

APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) PADA SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH

Oleh:

Bambang S Budianto

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Bandung
bs_budianto@yahoo.co.id

ABSTRAK

Masalah utama yang dihadapi oleh PDAM adalah tersedianya data, baik untuk keperluan perencanaan, maupun untuk operasi dan pemeliharaan. Ketersediaan data, selain terbatas juga terpisah antara data teknis (peta), data pelanggan, dan data finansial. Kondisi tersebut menambah kesulitan bagi manajemen untuk mengambil suatu keputusan. Sistem Informasi Geografis (SIG) menawarkan fitur yang dapat memadukan antara data teknis dan data nonteknis menjadi satu kesatuan yang dikaitkan dengan spasial. Penerapan SIG dalam Sistem Penyediaan Air Bersih, akan sangat bermanfaat tidak saja pada proses perencanaan, operasi dan pemeliharaan, tetapi juga dalam peningkatan pelayanan kepada masyarakat. Dari pelaksanaan pilot projek di RW11, Kelurahan Kopo Kecamatan Bojongloa Kaler Kotamadya Bandung menunjukkan bahwa untuk melakukan penggabungan data teknis dan nonteknis dalam satu kesatuan dengan data spasial tidak sulit untuk dilakukan. Hasil penyusunan basis data dalam sistem informasi geografis dapat memberikan gambaran yang menyeluruh tentang kondisi sistem penyediaan air bersih, sehingga semua pekerjaan dapat dilakukan tepat waktu.

Kata Kunci : Sistem Informasi Geografis, Air bersih, Peta

ABSTRACT

The main problem faced by Water Supply Agency is the availability of data for planing, operation, and maintenace system. Further more the exsisting available data are separated between technical, non technical, and spatial data, and existing custommer. The situation will be more difficult for management to take a decision. Goegraphic Information System over a fiture which can combine both technical and nonthechnical data into one spatial data system. The application of SIG in water supply system will give benefit not only for planing stage, but also during the operation and maintenace period which inturn will increasi custommer satisfactory. Based on the pilot project which carried out in RW 11. Kelurahan Kopo, Bojongloa Kaler District, Bandung city shows tha to combine both technical and nontechnical data into one Spatial data system was not too dificult to do. The development of data base and SIG gives comprehensive explanation conserning the condition of water supply system so that all works can be done in time.

Keyword : Geographic Information System, Water Syply, Maps.

Pendahuluan

Salah satu kendala dalam peningkatan sarana penyediaan air bersih perkotaan adalah

ketersediaan data, sehingga perencanaan dan pengambilan keputusan seringkali dilakukan dengan berdasarkan data yang sangat terbatas. Keterbatasan data aktual memaksa pengambil

keputusan untuk melakukan perencanaan berdasarkan data yang kedaluwarsa (*out of date*) sehingga disamping keputusan yang diambil sering tidak tepat sasaran juga dampak lain yang ditimbulkan adalah mahal nya biaya perencanaan pengembangan sarana penyediaan air bersih. Hal ini dikarenakan setiap kegiatan harus mengumpulkan data primer secara tersendiri.

Untuk meningkatkan efisiensi sumberdaya dalam pengembangan sarana dan prasarana perkotaan perlu dikembangkan Basis Data dalam bentuk Sistem Informasi Geografis. Inisiasi pengembangan basis data tersebut diwujudkan dalam bentuk pembentukan Pilot Proyek Pemetaan di salah satu Rukun Warga (RW) di kelurahan kopo Kecamatan Bojongloa Kaler, Kota Bandung.

Studi Pustaka

Sistem Penyediaan Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih mencakup sumber air, pipa transmisi, reservoir, pipa distribusi dan sambungan pelayanan. Sistem penyediaan air bersih harus mampu memberikan pelayanan air yang memenuhi kebutuhan air bersih dengan kualitas yang memenuhi standard kualitas air bersih, dalam jumlah yang cukup.

