

DAMPAK KEWAJIBAN PENGGUNAAN KENDARAAN BERMOTOR LISTRIK BERBASIS BATERAI TERHADAP KEMACETAN DAN EMISI DI PROVINSI JAKARTA

ARIANTO WIBOWO



**ILMU PERENCANAAN PEMBANGUNAN WILAYAH DAN PEDESAAN
FAKULTAS EKONOMI DAN MANAJEMEN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan disertasi dengan judul “Dampak Kewajiban Penggunaan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai Terhadap Kemacetan dan Emisi di Provinsi Jakarta” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, 1 Juli 2025

Arianto Wibowo
H 060 1221 023

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



RINGKASAN

ARIANTO WIBOWO. Dampak Kewajiban Penggunaan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai Terhadap Kemacetan dan Emisi. Dibimbing oleh AKHMAD FAUZI, BABA BARUS dan SRI MULATSIH.

Kemacetan dan emisi adalah permasalahan klasik yang dialami Provinsi DKI Jakarta selama lebih dari dua dekade terakhir. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta sebenarnya telah berupaya melakukan pengendalian lalu lintas melalui berbagai bentuk peraturan daerah dan masih terus menyempurnakannya hingga saat ini. Kebijakan ini bertujuan untuk memitigasi dampak negatif di sektor transportasi, seperti ketergantungan yang berlebihan pada kendaraan Internal Combustion Engine (ICE), tingkat polusi udara yang tinggi, dan kemacetan lalu lintas yang parah.

Kebijakan pengendalian lalu lintas di Provinsi DKI Jakarta sudah beberapa kali mengalami pergantian. Pertama kebijakan “*three in one*” pada tahun 1992, namun tidak efektif karena adanya joki atau penumpang bayaran. Tahun 2016 diganti dengan kebijakan “ganjil genap”, yang mengatur penggunaan mobil plat ganjil pada tanggal ganjil dan plat genap pada tanggal genap. Tahun 2019 ruas jalan ganjil genap ditambah menjadi 25 ruas, dan memberikan pengecualian untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai atau yang biasa disebut KBL BB. Pengecualian ini merupakan implementasi UU No 16 tahun 2016 tentang Paris Agreement atas Konvensi Kerangka Kerja PBB mengenai Perubahan Iklim, dimana Indonesia berkomitmen untuk mengurangi emisi hingga 41% pada tahun 2030, salah satunya emisi dari sektor transportasi.

Pengecualian KBL BB pada ruas jalan ganjil genap ternyata tidak memberikan hasil yang optimal. Kendaraan ICE masih tumbuh 5,9% per tahun (2017-2022), sementara KBL BB hanya tumbuh 1,7%, dan menjadikan Jakarta sebagai kota peringkat 30 termacet di dunia versi tomtom traffic index (2023). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan kebijakan pengendalian lalu lintas yang lebih baik untuk mengatasi kemacetan dan mengurangi emisi. Tujuan penelitian ini adalah: (1) menganalisis karakter kemacetan di ruas jalan ganjil genap wilayah Provinsi Jakarta. (2) menganalisis dampak kewajiban penggunaan KBL BB secara total pada ruas jalan ganjil genap terhadap penggunaan mobil listrik (KBL BB), penggunaan mobil konvensional (ICE), pengurangan kemacetan, dan emisi. (3) menganalisis strategi kebijakan yang optimal untuk pengendalian kemacetan.

Analisis karakter kemacetan untuk menjawab tujuan pertama dilakukan melalui analisis K-Means dengan ruang lingkup 25 ruas jalan ganjil genap dengan beragam variabel yang meliputi: luas wilayah kota administratif, kecepatan rata-rata, kapasitas jalan, volume kendaraan, panjang jalan, jumlah ruas jalan, jumlah ruas jalan ganjil- genap, dan tingkat pelayanan. Variabel-variabel dimaksud diklasterisasi menggunakan algoritma K-Means. Hasilnya diperoleh 3 cluster yaitu: kemacetan tinggi (cluster 1), kemacetan sedang (cluster 2), dan kemacetan ringan (cluster 3).

