

Aplikasi Graf Berarah dan Berbobot serta Pohon Keputusan Dalam Algoritma GPS Sederhana

James Filipus - 13507087¹⁾

1) Jurusan Teknik Informatika ITB, Bandung 40132, email: if17087@students.if.itb.ac.id

Abstract – Makalah ini membahas aplikasi graf berarah dan berbobot dalam menggambarkan jalan-jalan dari suatu tempat ke tempat lain pada GPS sehingga mudah untuk dibaca dan diambil jalan terefektif dengan menggunakan pohon keputusan pada algoritma GPS sederhana.

Kata Kunci: graf berarah dan berbobot, GPS, pohonkeputusan, algoritma sederhana, jalan terefektif.

1. PENDAHULUAN

Makalah ini ditunjukkan untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Struktur Diskrit (IF2093) Semester I Tahun 2008/2009. Pada jaman sekarang ini teknologi satelit sudah semakin maju dan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Sebagai contoh yakni GPS (*Global Positioning System*) atau biasa dikenal sebagai sistem navigasi. Untuk lebih memahami cara kerja GPS dan tidak hanya sekedar menggunakannya saja maka dilakukan pendekatan terhadap algoritma dan logika yang digunakan untuk mengoperasikan sebuah GPS. Pendekatan dengan menggunakan graf berarah dan berbobot dan juga pohon keputusan merupakan pendekatan yang paling tepat dan sesuai dengan system ini. Gambar jalan-jalan yang diterima dari satelit diubah menjadi sebuah graf berarah berbobot dan digunakan pohon keputusan untuk menentukan jalan mana yang harus diambil (jalan yang paling efektif). Berikut dalam makalah ini akan dibahas terlebih dahulu satu per satu pengertian dan definisi sebenarnya dari GPS, graf dan juga pohon keputusan lalu aplikasinya dalam kehidupan nyata. Hal ini penting untuk dibahas dan diketahui karena sekarang ini jalan-jalan yang terutama terletak di daerah perkotaan seringkali macet, ada perbaikan dan sebagainya. Contohnya yaitu jalan di Kota Bandung sekarang ini banyak yang sedang diperbaiki sehingga menyebabkan macet dan akan menghambat kegiatan penduduk. Dengan teknologi GPS maka kita akan dapat menggunakan jalan alternatif tanpa harus mengalami macet terlebih dahulu. Maka pemahaman terhadap cara kerja dan logika pada algoritma GPS sederhana sangatlah diperlukan agar kita tidak hanya dikendalikan oleh mesin dan teknologi (menjadi “budak teknologi”) tetapi kita dapat mengendalikan dan mengembangkan teknologi agar jadi lebih bermanfaat bagi kehidupan manusia.

2. GPS

GPS yang merupakan singkatan dari *Global Positioning System* atau biasa dikenal sebagai sistem navigasi. GPS adalah sebuah sistem yang menggunakan fasilitas satelit dalam berbagai bidang kehidupan. Umumnya GPS yang kita kenal digunakan sebagai sistem navigasi, tetapi sebenarnya tidak hanya itu. GPS dasarnya digunakan untuk keperluan militer dan pertahanan, lalu kemudian berkembang untuk keperluan navigasi baik untuk di darat maupun di laut dan juga di udara pada pesawat-pesawat udara (sebagai contoh Boeing 737 sudah ada yang menggunakan GPS untuk navigasi, memntukan posisi pesawat berada dan berapa jauh jaraknya dari tempat tujuan atau tempat mendarat terdekat). GPS dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat dengan nama NAVSTAR GPS. Untuk mengenal GPS lebih lanjut maka kegunaannya dalam berbagai bidang akan dibahas secara umum.

2.1. Militer

GPS digunakan untuk keperluan perang, seperti menuntun arah bom, atau mengetahui posisi pasukan berada. Dengan cara ini maka kita bisa mengetahui mana teman mana lawan untuk menghindari salah target, ataupun menentukan pergerakan pasukan.

2.2. Navigasi

GPS banyak juga digunakan sebagai alat navigasi seperti kompas. Beberapa jenis kendaraan telah dilengkapi dengan GPS untuk alat bantu navigasi, dengan menambahkan peta, maka bisa digunakan untuk memandu pengendara, sehingga pengendara bisa mengetahui jalur mana yang sebaiknya dipilih untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

2.3. Sistem informasi geografis

Untuk keperluan Sistem Informasi Geografis, GPS sering juga diikutsertakan dalam pembuatan peta, seperti mengukur jarak perbatasan, ataupun sebagai referensi pengukuran.

