

**PEMANFAATAN CITRA QUICKBIRD DAN
SISTEM INFORMASI GEOGRAFI UNTUK MENGETAHUI
TINGKAT KEMACETAN LALU LINTAS
SEBAGIAN KOTA SEMARANG
(Studi Kasus : Kec. Pedurungan, Gayamsari, dan Semarang Selatan)**

Martius Dwi Astuti
martius.dwi.a@mail.ugm.ac.id

Nur Muhammad Farda
farda@geo.ugm.ac.id

Abstract

Semarang City has a high population growth, it affects the occurrence of various transportation issues. The purpose of this study are, (1) knowing distribution the level of traffic jam in Semarang City. (Case study: Kec. Pedurungan, Gayamsari, and Semarang Selatan), (2) mapping alternative routes to overcome traffic jam using network analyst.

To determine the level of traffic jam using a quantitative weighted scoring model, while for modeling alternative route using network analysis which route selection based on the fastest time.

The results obtained show the distribution levels of traffic jams which is then followed by the determination of an alternative route by considering the fastest route based on time travel. Of the total roads which examined, 8.5% fit into the class of high level traffic jam, 15.5% entered on a class of moderate level traffic jam, and the remaining 76% entered in a class of low level traffic jam.

Keywords: Quickbird imagery, Traffic jam, Alternative Route

Abstrak

Kota Semarang mempunyai pertumbuhan penduduk yang tinggi, hal tersebut menyebabkan munculnya berbagai masalah transportasi. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengetahui persebaran tingkat kemacetan lalu lintas di Kota Semarang. (Studi kasus : Kec. Pedurungan, Gayamsari, dan Semarang Selatan), (2) memetakan jalur alternatif untuk mengatasi kemacetan lalu lintas menggunakan network analyst.

Model yang digunakan untuk mengetahui tingkat kemacetan lalu lintas menggunakan pengharkatan kuantitatif berjenjang tertimbang, sementara untuk pemodelan jalur alternatif menggunakan analisis jaringan dimana pemilihan rute didasarkan pada waktu tercepat.

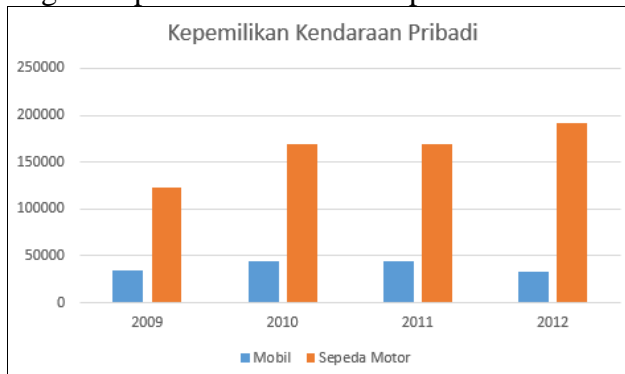
Hasil yang diperoleh menunjukkan persebaran tingkat kemacetan lalu lintas yang kemudian dilanjutkan dengan penentuan rute alternatif dengan mempertimbangkan rute tercepat berdasarkan waktu tempuh perjalanan. Dari total ruas jalan yang dikaji, 8,5 % masuk ke dalam kelas kemacetan tinggi, 15,5 % masuk pada kelas kemacetan sedang, dan sisanya 76 % masuk dalam kelas kemacetan rendah.

Kata Kunci : Citra Quickbird, Lalu Lintas, Kemacetan, Jalur Alternatif

PENDAHULUAN

Semarang merupakan Ibu Kota Propinsi Jawa Tengah, sehingga secara langsung kota ini merupakan pusat berbagai macam kegiatan perkotaan yang tidak menutup kemungkinan bakal terjadi banyak permasalahan daerah perkotaan seperti salah satunya adalah masalah transportasi.

Tercatat dari tahun 2008 sampai tahun 2013 penduduk Kota Semarang terus mengalami peningkatan jumlah. Pada tahun 2008 jumlah penduduk Kota Semarang tercatat 1.481.640 jiwa, sementara pada tahun 2013 jumlah penduduk kota ini sudah mencapai 1.572.105 jiwa (Semarang Dalam Angka 2013). Jumlah penduduk yang tinggi berbanding lurus dengan tingkat kepemilikan kendaraan pribadi.



Gambar 1: Kepemilikan kendaraan pribadi di Kota Semarang tahun 2009-2013

Meningkatnya jumlah kendaraan pribadi yang tidak diimbangi dengan peningkatan sarana maupun prasarana transportasi yang memadai akan menimbulkan kemacetan lalu lintas. Tamim (1997) menyatakan bahwa tingkat pertumbuhan pergerakan yang sangat tinggi tidak mungkin dihambat, sementara sarana dan prasarana transportasi sangat terbatas, mengakibatkan aksesibilitas dan mobilitas menjadi terganggu.