Analisis dampak kewajiban penggunaan KBL BB pada ruas jalan ganjil genap untuk menjawab tujuan kedua dianalisis menggunakan analisis sistem dinamis (software vensim). Ruang lingkup yang dianalisis meliputi: jumlah kendaraan KBL BB, kendaraan ICE, penurunan emisi, dan tingkat kemacetan. Berdasarkan analisa diperoleh hasil sebagai berikut: Kebijakan kewajiban penggunaan KBL BB yang diwajibkan pada cluster kemacetan tinggi (cluster 1) akan mendorong penurunan jumlah ICE secara signifikan pada tahun 2030 atau berada diatas 98%. Dengan diterapkannya kebijakan tersebut, jumlah ICE di cluster kemacetan tinggi yang sebelumnya berada di angka 88.911 akan menjadi sebesar 1.134 unit. Dengan kebijakan sejenis, jumlah ICE pada cluster kemacetan sedang (cluster 2), dan rendah

(cluster 3) juga akan berkurang hingga sebesar 7.863 unit dan 6.886 unit dari sebelumnya sebesar 117.215 unit dan 39.837 unit atau berkurang sebesar 93,29% dan 82,71%

Melalui analisa sistem dinamis juga mampu membuktikan bahwa penerapan kewajiban penggunaan KBL BB dapat menurunkan konsentrasi emisi sebesar 26,59 %/tahun hingga pada tahun 2035. Peningkatan jumlah KBL BB sebagai dampak dari kebijakan juga terbukti tidak menimbulkan kemacetan baru, karena jumlah KBL BB diperkirakan hanya 38.088 unit di tahun 2060, atau jauh di bawah kapasitas jalan maksimum yang tersedia.

Analisa pilihan strategi kebijakan untuk menjawab tujuan ketiga menggunakan analisis multi kriteria (multipol). Ruang lingkup yang dianalisis meliputi: kriteria, aksi, hingga skenario. Berdasarkan analisis diperoleh hasil bahwa kebijakan pengendalian volume kendaraan memiliki kinerja terbaik terhadap dua skenario yaitu: kemacetan tinggi (cluster 1), dan kemacetan sedang (cluster 2). Kebijakan insentif menduduki kinerja peringkat kedua, dan kebijakan penyediaan infrastruktur pengisian daya memiliki kinerja peringkat ketiga dari seluruh skenario. Kebijakan pengendalian (P3) adalah kebijakan yang paling sesuai untuk pengendalian kemacetan tinggi (cluster 1) dan kemacetan sedang (cluster 2), dengan aksi prioritas diantaranya: peningkatan penggunaan transportasi umum, dan penetapan ruas jalan yang hanya boleh dilewati oleh KBL BB. Kebijakan Insentif (P1) adalah kebijakan yang sesuai untuk seluruh skenario baik dari kemacetan tinggi (cluster 1), kemacetan sedang (cluster 2), hingga kemacetan ringan (cluster 3). Sedangkan kebijakan penyediaan infrastruktur pengisian daya (P2) dapat menjadi solusi pengendalian kemacetan ringan (cluster 3).

Kata kunci: emisi, KBL BB, kemacetan, sistem dinamis.



SUMMARY

ARIANTO WIBOWO. Leveraging Battery Electric Vehicles (BEV) and Policy Interventions to Mitigate Jakarta's Traffic and Pollution Crisis. Supervised by AKHMAD FAUZI, BABA BARUS and SRI MULATSIH.

Congestion and emissions are classic problems experienced by the DKI Jakarta Province for more than the last two decades. The DKI Jakarta Provincial Government has actually attempted to control traffic through various forms of regional regulations and is still continuing to improve them to this day. This policy aims to mitigate negative impacts in the transportation sector, such as excessive dependence on Internal Combustion Engine (ICE) vehicles, high levels of air pollution, and severe traffic congestion.

