

Pemodelan Graf pada Predictive Gearshift Berbasis Kamera dan Radar melalui Electronic Control Unit Kendaraan

Jimly Nur Arif - 13522123

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

13522123@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Kelangkaan energi dan polusi lingkungan menjadi masalah yang penting untuk diatasi. Salah satu penyumbang masalah ini adalah kendaraan yang berbahan bakar atau ICE (Internal Combustion Engine). Oleh karena itu optimasi penghematan BBM kendaraan turut harus dilakukan. Salah satu hal yang membuat kendaraan boros adalah ketika terjadi kondisi kendaraan kehilangan momentum saat melewati tanjakan. Dengan sistem Predictive Gearshift kendaraan dapat lebih efisien karena perpindahan gigi diatur secara cerdas. Konsep graf dapat digunakan oleh komputer kendaraan untuk menentukan prediksi perpindahan gigi tersebut.

Kata Kunci— Graf, GPS, Kamera, Radar, Gearshift.

I. PENDAHULUAN

Di tahun 2000an hingga saat ini, efisiensi energi dan optimalisasi peranti menjadi hal yang penting. Hal itu karena meningkatnya pencemaran air, udara, dan tanah yang mengakibatkan terjadinya global warming yang merusak hutan, menyebabkan kebakaran hutan, menghilangnya tempat tinggal hewan, dan rusaknya karang akibat naiknya suhu air laut. Di sisi lain kita juga sedang menghadapi krisis energi fosil, yang paling dirasakan adalah naiknya harga Bahan Bakar Minyak.

Salah satu sektor pengguna BBM adalah kendaraan. Memang, ada solusi yakni elektrifikasi kendaraan, namun tidak semua kendaraan cocok untuk dielektifikasi dan keterbatasan lokasi serta lamanya men-charge di SPKLU (Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum). Oleh karena itu optimasi penghematan BBM kendaraan ICE (Internal Combustion Engine) turut harus dilakukan.

Sesuai dengan prinsip pasar yang mengatakan bila penjualan suatu barang sudah banyak jumlahnya, maka harga produksi barang produksinya akan menurun. Situasi tersebut sudah mulai terjadi di mana radar, kamera, dan GPS (Global Positioning System) saat ini bukanlah peranti yang sangat mahal, ini ditunjukkan dengan banyaknya mobil kelas bawah yang sudah menawarkan opsi GPS, radar, dan kamera untuk fitur seperti petunjuk arah di layar Head Unit, Adaptive Cruise Control (mengikuti kecepatan mobil di depan sehingga pengemudi tidak perlu menginjak pedal gas dan rem), Emergency Braking (rem mendadak bila jarak kendaraan di depan sudah terlalu dekat), Lane Keep Assist (menggunakan kamera untuk mendeteksi marka jalan, bila kendaraan keluar dari marka, maka roda

kemudi akan diintervensi), serta radar Blind Spot Monitoring (membunyikan suara bila sensor mendeteksi ada mobil di bagian titik buta pengemudi).

Dengan sudah lumrahnya keberadaan GPS, radar, dan kamera di kendaraan, namun penggunaannya selama ini hanya difokuskan untuk fitur keselamatan, maka sebaiknya penggunaan peranti itu dimaksimalkan untuk hal lain. Seperti membantu kinerja mesin melalui ECU (Electronic Control Unit) dalam meningkatkan efisiensi bahan bakar.

Salah satu penyebab berkurangnya efisiensi kendaraan adalah ketika kendaraan melewati tanjakan. Pada kendaraan bertransmisi otomatis konvensional, sistem baru melakukan turun gigi (*downshift*) ketika pengemudi menginjak gas lebih dalam dan ECU mendeteksi kecepatan tidak bertambah signifikan (karena kondisi menanjak). Hal ini mengakibatkan pengemudi akan menginjak pedal gas lebih dalam lagi dari seharusnya untuk mengkompensasi jeda momentum yang hilang antara periode injakan gas di awal tanjakan hingga ECU sudah memindahkan gigi ke rasio yang lebih rendah. Dengan kondisi seperti itu, maka sistem Predictive Gearshift yang mendeteksi tanjakan dengan tiga indikator yakni GPS, kamera, dan radar untuk melakukan *assesment* kapan waktu yang tepat untuk turun gigi dan berapa banyak turun gigi yang diperlukan dengan menilai besar bobot kendaraan, besar batas kecepatan maksimal kendaraan di jalur terkini, dan mode berkendara yang disimpan pengemudi pada Electronic Computer Unit kendaraan, sehingga mesin Internal Combustion Engine yang bertransmisi otomatis tersebut dapat melakukan turun gigi tepat sebelum tanjakan dimulai dan pengemudi tidak perlu menginjak pedal gas terlalu dalam yang akan berimplikasi terhadap meningkatnya efisiensi kendaraan dan meminimalisir polusi.

Untuk itu makalah ini dibuat untuk menyalurkan ide bagaimana merancang graf yang dapat digunakan sebagai basis pemrograman ECU kendaraan yang terintegrasi radar, GPS, dan kamera kendaraan untuk mengatur perpindahan gigi yang tepat agar kendaraan dapat terjaga momentumnya ketika melewati tanjakan, yang berimplikasi langsung terhadap minimalisasi penggunaan Bahan Bakar Minyak.

