

Perhitungan Optimasi Kendaraan: Kasus 3-Lajur pada Persimpangan Merdeka-Aceh

Mahardika Takaendengan^{1,a)}, Melyana Dwitasari^{1,b)}, dan Sparisoma Viridi^{2,c)}

¹Magister Sains Komputasi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Departemen Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)} mahardika.takaendengan@gmail.com (corresponding author)

^{b)} melyanadwitasari@gmail.com

^{c)} dudung@fi.itb.ac.id

Abstrak

Panjang jalan utama dihitung dari I masukan dan O keluaran yang adalah persimpangan. Jalan utama memiliki 4 lajur, dimana 3 lajur yang diamati merupakan lajur utama menuju ke persimpangan dan mengabaikan 1 lajur lainnya yang mengarah ke arah lain. Perhitungan kendaraan yang dilakukan secara konvensional didasarkan pada waktu pengamatan yang pendek diantara 5 sampai 10 menit dengan cara menyebarkan beberapa orang ke tiap-tiap sudut persimpangan untuk menghitung kendaraan (mobil, motor dan lainnya). Data dari hasil observasi dikumpulkan kemudian diproses sebagai prediksi penjadwalan APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas). Prediksi yang dihasilkan tidak akurat dikarenakan metode observasi konvensional dan waktu yang singkat. Pada penelitian ini, observasi dilakukan dengan mengolah data visual. Observasi lebih dikhususkan kepada mobil dan mengabaikan jenis kendaraan lainnya. Kemudian, penambahan waktu observasi untuk mendapatkan banyak data untuk diolah. Kendaraan terhitung pada saat melintasi zebra-cross. Kendaraan yang mendahului juga terhitung dalam persentase pada tiap hentian. Penumpukan pada hentian dihitung sebagai jumlah volume yang bisa tertampung pada jalan utama. Pada penelitian ini, kami mengusulkan cara membuat perhitungan, analisis dan prediksi arus lalu-lintas pada jalan utama dengan mempertimbangkan masukan dari simpang sebelumnya.

Keywords: Optimasi; Lalu lintas; Persimpangan; Kendaraan; Analisis.

PENDAHULUAN

Kepadatan lalu lintas pada Kota Bandung, Jawa Barat menjadi masalah yang serius beberapa tahun belakangan ini. Data Badan Pusat Statistik Kota Bandung tahun 2017 menunjukkan jumlah kendaraan bermotor Kota Bandung mencapai angka 1.716.698 kendaraan [5] dengan dominasi kendaraan roda dua. Kendaraan roda empat dan sejenisnya berjumlah 770.026 kendaraan. Lebih spesifik lagi, kendaraan ringan seperti sedan, mobil penumpang dan *mini bus* yang mencapai angka 651.458 kendaraan. Data ini menunjukkan bahwa lalu lintas di Kota Bandung semakin padat, dan dengan bertambahnya jumlah kendaraan setiap tahun, maka kebutuhan akan sarana dan prasarana seperti jalan sangat diperlukan. Salah satu ruas jalan yang terpadat di Kota Bandung adalah ruas jalan Merdeka-Aceh yang merupakan daerah dengan tingkat lalu lintas yang tinggi. Pusat perbelanjaan sepanjang jalan Merdeka-Aceh membantu terjadinya penumpukan kendaraan yang mengakibatkan kemacetan pada ruas jalan tersebut dan mempengaruhi ruas jalan sebelumnya. Optimasi volume kendaraan pada ruas jalan Merdeka-Aceh sangat dibutuhkan untuk mengurangi kemacetan atau tumpukan. Sebelum optimasi diperlukan analisis dari data lapangan. Perhitungan dan pengambilan data lapangan konvensional belum membantu dalam menyelesaikan permasalahan ini dikarenakan jumlah sampel acuan yang didapatkan melalui metode observasi lapangan secara langsung sangat kurang dan terbatas pada waktu

pengamatan. Melakukan simulasi dari data lapangan diharapkan dapat membantu mendapatkan volume kendaraan optimal, prediksi volume kendaran serta analisis kapasitas jalan.