Peristiwa kemacetan lalu lintas tidak dapat dibiarkan berlarut-larut dan harus segera mendapat penanganan dan solusi terbaik agar kemacetan yang terjadi dapat diminimalisir atau bahkan dapat dihindari. Karena pertumbuhan fisik kota dan penambahan jumlah kendaraan pribadi bersifat sangat dinamis jika dibandingkan dengan penambahan dan perkembangan sarana prasarana jalan raya maka masalah kemacetan perlu sesegera mungkin diatasi.

Pemetaan tingkat kemacetan di Kota Semarang dapat dilakukan sebagai langkah awal dalam penanganan masalah perkotaan, dalam pelaksanaannya tentu saja membutuhkan data yang akurat dan *up to date*. Salah satu data yang cukup akurat dan *up to date* adalah data penginderaan jauh yang dipadukan dengan survei lapangan menggunakan teknik *sampling*.

Penggunaan citra penginderaan jauh resolusi tinggi yaitu Citra Quickbird dapat digunakan untuk menyadap informasi geometrik jalan dan penggunaan lahan sebagai bagian dari parameter penentuan kemacetan lalu lintas. Sementara Sistem Informasi Geografi digunakan untuk pengolahan data spasial menjadi informasi. Selain untuk pengolahan data penentuan tingkat pelayanan dan mengidentifikasi kemacetan, Sistem Informasi Geografi juga digunakan dalam pemodelan spasial penentuan rute alternatif dengan mempertimbangkan potensi tingkat kemacetan lalu lintas.

Parameter penentu kemacetan lalu lintas terdiri dari tingkat pelayanan jalan, bentuk persimpangan jalan, kondisi perparkiran, kondisi trotoar, ketersediaan rambu-rambu lalu lintas, dan penggunaan lahan (Susanti, 2009). Tingkat pelayanan merupakan perbandingan antara volume kendaraan lalu lintas per jam dengan kapasitas praktis dari jalan tersebut atau sering disebut *V/C ratio*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persebaran tingkat kemacetan lalu lintas yang ada di sebagian Kota Semarang (Area kajian: Kecamatan Pedurungan, Gayamsari, dan Semarang Selatan). Lokasi Kecamatan Pedurungan berada di paling ujung timur Kota Semarang (pinggiran kota), sementara pusat kota terdapat di Kec. Semarang Selatan yang kemudian diartikan sebagai kawasan tarikan. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya arus lalu lintas yang cukup padat menuju pusat kota apalagi pada saat jam sibuk.

Tujuan lain dari penelitian ini adalah untuk memetakan rute alternatif untuk mengatasi kemacetan lalu lintas menggunakan *network analyst*. Bentuk fisik perkotaan di Kota Semarang yang terus berkembang menyebabkan pembangunan prasarana jalan raya seperti penambahan panjang jalan maupun lebar jalan

pada daerah perkotaan menjadi semakin sulit diupayakan, terutama dalam tahap pembebasan lahan milik penduduk. Pemetaan rute alternatif menjadi salah satu upaya mengatasi kemacetan lalu lintas karena mampu menyajikan rute pilihan lain dengan memanfaatkan jalan yang sudah ada, sehingga tidak perlu dilakukan perubahan maupun penambahan jalan secara fisik.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan menggabungkan teknik Penginderaan Jauh (PJ) dan Sistem Informasi Geografi (SIG). Teknik PJ digunakan untuk pengambilan data Citra Quickbird berupa interpretasi geometrik jalan (panjang, lebar, keberadaan median, dll) dan juga penggunaan lahan untuk mengetahui kapasitas jalan (C). Penilaian kapasitas jalan (C) menggunakan acuan yang sudah ditetapkan oleh MHCI (1997).

Tabel 1. Jenis Data dan Sumber Data Penelitian

Jenis Data	Tipe Data	Sumber
Geometrik jalan	Data Primer	Interpretasi citra
Penggunaan lahan	Data Primer	Interpretasi citra
Keberadaan parkir tepi jalan	Data Primer	Interpretasi citra + survei lapangan
Keberadaan Trotoar	Data Primer	Interpretasi citra + survei lapangan
Bentuk persimpangan jalan	Data Primer	Interpretasi citra
Ketersediaan rambu lalu lintas	Data sekunder	Dinas Perhubungan
Data volume lalu lintas	Data Primer + Data sekunder	Lapangan + Dinas Perhubungan
Data jumlah penduduk	Data sekunder	Biro pusat statistik
Data atribut jalan	Data sekunder	Dinas Perhubungan

Sumber : Hasil analisis (2013)

Citra PJ juga dapat digunakan untuk mendapatkan data bentuk persimpangan jalan. Data yang tidak dapat diperoleh dari citra penginderaan jauh dapat diperoleh melalui survei lapangan maupun data sekunder. Survei lapangan dilakukan untuk mendapatkan data berupa jumlah volume kendaraan (V) dan keberadaan trotoar, sementara data sekunder dapat berupa data geometrik jalan secara detil dan data ketersediaan rambu lalu lintas yang biasanya dikeluarkan oleh dinas terkait. Bahan-

bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini dapat dilihat di Tabel 1.

