

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Emisi gas rumah kaca yang memicu terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim yang berasal dari hasil produksi energi menjadi persoalan bersama dan merupakan permasalahan lingkungan yang serius. Sudeep et al, (2013: 785) menjelaskan bahwa transportasi dalam petroleum menyumbang 95% dari total energi yang digunakan dunia, mengkonsumsi lebih dari 60% minyak dunia dan bertanggung jawab terhadap polusi dan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 23%. Sektor transportasi berkontribusi terhadap emisi karbondioksida (CO₂). Berdasarkan estimasi dari publikasi IEA (2010: 432), disampaikan bahwa emisi karbondioksida dari sektor transportasi secara global mencapai 6.605 miliar ton, dengan 1.44 kali lebih banyak dari pada tahun 1990an. Tahun 2020 diperkirakan emisi mencapai 7,2 Gt CO₂ dan naik 7,7 Gt CO₂ pada tahun 2035. Transportasi darat merupakan sumber terbesar dari Gas Rumah Kaca (GRK) dimana 77% dari total emisi dari sektor transportasi, diperkirakan karbondioksida akan terus naik mencapai 9,3 miliar ton pada tahun 2030 dimana 41% lebih tinggi daripada tahun 2008.

UNFCCC (2006: 8) menjelaskan yang termasuk unsur dalam GRK adalah Karbondioksida (CO₂), Metana (CH₄), Dinitrogen monoksida (N₂O), Hidro fluorocarbon (HFCs), Sulfurhexaflorida (SF₆), Perfluoro carbon (PFCs) dan gas – gas turunan lainnya. Karbondioksida (CO₂) yang dihasilkan oleh aktivitas transportasi merupakan penyumbang emisi gas rumah kaca global yang sangat besar yang selanjutnya disusul oleh gas metana. IPCC (2007:4) dalam laporan sintesis yang ke empat yang merupakan hasil berbagai data observasi dan hasil keluaran model iklim global menerangkan bahwa peran kontribusi

kegiatan manusia (faktor antropogenik) meningkatkan konsentrasi CO₂ di atmosfer dari 280 ppm pada tahun 1850 menjadi 379 ppm pada tahun 2005 dan mempercepat laju peningkatan rata-rata global hingga mencapai 0.74°C ± 0.18° selama periode 1906–2005.

IEA (2013) dan Kahn et. al., (2007) menjelaskan bahwa 60 persen dari konsumsi minyak global dan seperempat CO berhubungan dengan emisi yang dihasilkan. Tao dan Hung (2003), menjelaskan bahwa setiap kendaraan pribadi yang ada telah menyumbang sekitar 20-25% emisi CO₂ secara global. Laporan Institut Energi terbarukan Jerman, (2009) menjelaskan bahwa Negara penyumbang emisi global CO₂ terbesar ada di China sebanyak 6,810 emisi CO₂ per miliar ton dan Indonesia berada pada peringkat ke 19 yaitu sebesar 0,377 emisi CO₂ per miliar ton.

Indonesia merupakan salah satu negara pengguna energi terbesar ketiga dibidang transportasi setelah sektor rumah tangga dan industri. Kementrian ESDM (2008) menunjukkan bahwa total konsumsi energi pada tahun 2007 sebesar 179 juta sbm dan secara nasional menghasilkan emisi CO₂ sebesar 73 juta ton. Undang Undang 22 tahun 2009 tentang lalu lintas pasal 2009 ayat 1 mengamanatkan bahwa untuk menjamin kelestarian lingkungan, dalam setiap kegiatan di bidang lalu lintas dan angkutan jalan harus dilakukan pencegahan dan penanggulangan pencemaran lingkungan hidup untuk memenuhi ketentuan baku mutu lingkungan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Dengan demikian emisi CO₂ yang dapat memberikan efek bagi peningkatan gas rumah kaca sedianya dapat dikendalikan guna menjaga kelestarian lingkungan. Sedangkan pasal 3 huruf j bahwa perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup bertujuan untuk mengantisipasi isu lingkungan global.

Salah satu faktor yang terjadi saat ini karena dihadapkan pada kondisi dimana jumlah penduduk yang secara global terus meningkat. Dengan penambahan penduduk tersebut banyak hal yang akan dihadapi mulai dari meningkatnya kebutuhan pangan, pemukiman, lapangan kerja, transportasi, kesehatan, pendidikan dan lain sebagainya, yang pada akhirnya akan berdampak pada masalah lingkungan hidup. Hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan penduduk dengan segala permasalahan harus diselesaikan dengan pembangunan yang memerlukan ketersediaan energi yang cukup. Berbicara masalah energi tentunya hal ini tidak dapat terlepas dari masalah lingkungan karena penggunaan energi berdampak pada lingkungan, terutama energi yang diperoleh dari energi fosil.

