

Penerapan Greedy dalam Pemilihan Komponen Ban pada Balapan Formula 1

Anzaldi Sulaiman Oemar 13517098
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13517098@std.stei.itb.ac.id

Abstrak — Memimpin sebuah tim balap di ajang Formula 1 bukanlah sebuah perkara mudah. Kesuksesan pembalap bukan hanya berasal dari kemampuan individu dalam mengendarai mobil secepat mungkin, ada juga hasil dari kecerdasan dan tangan dingin insinyur serta mekanik utamanya dalam menentukan setelan mobil dan strategi sepanjang akhir pekan *grand prix*. Di lintasan, semua kejadian bisa terjadi begitu dinamis, setiap detik menjadi berharga, tentu saja insinyur dan mekanik yang memiliki data mengenai mobil, cuaca, kompetitor lain, dan faktor lainnya harus memiliki rencana untuk dasar, strategi greedy bisa menjadi sebuah metode ketika balapan berlangsung. Di penghujung suatu seri balap, kemenangan merupakan hadiah terindah hasil dari perjuangan para pembalap serta tim yang terlibat.

Kata kunci — greedy, Formula 1, komponen ban, pit stop, kecepatan.

I. PENDAHULUAN

Formula 1 atau sering disebut F1 adalah ajang balap mobil paling bergengsi di dunia yang melibatkan 10 tim dan 20 pembalap terbaik dari seluruh dunia. Memenangkan balapan F1 bukan perkara mudah, butuh kerjasama tim dan kemampuan pembalap yang paling maksimal sepanjang akhir pekan. Faktanya, sejak diselenggarakan mulai tahun 1950 sampai tulisan ini dibuat, baru ada 107 pembalap yang pernah memenangkan balapan dari total 764 pembalap yang pernah mencoba ikut dalam balapan, membuktikan betapa beratnya memenangkan sebuah balapan di F1 dan merupakan prestasi yang patut dibanggakan oleh pembalapnya, timnya, serta negaranya.

Pembalap di balik kemudi tentu menentukan pencapaian akhir suatu balapan karena mengemudikan mobil F1 bukan perkara mudah, namun selama balapan tidak semua informasi bisa diketahui pembalap. Insinyur dan mekanik di *pit box* mempunyai data tentang bagaimana keadaan mobil saat itu, keadaan lintasan, keadaan balapan secara umum, atau bahkan hal kecil lainnya yang bisa diperoleh dari *telemetry* maupun layar televisi.

Insinyur dan mekanik itulah yang bertanggungjawab dalam mengatur pembalap untuk mengendalikan mobilnya supaya tetap dalam keadaan optimal dan bertahan sampai garis finish terlebih lagi untuk memenangkan balapan.

Dalam makalah ini, akan dibedah bagaimana strategi pada suatu balapan F1 secara umum dilihat dari penerapan greedy

yang sering digunakan oleh tim-tim unggulan. Pemilihan komponen pada mobil seperti mesin, *gearbox*, sayap, oli, bensin ban merupakan penerapan greedy dalam balapan F1. Komponen-komponen tersebut memiliki jumlah terbatas dalam setiap balapan atau sepanjang musim yang apabila seorang pembalap menggunakan secara berlebihan akan dikenakan denda sehingga harus dioptimalkan penggunaannya. Pada bagian inilah pembalap dibantu oleh kru tim bisa menerapkan strategi greedy untuk memaksimalkan hasil setiap balapan bahkan meraih juara dunia musim tersebut.

II. DASAR TEORI

A. Algoritma Exhaustive Search

Pencarian solusi terbaik dari objek-objek dengan kriteria tertentu dengan menggunakan algoritma Exhaustive Search adalah dengan mencari semua kombinasi dan permutasi dari objek-objek yang ada. Semakin banyak objek, semakin banyak juga kemungkinan solusinya. Biasanya kompleksitas waktu dari algoritma Exhaustive Search masi heksponensial, sehingga algoritma ini cenderung untuk di hindari walaupun solusi yang ditemukan adalah solusi yang memang benar-benar terbaik. Untuk mempercepat pencarian solusi dengan Exhaustive Search dapat digunakan suatu teknik yang disebut teknik heuristik (heuristic). Teknik ini meliputi salah satunya adalah mengeliminasi kemungkinan solusi yang tidak mungkin menjadi solusi terbaik, ataupun mengadopsi metode lain.

