

Analisis Dampak Lalu Lintas dari Gedung Bertingkat Sangat Tinggi pada Kawasan Sentra Bisnis

Harun-al Rasyid Lubis^(*)

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung
Pusat Pengembangan Teknologi Transportasi Berkelanjutan
Ganesha 10, Bandung, 40132, Indonesia, E-mail: halubis@si.itb.ac.id

Febri Zukhruf

Kelompok Keahlian Rekayasa Transportasi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan,
Institut Teknologi Bandung, Bandung, 40132, Indonesia, E-mail: febri.zukhruf@ftsl.itb.ac.id

Aine Kusumawati

Kelompok Keahlian Rekayasa Transportasi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan,
Institut Teknologi Bandung, Bandung, 40132, Indonesia, E-mail: aine@trans.si.itb.ac.id

Muhammad Farda

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung
Pusat Pengembangan Teknologi Transportasi Berkelanjutan
Ganesha 10, Bandung, 40132, Indonesia, E-mail: muhammad.farda@ncstt.itb.ac.id

Abstrak

Pembangunan dan operasional gedung sangat tinggi pada kawasan sentra bisnis dapat menarik dan membangkitkan lalu lintas yang signifikan pada jaringan jalan di kawasan dan sekitarnya. Dengan menggunakan simulator jaringan jalan, yaitu Paramics, makalah ini menganalisis dampak lalu lintas dari pembangunan sebuah super high-rise building atau gedung bertingkat sangat tinggi (GBST) pada kawasan sentra bisnis di Jakarta. Simulator ini divalidasi dengan menggunakan data observasi dilapangan, yaitu data arus kendaraan pada jam puncak. Studi ini juga mengusulkan metode estimasi nilai trip rate untuk super high-rise building. Metode pengukuran tersebut dikembangkan berdasarkan survei bangkitan-tarikan dari gedung dengan fungsi atau karakteristik sejenis di kawasan bisnis tersebut. Metode yang telah dikembangkan tersebut kemudian diterapkan untuk sebuah studi kasus. Studi ini kemudian melakukan pengujian dari beberapa tindakan manajemen lalu lintas untuk meminimalkan dampak lalu lintas yang ditimbulkan oleh pengoperasian gedung super tinggi. Tindakan tersebut diantaranya adalah penambahan lajur jalan, sinyalisasi persimpangan dan pengoperasian transportasi publik di sekitar kawasan. Hasil dari studi ini menunjukkan bahwa penerapan tindakan-tindakan manajemen lalu lintas tersebut efektif dalam mengurangi dampak lalu lintas yang diakibatkan oleh pembangunan gedung GBST.

Keywords: Gedung bertingkat sangat tinggi, analisis dampak lalu lintas, pemodelan jaringan mikroskopik, trip rate.

Abstract

The development and operation of a super high-rise building in a central business district will attract and generate significant traffic at nearby road network and surrounding area. Using microscopic traffic network simulator, Paramics, this paper assesses traffic impact of the development of a super high-rise building located in a busy central business district in Jakarta. The simulator was validated using field observational data, peak hour traffic flow. This paper also outlines a procedure in estimating potential trip rate for a super high-rise building. The estimation method is developed based on trip generation and attraction survey at a building with similar function or characteristic surrounding the business district. The method that has been developed is then applied for the case study. This study then examines the effectiveness of several traffic management measures to minimize the traffic impact caused by the operation of the high-rise building, which are lane addition to road segments, intersection signalization and the operation of public transportation around the district. The results shows that the traffic management measures are effective in reducing the negative impact of the super high-rise building to the surrounding traffic.

^{*}Penulis Korespondensi

1. Pendahuluan

Kehadiran dari suatu pusat aktivitas baru tentunya akan menimbulkan dampak pada lingkungan di sekitarnya. Beberapa contoh dari pusat aktivitas yang dimaksud adalah pusat perbelanjaan (mall), gedung perkantoran, hotel, wilayah bisnis, dan sebagainya. Semakin besar skala dari pusat aktivitas tersebut, maka akan semakin besar pula dampaknya ke lingkungan sekitar, yang salah satunya adalah dampak lalu lintas. Salah satu contoh dampak lalu lintas yang ditimbulkan adalah kemacetan. Kemacetan tentunya akan menimbulkan dampak buruk berupa pemborosan waktu pengendara (VTPI, 2016) dan juga polusi udara (Farda dan Balijepalli, 2018). Hal ini menjadikan suatu "analisis dampak lalu lintas" penting untuk dilakukan untuk mengetahui seberapa besar dampak lalu lintas dari pembangunan atau pengoperasian dari suatu pusat aktivitas. Hasil analisis ini pun kemudian dapat dijadikan acuan untuk penyusunan strategi atau kebijakan dalam rangka mengurangi dampak dari pembangunan atau pengoperasian pusat aktivitas tersebut.

Kajian dampak lalu lintas sesungguhnya menghadapi tantangan yang terus menerus berkembang, terutama dari sisi ukuran pusat aktivitas maupun dari sisi jaringan transportasi sekitar yang semakin menurun performanya. Pada sisi ukuran pusat aktivitas, kajian ini menghadapi tantangan terkait adanya kawasan bisnis yang terpusat (i.e., *Central Business District* (CBD)) dengan berbagai gedung pencakar langit. Pada sisi gedung pun, eskalasi ukuran ketinggian gedung semakin bertumbuh cepat pada beberapa waktu ini, yang memberikan tekanan tambahan pada kajian dampak lalu lintas. Makalah ini kemudian mengelaborasi metodologi dalam melakukan studi analisis dampak lalu lintas pada *Super High-Rise Building* di *Central Business District*. Secara spesifik makalah ini berusaha memberikan panduan sederhana dalam melakukan kajian dimulai dari prediksi kebutuhan perjalanan hingga elaborasi alternatif untuk memperbaiki kinerja lalu lintas.

