

Estimasi Volume Sampah Domestik dan Rekomendasi Rute
**Pengangkutan Sampah Berdasarkan Analisis Spasial
di Kota Surakarta**

Han Vito Prima Satya
han_vito@yahoo.com

Noorhadi Rahardjo
noorhadi@ugm.ac.id

Abstract

This study aimed to develop a model of the estimated volume of domestic waste and determine the optimum route from TPS transporting waste to landfill in Surakarta. The method used is the method of survey sampling data retrieval (Proportional random sampling) and analyzed quantitatively and qualitatively.

Generated from this study : a) amount of residence is result from interpretation image from Quickbird is 141.049 residence, the estimated population of 646.732 inhabitants, the estimated volume of domestic waste 2,766,399.91 dm³, and b) 52 of the trash-space optimum routes transport of waste to the Mojosongo landfill.

Keywords : Residence, Population, Domestic Waste Volume, Waste Transportation Optimum Route.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun model estimasi volume sampah domestik dan menentukan rute optimum pengangkutan sampah dari TPS ke TPA di Kota Surakarta. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode survey dengan pengambilan data secara sampling (Proportional Random Sampling) dan analisis dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif.

Dari penelitian ini dihasilkan : a) jumlah rumah mukim hasil dari interpretasi citra Quickbird sebesar 141.049, estimasi jumlah penduduk sebesar 646.732 jiwa, estimasi volume sampah domestik sebesar 2.766.399,91 dm³, dan b) 52 rute optimum pengangkutan sampah dari TPS menuju TPA Mojosongo.

Kata Kunci: Rumah Mukim, Jumlah Penduduk, Volume Sampah Domestik, Rute Optimum Pengangkutan Sampah

PENDAHULUAN

Kota akan selalu berhubungan erat dengan perkembangan lahan baik dalam kota itu sendiri maupun pada daerah yang berbatasan atau daerah sekitarnya. Selain itu lahan juga berhubungan erat dengan manusia dan lingkungan (Setyawati, 2008). Oleh karena itu perkembangan dan pertumbuhan kota yang baik merupakan kota yang dapat menyeimbangkan antara kondisi lingkungan dengan kepadatan penduduk yang akan ditampung dalam kota tersebut. Wilayah perkotaan identik dengan permukiman padat. Dari tahun ke tahun kebutuhan akan lahan permukiman semakin banyak seiring dengan peningkatan jumlah penduduk.

Tingginya jumlah penduduk berpengaruh juga terhadap volume sampah domestik yang dihasilkan. Sampah domestik dihasilkan oleh penduduk yang memiliki berbagai macam aktifitas. Sampah merupakan salah satu penyebab rusaknya lingkungan kota jika tidak dikelola dengan baik. Permasalahan mengenai sampah tidak dapat lepas dari kehidupan dan lingkungan kehidupan manusia. Hal ini dapat terjadi karena masalah sampah sangat berkaitan erat dengan kehidupan manusia. Manusia yang hidup dalam suatu lingkungan pasti akan menghasilkan sampah dalam bentuk apapun atas hasil dari kegiatan konsumsinya sehari-hari dalam memenuhi kebutuhan hidup.

Dalam pengelolaan sampah domestik ini diperlukan informasi spasial mengenai volume sampah domestik dan juga rute optimum pengangkutan sampah dari TPS menuju TPA agar pengelolaannya lebih efisien. Permukiman digunakan sebagai komponen utama dalam menyusun model spasial estimasi volume sampah domestik yang diperoleh dari interpretasi citra Quickbird. Kemudian untuk pengangkutan sampah dari TPS ke TPA diperlukan rute optimum yang pengangkutannya mempertimbangkan efisiensi perjalanan pengangkutannya. Penentuan rute optimum ini dilakukan dengan menggunakan *network analyst* dan direkomendasikan untuk instansi dan dinas yang menangani masalah sampah domestic.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode survey dengan pengambilan data secara sampling (*Proportional Random Sampling*) dan analisis dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Ada 2 tahapan dalam metode penelitian ini untuk memperoleh hasil penelitian. Tahapan yang pertama yaitu cara untuk menyusun model estimasi volume sampah domestik dan yang kedua yaitu cara untuk menentukan rekomendasi rute optimum pengangkutan sampah.