Exhaustive search adalah teknik pencarian solusi secara solusi brute force untuk masalah yang melibatkan pencarian elemen dengan sifat khusus, biasanya di antara objek-objek kombinatorik seperti permutasi, kombinasi, atau himpunan bagian dari sebuah himpunan.

Metode exhaustive search dapat dirumuskan langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Enumerasi setiap solusi yang mungkin dengan cara yang sistematis.
2. Evaluasi setiap kemungkinan solusi satu per satu, mungkin saja beberapa kemungkinan solusi yang tidak layak dikeluarkan, dan simpan solusi terbaik yang ditemukan sampai sejauh ini.

3. Bila pencarian berakhir, ambil solusi terbaik.

B. Algoritma Greedy

Algoritma greedy merupakan algoritma yang memecahkan masalah secara langkah per langkah. Dari setiap langkah yang dilakukan tersebut, terdapat berbagai macam solusi yang dapat kita peroleh untuk mencapai tujuan. Pada strategi algoritma greedy ini akan mengambil suatu keputusan yang terbaik dalam setiap langkah pemecahan masalah. Solusi terbaik yang telah diambil tersebut tidak dapat dirubah, dalam hal ini solusi tersebut merupakan solusi final. Prinsip algoritma greedy yaitu “take what you can get now”, yang berarti dalam algoritma ini akan mengambil pilihan yang terbaik yang dapat diperoleh pada saat itu tanpa memperhatikan konsekuensi ke depan. Hal tersebut dilakukan dengan harapan bahwa dengan memilih optimum lokal pada setiap langkah akan berakhir dengan optimum global.

Terdapat lima elemen dalam algoritma greedy sebagai berikut :

1. Himpunan kandidat, C
Berisi elemen-elemen pembentuk solusi. Pada setiap langkah greedy, satu element akan dipilih untuk mendapatkan optimum lokal.
2. Himpunan solusi, S
Berisi kandidat-kandidat yang terpilih sebagai solusi persoalan.
3. Fungsi seleksi
Memilih kandidat yang paling memungkinkan emncapai solusi optimal. Kandidat yang sudah dipilih pada suatu langkah tidak pernah dipertimbangkan lagi pada langkah berikutnya.
4. Fungsi kelayakan
Memeriksa apakah suatu kandidat yang telah dipilih dapat memberikan solusi yang layak , yakni kandidat tersebut bersama-sama dengan himpunan solusi yang sudah terbentuk tidak melanggar kendala (constraints) yang ada. Kandidat yang layak dimasukan kedalam himpunan solusi, sedangkan kandidat yang tidak layak dibuang dan tidak dipertimbangkan lagi untuk langkah selanjutnya.
5. Fungsi obyektif
Fungsi yang memaksimumkan atau meminimumkan nilai solusi(misalnya panjang lintasan, keuntungan, dan lain-lain).

Dengan kata lain, algoritma greedy melibatkan pencarian sebuah himpunan bagian S dari himpunan kandidat C. Dalam hal ini, S harus memenuhi beberapa kriteria yang ditentukan, yaitu menyatakan suatu solusi dan S dioptimisasi oleh fungsi obyektif. Algoritma greedy tidak selalu memberikan solusi optimum global. Alasannya yaitu greedy tidak beroperasi secara menyeluruh terhadap semua alternatif solusi yang ada. Selain itu, terdapat beberapa fungsi solusi yang berbeda, sehingga kita harus memilih fungsi yang tepat jika menginginkan hasil solusi yang optimal. Namun, algoritma ini mempunyai kecepatan eksekusi yang baik dalam menyelesaikan masalah.