Kinerja suatu sistem penyediaan air bersih sangat bergantung kepada kapasitas sistem dan prasarana pendukungnya. Kapasitas sistem selayaknya terus dikembangkan sesuai dengan peningkatan kebutuhan air, baik sebagai akibat pertambahan penduduk maupun karena perubahan pola hidup masyarakat. Sejalan

dengan hal tersebut, sarana penyediaan air bersih pun harus terus dikembangkan untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat.

Dalam kenyataannya pengembangan sistem air bersih tidak hanya dari segi kapasitas, tetapi juga dari segi luasan daerah pelayanan. Dengan kata lain pengembangan sistem penyediaan air bersih harus pula dikaitkan dengan perkembangan daerah pelayanannya. Data yang diperlukan dalam perencanaan sistem air bersih antara lain :

- a) Jumlah Penduduk dan persebarannya.
- b) Kebutuhan air bersih tiap orang
- c) Ketersediaan sumber air bersih
- d) Persebaran/lokasi penduduk
- e) Keinginan masyarakat untuk mendapat pelayanan air bersih.
- f) Kemampuan dan kemauan masyarakat untuk membayar.
- g) Lokasi dan dimensi pipa distribusi yang ada.
- h) Jumlah dan persebaran pelanggan.
- i) Status/kepemilikan rumah.

Data tersebut diatas terutama diperlukan untuk menentukan dalam perencanaan kapasitas sistem dan kebutuhan jaringan transmisi dan distribusi.

Peta jaringan distribusi lengkap dengan dimensi pipa serta peralatan yang sangatlah diperlukan dalam tahap operasi dan pemeliharaan. Tersedianya peta tersebut akan memudahkan perencanaan pemeliharaan jaringan dan proses perbaikan apabila terjadi kerusakan/kebocoran pipa.

Sistem Informasi Geografis

Chrisman (1997), SIG adalah sistem yang

terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data, manusia (brainware), organisasi dan lembaga yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan menyebarkan informasi-informasi mengenai daerah-daerah di permukaan bumi. Demikian luasnya lingkup SIG membuka peluang untuk dimanfaatkan dalam berbagai hal termasuk dalam perencanaan, operasi dan pemeliharaan sistem air bersih.

Kemampuan sistem informasi geografis untuk menggabungkan data spasial dan nonspasial, data teknis dan data non-teknis akan mempermudah manajemen dalam memahami kondisi aktual untuk kemudian mengambil keputusan. Secara teori, SIG memungkinkan kita untuk memberikan informasi setiap titik yang ada dipermukaan bumi dalam bentuk atribut. Dalam sistem penyediaan air bersih, fitur ini dapat dimanfaatkan untuk melakukan inventarisasi karakteristik pelanggan, serta peralatan yang ada. Beberapa data pelanggan yang diperlukan antara lain :

- a) Alamat
- b) Nomor pelanggan
- c) Jumlah Penghuni
- d) Jenis Bangunan
- e) Denah lokasi rumah dan instalasi sambungan.
- f) Spesifikasi, umur, kondisi peralatan
- g) Kondisi ekonomi
- h) Pemakaian air
- i) Informasi tagihan

Data kependudukan dan kondisi sosial ekonomi masyarakat, baik yang berlangganan air bersih maupun tidak, akan bermanfaat

dalam perencanaan perluasan pelayanan.

Keuntungan lain yang dapat diperoleh dari penggunaan SIG adalah kemudahan dalam pembaruan (update) data, penggandaan, dan pengamanan (backup) data. Dengan menggunakan SIG penggambaran posisi dari utilitas seperti jalur pipa dapat dilakukan dengan tepat. Informasi tersebut sangat berguna selain dalam pemeliharaan dan perbaikan namun juga dapat digunakan sebagai referensi apabila kita akan melakukan kegiatan yang mungkin akan mengganggu kinerja sistem. Sebagai contoh apabila pada satu lokasi akan dilakukan penanaman kabel listrik, maka SIG dapat memberikan informasi titik-titik rawan yang perlu diperhatikan agar tidak terjadi kerusakan terhadap utilitas lain yang telah terlebih dahulu ada di lokasi yang sama.