2.4. Sistem pelacakan kendaraan

Kegunaan lain GPS adalah sebagai pelacak kendaraan, dengan bantuan GPS pemilik kendaraan/pengelola armada bisa mengetahui ada dimana saja kendaraannya/aset Bergeraknya berada saat ini.

2.3. Pemantau gempa

GPS dengan ketelitian tinggi bisa digunakan untuk memantau pergerakan tanah, yang ordennya hanya mm dalam setahun. Pemantauan pergerakan tanah berguna untuk memperkirakan terjadinya gempa, baik pergerakan vulkanik ataupun tektonik.

Pada makalah ini kita kan lebih fokus pada GPS sebagai sistem navigasi. Perangkat navigasi GPS adalah perangkat yang dapat mengetahui posisi koordinat bumi secara tepat yang dapat secara langsung menerima sinyal dari satelit. Perangkat GPS modern menggunakan peta sehingga merupakan perangkat modern dalam navigasi di darat, kapal di laut, sungai dan danau serta pesawat udara. Perangkat ini biasa dipasang pada kendaraan atau telepon seluler untuk menunjukkan posisi kendaraan atau telepon seluler tersebut berada sehingga tidak akan tersesat adan dapat menunjukkan jalan terdekat menuju tempat tujuan. Sistem navigasi kendaraan adalah perangkat navigasi berkendaraan modern yang digunakan untuk memandu perjalanan dari suatu tempat ke suatu tujuan tertentu, dengan menggunakan perangkat peta digital dan informasi posisi dengan menggunakan satelit GPS. Untuk penentu posisi di lapangan, saat ini dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut GPS (Global Positioning System) receiver, yang kemudian diolah untuk mendapatkan posisi koordinat buminya. Dengan menggunakan peta digital yang yang didownload ke perangkat sistem navigasi kendaraan, sehingga dapat mengetahui posisi saat ini di peta dan arah lintasan yang akan dilalui dari koordinat awal menuju tempat tujuan dengan koordinat tertentu pada peta.



Gambar 1 : Hasil gambar yang diterima perangkat navigasi GPS dari satelit.

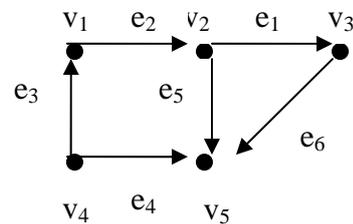
Gambar jalan dan tempat-tempat yang menjadi titik acuan pada peta ini kemudian diubah menjadi graf berarah dan berbobot agar dapat diamati dan kemudian diolah datanya agar dapat memberikan arah yang tepat dan efektif untuk dapat sampai ke tempat tujuan. Kita akan membahas fungsi GPS pada kendaraan bermotor sebagai penunjuk jalan atau pada telepon seluler. Berikut akan dibahas cara merepresentasikan jalan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dan pengambilan keputusan dalam pemilihan jalan tercepat dan terefektif.

3. GRAF

Seperti yang sudah dipelajari pada mata kuliah Struktur Diskrit, graf dapat digunakan untuk merepresentasikan berbagai hal. Graf terbagi menjadi beberapa bagian yaitu graf berarah dan tak berarah. Dalam bahasan kali ini yang akan digunakan untuk merepresentasikan jalan dan tempat-tempat acuannya adalah graf berarah.

3.1. Graf Berarah

Sebuah graf terarah atau digraf G terdiri dari suatu himpunan V dari verteks-verteks (atau simpul-simpul) dan suatu himpunan E dari rusuk-rusuk (atau busur-busur) sedemikian rupa sehingga setiap rusuk $e \in E$ menghubungkan pasangan verteks terurut.



Gambar 2 : Contoh graf berarah.