Skema umum algoritma greedy:

```
function greedy(input C: himpunan_kandidat) → himpunan_kandidat
{ Mengembalikan solusi dari persoalan optimasi dengan algoritma greedy
Masukan: himpunan kandidat C
Keluaran: himpunan solusi yang bertipe himpunan_kandidat
}
Deklarasi
x : kandidat
S : himpunan_kandidat
Algoritma:
S ← {} { inialisasi S dengan kosong }
while (not SOLUSI(S)) and (C ≠ {} ) do
x ← SELEKSI(C) { pilih sebuah kandidat dari C }
C ← C - {x} { elemen himpunan kandidat berkurang satu }
if LAYAK(S ∪ {x}) then
S ← S ∪ {x}
endif
endwhile
{SOLUSI(S) or C = {} }
if SOLUSI(S) then
return S
else
write('tidak ada solusi')
endif
```

Gambar 1. Skema umum algoritma greedy
Sumber: Powerpoint perkuliahan

C. Seri Balap Formula 1

Formula 1 adalah puncak dari olahraga motorsport. Olahraga ini pertama kali digelar pada tahun 1950. “Formula” adalah sebuah parameter tertentu yang harus digunakan tim dalam mobilnya, contohnya mesin hybrid V6 1.6-liter yang sekarang mereka gunakan di sepanjang musim 2019.

Dari bulan Maret hingga November, kurang lebih ada 21 balapan di berbagai negara, seperti Itali, Bahrain, Azerbaijan, dan Brasil. Sepanjang musim, tim mengincar dua jenis gelar juara; satu untuk pebalap dan satu lagi untuk tim. Hadaiahnya apa? Jutaan dolar dan gelar prestisius pasti bakal mereka kenang selamanya.

Setiap sirkuit punya jumlah laps (putaran) masing-masing. Jumlah total laps tidak boleh lebih dari 305 km dan biasanya tak lebih dari 2 jam. Hari Jumat dan Sabtu siang akan dipakai untuk free practice 1, 2, dan 3. Lalu, Sabtu sore akan dipakai untuk babak kualifikasi yang terdiri dari tiga sesi; Q1, Q2, dan Q3. Tujuan dari kualifikasi ini untuk menentukan posisi start pebalap pada saat balapan hari Minggu.

Sepanjang satu *grand prix*, seorang pembalap akan dibatasi penggunaan komponen-komponen tertentu pada mobilnya begitu juga dalam balapan. Dengan kecepatan rata-rata sekitar 200 km/jam dan kecepatan maksimal di lintasan lurus hampir 370 km/jam, komponen-komponen tersebut tentu diciptakan khusus dengan teknologi terkini supaya tahan dalam satu balapan dari *start* hingga *finish*, apalagi jika komponen-komponen yang digunakan oleh seorang pembalap terbatas untuk satu musim kalender, tentu pembalap dan kru tim harus memutar otak untuk membuat komponen yang tahan lama.



Gambar 2. Balapan Formula 1
Sumber: official website www.f1.com

Dalam balapan F1, ban merupakan komponen krusial dan menjadi faktor penting selain dari performa mesin dan pengemudi itu sendiri. Pemilihan ban menandakan strategi yang diterapkan oleh tim dan pembalap sepanjang kompetisi berlangsung. Tidak seperti ban mobil pada umumnya, ban mobil F1 tidak memiliki alur kecuali pada kompon *intermediate* atau *wet* yang khusus digunakan ketika balapan dalam kondisi hujan. Untuk musim kalender 2019, Pirelli merupakan pemasok tunggal ban mobil F1 bagi seluruh pembalap.

Ada tiga jenis ban yang disediakan di satu balapan yaitu *soft*, *medium*, dan *hard*. Setiap ban memiliki keunggulan dan fungsi masing-masing. Seperti namanya, *soft* merupakan ban dengan karet terlunak yang akan memberikan cengkraman paling baik terhadap aspal sehingga mobil mampu melibas tikungan lebih cepat. Hal ini menyebabkan ban *soft* akan tergerus lebih cepat dan memiliki umur layak pakai lebih rendah. Sebaliknya, ban *hard* memiliki kelebihan yang bertolak belakang dengan ban *soft* yaitu mobil akan lebih lambat di tikungan sehingga menyebabkan waktu tempuh satu putaran lebih lambat juga namun umur ban jauh lebih panjang. Ban mobil F1 didesain untuk digunakan dalam jarak tempuh kurang dari 200 kilometer untuk sekali pakai, bahkan untuk ban *soft* apabila digunakan di kondisi lintasan yang panas atau aspal yang abrasif hanya mampu menempuh jarak 60 kilometer saja.