Metodologi

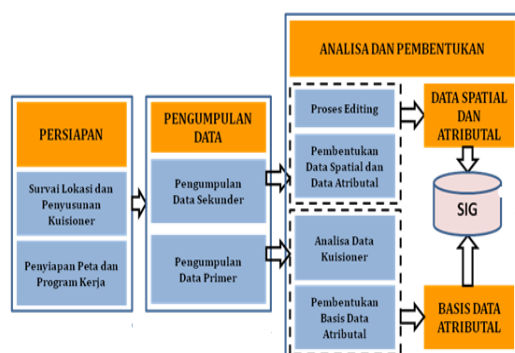
Lokasi Kegiatan

Penyusunan basis yang dilakukan disini merupakan percontohan untuk wilayah 1 (satu) RW. Lokasi yang dipilih adalah RW11 di Kelurahan Kopo Kecamatan Bojongloa Kaler Kotamadya Bandung. RW tersebut mempunyai penduduk yang heterogen yaitu masyarakat berpenghasilan tinggi, menengah dan rendah dan sebagian besar penduduk mempunyai profesi sebagai pedagang dan buruh. Lokasi RW 11 berada tidak jauh dari pasar Caringin dan disebelah utara jalan Soekarno – Hatta. Lebih jauh, RW 11 merupakan salah satu RW yang terpadat penduduknya di daerah Bandung Selatan dengan jumlah kepala keluarga sebanyak 352 KK atau 667 jiwa.

Penyusunan basis data dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk wilayah RW 11 akan menggunakan peta citra satelit yang diperoleh dari *Google Earth* 2007 dengan semua data statistik yang diperoleh dari hasil survai langsung di lokasi. Pembatasan administrasi pada *image* dilakukan di wilayah RT. Penggabungan data statistik, batas administrasi RT dan citra satelit akan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak sehingga dapat menghasilkan peta-peta tematik dari kondisi suatu RT.

Metoda Pelaksanaan

Penyusunan basis data dan SIG untuk wilayah RW akan menggunakan data hasil dari survai melalui kuisisioner maupun survai penentuan data spasial dengan memakai alat penerima *Global Positioning System* (GPS), dengan demikian diperlukan adanya komunikasi secara langsung dengan warga setempat. Data tersebut akan dikumpulkan dan kemudian diproses sebagai *Sanitasi Mapping* SIG dan Basis Data. Secara sistematis metoda pelaksanaan diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1.
Metoda Pelaksanaan

Persiapan

Kegiatan persiapan merupakan kegiatan awal dari Penyusunan basis data dan SIG. Kegiatan ini akan terdiri dari kegiatan survai lokasi dan penyusunan kuisisioner serta kegiatan penyiapan peta dan program kerja.

Pengumpulan data

Adapun strategi pengumpulan data dalam penyusunan basis data dan SIG ini dilakukan secara interaktif dan non interaktif. Metoda interaktif dapat berupa wawancara mendalam dan wawancara terstruktur. Sedang metoda non interaktif meliputi pencatatan dokumen. Dengan demikian, pengumpulan data akan meliputi pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Kedua jenis data tersebut dijelaskan sebagai berikut:

Pengumpulan data sekunder

Data sekunder yang dimaksud berupa data atau peta yang sudah ada di PDAM, RW atau dari sumber lainnya.

- Data jumlah penduduk/kepala keluarga yang diperoleh dari RW 11 kelurahan kopo kecamatan Bojongloa kaler.
- Peta pelayanan air bersih yang ada di daerah kelurahan kopo kecamatan Bojongloa kaler yang diperoleh dari PDAM.
- Peta citra satelit wilayah RW 11 dari *Google Earth* 2007.
- Peta rupa bumi lembar 1209-311 dari Bakosurtanal, 1992.
- Datum horizontal, datum Geodesi Nasional 95 (DGN-95) WGS 84.