Hasil penelitian ini menggunakan pemrosesan dengan model kuantitatif berjenjang tertimbang, dimana setiap parameter memiliki bobotnya masing-masing terhadap kemungkinan terjadinya kemacetan lalu lintas. Parameter yang digunakan dalam analisis kemacetan lalu lintas antara lain tingkat pelayanan jalan (V/C) yang mempunyai bobot paling tinggi yaitu 2. Faktor lain yang juga turut andil dalam terjadinya kemacetan lalu lintas adalah kondisi persimpangan jalan, keberadaan trotoar, dan ketersediaan rambu lalu lintas yang masing-masing mempunyai bobot 1.

Dalam pemetaan jalur alternatif menggunakan pemodelan spasial yaitu *Network Analyst* menggunakan model *new route analyst* dengan mempertimbangkan lokasi *start*, *stop*, dan *barrier*. *Barrier* merupakan penghalang jalan, dimana dalam penelitian ini tingkat kemacetan lalu lintaslah yang akan dipertimbangkan dalam penentuan penghalang tersebut.

Satuan yang digunakan dalam menentukan jalur alternatif adalah satuan waktu tempuh pada setiap segmen jalan. Waktu tempuh yang dimaksud adalah dengan mempertimbangkan kondisi volume lalu lintas yang ada. Perhitungan waktu tempuh dilakukan dengan survei menggunakan teknik sampling pada beberapa segmen jalan menggunakan metode *vehicle following* (Malkhamah, 1994).

Analisis jaringan jalan untuk mengetahui jalur alternatif hanya dilakukan pada ruas jalan utama yang menghubungkan anatara kawasan industri di Kecamatan Pandurungan menuju Simpang Lima sebagai pusat Kota Semarang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Citra Quickbird dengan resolusi spasial 0,61 m digunakan untuk memperoleh data kapasitas jalan yaitu untuk perolehan data penggunaan lahan dan geometrik jalan menggunakan 9 kunci interpretasi dan dibantu dengan pengetahuan lokal pada daerah kajian penelitian. Berdasarkan hasil interpretasi citra dan hasil survei lapangan terhadap sampel penggunaan lahan dan kondisi geometrik jalan maka diperoleh akurasi interpretasi sebesar

92,86 % dan 93.70 %. Hasil akurasi interpretasi tersebut cukup tinggi sehingga Citra Quickbird memiliki kemampuan yang baik dalam pemetaan skala detail.

Kapasitas jalan merupakan parameter pokok dalam menentukan tingkat pelayanan jalan. Semakin besar kapasitas suatu ruas jalan maka semakin besar pula volume lalu lintas yang mampu ditampung oleh ruas jalan tersebut.

Berdasar pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, nilai kapasitas jalan diperoleh dari beberapa parameter, antara lain tipe jalan untuk mengetahui kapasitas dasar (Co), faktor koreksi kapasitas jalan akibat lebar jalan (FCw), faktor koreksi kapasitas jalan akibat pembagian arah (FCsp), faktor koreksi kapasitas jalan akibat gangguan samping (FCsf), dan faktor koreksi kapasitas jalan akibat ukuran kota (FCcs) yang diperoleh dari konversi jumlah penduduk. Proses perhitungan nilai kapasitas jalan dapat dilihat contohnya pada Tabel 2. Dan Tabel 3. di bawah ini.

Tabel 2. Perhitungan kapasitas jalan © di Jalan MT. Haryana.

Parameter	Jl. MT Haryana					
	Kondisi	Nilai	Kondisi	Nilai	Kondisi	Nilai
Co	4/2 UD	6000	4/2 UD	6000	4/2 UD	6600
FCw	4,50 m/lajur	1.08	4,50 m/lajur	1.08	4,50 m/lajur	1.08
FCsp	50-50	1	50-50	1	50-50	1
FCsf	Lebar bahu 0.5 m	0.87	Lebar bahu 0.5 m	0.8	Lebar bahu 0.5 m	0.84
FCcs	1.572.105 jiwa	1	1.572.105 jiwa	1	1.572.105 jiwa	1
C		5637.6		5184		5987.52

Sumber : Citra Quickbird tahun 2011, Survei lapangan tahun 2014 dan Data sekunder.

Kapasitas jalan MT Haryana yang terdiri dari tiga segmen jalan mempunyai nilai yang berbeda, yang membedakan adalah pada nilai FCsf akibat perbedaan penggunaan lahan di sisi jalan tersebut. Nilai kapasitas jalan tertinggi pada Jalan MT Haryana adalah 5987.52 smp. Begitu pula dengan Tabel 3. yang menunjukkan nilai kapasitas jalan Brigjen Katamso dengan nilai tertinggi mencapai 6932.64 smp.