Berdasarkan data dari UN (2011: 3-5) bahwa penduduk global saat ini terus naik dari 7 miliar penduduk dimana diantaranya tinggal dikota dan akan terus naik menjadi 9,2 miliar pada tahun 2050, sekitar 40% penduduk di dunia tinggal di perkotaan dan jumlah tersebut akan meningkat menjadi 47% pada tahun 2025, rata-rata kenaikan penduduk di perkotaan pada tahun 2030-2050 adalah sebesar 1,1% / tahun. Penelitian Rockstrom et. al. (2009: 473-474); Cardinale et al. (2012: 59-60) menjelaskan bahwa dengan meningkatnya jumlah penduduk Global akan mendorong permasalahan lingkungan global lainnya antara lain masalah air, *biodiversity*, *climate change* dan *nutrient cycle*.

Pertumbuhan kota di berbagai negara dengan jumlah penduduk yang terus bertambah akan meningkatkan pula mobilitas penduduknya. Miller (2007: 5) dan Sudalma et al. (2015 : 247) menjelaskan pertumbuhan jumlah penduduk pada suatu kawasan memiliki implikasi terhadap permasalahan lingkungan dan dapat menjadi bencana bagi kehidupan. Salah satu permasalahan lingkungan yang ada dengan pertumbuhan jumlah penduduk adalah akan meningkatkan pula mobilitas penduduknya. Hal ini karena tata ruang yang ada lebih berfokus pada rencana pelayanan permukiman, perdagangan dan jasa, serta pelayanan lainnya daripada

perencanaan suatu sistem yang terintegrasi antara guna lahan dan pelayanan transportasinya. Sperling dan Gordon (2009 : 3) dalam penelitiannya menyampaikan bahwa jumlah kendaraan bermotor saat ini telah mencapai satu miliar. OECD (2013: 141) menyampaikan bahwa penggunaan energi di dunia transportasi dimasa akan datang diprediksi akan naik 2% setiap tahunnya.

Perkembangan jumlah penduduk ini terjadi secara global termasuk salah satunya di Indonesia. Sensus penduduk Indonesia (2010) menjelaskan bahwa penduduk di perkotaan telah mencapai 50%. Harian Kompas (2012) menyampaikan bahwa jumlah penduduk Indonesia yang tinggal di perkotaan diperkirakan telah mencapai 54%. Jika saat ini penduduk Indonesia sudah lebih dari 240 Juta, artinya paling sedikit 129,6 juta orang yang menyesaki perkotaan. Salah satu kota besar di Indonesia yang memiliki perkembangan yang cukup signifikan terkait dengan jumlah penduduk dan peningkatan aktivitasnya adalah Kota Semarang.

Data BPS Kota Semarang (2018: 30) menyebutkan jumlah penduduk di Kota di Semarang sebanyak 1.753.092 jiwa dengan kenaikan jumlah penduduk rata-rata pertahun 1,7 %. Penduduk tersebut menyebar ke beberapa kawasan di Kota Semarang, bahkan saat ini sudah mengarah ke daerah-daerah pelosok dan perbatasan daerah dimana kondisinya terbatas pada pelayanan angkutan umum. Kondisi inilah yang menyebabkan penduduk untuk berusaha memiliki kendaraan pribadi karena selain mudah dalam mendukung aktivitasnya juga dikarenakan masih rendahnya pelayanan angkutan umum di kawasan tersebut.

BPS Kota Semarang (2018 : 115) menjelaskan bahwa jumlah kendaraan bermotor saat ini mencapai 190.378 yang terdiri dari bus (445), truk (1474), mobil dinas/pribadi (33.523) dan sepeda motor (151.290) dengan total prosentase kendaraan pribadi dan sepeda

motor mencapai 98,97% dari pada jumlah kendaraan lainnya. Jumlah kendaraan tersebut dilayani oleh jalan menurut BPS Provinsi Jawa Tengah (2017: 15) sepanjang 2.797 km yang terdiri dari jalan nasional 68 km, jalan provinsi 39,53 km, dan jalan kota sepanjang 2.690 km.

Bappeda Kota Semarang (2016), menggambarkan bahwa pola aktifitas yang utama masyarakat Kota Semarang adalah pergerakan dari rumah menuju tempat kerja, atau perdagangan atau tempat pendidikan, karena sifatnya yang rutin dan harian. Sedangkan Dinas Perhubungan Kota Semarang (2014) menjelaskan bahwa pola perjalanan masyarakat ada dua yaitu mendukung aktivitas bekerja (*working trip base*) dan menunjang pariwisata (*leisure trip base*). Meskipun demikian tidak selamanya pergerakan itu untuk bekerja dan pariwisata namun juga untuk keperluan pendidikan, kesehatan dan sosial lainnya. Pola perjalanan yang ada di Kota Semarang ditunjang oleh 116 trayek baik angkutan kota antar Propinsi (AKAP) dan angkutan kota dalam Propinsi (AKDP).

