

Aplikasi Decision Tree dalam Pemilihan *Tire Compound* pada Balapan Formula 1

Daru Bagus Dananjaya¹
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
¹13519080@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Dalam sebuah kompetisi Formula 1, banyak kondisi yang melibatkan proses pengambilan keputusan strategi yang secara langsung berdampak kepada keberlangsungan balapan dari seorang pembalap. Perkembangan zaman dan teknologi memberikan dampak kepada kompleksitas opsi yang tersedia yang secara tidak langsung menimbulkan ruang kesalahan yang semakin besar pula. Namun perkembangan zaman juga menghasilkan solusi-solusi baru untuk meminimalisir kesalahan yang mungkin terjadi, salah satunya adalah dalam pencarian solusi yang efisien menggunakan pohon keputusan.

Keywords—Formula 1, pohon keputusan, solusi, strategi.

I. PENDAHULUAN

Balap mobil memiliki sejarah yang panjang sejak mobil diciptakan. Pada awalnya, balap mobil dilaksanakan atas keinginan *designer* dan *engineer* untuk menguji seberapa jauh kemampuan mobil yang mereka buat, dan tentu saja cara terbaik untuk mengujinya adalah dengan melakukan balapan dengan mobil buatan *engineer* lain. Hingga pada tahun 1950, dimulailah era balap professional yang dilaksanakan di lintasan tertutup yang hingga kini kita sebut dengan nama Formula 1.

Seiring berjalannya waktu, teknologi dan ilmu pengetahuan berkembang secara sangat pesat, kedua hal tersebut memiliki korelasi positif terhadap perkembangan industri. Industri kendaraan bermotor, terutama mobil berlomba-lomba untuk dapat berpartisipasi dalam ajang balap Formula 1. Perkembangan teknologi juga memiliki dampak langsung ke dalam kompetisi ini, mulai dari mobil yang semakin cepat, hingga aspek keselamatan yang terus mengalami perbaikan dari tahun ke tahun.

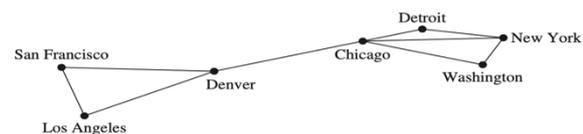
Saat ini, Formula 1 menargetkan untuk menggunakan bahan bakar sintetis berkelanjutan pada tahun 2026[1] serta mencapai *zero carbon footprint* pada akhir tahun 2030. Kedua hal tersebut menunjukkan bahwa meskipun Formula 1 merupakan kompetisi balap tertinggi di dunia, Formula 1 tetap berusaha untuk menerapkan pengembangan yang berkelanjutan.

Penggabungan antara pembalap terbaik dengan mobil dengan teknologi paling mutakhir menjadikan Formula 1 sebagai puncak tertinggi dari seluruh *event* balap yang ada di bumi ini. Nama “formula” digunakan karena seluruh peserta balap harus memenuhi berbagai macam peraturan yang telah ditetapkan oleh penyelenggara[2].

II. DASAR TEORI

A. Graf

Graf merupakan struktur diskrit yang tersusun atas kumpulan simpul dan sisi yang menghubungkan sisi-sisi tersebut[3]. Graf dapat digunakan untuk merepresentasikan hubungan dari objek-objek diskrit.



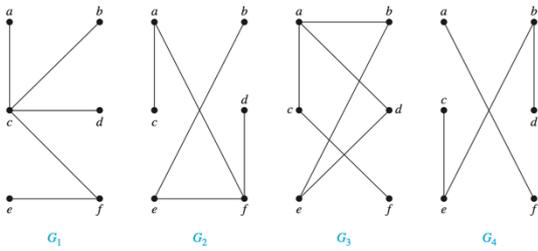
Gambar 1 Contoh Graf Jaringan Komputer

(Sumber : *Discrete Mathematics and Its Applications/Kenneth H. Rosen*)

Pada *Gambar 1*, jaringan komputer dapat dimodelkan sebagai graf dengan simpul yang merepresentasikan pusat data dan sisi merepresentasikan hubungan antar-pusat data. Dengan memvisualisasikan jaringan melalui sebuah graf, maka informasi mengenai relasi antara objek-objek diskrit menjadi lebih mudah dipahami.