Cara untuk menyusun model estimasi volume sampah domestik yaitu sebagai berikut :

1. Interpretasi Citra Satelit Quickbird

Proses interpretasi citra Quickbird meliputi komponen penyusun dalam pemodelan estimasi volume dan distribusi sampah domestik. Data yang disadap dari citra Quickbird meliputi data rumah mukim yaitu ukuran rumah mukim, kepadatan permukiman, dan jumlah rumah mukim. Tahapan yang dilakukan dalam interpretasi citra Quickbird adalah :

a. Penentuan Batas Satuan Pemetaan

Satuan pemetaan dalam penelitian ini yaitu blok permukiman. Blok permukiman ini ditentukan berdasarkan keseragaman karakteristik fisik permukiman yang nampak secara langsung dari citra satelit Quickbird. Selanjutnya blok-blok permukiman tersebut dikategorikan menjadi unit lingkungan permukiman berdasarkan rata-rata ukuran rumah mukim dan kepadatan permukimannya. Langkah-langkah dalam menentukan unit lingkungan permukiman yaitu :

- Mendelineasi obyek berdasarkan daerah permukiman dan non permukiman. Batasan permukiman yang digunakan dalam penelitian ini adalah suatu unit lahan yang meliputi bangunan rumah mukim, halaman, pekarangan, jaring-jaring jalan, dan perangkat lain yang mendukung.
- Menentukan blok permukiman berdasarkan keseragaman karakteristik fisik permukiman yang nampak secara

langsung dari citra satelit Quickbird. Keseragaman karakteristik fisik permukiman yang digunakan adalah keteraturan, keseragaman, dan aksesibilitas.

- Menentukan ukuran rumah mukim, yaitu ukuran yang dihitung berdasarkan luas atap rumah. Klasifikasi ukuran rumah mukim yang digunakan adalah berdasarkan dominasi ukuran rumah mukim pada setiap blok permukiman yang ada di Kota Surakarta.
- Menghitung kepadatan permukiman pada setiap blok permukiman, yaitu dengan membagi antara luas atap total dengan luas blok dalam setiap blok permukiman.
- Menghitung jumlah rumah mukim pada setiap blok permukiman dengan teknik sensus. Teknik sensus dalam penelitian ini yaitu perhitungan rumah mukim dilakukan dengan digitasi layar melalui pengamatan langsung pada citra Quickbird.
- Menentukan unit pemetaan berupa unit lingkungan permukiman (ULP) berdasarkan ukuran rumah mukim dan kepadatan permukimannya.

b. Penentuan Sampel

Penentuan sampel berdasarkan *proporsional random sampling*, yaitu sampel diambil secara acak pada setiap unit lingkungan permukiman dengan jumlah sampel yang berbeda-beda pada setiap unit lingkungan permukiman. Proporsi jumlah sampel yang diambil pada setiap unit lingkungan permukiman ini berdasarkan jumlah blok permukiman yang terdapat pada setiap unit lingkungan permukiman. Semakin banyak blok permukiman yang terbentuk pada unit lingkungan permukiman, maka jumlah sampel yang diambil pada unit lingkungan permukiman tersebut akan semakin banyak. Sampel yang diambil ini berupa sampel rumah mukim.

2. Kerja Lapangan

Kerja lapangan pada penelitian ini meliputi pengamatan lapangan peta tentatif, melakukan wawancara langsung dengan penghuni rumah untuk mengetahui jumlah anggota keluarganya, dan pengukuran pada tempat sampah yang tersedia di masing-masing rumah mukim yang dijadikan sampel.

3. Analisis Data Estimasi Volume Sampah Domestik

Analisis data dilakukan dengan menggunakan SIG dengan pemrosesan awal yaitu penentuan variabel kepadatan permukiman. Selanjutnya pendigitasian untuk pengubahan data raster menjadi vektor melalui interpretasi citra Quickbird dengan bantuan software Arcgis. Proses manipulasi dilakukan untuk analisis data estimasi volume sampah dengan pemrosesan data grafis (vektor) dan tabel (attribute).

Sebelum melakukan perhitungan estimasi volume sampah domestik, terlebih dahulu menghitung estimasi jumlah penduduk. Rumus perhitungan yang digunakan dalam melakukan estimasi tersebut yaitu :

a. Estimasi jumlah penduduk di tiap-tiap unit lingkungan permukiman (ULP).

- Menghitung jumlah penghuni rata-rata setiap rumah mukim pada ULP-n.

$$p = \frac{\text{jumlah total penghuni rumah mukim pada seluruh sampel pada ULP-n}}{\text{jumlah sampel pada ULP-n}}$$

p = Jumlah penghuni rata-rata per rumah mukim pada ULP-n

- Menghitung jumlah penduduk pada ULP-n.

$$P = R \times p$$

P = Jumlah penduduk pada ULP-n

R = Jumlah rumah mukim pada ULP-n

p = Jumlah penghuni rata-rata per rumah mukim pada ULP-n

b. Estimasi volume sampah domestik yang dihasilkan di tiap-tiap unit lingkungan permukiman (ULP).