II. STUDI LITERATUR

A. Teori Graf

A.1 Definisi Graf

Graf digunakan untuk menampilkan objek-objek yang diskrit atau tidak kontinu dan hubungan antara objek-objek tersebut.

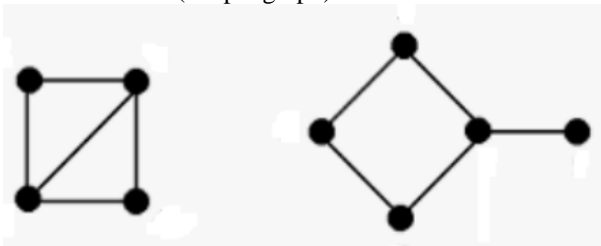


Gambar 1. Peta Destinasi Domestik Maskapai Garuda Indonesia.
Sumber: Gunawan Kartapranata, mengikuti Peta di Garuda Magazine (2010)

Graf terdiri dari dua struktur yakni simpul atau verteks dan sisi. Simpul atau verteks menunjukkan titik-titik seperti pulau. Sedangkan sisi menunjukkan hubungan antar simpul, dapat diibaratkan seperti jembatan yang menghubungkan dua pulau. Graf secara simbolik didefinisikan sebagai $G = (V, E)$.

G adalah graf, V adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (*vertices*) $\{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$, sedangkan himpunan sisi yang menghubungkan simpul $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$. Graf berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda dibagi menjadi dua tipe, yakni:

1. Graf Sederhana (simple graph)

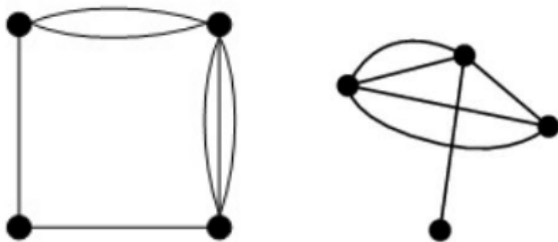


Gambar 2. Graf Sederhana.

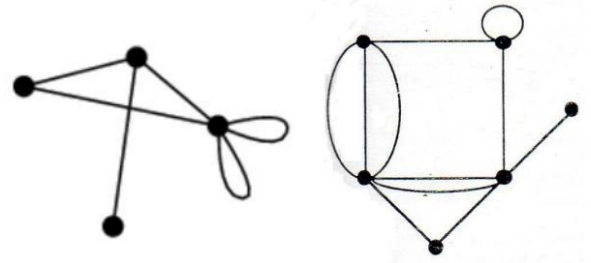
Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Graf sederhana adalah graf yang tidak mengandung gelang dan sisi ganda.

2. Graf Tak Sederhana



Graf tak sederhana adalah graf yang mengandung gelang dan sisi ganda.

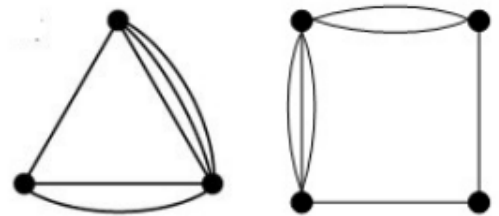


Gambar 3. Graf tak sederhana.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Graf tak sederhana dibedakan lagi menjadi dua tipe yakni

1. Graf ganda (multi-graph)

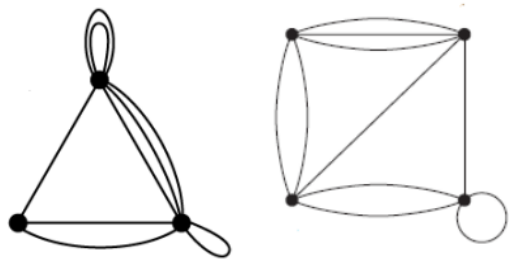


Gambar 4. Graf ganda.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Graf ganda adalah graf yang mengandung sisi ganda.

2. Graf Semu (pseudo-graph)

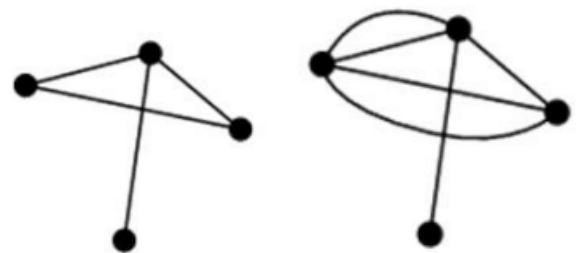


Gambar 5. Graf semu.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Graf semu adalah graf yang mengandung sisi gelang. Berdasarkan Orientasinya, graf dibagi menjadi 2 jenis, yakni:

1. Graf tak-berarah (undirected graph)

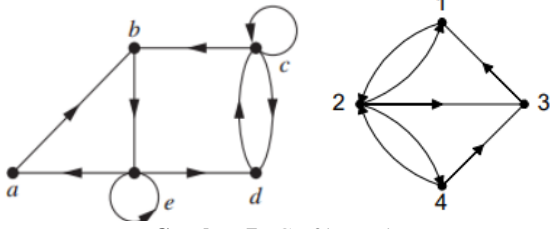


Gambar 6. Graf tak-berarah.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Graf berarah adalah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah.