Traffic control policies in DKI Jakarta Province have changed several times. The first was the "three in one" policy in 1992, but it was ineffective because of the presence of jockeys or paid passengers. In 2016 it was replaced with the "odd-even" policy, which regulates the use of odd-numbered cars on odd dates and even-numbered cars on even dates. In 2019, the odd-even road sections were increased to 25 sections, and an exception was given for Battery Electric Vehicles or commonly called BEV. This exception is an implementation of Law No. 16 of 2016 concerning the Paris Agreement on the United Nations Framework Convention on Climate Change, where Indonesia is committed to reducing emissions by 41% by 2030, which one of emissions come from the transportation sector.

The exception of BEV on odd-even roads did not provide optimal results. ICE vehicles are still growing by 5.9% per year (2017-2022), while BEV only grew by 1.7%, and made Jakarta the 30th most congested city in the world according to the Tomtom Traffic Index (2023). Therefore, research is needed to develop better traffic control policies to overcome congestion and reduce emissions. The objectives of this study are (1) to analyze the characteristics of congestion on odd-even roads in the Jakarta Province. (2) to analyze the impact of the mandatory use of BEV in total on odd-even roads on the use of electric cars (BEV), the use of conventional cars (ICE), reducing congestion, and emissions. (3) to analyze the optimal policy strategy for controlling congestion.

The analysis of congestion characteristics to answer the first objective was carried out through K-Means analysis with a scope of 25 odd-even road sections with various variables including: the area of the city administrative, average speed, road capacity, vehicle volume, road length, number of road sections, number of odd-even road sections, and service level. These variables were clustered using the K-Means algorithm. The results obtained were 3 clusters, namely: high congestion (cluster 1), moderate congestion (cluster 2), and light congestion (cluster 3).

The analysis of the impact of the mandatory use of KBL BB on odd-even roads to answer the second objective was analyzed using dynamic system analysis (vensim software). The scope of the analysis includes: the number of BEV vehicles, ICE vehicles, emission reduction, and congestion levels. Based on the analysis, the following results were obtained: The mandatory BEV use policy in the high congestion cluster (cluster 1) will significantly reduce the number of ICEs in 2030 or above 98%. With the implementation of this policy, the number of ICEs in the high congestion cluster which was previously at 88,911 will be 1,134 units. With a similar policy, the number of ICEs in the moderate congestion cluster (cluster 2), and low congestion clusters (cluster 3) will also decrease by 7,863 units and 6,886 units from the previous 117,215 units and 39,837 units or a decrease of 93.29% and 82.71%.

Through dynamic system analysis, it is also possible to prove that the implementation of the obligation to use BB KBL can reduce emission concentrations by 26.59%/year until

2035. The increase in the number of BB KBL as a result of the policy has also been proven not to cause new congestion, because the number of BB KBL is estimated to be only 38,088 units in 2060, or far below the maximum road capacity available.

Analysis of policy strategy choices to answer the third objective uses multi-criteria (multipol) analysis. The scope analyzed includes: criteria, actions, and scenarios. Through the analysis of policy strategies based on multi-criteria (multipol), the results obtained that the vehicle volume control policy has the best performance in two scenarios, namely: high congestion (cluster 1), and moderate congestion (cluster 2). The incentive policy ranks second in performance, and the charging infrastructure provision policy has the third highest performance of all scenarios. The control policy (P3) is the most appropriate policy for controlling high congestion (cluster 1) and moderate congestion (cluster 2), with priority actions including: increasing the use of public transportation, and implement road sections hat can only be passed by BEV. Incentive Policy (P1) is a policy that is appropriate for all scenarios, from high congestion (cluster 1), moderate congestion (cluster 2), to low congestion (cluster 3). Meanwhile, the charging infrastructure provision policy (P2) is suitable as a solution to controlling low congestion (cluster 3).