- Menghitung rerata volume sampah domestik yang dihasilkan setiap orang pada ULP-n.

$$v = \frac{\text{jumlah total volume sampah domestik pada seluruh sampel ULP-n}}{\text{jumlah penghuni rata-rata per rumah mukim pada ULP-n}}$$

v = Rerata volume sampah domestik yang dihasilkan per orang pada ULP-n.

- Menghitung volume sampah domestik yang dihasilkan pada ULP-n.

$$V = P \times v$$

V = Volume sampah domestik yang dihasilkan pada ULP-n

P = Jumlah penduduk pada ULP-n

v = Rerata volume sampah domestik yang dihasilkan per orang pada ULP-n

Cara untuk menentukan rute optimum pengangkutan sampah yaitu sebagai berikut :

1. Interpretasi Citra Satelit Quickbird

Interpretasi citra Quickbird meliputi komponen untuk penentuan rekomendasi rute optimum pengangkutan sampah dari TPS ke TPA di Kota Solo. Komponen yang disadap dari citra Quickbird ini yaitu berupa data jaringan jalan meliputi beberapa variabel yaitu panjang jalan, lebar jalan, dan arah gerak jalan.

2. Pengharkatan Impedansi

Setiap variabel impedansi berupa panjang jalan, lebar jalan, dan arah gerak kendaraan diberikan harkat yang menunjukkan hambatan bagi truk pengangkut sampah. Semakin kecil nilai impedansi maka semakin besar tingkat keoptimalan rute yang bersangkutan. Berikut ini masing-masing besarnya nilai impedansi untuk setiap variabel

- Panjang Jalan

Setiap segmen jalan panjangnya memberikan pengaruh terhadap jarak tempuh kendaraan. Dalam analisis network ini nilai impedansi dinilai dari panjang jalan. Semakin kecil nilai impedansi jalan, maka semakin optimum.

- Lebar Jalan

Kendaraan truk pengangkut sampah ini memiliki lebar yaitu sekitar 2-2,5 meter. Untuk jaringan jalan yang optimum berarti memiliki lebar 2x dari lebar badan truk yaitu 5 meter.

- Arah Gerak Kendaraan

Jalan memiliki kemungkinan untuk searah jalur atau berlawanan arah jalur. Untuk jalan yang searah dan menuju ke arah yang dituju memiliki impedansi tidak ada atau nol. Apabila arah gerak kendaraan berlawanan dengan tujuan maka nilai impedansinya besar.

3. Kerja Lapangan

Kerja lapangan dalam penentuan rute optimum pengangkutan sampah ini meliputi cek lapangan pada masing-masing TPS dan TPA untuk mengetahui lokasi keberadaan TPS dan TPA tersebut, cek jaringan jalan yang meliputi parameter lebar jalan dan arah gerak kendaraan untuk penentuan pengharkatan impedansi, dan pendataan nama-nama jalan.

4. Analisis Penentuan Rute Optimum Pengangkutan Sampah dari TPS ke TPA.

Analisis jaringan (network) untuk penentuan jaringan jalan dalam pembuatan rute optimum pengangkutan sampah yaitu dilakukan dengan penjumlahan nilai impedansi jalan sebagai dasarnya yaitu ukuran panjang jalan.

Jadi semakin kecil nilai impedansi maka semakin pendek ukuran panjang jalan dan semakin besar tingkat keoptimuman rute yang bersangkutan.

Kalkulasi/perhitungan yang digunakan untuk memperoleh nilai impedansi adalah :

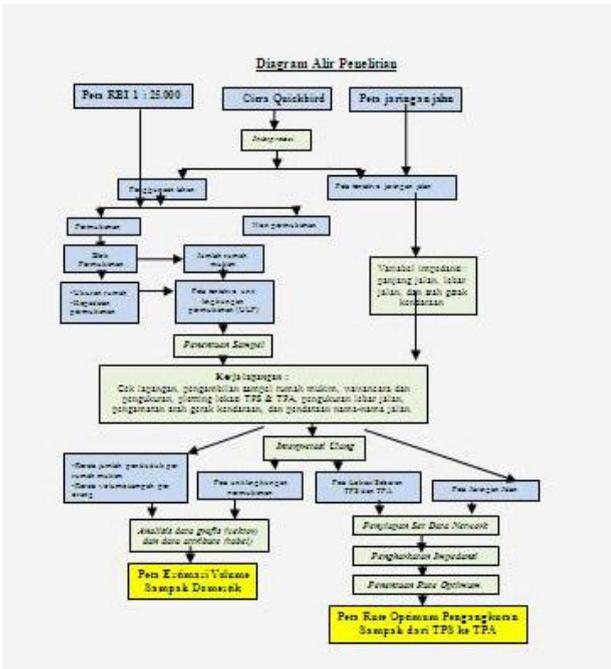
$$\text{Impedans} = \text{impjarak} + \text{implebar} + \text{imparah}$$

