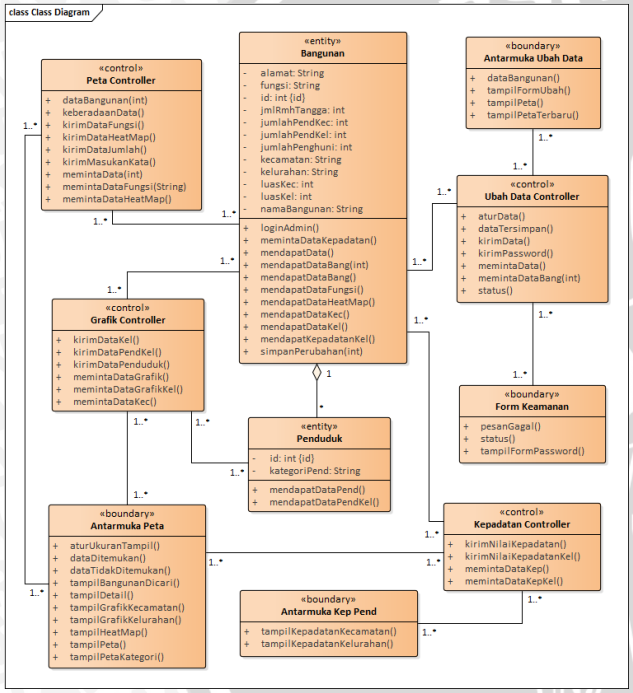
Kelas-kelas di dalam SIGEKA dikelompokkan menjadi 2 *package* berikut ini (Gambar 3.7).



Gambar 3.7 *Package*

b. Diagram Kelas

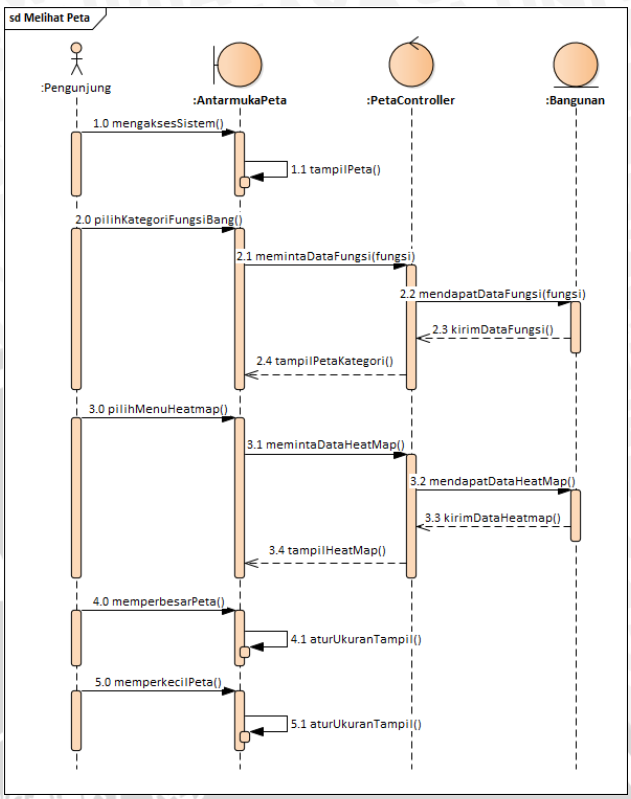
Diagram kelas pada SIGEKA ditunjukkan pada Gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.8 Diagram Kelas

3.4.5 Pemodelan interaksi

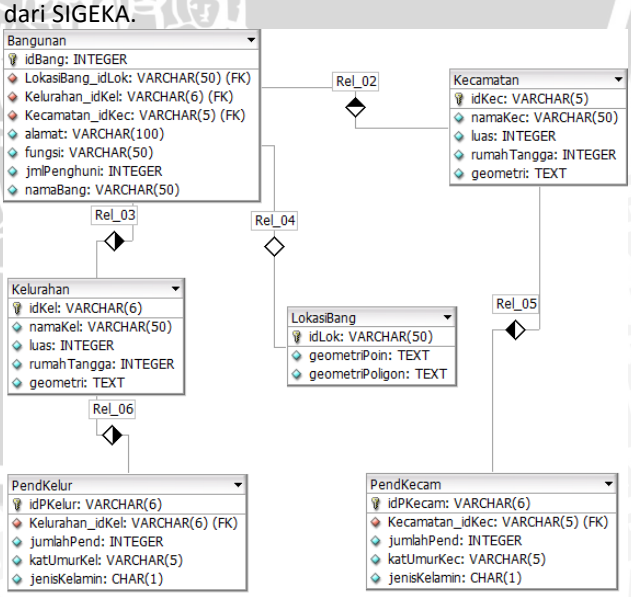
Kemudian dilakukan pemodelan interaksi yang berfungsi untuk memodelkan interaksi antara aktor dengan objek dalam suatu sistem dan interaksi antar objek itu sendiri. Pemodelan interaksi ini digambarkan pada masing-masing *use case* yang telah dimodelkan sebelumnya. Pemodelan interaksi pada SIGEKA menggunakan diagram sequence yang ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Diagram Interaksi Melihat Peta