2. Graf Berarah (directed graph atau digraph)



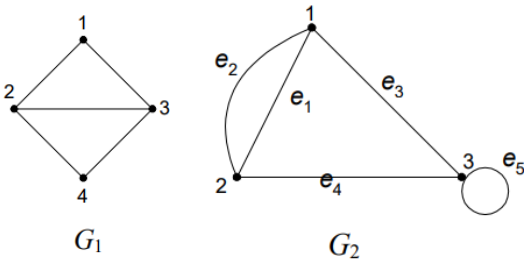
Gambar 7. Graf berarah.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah disebut sebagai graf berarah.

4.2 Terminologi di Teori Graf

1. Ketetangaan

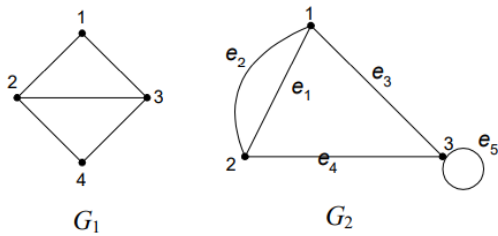


Gambar 8. Ketetangaan.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Dua buah simpul dapat dikatakan bertetangga bila saling terhubung. Misal, tinjau G_1 simpul 1 dikatakan bertetangga dengan simpul 2 dan simpul 3 karena saling terhubung (melalui sisi 1-2 dan sisi 1-3).

2. Bersisian (incidency)

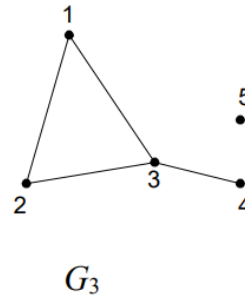


Gambar 9. Bersisian.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Sisi $e = (v_j, v_k)$. Dikatakan e bersisian dengan simpul v_j atau e bersisian dengan simpul v_k . Misal, tinjau sisi sisi (2,3) bersisian dengan simpul 2 dan simpul 3. Tetapi sisi (1, 2) tidak bersisian dengan simpul 4.

3. Simpul Terpencil (Isolated Vertex)

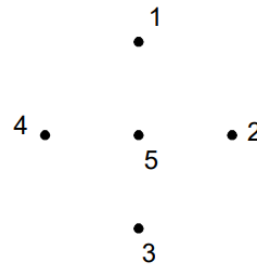


Gambar 10. Simpul Terpencil.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Simpul terpencil adalah simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Misal, tinjau graf G_3 : simpul 5 adalah simpul terpencil.

4. Graf Kosong (null graph atau empty graph)

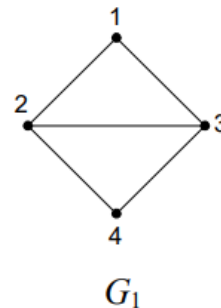


Gambar 11. Graf Kosong.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Graf kosong adalah graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong (N_n). Misal pada citra di atas, ada 5 (n) buah dot atau simpul yang saling tidak terhubung.

5. Derajat (degree)

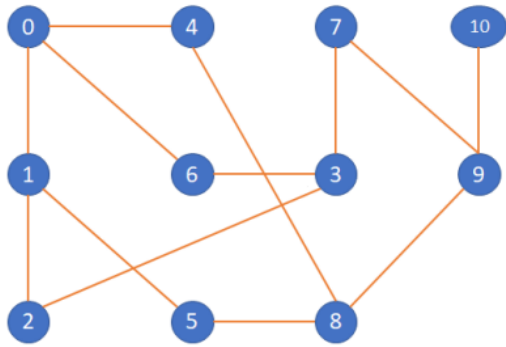


Gambar 12. Derajat.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Derajat adalah jumlah sisi yang bersisian dengan suatu simpul. Misal, tinjau graf G_1 : $d(1) = d(4) = 2, d(3) = 3$.

6. Lintasan (path)



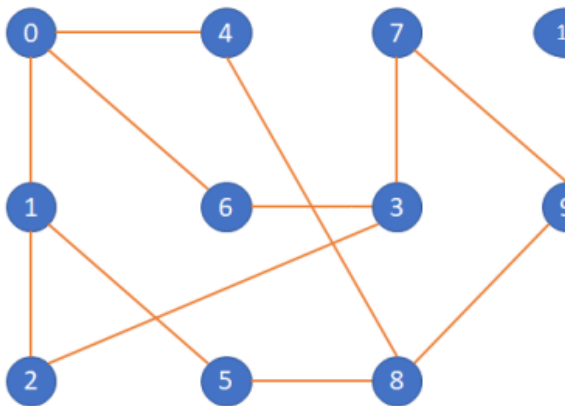
Unweighted Graph

Gambar 13. Lintasan.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Lintasan adalah simpul-simpul yang dilalui dari suatu simpul ke simpul lain. Misalnya, tinjau graf G berikut: lintasan 0, 6, 3, 7, 9, 10 adalah lintasan dari simpul 0 ke 10 yang melalui sisi (0, 6), (6,3), (3,7), (7, 9), (9, 10). Panjang lintasannya adalah 5.

7. Siklus (Cycle) atau Sirkuit (Circuit)



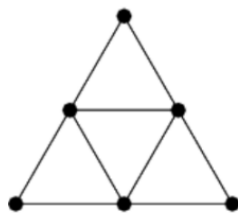
Unweighted Graph

Gambar 14. Siklus.