B. Pohon

Pohon merupakan sebuah implementasi dari *graph* tak berarah yang terhubung dan tidak mengandung sirkuit[3]. Pada bidang *computer science*, banyak sekali aplikasi dari pohon untuk menyelesaikan persoalan-persoalan, salah satunya adalah Huffman Coding yang membentuk sebuah kode yang efisien yang dapat menghemat biaya transmisi dan penyimpanan data.



Gambar 2 Contoh Pohon dan Graf Bukan Pohon

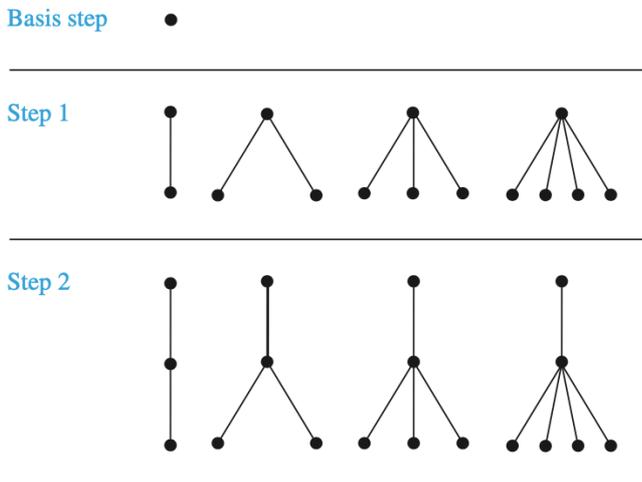
(Sumber : *Discrete Mathematics and Its Applications/Kenneth H. Rosen*)

Pada Gambar 2, G_1 dan G_2 merupakan pohon karena semua simpul pada masing-masing graf tersebut terhubung namun tidak memiliki sirkuit. Sedangkan G_3 bukan merupakan pohon karena simpul e, b, a, d, e membentuk sebuah sirkuit, hal tersebut tidak memenuhi definisi pohon yang telah dijelaskan di atas. G_4 juga bukan merupakan pohon karena simpul-simpul di graf tersebut tidak saling terhubung, hal tersebut juga tidak memenuhi definisi pohon yang telah dijelaskan di atas.

C. Pohon Berakar

Pohon berakar merupakan salah satu representasi pohon yang satu buah simpulnya diperlakukan sebagai akar dan sisinya diberi arah sehingga menjadi graf berarah[3]. Pohon Berakar dapat didefinisikan melalui dua tahap, yaitu :

1. Tahap basis : Vertex tunggal r akan menjadi akar.
2. Tahap rekursif : Misal terdapat T_1, T_2, \dots, T_n yang merupakan pohon berakar yang *disjoint* dengan akarnya adalah r_1, r_2, \dots, r_n . Kemudian, buat graf yang dimulai dari r yang bukan elemen dari T_1, T_2, \dots, T_n lalu tambahkan sisi dari r ke setiap simpul r_1, r_2, \dots, r_n [3].



Gambar 3 Pembuatan Pohon Berakar

(Sumber : *Discrete Mathematics and Its Applications/Rosen*)

D. Pohon Keputusan (*Decision Tree*)

Decision tree merupakan sebuah algoritma yang umumnya digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Algoritma ini akan mencari solusi dari sebuah masalah dengan menjadikan kondisi sebagai sebuah node kemudian menyusunnya menjadi struktur pohon[4]. Pada *decision tree*, setiap pohon memiliki cabang yang merupakan representasi dari suatu kondisi yang harus dipenuhi untuk menuju ke cabang pada level di bawahnya hingga berakhir di daun[5].