Untuk memudahkan membedakan tipe setiap bannya dan informasi kepada penonton layar kaca, Pirelli memberikan warna berbeda tergantung komponnya di samping karet ban supaya mudah juga tersorot kamera. Ketentuannya adalah merah untuk kompon ban *soft*, kuning untuk kompon ban *medium*, dan putih untuk kompon ban *hard*. Beberapa situs analisa F1 yang tidak ramah untuk pemula menuliskan kompon ban sebagai C1, C2, C3, C4, dan C5. Di setiap balapan, hanya tiga kompon yang disediakan oleh Pirelli, semakin besar angkanya maka semakin lunak serta sebaliknya



Gambar 3. Berbagai warna kompon ban
Sumber: www.autosport.com

Ketika ban sudah mulai kehabisan umur penggunaan apabila dipaksakan maka ban akan meledak, jika tidak dipaksakan pun maka pembalap tidak bisa memperoleh kecepatan yang maksimal sehingga di setiap balapan tentu memerlukan pit stop, yaitu masuk sebuah jalur khusus untuk melakukan pergantian ban (pergantian komponen kecil lainnya juga dimungkinkan apabila mengalami kerusakan) yang dilakukan oleh mekanik satu tim. Pit stop memerlukan strategi yang matang karena bisa menghabiskan waktu 30 detik dan setelahnya juga bisa terkena antrean di belakang mobil yang lebih lambat sehingga menyebabkan turbulensi dan kecepatan mobil pun melambat.

III. STRATEGI GREEDY PEMILIHAN KOMPON BAN PADA BALAPAN F1

A. Analisis kemampuan ban F1 dalam suatu balapan

Untuk memperoleh data kemampuan dan ketahanan ban mobil F1 dalam suatu balapan, saya mengambil sampel dari balapan F1 Bahrain tahun 2019 yang berlangsung pada 31 Maret 2019.

The tyre strategies for each driver:				
	Stint 1	Stint 2	Stint 3	Stint 4
Lewis Hamilton	C3 (13)	C3 (21)	C2 (23)	
Valtteri Bottas	C3 (12)	C2 (25)	C3 (20)	
Charles Leclerc	C3 (13)	C2 (23)	C2 (21)	
Max Verstappen	C3 (11)	C2 (21)	C2 (25)	
Sebastian Vettel	C3 (14)	C2 (21)	C2 (3)	C3 (19)
Lando Norris	C3 (10)	C2 (24)	C3 (23)	
Kimi Raikkonen	C3 (9)	C2 (24)	C3 (24)	
Pierre Gasly	C3 (9)	C3 (30)	C2 (18)	
Alexander Albon	C3 (9)	C3 (16)	C2 (32)	
Sergio Perez	C3 (8)	C2 (25)	C2 (24)	
Antonio Giovinazzi	C3 (16)	C2 (24)	C3 (17)	
Daniil Kvyat	C3 (12)	C2 (26)	C3 (18)	
Kevin Magnussen	C3 (10)	C2 (28)	C3 (18)	
Lance Stroll	C3 (1)	C2 (22)	C2 (33)	
George Russell	C3 (12)	C2 (14)	C2 (30)	
Robert Kubica	C2 (11)	C3 (16)	C2 (28)	
Nico Hulkenberg	C3 (12)	C3 (20)	C2 (21)	
Daniel Ricciardo	C3 (24)	C2 (29)		
Carlos Sainz Jr	C3 (4)	C2 (20)	C1 (16)	C3 (13)
Romain Grosjean	C3 (1)	C2 (15)		

Gambar 4. Data pemilihan kompon ban pada balapan F1 Bahrain GP 2019
Sumber: www.racefans.net

2019 Bahrain Grand Prix

Race 2 of 21 in the 2019 Formula One World Championship

◀ Previous race Next race ▶



Race details^[1]

Date 31 March 2019

Official name Formula 1 Gulf Air Bahrain Grand Prix 2019

Location Bahrain International Circuit, Sakhir, Bahrain

Course Permanent racing facility

Course length 5.412 km (3.362 mi)