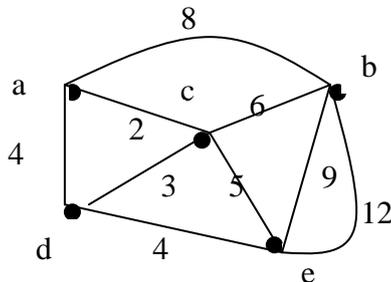
Graf berarah dianggap yang paling tepat untuk merepresentasikan masalah ini karena jalan-jalan di bumi memiliki arah dan tidak semua jalan “dua arah” ada juga jalan “satu arah”. Oleh karena itu dengan graf berarah masalah tersebut dapat terselesaikan. Sehingga jalan tercepat menuju ke tempat tujuan dapat ditemukan tanpa perlu khawatir akan jalan “satu arah”.

Tetapi masih ada masalah selanjutnya yaitu kepadatan jalan-jalan di perkotaan yang sering menimbulkan kemacetan terutama di saat liburan seperti libur Natal dan tahun baru 2008 di Kota Bandung sangat padat akan kendaraan dari luar kota dan juga dari dalam kota. Selain itu banyaknya jalan-jalan yang rusak akibat cuaca yang tidak menentu sehingga banyak perbaikan jalan yang menyebabkan jalan ditutup atau macet total. Sebagai contoh adalah jalan yang hancur akibat ledakan pipa PDAM di Jalan L.L.R.E. Martadinata, Bandung menyebabkan jalan tidak bias dilalui kendaraan sehingga menimbulkan kemacetan dan perlu dicari jalan alternatif. Masalah ini dapat diselesaikan dengan merepresentasikan gambar jalan yang diterima oleh perangkat navigasi GPS dari satelit dengan graf berbobot.

3.2. Graf Berbobot

Sebuah graf dengan bilangan-bilangan pada rusuk-rusuknya disebut graf berbobot (weighted graph). Dalam sebuah graf berbobot, panjang lintasan adalah jumlah bobot rusuk-rusuk dalam lintasan. Dalam bahasan ini bobot setiap lintasan tidak hanya merepresentasikan panjang lintasan saja, tetapi juga

merepresentasikan tingkat kepadatan/ kemacetan jalan/lintasan. Jadi akumulasi dari panjang jalan dari suatu titik/tempat acuan di jalan yang nyata ke titik berikutnya dan tingkat kepadatan pada jalan tersebut merupakan bobot untuk setiap lintasan.



Gambar 3 : Contoh graf berbobot tak berarah.

Semakin besar bobot suatu lintasan maka akan menghabiskan waktu yang semakin lama untuk melalui lintasan itu. Jadi bobot pada graf berbanding lurus dengan waktu tempuh dan efektifitas jalan untuk dilalui.

Untuk merepresentasikan gambar jalan yang diterima dari satelit pada perangkat navigasi GPS maka kedua bentuk graf yang sudah dibahas di atas perlu digabung sehingga membentuk graf berbobot dan berarah. Dengan graf berbobot dan berarah maka kedua masalah utama untuk merepresentasikan lintasan atau jalan dapat diatasi, yaitu masalah jarak/panjang lintasan dan tingkat kepadatan jalan. Sekarang masih ada satu masalah yang sangat penting untuk dicari solusinya yaitu mengambil keputusan jalan mana yang akan dipilih. Hal tersebut akan dilakukan pendekatan dengan menggunakan pohon keputusan.

4. POHON KEPUTUSAN

Secara umum pohon keputusan digunakan untuk memodelkan persoalan yang terdiri dari serangkaian keputusan yang mengarah ke solusi. Tiap simpul pada pohon keputusan menyatakan keputusan, setiap daun menyatakan solusi dan setiap cabang menyatakan keputusan yang diambil. Pohon keputusan adalah salah satu metode klasifikasi yang paling populer karena mudah untuk diinterpretasi oleh manusia. Pohon keputusan adalah model prediksi menggunakan struktur pohon atau struktur berhirarki. Konsep dari pohon keputusan adalah mengubah data menjadi pohon keputusan dan aturan-aturan keputusan. Manfaat utama dari penggunaan pohon keputusan adalah kemampuannya untuk mem-break down proses pengambilan keputusan yang kompleks menjadi lebih simpel sehingga pengambil keputusan akan lebih menginterpretasikan solusi dari permasalahan.

