

Penggunaan Vektor pada Sistem Distribusi Torsi Mobil

Muhammad Diaztanto Haryaputra, 13514002

Program Studi Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

13514002@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Mobil adalah alat transportasi umum yang merupakan karya multidisiplin dan berguna untuk berbagai situasi. Gigi diferensial adalah salah satu komponen utama dari sebuah mobil yang berguna untuk menjaga stabilitas mobil. Berbagai tipe gigi diferensial telah didesain untuk berbagai situasi dan kondisi mobil yang mungkin ditemui. Vektor dapat digunakan sebagai alat bantu menyempurnakan sistem diferensial pada mobil.

Kata kunci—Diferensial, mobil, torsi, vektor.

I. PENDAHULUAN

Mobil adalah alat transportasi yang mulai muncul sejak abad 20 di masyarakat. Meski baru muncul di masyarakat di abad 20, mobil telah dikembangkan sejak abad ke 16. Mobil yang tercatat pertama dikembangkan ada di abad ke 14 yang menggunakan kincir angin sebagai mesin pendorong[1]. Pada abad tersebut banyak desain mobil yang serupa dan mereka semua sama-sama tidak mencapai tahap produksi. Pada abad 17 seseorang membangun mobil bertenaga uap yang hanya menjadi mainan bagi Kaisar Cina pada saat itu karena tidak dapat mengangkut pengemudi ataupun penumpang. Perkembangan mobil berlanjut terus hingga sampai di masyarakat di abad 20, ketika produksi massal menjadi suatu hal yang memungkinkan dan menguntungkan.



Gambar 1 Salah satu mobil produksi massal pertama milik Ford. Diambil dari

<http://www.ausbcamp.com/~bbott/cars/carhist.htm>

Dari mesin pendorong hingga desain *body*, karya multidisiplin ilmu ini terus berkembang sejak awal kemunculannya. Dari mobil yang hanya digunakan di

dalam kota, untuk mengantar barang banyak, balapan, atau menjelajahi alam liar, berbagai aspek mobil ditonjolkan untuk memaksimalkan penggunaannya sesuai fungsi jenis mobil yang digunakan. Misal, mobil dalam kota biasanya memiliki penggunaan bahan bakar yang diperhatikan lebih, dan juga kenyamanan pemakaian dalam lalu lintas yang sering berhenti. Sementara mobil balap lebih diperhatikan akselerasi, aerodinamik, dan performa berkelok di tikungan.

Pada akhir-akhir ini kendaraan dengan mesin pendorong bertenaga listrik semakin menjadi pembicaraan yang hangat, meski mobil elektrik awalnya menjadi pilihan utama untuk mobil masyarakat sebelum mobil berbahan bakar mendominasi pasar dengan berbagai kelebihan seperti jangkauan mengemudi yang lebih jauh dan kecepatan mengisi ulang sumber daya. Dari topik sumber daya hingga performansi desain mobil elektrik, ada banyak hal berbeda yang menarik dibanding mobil berbahan bakar minyak bumi. Salah satunya adalah gigi diferensial.

Gigi diferensial pada mobil digunakan untuk mendistribusikan torsi dari mesin pada roda agar tenaga yang dikeluarkan dapat digunakan secara tepat dan maksimal. Gigi diferensial telah muncul jauh sebelum mobil pertama didesain, yaitu 100 tahun sebelum Masehi [2]. Penggunaan gigi diferensial pada awalnya adalah untuk kompas mekanik. Gigi diferensial pada alat transportasi pertama digunakan pada abad 19, untuk sistem setir 4 roda sebuah gerobak pengangkut barang.

Gigi diferensial adalah bagian penting pada mobil. Fungsi utamanya adalah mendistribusikan torsi dari mesin. Waktu kerja paling banyak bagi gigi diferensial ini adalah ketika mobil berbelok, karena roda bagian kiri dan kanan berputar dengan kecepatan yang berbeda dan membutuhkan tenaga yang berbeda pula. Berbagai tipe gigi diferensial telah dikembangkan dan digunakan di berbagai tipe mobil di seluruh dunia. Pada suatu tipe gigi diferensial, adalah suatu hal yang mungkin terjadi ketika ban sebelah kanan selip dan ban sebelah kiri tidak berputar sama sekali, padahal ban sebelah kiri memiliki cengkraman yang jauh lebih kuat.