Untuk menginvestigasi metodologi yang diusulkan, makalah ini menerapkannya pada kawasan *Sudirman Central Business District* (SCBD) yang berencana untuk membangun gedung super tinggi. Pada kawasan ini, terdapat berbagai gedung bertingkat atau pencakar langit yang tentunya menimbulkan bangkitan dan tarikan perjalanan dengan jumlah yang signifikan. SCBD sendiri terletak di kota Jakarta, yang merupakan kota dengan populasi orang dan kendaraan yang tertinggi di dunia (Younger et al., 2015; Farda dan Lubis, 2018). Hal ini menjadikan keberadaan kawasan SCBD memiliki dampak yang signifikan terhadap jalan-jalan di sekitarnya.

Saat ini pengelola dari kawasan SCBD sedang merencanakan pembangunan dari sebuah *super high-rise building* atau gedung bertingkat sangat tinggi, yang selanjutnya disebut sebagai GBST. Dengan tinggi melebihi 500 meter, GBST ini termasuk dalam kategori *super high-rise building* (Feng, Gu and Zheng, 2019). GBST ini juga akan terdiri dari bagian-

bagian dengan tata-guna lahan yang bervariasi, yaitu pusat perbelanjaan, apartemen dan perkantoran. Keberadaan dari GBST ini tentunya akan menimbulkan dampak yang sangat signifikan pada kawasan SCBD dan wilayah di sekitarnya. Atas dasar tersebut, studi ini mencoba menganalisis dampak lalu lintas dari gedung tersebut. Hasil analisis tersebut kemudian akan dijadikan dasar untuk perumusan strategi atau kebijakan untuk mengurangi kemacetan yang akan timbul sebagai dampak dari pengoperasian GBST.

2. Studi Literatur

Regulasi terkait analisis lalu lintas untuk konteks Indonesia diatur dalam PM 75 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Analisis Dampak Lalu Lintas (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2015). Peraturan ini telah direvisi sebanyak dua kali oleh Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 75 Tahun 2016 (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2016) dan PM 11 Tahun 2017 (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2017). Peraturan Menteri ini mengandung ketentuan terkait pelaksanaan analisis dampak lalu lintas, termasuk definisi umum, jenis pusat kegiatan yang memerlukan analisis dampak lalu lintas, petunjuk metodologi analisis, kriteria minimal pusat kegiatan yang memerlukan analisis dampak lalu lintas, ketentuan pelaporan serta penilaian hasil analisis dampak lalu lintas. Hal ini menjadikan peraturan di atas penting diperhatikan oleh pihak yang melaksanakan analisis dampak lalu lintas di Indonesia.

Petunjuk pengerjaan dari analisis dampak lalu lintas juga dikeluarkan oleh berbagai negara. Beberapa contoh dari petunjuk atau *guideline* tersebut dapat dilihat pada (Alberta Infrastructure and Transportation, 2005; Singapore LTA, 2011; ACT Government, 2016; Ottawa City Council, 2017). Referensi tersebut tentunya dapat digunakan untuk memperkaya atau melengkapi metodologi analisis dampak lalu lintas untuk konteks Indonesia.

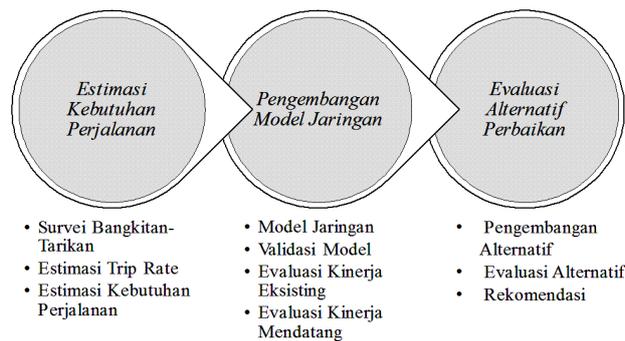
Beberapa studi terdahulu juga melakukan ulasan tentang praktik analisis dampak lalu lintas di negara yang berbeda-beda. (Wei et al., 2019) melakukan studi untuk mengidentifikasi tantangan pada praktik analisis dampak lalu lintas, mengidentifikasi *best practice* dari berbagai negara, dan membandingkan *best practice* tersebut dengan praktik di negara Malaysia. (Yayat et al., 2016) juga melakukan studi komparasi dari praktik analisis dampak lalu lintas dari berbagai negara dari segi regulasi, periode analisis, keterbatasan studi dsb. Studi ini juga melihat praktik di Indonesia dan menyimpulkan bahwa Indonesia memerlukan suatu *basic guideline* untuk penyelenggaraan analisis dampak lalu lintas. (Minhans, Zaki and Belwal, 2013) melakukan studi untuk menganalisis dampak lalu lintas dari suatu *Hypermarket* di Skudai, Malaysia. Studi ini juga mengajukan *framework* untuk melakukan estimasi *trip rate* untuk kondisi kota Skudai, Malaysia.

Studi ini dimaksudkan untuk melengkapi studi-studi sebelumnya dengan mengajukan sebuah *guideline*

analisis dampak lalu lintas, dalam bentuk contoh kasus, untuk konteks kawasan bisnis di Jakarta. Studi ini juga berhasil menghasilkan koefisien *trip rate* untuk gedung multifungsi untuk kawasan SCBD.

3. Metodologi

Pada studi ini, metodologi yang digunakan untuk melaksanakan analisis dampak lalu lintas adalah pemodelan jaringan (*network modelling*) dengan pendekatan mikroskopik. Terdapat 3 tahapan utama dalam mengimplementasikan pendekatan jaringan mikroskopik ini, yaitu tahapan estimasi kebutuhan perjalanan, tahapan pengembangan model jaringan, dan tahapan pengembangan model jaringan, dan



Gambar 1. Tahapan studi

3.1 Estimasi kebutuhan perjalanan

Kebutuhan perjalanan didefinisikan sebagai jumlah bangkitan dan tarikan dari suatu pusat aktifitas. Istilah “bangkitan” sendiri merupakan jumlah kendaraan yang dihasilkan (*generated*) sedangkan “tarikan” merupakan jumlah kendaraan yang masuk (*attracted*) pada suatu pusat aktifitas. Jumlah bangkitan dan tarikan dari suatu pusat aktifitas bergantung pada beberapa faktor, yaitu kondisi sosio-ekonomi dari wilayah dimana pusat aktifitas tersebut berada, dan karakteristik gedung tersebut.