3.4.6 Pemodelan data

Pemodelan data dilakukan bertujuan untuk memodelkan data yang berisi atribut tabel penyimpanan dan hubungan tiap tabel tersebut yang akan digunakan untuk menampilkan konten pada SIGEKA, supaya sistem dapat menampilkan informasi seperti informasi *heat map* yang akan menggambarkan kondisi kepadatan penduduk dalam skala detail yaitu pada setiap bangunan yang ditampilkan. Gambar 3.10 merupakan pemodelan data dari SIGEKA.

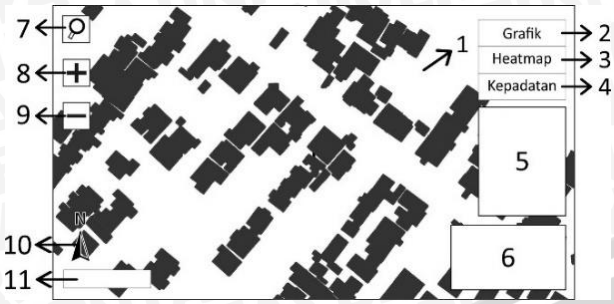


Gambar 3.10 *Physical Data Model*

3.4.7 Perancangan antarmuka

Perancangan antarmuka ini menampilkan rancangan antarmuka SIGEKA dan keterangan pada setiap tombol, menu serta tampilan-tampilan khusus untuk SIGEKA. Setiap tombol, menu dan tampilan khusus diberikan urutan nomor dan dijelaskan di dalam tabel setelah

gambar rancangan antarmukanya. Perancangan antarmuka untuk SIGEKA ditunjukkan pada Gambar 3.10 dan untuk prototipe antarmuka ditunjukkan pada Gambar 3.11.



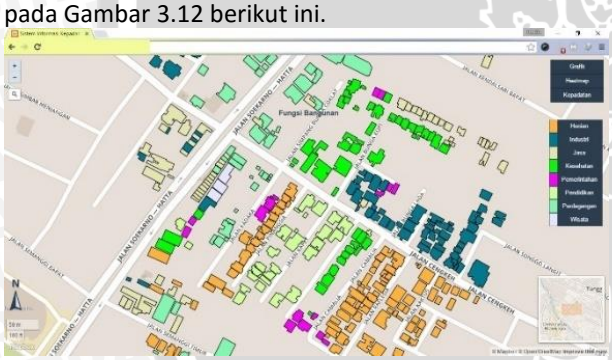
Gambar 3.11 Rancangan Antarmuka

Berikut beberapa penjelasan rancangan antarmuka sistem pada tabel 3.11 berikut ini

Tabel 3.11 Keterangan Rancangan Antarmuka

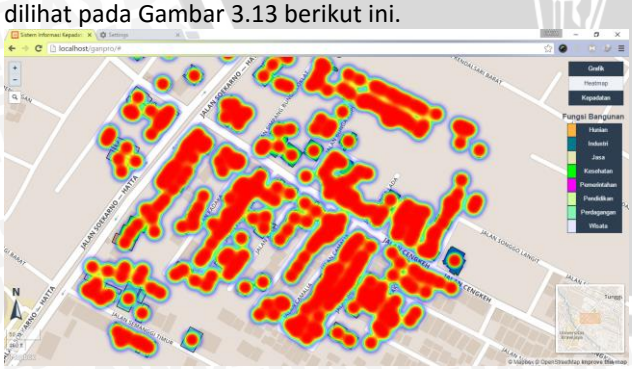
No.	Nama Objek	Tipe	Keterangan
1	Peta	Peta	Menampilkan peta bangunan dan dapat dipilih tiap bangunannya
3	Menu *Heatmap*	Tombol	Untuk menampilkan *heatmap* menurut jumlah penghuni setiap bangunan

Prototipe antarmuka awal yaitu ketika pengunjung pertama kali mengakses sistem dapat dilihat pada Gambar 3.12 berikut ini.