Impedans = impedansi total tiap segmen jalan

Impjarak = impedansi panjang jalan

Implebar = impedansi lebar jalan

Imparah = impedansi arah gerak kendaraan



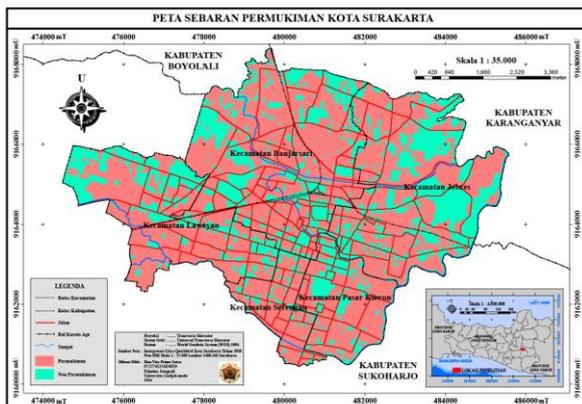
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang pertama yaitu hasil penyusunan model estimasi volume sampah domestik.

1. Hasil Interpretasi Sebaran Permukiman

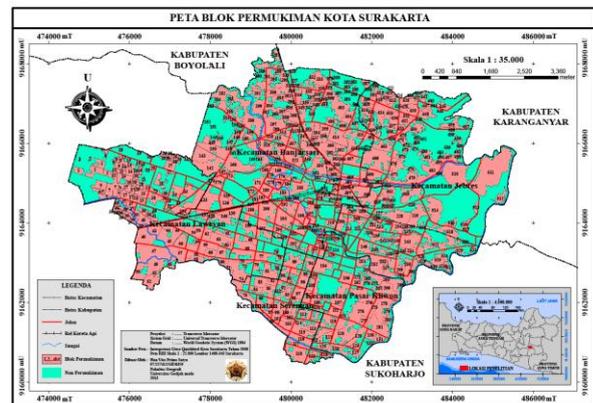
Berdasarkan hasil interpretasi citra Quickbird tahun 2008, kerja lapangan, dan juga pengolahan data menggunakan SIG dapat diperoleh bahwa lahan permukiman di daerah penelitian memiliki luas yaitu sebesar 27.707.080 m² (27,7 km²) dan lahan non permukimannya memiliki luas sebesar 19.346.203 m² (19,4 km²).



Gambar 2. Sebaran Permukiman dan Non Permukiman Kota Surakarta

2. Hasil Interpretasi Blok Permukiman

Berdasarkan interpretasi citra Quickbird dan pengolahan data menggunakan SIG, diperoleh hasil bahwa di daerah penelitian mempunyai 535 blok permukiman. Setiap blok permukiman mempunyai luasan yang berbeda-beda. Blok permukiman yang memiliki luas paling besar yaitu 627664 m² (62,8 ha), dan blok permukiman yang memiliki luas paling kecil yaitu 1244 m² (0,12 ha).



Gambar 3. Blok Permukiman Kota Surakarta

a. Hasil Interpretasi Jumlah Rumah Mukim

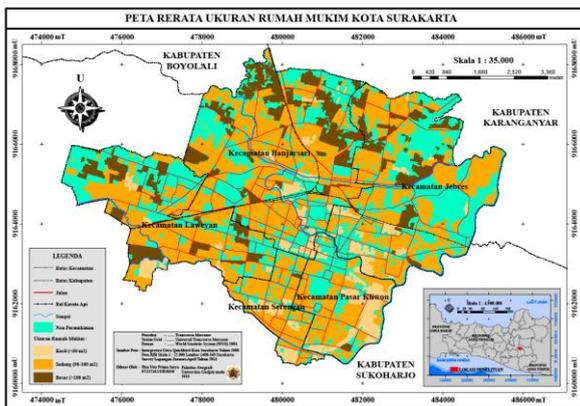
Data jumlah rumah mukim dapat diperoleh dengan melakukan interpretasi menggunakan citra Quickbird. Interpretasi ini dilakukan dengan cara digitasi *on screen*. Rumah mukim diidentifikasi berdasarkan bentuk atapnya yaitu persegi atau persegi panjang dengan ukuran rumah yang berbeda-beda. Interpretasi dilakukan pada setiap satuan pemetaan yang telah terbentuk yaitu blok permukiman.

Berdasarkan hasil interpretasi citra Quickbird dan pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak SIG, diperoleh data jumlah rumah mukim di daerah penelitian yaitu sebanyak 141049. Data rumah mukim tersebut sudah merupakan data jumlah rumah mukim total yaitu dengan penjumlahan jumlah rumah mukim pada seluruh blok permukiman.

b. Hasil Interpretasi Rata-Rata Ukuran Rumah Mukim

Interpretasi ukuran rumah mukim dilakukan pada setiap blok permukiman namun tidak pada keseluruhan rumah mukim yang ada pada blok permukiman tersebut. Interpretasi dilakukan pada ukuran rumah mukim yang mendominasi pada setiap blok permukiman.