III. ISTILAH DALAM FORMULA 1

A. Formula 1



Gambar 4 Logo Formula 1

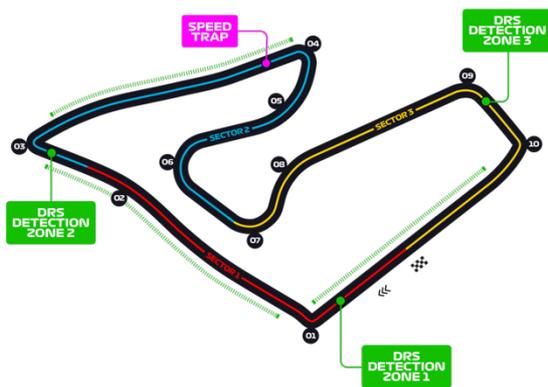
(Sumber: <https://1000logos.net/fl-logo/>)

Formula 1 (atau yang biasa disebut F1) merupakan puncak tertinggi dari seluruh ajang balap mobil di dunia. Pada umumnya dalam satu musim balap terdapat 21 balapan yang dilangsungkan di berbagai negara dan benua, seperti Australia, Singapura, Inggris, Belgia, Amerika Serikat, Bahrain, dan sebagainya. Kompetisi ini dinamakan “Formula” karena setiap *competitor* yang akan berpartisipasi dalam balap ini harus memenuhi berbagai macam aturan yang telah dibuat oleh FIA sebagai regulator.

Formula 1 merupakan sebuah kompetisi yang diikuti oleh sepuluh tim dengan 20 pembalap terbaik di dunia dimana setiap tim memiliki dua orang pembalap yang bersaing untuk mendapatkan *constructor championship* dan setiap pembalap bersaing untuk mendapatkan gelar *world champion*.

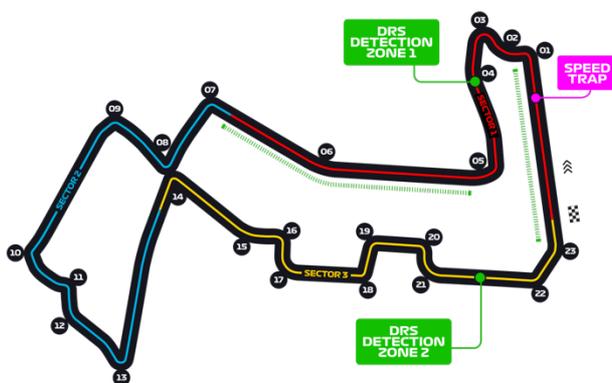
Dalam sebuah *event* balap, dibutuhkan pembalap yang tangkas dan mobil yang memiliki performa maksimal. Selain itu, karena peraturan dari kompetisi ini sangat ketat, strategi menjadi salah satu kunci dari kemenangan seorang pembalap. Banyak strategi yang bisa diterapkan oleh tim untuk memaksimalkan performa mobil dan pembalapnya. Salah satu yang terpenting adalah pemilihan *tyre compound* yang tepat untuk trek yang tepat. Jika tim melakukan kesalahan perencanaan, kemungkinan besar pembalap akan mengalami kerugian waktu yang besar sehingga tidak dapat berkompetisi secara maksimal.

Sebelum menentukan *tyre strategy* dalam balapan, tim perlu melakukan analisis terhadap bagaimana prediksi cuaca pada saat balapan serta bagaimana kondisi trek balap.



Gambar 5 Red Bull Ring Sirkuit – Austria

(Sumber: <https://www.formula1.com/en/information.austria-red-bull-ring-spielberg.1s7EC2bGta7o1thZkVPbbq.html>)



Gambar 6 Singapore Grand Prix

(Sumber: <https://www.formula1.com/en/information.singapore-marina-bay-street-circuit.7LXNQUCHTyR5yMQPIIk7Lv.html>)

Dapat dilihat pada Gambar 4, hanya terdapat sepuluh buah belokan dan lebih banyak lurus panjang sehingga tidak terlalu membutuhkan ban dengan daya cengkram yang tinggi, sedangkan pada Gambar 5, terdapat 23 buah belokan dan tidak terdapat lurus panjang untuk tempat mobil berakselerasi sehingga dibutuhkan ban dengan daya cengkram lebih tinggi supaya mobil dapat berganti arah dengan cepat dan tepat. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang berbeda pada sirkuit yang berbeda. Tahap pemilihan ban inilah yang akan diselesaikan dengan pohon keputusan.