Perhitungan volume lalu lintas dilakukan pada hari kerja atau dimana masyarakat secara umum beraktivitas. Hari perhitungan volume lalu lintas dilakukan pada hari Senin sampai Jumat pada pukul 06.30 – 07.30 WIB pada pagi hari. Pada hari dan jam tersebut disumsikan bahwa volume kendaraan lalu lintas sedang mencapai puncaknya. Setiap jenis kendaraan

tersebut dikelompokkan menjadi beberapa macam, yaitu sepeda motor, mobil, bus kecil, bus besar, truk, dan kendaraan tanpa mesin seperti becak dan sepeda untuk membantu penghitung kedalam satuan mobil penumpang.

Tabel 3. Perhitungan Kapasitas Ruas Jalan Brigjen Katamso

Parameter	Jl. Brigjen Katamso			
	Kondisi	Nilai	Kondisi	Nilai
Co	4/2 UD	6000	4/2 D	6600
FCw	4,50 m/lajur	1.08	4,50 m/lajur	1.04
FCsp	50-50	1	50-50	1
FCsf	Lebar bahu 0.5 m	0.8	Jarak kerb - penghalang 1.5 m	1.01
FCcs	1.572.105 jiwa	1	1.572.105 jiwa	1
C		5184		6932.64

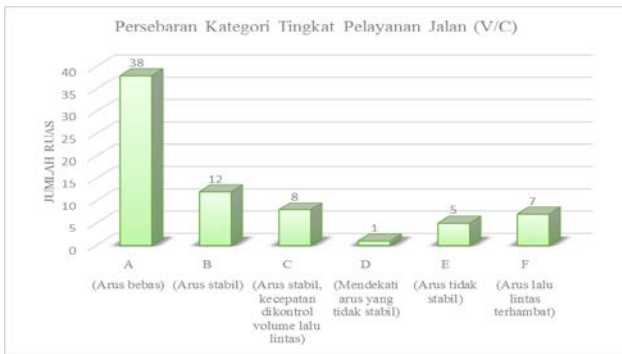
Sumber : Citra Quickbird tahun 2011, Survei lapangan tahun 2014 dan Data sekunder.

Kajian penelitian membatasi penelitiannya hanya pada jalan dengan tiga kelas yaitu kelas jalan propinsi, kelas jalan nasional, dan kelas jalan kota. Pada kelas jalan nasional (Gambar 2) volume kendaraan tertinggi yaitu 6364,8 smp berada pada Bundaran Tugu Muda dan volume terendah yaitu 1750,4 smp berada pada jalan Dr. Cipto. Tingginya volume kendaraan di Bundaran Tugu Muda disebabkan oleh fungsi jalan tersebut yaitu sebagai simpul atau titik temu yang menghubungkan beberapa rute atau banyak tujuan sekaligus.



Gambar 2. Grafik Volume Kendaraan (jam puncak) pada Kelas Jalan Nasional

Tingkat pelayanan jalan merupakan perbandingan antara volume lalu lintas (V) dengan nilai kapasitas jalan (C). Tingkat pelayanan jalan akan mengalami penurunan apabila nilai dari volume lalu lintas melebihi kapasitas suatu jalan.



Gambar 3. Grafik Persebaran Kategori Tingkat Pelayanan Jalan (V/C)

Saat tingkat pelayanan A ($V/C < 0,6$) kondisi arus lalu lintas cenderung bebas atau lancar sehingga pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki. Jika tingkat pelayanan berada pada kategori F ($V/C \geq 1,0$) maka arus kendaraan tertahan atau bahkan terhenti karena terjadi antrian kendaraan yang akan melewati jalan tersebut. Pada kategori ini menunjukkan bahwa jalan sudah tidak mampu lagi menampung laju kendaraan sehingga kemacetan lalu lintas tidak dapat dihindarkan (Gambar 3).

Bentuk persimpangan sering kali menimbulkan kemungkinan terjadinya konflik antara pergerakan kendaraan yang dapat menyebabkan kemacetan lalu lintas. Simpul yang mempertemukan ruas-ruas jalan yang saling berpotongan ini mempunyai tipe dan perannya masing-masing dalam menyebabkan adanya kemungkinan terjadinya kemacetan. Kondisi persimpangan jalan dapat diinterpretasi menggunakan Citra Quickbird dengan resolusi spasialnya yang tinggi. Selain itu, dengan menggunakan citra tersebut juga dapat membedakan dengan jelas jenis persimpangan jalan dengan kanalisasi, persimpangan jalan simetris, maupun persimpangan jalan tidak simetris.