Pengambilan data pada lapangan dilakukan dengan mengamati citra dalam bentuk video selama rentang waktu yang ditentukan pada penelitian ini adalah selama 3 *peak* atau puncak pada pagi, siang dan sore hari. Masing-masing diukur arus kendarannya selama 2 jam penuh. Tipe kendaraan yang diamati sebagai acuan satuan kendaraan ringan per jam (*skr/jam*) adalah mobil yang berarti kendaraan selain mobil diabaikan pada penelitian ini. Pemilihan terhadap mobil sebagai acuan adalah persepsi tentang volume mobil dan banyaknya mobil yang dapat mempengaruhi kinerja ruas jalan [4]. Selain mobil yang menjadi acuan untuk satuan, adapun pengaruh pindah ruas oleh mobil yang selanjutnya disebut dengan hambatan sementara. Jika volume kendaraan pada ruas jalan kurang dari kapasitas tampungan jalan ($Q < C$) maka volume kendaraan [6] dan kapasitas ruas dinyatakan aman. Jika volume kendaraan pada ruas jalan lebih dari kapasitas tampungan jalan ($Q > C$) maka volume kendaraan harus dikurangi atau jalan perlu pembenahan seperti pelebaran. Rekayasa pengurangan volume kendaraan pada ruas jalan dapat dilakukan dengan mengoptimalkan masukan dan keluaran simpang sebelumnya [1]. Fokus pada penelitian ini adalah memberikan hasil perhitungan dan prediksi arus lalu-lintas untuk optimasi kendaraan pada ruas jalan.

PERHITUNGAN KAPASITAS JALAN

Kadaan Eksisting Jalan pada Penelitian

Tempat yang dipilih untuk melakuakn penelitian adalah jalan satu jalur dari simpang Merdeka-Riau (*I*) melewati kawasan BIP (Bandung Indah Plaza) hingga ke simpang Merdeka-Aceh, Kota Bandung, Jawa Barat dimana objek jalan yang diteliti mempunyai kecenderungan macet atau terjadi penumpukan kendaraan. Melihat kondisi jalan yang berada di tengah-tengah kawasan perekonomian seperti pusat perbelanjaan, toko buku, restoran dan lain-lain.

Ruas jalan Merdeka-Aceh mempunyai karakteristik 4/2T atau terpisah menjadi 2 bagian oleh median, juga merupakan jalan satu arah ke arah selatan. Panjang jalan (*l*) adalah 287 meter dengan masing-masing 6 meter pada 2 ruas kiri dan 6 meter pada 2 ruas kanan jalan. Faktor keadaan yang mempengaruhi faktor ruas jalan adalah kendaraan umum dan kendaraan lainnya berhenti seperti halnya angkutan umum konvensional dan non-konvensional, kemudian kendaraan keluar-masuk sisi atau lahan samping jalan dan merupakan daerah komersial, atau ada aktivitas sisi jalan yang tinggi seperti pejalan kaki maupun kendaraan yang keluar-masuk daerah pertokoan.



Gambar 1. Data video lalu lintas jalan Merdeka Aceh. (diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Bandung)



Gambar 2. Citra *bird view* dari jalan Merdeka-Aceh. (diperoleh dari Google Earth)

Persamaan Kapasitas Jalan

Jumlah penduduk kota Bandung sebanyak **2.497.938** jiwa [5] kemudian dikonversikan menjadi faktor ukuran kota (FC_{UK}) yang bernilai **1.00**. Ruas jalan yang dibagi 2 menunjukkan pemisah arah yang sama (FC_{PA}) yang memiliki nilai **1.00**. Lebar jalur lalu lintas yang ada sepanjang 6 meter dikonversikan menjadi nilai faktor (FC_{LJ}) dengan 3 meter menjadi **0.92**. Faktor aktivitas sisi jalan yang tinggi mempengaruhi perhitungan pada kapasitas jalan dengan nilai faktor hambatan samping (FC_{HS}) sebesar **0.92**. Nilai kapasitas dasar (C_0) dari jalan 4/2T adalah **1650 (skr/jam)**.

Kapasitas jalan dapat dihitung menggunakan rumus atau tetapan yang ada pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI'14) [3] dengan persamaan,

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \text{ (skr/jam)} \tag{1}$$

dimana,

- C = Kapasitas
- C_0 = Kapasitas Dasar Jalan (skr/jam)
- FC_{LJ} = Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu lintas
- FC_{PA} = Faktor Penyesuaian Pemisah Arah
- FC_{HS} = Faktor Penyesuaian Hambatan Samping
- FC_{UK} = Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Kapasitas jalan kemudian dihitung dengan nilai-nilai faktor tersebut sehingga mendapatkan nilai kapasitas tampungan ruas jalan Merdeka-Aceh sebagai berikut,

$$C = 1650 \times 0.92 \times 1.00 \times 0.92 \times 1.00 \tag{2}$$

$$C = 1396 \text{ (skr/jam)}$$

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Data Lapangan

Kapasitas jalan sesuai dengan hasil perhitungan adalah **1396 (skr/jam)** dan data yang diperoleh dari video yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu *Peak Pagi*, *Peak Siang* dan *Peak Sore* kemudian dibandingkan dengan jumlah atau volume kendaraan yang masuk atau melalui jalan Merdeka-Aceh untuk mendapatkan derajat kejenuhan simpang (D_j) dengan persamaan [3],