B. Formula 1 Track

Setiap tahunnya, Formula 1 diadakan di 21 trek berbeda yang tersebar di seluruh penjuru dunia, mulai dari sirkuit tertutup hingga sirkuit jalan raya. Perbedaan *roughness* dan temperatur di setiap sirkuit menjadi keunikan tersendiri dari masing-masing trek tempat dilaksanakannya balap Formula 1.

Terdapat lima buah parameter yang biasanya dijadikan tolak ukur dalam penentuan strategi balapan, diantaranya:

1. *Tyre stress*, yaitu tekanan yang diberikan oleh trek kepada ban yang dapat mengakibatkan ban mengalami deformasi bentuk.

2. *Lateral energy*, yaitu tekanan yang diberikan oleh permukaan trek ketika mobil sedang berubah arah.
3. *Asphalt Grip*, yaitu daya cengkram yang diberikan oleh aspal trek kepada ban mobil, semakin tinggi nilai *grip*-nya, maka mobil akan lebih stabil.
4. *Asphalt Abrasion*, yaitu daya kikis aspal kepada ban mobil, semakin tinggi nilai *asphalt abrasion* maka ban akan lebih cepat habis.
5. *Downforce*, yaitu gaya yang dihasilkan dari kombinasi antara gaya gravitasi serta hambatan angin yang mengakibatkan efek “menekan” ke bumi sehingga mobil menjadi lebih stabil ketika nilai *downforce* lebih tinggi.

Race	Tyre Stress	Lateral energy	Asphalt Grip	Asphalt Abrasion	Downforce
Australia	1	2	1	3	4
Bahrain	3	3	4	5	2
China	4	4	3	3	2
Azerbaijan	3	2	2	1	2
Spain	4	4	4	3	4
Monaco	1	1	1	1	5
Canada	2	1	1	1	2
France	4	4	3	3	3
Austria	2	3	2	1	3
Britain	5	5	4	3	4
Germany	3	3	3	2	3
Hungary	3	4	4	3	4
Belgium	5	5	4	4	2
Italy	5	2	2	3	1
Singapore	1	2	1	3	5
Russia	1	3	3	2	4
Japan	5	5	4	3	3
United States	3	4	2	3	3
Mexico	3	2	2	2	4
Brazil	3	4	3	3	4
Abu Dhabi	2	3	2	2	3

Gambar 7 Daftar Trek Formula 1 di Dunia

(Sumber : <https://flbythenumbers.com/2019-fl-season-tracks-according-to-pirelli/>)

Tyre stress, *Lateral energy*, *Asphalt Grip*, dan *Asphalt abrasion* memiliki efek signifikan terhadap *tyre wear*, sehingga harus dilakukan penyusunan strategi yang tepat sehingga balapan menjadi lebih efisien dan kompetitif.

C. Formula 1 Tyre Compound

Salah satu komponen terpenting dalam sebuah ajang balap mobil adalah roda, karena hanya komponen tersebut yang menempel ke aspal sirkuit dan *grip* dari roda tersebut sangat dibutuhkan untuk mobil Formula 1 untuk dapat berganti arah

dalam kecepatan tinggi tanpa tergelincir. Namun, penggunaan ban pada setiap seri dibatasi untuk setiap *compound*-nya dan diatur secara sangat ketat oleh penyelenggara event, sehingga dibutuhkan *tyre management* yang baik dari sisi pengemudi maupun tim itu sendiri.