Distance 57 laps, 308.238 km (191.530 mi)

Gambar 5. Informasi umum balapan F1 Bahrain GP 2019
 Sumber: Dokumentasi Wikipedia berdasarkan www.formula1.com

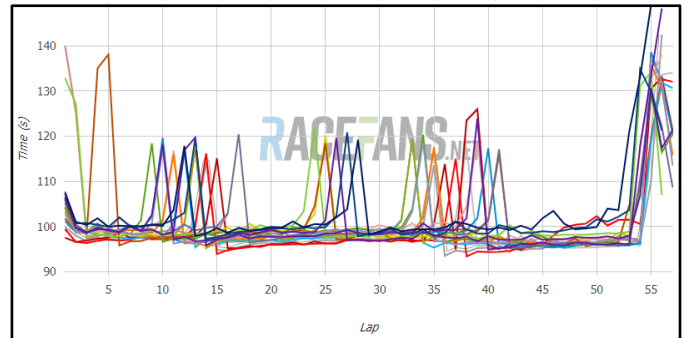
Dari gambar 4 di atas, *stint* artinya adalah sekali perjalanan tanpa melakukan pit stop, C1 merupakan kompon ban *hard*, C2 merupakan kompon ban *medium*, dan C3 merupakan kompon ban *soft*. Angka di dalam kurung merupakan banyaknya putaran yang dilewati sebelum akhirnya pit stop, perhatikan bahwa tidak semua pembalap melakukan pit stop hanya untuk melakukan pergantian ban, namun ada juga karena insiden yang membuat komponen mobil rusak sehingga harus melakukan pit stop. Saat *stint* 1, 19 dari 20 pembalap menggunakan kompon *soft*, 3 dari 19 pembalap tersebut mengalami masalah sehingga harus pit stop terlebih dahulu sebelum 4 putaran, dan 1 dari 19 pembalap melahap 24 putaran. Sebagian besar di *stint* 1 yaitu 15 dari 19 pembalap yang menggunakan kompon *soft* melewati antara 8 sampai 16 putaran, para pembalap unggulan yang terletak di baris-baris atas tabel kebanyakan menggunakan ban *soft* dalam 12 atau 13 putaran, hal ini karena satu tim hanya bisa menampung satu mobil dalam setiap pit stop. Mengambil data maksimal 15 putaran dalam lintasan Bahrain memiliki jarak tempuh:

$$15 \text{ putaran} * 5,412 \text{ km / putaran} = 81,180 \text{ km}$$

Bisa diambil contoh kasar bahwa untuk ban *soft* mampu menempuh jarak sejauh 70 kilometer. Berlaku juga untuk ban C2 atau *medium*, pembalap unggulan yang berada di baris atas menggunakan ban *medium* di kisaran 20 putaran sampai 25 putaran. Dengan menganggap kondisi ideal, maka akan diperoleh jarak tempuh ban medium adalah:

$$25 \text{ putaran} * 5,412 \text{ km / putaran} = 135,300 \text{ km}$$

Oleh sebab kompon *hard* tidak digunakan pada balapan ini dilakukan asumsi jarak tempuh yang mampu dijalani oleh ban *hard* berdasarkan data dari lintasan lain yang serupa kondisinya sehingga ban *hard* diasumsikan memiliki jarak tempuh 180 km.



Gambar 6. Waktu tempuh putaran semua pembalap sepanjang balapan

Sumber: www.racefans.net

	Driver	Team	Pit stop time
1	Lando Norris	McLaren	24.175
2	Max Verstappen	Red Bull	24.199
3	Sebastian Vettel	Ferrari	24.212
4	Sebastian Vettel	Ferrari	24.228
5	Lewis Hamilton	Mercedes	24.255
6	Robert Kubica	Williams	24.313
7	Lewis Hamilton	Mercedes	24.324
8	Charles Leclerc	Ferrari	24.358
9	Valtteri Bottas	Mercedes	24.433
10	Pierre Gasly	Red Bull	24.484
11	Charles Leclerc	Ferrari	24.518
12	George Russell	Williams	24.633

Gambar 7. Beberapa sampel waktu yang dibutuhkan seorang pembalap dalam melakukan pit stop