Dari hasil interpretasi citra satelit Quickbird dan pengolahan data menggunakan SIG, diketahui bahwa rerata ukuran rumah sedang mempunyai luas yang paling besar dan jumlah blok permukiman yang paling banyak. Rerata ukuran rumah sedang ini memiliki luas total blok yaitu sebesar 1949,93 ha dengan jumlah blok permukiman sebanyak 344 blok. Rerata ukuran rumah yang memiliki luas blok paling kecil dan jumlah blok permukiman paling sedikit yaitu rerata ukuran rumah kecil dengan luas blok sebesar 325,49 ha dengan jumlah blok permukiman sebanyak 87 blok. Sedangkan untuk rerata ukuran rumah besar memiliki jumlah blok permukiman sebanyak 104 blok dengan luas total blok sebesar 495,29 ha.



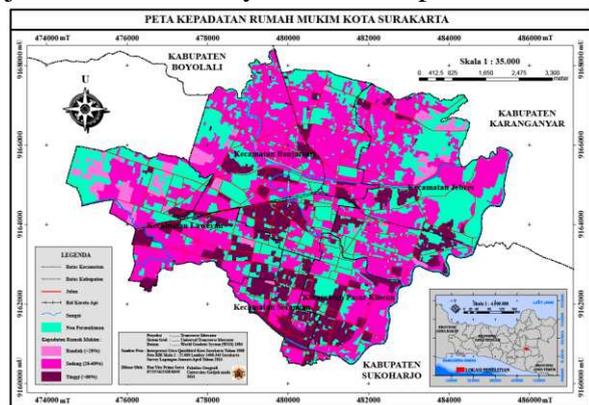
Gambar 4. Rerata Ukuran Rumah Mukim Kota Surakarta

c. Hasil Interpretasi Kepadatan Rumah Mukim

Kepadatan permukiman diperoleh dengan menggunakan perhitungan yaitu luas total atap rumah mukim dibagi dengan luas blok permukiman. Luas total atap rumah mukim yaitu rata-rata ukuran rumah mukim dikalikan dengan jumlah seluruh rumah mukim

yang ada pada setiap blok permukiman. Satuan dari kepadatan permukiman ini yaitu persentase.

Hasil interpretasi dan hasil perhitungan kepadatan permukiman menghasilkan kepadatan permukiman yang memiliki luas blok paling besar yaitu kepadatan sedang dengan luas total blok sebesar 1933,3925 ha yang memiliki jumlah blok sebanyak 392 blok permukiman. Kepadatan permukiman rendah memiliki luas total blok yang paling sedikit yaitu sebesar 169,2162 ha dengan jumlah blok sebanyak 38 blok permukiman. Sedangkan untuk kepadatan permukiman tinggi memiliki luas total blok sebesar 668,0987 ha dengan jumlah blok sebanyak 105 blok permukiman.



Gambar 5. Kepadatan Rumah Mukim Kota Surakarta

3. Hasil Interpretasi Unit Lingkungan Permukiman

Unit lingkungan permukiman sebagai unit permukiman penghasil sampah domestik merupakan unit pemetaan dalam penelitian ini. Batasan permukiman yang digunakan dalam penelitian ini adalah bangunan rumah mukim, halaman, pekarangan, dan jaring-jaring jalan. Unit lingkungan permukiman ini dikategorikan berdasarkan ukuran rumah mukim dan kepadatan permukiman.

Unit lingkungan permukiman yang terbentuk yaitu 7 kategori berdasarkan ukuran rumah mukim dan kepadatan permukiman.

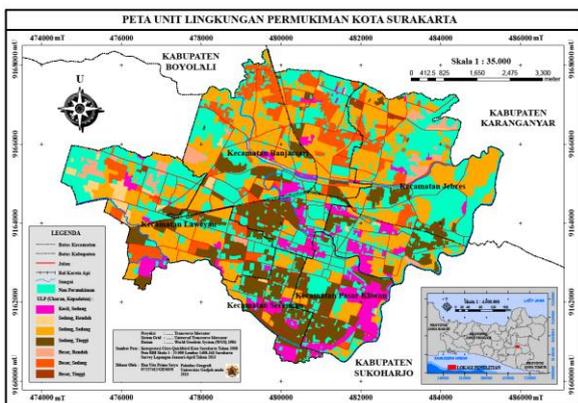
Tabel 1. Hasil Klasifikasi Unit lingkungan Permukiman