Sofianiadi dan Kristianto (2004: 75) menjelaskan salah satu contoh pelayanan angkutan kota No. C.08 rute Penggaron – Kr. Ayu bahwa kondisi pelayanan angkutan umum rata-rata *load factor* adalah 71,33% dari 132 angkot yang beroperasi dari seharusnya yang berjumlah 225 angkot. Jumlah *load faktor* dan jumlah angkot tersebut semakin berkurang dikarenakan semakin kurangnya optimalnya pelayanan dan semakin banyaknya masyarakat yang kini memiliki kendaraan pribadi.

Harian Suara Merdeka (2013), menyampaikan bahwa ahli transportasi, Bambang Riyanto menegaskan bahwa kemacetan yang mulai melanda Kota Semarang hanya bisa ditekan dengan kebijakan pembatasan kepemilikan atau penggunaan kendaraan pribadi. Namun hal itu seperti tidak pernah dilakukan, justru kebijakan yang muncul seolah kian membebaskan masyarakat untuk menambah kendaraan antara lain kredit dan *down payment*

(DP) untuk beli kendaraan bermotor yang murah dan kebijakan lainnya seperti *Low Cost Green Car* (LCGC) justru menambah jumlah kendaraan mobil. Meningkatnya jumlah kendaraan di Kota Semarang berdampak pada meningkatnya jumlah penggunaan bahan bakar dan emisi CO₂.

Handajani (2011: 58) dalam penelitiannya menyampaikan bahwa konsumsi BBM kota sangat dipengaruhi oleh jumlah penduduk, PDRB, jumlah kendaraan dan panjang jalan. Kota Semarang memiliki konsumsi BBM 0,27kl/jiwa lebih banyak dibanding Kota Surakarta 0,18kl/jiwa. Tatralok (2014), menjelaskan bahwa Kota Semarang juga semakin hari semakin macet apabila tidak segera ada penanganannya. Kondisi-kondisi jaringan jalan yang rawan akan kemacetan ini banyak terjadi pada jalan-jalan utama Kota Semarang terutama pada jaringan jalan pada koridor jalan yang menghubungkan kawasan-kawasan pemukiman di daerah pinggiran kota ke pusat kota, seperti Jalan Raya Ngalian, Jalan Kedungmudu, Jalan Teuku Umar, Jalan Siliwangi, Jalan Raya Kaligawe dan Jalan Majapahit.

Harian Kompas (2015), memberitakan bahwa dalam hasil survei penggunaan alat navigasi Tom-Tom GPS untuk mengetahui rata-rata berhenti perkilometranya yang menunjukkan tingkat kemacetan lima besar kota di dunia yaitu: 1. Jakarta-Indonesia 2. Istanbul-Turki 3. Kota Meksiko-Meksiko 4. Surabaya-Indonesia dan 5. St PETERSBURG-Rusia. Dari hasil survey tersebut dua kota di Indonesia masuk kedalam lima besar kota termacet di dunia. Oleh karena itu Kota Semarang yang saat ini mengalami pertumbuhan kota yang signifikan harus sudah mulai memikirkan bagaimana mengatasi permasalahan transportasi kedepan.

Bappeda Kota Semarang (2009 : 1-21) dalam naskah akademik RTRW 2011-2031 pada bab empat tentang kebijakan RTRW dijelaskan bahwasanya telah merencanakan pada BWK I, II dan III merupakan kawasan perkotaan utama yang memiliki pola perkembangan

primer dengan pelayanan regional, mendorong pelayanan jaringan jalan yang konsentris menjadi radial konsentris dengan perencanaan jalan-jalan lingkaran, serta mendorong adanya pengembangan pusat – sub pusat atau pusat-pusat baru. Namun demikian apa yang telah menjadi telaah dari naskah akademik tersebut belum terlaksana optimal hingga pelaksanaan Perda No 14 Tahun 2011 tentang RTRW 2011-2031 berlaku. Pelayanan BRT saat ini masih sebatas pada pelayanan koridor utama, sedangkan pelayanan pada koridor penghubung (feeder) daerah-daerah yang rencana dikembangkan belum nampak optimal melainkan masih bergantung pada pelayanan yang sudah ada.

IPCC (2007 : 37) menjelaskan bahwa saat ini konsentrasi CO₂ masih terus meningkat dengan rata-rata sepuluh terakhir (1995-2005) adalah 1.9 ppm per tahun, kondisi ini lebih cepat dibanding pada tahun 1960-2005 sebesar 1.4 ppm per tahun. Sedangkan batas karbondioksida di atmosfer yang harus dipertahankan agar kerusakan lingkungan tidak semakin parah adalah pada jumlah 450 ppm. KLH (2012) menjelaskan bahwa pada saat ini, konsentrasi CO₂ di atmosfer ialah sekitar 383 ppm (part per million) atau sekitar 0.0383% volume atmosfer. Sedangkan CH₄ dan N₂O masing-masing 1745 ppb dan 314 ppb (part per billion) atau sekitar 0.000175% dan 0.0000314% volume atmosfer.