Gambar 4. Persimpangan Simetris (kiri) dan Persimpangan Tidak Simetris (kanan)

Pada persimpangan simetris, sumbu masing-masing jalan bertemu dalam satu titik pusat persimpangan. Persimpangan jenis ini mendominasi pada daerah kajian penelitian,

contohnya terdapat pada simpang jalan Brigjen Sudiarto, Kelinci, Bentang Raya, dan Gajah, seperti yang nampak pada Gambar 4. Sementara persimpangan tidak simetris dicirikan pada sumbu – sumbu jalan yang tidak bertemu pada satu titik pusat persimpangan. Kondisi ini menyebabkan terjadinya konflik dalam berkendara jika dibandingkan dengan bentuk persimpangan lainnya. Contoh simpang tidak simetris dapat dilihat pada simpang jalan Brigjen Sudiarto, Soekarno Hatta, dan Fatmawati, seperti terlihat pada Gambar 4.

MKJI 1997 menyebutkan bahwa trotoar adalah bagian dari jalan yang biasanya sejajar dengan jalan namun dipisahkan dari jalur jalan oleh kerb. Keberadaan trotoar diperuntukkan untuk pejalan kaki, namun ketika suatu jalan tidak mempunyai trotoar maka pejalan kaki tentu saja akan menggunakan badan jalan untuk aktivitasnya. Hal serupa juga bisa saja terjadi pada jalan yang mempunyai trotoar namun telah beralih fungsi menjadi tempat berjualan pedagang kaki lima.

Ruas jalan yang tidak memiliki trotoar antara lain Jalan K.H. Abdul Manan, Medoho, dan Badak Raya. Jalan dengan trotoar yang berfungsi dengan baik dapat dijumpai pada Jalan Pandanaran dan A. Yani. Sementara jalan dengan trotoar namun telah beralih fungsi dapat dijumpai di Jalan Lampersari. Kondisi ketersediaan trotoar diatas dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Ada trotoar (kiri), Ada trotoar tapi beralih fungsi (tengah), dan Tidak ada trotoar (Kanan)

Makin kecil persentase keberadaan rambu lalu lintas maka makin besar kemungkinan terjadinya kemacetan lalu lintas karena pada dasarnya rambu lalu lintas berfungsi untuk mengatur ketertiban para pengguna jalan. Ketersediaan rambu lalu lintas yang tercukupi mampu menekan kemungkinan terjadinya kemacetan pada beberapa ruas jalan. Misalnya pada setiap persimpangan terdapat rambu lalu lintas berupa larangan berhenti sepanjang

beberapa meter. Tentu saja keberadaan rambu tersebut sangat membantu dalam mengatasi atau menekan kemungkinan terjadinya kemacetan.

Ketersediaan rambu lalu lintas di Kota Semarang diperoleh dari data sekunder yang dikeluarkan oleh Dinas Perhubungan Kota Semarang. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan pada tabel tersebut, jumlah total rambu lalu lintas tercatat sebanyak 1025 buah yang terbagi dalam tiga kelas jalan yaitu 475 buah pada jalan nasional, 230 buah pada jalan propinsi, dan sisanya 320 terdapat pada kelas jalan kota. Sekitar 88,29 % atau 905 rambu mempunyai kondisi yang baik dan sisanya dalam kondisi rusak.

Data ketersediaan rambu lalu lintas diperlukan untuk mengetahui rasio ketersediaan rambu dengan kebutuhan rambu. Rasio ketersediaan rambu dengan kebutuhan rambu pada kelas jalan nasional dan jalan propinsi mempunyai nilai 36,84 % dan 39,13 % sehingga masuk pada kelas sedang dengan keterangan rasio ketersediaan rambu dengan kebutuhan rambu > 25 – 50 %. Sementara pada jalan kota, nilai rasio ketersediaan rambu dengan kebutuhan rambu mempunyai nilai 50% sehingga masuk pada kelas baik dengan keterangan rasio ketersediaan rambu dengan kebutuhan rambu > 50 – 75%.

Tabel 4. Ketersediaan Rambu

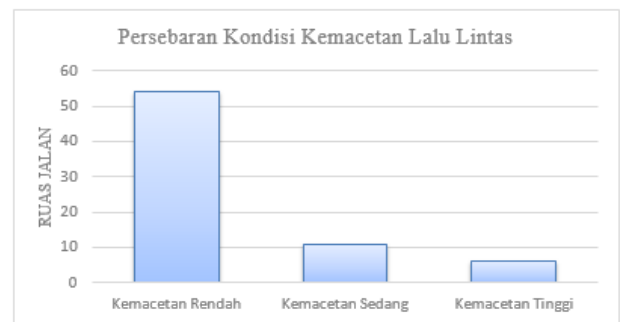
Status	Dibutuhkan	Terpasang	Rasio ketersediaan rambu dengan kebutuhan rambu (%)	Keterangan ketersediaan rambu
Jalan Nasional	175	475	36.84	Sedang
Jalan Propinsi	90	230	39.13	Sedang
Jalan Kota	160	320	50.00	Baik
Jumlah	425	1025	41.46	Sedang