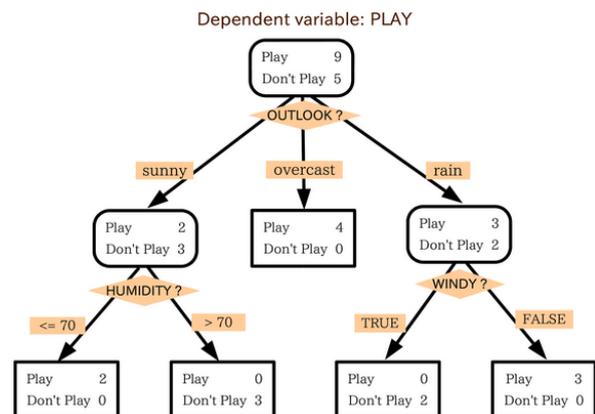
Kelebihan dari metode pohon keputusan adalah:

- Daerah pengambilan keputusan yang sebelumnya kompleks dan sangat global, dapat diubah menjadi lebih simpel dan spesifik.

- Eliminasi perhitungan-perhitungan yang tidak diperlukan, karena ketika menggunakan metode pohon keputusan maka sample diuji hanya berdasarkan kriteria atau kelas tertentu.
- Fleksibel untuk memilih fitur dari internal node yang berbeda, fitur yang terpilih akan membedakan suatu kriteria dibandingkan kriteria yang lain dalam node yang sama. Kefleksibelan metode pohon keputusan ini meningkatkan kualitas keputusan yang dihasilkan jika dibandingkan ketika menggunakan metode penghitungan satu tahap yang lebih konvensional.
- Dalam analisis multivariat, dengan kriteria dan kelas yang jumlahnya sangat banyak, seorang penguji biasanya perlu untuk mengestimasi baik itu distribusi dimensi tinggi ataupun parameter tertentu dari distribusi kelas tersebut. Metode pohon keputusan dapat menghindari munculnya permasalahan ini dengan menggunakan kriteria yang jumlahnya lebih sedikit pada setiap node internal tanpa banyak mengurangi kualitas keputusan yang dihasilkan.

Kekurangan metode pohon keputusan, yaitu:

- Terjadi overlap terutama ketika kelas-kelas dan criteria yang digunakan jumlahnya sangat banyak. Hal tersebut juga dapat menyebabkan meningkatnya waktu pengambilan keputusan dan jumlah memori yang diperlukan.
- Pengakumulasian jumlah eror dari setiap tingkat dalam sebuah pohon keputusan yang besar.
- Kesulitan dalam mendesain pohon keputusan yang optimal. Hasil kualitas keputusan yang didapatkan dari metode pohon keputusan sangat tergantung pada bagaimana pohon tersebut didesain.



Gambar 4 : Contoh pohon keputusan

Gambar di atas adalah contoh pohon keputusan apakah akan pergi bermain atau tidak dengan cuaca sebagai faktor penentu. Contoh pohon keputusan di atas sangat sesuai untuk menentukan jalan yang akan dipilih dengan panjang lintasan dan tingkat kepadatan jalan (bobot lintasan) sebagai faktor penentu. Contoh di atas juga menggambarkan tata cara yang serupa dalam pengambilan keputusan jalan mana / solusi

mana yang terbaik dan akan diinformasikan pada pengguna sistem navigasi GPS.

Meskipun memiliki beberapa kekurangan, tetapi metode pengambilan keputusan dengan pohon keputusan ini merupakan pendekatan yang paling simpel, sederhana dan sesuai untuk menentukan jalan mana yang paling cepat, dekat dan efektif yang akan dipilih pada sistem navigasi GPS. Metode pohon keputusan ini melengkapi data yang telah diubah menjadi bentuk graf berarah dan berbobot lalu akan memberikan solusi jalan/ lintasan terbaik pada sistem navigasi GPS.