Untuk mendapatkan nilai bangkitan dan tarikan dari suatu pusat aktifitas yang akan dibangun, maka langkah yang diperlukan adalah:

- **Identifikasi karakteristik pusat aktifitas yang dianalisis**

Perhitungan jumlah bangkitan dan tarikan dimulai dengan mengidentifikasi karakteristik pusat aktifitas yang dianalisis. Hal ini mencakup jenis pusat aktifitas, sebagai contohnya adalah pusat perbelanjaan, perkantoran, hotel, apartemen, gedung multifungsi, dsb. Data terkait luas lantai dari pusat aktifitas atau jumlah kamar atau unit (untuk hotel dan apartemen) juga perlu dikumpulkan untuk keperluan perhitungan *trip rate*.

- **Penentuan dan identifikasi pusat aktifitas serupa yang sudah beroperasi**

Setelah karakteristik dari pusat aktifitas yang dianalisis berhasil diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah

menentukan sebuah pusat aktifitas lain serupa yang sudah beroperasi pada wilayah yang sama. Apabila pada wilayah yang sama tidak ada pusat aktifitas yang serupa, maka dapat dicari pusat aktifitas yang berada pada wilayah lain yang memiliki karakteristik serupa dengan wilayah dimana pusat aktifitas yang dianalisis akan dioperasikan. Setelah data pusat aktifitas yang serupa tersebut ditentukan, maka perlu dikumpulkan juga data-data berupa luas lantai atau jumlah lantai atau unit untuk hotel atau apartemen.

- **Survei bangkitan dan tarikan**

Survei ini kemudian perlu dilakukan pada pusat aktifitas serupa yang sudah ditentukan pada langkah diatas. Pada survei ini, dikumpulkan data-data sebagai berikut: : i) jumlah kendaraan yang keluar dan masuk gedung selama hari kerja dan akhir pekan, ii) distribusi kendaraan yang keluar dan masuk per-jam, dan iii) jenis kendaraan yang keluar dan masuk. Untuk kasus pusat aktifitas multifungsi, data pada poin i dihitung berdasarkan asal kendaraan yang keluar dan tujuan kendaraan yang masuk pada pusat aktifitas, yaitu bagian perkantoran, hotel, pusat perbelanjaan atau apartemen. Untuk kasus ini, para surveyor menanyakan pengemudi kendaraan yang keluar atau masuk dengan satu pertanyaan, yaitu asal keberangkatan, untuk kendaraan yang keluar, dan tujuan kedatangan, bagi kendaraan yang masuk. Jumlah dari asal keberangkatan dan tujuan kedatangan tersebut kemudian dihitung untuk setiap jamnya.

- **Perhitungan *trip rate***

Penentuan nilai *trip rate* dilakukan dengan membagi jumlah bangkitan dan tarikan hasil survei, dengan luas lantai (untuk pusat perbelanjaan atau perkantoran) atau jumlah kamar atau unit (untuk hotel atau apartemen). Perhitungan ini digambarkan oleh persamaan berikut:

$$T_{Oit} = O_{it} / L_i \quad (1)$$

$$T_{Dit} = D_{it} / L_i \quad (2)$$

Dimana:

T_{Oit} : *Trip rate* bangkitan untuk fungsi pusat aktifitas tertentu (i) pada jam tertentu (t).

T_{Dit} : *Trip rate* untuk tarikan untuk fungsi pusat aktifitas tertentu (i) pada jam tertentu (t).

O_{it} : Jumlah bangkitan berdasarkan hasil survei untuk fungsi pusat aktifitas tertentu (i) pada jam tertentu (t).

D_{it} : Jumlah tarikan berdasarkan hasil survei untuk fungsi pusat aktifitas tertentu (i) pada jam tertentu (t) berdasarkan hasil survei.

L_i : Luas lantai (untuk pusat perbelanjaan dan perkantoran), atau jumlah kamar atau unit (untuk hotel atau apartemen)

i : Fungsi pusat aktifitas (perkantoran, pusat perbelanjaan, hotel, apartemen)

t : Jam dalam satu hari (1 s.d 24)

Nilai *trip rate* yang didapat kemudian digunakan untuk perhitungan estimasi bangkitan dan tarikan untuk pusat aktifitas yang dianalisis.

• **Perhitungan jumlah bangkitan dan tarikan pusat aktifitas yang di analisis.**

Jumlah bangkitan dan tarikan dihitung dengan mengalikan nilai *trip rate* pada langkah sebelumnya dengan luas lantai atau jumlah kamar atau unit sesuai dengan fungsi dari pusat aktifitas. Perhitungannya digambarkan pada persamaan berikut:

$$B_{it} = T_{Oit} \times L_i \quad (3)$$

$$T_{it} = T_{Dit} \times L_i \quad (4)$$

Dimana:

B_{it} : Jumlah bangkitan pusat aktifitas yang dianalisis untuk fungsi pusat aktifitas tertentu (i) pada jam tertentu (t).

T_{it} : Jumlah tarikan pusat aktifitas yang dianalisis untuk fungsi pusat aktifitas tertentu (i) pada jam tertentu (t) berdasarkan hasil survei.

T_{Oit} : *Trip rate* bangkitan untuk fungsi pusat aktifitas tertentu (i) pada jam tertentu (t).

T_{Dit} : *Trip rate* untuk tarikan untuk fungsi pusat aktifitas tertentu (i) pada jam tertentu (t).