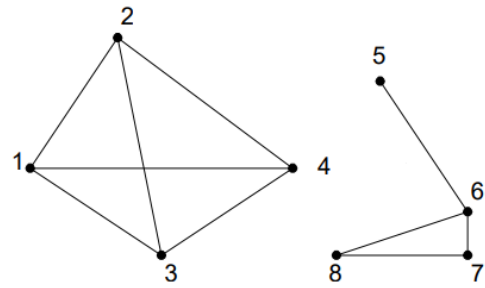
Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Sirkuit adalah lintasan yang titik mulai dan akhirnya sama. Misalnya, 0-4-8-5-1-0.

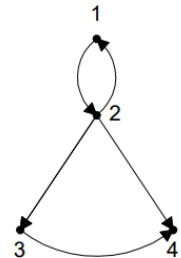
8. Keterhubungan



Contoh graf terhubung:



Contoh graf tak-terhubung:

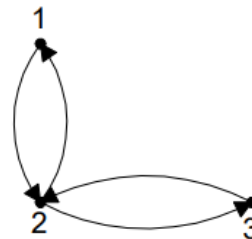


Graf berarah terhubung lemah

Gambar 15. Keterhubungan.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Graf berarah disebut terhubung lemah bila dari simpul a menuju b tidak bisa langsung kembali ke a, dan sebaliknya. Misal pada gambar di atas simpul 3 bisa ke simpul 4, namun dari simpul 4 tidak bisa langsung ke simpul 3.



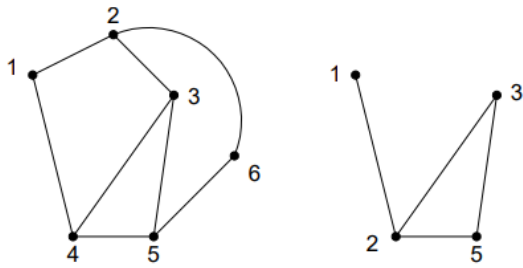
Graf berarah terhubung kuat

Gambar 16. Graf berarah terhubung kuat.

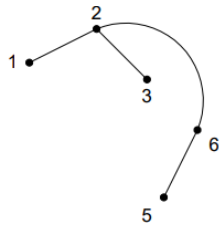
Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Graf berarah disebut terhubung kuat bila dari simpul a menuju simpul b bisa langsung kembali ke simpul a. misal pada gambar di atas, simpul 2 bisa langsung ke simpul 3, lalu simpul 3 bisa langsung ke simpul 2.

9. Upagraf (Subgraph) dan Komplemen Upagraf



(a) Graf G_1 (b) Sebuah upagraf



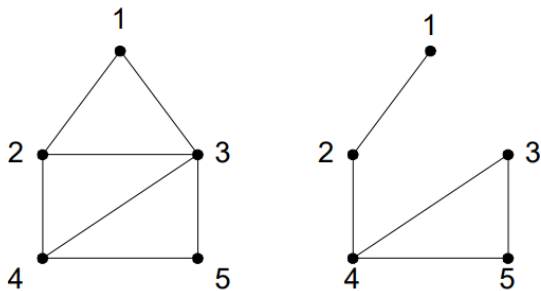
(c) komplemen dari upagraf (b)

Gambar 17. Upagraf.

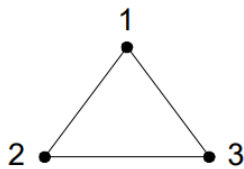
Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Dapat ditinjau dari gambar di atas, bahwa gabungan dari upagraf (b) dengan komplemen (c) akan menghasilkan graf G_1 .

10. Upagraf Merentang (Spanning Subgraph)



(a) graf G , (b) upagraf merentang dari G ,



(c) bukan upagraf merentang dari G

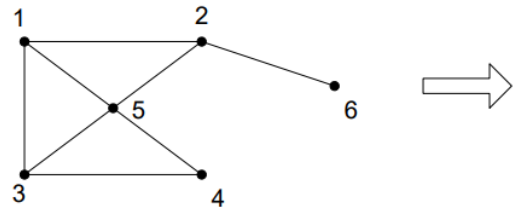
Gambar 18. Upagraf Merentang.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

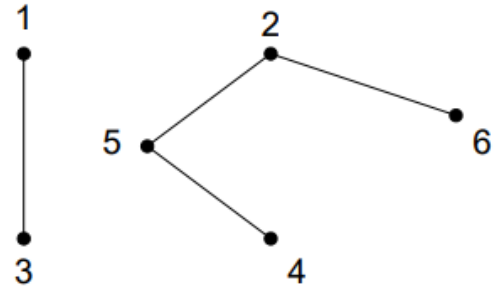
Sebuah upagraf dari G_1 dikatakan sebuah upagraf merentang dari G_1 bila semua simpul upagraf G_1 tersebut memiliki semua simpul dari graf G_1 . Gambar

(c) bukan upagraf merentang, karena tidak memiliki semua simpul dari graf G_1 .