Pengumpulan data primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan menggunakan metoda interaktif yaitu dengan melakukan penyebaran kuisioner dan kemudian dilanjutkan dengan melakukan wawancara kepada masyarakat RW 11 kelurahan kopo kecamatan Bojongloa kaler kota Bandung serta *transect walk* dan *geocoding*/GPS. Data primer yang diperlukan antara lain adalah:

- a. Data kondisi sosial ekonomi penduduk yang meliputi antara lain:
 - Jumlah penduduk RW
 - Jumlah KK/rumah, jumlah anak usia sekolah
 - Status kepemilikan rumah
 - Pekerjaan dan pendapatan rata-rata tiap KK per bulan
 - Besarnya penggunaan pendapatan untuk sewa/kontrak/pemeliharaan rumah per bulan atau tahun
 - Besarnya penggunaan pendapatan untuk pangan, pakaian, dan kebutuhan lainnya per bulan
 - Kalau ada fasilitas air bersih, berapa besarnya biaya yang sewajarnya dikeluarkan per bulan untuk fasilitas air bersih tersebut.
 - Jenis sarana air minum tiap rumah

Penyakit yang sering diderita dalam 1 tahun terakhir: jenis penyakit dan berapa jiwa yang terjangkit dalam 1 rumah.

- b. Data sumber air minum
 - sumur gali: kedalaman, kualitas air, lokasi, jumlah penduduk yang dilayani, jarak dari rumah
 - sumur pompa: jenis sumur pompa, kedalaman, kualitas air, lokasi, jumlah penduduk yang dilayani, jarak dari rumah
 - ledeng, kebutuhan/bulan, kualitas air, kualitas pelayanan.
- c. Data jenis bangunan dan fasilitas komersial
 - Rumah, luas, jumlah penduduk, jumlah KK
 - Kantor, bidang pekerjaan, jumlah pekerja, jenis dan kondisi sarana air bersih/air kotor/sanitasi
 - Toko/pusat belanja, jumlah pekerja, radius pelayanan, jenis dan kondisi sarana air bersih/air kotor/sanitasi
- d. Data keinginan dan kemauan masyarakat untuk pembangunan sarana sanitasi.

Lebih jauh, dengan melakukan pengumpulan data primer ini ingin diperoleh informasi mengenai sistem air minum perpipaan atau non perpipaan.

Analisa dan pembentukan

Data hasil pengukuran dengan GPS dapat dijadikan sebagai data spatial dan data atributal guna pembentukan Sistem Informasi Geografis. Sedangkan data primer yang diperoleh dari hasil kuisioner kemudian dianalisa untuk membentuk Basis Data dan SIG. Hasil dari pembentukan ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan pembenahan sarana dan kebijakan di bidang sanitasi yang

lebih efektif untuk mencapai tujuan yang diinginkan oleh PDAM. Analisa hasil dari kuisioner dilakukan dengan menggunakan SPSS. Analisa ini digunakan untuk mengukur kemampuan dan potensi dan melihat kekurangan dan kelemahan masyarakat RW 11 kelurahan kopo kecamatan Bojongloa kaler kota Bandung dalam penyediaan air bersih.

Analisa dan Pembahasan

Hasil kegiatan disajikan dalam 2 (dua) bentuk keluaran yaitu berupa Basis Data dan Sistem Informasi Geografis. Kedua hasil tersebut diuraikan berikut ini.

Basis Data

Basis data dikembangkan berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengisian kuisioner. Uraian analisa berdasarkan satuan wilayah RW, basis data tersebut terdiri dari beberapa atributal diantaranya adalah sebagai berikut.