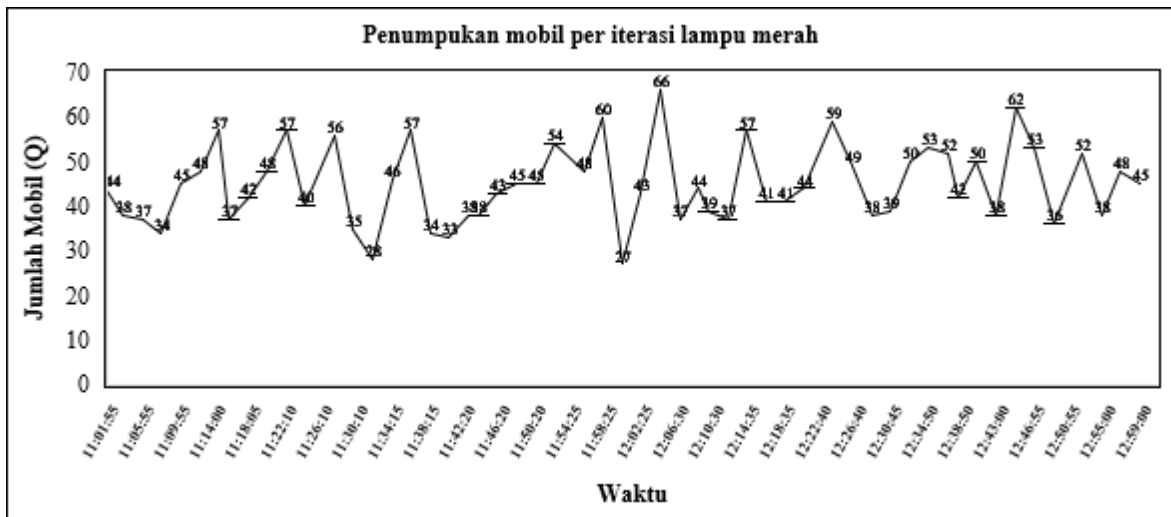
$$D_j = \frac{Q}{C} \tag{3}$$

Maka didapatkan hasil seperti pada Tabel 1 yang menunjukkan derajat kejenuhan tertinggi ada pada pukul 12.00 siang, yang merupakan jam istirahat atau jam makan siang dan yang paling rendah ada di pagi hari jam 06.00 atau mulainya aktivitas.

Tabel 1. Derajat Kejenuhan Simpang Merdeka-Aceh per-Peak.

PEAK PAGI			PEAK SIANG			PEAK SORE		
Jam	Q	D _j	Jam	Q	D _j	Jam	Q	D _j
06.00	658	0.38	11.00	2033	1.20	16.00	1914	1.13
07.00	1176	0.69	12.00	2184	1.26	17.00	2034	1.20

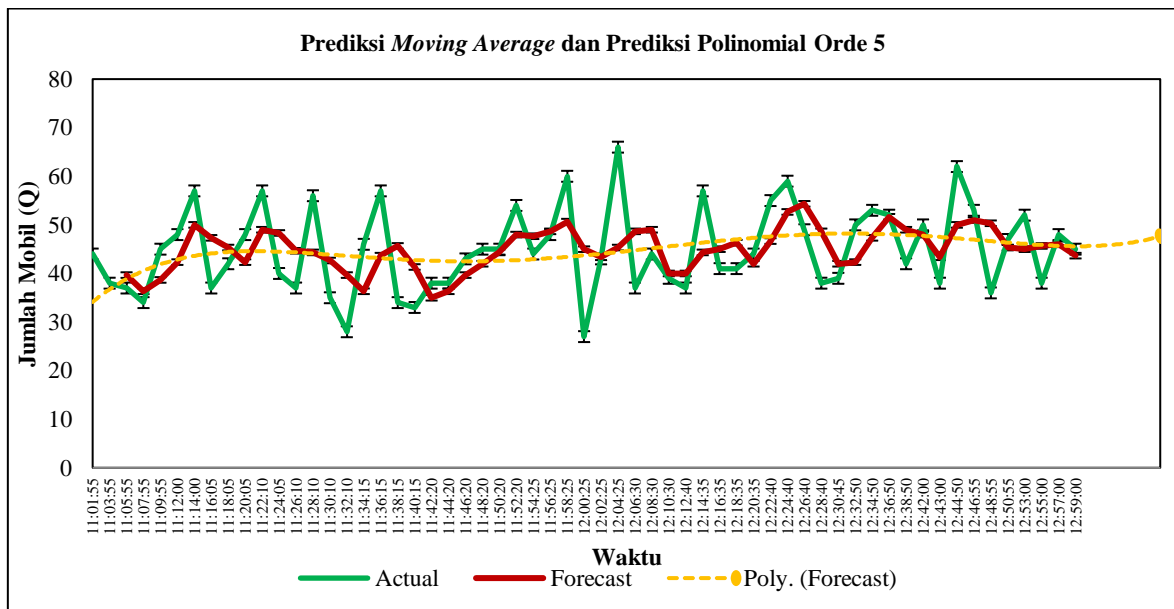
Peak siang dapat dijabarkan menjadi penumpukan mobil per iterasi lampu merah, atau tumpukan pada pemberhentian mobil.