11. Cut-Set



(a) (b)

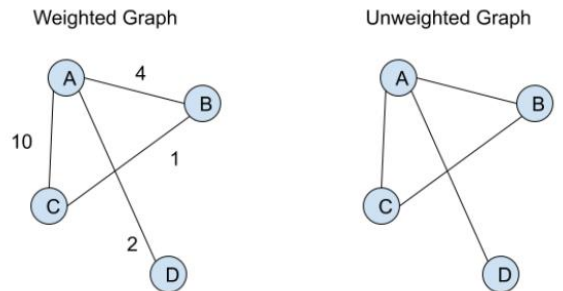


Gambar 19. Cut-set.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Cut-set adalah himpunan sisi yang bila dihapus akan menyebabkan sebuah graf menjadi tidak terhubung dan memisah menjadi dua komponen. Misal, gambar di atas adalah cut set $\{(1,2), (1,5), (3,5), (3,4)\}$.

12. Graf Berbobot (Weighted Graph)



Gambar 20. Graf Berbobot.

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>

Graf Berbobot adalah graf yang setiap sisinya diberi harga.

III. METODE

A. Persiapan Perencanaan Alur Program

Untuk membuat graf yang dapat digunakan sebagai basis Electronic Computer Unit pada kendaraan untuk sistem Predictive Gearshift, terlebih dahulu akan disebutkan variabel-

variabel yang diperlukan¹, penjelasan singkat hardware, dan aturan-aturan yang diperlukan untuk Predictive Gearshift.

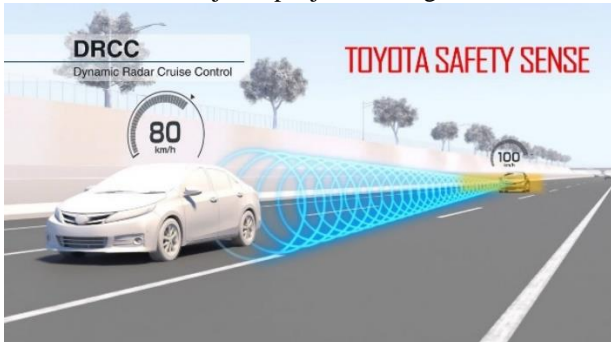


Gambar 20. Electronic Control Unit pada kendaraan.

Sumber: https://www.laytonecuremaps.co.uk/wp-content/uploads/2016/06/09061726_5b90e4c8388b2.jpg

Electronic Computer Unit digunakan untuk memerintah seluruh sistem pada kendaraan dan menerima seluruh masukan data.

Variabel yang digunakan antara lain: Menu berkendara (*driving mode*) terkini yakni Sport, Normal, dan Eco, beban kendaraan (melalui berapa besar kompresi pada suspensi belakang), kemiringan jalan di depan, kecepatan kendaraan di depan², dan batas maksimum kecepatan kendaraan di lokasi tersebut³. Berikut disajikan penjelasan singkat variabel di atas.



Gambar 21. Adaptive Cruise Control.

Sumber: <https://i.ytimg.com/vi/vDZ3BOaw1Wc/maxresdefault.jpg>



Gambar 21. Pengaturan Adaptive Cruise Control pada stir.

Sumber: <https://otomotif.kompas.com/>

Kedua gambar di atas menunjukkan citra bagaimana mobil di belakang mengenali kecepatan mobil di depan.



Gambar 22. Mode Berkendara.

Sumber: <https://www.carmagazine.co.uk/>, diakses pada 09/12/2023



Gambar 23. Deteksi Batas Maksimum Kecepatan dengan Kamera.

Sumber: expresswaytoyota.com, diakses pada 09/12/2023



Gambar 24. Kamera untuk deteksi objek pada mobil.

Sumber: otomotifnet.gridoto.com, diakses pada 09/12/2023

Oleh karena sistem Predictive Gearshift ini begitu rumit akibat banyak variabel yang digunakan, maka dibuat graf untuk membantu Electronic Control Unit (otak dari kendaraan) menentukan berapa banyak turun gigi atau *downshift* yang perlu dilakukan tepat sebelum kendaraan mulai menanjak agar mobil

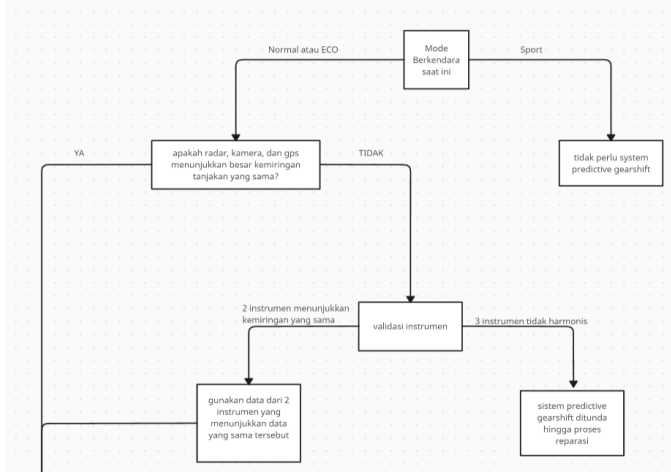
¹ https://press.kia.com/eu/en/home/media-resouces/press-releases/2020/Worlds_FirstICT_Connected_Shift_System.html

² [Adaptive Cruise Control Strategies Implemented on Experimental Vehicles: A Review - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966602121000000)

³ [Traffic sign recognition based on deep learning | Multimedia Tools and Applications \(springer.com\)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966602121000000)

tidak kehilangan momentum dan berimplikasi terhadap peningkatan kehematan BBM.