Jumlah kepala keluarga (KK) dan jumlah jiwa

Berdasarkan data sekunder tahun 2007 yang diperoleh dari Kantor RW 11, maka pencapaian jumlah KK dan jumlah jiwa responden hasil survai lapangan memperlihatkan persentasi yang lebih besar. Ternyata jumlah KK dan jumlah jiwa yang disurvei jauh melebihi jumlah KK dan jumlah jiwa data sekunder tahun 2007. Karena survai ini dilakukan terhadap populasi dengan melakukan sensus, maka hasil pencapaian survai lapangan ini menunjukkan besarnya pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi di wilayah RW 11 ini. Dari segi jumlah KK, maka pertumbuhan di wilayah ini mencapai 6% dari

tahun 2007 ke tahun 2008, sedangkan dari segi jumlah jiwa (jumlah penduduk), pertumbuhannya sebesar 100,4%. Pertumbuhan yang sangat pesat ini disebabkan berkembangnya usaha kontrak dan sewa rumah, yang cukup strategis di daerah ini karena aksesibilitas yang cukup tinggi dengan pasar Caringin, sehingga usaha kontrakan dan sewa rumah ini umumnya ditujukan bagi pedagang-pedagang yang berjualan di pasar Caringin. Melihat kecenderungan masih banyak tempat kontrakan/sewa rumah yang kosong, menunjukkan bahwa penduduk masih mungkin berkembang lebih tinggi lagi, dan hal ini jelas akan sangat mempengaruhi dalam pengambilan kebijakan pemerintah yang terkait dengan penyediaan sarana dan prasarana lingkungan permukiman di daerah ini.

Kondisi sosial ekonomi

Dari segi jumlah KK/bangunan, RW 11 rata-rata dihuni oleh keluarga kecil, dengan proporsi jumlah jiwa/bangunan terbanyak adalah 0 – 6 jiwa/bangunan.

Analisis mengenai pendapatan warga per bulan mengindikasikan bahwa pendapatan warga bervariasi dari tidak mempunyai pendapatan (tidak bekerja) sampai yang berpendapatan sekitar Rp 15.000.000. Tetapi, frekuensi terbesar adalah di daerah sebelah kiri histogram, yaitu yang pendapatannya dari Rp100.000,00 sampai Rp 1.500.000,00 yang menunjukkan bahwa modus dari data pendapatan RW 11 sebesar Rp 1.000.000,00 per bulan.

Dari segi luas bangunan, luas bangunan di RW 11 umumnya lebih dari 64,36 m², tetapi

dari modus data terlihat bahwa luas bangunan yang terbanyak di RW 11 adalah 12 m². Dari peninjauan lapangan, bangunan seluas 12 m² ini umumnya merupakan rumah yang dikontrakkan atau disewakan. Pemilikan rumah yang umumnya kontrak atau sewa rumah, lihat laporan 2, dengan luas rumah kontrakan yang sangat kecil, dan dikaitkan dengan pendapatan sebesar Rp 1.000.000,00 untuk 6 jiwa di atas, mendukung kesimpulan bahwa warga RW 11 ini umumnya merupakan keluarga dengan tingkat sosial ekonomi menengah ke bawah.

Kondisi Air Minum

Sumber air minum warga RW 11 Babakan Ciparay adalah untuk seluruh kebutuhan air membeli (37 % penduduk). Sebagian lainnya membeli air untuk minum dan menggunakan air sumur yang mereka miliki untuk keperluan sehari-harinya di luar air minum (25% penduduk). Sebagian lagi sumur saja (17% penduduk) dan PDAM (11 % penduduk).

Dari sumber air minum tersebut, 65 % kualitas airnya cukup baik, dan bisa diminum, tetapi 30% nya kualitasnya kuning, keruh, bau, dan tidak bisa diminum. Berarti, walaupun kualitas air minum buruk, tetapi karena tingkat sosial-ekonomi menengah ke bawah, banyak yang terpaksa memanfaatkan sumber yang ada.