No.	Unit Lingkungan Permukiman
-----	----------------------------

1	Ukuran rumah kecil, kepadatan permukiman sedang
2	Ukuran rumah sedang, kepadatan permukiman rendah
3	Ukuran rumah sedang, kepadatan permukiman sedang
4	Ukuran rumah sedang, kepadatan permukiman tinggi
5	Ukuran rumah besar, kepadatan permukiman rendah
6	Ukuran rumah besar, kepadatan permukiman sedang
7	Ukuran rumah besar, kepadatan permukiman tinggi

Sumber : Pengolahan data, 2013

Berdasarkan hasil interpretasi citra Quickbird dan pengolahan data menggunakan SIG, kategori unit lingkungan permukiman yang memiliki blok permukiman dengan jumlah paling banyak yaitu untuk kategori ukuran rumah sedang dengan kepadatan permukiman sedang. Total jumlah blok pada kategori ini yaitu sebanyak 226 dengan luas blok sebesar 1230,26 ha. Sedangkan untuk unit lingkungan permukiman yang memiliki proporsi dan blok permukiman paling sedikit yaitu untuk kategori ukuran rumah besar dengan kepadatan permukiman tinggi. Jumlah blok untuk kategori ini yaitu sebanyak 8 blok permukiman dengan luas blok sebesar 15,70 ha.



Gambar 6. Unit Lingkungan Permukiman Kota Surakarta

4. Hasil Analisis Data Estimasi Volume Sampah Domestik

a. Hasil Uji Ketelitian Jumlah Rumah Mukim

Dalam uji ketelitian ini yaitu untuk mengetahui besarnya kesalahan antara jumlah rumah mukim hasil interpretasi citra Quickbird dengan jumlah rumah mukim dari data yang telah dipercaya. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa kesalahan antara hasil interpretasi dengan data sekunder yaitu sebesar 0,07%. Kesalahan atau penyimpangan yang terjadi tersebut termasuk sangat sedikit. Hal ini dapat menunjukkan bahwa penggunaan citra satelit resolusi spasial tinggi khususnya citra Quickbird dapat digunakan dengan sangat baik dalam melakukan perhitungan jumlah rumah mukim di daerah perkotaan.

b. Hasil Uji Ketelitian Estimasi Jumlah Penduduk

Data estimasi jumlah penduduk ini akan dibandingkan dengan data yang dianggap benar atau dipercaya yaitu data jumlah penduduk berdasarkan sensus penduduk dari Badan Pusat Statistik. Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak kesalahan atau penyimpangan yang terjadi.

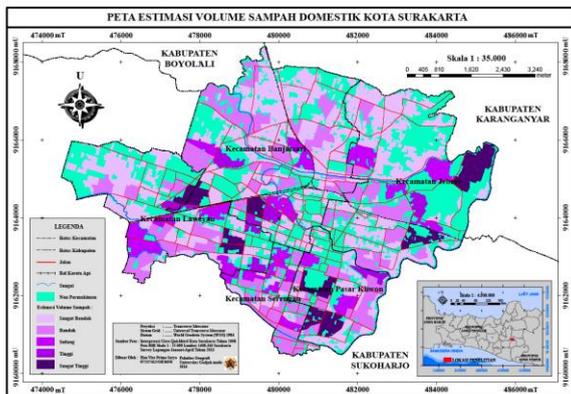
Kesalahan atau penyimpangan yang terjadi dari perbandingan kedua data jumlah penduduk tersebut adalah sebesar 23,67%. Penyimpangan ini cukup banyak dan melebihi batas wajar. Namun penelitian ini berdasarkan atas kenyataan data hasil kerja lapangan yang digunakan untuk penghitungan data-data selanjutnya.

5. Hasil Estimasi Volume Sampah Domestik

Perhitungan estimasi volume sampah domestik menghasilkan besarnya volume sampah domestik yang dihasilkan pada setiap unit lingkungan permukiman. Perhitungan tersebut menggunakan rumus yaitu rerata volume sampah yang dihasilkan setiap orang setiap harinya dikalikan dengan jumlah penduduk pada setiap blok permukiman. Kemudian volume sampah domestik pada blok permukiman dijumlahkan total untuk semua blok permukiman pada setiap unit lingkungan permukiman.

Setiap blok permukiman memiliki volume sampah domestik yang bervariasi besarnya. Blok permukiman dengan volume sampah domestik paling kecil yaitu sebesar $65,97 \text{ dm}^3$ dan blok permukiman dengan volume sampah domestik paling besar yaitu sebesar $39268,64 \text{ dm}^3$.

Sedangkan untuk ULP dengan volume sampah terbesar yaitu ULP ukuran rumah sedang kepadatan tinggi. ULP tersebut memiliki volume sampah sebesar $1196731,22 \text{ dm}^3$. Sedangkan ULP dengan volume sampah domestik terkecil yaitu ULP ukuran besar kepadatan rendah. ULP tersebut memiliki volume sampah sebesar $36089,03 \text{ dm}^3$.