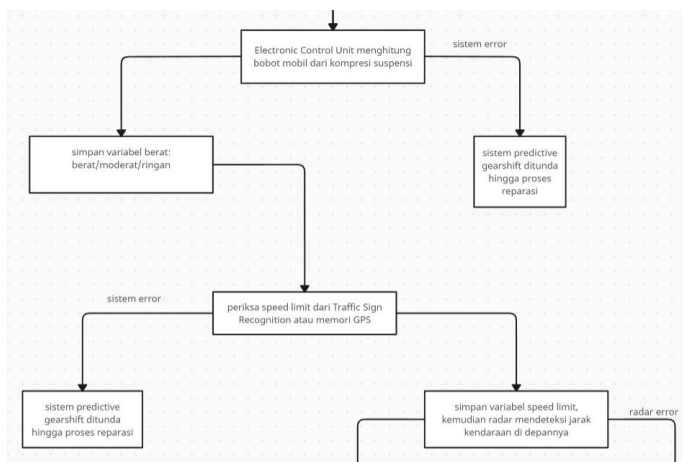
B. Graf Alur Program



Gambar 25. Graf berarah tentang alur kerja sistem
Sumber:Milik Penulis

Gambar di atas memperlihatkan inisialisasi dari program Predictive Gearshift. Bila pengendara meletakkan mode berkendara pada mode sport (mode bertenaga), maka sistem predictive gearshift tidak akan melakukan intervensi terhadap perpindahan gigi karena pada mode tersebut mesin akan selalu diputar mesin yang tinggi sehingga akan selalu berada di posisi potensi tenaga puncak.

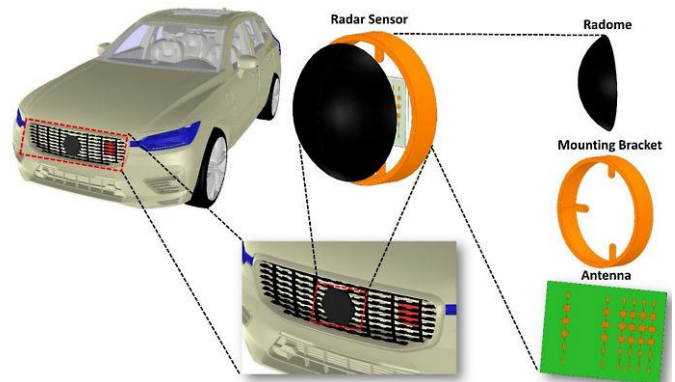
Sementara itu bila mode berkendara normal atau eco maka kesamaan data yang ditunjukkan ketiga instrumen yakni radar, kamera, dan memori GPS akan diperiksa keharmonisannya. Apabila data ketiga instrumen atau dua dari tiga instrumen menunjukkan level kemiringan jalan yang sama, maka program akan berlanjut. Namun bila ketiga instrumen menunjukkan data yang tidak sama (tidak harmonis), maka program akan ditunda hingga reparasi sistem selesai.



Gambar 26. Graf Berarah yang Memproses Berat Kendaraan dan Traffic Sign Recognition kepada Electronic Control Unit Kendaraan
Sumber:Milik Penulis

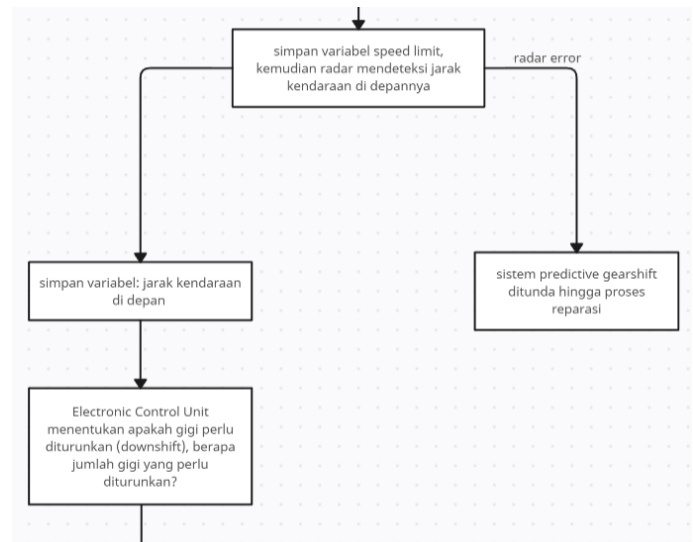
Gambar di atas menunjukkan alur bagaimana cara

kerja Electronic Control Unit menyimpan variabel berat kendaraan, menyimpan batas kecepatan, dan jarak kendaraan di depan. Variabel berat kendaraan disimpan berdasarkan tingkat kompresi suspensi dengan memanfaatkan sensor yang sudah umum digunakan pada kendaraan untuk fitur *auto levelling headlight*, di mana semakin terkompresi suspensi (terutama suspensi belakang), artinya berat kendaraan semakin tinggi. Variabel batas kecepatan (*speed limit*) disimpan berdasarkan deteksi oleh kamera yang biasanya terletak di atas kaca depan kendaraan (fitur yang sudah umum), namun bila kamera tidak mendeteksi ada tanda batas kecepatan, maka sistem bisa menggunakan data batas kecepatan yang biasanya disimpan pada memori aplikasi GPS headunit kendaraan. Variabel jarak kendaraan di depan disimpan melalui radar yang biasanya diletakkan di logo depan kendaraan atau di bagian bawahnya.