Dari sumber air minum berupa sumur, ternyata bahwa jarak antara sumur dengan rumah umumnya lebih kecil dari 5 meter. Hal ini bisa dimaklumi karena lahan untuk rumah sempit, sehingga yang memiliki sumur pribadi berarti jaraknya terpaksa harus dekat rumah, sedangkan yang kontrak, akan menggunakan

sumur bersama, yang jaraknya tidak terlalu jauh dari rumahnya karena alasan aksesibilitas. Sementara itu, 53% responden menyatakan bahwa jarak sumur ke kakus kurang dari 10 m, dimana yang 34% berjarak lebih kecil dari 5 m, sedangkan yang 19% jarak sumur ke kakusnya 5 – 10 m. Dengan kondisi ini, dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk melihat pengaruh dari jarak sumur ke kakus dengan kualitas air minum di RW 11 Babakan Ciparay ini.

Pada musim kemarau, 46% sumur tidak mengalir airnya selama lebih dari satu bulan, sehingga pada masa-masa kemarau warga umumnya membeli air dari gerobak atau air mineral. Mengingat kedalaman sumur warga hanya sekitar 5 – 10 m dari permukaan tanah, jelas bahwa airnya adalah air permukaan. Itu sebabnya mengapa pada musim kemarau sumur menjadi kering.

Jumlah warga yang menjadi pelanggan PDAM secara keseluruhan hanya sekitar 17 % dari jumlah seluruh warga, yang umumnya mendapatkan air setiap hari dari pelayanan perpipaan PDAM. Alasan untuk menjadi pelanggan PDAM adalah karena air tanah kualitasnya buruk.

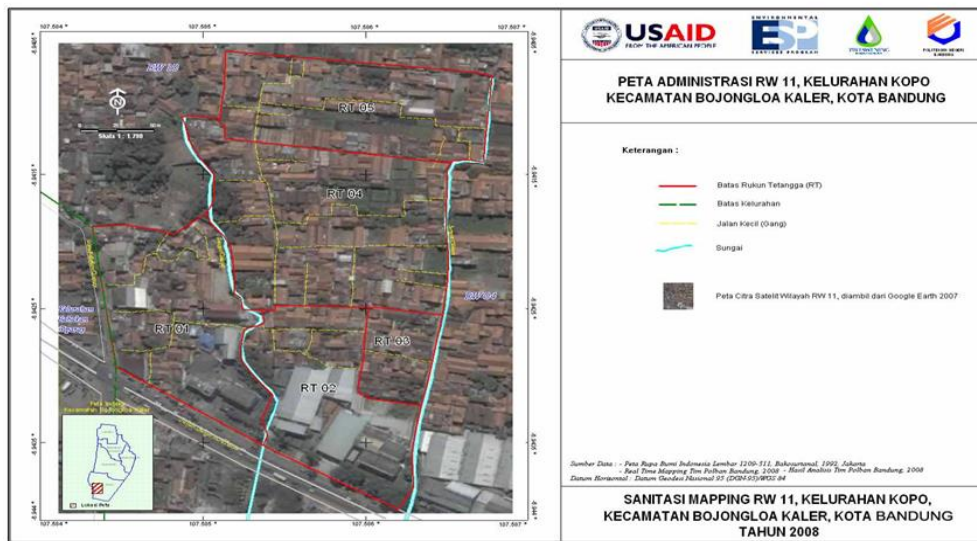
Kebutuhan air baik bersumber dari bukan PDAM maupun dari PDAM, terbesar adalah yang konsumsinya lebih kecil dari 250 liter/hari. Bila dikaitkan dengan jumlah jiwa/bangunan sebanyak 6 jiwa, berarti kebutuhan air per orang per harinya hanya sekitar 42 liter/orang/hari. Ini jauh di bawah standar kebutuhan air perkotaan yang besarnya 120 liter/orang/hari.

Sistem Informasi Geografis

Keluaran kedua dari penyusunan *Sanitasi Mapping* ini merupakan SIG yang memperlihatkan penyebaran letak atau posisi serta atribut dari responden dalam bentuk peta tematik. Peta tematik yang dikembangkan tersebut lebih jauh dijelaskan berikut ini.