Gambar 7. Estimasi Volume Sampah Domestik Kota Surakarta

Hasil penelitian yang kedua yaitu hasil penentuan rute optimum pengangkutan sampah dari TPS menuju TPA.

1. Interpretasi Citra Quickbird

Dalam analisis penentuan rute optimum ini, obyek yang digunakan yaitu jaringan jalan. Jaringan jalan dapat diinterpretasi dengan mudah dari Citra Quickbird. Jaringan jalan hasil interpretasi dibagi menjadi beberapa variabel untuk analisis penentuan rute optimum. Variabel tersebut yaitu panjang jalan, lebar jalan, dan arah gerak kendaraan.



Gambar 8. Jaringan Jalan Optimum Kota Surakarta

2. Variabel Panjang Jalan

Hasil dari pengolahan data dengan menggunakan software *Arcgis 9.3*, jumlah total ruas atau segmen jalan yang ada di Kota Surakarta yaitu 401 segmen jalan. Segmen jalan dengan jumlah cukup banyak tersebut, terdiri dari 133 nama jalan yang mencakup jalan lokal, jalan arteri, dan jalan kolektor. Nama-nama jalan tersebut diperoleh dari survey lapangan, sedangkan panjang jalan untuk setiap ruas atau segmen jalan diperoleh dari pengolahan data menggunakan software *Arcgis 9.3*.

3. Variabel Lebar Jalan

Lebar jalan optimum terdiri dari jalan lokal, jalan arteri, dan jalan kolektor. Lebar jalan yang tidak optimum berupa jalan masuk lingkungan permukiman yang merupakan gang-gang atau jalan sempit yang memiliki lebar jalan kurang dari 5 meter. Semakin lebar ruas jalan tersebut akan sangat mempengaruhi kelancaran truk dalam mengangkut sampah dari lokasi TPS menuju ke lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah.

4. Variabel Arah Gerak Kendaraan

Arah gerak kendaraan yang optimum yaitu arah gerak kendaraan yang searah menuju TPA dan juga arah gerak kendaraan dua arah. Ruas atau segmen jalan yang memiliki arah gerak kendaraan dua arah

memiliki panjang total sebesar 140.904 meter dan ruas atau segmen jalan yang memiliki arah gerak kendaraan satu arah memiliki panjang total sebesar 17.354 meter. Panjang total ruas jalan dua arah dan satu arah tersebut dihitung berdasarkan jaringan jalan optimum yang sudah terbentuk.



Gambar 9. Arah Gerak Kendaraan Kota Surakarta

5. Sistem Pengangkutan Sampah dan Persebaran Lokasi TPS dan TPA

Sistem pengangkutan sampah domestik di Kota Surakarta yaitu dimulai dari sampah rumah tangga dari setiap rumah mukim yang diambil oleh petugas. Petugas mengambil sampah dari setiap rumah menggunakan gerobak dorong atau gerobak motor. Sampah yang sudah diambil kemudian dikumpulkan ke TPS terdekat. Setelah semua sampah rumah tangga terkumpul di TPS, truk pengangkut sampah mulai memasukkan sampah tersebut ke dalam bak truk untuk diangkut menuju TPA yang berada di TPA Putri Cempo.

Jumlah TPS yang berada di Kota Surakarta yaitu sebanyak 52 TPS yang menyebar di seluruh Kota Surakarta. Lokasi Keberadaan TPS tersebut diperoleh dengan dilakukannya survey lapangan. Survey lapangan dilakukan dengan pengeplotan koordinat dan pengambilan gambar pada setiap TPS.



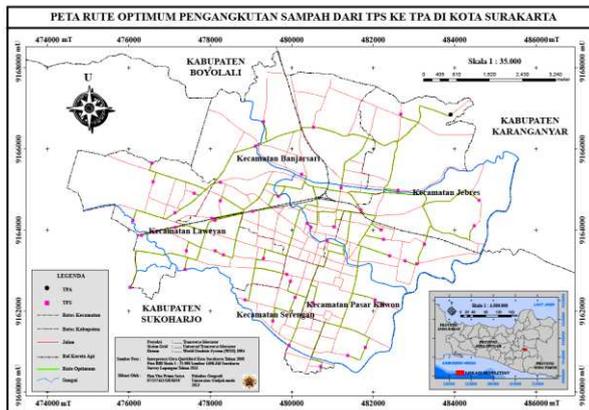
Gambar 10. Persebaran Lokasi TPS dan TPA Kota Surakarta

6. Analisis dan Hasil Penentuan Rekomendasi Rute Optimum Pengangkutan Sampah dari TPS menuju TPA

Analisis jaringan dalam penelitian ini menggunakan software *ArcGis 9.3*. Software tersebut memiliki fasilitas ekstensi berupa *network analyst* yang digunakan dalam analisis ini. Dalam penentuan rute optimum harus diketahui titik awal pemberangkatan dan titik akhir yang dituju. Titik awal pemberangkatan yaitu lokasi TPS, sedangkan titik akhir yang dituju yaitu lokasi TPA.