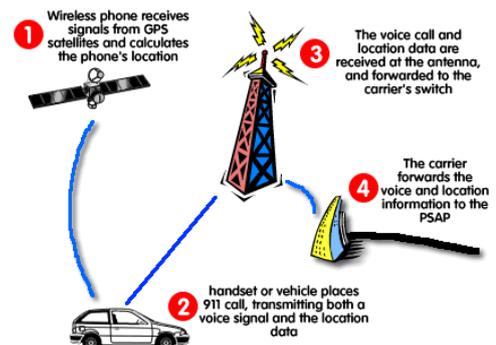
Ketika menemui cabang jalan atau simpul pada graf berarah dan berbobot yang telah dibentuk, kita tidak dapat langsung memilih jalan / lintasan dengan bobot terkecil begitu saja karena jalan/lintasan dari suatu titik asal ke titik tempat tujuan belum tentu hanya terdiri dari sebuah lintasan saja, sehingga lintasan tercepat dan terefektif tidak dapat ditentukan jika hanya memilih jalan dengan bobot terkecil setiap kali menemui cabang jalan atau simpul pada graf yang telah terbentuk dari data yang diterima dari satelit pada sistem navigasi GPS. Dengan menggunakan pohon keputusan maka kita dapat menentukan jalan mana yang terbaik, lintasan yang pada awalnya memiliki bobot yang tinggi mungkin saja pada pilihan jalan / cabang berikutnya adapat menghantarkan kita pada tujuan dengan lebih cepat karena jalan selanjutnya memiliki bobot yang kecil. Sedangkan jalan / lintasan yang bobot awalnya kecil mungkin saja lintasan-lintasan berikutnya berbobot besar dan akan semakin menghambat jalan ke titik tujuan. Untuk itu diperlukan pohon keputusan dan algoritma pohon secara rekusif untuk setiap cabang pohon agar dapat memperoleh solusi terbaik dengan cara yang efisien. Setiap cabang jalan pada graf atau pada kehidupan nyata merupakan simpul atau node pada keputusan dimana pada pohon akan dilakukan perbandingan bobot pada masing-masing cabang jalan / lintasan dan begitselanjutnya untuk setiap cabang jalan yang ditemui, kita akan dihadapkan pada pilihan yang harus diambil pada pohon keputusan sampai diperoleh jalan yang terbaiak lalu diinformasikan pada pengguna sistem navigasi GPS cabang jalan mana atau arah mana yang harus dipilih.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memahami cara kerja dan aplikasi graf berbobot berarah dan pohon keputusan yang telah dibahas sebelumnya pada sistem navigasi GPS, maka terlebih dahulu akan dibahas cara kerja dan jalur data yang dilalui mulai dari GPS, satelit sampai memberikan arah dan solusi bagi pengguna sistem navigasi GPS. Serta proses penentuan jalur atau solusi terbaik dalam menentukan jalan yang dipilih di Pusat Informasi dengan menggunakan algoritma sederhana dan metode graf dan pohon yang sudah dibahas. Dengan mengetahui hal-hal tersebut akan lebih mudah bagi kita untuk memahami aplikasi dari metode ini.

Tabel 1. Jalur data sistem navigasi GPS

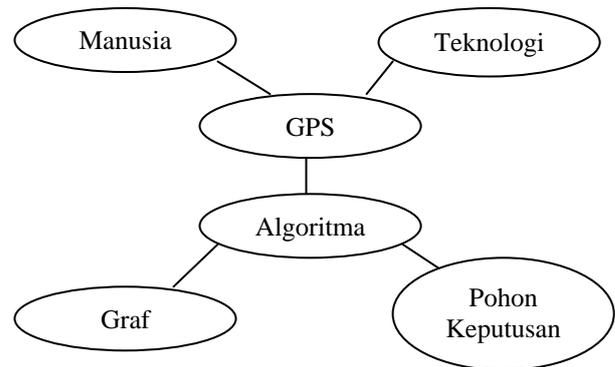
No.	Media	Keterangan
1	GPS	Sistem navigasi GPS pada telepon seluler atau kendaraan mengirimkan sinyal pada satelit.
2	Satelit	Sinyal dari perangkat navigasi GPS diterima oleh satelit dan satelit segera mengolahnya untuk menunjukkan posisi awal perangkat tersebut dan posisi tempat tujuan yang sudah ditentukan serta memberikan koordinat tepat perangkat GPS yang mengirim sinyal dengan tepat lalu mengirimkan sinyal kembali pada perangkat tersebut.
3	GPS	Sinyal dari satelit kembali diterima oleh GPS dan menunjukkan lokasi perangkat GPS berada dan tempat tujuan serta menampilkannya pada peta. Setelah menantukan lokasi dan koordinat pada peta lalu perangkat GPS kembali mengirim sinyal.
4	Menara pemancar	Menara pemancar terdekat akan menangkap sinyal yang dikirimkan oleh perangkat GPS lalu mengirimkannya ke Pusat Informasi untuk kemudian diolah.
5	Pusat Informasi	Data posisi dan koordinat tempat awal serta tempat tujuan diterima dan data tersebut kemudian diolah untuk memperoleh solusi yang terbaik. Setelah jalan terbaik diperoleh data jalur dan lintasan yang akan dilalui dikirim kembali pada perangkat GPS.
6	GPS	Solusi diterima dan diinformasikan pada pengguna.