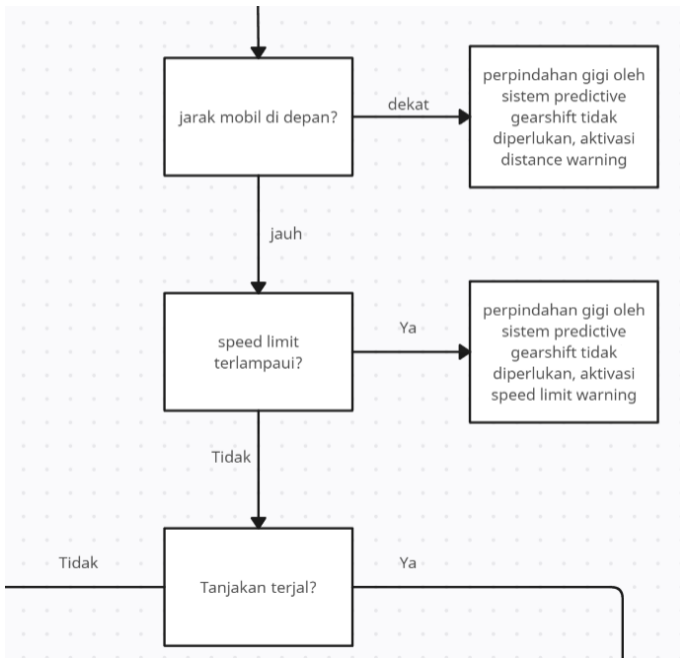
Gambar 27. Posisi radar kendaraan pada umumnya.

Sumber: ansys.com, citra Volvo XC 60/90, diakses pada 09/12/2023



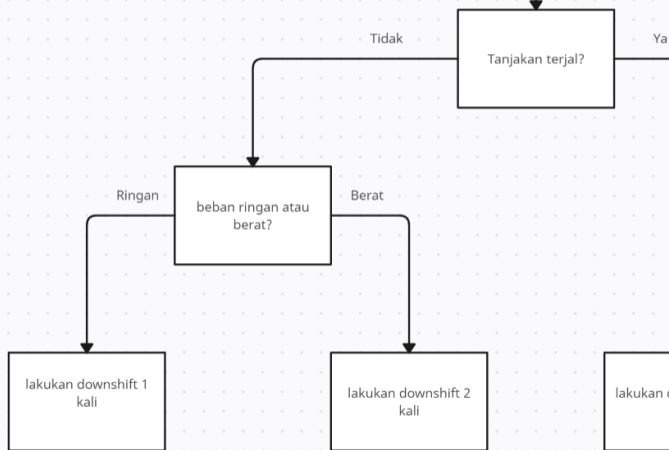
Gambar 28. Input Variabel Sudah Selesai.
Sumber:Milik Penulis

Gambar graf berarah di atas menunjukkan input variabel yang dibutuhkan Electronic Control Unit (yakni beban kendaraan, jarak kendaraan di depan, batas kecepatan di lintasan tersebut, dan kemiringan jalan) sudah cukup. Kemudian ECU melakukan validasi-validasi terhadap variabel yang sudah ada.



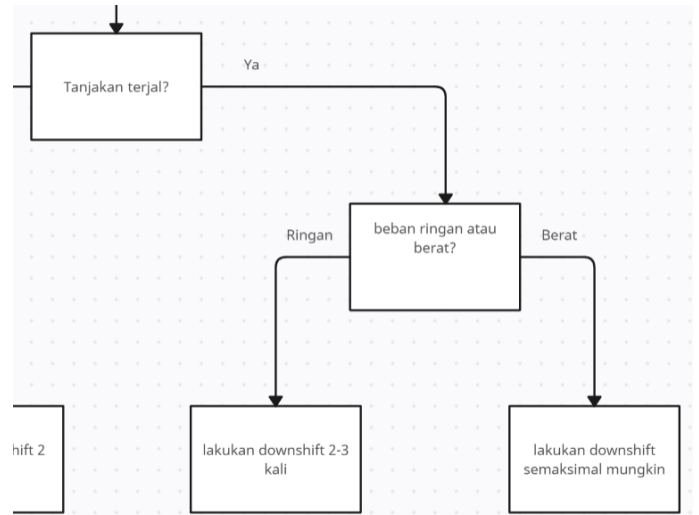
Gambar 29. Validasi Jarak dan Speed Limit.
Sumber:Milik Penulis

Bila jarak kendaraan di depan adalah dekat, maka program adaptive gearshift pada Electronic Control Unit tidak perlu memerintah transmisi untuk memindahkan gigi, namun cukup menampilkan peringatan jarak pada Multi Information Display (MID). Bila jaraknya jauh, maka ECU memeriksa apakah batas kecepatan (*speed limit*) sudah terlampaui. Bila sudah terlampaui, maka program adaptive gearshift pada Electronic Control Unit tidak perlu memerintah transmisi untuk memindahkan gigi, namun cukup menampilkan peringatan batas kecepatan. Bila batas kecepatan tidak terlampaui, maka ECU akan memeriksa kemiringan tanjakan.