L_i : Luas lantai (untuk pusat perbelanjaan dan perkantoran), atau jumlah kamar atau unit (untuk hotel atau apartemen)

i : Fungsi pusat aktifitas (perkantoran, pusat perbelanjaan, hotel, apartemen)

t : Jam dalam satu hari (1 s.d 24)

Jumlah bangkitan dan tarikan ini kemudian akan dijadikan masukan (*input*) pada model jaringan, yaitu pada zona.

3.2 Pengembangan Model Jaringan

Model jaringan jalan untuk kebutuhan analisis dampak lalu lintas dikembangkan dengan berbasiskan model mikrosimulasi, yang mampu merepresentasikan interaksi antar kendaraan lalu lintas dalam agregat ruang dan waktu pada level mikro. Terdapat 3 fase utama dalam pengembangan model jaringan, yang meliputi pengembangan model dasar jaringan, validasi model, dan evaluasi indikator kinerja. Pada makalah ini model jaringan jalan mikroskopik untuk keperluan analisis dikembangkan dengan bantuan perangkat lunak PARAMICS.

Pada fase pengembangan model dasar jaringan terdapat beberapa item yang penting dilakukan, yaitu:

• **Pendefinisian geometri jaringan jalan**

Tahap ini ditandai dengan proses pendefinisian jaringan jalan berbasiskan simpul (i.e., *node*) dan ruas (i.e., *link*). Simpul merepresentasikan pertemuan antar segmen di ruas, ataupun pertemuan ruang yang membangun simpang.

• **Pendefinisian sarana pengaturan lalu lintas**

Model mikro memungkinkan pendefinisian sarana pengatur lalu lintas secara spesifik, seperti pengaturan sinyal lalu lintas (i.e., waktu hijau, kuning, merah hingga waktu siklus), prioritas

pergerakan belok (i.e., pergerakan mayor dan minor), hingga lokasi garis henti.

• **Penentuan zona bangkitan/tarikan**

Selanjutnya tahapan yang penting dalam membangun model dasar jaringan jalan adalah menentukan zona yang akan membangkitkan atau menarik kendaraan dari atau ke dalam zona tersebut. Dikarenakan pemodelan ini bersifat mikro maka pendefinisian zona tidak terbatas pada basis kecamatan atau kota, namun dapat pula bergerak hingga level mikro seperti gedung atau pusat aktivitas ekonomi.

• **Pendefinisian jenis kendaraan dan karakteristik perilaku pengemudi**

Proses lain yang tidak kalah penting adalah pendefinisian jenis kendaraan dan perilaku dari pengemudi. Informasi yang ditambahkan untuk mendefinisikan jenis kendaraan ini adalah tipe kendaraan, dimensi kendaraan (lebar, panjang dan tinggi), kinematika kendaraan (berat, kecepatan maksimum, percepatan, perlambatan, inersia), Sementara karakteristik pengemudi dapat berupa minimum *headway*, serta preferensi pemilihan rute oleh pengemudi.

Setelah proses merepresentasikan kondisi jaringan jalan dengan melakukan pemodelan dasar jaringan jalan, hal lain yang penting untuk dilakukan adalah melakukan validasi atas pemodelan jaringan jalan yang telah dibangun. Validasi memiliki peran untuk memastikan bahwa model yang dibangun mendekati keadaan yang sesungguhnya. Meskipun karakteristik dasar pemodelan yang melakukan simplifikasi atas keadaan nyata membuat model selalu memiliki unsur kesalahan, dan peran validasi untuk memastikan bahwa unsur dasar kesalahan tersebut masih dalam kategori dapat diterima secara ilmiah.

Pada studi ini validasi dilakukan dengan menggunakan paramater statistik GEH, yang umum digunakan pada masalah lalu lintas. Paramater GEH berusaha membandingkan arus lalu lintas sesungguhnya yang diperoleh dari survei lapangan dengan arus hasil pemodelan. Persamaan statistik GEH dapat dilihat di bawah ini:

$$GEH = \sqrt{\frac{2 * (M - O)^2}{(M + O)}} \quad (5)$$

dimana M menyatakan arus model simulasi dan O menyatakan arus pengamatan lapangan. Nilai $GEH < 5$ menyatakan terdapat kesesuaian antara arus pemodelan dengan pengamatan, sementara nilai $GEH > 10$ menyatakan tidak terdapat kesesuaian antara pemodelan dan pengamatan. Jika nilai GEH berada di antara 5 dan 10 berarti perlu kajian lebih lanjut terhadap arus. Selain itu, indikator kinerja utama sebaiknya di validasi dengan data lapangan untuk memastikan bahwa model yang dibangun cukup representatif untuk menghasilkan output indikator kinerja yang dievaluasi. Model yang telah tervalidasi kemudian dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas pada kondisi eksisting maupun pada masa mendatang.

4. Studi Kasus

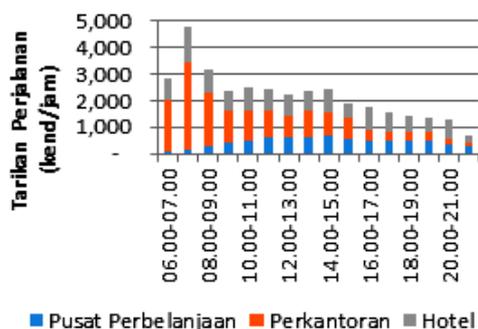
Studi ini kemudian menerapkan metodologi yang telah dikembangkan untuk kasus gedung bertingkat sangat tinggi (GBST). GBST yang dimaksud merupakan sebuah gedung dengan tinggi melebihi 500 meter, yang terletak pada kawasan *Sudirman Central Business District*, Jakarta. Ketika beroperasi, gedung ini akan memiliki berbagai fungsi yang terdiri dari pusat perbelanjaan, perkantoran dan apartemen. GBST ini terletak pada kawasan *Sudirman Central Business District* (SCBD) yang berlokasi di Jakarta Selatan, Indonesia. Kawasan SCBD ini memiliki luas sekitar 45 hektar dan merupakan lokasi dari berbagai gedung perkantoran, hotel, apartemen, dan lain lain. Dalam kurun waktu tahun 2012 s.d 2025, pengelola kawasan SCBD telah atau berencana membangun gedung-gedung baru, yang salah satunya adalah GBST yang menjadi objek studi makalah ini. Langkah-langkah analisis dampak lalu lintas dari GBST tersebut dijelaskan pada bagian dibawah ini.