Gambar 5: Ilustrasi jalur data pada sistem navigasi GPS

Pokok bahasan kita terletak pada bagian saat data atau informasi sampai ke Pusat Informasi dan mulai diolah. Dan yang menjadi masalah adalah bagaimana cara mengolah data tersebut dengan cepat, tepat dan efisien untuk mendapatkan solusi yang terbaik bagi pengguna sistem navigasi GPS. Masalah tersebut dapat diatasi dengan sebuah program yang dibentuk menggunakan pendekatan metode graf berbobot berarah dan pohon keputusan. Input pada program ini adalah koordinat awal posisi perangkat GPS dan koordinat tujuan serta lintasan / jalan-jalan yang terdapat pada peta dari koordinat awal menuju koordinat akhir yang sudah diproses dan diubah menjadi graf berbobot berarah dengan bobot sebagai hambatan, panjang lintasan dan kepadatan jalan seperti yang sudah dibahas pada upabab Graf. Data berupa graf tersebut kemudian diterima dan dianggap sebagai input pada program yang akan ditelusuri satu per satu di setiap simpul. Dengan menggunakan metode pohon keputusan maka setiap cabang jalan ditelusuri dan dipilih mana yang memiliki total bobot terkecil sampai ke tempat tujuan maka itulah solusi dan pilihan jalan terbaik. Dalam program ini pasti ada sebuah algoritma yang membuat program ini berfungsi dan dapat menghasilkan sebuah solusi. Sekarang kita akan melakukan pendekatan terhadap algoritma sistem navigasi GPS dengan metode yang sudah kita bahas sebelumnya yaitu pohon keputusan. Akar dari pohon tersebut menyatakan pilihan pada simpul awal graf, dan anak-anak dari akar tersebut merupakan keputusan yang diambil. Lalu daun dari pohon keputusan tersebut adalah solusi-solusi untuk masalah yang dihadapi, dalam hal ini yaitu penentuan rute/ jalur terbaik menuju tempat tujuan. Setiap simpul pada pohon keputusan menyatakan perhentian pada setiap titik acuan pada graf dan kita kembali dihadapkan pada pilihan akan jalan mana yang akan dipilih lalu anak-naka dari simpul tersebut menyatakan pilihan yang diambil dan kembali dihadapkan pada pilihan akan cabang jalan berikutnya, begitu seterusnya proses algoritma akan berlanjut sampai tiba di tempat tujuan. Oleh karena terjadi pengulangan proses yang sama pada setiap simpul maka algoritma yang menggunakan rekursif mungkin dapat menjadi solusi yang baik. Dengan basis tertentu dan pengulangan (loop) maka setiap kemungkinan pilihan jalan pada graf dari tempat awal ke tempat tujuan dapat ditelusuri sehingga diperoleh bobot untuk setiap lintasan. Solusi dari setiap lintasan kemudian akan diambil sebagai input untuk algoritma berikutnya yang akan mencari lintasan dengan bobot terkecil sehingga masalah dapat teratasi dengan solusi terbaik. Lalu data tersebut akan dikirimkan kembali pada perangkat GPS dan mengubah solusi tersebut menjadi jalur / lintasan pada peta dari posisi awal menuju tempat tujuan. Perangkat GPS kemudian akan mengubah data lintasan yang sudah diterimanya menjadi komando untuk menginformasikan pada pengguna saat yang tepat untuk berbelok, lurus, berputar dan sebagainya serta memberikan informasi berapa jauh lagi jarak yang

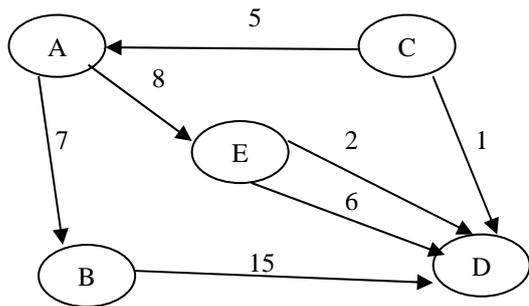
harus ditempuh untuk sampai ke titik acuan berikutnya atau untuk tiba di tempat tujuan.