Peta batas administrasi

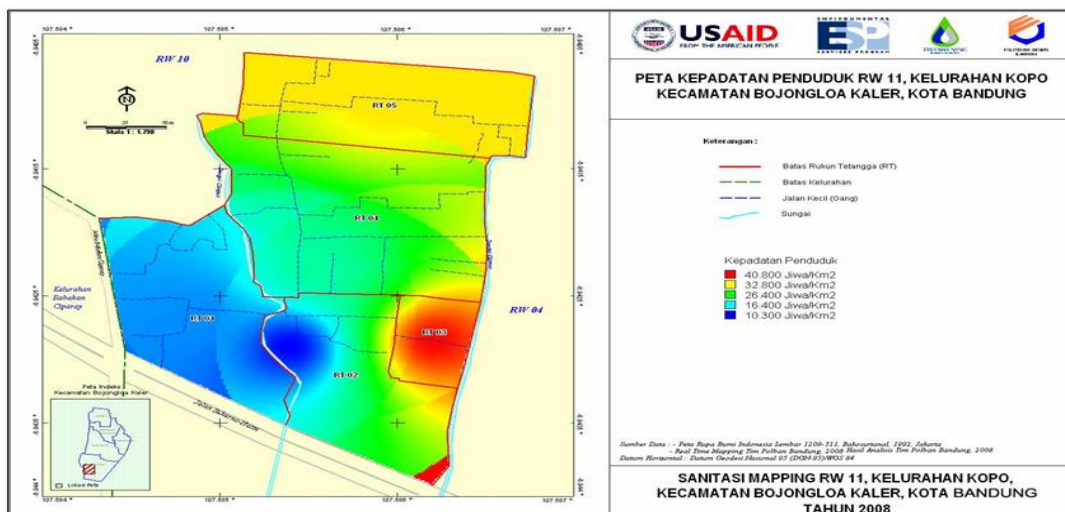
Peta tematik administrasi RW 11 dihasilkan dari hasil tumpang tindih citra satelit dan batas wilayah dari ke lima RT yang berada pada RW tersebut. Dengan menggunakan citra satelit dapat terlihat lokasi jalan, perumahan dan detail lainnya. Peta batas administrasi dapat dilihat pada Gambar berikut.



Peta kepadatan penduduk

Peta tematik ini memperlihatkan kepadatan penduduk di wilayah RW 11 dengan menggunakan perbedaan warna yang berbeda untuk setiap kepadatan penduduk yang berbeda. Kepadatan penduduk sebesar 40.800 jiwa/km²

ditandai dengan warna merah, sedangkan kepadatan penduduk sebesar 10.300 jiwa/km² diberikan warna biru tua. Peta kepadatan penduduk dapat dilihat pada Gambar berikut.