4.1 Estimasi bangkitan dan tarikan perjalanan di SCBD

Untuk mengestimasi jumlah bangkitan dan tarikan dari GBST, dilakukanlah survei bangkitan dan tarikan pada sebuah gedung yang serupa di wilayah SCBD. Pemilihan gedung ini didasarkan pada fungsi gedung tersebut yang serupa dengan GBST, yaitu gedung dengan fungsi tata-guna lahan beragam, yang meliputi pusat perbelanjaan, hotel, perkantoran dan unit apartemen. Gedung yang menjadi objek survei ini sendiri memiliki tinggi sekitar 200 s.d 250 m dan merupakan salah satu gedung tertinggi di DKI Jakarta. Survei ini dilaksanakan pada hari Jumat, tanggal 6 Maret 2015 dan Sabtu, tanggal 7 maret 2015. Survei ini dilaksanakan dari pukul 6 pagi hingga pukul 10 malam pada 8 akses masuk dan 13 akses keluar dari gedung. Selain itu, data luas lantai dan jumlah kamar hotel dan unit apartemen dari gedung ini juga dikumpulkan. Contoh hasil perhitungan *trip rate* berdasarkan **Persamaan (1)** dan **(2)** untuk daerah SCBD ditunjukkan pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Contoh nilai bangkitan perjalanan untuk GBST yang dihitung berdasarkan **Persamaan (3)** dan **(4)** ditunjukkan oleh **Gambar 2**.

Nilai bangkitan dan tarikan ini juga digunakan untuk menentukan periode analisis, yaitu periode dimana lalu-lintas mencapai puncaknya. Penentuan periode puncak



Gambar 2. Tarikan perjalanan GBST pada hari kerja

Tabel 1. Tingkat tarikan perjalanan pada hari kerja untuk pusat perbelanjaan dan perkantoran

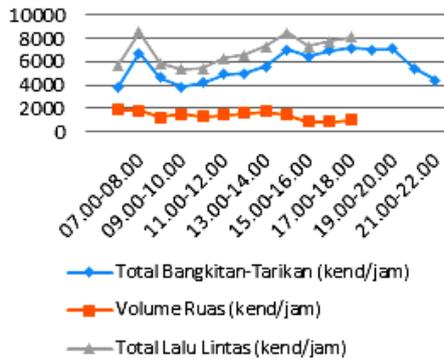
Periode Waktu	Pusat Perbelanjaan (kend/100 m ²)	Perkantoran (kend/100 m ²)
06.00-07.00	0.11	0.75
07.00-08.00	0.21	1.27
08.00-09.00	0.40	0.79
09.00-10.00	0.62	0.47
10.00-11.00	0.71	0.44
11.00-12.00	0.93	0.37
12.00-13.00	0.91	0.32
13.00-14.00	0.94	0.39
14.00-15.00	0.99	0.34
15.00-16.00	0.83	0.30
16.00-17.00	0.75	0.16
17.00-18.00	0.74	0.12
18.00-19.00	0.76	0.11
19.00-20.00	0.68	0.14
20.00-21.00	0.50	0.07
21.00-22.00	0.37	0.07

Tabel 2. Tingkat tarikan perjalanan pada hari kerja untuk hotel dan hunian

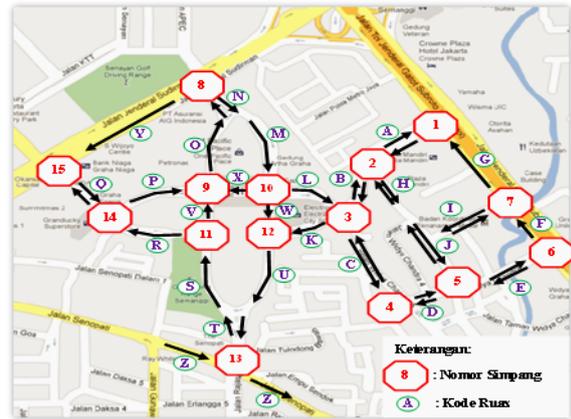
Periode Waktu	Hotel (kend/kamar)	Hunian (kend/unit hunian)
06.00-07.00	1,33	0,12
07.00-08.00	2,18	0,13
08.00-09.00	1,38	0,06
09.00-10.00	1,26	0,10
10.00-11.00	1,39	0,08
11.00-12.00	1,41	0,08
12.00-13.00	1,26	0,09
13.00-14.00	1,20	0,10
14.00-15.00	1,38	0,12
15.00-16.00	0,93	0,14
16.00-17.00	1,39	0,13
17.00-18.00	1,18	0,12
18.00-19.00	0,98	0,07
19.00-20.00	0,92	0,08
20.00-21.00	1,25	0,06
21.00-22.00	0,46	0,07

ini diperoleh dengan tidak hanya mengkonsiderasikan periode puncak lalu lintas di jalan, akan tetapi ditentukan pula dengan mengkonsiderasikan waktu puncak dari bangkitan dan tarikan yang baru (contoh: GBST). Sehingga nilai bangkitan dan tarikan ini akan ditambahkan kepada lalu lintas di sekitar GBST, yaitu pada Ruas A, Ruas M, Simpang no. 8 dan simpang no. 12. Contoh hasil penambahan antara kombinasi bangkitan-tarikan dengan lalu lintas ruas A dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Berdasarkan penambahan nilai bangkitan dan arus lalu lintas pada ruas diatas, maka jam analisis ditetapkan pada jam 07.00 s.d 08.00 untuk jam puncak pagi dan jam 17.00 s.d 18.00 untuk jam puncak sore.