Pada musim 2020, seluruh ban yang digunakan disuplai oleh produsen ban asal Italia, yaitu Pirelli. Terdapat tujuh jenis *compound* yang dapat digunakan oleh setiap tim pada musim 2020 ini. Dua diantaranya adalah *compound* yang khusus diperuntukkan untuk balapan pada kondisi cuaca basah, yaitu *intermediate* (ditandai dengan dinding berwarna hijau) untuk balapan di kondisi trek basah namun tanpa genangan air serta trek yang sedang dalam proses pengeringan setelah hujan dan *full wet* (ditandai dengan dinding samping berwarna biru) untuk balapan di kondisi trek basah dan terdapat genangan air. Selain dua *compound* basah tersebut, terdapat lima jenis *compound* lain yang digunakan untuk balapan dalam kondisi trek kering yang ditandai dengan notasi C1 hingga C5, dengan C1 sebagai *compound* paling keras yang berarti memiliki grip yang paling rendah namun sangat tahan lama, dan C5 sebagai *compound* paling lunak yang berarti memiliki grip paling tinggi namun daya tahan sangat lemah[6].

No	Compound	Tread
C1		Slick
C2		
C3		
C4		
C5		
Intermediate		Treaded
Wet		

Tabel 1 Tujuh Tyre Compound Formula 1

(Sumber: <https://www.pirelli.com/tires/en-us/motorsport/f1/tires>)

Sekurang-kurangnya sembilan pekan sebelum pekan balap jika *event* dilaksanakan di Eropa dan lima belas pekan sebelum pekan balap jika *event* dilaksanakan di luar Eropa, FIA sebagai regulator harus memberikan informasi berikut kepada seluruh peserta :

1. *Tyre compound* yang tersedia untuk pekan balap tersebut.
2. *Compound* balap yang wajib dipilih oleh masing-masing peserta (maksimal dua).
3. *Compound* Q3 (Kualifikasi 3) yang wajib digunakan oleh masing-masing peserta (selalu *compound* terlunak dari ketiga *dry compound* yang tersedia)[7].

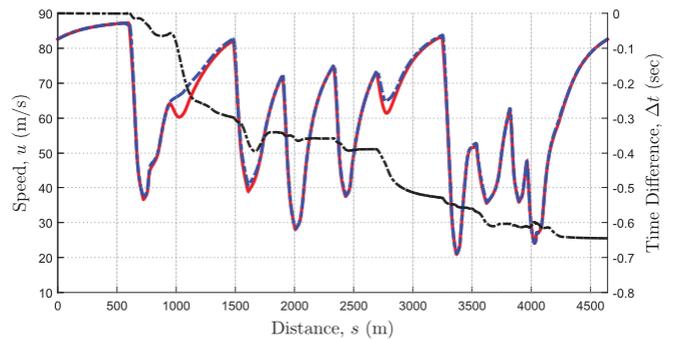
Pada setiap pekan balap yang terdiri dari tiga buah sesi latihan bebas, tiga buah sesi kualifikasi, dan satu buah balapan, setiap pembalap diberikan 13 set *compound* kering (termasuk dua set *compound* wajib yang telah disebutkan di atas), empat set *intermediate compound*, dan tiga set *wet compound*.

D. Tyre Strategy

Pada sebuah balap mobil performa tinggi seperti Formula 1, gaya yang dapat *dihandle* oleh ban balap jauh lebih tinggi daripada mobil *reguler* yang ada di jalan raya. Hal tersebut disebabkan oleh *chassis* mobil Formula 1 yang sangat *rigid* serta penggunaan ban dengan *compound* yang lunak.

Tyre wear management merupakan hal yang sangat penting untuk mewujudkan *race strategy* yang kompetitif, untuk itu pembalap dan tim harus mengetahui kapan mereka harus melakukan “push” dan kapan mereka harus bergerak secara konservatif. Strategi tersebut tidak hanya untuk menjaga grip pada ban, tetapi juga untuk mendapatkan *potential overtaking advantage* di antara pit stop.

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Tremlett dan Limebeer menunjukkan bahwa jika pembalap mampu menjaga *tyre wear rate*-nya di bawah batas maksimum, maka didapatkan waktu lap yang lebih cepat dibandingkan ketika pembalap menyeting dengan agresif.