Bappenas (2014) menjelaskan bahwa transportasi sebagai sumber utama penghasil emisi GHG di Indonesia. Pada tahun 2005, sektor transportasi berkontribusi 23% dari total CO₂ yaitu sekitar 68 juta ton CO₂. Meningkatnya jumlah kendaraan di perkotaan saat ini menyebabkan jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan juga semakin meningkat. Kementerian Lingkungan Hidup, 2006, Penyumbang polusi udara terbesar khususnya adalah dari kota-kota besar seperti Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya, dimana sektor transportasi penyumbang terbesarnya 90% adalah dari transportasi darat dengan kenaikan rata-rata 8 -12 % per tahun.

GIZ Paklim dan Pemerintah Kota Semarang (2012), menghitung akibat dari meningkatnya jumlah kendaraan pribadi dan aktivitas pergerakan masyarakat baik yang tinggal di Kota Semarang maupun yang melintas di Kota Semarang memberikan dampak pada emisi CO₂ hingga mencapai 1,101,142.93 ton CO₂e. Emisi ini yang secara tidak langsung memberikan sumbangan terhadap efek terhadap gas rumah kaca yang dampaknya adalah pemanasan global yang apabila dibiarkan terus menerus akan merusak tatanan baik itu lingkungan dan kesehatan. Sofianiadi et al, (2015) menyampaikan dalam penelitiannya dalam mengurangi emisi CO₂ perlu adanya koordinasi antara Pemerintah Pusat, Pemerintah Provinsi dan juga menjalin kerjasama antar komunitas dalam membangun pembangunan transportasi yang berkelanjutan. Protokol Kyoto pada Konvensi Kerangka Kerja PBB perubahan Iklim (UNFCCC) pada sesi ketiga conference of the parties (COP 3) pada tanggal 11 Desember 1997 di Kyoto, Jepang. Pada pasal 12 protokol telah disebutkan sebuah program yang disebut *Clean Development Mechanism (CDM)* dapat dilakukan oleh negara-negara non Annex I termasuk Indonesia dalam mencapai pembangunan yang berkelanjutan

Menurut Metz (2015: 370) salah satu kebijakan kota yang sukses yang dapat meningkatkan efisiensi perjalanan dari jumlah penduduk yang terus berkembang dengan menggunakan jalur kereta dan atau jejaring Bus Rapid Transit (BRT). Memindahkan para pengguna kendaraan pribadi ke angkutan umum massal merupakan solusi ideal untuk mengurangi kemacetan di jalan, sekaligus menekan polusi ideal untuk mengurangi kemacetan di jalan yang sekaligus menekan dampak polusi dan emisi CO₂ yang berasal dari gas buang kendaraan, dan menghemat penggunaan BBM. Masalahnya sekarang adalah bagaimana membuat angkutan umum massal tersebut menarik minat mereka yang selama ini menggunakan kendaraan pribadi.

Susantono (2013: 25) menjelaskan bahwa tujuan kebijakan transportasi perkotaan seyogyanya adalah untuk menyeimbangkan keuntungan ekonomis yang dihasilkan dari penambahan perjalanan, dengan biaya yang diperlukan untuk mengakomodasi perjalanan tersebut, yaitu dengan cara memperluas kapasitas angkut sistem transportasi tanpa menambah kemacetan lalu lintas yang dimungkinkan dengan peralihan moda yang mampu menggunakan ruang publik di perkotaan lebih efisien, seperti bus, keretapi atau angkutan umum massal lainnya.

B. Perumusan Masalah

Pertumbuhan dan jumlah penduduk di Kota Semarang yang meningkat, berdampak pada meningkatnya tingkat mobilitasnya. Selain itu pengaruh dari penataan ruang dimana pembangunan perumahan dan sarana fasilitas yang ada masih belum terintegrasi dengan jaringan pelayanan transportasi mendorong masyarakat untuk memenuhi kebutuhan mobilitasnya menggunakan kendaraan pribadi.

Kebijakan Kota Semarang sebagai Kota Metropolitan memberikan dorongan sebagai kota yang memiliki daya tarik atau tempat tujuan atau tempat tarikan (*destination*) bagi masyarakat kota Semarang bahkan daerah sekitarnya (*hinterland*). Selain itu dengan perkembangan jumlah penduduk dan kepemilikan kendaraan pribadi mengakibatkan Kota Semarang semakin padat dalam aspek transportasinya sehingga hampir di semua ruas jalan mengalami peningkatan jumlah kendaraan yang melewati dan pada jalan-jalan utama terjadi kemacetan lalulintas. Kondisi inilah yang menyebabkan dimana transportasi yang menghasilkan emisi CO₂ yang semakin lama akan semakin besar dan memperparah pengaruhnya terhadap Gas Rumah Kaca (GRK).