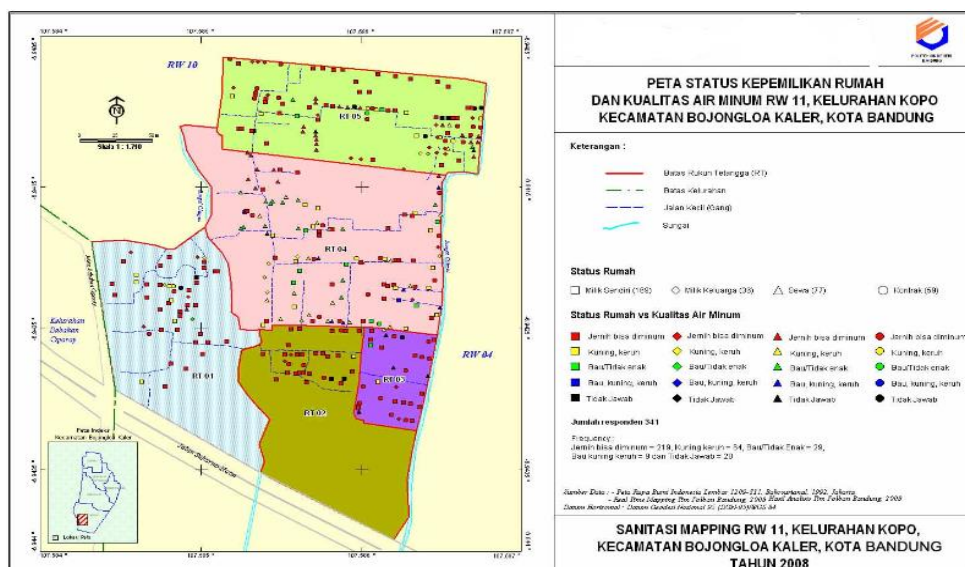


Peta status kepemilikan rumah dan sumber air minum

Peta tematik ini memperlihatkan penyebaran responden dilihat dari penggabungan atributal status kepemilikan rumah dan atributal sumber air minum. Status kepemilikan rumah sama seperti yang dijelaskan diatas. Untuk atributal sumber air minum, maka responden menjawab antara lain sumber air minum berasal dari PDAM, sumur, beli dan tidak menjawab. Frekuensi responden yang menjawab sumber air minum yang berasal dari PDAM adalah sebanyak 52 responden, sedangkan sebagian besar responden menjawab sumber air minum adalah sumur, 154 responden.

Peta status kepemilikan rumah dan kualitas air minum

Peta tematik ini memperlihatkan penyebaran responden yang didasarkan terhadap kombinasi status kepemilikan rumah dan kualitas air minum. Jawaban responden terhadap kualitas air minum dapat berupa jernih bisa diminum, kuning keruh, bau/tidak enak, bau kuning keruh dan tidak menjawab. Dengan menggunakan simbol-simbol tertentu baik untuk jawaban responden atas status kepemilikan rumah maupun penggunaan warna untuk jawaban terhadap kualitas air minum dan kemudian digabungkan, maka dapat terlihat penyebaran responden atas jawaban untuk kedua atributal tersebut. Responden terbanyak adalah dengan menjawab kualitas air minum jernih dan dapat diminum sebanyak 219 responden.



Kesimpulan

Dari hasil penyusunan basis data dan SIG dapat disimpulkan bahwa secara teknis

pekerjaan tersebut dapat dilakukan dengan mudah dan murah. Penyajian data dalam bentuk aplikasi SIG dapat memberikan

gambaran secara menyeluruh tanpa harus mengumpulkan data dari berbagai unit kerja. Kemampuan perangkat lunak SIG dalam menyajikan jenis-jenis data yang akan ditampilkan data tertentu sesuai kebutuhan akan memberikan kemudahan bagi manajer dalam mendapatkan informasi yang akurat, sehingga keputusan yang diambilpun akan akurat. Penambahan data/atribut dalam SIG dapat dilakukan dengan mudah dan cepat, demikian pula pencarian suatu data seperti nama pelanggan dapat dilakukan dalam waktu yang sangat cepat. Dengan semakin mudahnya penyajian data dengan SIG maka pelayanan terhadap pelanggan dapat ditingkatkan.

Kendala utama yang mungkin akan dijumpai adalah konsistensi dalam pembaharuan data. Untuk itu diperlukan kedisiplinan petugas dan koordinasi antar unit kerja, sehingga setiap perubahan data pada masing-masing unit kerja dilaporkan kepada tim SIG untuk dilakukan pembaharuan data.

Daftar Pustaka

[BAKOSURTANAL] Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional, Pedoman Penyelenggaraan Infrastruktur Data Spasial Nasional (IDSN) Versi 1. Cibinong: Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional. 2004.

Chrisman, N.R., *Exploring Geographic Information Systems*. John Wiley and Sons. 1997.

Muzayanah, pengembangan sistem informasi geografis untuk perencanaan sistem distribusi air bersih PDAM Pandaan Jurnal, Pendidikan Geografi Uneversitas Negeri Surabaya *Volume 6 Nomor 12 Desember 2007*.

Prahasta, Eddy.. *Sistem Informasi Geografis : Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*. Penerbit Informatika, Bandung. 2009.