Gambar 3. Akumulasi bangkitan-tarikan GBST dengan arus lalu lintas ruas A

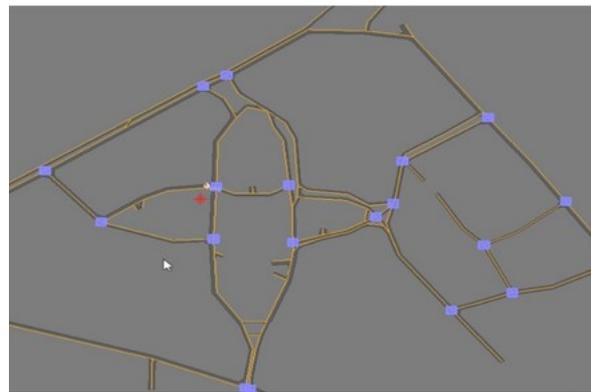


Keterangan:
8 : Nomor Simpang
A : Kode Ruas

4.2 Validasi model jaringan

Penamaan simpang dan ruas jalan, serta model pada PARAMICS dapat dilihat pada Gambar 4.

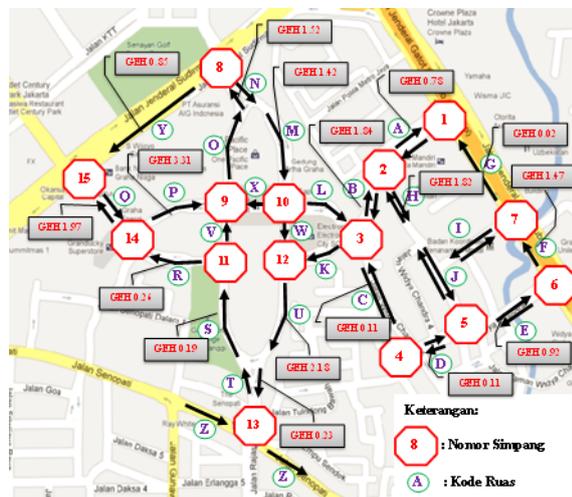
Berdasarkan hasil validasi beberapa ruas pada model, pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa seluruh ruas jalan yang divalidasi memiliki nilai GEH dibawah 5. Oleh karena itu, model jaringan dapat dinyatakan valid.



Gambar 4. Penamaan ruas dan simpang (atas) dan pengembangan model jaringan (bawah)

4.3 Evaluasi alternatif perbaikan di SCBD

Simulasi pergerakan lalu lintas di kawasan SCBD kemudian dimodelkan untuk dua macam skenario, yaitu skenario tanpa (i.e., *do-nothing*) dan dengan (i.e., *do-something*) adanya alternatif perbaikan setelah beroperasinya GBST. Pada studi ini, skenario *do-something* adalah tindakan mitigasi yang mencakup i) pengoperasian underpass (penambahan link) dan ii) tindakan pelebaran dan penambahan akses. Melalui simulasi *do-nothing*, akan dilihat dampak pembangunan GBST tahun 2020 terhadap jaringan jalan di kawasan SCBD apabila tidak ada tindakan mitigasi yang dilakukan. Sedangkan dengan simulasi skenario *do-something*, efektifitas dari tindakan mitigasi akan dilihat dan dianalisis. Kedua skenario tersebut disimulasikan untuk tahun 2020 dan mempertimbangkan pembangunan atau pengoperasian gedung-gedung lama ataupun baru pada periode tersebut.



Gambar 5. Nilai GEH pada ruas jalan yang divalidasi (jam puncak pagi)

Tindakan yang dilakukan pada *do-something scenario*, deskripsi dan pendekatan pemodelannya dirangkum pada Tabel 3. Tindakan *do-something scenario* yang termasuk pada tabel ini dipilih berdasarkan salah satu dari kriteria sebagai berikut: i) kesesuaian dengan rencana pembangunan SCBD, ii) usulan penelitian yang hendak diuji efektifitasnya dengan menggunakan model, dan iii) potensi untuk mendorong penggunaan angkutan umum sehingga kemacetan yang diakibatkan oleh tingginya penggunaan kendaraan pribadi dapat dikurangi. Sebagai contoh, tindakan pembangunan underpass melakukan suatu tindakan yang selaras dengan rencana pembangunan SCBD. Terkait penambahan lajur dan sinyalisasi simpang, tindakan

tersebut merupakan usulan dari kegiatan penelitian ini. Sedangkan untuk skenario penerapan ERP, pengoperasian MRT dan peningkatan kinerja BRT, hal ini selaras dengan rencana pemerintah daerah DKI Jakarta yang juga di respon pada rencana pembangunan kawasan SCBD.

Adapun tindakan *do-something scenario* pada Tabel 3 diasumsikan terus beroperasi setelah tahun mulai penerapan. Sebagai contoh, pada tahun 2020, seluruh

tindakan *do-nothing scenario* diterapkan dan disimulasikan pada wilayah studi.

4.3.1 Hasil simulasi tahun 2020

Tahun 2020 merupakan tahun beroperasinya GBST untuk studi ini. Pada tahun ini, penerapan tindakan-tindakan pada Tabel 3 berhasil mengurangi panjang antrian kendaraan yang ditunjukkan oleh warna kuning pada *do-something scenario* di Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan panjang antrian kendaraan pada skenario *do-nothing* (atas) dan *do-something* (bawah)

Selain panjang antrian kendaraan, jaringan jalan di kawasan SCBD juga mengalami perbaikan dari sisi kecepatan rata-rata. Hal ini ditunjukkan oleh perubahan dari warna jaringan jalan dari warna biru ke hijau pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan kecepatan rata-rata pada skenario *do-nothing* (atas) dan *do-something* (bawah)