Dari permasalahan – permasalahan tersebut di atas, dapat dibuat perumusan masalah yang dapat dituliskan dalam bentuk beberapa kalimat pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pola transportasi di Kota Semarang
2. Apa faktor-faktor yang berpengaruh pada pola tersebut?
3. Bagaimana pengaruh tata guna lahan terhadap pola transportasi?
4. Bagaimana dampak pola transportasi tersebut terhadap emisi CO₂?
5. Apa langkah dan upaya untuk menekan emisi dan model transportasi yang berkelanjutan ?

C. Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini adalah:

- a. Sumber emisi CO₂ sumber emisi antropogenik dari kendaraan bermotor dari kegiatan transportasi yang berada di wilayah Kota Semarang. Sumber emisi dari pola pergerakan masyarakat Kota Semarang khususnya pada penggunaan kendaraan roda empat dan roda dua yang digunakan masyarakat dalam melakukan aktivitas sehari-hari khususnya adalah bekerja dan sekolah. Konsentrasi CO₂ ditentukan dengan melalui jumlah bahan bakar yang digunakan di Kota Semarang.
- b. Sumber emisi bergerak dihitung berdasarkan pola pergerakan masyarakat yang melakukan aktivitas sehari-hari, dengan demikian dapat diketahui jarak perjalanan dan konsumsi bahan bakar minyak (BBM) yang digunakan.
- c. Model emisi CO₂ dikembangkan dengan asumsi:
 - i. Sumber emisi terjadi secara kontinyu.
 - ii. Sebaran emisi CO₂ dari sumber-sumber emisi menggunakan *guidline* IPCC, Gaussian, model combustion, model mobil 6.
 - iii. Sumber emisi CO₂ dari rata-rata pola pergerakan masyarakat dalam melakukan aktivitasnya.

- iv. Tata guna lahan sesuai dengan perda RTRW no 14 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang 2011-2031
- v. Tidak memperhatikan kaitanya dengan faktor cuaca dan faktor eksternal lainnya.

D. Orisinalitas

Penelitian ini untuk menemukan model yang lebih mutakhir terkait dengan integrasi menggabungkan pola pergerakan transportasi yang memiliki karekteristik berbeda akibat dari pola ruang, konsumsi bahan bakar minyak (BBM) dengan perhitungan emisi CO₂(e) berdasarkan pada *guidline* IPCC.

Memperhatikan beberapa hasil penelitian yang ada mengenai transportasi, emisi CO₂ dan lingkungan, penelitian ini menjadi bersifat lintas sektoral dan memiliki beberapa variabel yang belum diketahui keterkaitan satu sama lainnya, sehingga banyak pakar atau peneliti yang belum meneliti fenomena tersebut secara detail. Setelah beberapa konsep model, dicari model yang dapat mendiskripsikan kondisi riil dan fenomena transportasi dan pengaruhnya terhadap emisi kendaraan dan transportasi berkelanjutan diurai secara detail melalui ide dan gagasan yang dituangkan dalam bentuk bagan alir (model diagram). Bagan alir tersebut selanjutnya dibuat menjadi model matematis atau statistik agar variabel-variabelnya dapat dianalisis secara terukur (model kuantitatif atau model matematis), sehingga mudah dioperasionalkan.

Kebaruan penelitian ini adalah tersusunnya model keterkaitan sumber emisi CO₂ melalui pergerakan atau aktivitas masyarakat, sehingga nantinya dapat dilakukan upaya pengendalian dan penurunan emisi CO₂ dalam upaya menata transportasi yang berkelanjutan yang paling efisien. Hasil penelitian ini diharapkan juga dapat digunakan di kota lain yang selain memiliki karakteristik topografi sama juga memiliki pola pergerakan yang sama.

Beberapa penelitian pernah dilakukan yang terkait dengan sistem transportasi, Bahan Bakar Minyak (BBM), emisi, tata guna lahan serta lingkungan. Penelitian Handajani (2011) menjelaskan tentang pengaruh Sistem Transportasi Kota di Jawa terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM). Pada penelitian ini memberikan bagaimana model yang dapat menjelaskan pengaruh variabel jumlah kendaraan, kepadatan terkait dengan konsumsi BBM. Penelitian ini sebatas menjelaskan permodelan dalam besarnya BBM dalam transportasi namun belum menjelaskan secara detail pengaruhnya terhadap gas buang CO₂.