Keywords: BEV, congestion, emissions, system dynamic



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025¹³
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

13 Pelimpahan hak cipta atas karya tulis dari penelitian kerja sama dengan pihak luar IPB harus didasarkan pada perjanjian kerja sama yang terkait

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**DAMPAK KEWAJIBAN PENGGUNAAN KENDARAAN BERMOTOR
LISTRIK BERBASIS BATERAI TERHADAP KEMACETAN
DAN EMISI DI PROVINSI JAKARTA**

ARIANTO WIBOWO

Disertasi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Doktor Pada
Program Studi Ilmu Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Pedesaan

**ILMU PERENCANAAN PEMBANGUNAN WILAYAH DAN PEDESAAN
FAKULTAS EKONOMI DAN MANAJEMEN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Dr. Ir. Umar Mansyur, M.T
2. Dr. Ir. Wiwiek Rindayati, M.Si

Judul Disertasi : Dampak Kewajiban Penggunaan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis
Baterai terhadap Kemacetan dan Emisi di Provinsi Jakarta
Nama : Arianto Wibowo
NIM : H0601221023

Disetujui Oleh:

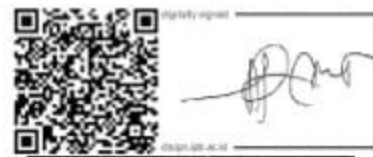
Pembimbing 1:
Prof. Dr.Ir. Akhmad Fauzi, M.Sc



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Baba Barus, M. Sc



Pembimbing 3:
Dr. Ir. Sri Mulatsih M. Sc, Agr



Diketahui oleh:

Ketua Program Studi:
Prof. Dr.Ir. Akhmad Fauzi, M.Sc
NIP 196204211986031003



Dekan Fakultas Ekonomi dan Manajemen
Prof. Dr. Irfan Syauqi Beik, SP, MSc.Ec.
NIP. 197904222006041002



Tanggal Ujian Tertutup: 28 Mei 2025

Tanggal Pengesahan:

Tanggal Sidang Promosi: 1 Juli 2025

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkah dan karunia Nya, sehingga disertasi dengan judul Dampak Kewajiban Penggunaan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBL BB) ini dapat diselesaikan.

Disertasi ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi kebijakan yang optimal dalam mengurangi dampak dari tingginya penggunaan kendaraan konvensional atau *internal combustion engine* (ICE) di Provinsi Jakarta, khususnya dalam hal penyebab kemacetan dan emisi. Sudut pandang yang dimuat dalam disertasi ini berfokus kepada optimalisasi kebijakan dengan berbagai dukungan analisa didalamnya, dengan harapan dapat menjadi salah satu pertimbangan dalam pilihan kebijakan yang dapat diimplementasikan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi sejak dua dekade terakhir.

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Komisi Pembimbing diantaranya: Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M. Sc, Prof. Dr. Ir. Baba Barus, M. Sc, dan Dr. Ir. Sri Mulatsih M. Sc, Agr, yang telah memberikan dukungan penuh dalam penetapan judul penelitian, kerangka berpikir, metodologi, hingga format dan sistematika penulisan.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada istri, anak-anak, seluruh keluarga tercinta, dan seluruh pihak terkait yang telah memberikan dukungan yang luar biasa, baik dari sisi waktu, doa, dan tenaga, sehingga disertasi ini dapat diselesaikan.

Semoga disertasi ini dapat memberikan gambaran secara utuh terkait proses evaluasi kebijakan berbasis data dan fakta, sehingga implementasi kebijakan dapat berjalan secara optimal.