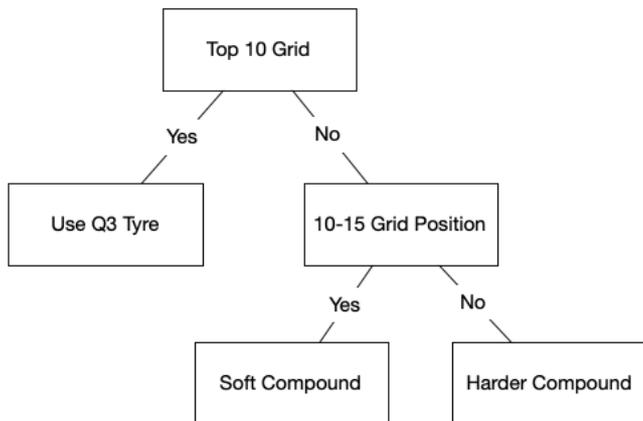
Grafik 1 Grafik Kecepatan Mobil Terhadap Jarak Lap

(Sumber : *Optimal tyre usage for a Formula One car/Tremlett & Limebeer*)

Pada Grafik 1, garis titik-titik biru menggambarkan ketika pembalap mengemudi secara agresif sehingga mencapai *tyre wear rate* maksimum, yaitu 5 mm, didapatkan waktu lap 81,245 detik. Sedangkan ketika pembalap menjaga *tyre wear rate*-nya di angka 0.23 mm, didapatkan waktu 81,891 detik. Perbedaan waktu dari kedua cara mengemudi tersebut dapat dilihat pada garis titik-titik hitam[8]. Berdasarkan penelitian tersebut dapat dilihat bahwa jika pembalap mampu melakukan *tyre wear management* dengan baik, maka pembalap tersebut berpotensi mendapatkan *pace* yang lebih baik untuk menyusul pembalap yang ada di depannya. Selain itu, dapat dilihat pula bahwa mengemudi secara agresif secara terus-menerus bukanlah strategi yang baik dalam sebuah balapan.

IV. ANALISIS PERSOALAN

A. Figures and Tables



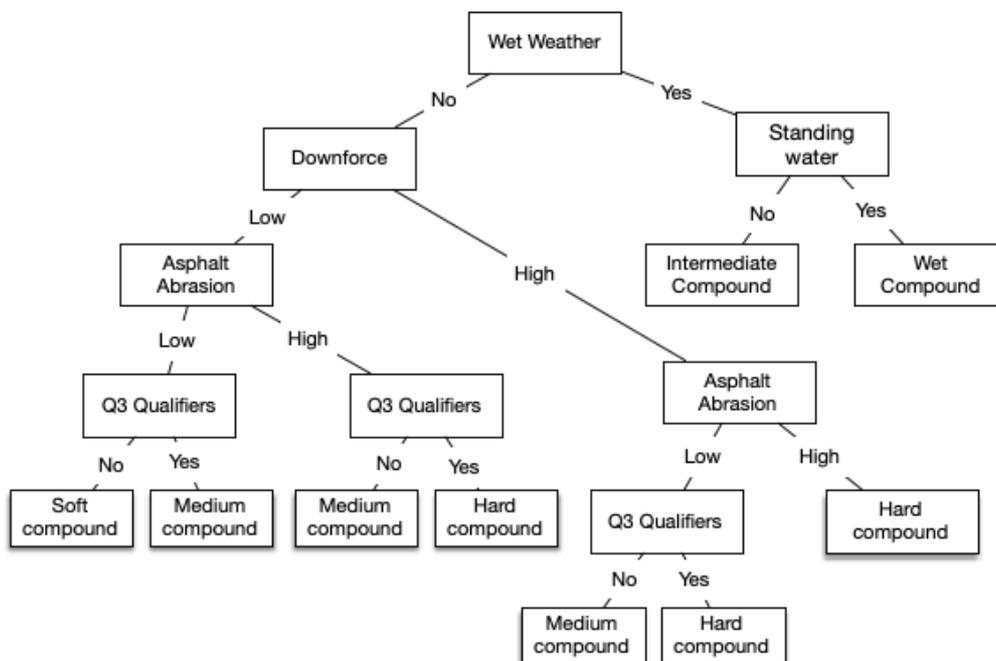
Gambar 8 Pohon Keputusan Start Tyre Strategy