Penelitian Pramesti dan Wulandari (2013: 230) melakukan kajian tentang distribusi perjalanan menggunakan model gravitasi dua batasan dengan optimasi fungsi hambatan kajian ini melakukan kajian tentang tarikan dan bangkitan perjalanan atau model *O-D matrix* untuk mengetahui berapa besar perjalanan yang dilakukan masyarakat Kota Semarang. Dedinec et al. (2013 : 178) menjelaskan tentang kerangka analisis untuk melakukan penilaian potensi mitigasi perubahan iklim pada sektor transportasi dinegara yang berkembang untuk menggabungkan armada kendaraan. Evaluasi strategi mitigasi yang dilakukan dengan menggunakan GRK *Costing Model* (GACMO), yang membandingkan setiap opsi mitigasi dengan BAU (*Business-as-usual*) dan menentukan efektivitas lingkungan (CO₂ berkurang) dan efektivitas secara ekonomi berkurang (US \$ / t CO₂ berkurang). Hasilnya yang dapat diperoleh dari kegiatan ini adalah kemungkinan dapat menekan sebesar 22% dengan BAU GRK emisi transportasi, dengan sebagian biaya spesifik merupakan hasil yang cukup tinggi, dengan menekan biaya yang tinggi berkisar 90 US\$/t CO₂. Dengan demikian pada kajian ini sebatas mencakup tentang penurunan GRK dengan hanya memperhatikan pada penggunaan bahan bakar dihasilkan.

Luderer et. al. (2012 : 378) menjelaskan bahwa dengan metode baru energi saham mitigasi berbasis sekunder yang memungkinkan untuk mengukur potensi mitigasi khususnya

bidang ekonomi teknologi di berbagai daerah khususnya di Asia yang memegang sebagian besar dari potensi mitigasi global. Pada tahun 2005 emisi global CO₂ berjumlah 38% dan diproyeksikan tumbuh hingga 53% di bawah BAU sampai akhir abad ini. Hasil kajian ini lebih mengarah pada rencana dan proyeksi akan adanya pemanfaatan dan efisiensi energi.

Geng et. al. (2013: 90) dalam penelitiannya menjelaskan kondisi transportasi publik di China dalam hal ini adalah bus dan taxi. Transportasi publik ini dinilai dari kebutuhan energi BBM dan gas buangnya serta polusi udara yang diakibatkan oleh kedua kendaraan tersebut. Salah satu alternative yang ditawarkan dalam mengurangi emisi adalah *Compressed Natural Gas* (CNG). Tarigan (2009) melakukan penelitian Estimasi Emisi Kendaraan Bermotor di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan. Emisi yang diperoleh tidak hanya CO₂ namun juga emisi lainnya SO₂ dan NO_x. Dari kajian tersebut diperoleh informasi bahwa bahwa emisi CO terbesar diperoleh dari kendaraan bermotor, sedangkan untuk polutan SO₂ dan NO_x diperoleh dari kendaraan truk. Hal ini karena jumlah kendaraan yang cukup besar dibandingkan dengan jumlah.

Adapun beberapa kajian lain yang menunjukkan bahwa penelitian tentang emisi CO₂ sektor transportasi dan sustainable transportation yang dilakukan, kajian tersebut akan memberikan tambahan referensi juga untuk mengetahui gab yang bisa menjadikan penulis mengathui dimana penelitian memberikan jawaban dan solusi.

Tabel. 1 Penelitian terkait dengan tema Transportasi dan Emisi CO₂

Peneliti	Judul/Tema Penelitian	Perihal Penelitian
Emisi CO₂ di Sektor Transportasi		
Lund dan Musnter, 2006	Integrasi transportasi dan kontrol di sektor energi CO ₂ emisi di Denmark	Kajian ini menjelaskan tentang pengaruh transportasi terhadap energi dan emisi CO ₂ di Denmark saat ini. Dari hasil kajiannya

		diperoleh dua skenario transportasi yaitu 1. Penggunaan baterai dan bahan bakar hidrogen <i>full cell</i> , 2. Penggunaan Biofuel (ethanol) dan <i>Syntetic fuel</i> (methanol) untuk bahan bakar mobil. Dua skenario ini diyakini berdampak besar terhadap penurunan emisi CO ₂ sebesar 1 Mt di Denmark dan menghemat 2 Mt bila mengoptimalkan penggunaan energi kotanya dengan menggunakan energi dari Turbin
Al-Hinti, Ghandoor., 2007	Penyimpanan energi dan CO ₂ mitigasi dalam merestrukturisasi sektor transportasi di Jordan : Skenario penggunaan kendaraan diesel.	<p>Pada kajian ini membahas tentang Sektor transportasi di Jordan yang menyerap 37% energi dan sebesar 57% berasal dari kendaraan pribadi. Yang menarik adalah bagaimana Jordan memiliki inovasi dalam penggunaan energi di sektor transportasi dengan mendorong mesin diesel sebagai mesin utama pada kendaraan pribadi yang digunakan masyarakatnya. Dengan inovasinya kini mesin diesel (solar) merupakan mesin yang memiliki efisiensi sekitar 20%-30% per 100 km dari pada mesin berbahan bakar bensin.</p> <p>Pada kajian ini juga membahas skenario dalam mengurangi emisi CO₂. Dari hasil tersebut penurunan emisi CO₂ yang terbesar adalah</p>

dengan skenario d. Dimana mampu menurunkan jumlah energi dari 106.7% menjadi 95% dan mereduksi \$1093 million biaya bahan bakar dan 5.11×10^6 emisi CO₂ pada tahun 2027.