Sumber: www.racefans.net

Dari gambar (6) dan gambar (7) diperoleh bahwa waktu tempuh untuk ban *soft* berada di kisaran 96 detik untuk satu putaran, ban *medium* berada di kisaran 97 detik untuk satu putaran, dan ban *hard* berada di kisaran 98 detik untuk satu putaran. Sementara waktu tempuh untuk melakukan pit stop adalah sebanyak 25 detik. Hal ini tentu memenuhi teori dari Pirelli sebagai pemasok ban yang mengatakan bahwa semakin lunak ban maka semakin cepat memutar lintasan namun umur ban semakin pendek. Peraturannya mewajibkan minimal menggunakan dua kompon ban berbeda

B. Elemen Strategi Greedy

Dari kasus penggunaan kompon ban itulah muncul penyelesaian dengan strategi greedy. Setelah mengetahui analisis masing-masing kompon ban dan kebutuhan pit stop, setidaknya bisa diperoleh elemen-elemen dasar strategi greedy dalam pemilihan kompon ban F1 dalam balapan adalah sebagai berikut:

- Himpunan kandidat (C) yang berisi satu set kompon ban baru

- Himpunan solusi (S) yang berisi masing-masing set kompon ban yang akan dipakai
- Fungsi seleksi masing-masing dengan minimisasi waktu tempuh dari start hingga finish ditambah pit stop. Pada kasus ini terdapat *greedy by distance*, *greedy by time spent*.
- Fungsi kelayakan apakah bisa mencapai garis finish menggunakan set ban tersebut.
- Fungsi objektif yang mengoptimasi waktu untuk mencapai garis finish secepat mungkin.

Sebelum menyelesaikan permasalahannya dengan greedy, diperlukan tabulasi informasi umum mengenai jarak tempuh, kecepatan, dan waktu tempuh dari masing-masing kompon ban.

Jenis kompon	Waktu tempuh per putaran	Jarak maksimal
<i>Soft</i>	96 detik	15 putaran
<i>Medium</i>	97 detik	25 putaran
<i>Hard</i>	98 detik	35 putaran

Tabel 1. Data hasil analisis masing-masing kompon ban

Dari informasi di gambar (5) dengan acuan jumlah putaran dari start hingga finish maka jarak yang akan digunakan adalah jumlah putaran yaitu 57 putaran, pun demikian dengan jarak tempuh masing-masing kompon ban sudah diperoleh data jarak tempuh putaran maksimal

C. Greedy by laptime

Strategi pertama yang akan diuji adalah *greedy by laptime* dimana akan dipilih dua kompon ban tercepat tanpa mempertimbangkan jumlah pit stop yang berlangsung dengan syarat tetap bisa menyelesaikan balapan.

Memperhatikan tabel (1), proses pemilihan kompon ban diawali dengan kondisi awal himpunan solusi kosong dan himpunan kandidat merupakan masing-masing kompon ban.

$$S = \{\}$$

$$C = \{\textit{soft}, \textit{medium}, \textit{hard}\}$$

Soft merupakan kompon ban yang memungkinkan mobil melaju paling cepat sehingga, kompon ban *soft* merupakan yang pertama diambil. Saat ini:

$$S = \{\textit{soft}\}$$

$$C = \{\textit{soft}, \textit{medium}, \textit{hard}\}$$

Jatah ban tidak berkurang karena masing-masing ban disediakan tidak terbatas oleh Pirelli (terbatas dalam aturan namun akan dibahas di lain waktu). Sekarang, jarak tempuh yang tersisa adalah 57 putaran dikurangi 15 putaran menyisakan 42 putaran dan terdapat aturan yang mewajibkan minimal dua kompon berbeda digunakan dalam satu balapan maka akan diambil kompon ban *medium* untuk selanjutnya digunakan.

$$S = \{\textit{soft}, \textit{medium}\}$$

$$C = \{\textit{soft}, \textit{medium}, \textit{hard}\}$$

Setelah menyisakan 42 putaran, penggunaan ban *medium* akan mencapai batasan sebanyak 17 putaran sehingga masih akan tetap memilih ban *soft* yang dilakukan sebanyak 2 *stint* yang dipisahkan 1 kali pit stop supaya bertahan hingga garis finish. Garis finish berhasil dilewati sehingga diperoleh himpunan solusi secara lengkap.

$$S = \{\textit{soft}, \textit{medium}, \textit{soft}, \textit{soft}\}$$

Himpunan solusi dari *greedy by laptime* dengan batasan yang mewajibkan minimal dua kompon berbeda adalah melakukan 4 *stint* yang berarti melakukan 3 pit stop dari start hingga finish balapan.