Prinsip dalam eksekusi rute optimum dalam analisis jaringan ini yaitu rute atau jalur perjalanan dengan pemilihan segmen jalan dari titik awal menuju titik akhir yang dituju yang mutlak melewati jalan satu arah yang searah menuju titik akhir atau jalan dua arah dan mencari segmen jalan yang terpendek untuk mencapai titik akhir. Rute optimum pengangkutan sampah domestik dari TPS menuju TPA ini diharapkan dapat lebih efisien dan hemat bagi truk pengangkut sampah.

Jumlah total rekomendasi rute optimum yang dihasilkan yaitu berjumlah 52 rute dari 52 lokasi TPS menuju TPA Putri Cempo. Setiap lokasi TPS mempunyai rute yang berbeda-beda untuk mencapai tujuan akhir yaitu TPA Putri Cempo. Rute optimum yang dihasilkan ini sepenuhnya merupakan eksekusi dari software *Arcgis 9.3* dengan fasilitas ekstensi *network analyst*.



Gambar 11. Rute Optimum Pengangkutan Sampah dari TPS menuju TPA Kota Surakarta

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

a. Kesimpulan

1. Penyusunan model spasial menghasilkan estimasi volume sampah domestik di Kota Surakarta sebesar 2.766.399,91 dm^3 . Estimasi volume sampah domestik tersebut merupakan jumlah total volume dari setiap kategori Unit Lingkungan Permukiman. Perincian dari setiap kategori Unit Lingkungan Permukiman yaitu untuk ukuran kecil kepadatan sedang sebesar 250418,74 dm^3 , ukuran sedang kepadatan rendah sebesar 27237,88 dm^3 , ukuran sedang kepadatan sedang sebesar 998437,64 dm^3 , ukuran sedang kepadatan tinggi sebesar 1196731,22 dm^3 , ukuran besar kepadatan rendah sebesar 36089,03 dm^3 , ukuran besar kepadatan sedang sebesar 224786,96 dm^3 , dan ukuran besar kepadatan tinggi sebesar 32698,44 dm^3 .

2. Penentuan rute optimum dilakukan dengan analisis jaringan menggunakan perangkat lunak SIG yang menghasilkan 52 rute optimum dari 52 TPS yang tersebar di Kota Surakarta menuju ke TPA Putri Cempo. Masing-masing rute pada setiap TPS menuju TPA Mojosoongo melewati jalan yang berbeda-beda. Analisis jaringan ini diharapkan dapat bermanfaat untuk instansi terkait karena dengan adanya rute optimum maka biaya perjalanan akan dapat

lebih hemat dan waktu yang dibutuhkan juga lebih cepat.

b. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya apabila ada yang ingin melanjutkan penelitian ini adalah dengan menambahkan variabel tingkat ekonomi masyarakat. Karena tingkat ekonomi masyarakat dinilai berpengaruh terhadap volume sampah domestik yang dihasilkan. Kemudian dalam penentuan rute optimum pengangkutan sampah dari TPS menuju TPA, akan lebih baik lagi jika ada penelitian-penelitian selanjutnya ditambahkan dengan variabel waktu pengangkutan, rambu-rambu lalu lintas, dan kepadatan lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Zainal. 2007. *Optimalisasi Rute Pengangkutan Sampah di DKI Jakarta*. Laporan Penelitian. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- Aronoff. 1989. *Geographic Information Systems : A Management Perspective*. Ottawa: WDL Publications.
- Badan Standar Nasional (BSN). 1994. *Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah*. Nomor SNI-03-3241-1994.
- Burrough. 1986. *Principle of Geographical Information System for Land Resources Assesment*. Oxford: Claredon Press.
- Jan Kraak, Menno., dan Ormeling, Ferjan. 2007. *Kartografi, Visualisasi Data Geospasial*. Yogyakarta : UGM Press.
- Marsoyo, Agam. 2002. *Permasalahan sampah dan limbah kota*. Dalam: Program Pelatihan Pengelolaan Lingkungan Perkotaan, Magister Perencanaan Kota dan Daerah Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada dan Bali Urban Infrastructure Programme.
- Prahasta, Edy. 2001. *Konsep-konsep Dasar Geographycal Information Sistem*. Bandung: CV Informatika.