Sumber : Dinas Perhubungan Kota Semarang tahun 2008

Pemetaan kemacetan lalu lintas dilakukan dengan menggunakan sistem informasi geografi menggunakan metode pengharkatan berjenjang tertimbang. Metode pendekatan berjenjang tertimbang adalah metode dengan memberikan harkat pada masing-masing parameter penentu kemacetan lalu lintas dan disertai dengan pemberian faktor pembobot pada tiap parameter sesuai dengan tingkat pengaruh masing-masing parameter tersebut terhadap

kemungkinan terjadinya kemacetan lalu lintas. Tingkat pelayanan jalan mempunyai faktor pembobot paling tinggi karena mempunyai peran penting dalam penilaian kemacetan lalu lintas jika dibandingkan parameter yang lain seperti keberadaan trotoar, keberadaan rambu lalu lintas, dan kondisi persimpangan jalan.

Kelas kemacetan rendah mendominasi jalan pada area kajian penelitian. Pada kemacetan rendah ini jalan didominasi oleh kelas jalan kabupaten atau kota dengan penggunaan lahan berupa permukiman. Persentase kelas kemacetan rendah mencapai 76% dari total ruas jalan yang dikaji. Sementara kemacetan dengan kelas sedang maupun tinggi hanya terdapat pada beberapa jalan saja. Besar persentase kelas kemacetan sedang dan tinggi hanya mencapai 15,5 % dan 8,5% saja. Persentase persebaran kemacetan lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Persebaran Kondisi Kemacetan Lalu Lintas

Sebagai contoh, kondisi kemacetan tingkat rendah berada pada Jalan Dr. Cipto dan Jalan Dr. Sutomo dimana kondisi ruas jalan yang lengang dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Kondisi arus jalan pada kelas kemacetan rendah di Jalan Dr. Cipto (kiri) dan Jalan Dr. Sutomo (kanan)

Kondisi kemacetan sedang memiliki kondisi arus lalu lintas yang cenderung tidak stabil. Sebagai contoh, kelas kemacetan sedang terdapat di Jalan A. Yani dan Jalan Lampersari yang dapat dilihat kondisinya pada Gambar 8. Kelas kemacetan sedang terjadi karena volume lalu lintas mendekati nilai kapasitas jalan. Selain

itu bisa juga disebabkan oleh tidak berfungsinya trotoar dengan baik, dan beberapa faktor lain mempunyai nilai yang kecil seperti keberadaan rambu dan juga bentuk persimpangan jalan yang tidak simetris sehingga menyebabkan terjadinya gangguan pada kondisi lalu lintas.



Gambar 8. Kondisi arus jalan pada kelas kemacetan sedang di Jalan A. Yani (kanan) dan Jalan Lampersari (kiri)

Kondisi arus macet atau kemacetan tinggi berdampak pada tertahannya laju kendaraan karena kecepatan pengendara yang rendah atau lambat. Kondisi ini disebabkan oleh penambahan volume lalu lintas yang tidak sebanding dengan bertambahnya kapasitas jalan, atau dapat dikatakan bahwa arus kendaraan yang melewati jalan telah melampaui kapasitas jalan yang tersedia. Kondisi ini menyebabkan terjadinya penurunan tingkat pelayanan jalan. Dalam hal ini pertumbuhan jumlah penggunaan jalan semakin bertambah (kepemilikan kendaraan pribadi baik motor maupun mobil) namun penambahan sarana dan prasarana transportasi cenderung susah untuk diupayakan, apalagi untuk kondisi area kajian penelitian yang sudah berwujud kota. Harga jual lahan yang cenderung tinggi dan lokasi yang strategis tentu saja akan mempersulit upaya perbaikan jalan, misalnya penambahan lebar jalan maupun penyediaan fasilitas trotoar.

Kondisi tingkat kemacetan tinggi tidak luput dari pengaruh perkembangan pusat kegiatan dan perdagangan seperti adanya pertokoan-pertokoan maupun pasar. Selain itu adanya perkantoran dan pusat pendidikan seperti sekolah juga memberikan pengaruh yang tinggi dalam terjadinya kemacetan lalu lintas. Kondisi kemacetan lalu lintas terdapat di beberapa ruas jalan, sebagai contohnya terdapat di Jalan Brigjen Sudiarto dan Jalan Brigjen Katamso yang dapat dilihat kondisinya pada Gambar 9.



Gambar 9. Kondisi arus jalan pada kelas kemacetan tinggi di Jalan Brigjen Sudiarto (kanan) dan Jalan Brigjen Katamso (kiri)

Upaya pengurangan kemacetan lalu lintas tanpa menimbulkan dampak yang buruk terhadap lingkungan dapat dilaksanakan dengan memanfaatkan jalur jalan yang sudah ada sebelumnya yaitu dengan menyediakan informasi bagi pengguna jalan seperti informasi rute alternatif untuk menghindari kemacetan dengan memanfaatkan teknik pemodelan spasial analisis jaringan (*network analyst*).