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Pohon keputusan di atas menunjukkan bahwa algoritma tersebut dapat digunakan untuk mencari solusi dari masalah yang harus diambil dengan membentuk kondisi yang mungkin terjadi sebagai *node*. Oleh karena itu, kita dapat

menentukan strategi mana yang terbaik dari berbagai kondisi yang ada.

Penentuan *starting tyre compound* merupakan hal pertama yang harus dilakukan, karena pembalap yang lolos ke kualifikasi ke-3 harus menggunakan ban yang sama dengan yang digunakan saat kualifikasi, maka sepuluh pembalap terdepan harus menggunakan ban bekas yang mereka gunakan saat Q3, hal tersebut memberikan *disadvantages* bagi sepuluh pembalap terdepan karena mereka menggunakan ban yang tidak dalam kondisi maksimalnya. Kondisi tersebut memungkinkan untuk pembalap yang berada di *midfield grid* (posisi 10-15) untuk menggunakan ban dengan *compound* yang paling lunak tetapi dalam kondisi baru. Menggunakan ban baru dengan *compound* paling lunak berpotensi memberikan kesempatan ekstra pembalap *midfield* untuk Menyusun *pace* balap yang baik sehingga saat sepuluh pembalap terdepan (saat start) harus memasuki *pit* untuk mengganti ban mereka, pembalap *midfield* dapat memanfaatkannya untuk melakukan *overtake*. Sedangkan untuk lima pembalap terbelakang (posisi 16-20), mereka disarankan untuk menggunakan ban dengan *compound* yang lebih keras karena sangat sulit bagi mereka untuk dapat menyusul pembalap terdepan kecuali dengan bertahan selama mungkin di luar *pit stop*, meskipun ban dengan *compound* yang lebih keras memberikan *grip* yang tidak terlalu baik, tetapi memiliki konsistensi yang lebih baik untuk pemakaian jangka panjang, dimana hal tersebut baik untuk lima pembalap dengan *grid position* paling belakang sehingga mereka bisa Menyusun *pace* sebaik mungkin untuk setidaknya mendekati *gap* mereka ke pembalap yang ada di *front line*.



Gambar 9 Pohon Keputusan Pemilihan Ban

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Pohon keputusan pada Gambar 9 menunjukkan strategi penggantian ban pada *pit stop* pertama dengan asumsi seluruh pembalap menggunakan strategi standar yaitu *one stopper*, yaitu hanya melakukan sekali ganti ban untuk seluruh *race*. Strategi tersebut menjadi strategi standar karena untuk setiap *pit stop*, pembalap menghabiskan waktu kurang lebih 25 detik dimana dalam sebuah balapan, sangat sulit untuk mendapatkan *pace* 25 detik yang hilang akibat *pit stop*. Oleh karena itu, penggantian ban harus dilakukan seminimal mungkin.

Hal pertama yang harus diperhatikan ketika memilih *compound* ban adalah cuaca, karena kondisi aspal trek tidak akan memiliki pengaruh besar ketika terjadi hujan, apalagi terdapat genangan di trek. Jika kondisi hujan, maka tim harus melakukan pengecekan kondisi berikutnya yaitu ada genangan di trek atau tidak. Apabila terdapat genangan, maka pembalap harus menggunakan *wet compound*, selain untuk alasan performa penggunaan ban tersebut juga untuk alasan keamanan, namun jika tidak terdapat genangan, maka pembalap harus menggunakan *intermediate compound*.