Gambar 3.12 Prototipe Antarmuka Awal

Prototipe antarmuka untuk menampilkan *heat map* dapat dilihat pada Gambar 3.13 berikut ini.



Gambar 3.13 Prototipe Antarmuka Heatmap

4. Evaluasi Persyaratan dan Perancangan Sistem

Setelah analisis persyaratan dan rancangan sistem, dilakukan evaluasi *traceability* dan evaluasi pada prototipe. Evaluasi *traceability* yaitu evaluasi pada kerunutan dari kebutuhan pemangku kepentingan, fitur-fitur, persyaratan fungsional dan non fungsional hingga *use case* yang dibuat, kemudian dibuat pertanyaan berkaitan dengan kerunutan pada dokumen. Lalu untuk evaluasi prototipe terdiri dari evaluasi berdasarkan *use case* dan berdasakan penilaian pengguna.

Evaluasi *traceability* ini bertujuan untuk memeriksa kerunutan dari proses bisnis, kebutuhan pemangku kepentingan, fitur, persyaratan fungsional dan *use case*. Kerunutan ini diperiksa untuk memastikan keberadaan setiap proses pada analisis persyaratan telah disusun sesuai dengan kebutuhan pemangku kepentingan, dapat dilacak dan tidak mengandung kode yang duplikat. Sebelum menjawab pertanyaan yang berkaitan dengan daftar pertanyaan untuk *traceability*, dilakukan pemeriksaan terlebih dulu pada aktivitas proses bisnis yang menggunakan sistem, kemudian setiap kebutuhan, fitur, persyaratan fungsional dan *use case* untuk memeriksa kerunutannya. Berikut beberapa sampel untuk memeriksa keruntan dengan mebuat matriks kerunutan, ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Matriks Kerunutan

Kebutuhan	Kode Fitur	Kode Dasar Fitur	Nama *Use case*
Proses Analisis	FITUR1	F-SIGEKA-001	Melihat Peta
	FITUR2	F-SIGEKA-002	
Daerah padat penduduk	FITUR4	F-SIGEKA-004	Melihat Kepadatan Penduduk Kecamatan
			Melihat Kepadatan Penduduk Kelurahan

Evaluasi pada prototipe terdiri dari dua tahap yaitu evaluasi berdasarkan *use case* dan evaluasi berdasarkan penilaian yang dilakukan oleh pengguna. Evaluasi *use case* dilakukan dengan mendaftar aktivitas atau melakukan observasi secara langsung dengan mengamati apa yang dilakukan oleh pengguna (sebagai partisipan) pada sistem di setiap *use case* dan membandingkannya dengan alur dasar (basic flow) pada setiap *use case*-nya. Kemudian untuk evaluasi berdasarkan penilaian pengguna dilakukan dengan cara menyediakan pertanyaan-pertanyaan dan pemberian saran atau kritik oleh pengguna dengan memberikan kuesioner kepada partisipan atau pengguna tersebut.

Evaluasi *use case* menggunakan empat *use case* utama yaitu *use case* Melihat Peta, *use case* Melihat Grafik Penduduk Kecamatan, *use case* Melihat Kepadatan Penduduk Kelurahan dan *use case* Mengubah Data.

Evaluasi penilaian pengguna terdiri dari tiga bagian yaitu evaluasi terhadap harapan alur pengguna, evaluasi terhadap navigasi dan evaluasi terhadap antarmuka. Evaluasi ini dilakukan oleh pengguna di Bappeda Kota Malang bidang Tata kota. Hasil penilaian pada fitur sistem yang didapatkan dari pengguna yaitu menekankan pada tampilan kategori warna bangunan dan informasi yang disajikan pada setiap bangunan. Untuk fitur khusus pada administrator yaitu mengubah data bangunan, pengguna menerima alur, navigasi dan tampilan dari antarmuka pada fitur tersebut.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