Pada mobil elektrik, gigi diferensial tidaklah selalu

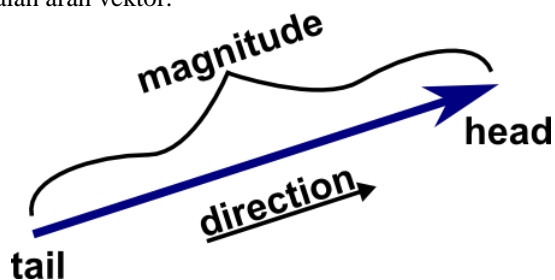
dibutuhkan, tergantung desain mobil tersebut. Ini disebabkan karena ukuran mesin pendorong tenaga listrik relatif lebih kecil dibanding mesin pendorong berbahan bakar.

Pada makalah ini saya akan mengulas bagaimana vektor digunakan dalam distribusi torsi mobil yang khususnya sangat penting dalam performansi berkelok mobil balap dan keamanan berkendara secara umumnya.

II. DASAR TEORI

A. Vektor

Vektor adalah objek matematik yang memiliki besar dan arah. Representasi vektor adalah sebuah anak panah, dengan panjang garis adalah besar vektor dan arah panah adalah arah vektor.

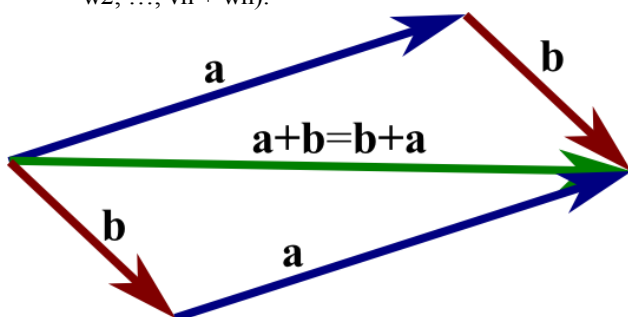


Gambar 2 Vektor

Diambil dari <http://mathinsights.org>

Dua vektor dapat dikatakan sama jika keduanya memiliki arah dan besar yang sama.

- Vektor di R^2 , $\mathbf{v} = (v_1, v_2)$
- Vektor di R^3 , $\mathbf{v} = (v_1, v_2, v_3)$
- Vektor di R^n , $\mathbf{v} = (v_1, v_2, v_3, \dots, v_n)$
- Vektor nol (0) adalah vektor yang semua komponennya 0 . Dilambangkan dengan 0 .
- Penjumlahan dua vektor $\mathbf{v} = (v_1, v_2, \dots, v_n)$ dan $\mathbf{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ adalah $\mathbf{w} + \mathbf{v} = (v_1 + w_1, v_2 + w_2, \dots, v_n + w_n)$.



Gambar 3 Penjumlahan vektor

Diambil dari <http://mathinsights.org>

- Perkalian vektor $\mathbf{v} = (v_1, v_2, \dots, v_n)$ dengan skalar k adalah $k\mathbf{v} = (kv_1, kv_2, \dots, kv_n)$.
- Panjang sebuah vektor $\mathbf{v} = (v_1, v_2, \dots, v_n)$ adalah $\|\mathbf{v}\| = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}$
- Perkalian titik dua vektor \mathbf{v} dan \mathbf{w} adalah $\mathbf{v} \cdot \mathbf{w} = \|\mathbf{v}\| \cdot \|\mathbf{w}\| \cdot \cos \alpha$ dengan α adalah sudut antara dua vektor.