Ismayanti et. al., 2010	Kajian Emisi CO ₂ menggunakan persamaan Mobile 6 dan Mobile Combustion dari sektro transportasi di Kota Surabaya	Perhitungan emisi CO ₂ menggunakan persamaan Mobile 6 yang berdasar jenis kendaraan yang dikelompokkan menurut jenis bahan bakarnya dan Mobile Combustion yang menghitung emisi CO ₂ berdasarkan jumlah dan jenis bahan bakar.
Tamin O. Z dan Dharmowijoyo., 2010	Pemilihan metode perhitungan penurunan emisi CO ₂ di sektor transportasi	Mengkaji berbagai cara perhitungan emisi CO ₂ di sektor transportasi dan model perhitungan kilometer kendaraan perjalanan yang paling memungkinkan diterapkan di Indonesia. Metode dengan menggunakan kilometer perjalanan adalah yang paling memungkinkan.
Tang et.al., 2013	Model emisi CO ₂ dan energi yang disimpan dari Energi kendaraan baruyang berdasarkan pada <i>logistic-curve</i>	Dalam kajian ini, membahas tentang kebijakan Pemerintah China untuk mengembangkan energi kendaraan yang baru (NEVs) dalam mencapai konservasi energi dan menurunkan emisi. Dalam kajian ini menggunakan logistic-curve untuk memprediksi pembagian pasar NEVs dan peluangnya kedepan, selanjutnya

menghitung potensi keuntungan lingkungan masing-masing dan

Adapun rumus antara Emisi dan GDP sbb:

$$\ln(\ln 0.5 - \ln(V(X))) = 1.384 - 0.15643X - 0.10806.$$

Dari model tersebut di China dijelaskan adanya prediksi untuk pengaruh dari Jumlah kendaraan, jumlah bahan bakar, GDP dengan emisi CO₂ dan prediksi kebutuhan energi dengan emisi CO₂ dengan tahun perbandingan 2015 ke 2020 ada peningkatan yang signifikan. Dalam kajian ini juga dijelaskan bagaimana pengaruh jumlah kendaraan dengan kebutuhan energi listriknya. Dengan meningkatnya energi listrik dan emisi tersebut ada beberapa hal yang menjadi catatan yaitu 1. Terus promosi akan strategi dalam kendaraan dan jalan untuk mengurangi emis CO₂, 2. Meningkatkan kebutuhan energi, 3. Deficiency of the work and future direction

Max et.al., 2012	Model dan Validasi dari inventarisasi Emisi CO ₂ di Jalan skala regional perkotaan.	Dalam kajian ini dijelaskan bahwa pengguna jalan memiliki andil besar terhadap naiknya emisi CO ₂ . Selain itu juga menjelaskan tentang penurunan skala terkait dengan emsisi CO ₂ dalam ukuran contoh 1
------------------	--	--

km x 1 km. Kajian ini menggabungkan model antara emisi Co2 dengan Spatial parameter yang terkait. Adpaun dalam model yang ada rumus yang digunakan adalah:

$$E = \beta_0 + \beta_1 I + \beta_2 P + \beta_3 WR + \beta_4 I^*P + \beta_5 I^*WR + \beta_6 P^*WR + \beta_7 I^*P^*WR$$

Dimana E adalah emisi CO2 harian dan I adalah impervious surface area % dan P adalah kepadatan penduduk (per km2) dan WR adalah volume lalu lintas km2. Selain itu juga ada dua metode dengan menggunakan ISA, dan metode Vulcan dan TAZ. Hasil dari kedua metode ini berbeda dalam segi pemetaan untuk menggambarkan hasil permodelan yang ada. Dan pendekatan Vulcan dan TAZ dianggap paling mewakili kaitannya spatial dan emisi CO₂.

Zahabi et.al., 2012	Emisi GHG pada transportasi dan kaitannya dengan perkotaan, aksesibilitas perpindahan dan teknologi hijau: Studi Kasus Monreal	Mengkaji tentang estimasi GHG emisi di rumah tangga menggunakan model pemisahan data perjalanan dan menghitung emisinya. Efek dari perkotaan dan karakter akses perpindahan pada emisi GHG tingkat perumahan dibandingkan dengan efek dengan penggunaan teknologi hijau. Hasilnya dijelaskan dengan pergantian moda menggunakan kereta elektrik dan bus hibrid dapat mengurangi sekitar 32% GHG Emisi
---------------------	--	---