Gambar 30. Penentuan Jumlah Downshift Tanjakan Landai.
Sumber:Milik Penulis

Apabila beban ringan dan tanjakan tidak terjal, maka cukup lakukan perpindahan gigi ke rasio yang lebih rendah hanya satu kali atau bahkan tidak perlu pindah. Sedangkan, bila beban berat maka lakukan perpindahan gigi ke rasio yang lebih rendah dua kali.



Gambar 31. Penentuan Jumlah Downshift Tanjakan Terjal.
Sumber:Milik Penulis

Apabila tanjakan terjal dan beban ringan maka lakukan downshift dua atau tiga kali, tergantung tingkat kemiringan. Sedangkan bila tanjakan terjal dan beban kendaraan berat, maka Electronic Control Unit akan memerintah transmisi untuk melakukan perpindahan gigi ke rasio yang lebih rendah semaksimal mungkin, guna meraih tenaga puncak terus-menerus.

C. Pembahasan Lanjutan

Graf berarah yang digunakan untuk menunjukkan alur program Predictive Gearshift tersebut akan bervariasi bergantung pada karakter kendaraan yang diatur oleh insinyur melalui sistem Electronic Control Unit atau sistem mekanis, seperti karakter Electronic Control Unit, tipe gigi kendaraan, karakter penyaluran tenaga mesin, karakter distribusi bobot, hambatan angin CD (Coefficient of Drag), dan peruntukan kendaraan. Tipe gigi kendaraan, yakni : CVT (Continuous Variable Transmission), Dual Clutch, Torque Converter, AMT, dan jumlah rasio gigi.

Graf berarah dipilih karena dapat menunjukkan arah yang mensimulasikan cara kerja Electronic Control Unit. Graf yang sudah dibuat tidak memiliki gelang (*loop*) karena tidak perlu dilakukan iterasi pada tiap validasi. Kemudian graf yang digunakan juga bertipe graf terhubung lemah karena dari simpul A bisa ke simpul B, namun dari simpul B tidak bisa ke simpul A.

V. KESIMPULAN

Program Adaptive Gearshift adalah aplikasi ilmu informatika yang bersinergi dengan keilmuan lain demi menciptakan kendaraan yang ramah lingkungan, hemat bahan bakar, dan lebih bertenaga terutama di kondisi menanjak seperti kebanyakan jalan daerah di Indonesia yang berkонтur. Penerapan ilmu informatika dapat dikembangkan lebih dalam pada program ini, seperti peningkatan ketajaman citra kamera, algoritma yang efisien untuk mengenali marka jalan, dan

pengenalan objek di depan kendaraan. Dengan adanya graf berarah ini, pengembangan selanjutnya untuk program Adaptive Gearshift ini menjadi lebih jelas.



Jimly Nur Arif - 13522123

VI. SARAN

Saran untuk peneliti selanjutnya adalah penentuan *downshift* atau jumlah turun gigi melibatkan lebih banyak variabel seperti jumlah gigi kendaraan, tipe transmisi, dan karakteristik kendaraan (karakter mesin dan karakter khas pabrikan). Untuk sistem kamera agar dapat dikembangkan lagi karena marka permukaan jalan di terkadang tidak dapat terbaca ketika hujan akibat pantulan cahaya dari genangan air dan kamera seringkali kebingungan menilai objek apa yang ada di depannya. Untuk radar, pada negara berkembang (*developing country*), biasanya karakter lalu lintasnya semrawut, sehingga algoritma radar sering kali malah membahayakan pengemudi dan membingungkan sistem Predictive Gearshift.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepala Allah Subhanahu wa ta'ala karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan makalah berjudul "Pemodelan Graf pada Predictive Gearshift Berbasis Kamera dan Radar melalui Electronic Control Unit Kendaraan". Terima kasih kepada kedua orangtua penulis dan dosen penulis, yakni Bapak Dr. Ir. Rinaldi, M.T. dan Bapak Monterico Adrian, S.T., M.T. yang telah mengajar mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit dan membimbing selama satu semester. Terima kasih untuk segala pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu sehingga makalah ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Munir, Matematika Diskrit edisi ketiga. Bandung, 2009.
- [2] Munir, Rinaldi. 2023. "Graf (Bagian 1)". <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/matdis23-24.htm>, diakses pada 9 Desember 2023.
- [3] Hyundai. 2020. "Hyundai develops world's first ICT connected Shift System". <https://www.hyundai.news/eu/articles/press-releases/hyundai-develops-worlds-first-ict-connected-shift-system.html>, diakses pada 10 Desember 2023.
- [4] Teague, Chris. 2023. "What is Mercedes Active Distance Assist DISTRONIC?". <https://www.jdpower.com/cars/shopping-guides/what-is-mercedes-active-distance-assist-distronic>, diakses pada 8 Desember 2023.
- [5] Caradas.com. 2021. "Understanding ADAS: Traffic Sign Recognition". <https://caradas.com/understanding-adas-traffic-sign-recognition>, diakses pada 10 Desember 2023.
- [6] Toyota.com, "Toyota Safety Sense", <https://www.toyota.com/safety-sense/>, diakses 10 Desember 2023.
- [7] Nica, Gabriel. 2015. "BMW Showcases Predictive Gear Shift Technology on the New 1 Series". <https://www.autoevolution.com/news/bmw-showcases-predictive-gear-shift-technology-on-the-new-1-series-video-93611.html>, diakses pada 8 Desember 2023.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 3 Desember 2023