Bogor, 1 Juli 2025

Arianto Wibowo



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	6
1.4 Manfaat	6
1.5 Ruang Lingkup	6
1.6 Kebaruan (Novelty)	6
II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Teori Kebijakan Publik	9
2.2 Kebijakan Sektor Transportasi di Indonesia Menghadapi Perubahan Iklim	9
2.3 Karakter Kemacetan dan Emisi	11
2.4 Penelitian terkait yang pernah dilakukan	12
2.5 Kerangka pikir penelitian	15
III METODE	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.3 Prosedur Kerja	18
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Analisis Karakter Kemacetan di Wilayah Provinsi Jakarta	46
4.2 Analisis Dampak Kewajiban Penggunaan KBL BB Secara Optimal Pada Ruas Jalan Ganjil Genap dan Dampaknya Terhadap Tingkat Penggunaan Mobil Konvensional (ICE), Pengurangan Kemacetan, dan Emisi	58
4.3 Analisis Pilihan Strategi Kebijakan Yang Optimal Untuk Pengendalian Kemacetan Pada Berbagai Skenario	71
V SIMPULAN DAN SARAN	81
5.1 Simpulan	81
5.2 Saran	82
VI DAFTAR PUSTAKA	83

DAFTAR TABEL

1.1	Perkembangan peraturan dan jumlah ruas jalan ganjil genap di Jakarta	2
2.1	Kategori tingkat layanan jalan berdasarkan kecepatan	12
2.2	Konsentrasi emisi di wilayah jakarta	12
2.3	Penelitian yang pernah dilakukan	13
3.1	Data analisa lokasi	19
3.2	Data ruas jalan berdasarkan koordinat	20
3.3	Pelabelan Data	21
3.4	Data luas wilayah kota di Jakarta	22
3.5	Data karakteristik ruas jalan	22
3.6	Data analisa dinamis	26
3.7	Variabel terkait skenario cluster	27
3.8	Variabel yang mempengaruhi transisi ICE ke KBL BB	27
3.9	Perwakilan stakeholder dalam diskusi	41
3.10	Skala penilaian evaluasi aksi terhadap kriteria	44
4.1	Analisis deskriptif ruas jalan ganjil genap	46
4.2	Normalisasi data	47
4.3	Karakteristik ruas jalan berdasarkan cluster	51
4.4	Daftar ruas jalan berdasarkan cluster	51
4.5	Hasil Principal Component Analysis (PCA)	57
4.6	Simulasi perkembangan jumlah KBL BB, ICE dan Bus	61
4.7	Simulasi penurunan konsentrasi emisi dan peningkatan KBL BB	66
4.8	Simulasi pertumbuhan jumlah KBL BB terhadap kapasitas jalan	68
4.9	Kriteria yang disetujui pemangku kepentingan	72
4.10	Aksi yang dilakukan	73
4.11	Bentuk-bentuk kebijakan	73
4.12	Pilihan skenario	74
4.13	Penilaian evaluasi aksi terhadap kriteria	74
4.14	Penilaian evaluasi kebijakan terhadap kriteria	74
4.15	Penilaian evaluasi skenario terhadap kriteria	74
4.16	Evaluasi terhadap aksi dan kebijakan	75
4.17	Kinerja kebijakan terhadap skenario	77