1. Model proses bisnis dalam SIGEKA ini terdiri dari proses bisnis saat ini dan proses bisnis yang diusulkan. Proses bisnis saat ini diawali dengan badan pemerintah yaitu Bappeda bidang Tata Kota yang akan membuat rencana tata ruang di kota Malang. Bappeda akan mengajukan permohonan untuk data bangunan yang disimpan oleh dinas pemerintah yaitu DPUPPB bidang Tata Ruang supaya dapat memulai untuk membuat rencana tata ruang kota. Setelah tata ruang kota sudah selesai dirancang, Bappeda akan mengirimkannya kepada DUPUPPB untuk disesuaikan dengan RDTR (Rencana Detail Tata Ruang). Setelah diterima, rencana yang dibuat oleh Bappeda akan dihitung oleh DPUPPB sesuai RDTR yang sudah ditetapkan. Jika rencana yang dibuat masih terdapat kesalahan maka rencana tata ruang akan dikirimkembali dengan penjelasan revisi yang salah, jika sudah sesuai maka DPUPPB akan menetapkan rencana tata ruang kota dan memulai pekerjaan lapangan. Proses bisnis usulan akan menghemat dua proses yaitu mengajukan permohonan data oleh Bappeda dan mengirim data bangunan oleh DPUPPB menjadi sistem yang menampilkan kondisi bangunan kota saat ini yaitu SIGEKA.
2. Persyaratan sistem untuk membangun WebGIS kepadatan penduduk yaitu SIGEKA ini terdiri dari hasil analisis permasalahan, analisis pemangku kepentingan, kebutuhan pemangku kepentingan, 8 fitur, 14 persyaratan fungsional dan 1 persyaratan non fungsional, 8 *use case* beserta spesifikasinya dan diagram aktivitas.
3. Rancangan dan prototipe yang sesuai dengan persyaratan sistem terdiri dari kelas analisis dari *use case*, kelas analisis dari mekanisme analisis, unifikasi kelas dari *use case*, penjelasan elemen desain, pemodelan interaksi, pemodelan data, dan perancangan antarmuka.
4. Hasil evaluasi *traceability* pada penelitian ini berupa tabel kerunutan terhadap kesesuaian antara kebutuhan, fitur dan persyaratan yang memiliki kode unik agar mudah dilacak pada dokumen. Hasil dari tabel kerunutan menunjukkan bahwa setiap kode sudah runut, dituliskan dengan kombinasi huruf dan angka yang berbeda, setiap persyaratan dapat dilacak, tidak terdapat kode yang duplikat dan setiap persyaratan sudah memiliki nama yang berbeda. Kemudian untuk hasil evaluasi prototipe didapatkan hasil sebagai berikut:
   a. Evaluasi berdasarkan *use case* menunjukkan bahwa pada *use case* Melihat Peta masih terdapat beberapa langkah yang dilakukan oleh pengguna yang tidak sama urutannya dengan alur dasar. Setelah itu pada *use case* Mengubah Data, pengguna memasukkan data sebanyak dua kali untuk menyesuaikannya dengan format yang dikenali sistem. Kemudian untuk *use case* lain yang dievaluasi yaitu *use case* Melihat Grafik Penduduk Kecamatan dan Melihat Kepadatan Penduduk Kelurahan sudah sesuai antara langkah-langkah yang dilakukan pengguna dengan alur dasar.
   b. Evaluasi dengan masukan dari pengguna terhadap harapan alur pengguna, navigasi dan antarmuka sistem. Pada evaluasi berdasarkan penilaian pengguna ini terdapat saran pada navigasi sistem yaitu letak navigasi untuk mengatur ukuran peta sebaiknya berada di sebelah kanan bawah pada peta dan antarmuka pilihan menu yang berupa tulisan sebaiknya diganti dengan gambar (icon). Saran untuk antarmuka pengguna sistem yaitu pemilihan warna pada fungsi bangunan sebaiknya disesuaikan dengan aturan dari pemerintah dan penambahan informasi luas setiap bangunan dan informasi jumlah lantai bangunan.

5.2 Saran

1. Penelitian ini yang berisi analisis persyaratan dan perancangan sistem dapat digunakan untuk perancangan detail dan implementasi Sistem Informasi Kepadatan Penduduk
2. Fitur-fitur dapat ditambahkan lagi berupa fitur untuk melakukan perhitungan kepadatan bangunan dengan luas area tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Sugiharyanto, Geografi dan Sosiologi 2, Yogyakarta: Yudistira, 2007.