D. Greedy by distance

Strategi lainnya yang akan diuji adalah *greedy by distance* yaitu akan dipilih dua kompon ban yang memiliki usia jarak maksimal paling jauh dengan tujuan mengurangi waktu yang dihabiskan di pit stop dan tetap harus memenuhi syarat bisa menyelesaikan seluruh jarak tempuh balapan.

Memperhatikan tabel (1), proses pemilihan kompon ban dengan strategi greedy ini maka akan memilih penggunaan kompon ban *hard* terlebih dahulu karena memiliki jarak terjauh.

$$S = \{\textit{hard}\}$$

$$C = \{\textit{soft}, \textit{medium}, \textit{hard}\}$$

Setelah menggunakan kompon *hard*, mobil akan mampu bertahan di lintasan sebanyak 35 putaran dari 57 putaran yang harus ditempuh sehingga menyisakan 22 putaran. Oleh sebab masih menerapkan strategi *greedy by distance* dan peraturan dari penyelenggara harus menggunakan minimal dua kompon berbeda maka, pemilihan selanjutnya adalah kompon ban *medium*.

$$S = \{\textit{hard}, \textit{medium}\}$$

$$C = \{\textit{soft}, \textit{medium}, \textit{hard}\}$$

Penggunaan 2 set kompon ban masing-masing *medium* dan *hard* dalam 2 *stint* dan 1 pit stop sudah memenuhi jarak dari start hingga finish, jarak start hingga finish adalah 57 putaran, sementara penggunaan gabungan ban *hard* ditambah *medium* akan tetap optimal hingga 60 putaran sehingga diperoleh solusi untuk strategi *greedy by distance* adalah start dengan memasang ban *hard*, melakukan pit stop, dan mengganti jadi ban *medium* hingga finish.

E. Analisis

Tujuan dari balapan adalah mencapai garis finish dengan waktu tercepat atau urutan pertama jika urutan mobil masih terlihat dengan jelas (mungkin terjadi overlap dimana mobil yang jauh lebih cepat melewati mobil lambat dengan jumlah putaran yang ditempuh sudah berbeda). Oleh sebab itu dari dua strategi greedy yang tersedia karena hanya memperhatikan faktor ketahanan ban dan kecepatan, maka akan dihitung masing-masing strategi waktu yang ditempuh dari start hingga finish sebanyak 57 putaran ditambah akumulasi pit stop yang dilakukan.

Untuk strategi *greedy by laptime*, berikut perhitungannya:

1. *Stint* pertama 15 putaran dengan ban *soft* menempuh waktu $15 \times 96 = 1440$ detik.
2. Melakukan pit stop 25 detik.
3. *Stint* kedua 25 putaran dengan ban *medium* menempuh waktu $25 \times 97 = 2425$ detik.
4. Melakukan pit stop 25 detik.
5. *Stint* ketiga 15 putaran dengan ban *soft* menempuh waktu $15 \times 96 = 1440$ detik.
6. Melakukan pit stop 25 detik.
7. *Stint* keempat 2 putaran dengan ban *soft* menempuh waktu $15 \times 96 = 192$ detik.

Sehingga dari start hingga finish dengan menerapkan strategi *greedy* pertama akan memerlukan waktu sebanyak 5572 detik.

Strategi lainnya yang akan dihitung adalah *greedy by distance*, berikut perhitungannya:

1. *Stint* pertama 35 putaran dengan ban *hard* menempuh waktu $35 \times 97 = 3395$ detik.
2. Melakukan pit stop 25 detik.
3. *Stint* kedua 22 putaran dengan ban *medium* menempuh waktu $22 \times 97 = 2134$ detik.

Akumulasi perhitungan *greedy by distance* menghasilkan waktu sebanyak 5553 detik untuk menempuh balapan dari start hingga finish.