- Proyeksi ortogonal \mathbf{v} pada \mathbf{w} adalah $\mathbf{w}_1 = (\mathbf{v} \cdot \mathbf{w} / \|\mathbf{v}\|^2) \cdot \mathbf{v}$

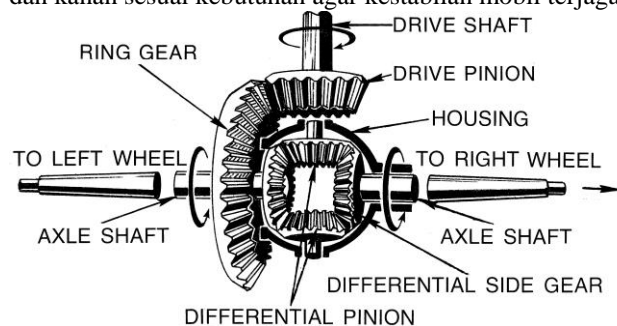
B. Mekanika

- Gaya adalah penyebab gerak suatu benda.
- Usaha adalah hasil gaya yang menghasilkan perubahan kedudukan.
- Energi kinetik adalah energi yang dimiliki benda ketika bergerak.
- Energi potensial adalah energi yang dimiliki benda ketika diam.
- Impuls adalah hasil kali gaya yang bekerja pada interval waktu.
- Momentum adalah kecenderungan benda yang bergerak untuk tetap bergerak.
- Inersia adalah kecenderungan benda diam untuk tetap diam.

III. GIGI DIFERENSIAL

A. Gigi Diferensial

Gigi diferensial adalah komponen mobil yang mendistribusikan torsi dari mesin kepada roda di sisi kiri dan kanan sesuai kebutuhan agar kestabilan mobil terjaga.



Gambar 4 Gigi diferensial konvensional

Diambil dari <http://andracollo.wordpress.com>

Ketika mobil berbelok, roda pada sisi dalam putaran akan menempuh jarak lebih sedikit dibanding roda pada sisi luar. Karena sifat natural *planetary gear*, kecepatan roda luar akan mengatur seberapa banyak torsi yang didapat olehnya, dan berapa torsi yang didapat oleh roda dalam.

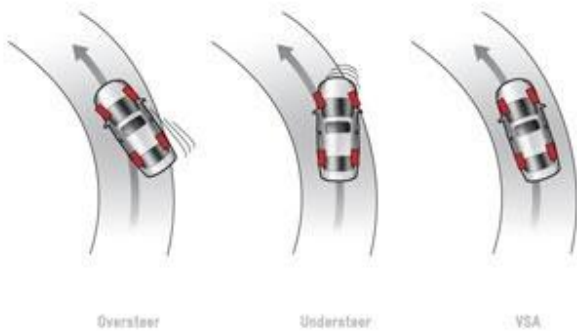
B. Performansi Berkelok Mobil

Ada beberapa tipe gigi diferensial. Tidak akan saya bahas di sini, tetapi mereka mempengaruhi kelakuan mobil ketika berbelok di tikungan. Beberapa mobil dengan mudahnya melaju di tikungan sementara yang lain harus memperlambat diri terlebih dahulu sebelum memasuki tikungan.

C. Keamanan Berkendara

Tanpa gigi diferensial, keamanan berkendara akan terancam. Ketika mobil berbelok dengan kecepatan di atas rata-rata, mobil dapat mengalami *understeer* maupun

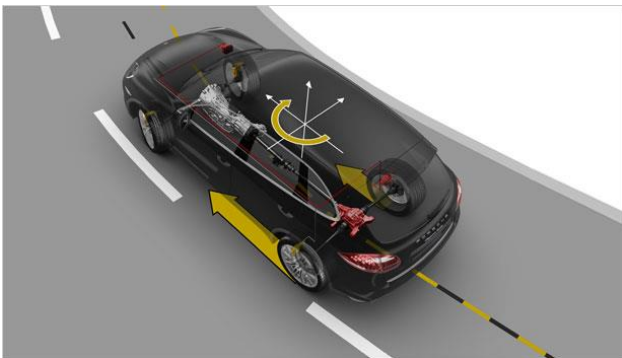
oversteer. *Understeer* adalah kondisi di mana mobil tidak berbelok dengan sudut kurang dari yang diinginkan, sementara *oversteer* adalah kondisi di mana mobil berbelok terlalu tajam. Keduanya melibatkan selip pada roda, dan mengakibatkan kontrol kendaraan menjadi sulit.