[2] Kiswondari, "Pemerintah Harus Serius Hadapi Urbanisasi," 2015. [Online]. Available: http://nasional.sindonews.com/read/1024841/15/pemerintah-harus-serius-hadapi-urbanisasi-1437396950. [Diakses 16 Maret 2016].

[3] Y. Fang, V. Shandas dan E. A. Cordero, Spatial Thinking in Planing Practice, Portland: Portland State University, 2014.

[4] J. Susaki, M. Kajimoto dan M. Kishimoto, "Urban density mapping of global megacities from polarimetric SAR images," *Remote Sensing of Environment,* no. Elsevier Inc. , 2014.

[5] "Heatmap," 2016. [Online]. Available: http://www.investopedia.com/terms/h/heatmap.asp. [Diakses 6 April 2016].

[6] W. Hou, L. Yang, D. Deng, Y. Jing, K. Clarke, Z. Yang, W. Zhuang, J. Liu dan J. Huang, "Assessing quality of urban underground spaces by coupling 3D geological models : The case study of Foshan city, South China," *Computers & Geosciences,* no. Elsevier Ltd., 2015.

[7] J. Oksanen, C. Bergman, J. Sainio dan J. Westerholm, "Methods for deriving and calibrating privacy-preserving heat maps from mobile sports tracking application data," *Journal of Transport Geography,* vol. 48, no. Elsevier B.V., pp. 135-144, 2015.

[8] UrbanIndo, "Daerah Yang Paling Dicari di Jakarta dan Sekitarnya," 2012. [Online]. Available: http://blog.urbanindo.com/tag/heatmap. [Diakses 4 Oktober 2015].

[9] K. Bittner dan I. Spence, Use Case Modeling, 1st penyunt., Canada: Addison Wesley, 2002.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

[10] E. Wilson, S. Vibhute, C. Bhatia, R. Jain, L. Perniu, S. Raveendramurthy dan R. Samuel, InfoSphere Data Architect : Ideal for application developers and administrators, 1st penyunt., Canada: IBM Canada, 2011.

[11] K. E. Wiegers, "Wiegers' Checklist for Inspecting Requirements Specifications," 1999. [Online]. Available: http://www.cs.toronto.edu/~sme/CSC340F/2005/assignments/inspections/reqts_checklist.pdf. [Diakses 16 Mei 2016].

[12] R. Taufiq, Sistem Informasi Manajemen : Konsep Dasar, Analisis dan Metode Pengembangan, 1st penyunt., Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.

[13] F. Syarifah, "Menkes: Urbanisasi Juga Bisa Tingkatkan Risiko Penyakit," 2014. [Online]. Available: http://health.liputan6.com/read/2086315/menkes-urbanisasi-juga-bisa-tingkatkan-risiko-penyakit. [Diakses 16 Maret 2016].

[14] T. Sutton, O. Dassau dan M. Sutton, "Jelajahi QGIS," 2016. [Online]. Available: https://www.qgis.org/id/site/about/index.html. [Diakses 12 April 2016].

[15] T. Sutton, O. Dassau dan M. Sutton, "A Gentle Introduction to GIS," November 2002. [Online]. Available: http://docs.qgis.org/2.0/ca/docs/gentle_gis_introduction/. [Diakses 8 February 2016].

[16] J. Speelpenning, P. Daux dan J. Gallus, "Data Modeling and Relational Database Design," July 2001. [Online]. Available: http://www.darkopetrovic.com/pdf/Data-Modeling-and-Relational-Database-Design.pdf. [Diakses 1 Juny 2016].

[17] I. Sommerville, Software Engineering Ninth Edition, 9th penyunt., Boston: Addison-Wesley, 2011.

[18] S. Siemers dan A. Kutsick, Mastering Object-Oriented Analysis and Design with UML 2.0, 4 penyunt., Cupertino: IBM Rational University, 2004.

[19] N. Sharma, L. Perniu, R. F. Chong, A. Iyer, C. Nandan, A. C. Mitea, M. Novinkere dan M. Danubianu, Database Fundamentals : Ideal for application developers and administrators, 1st penyunt., Canada: IBM Canada, 2010.