Gambar 6 : Faktor-faktor yang mempengaruhi system navigasi GPS

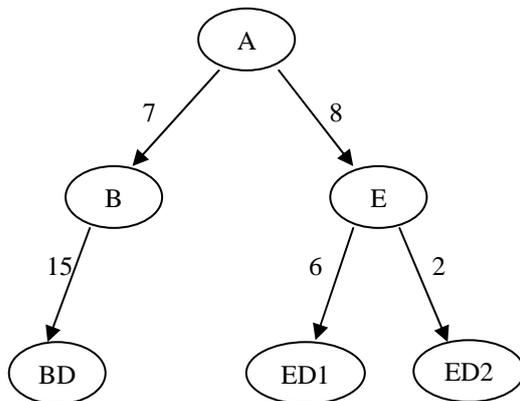
Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa sistem navigasi GPS dipengaruhi oleh berbagai hal yaitu teknologi dimana satelit dan pemancaran sinyal menjadi mungkin. Lalu seperti yang sudah kita bahas tadi algoritma yang menyusun sistem navigasi tersebut juga berpengaruh sangat besar dan ilmu pengetahuan yang mendukungnya yaitu metode graf dan pohon keputusan. Dan yang paling penting adalah manusia yang menemukan, membuat, mengembangkan dan seharusnya mengendalikan semua itu.

Dengan bahasan tentang aplikasi pada sistem navigasi GPS dan metode-metode penyusunan algoritmanya maka masalah dapat terselesaikan dan solusi tercapai. Pendekatan dengan menggunakan graf berbobot berarah dan pohon keputusan merupakan salah satu cara untuk merepresentasikan persoalan GPS ini dan algoritma untuk memperoleh solusi terbaiknya. Meskipun dari segi kompleksitas algoritma cara pendekatan ini kurang efektif, yaitu memiliki orde $T(N) = O(n^h)$ dimana n adalah jumlah maksimum cabang dari satu simpul dan h adalah maksimum kedalaman/ tinggi pohon keputusan yang terbentuk. Orde eksponensial untuk kompleksitas algoritma tersebut adalah kasus waktu terburuk dimana semua simpul mempunyai cabang maksimal n dan semua solusi tercapai pada kedalaman maksimal dari pohon. Jadi cara pendekatan dengan pohon keputusan ini mungkin bukan yang paling efektif karena algoritmanya yang kompleks tetapi cara pendekatan ini mudah dipahami. Dan cara ini juga cukup sistematis dengan penelusuran pada setiap jalur sehingga bobot untuk masing-masing jalur yang ada untuk mencapai tempat tujuan dapat diketahui pada setiap daun. Jadi sebagai sarana atau metode untuk menjelaskan persoalan dalam mencari jalur terbaik metode ini adalah jalan paling baik dan efektif karena setiap jalan yang ditelusuri diperoleh bobot akhirnya sehingga ada perbandingan yang jelas antara setiap kemungkinan jalur yang diambil. Berikut akan diberikan contoh soal sederhana dan pembahasannya.



Gambar 7 : Graf contoh persoalan representasi untuk GPS

Graf di atas adalah contoh data masukkan dalam bentuk graf yang masuk ke dalam Pusat Informasi untuk kemudian diproses. Kita ingin mencari jalan tercepat dari posisi awal kita yaitu titik A sampai tiba ke titik D. Dari graf di atas maka pohon keputusan yang dibentuk untuk menentukan jalur terbaik adalah sebagai berikut.



Gambar 8 : Contoh pohon keputusan untuk menyelesaikan persoalan GPS

Dapat di lihat pada gambar di atas adalah pohon dibentuk hasil transformasi graf input, titik awal dan titik akhir. Jadi di sini menjadi lebih jelas bahwa setiap cabang pada simpul adalah semua cabang jalan / jalur yang terdapat pada simpul / titik tersebut tanpa mengikut sertakan cabang jalur kedatangan. Pada pohon di atas seharusnya ada simpul C karena dari titik A pada graf juga terdapat cabang yang menghubungkan titik A dengan titik C, tetapi cabang tersebut tidak dimasukkan pada pohon karena arahnya. Jadi cabang atau sisi pada graf yang berlawanan arah tidak dimasukkan ke dalam simpul pohon agar mempermudah pemrosesan kemudian.