Tabel 3. Tindakan untuk *Do-something scenario*

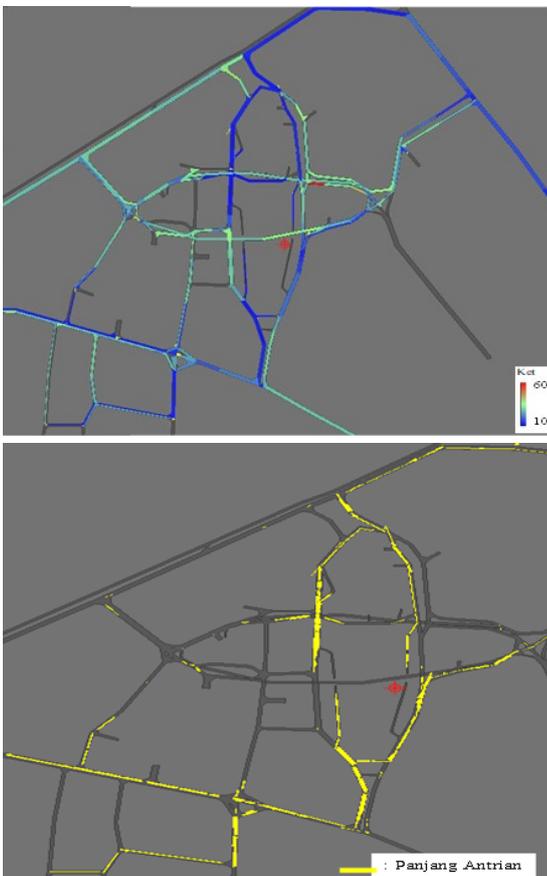
No	Tindakan	Deksripsi	Tahun Mulai Penerapan	Pendekatan Pemodelan
1	Penambahan lajur pada ruas N	Penambahan lajur pada ruas N (arah masuk SCBD) untuk memperbaiki kinerja ruas dan sebagai <i>frontage road</i> / ruang antri kendaraan pribadi	2015	Penambahan link pada model
2	Pengoperasian <i>Underpass</i>	Pengoperasian <i>Underpass</i> dari arah simpang no.12 ke simpang no.11 untuk meningkatkan kinerja ruas disekitar	2015	Penambahan link pada model
3	Manajemen lalu lintas simpang jalan Senopati	Tindakan manajemen lalu lintas sebagai berikut: Larangan masuk ke Jl. Pulobangkeng dan Jl. Purnawarman dari Jl. Senopati Rambu perintah belok kiri ke Jl. Senopati dari Jl. Pulobangkeng Rambu larangan belok kanan ke Jl. Senopati dari Jl. Purnawarman Rambu larangan belok kanan ke Jl. Senopati dari Jl. Tulodong Atas	2017	Pengaturan simpang pada model
4	Sinyalisasi simpang Tulodong atas –jl. Senopati	Sinyalisasi simpang untuk mengurangi kemacetan	2017	Penambahan lampu merah (<i>traffic signal</i>) pada model
5	Pengoperasian MRT dan peningkatan kinerja BRT	Mengurangi penggunaan kendaraan pribadi sebesar 25% untuk mengurangi kemacetan	2018	Pengurangan jumlah trip kendaraan pribadi pada matriks asal tujuan (MAT) sebanyak 25%
6	Pengoperasian <i>Electronic Road Pricing</i>	Mengurangi penggunaan kendaraan pribadi sebesar 20% untuk mengurangi kemacetan.	2020	Pengurangan jumlah trip kendaraan pribadi pada matriks asal tujuan (MAT) sebanyak 20%

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tindakan-tindakan pada **Tabel 3** berhasil memperbaiki kinerja lalu lintas yang salah satunya disebabkan oleh pengoperasian gedung GBST.

4.3.2 Hasil simulasi tahun 2025

Selain tahun ketika GBST mulai beroperasi, studi ini juga melihat kinerja lalu lintas hingga tahun 2025. Hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi kemungkinan permasalahan lalu lintas yang akan muncul di kawasan SCBD. Adapun pertumbuhan lalu lintas dari tahun 2020 ke tahun 2025 diasumsikan sejalan dengan pertumbuhan kendaraan di DKI Jakarta, yaitu sebesar 10% per tahun untuk sepeda motor, dan 8 % per tahun untuk mobil penumpang, bus, dan truk. **Gambar 8** menunjukkan bahwa kinerja lalu lintas panjang antrian kendaraan yang cukup pendek.

Seiring dengan bertambahnya jumlah perjalanan, kinerja lalu lintas kawasan SCBD juga mengalami penurunan. Namun berdasarkan hasil analisis, kinerja jaringan jalan pada tahun 2025 masih tergolong baik. Hal ini ditunjukkan dengan masih banyaknya ruas jalan yang memiliki indikator warna hijau untuk kecepatan rata-rata dan indikator warna kuning yang pendek untuk panjang antrian kendaraan. Hal ini ditunjukkan oleh **Gambar 8**. Oleh karena itu, tindakan-tindakan pada **Tabel 3** dapat dikatakan cukup efektif untuk meredam dampak lalu lintas dari pengoperasian GBST dan gedung-gedung baru lainnya.