Gambar 5 Berbagai kondisi mobil ketika belok. Dari kiri ke kanan, *oversteer*, *understeer*, dan normal.
Diambil dari <http://quoracdn.net>

IV. PENGGUNAAN VEKTOR

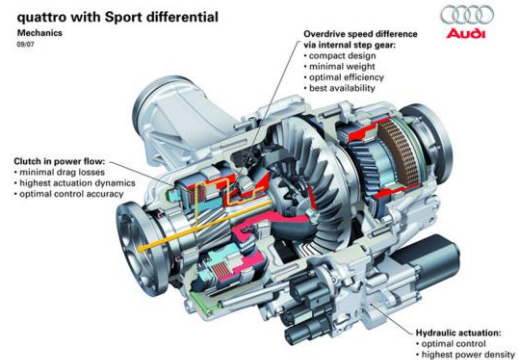
Vektor dapat diaplikasikan sebagai representasi kecepatan di setiap roda. Dengan bantuan komputer dan beberapa sensor, komputer dapat mengatur seberapa banyak torsi yang diberikan pada setiap roda. [3]



Gambar 6 *torque vectoring* pada mobil Porsche. Terlihat anak panah vektor yang merepresentasikan kecepatan roda bagian luar yang lebih besar dibanding bagian dalam.
Diambil dari <http://porsche.com>

Pada gambar di atas terlihat bahwa roda luar diberi tenaga lebih besar dibanding roda dalam. Alasannya adalah ketika mobil menikung, *body* mobil cenderung miring ke luar karena inersia dan mentransfer berat mobil ke roda sisi luar. Dengan demikian, roda luar memiliki cengkerman yang lebih kuat dibanding roda dalam. Ditambah dengan keperluan roda luar untuk menempuh jarak lebih jauh dari roda bagian dalam, mesin mentransfer torsi ke roda luar lebih banyak dibanding roda dalam.

Inferensi komputer ini diwujudkan pada beberapa model mobil dengan memberikan tekanan rem pada ban dalam ketika menikung. Pada mobil lain, gigi diferensial diberikan kopling pada setiap roda kiri dan kanan, dan ketika dibutuhkan, kopling ditekan untuk melepas torsi dari salah satu ban.



Gambar 7 Gigi diferensial dengan *torque vectoring*. Perhatikan keberadaan kopling pada sisi kanan dan kiri untuk setiap roda, yang di sebelah kiri diberikan potongan bagian dalam agar terlihat isinya.
Diambil dari <http://motortrend.com>

Pada mobil elektrik, beberapa desain membuat setiap roda memiliki mesin pendorong tersendiri, yang memungkinkan distribusi torsi ini tidak memerlukan gigi diferensial, dan hanya menggunakan inferensi komputer untuk mengatur daya listrik yang dialirkan ke setiap mesin pendorong di setiap roda.

V. CONCLUSION

Gigi diferensial konvensional tidak selalu sempurna dalam pendistribusian torsi pada berbagai kondisi. Vektor dapat menjadi alat bantu distribusi torsi pada mobil yang lebih baik.

VI. REFERENSI

- [1] <http://www.ausbcomp.com/~bbott/cars/carhist.htm>, diakses 15 Desember 2015, pukul 21.02
- [2] Wright, M. T., 2007. *The Antikythera Mechanism reconsidered**. Institute of Materials, Minerals, and Mining.
- [3] <http://www.whyhighend.com/torque-vectoring.html>, diakses 15 Desember 2015, pukul 20.49

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, 27 November 2013



Muhammad Diaztando Haryaputra, 13514002