DAFTAR GAMBAR

1.1	Pertumbuhan jumlah mobil penumpang tahun 2017 - 2022	1
1.2	Persentase penjualan KBL BB dibandingkan dengan ICE	4
1.3	Kesenjangan penelitian	8
2.1	Alur sistem kebijakan berbasis <i>earth system governance</i>	9
2.2	Kerangka pikir penelitian	17
3.1	Peta Ruas jalan ganjil genap	18
3.2	Tahapan analisa karakter kemacetan di wilayah Provinsi Jakarta	19
3.3	Peta lokasi 25 nama ruas jalan ganjil genap	21
3.4	Tahapan analisa dampak kewajiban penggunaan KBL BB	26
3.5	Diagram alir untuk sistem dinamis	28
3.6	Causal loop diagram	29
3.7	Proyeksi jumlah kendaraan di 25 ruas jalan ganjil genap	30
3.8	Proyeksi jumlah kendaraan pada cluster 1	30
3.9	Proyeksi jumlah kendaraan pada cluster 2	31
3.10	Proyeksi jumlah kendaraan pada cluster 3	31
3.11	Pangsa pasar kendaraan tahun 2022	32
3.12	Pangsa pasar kendaraan tahun 2023	33
3.13	Pangsa pasar kendaraan berjenis 7 penumpang berdasarkan harga rata-rata tahun 2022 dan tahun 2023	33
3.14	Pangsa pasar kendaraan berjenis 5 penumpang berdasarkan harga rata-rata tahun 2022 dan tahun 2023	34
3.15	Profil kendaraan berjenis 5 penumpang berdasarkan selisih harga rata-rata tahun 2022 dan tahun 2023	35
3.16	Profil kendaraan berjenis 7 penumpang berdasarkan harga rata-rata tahun 2022 dan tahun 2023	35
3.17	Proyeksi jumlah konsentrasi emisi	38
3.18	Stock and flow diagram	40
3.19	Tahapan analisa pilihan strategi kebijakan	42
3.20	Tahapan penggunaan multipol	45
4.1	Jumlah cluster terbaik berdasarkan nilai <i>sihouette</i>	48
4.2	Jumlah ruas jalan berdasarkan cluster	50
4.3	Komposisi persentase ruas jalan berdasarkan cluster	50
4.4	Lokasi ruas jalan pada cluster 1	52
4.5	Peta keterkaitan antar ruas jalan pada cluster 1	53
4.6	Lokasi ruas jalan pada cluster 2	53
4.7	Peta keterkaitan antar ruas jalan pada cluster 2	54
4.8	Lokasi ruas jalan pada cluster 3	55
4.9	Peta keterkaitan antar ruas jalan pada cluster 3	55
4.10	Peta persebaran kemacetan pada cluster 1, 2 dan 3	56
4.11	Grafik PCA 80%	57
4.12	Perbandingan simulasi pengendalian dan tanpa pengendalian pada cluster 1	59
4.13	Perbandingan simulasi pengendalian dan tanpa pengendalian pada cluster 2	59
4.14	Perbandingan simulasi pengendalian dan tanpa pengendalian pada cluster 3	60
4.15	Perbandingan pengendalian dan tanpa pengendalian pada seluruh ruas jalan ganjil genap	60
4.16	Simulasi penurunan jumlah kendaraan ICE	61
4.17	Simulasi jumlah KBL BB dan Bus listrik dengan skenario kenaikan harga BBM	63

4.18	Simulasi jumlah KBL BB dan Bus listrik dengan skenario kenaikan harga pengisian daya listrik	63
4.19	Simulasi jumlah KBL BB dan Bus listrik dengan skenario tanpa subsidi harga	64
4.20	Simulasi jumlah KBL BB dan Bus listrik dengan skenario peningkatan jumlah SPKLU	65
4.21	Perbandingan simulasi pengendalian dan tanpa pengendalian pada konsentrasi emisi	65
4.22	Simulasi peningkatan jumlah KBL BB dan konsentrasi emisi	66
4.23	Simulasi jumlah KBL BB dan kapasitas jalan ganjil genap	67
4.24	Simulasi kecepatan KBL BB di seluruh ruas jalan ganjil genap	69
4.25	Simulasi kecepatan KBL BB pada kapasitas maksimum level D	70
4.26	Simulasi kecepatan KBL BB pada kapasitas maksimum level C	70
4.27	Peta kedekatan aksi dan kebijakan	76
4.28	Peta profil aksi terhadap kebijakan	77
4.29	Peta profil kebijakan terhadap skenario	78
4.30	Peta kedekatan skenario dan kebijakan	78
4.31	Potensi jalur kebijakan (policy path) dan program yang dapat menjadi pilihan untuk dijalankan	79

DAFTAR LAMPIRAN

1	Analisis karakteristik pada 25 ruas jalan melalui Aplikasi Orange	91
2	Analisis Sistem Dinamis melalui Aplikasi Vensim	94
3	Analisis Pilihan Strategi Kebijakan melalui Aplikasi Multipol	95

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