Gambar 8. Kecepatan rata-rata dan panjang antrian kendaraan tahun 2025

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Studi ini menganalisis dampak lalu lintas dari sebuah gedung bertingkat sangat tinggi (GBST) yang akan beroperasi di kawasan *Sudirman Central Business District*. GBST ini sendiri merupakan objek studi yang unik dikarenakan karakteristiknya yang termasuk *super high-rise building*. Hal ini dikarenakan GBST yang dimaksud memiliki tinggi melebihi 500 meter.
2. Metode yang digunakan pada studi ini adalah pemodelan jaringan mikroskopik dengan indikator performa lalu lintas yaitu kecepatan rata-rata dan panjang antrian kendaraan. Untuk keperluan perkiraan bangkitan-tarikan pada model, pada studi ini dilakukan survey bangkitan-tarikan pada gedung serupa, yaitu gedung dengan karakteristik yang mirip dengan GBST dan juga berada di wilayah SCBD. Data dari survey ini kemudian digunakan untuk mengembangkan *trip rate* (tingkat bangkitan dan tarikan) dan memperkirakan jumlah bangkitan dan tarikan dari GBST.
3. Berdasarkan hasil analisis, dapat dilihat bahwa pembangunan GBST akan menurunkan kinerja jalan di sekitarnya yang diukur oleh kecepatan rata-rata dan panjang antrian. Hal ini membuat tindakan manajemen lalu lintas untuk memitigasi dampak tersebut penting untuk diterapkan.
4. Tindakan yang mencakup i) pelebaran jalan *frontage road* agar kendaraan yang masuk ke kawasan SCBD tidak mengantri di jalan umum, ii) sinyalisasi simpang, iii) pengoperasian transportasi publik (MRT dan BRT) dan penerapan iv) *electronic road pricing* kemudian diperiksa apakah efektif dapat meringankan dampak lalu lintas dari beroperasinya GBST serta gedung-gedung baru lainnya di kawasan SCBD. Hasil analisis menunjukkan bahwa tindakan tersebut efektif mengurangi panjang antrian dan meningkatkan kecepatan rata-rata kendaraan ketika GBST mulai beroperasi. Tindakan-tindakan tersebut juga berhasil mempertahankan kinerja jaringan jalan yang baik hingga tahun 2025. Hal ini kemudian dapat menjadi acuan untuk studi-studi analisis dampak lalu lintas yang selanjutnya dalam hal penerapan tindakan manajemen lalu lintas dan integrasi kawasan dengan fasilitas/koridor transportasi publik seperti BRT dan MRT.

5.2. Saran

Studi ini tentunya memiliki ruang-ruang untuk eksplorasi lebih lanjut oleh studi-studi serupa pada masa yang akan datang.

1. Pertama-tama, studi ini melakukan validasi dengan membandingkan arus lalu lintas hasil pemodelan dengan arus lalu lintas hasil survey *traffic counting*. Studi selanjutnya dapat meningkatkan keandalan validasi dengan menyamakan indikator yang digunakan untuk validasi, dengan indikator

yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas.

2. Kedua, studi ini memperkirakan pengurangan perjalanan kendaraan pribadi sebesar 25 % sebagai dampak pengoperasian BRT dan peningkatan performa BRT, 20% sebagai dampak penerapan *Electronic Road Pricing* (ERP). Studi yang akan datang tentunya dapat mengeksplorasi dampak dari pengoperasian BRT, MRT dan ERP pada suatu kawasan secara lebih detail, salah satunya dengan metode *discrete choice* atau metode lainnya. Perkembangan studi-studi terkait analisis dampak lalu lintas diharapkan dapat meningkatkan kualitas studi-studi analisis dampak lalu lintas di Indonesia, sehingga kebijakan yang tepat dapat diambil, baik oleh pemerintah maupun pengembang kawasan atau pusat aktifitas.

Daftar Pustaka

- ACT Government (2016) *Guidelines for Transport Impact Assessment*. Canberra.
- Alberta Infrastructure and Transportation (2005) *Traffic Impact Assessment Guideline*. Alberta.
- Farda, M. and al-Rasyid Lubis, H. (2018) *Transportation System Development and Challenge in Jakarta Metropolitan Area, Indonesia, International Journal of Sustainable Transportation Technology*. Available at: <https://unijourn.com/upload/doc/articleDoc-1557471990902-main.pdf> (Accessed: 3 July 2019).
- Farda, M. and Balijepalli, C. (2018) Exploring the effectiveness of demand management policy in reducing traffic congestion and environmental pollution: Car-free day and odd-even plate measures for Bandung city in Indonesia, *Case Studies on Transport Policy*, 6(4). doi: 10.1016/j.cstp.2018.07.008.
- Feng, C., Gu, M. and Zheng, D. (2019) Numerical Simulation of Wind Effects on Super High-Rise Buildings Considering Wind Veering with Height Based on CFD, *Journal of Fluids and Structures*. Academic Press, 91. doi: 10.1016/j.jfluidstructs.2019.102715.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (2015) *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 75 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Analisis Dampak Lalu Lintas*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (2016) *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM. 75 Tahun 2016 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 75 Tahun 2015 Tentang Penyelenggaraan Analisis Dampak Lalu Lintas*. Jakarta: Kementerian Perhubungan . Available at: www.peraturan.go.id (Accessed: 5 February 2020).
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (2017) *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 11 Tahun 2017 Tentang Perubahan Ketiga Atas Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 75 Tahun 2015 Tentang Penyelenggaraan Analisis Dampak Lalu Lintas*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Minhans, A., Zaki, N. H. and Belwal, R. (2013) *Traffic Impact Assessment: A Case of Proposed Hypermarket in Skudai Town of Malaysia | Minhans | Jurnal Teknologi*. Available at: <https://jurnalteknologi.utm.my/index.php/jurnalteknologi/article/view/2139/1703> (Accessed: 5 February 2020).
- Ottawa City Council (2017) *Transportation Impact Assessment Guidelines (2017)*. Ottawa.
- Singapore LTA (2011) *Guideline for Preparation of Traffic Impact Assessment Reports*. Singapore.
- VTPI (2016) *Transportation Cost and Benefit Analysis*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute. Available at: <https://www.vtppi.org/tca/> (Accessed: 4 February 2020).
- Wei, L. et al. (2019) An Overview of the Practice of Traffic Impact Assessment in Malaysia, *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 8(5C). Available at: <https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v8i5C/E11300585C19.pdf> (Accessed: 5 February 2020).
- Yayat, K. D. et al. (2016) Traffic Impact Assessment Practice in Indonesia, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Elsevier BV, 227, pp. 75–80. doi: 10.1016/j.sbspro.2016.06.045.
- Younger, J. S. et al. (2015) Greater Jakarta, The World's Second Largest Conurbation – part 1, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer*. Thomas Telford Ltd , 168 (4), pp. 253–261. doi: 10.1680/jmuen.14.00050.