Apabila cuaca kering, maka hal pertama yang harus diperhatikan oleh pembalap adalah bagaimana kondisi *downforce* dari trek tersebut, semakin tinggi *downforce* yang diberikan oleh trek, mobil akan semakin “menempel” ke aspal yang berakibat pada ban mobil yang lebih cepat habis. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap kondisi trek lainnya, yaitu *Asphalt Abrasion*, nilai *asphalt abrasion* yang tinggi mengakibatkan *stress* kepada permukaan ban yang akan berakibat pada ban yang lebih cepat habis juga.

Kemudian, dilakukan analisis apakah pembalap mengikuti Q3 (Kualifikasi 3) atau tidak, karena jika pembalap mengikuti Q3, maka pembalap *start* balapan dengan ban bekas yang mereka gunakan pada saat Q3, yang berarti akan habis lebih awal dibandingkan pembalap lain yang tidak mengikuti Q3 sehingga mereka harus masuk ke *pit* lebih awal kemudian Menyusun ulang *pace* mereka untuk tetap dapat bertahan di *front line* balapan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh pada makalah ini, ditunjukkan bahwa aplikasi pohon keputusan dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah yang dalam kasis ini adalah pemilihan *tyre compound* yang tepat untuk mendapatkan strategi balap yang terbaik bagi setiap pembalap. Sebenarnya banyak sekali faktor eksternal dan internal lain yang membentuk sebuah kondisi baru yang menjadikan pemilihan *tyre compound* pada Formula 1 ini menjadi jauh lebih kompleks. Pohon keputusan setidaknya memberikan pembalap dan tim gambaran dan pertimbangan sehingga mereka dapat menentukan strategi yang paling efektif pada kondisi yang telah dirangkum dalam pohon keputusan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pohon keputusan dapat menyelesaikan permasalahan dalam pemilihan *tyre compound* pada balapan Formula 1.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat mengerjakan makalah ini dengan lancar dan tepat waktu. Kemudian, tidak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ulfa Nur Maulidevi, Bapak Rinaldi Munir, Ibu Harlili, dan Ibu Fariska Zakhralatifa selaku dosen pengampu mata kuliah Matematika Diskrit yang telah bersedia membagikan ilmunya sehingga saya dapat mengerjakan makalah ini dengan lancar. Tidak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada keluarga yang telah mendukung saya secara penuh dalam proses pembelajaran saya serta seluruh teman-teman yang bersedia menjadi tempat saya berkeluh kesah serta membantu saya dalam menyelesaikan tugas ini.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Benson, “Formula 1 to use engines powered by sustainable fuels by 2026,” 2020. [Online]. Available: <https://www.bbc.com/sport/formula1/54917111>.
- [2] J. Noble and M. Hughes, “Discovering What Makes Formula One, Formula One.” [Online]. Available: <https://www.dummies.com/sports/auto-racing/discovering-what-makes-formula-one-formula-one/>.
- [3] K. H. Rosen, *Discrete Mathematics and Its Applications*. 2019.
- [4] Š. H. Babič, P. Kokol, V. Podgorelec, M. Zorman, M. Šprogar, and M. M. Štiglic, “The art of building decision trees,” *J. Med. Syst.*, vol. 24, no. 1, pp. 43–52, 2000.
- [5] D. Sartika and D. Indra, “Perbandingan Algoritma Klasifikasi Naive Bayes, Nearest Neighbour, dan Decision Tree pada Studi Kasus Pengambilan Keputusan Pemilihan Pola Pakaian,” *J. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 151–161, 2017.
- [6] “F1 Tires,” 2020. [Online]. Available: <https://www.pirelli.com/tires/en-us/motorsport/f1/tires>.
- [7] FIA, “2020 F1 Sporting Regulations 2020 FORMULA ONE SPORTING REGULATIONS,” no. DECEMBER 2019, 2020.
- [8] A. J. Tremlett and D. J. N. Limebeer, “Optimal tyre usage for a Formula One car,” *Veh. Syst. Dyn.*, vol. 54, no. 10, pp. 1448–1473, 2016.

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.

Semarang, 10 Desember 2020



Daru Bagus Dananjaya, 13519080