Dilihat dari kedua strategi maka strategi *greedy by distance* akan menghasilkan waktu yang lebih cepat dibanding *greedy by laptime*, selisih waktu 18 detik merupakan jarak yang cukup jauh dan berpengaruh karena jarak setiap pembalap yang finish secara berurutan mungkin dibawah 18 detik.

Greedy by distance menghasilkan solusi terbaik bahkan solusi yang ditawarkan serupa seperti perhitungan menggunakan strategi *exhaustive search*. *Greedy by distance* bisa digunakan oleh tim-tim pada balapan Formula 1 bahkan, gim resmi dari Formula 1 yang diciptakan oleh studio Codemaster juga memiliki alur balapan yang sama persis dengan balapan F1 dunia nyata sehingga penerapan *greedy* tidak akan jauh berbeda.

Walaupun dengan strategi *greedy* akan menghasilkan penggunaan ban *hard* dan *medium* dalam balapan namun kenyataannya tidak bisa ideal seperti demikian karena masih banyak setelan mobil, faktor cuaca, dan faktor lintasan yang tidak bisa diprediksi atau tidak bisa diperhitungkan dengan strategi *greedy* yang sederhana. Diperlukan strategi *greedy* atau *exhaustive search* yang lebih kompleks dengan memperhatikan semua faktor.

IV. KESIMPULAN

Algoritma *greedy* dapat dimanfaatkan untuk banyak masalah yang membutuhkan solusi optimal dan optimasi yang terbaik. Salah satu manfaatnya adalah memperbesar kemungkinan seorang pembalap F1 untuk memenangi seri balapan dengan memilih kompon ban serta penjadwalan pit stop yang tepat. *Greedy* yang dilakukan berdasarkan jarak maksimal yang mampu ditempuh oleh satu set kompon ban bisa menjadi faktor untuk memperoleh kemenangan pada ajang yang kompetitif ini.

Strategi yang diterapkan ini bukan satu-satunya cara dan satu-satunya faktor untuk meraih kemenangan. Tanpa performa pembalap, performa mobil, analisis kompleks keadaan terkini, dan kerjasama dalam kesatuan tim maka strategi ini menjadi tidak berarti. Hal lain juga adalah bahwa strategi ini mungkin bisa berubah karena perbedaan angka dari waktu tempuh satu putaran, ketahanan satu set kompon ban, dan jumlah putaran yang ditempuh dalam satu balapan menyebabkan perbedaan hasil akhir kompon ban yang dipilih walaupun sama-sama menerapkan *greedy by distance*.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis bersyukur dan berterima kasih kepada Allah atas semua rahmat yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan masalah ini. Penulis juga ingin berterima kasih kepada keluarga dan kerabat atas doa dan dukungannya selama penulisan makalah ini. Selain itu, terima kasih diucapkan kepada Ibu Masayu sebagai pengajar Strategi Algoritma K2 tahun 2019 yang telah mengajarkan algoritma Exhaustive Search dan Algoritma Greedy untuk menunjang keberlangsungan kuliah dan penulisan makalah selama ini.

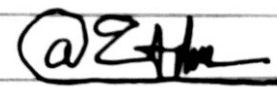
VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Munir, Rinaldi. "Diktat Kuliah IF2211 Strategi Algoritma". Bandung: Teknik Informatika ITB 2007
- [2] Slide kuliah Strategi Algoritma Semester 2 Tahun 2018/2019 oleh Rinaldi Munir
- [3] <https://www.racefans.net/2019/03/31/2019-bahrain-grand-prix-interactive-data-lap-charts-times-and-tyres/>. Diakses pada tanggal 26 April 2019.
- [4] <https://www.formula1.com/en/racing/2019/Bahrain.html>. Diakses pada tanggal 26 April 2019.
- [5] <http://www.forix.com/8w/6thgear/wins.html>. Diakses pada tanggal 26 April 2019
- [6] <https://www.autosport.com/f1/news/139505/pirelli-reveals-colour-range-for-2019-tyres>. Diakses pada tanggal 26 April 2019.

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, 26 April 2019



Anzaldi Sulaiman Oemar
13517098