[20] A. P. Sage dan W. B. Rouse, Handbok of System Engineering and Management, 2nd penyunt., New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2009.

[21] J. Rumbaugh, I. Jacobson dan G. Booch, The Unified Modelling Language Reference Manual, 2nd penyunt., Boston: Addison-Wesley, 2004.

[22] J. M. Rinder, "The Importance of Website Usability Testing," July 2012. [Online]. Available: https://scholarsbank.uoregon.edu/xmlui/bitstream/handle/1794/12257/Rinder2012.pdf?sequence=1. [Diakses 12 Mei 2016].

[23] Pressman, Software Engineering A Practitioner's Approach, Sydney: McGraw-Hill, 2010.

[24] I. M. A. Pramartha, "Implementasi Aplikasi SIG Dalam Pengolahan Data Jumlah Penduduk berbasis Web," *Jurnal Elektronik Ilmu Komputer - Universitas Udayana,* vol. 1, no. Universitas Udayana, pp. 87-91, 2012.

[25] B. Pfarr, "Requirements Peer Review Checklist," 24 April 2006. [Online]. Available: http://www.cs.rug.nl/search/uploads/Teaching/RE2009Fall/project/NASA-Requirements%20Peer%20Review%20Checklist.doc. [Diakses 1 Juny 2016].

[26] L. Manzari dan J. Trinidad-Christensen, "User-centered design of a web site for library and information science students: Heuristic evaluation and usability testing," 2006. [Online]. Available: http://faculty.mercer.edu/lewis_am/pdfs/UCD%20for%20Library.pdf. [Diakses 20 Juni 2016].

[27] W. e. Library, "Heatmap," 2002. [Online]. Available: http://ebooklibrary.org/articles/Heatmap. [Diakses 6 April 2016].

[28] P. Kroll dan P. Kruchten, The Rational Unified Process Made Easy: A Practitioner's Guide to the RUP, 1st penyunt., Boston: Addison Wesley, 2003.

[29] Kemdikbud, "Rumah Belajar," 2016. [Online]. Available: https://belajar.kemdikbud.go.id/SumberBelajar/tampilajar.php?ver=11&idmateri=626&mnu=Materi4&kl=7. [Diakses 7 April 2016].

[30] O. Huisman dan R. A. d. By, Principles of Geographic Information System, 4th penyunt., Enschede: The International Institude fo Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), 2009.

[31] K. Hallahan, "Improving public relations web sites through usability research," *Public Relations Review,* vol. 27, no. 2, pp. 223-239, 2001.

[32] R. Elmasri dan S. B. Navathe, Fundamentals of Database Systems, 6th penyunt., Boston: Addison-Wesley, 2011.

[33] S. Deil, "Urbanisasi Bikin RI Kehilangan 8 Juta Petani," 2014. [Online]. Available: http://bisnis.liputan6.com/read/2042795/urbanisasi-bikin-ri-kehilangan-8-juta-petani. [Diakses 16 Maret 2016].

[34] T. K. Chiew dan S. S. Salim, "WEBUSE: Website Usability Evaluation Tool," *Malaysian Journal of Computer Science,* vol. 16, no. 1, pp. 47-57, 2003.

[35] BPS, "Pedoman Pencacah Sensus Penduduk 2000," BPS, 2000.

[36] BPS, "Kota Malang Dalam Angka 2014 Malang City in Figures 2014," Badan Pusat Statistik Kota Malang, Malang, 2014.

[37] G. Booch, J. Rumbaugh dan I. Jacobson, The Unified Modeling Language User Guide, 2nd penyunt., Massachusetts: Addison Wesley Professional, 2005.

[38] S. W. Ambler, "Physical Data Model (PDM)s: An Agile Introduction," 2014. [Online]. Available: http://agilemodeling.com/artifacts/physicalDataModel.htm. [Diakses 20 June 2016].

[39] UCCS, "SRS Walkthrough," March 2007. [Online]. Available: www.uccs.edu/Documents/tboult/SRS-walkthrough.doc. [Diakses 20 June 2016].

[40] "SDLC-Waterfall Model," 2016. [Online]. Available: http://www.tutorialspoint.com/sdlc/sdlc_waterfall_model.htm. [Diakses 7 April 2016].

[41] OMG;, "BPMN 2.0," 4 November 2011. [Online]. Available: http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0. [Diakses 1 April 2016].