Penentuan rute alternatif dibuat dengan model spasial yang menggambarkan analisis jaringan untuk mengetahui rute alternatif berdasarkan pada jarak dan waktu tempuh perjalanan. Rute alternatif sendiri merupakan rute jalan lain yang dapat dilewati dengan mempertimbangkan beberapa kondisi tertentu, seperti misalnya untuk menghindari kemacetan lalu lintas.

Rute alternatif berbasarkan waktu tempuh tercepat (Gambar. 10.) yang menunjukkan bahwa terdapat beberapa penghalang (*barrier*) yang mengindikasikan pada rute tersebut tidak direkomendasikan untuk dilewati (kemacetan tinggi). Hasil pemodelan spasial analisis jaringan pada tahap ini menunjukkan bahwa rute tercepat untuk mencapai titik akhir membutuhkan waktu 27 menit dengan jarak total yang perlu ditempuh adalah 11,4 km.



Gambar 10. Rute alternatif berdasarkan waktu tempuh tercepat

Ketika rute alternatif mempertimbangkan jarak terdekat juga disimulasikan menghasilkan rute dengan jarak 8,4 km dapat ditempuh dengan waktu 30 menit. Perbedaan waktu tempuh cukup kecil sehingga perlu dilakukan upaya lain dalam mengatasi masalah kemacetan lalu lintas, salah satunya adalah dengan sistem buka tutup jalur jalan. Selain perbedaan waktu tempuh yang kecil, tipe kemacetan yang terjadi di daerah kajian mendukung juga dilakukannya rekayasa lalu lintas dengan sistem buka tutup jalur jalan. Kemacetan yang terjadi pada jam puncak tersebut hanya memenuhi pada satu arah saja, misalnya pada jam sibuk dipagi hari, kemacetan hanya terjadi pada jalur yang mengarah ke pusat kota, sementara pada arah yang berlawanan jalan tampak lengang.

Sistem buka tutup jalur yang dimaksud adalah mensimulasikan persentase pembagian jalur dan arah laju kendaraan dari 50-50% menjadi 70-30%. 70% disimulasikan untuk jalur yang mengalami kepadatan volume lalu lintas tinggi. Sistem pembagian arah ini hanya dilakukan pada jam sibuk saja, misalnya pada pagi hari.

Rekayasa pembagian arah tersebut tentu saja akan mempengaruhi besar nilai kapasitas jalan yang juga akan mempengaruhi besar pelayanan jalan. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan kembali pelayanan jalan hanya pada jalur utama yang menghubungkan Kec. Pedurungan menuju pusat Kota Semarang yaitu Jalan Brigjen Sudiarto, Jalan Brigjen Katamso, Jalan A. Yani, dan Jalan Pandanaran. Hasil dari penghitungan rekayasa dapat dilihat pada Tabel. 5. Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa kelas kemacetan pada hasil rekayasa pembagian arah jalur jalan mengalami peningkatan kelas kemacetan menjadi lebih baik.

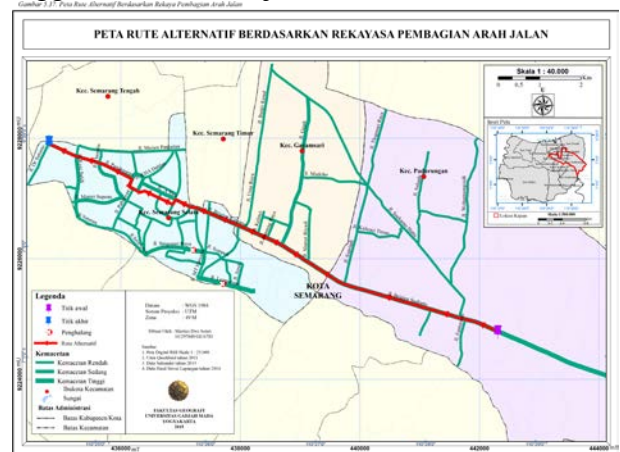
Tabel 5.6. Perbandingan nilai tingkat pelayanan jalan dan kemacetan lalu lintas dengan pembagian arah 50-50 dan 70-30 (%).