		dan mberkurang 7% apabila peralihan menggunakan dari mobil ke kendaraan bermotor.
Zuo et.al., 2013	Model transportasi dari agregat utama di England dan Wales: Mencari inisiatif menurunkan emisi CO ₂	Mengkaji sistem spatial pendukung keputusan (SDSS) terhadap efek penurunan gas rumah kaca .
<i>Sustainable Transportasi</i>		
Zhou, 2012	Transportasi yang berkelanjutan di US: Review dari proposal, kebijakan dan program sejak 2000	Kajian ini membahas istilah <i>Sustainable Transportasi</i> menjadi beberapa hal yaitu: tentang pengukuran, tentang perubahan, bagian dari pembangunan yang berkelanjutan, merupakan pemikiran kedepan. Selain itu juga menjelaskan bahwa <i>sustainable transportation</i> adalah bukan lagi hanya berfokus pada menipisnya sumber daya alam dan polusi udara, melainkan juga kepada ekonomi, kesejahteraan sosial, keadilan, kesehatan manusia dan integritas ekologi.
Jing Ma et.al., 2014	Sintesa emisi karbon di Megacities : Statistik spasial mikrossimulasi dari transport CO ₂ di perjalanan perkotaan di Beijing	Pembangunan mega cities untuk terus mengurangi emisi CO ₂ yang didukung dengan perilaku perjalanan. Studi kasus di Beijing menggunakan 1026 responden dan 2000 populasi penduduk di sub district/ kelurahan menggunakan

simulasi annealing algorithm untuk membuat populasi sintesis dan digabungkan dengan skala untuk peta keruangan Beijing dan dengan simulasi populasi perjalanan, termasuk jarak sehingga diperoleh estimasi emisis transportasi CO₂ dari perjalanan rata-rata di Beijing.

$$CARBON = \sum_{i=1}^m Distance_i \times Factor_i$$

Rumus diatas menjelaskan bahwa estimasi karbon diperoleh dari perhitungan jarak dalam kegiatan jam kerja yang dihitung dari hari dan jumlah perjalanan, sedangkan faktor meliputi penggunaan moda dalam perjalanan (dhitung jumlah ton CO₂ setiap perjalanan orang per Km)

Paramesti Wulandari, 2013	dan Analisis Distribusi Perjalan Menggunakan Model Gravitasi Dua Batasan Dengan Optimasi Fungsi Hambatan, Studi kasus: Kota Semarang dan Kota Surakarta	Model Gravitasi ini untuk mengetahui perbedaan pergerakan asal dan tujuan yang terjadi oleh masyarakat di Kota Semarang dan Kota Surakarta. Dari kajian ini diperoleh hasil bahwa Kota Surakarta lebih sensitif terhadap jarak dibandingkan dengan Kota Semarang, merata tiap zonanya. Kota Surakarta lebih pendek perjalanannya dan dapat dikatakan bahwa lebih ramah lingkungan dalam penggunaan BBM dibanding Kota Semarang.
------------------------------	---	---

E. Tujuan Penelitian

1. Tujuan umum

Secara umum tujuan disertasi ini untuk mengidentifikasi, menganalisis dan menurunkan tingkat emisi gas rumah kaca dari emisi CO₂ sektor transportasi.

2. Tujuan khusus

- a. Mengidentifikasi pola pergerakan penduduk Kota Semarang.
- b. Menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pola pergerakan tersebut.
- c. Menganalisis konsekuensi pola pergerakan tersebut terhadap emisi CO₂.
- d. Mengembangkan model pengembangan kota untuk menekan emisi CO₂ di Kota Semarang.
- e. Mengembangkan rekomendasi transportasi berkelanjutan yang sesuai dengan Kota Semarang.

F. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian tentang model emisi CO₂ ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara akademisi dalam pengembangan ilmu dan secara praktis bagi para pemangku kebijakan dan stakeholder terkait dalam upaya pembangunan berkelanjutan.

1. Manfaat Akademisi

Bagi dunia akademisi, hasil penelitian disertasi ini diharapkan dapat memberi manfaat dalam pengembangan teori dan ilmu pengetahuan serta sebagai umpan balik sebagai berikut:

- a. Pengembangan pengetahuan tentang faktor-faktor pola pergerakan dalam perkotaan;
- b. Pengembangan pengetahuan tentang pengaruh pola pergerakan dengan emisi gas buang CO₂;
- c. Pengembangan pengetahuan tentang transportasi yang berkelanjutan;

- d. Pengembangan pengetahuan dalam penyusunan strategi dalam menekan emisi gas CO₂ dalam sektor transportasi.
- e. Pengembangan pengetahuan dalam isu global terkait dengan emisi GRK;

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan manfaat praktis kepada instansi dan *stakeholder* dalam perencanaan dan pengambilan kebijakan sebagai berikut:

- a. Mengetahui besarnya pergerakan bangkitan dan tarikan perjalanan di 16 Kecamatan di Kota Semarang;
- b. Teridentifikasinya emisi CO₂ dari sektor transportasi di Kota Semarang;
- c. Sebagai pertimbangan dalam pengambilan kebijakan sistem transportasi yang berkelanjutan.