Gambar 3. Penumpukan Mobil Per Iterasi, Peak Siang.

Jumlah mobil yang menumpuk tertinggi terdapat pada pukul 12.04 dimana banyaknya mobil adalah 66 mobil dan terendah ada pada angka 27 mobil. Rentang waktu 15 menit sebelum dan 15 menit sesudah jam puncak, atau jam 12.00 menunjukkan kenaikan yang cenderung stabil, kemudian diikuti dengan puncak kepadatan pada 11.38 dan 12.46 masing-masing bernilai 57 dan 62.

Tiga ruas yang terdapat pada jalan Merdeka-Aceh menunjukkan kepadatan jalan perkotaan yang dilengkapi dengan kawasan pertokoan juga aktivitas pejalan kaki dan bahu jalan. Data yang diperoleh dari pengamatan termasuk dengan data kendaraan pindah ruas tetap dalam 3 ruas penelitian maupun mengarah ke ruas keluaran yang berbeda.



Gambar 3. Prediksi Moving Average dan Polinomial Orde 5 untuk volume kendaraan pada Peak Siang.

Prediksi menggunakan metode *moving average* (MA) untuk mencari nilai optimal dari volume kendaraan yang bisa ditampung oleh ruas jalan tersebut. Metode MA dengan kedekatan 2 data digunakan agar prediksi kedepan lebih maksimal dan lebih dekat pada kenyataan di lapangan. Untuk prediksi arus kedepan, dilakukan dengan polinomial 5 derajat, yang menghasilkan kenaikan yang sama baik pada data sebenarnya maupun pada data prediksi. Data volume kendaraan MA (Q_2) kemudian dikelompokkan berdasarkan waktu penelitian dan dilihat derajat kejenuhannya (D_{j2}) untuk mengetahui optimalisasi pada ruas jalan bekerja pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Derajat Kejenuhan.

PEAK SIANG				
Jam	Q_1	D_{j1}	Q_2	D_{j2}
11.00	2033	1.20	1170	0.83
12.00	2184	1.26	1392	0.99

Derajat kejenuhan dengan metode MA mempunyai nilai lebih kecil daripada data lapangan ($D_{j2} < D_{j1}$) yang menunjukkan bahwa dengan hasil percobaan dengan metoda MA, volume kendaraan pada ruas jalan dapat di optimasi.

KESIMPULAN

Ruas jalan Merdeka-Aceh pada beberapa kondisi waktu tidak mampu menampung seluruh arus kendaraan dari jalan sebelumnya dikarenakan banyaknya faktor internal seperti lampu lalu lintas dan pengemudi yang tidak taat peraturan. Penumpukan yang mengakibatkan macet dapat diuraikan dengan mengurangi banyaknya volume kendaraan yang masuk ke ruas Jalan Merdeka-Aceh dengan melihat rata-rata prediksi tampungan yang sesuai dengan kapasitas jalan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas Dinas Perhubungan Kota Bandung dan Badan Pusat Statistik Kota Bandung untuk data-data yang diperoleh. Penelitian ini di dukung oleh Institut Teknologi Bandung.

REFERENSI

1. S. Viridi, M. Dwitasari, dan M. Takaendengan, *Traffic Flow Simulation using Agent-Based Model: A Case of Single Lane with Multiple Traffic Light and Input-Output Node*, International Conference of Mathematics and Natural Sciences (2018).
2. Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Bina Jalan Kota, *Jalan Perkotaan*, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Jakarta (1997).
3. Kementerian Pekerjaan Umum, *Kapasitas Jalan Perkotaan*, Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI), Jakarta (2014).
4. R. H. Lalenoh, T. K. Sendow, dan F. Jansen, *Analisa Kapasitas Ruas Jalan Sam Ratulangi dengan Metode MKJI dan PKJI 2014*, Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.11 (2015) (737-746) ISSN:2337-6732.
5. Badan Pusat Statistik Kota Bandung, *Kependudukan dan Ketenagakerjaan*, Kota Bandung dalam Angka **42** (2018) (31-56) ISSN:0215.2320.
6. H. Wibisana, I. Sholichin, dan E. Ardianto, *Analisa Faktor-Faktor Perlambatan Arus Lalu Lintas Di Ruas Jalan Sutorejo dan Jala Krajan Kabupaten Lumajang Berbasis Nilai Volume Kendaraan*, Jurnal Aplikasi Teknik Sipil Vol.15 No.1 (2017) ISSN:1907-753X.