Nama Jalan	Tingkat Pelayanan (V/C)		Kemacetan Lalu Lintas	
	Pembagian arah 50-50	Pembagian arah 70-30	Pembagian arah 50-50	Pembagian arah 70-30
Jl. A Yani	0.90	0.68	Kemacetan Rendah	Kemacetan Rendah
Jl. Brigjen Katamso	0.92	0.69	Kemacetan Tinggi	Kemacetan Rendah
Jl. Brigjen Katamso	0.68	0.51	Kemacetan Tinggi	Kemacetan Rendah
Jl. Brigjen Sudiarto	1.05	0.79	Kemacetan Tinggi	Kemacetan Sedang
Jl. Pandanaran	0.86	0.65	Kemacetan Sedang	Kemacetan Rendah

Sumber : Hasil Analisis 2013

Kelas kemacetan tersebut kemudian diterapkan pada analisis jaringan penentuan rute alternatif untuk menggambarkan bagaimana

kondisi setelah dilakukannya rekayasa tersebut. Pada Gambar 11. menunjukkan bahwa rute jalan dari Kec. Pandanaran menuju pusat Kota Semarang lebih pendek dari pada rute alternative yang dibuat sebelumnya, hal tersebut disebabkan oleh kelas kemacetan lalu lintas mengalami perubahan, sehingga jumlah pada simulasi rute baru hanya terdapat dua penghalang saja yang diidentifikasi sebagai jalur dengan kemacetan tinggi dan tidak dianjurkan untuk dilewati.



Gambar 11. Simulasi rute alternatif menggunakan pembagian arah 70-30 (%)

KESIMPULAN

1. Jalan utama yang menghubungkan antara Kecamatan Pedurungan (pinggiran perkotaan) menuju pusat perkotaan di Kecamatan Semarang Selatan mempunyai peluang terjadinya kemacetan lalu lintas yang tinggi pada jam sibuk. Kemacetan terjadi di beberapa ruas jalan antara lain Jalan Brigjen Sudiarto, Brigjen Katamso, dan Jalan A. Yani dimana hampir seluruh ruas jalan mengalami kemacetan tinggi. Kemacetan terjadi akibat jumlah volume kendaraan yang melampaui kapasitas jalan menyebabkan penurunan tingkat pelayanan jalan, dimana kapasitas jalan tidak mampu lagi menampung jumlah beban kendaraan yang melewatinya. Kemacetan juga disebabkan oleh kondisi trotoar dan adanya rambu lalu lintas yang tidak berfungsi secara maksimal. Faktor lain yang mendorong terjadinya kemacetan adalah adanya konflik antar pengguna jalan di persimpangan jalan, persimpangan yang tidak simetris mempunyai pengaruh besar terhadap terjadinya konflik antar pengendara. Persentase kemacetan tinggi, sedang, dan

rendah (tidak terjadi kemacetan) antara lain 8.5%, 15.5%, dan 76% dari total ruas jalan yang dikaji.

2. Pemodelan jalur alternatif bertujuan untuk menentukan rute berdasarkan waktu tempuh tercepat. Dalam analisisnya, selain memperhitungkan waktu tempuh juga mempertimbangkan tingkat kemacetan jalan, dimana tingkat kemacetan tinggi diidentifikasi sebagai jalur yang tidak direkomendasikan untuk dilalui (penghalang). Penentuan rute alternatif dilakukan dari Kec. Pedurungan menuju pusat kota di Kecamatan Semarang Selatan yang ditujukan bagi pengendalian kendaraan bermotor dan kendaraan ringan menggunakan dasar Sistem Informasi Geografi berupa *network analyst* untuk penentuan rute baru.

Malkhamah, Siti. (1994). *Survei, Lampu Lalulintas, Pengantar Manajemen Lalulintas*. Yogyakarta : KMTD FT UGM.

Munawar, Ahmad. (2004). *Manajemen Lalulintas Perkotaan*. Yogyakarta : Beta Offset.

Susanti, T. (2009). *Pemanfaatan Citra Quickbird Dan Sistem Informasi Geografi Untuk Mengetahui Tingkat Kemacetan Lalu Lintas Di Kota Yogyakarta*. Skripsi. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM.

Tamim, Ofyar Z. (2000). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

_____.(1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta : Direktorat Bina Jalan Kota, Direktorat Bina Marga RI.

Badan Pusat Statistik Kota Semarang., Bappeda Kota Semarang. (2013). *Semarang Dalam Angka 2012*. Semarang : BPS Kota Semarang dan Bappeda Kota Semarang.

DigitalGlobe Inc. (2006). *QuickBird Imagery Products – Product Guide*. Longmont, Colorado, Digital Globe. Diakses tanggal 26 Oktober 2013, dari http://glcf.umd.edu/library/guide/QuickBird_Product_Guide.pdf

Jensen, John R., dan Jensen, Ryan R 1990). *Introductory Geographic Information Systems*. Amerika : Pearson Education, Inc.

Lestari, Widya A. (2014). *Pemanfaatan Citra Quickbird untuk Pemetaan Jalan Alternatif Kemacetan Lalu lintas Di Sebagian Kota Semarang*. Skripsi. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM.

Lillesand, Thomas M., dan Kiefer, Ralph W., (1999). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* (Diterjemahan oleh Sutanto, dkk). Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.