Sekarang kita akan mulai membahas cara penentuan solusi jalur terbaik dengan menggunakan pohon keputusan tersebut. Bila ditinjau bobot tiap simpul maka bobot simpul B adalah 7 dan bobot simpul E adalah 8, sedangkan bobot simpul A adalah 0 karena belum ada jalur yang diambil. Bobot akhir pada daun BD adalah 22, pada daun ED1 14 dan pada daun ED2 10. Bobot pada daun adalah akumulasi dari bobot semua lintasan dari akar sampai ke daun tersebut. Maka jelas bahwa jalur tercepat adalah dari titik A ke

titik E lalu ke titik D melalui sisi yang berbobot 2. Jika kita telusuri jalurnya satu per satu maka kita akan menemui cabang jalan pertama yaitu dari A ke B atau dari A ke E. Apa bila kita hanya memilih saja secara langsung tentu jalur dari A ke B yang akan dipilih karena bobotnya lebih kecil, padahal pada sisi selanjutnya yaitu dari B ke D mempunyai bobot yang sangat besar dan jalur yang dipilih menjadi tidak efektif jika dibandingkan dengan kita memilih jalur dari A ke E terlebih dahulu. Meskipun memiliki bobot yang lebih besar pada percabangan pertama tetapi pada sisi selanjutnya jalur dari A ke E memiliki akumulasi bobot yang lebih kecil dari pada jalur A-B-D. Selanjutnya yang jadi masalah adalah menentukan cabang mana yang akan dipilih pada simpul E, karena kedua cabang langsung menuju ke D maka dapat langsung dipilih cabang dengan bobot terkecil yaitu cabang dengan bobot 2. Tetapi kita tidak dapat begitu saja menentukan jalur dengan mudah seperti kasus pada simpul E ini. Untuk memperoleh jalur terbaik dari titik A ke titik D maka dalam penelusuran pohon keputusan perlu digunakan metode rekursif. Pada akar dan setiap simpul dalam fungsi atau prosedur untuk mencari jalur terbaik dipanggil kembali. Maka pada setiap simpul pemanggilan prosedur atau fungsi tersebut dilakukan sebanyak n kali, dimana n adalah jumlah cabang pada masing-masing simpul. Begitu terus proses berlanjut dengan cara rekursif sampai pada daun atau tempat tujuan sehingga diperoleh bobot untuk masing-masing daun. Dengan suatu algoritma sederhana kita tentu dapat memilih solusi terbaik jika bobot untuk masing-masing solusi telah diperoleh. Hanya dengan mencari bobot minimum maka akan diperoleh solusi terbaik atau jalur tercepat dari titik awal sampai ke titik tujuan.

6. KESIMPULAN

Metode graf dan pohon keputusan dapat menjadi suatu kunci menuju solusi dari suatu permasalahan apabila kita dapat memanfaatkannya dengan cermat dan pada tempat yang tepat.

Graf berarah dan berbobot serta pohon keputusan merupakan salah satu bahasan dalam mata kuliah Struktur Diskrit. Algoritma sederhana dalam mengambil keputusan serta solusi akhir dan metode pengulangan dengan rekursif juga merupakan salah satu bahasan dalam mata kuliah Struktur Diskrit serta Algoritma dan Struktur Data. Hal ini menunjukkan bahwa dalam membuat sistem navigasi GPS yang berfungsi sempurna perlu perpaduan yang harmonis dan tepat antara satu bidang ilmu dengan bidang ilmu yang lain.

Peran manusia sebagai penemu, pengendali dan yang dapat mengembangkan teknologi dan algoritma penyusun sistem navigasi GPS ini sebaiknya paham dan mengerti bagaimana cara kerja sistem yang dibuatnya. Tidak hanya sebagai pengguna yang dikendalikan oleh teknologi yang dibuatnya, tetapi manusia cerdas yang dapat memanfaatkan sarana dan

teknologi yang dibuatnya secara maksimal dan bertanggung jawab.

Jadi, suatu masalah dapat terpecahkan apabila suatu ilmu dan ilmu-ilmu yang lain saling melengkapi untuk membuat suatu solusi. Suatu bidang ilmu tidak dapat berdiri sendiri tanpa bantuan bidang ilmu yang lain dalam aplikasinya di kehidupan nyata untuk berfungsi secara sempurna. Oleh karena itu diperlukan kerjasama antar bidang ilmu tersebut dan hal tersebut tidak mungkin terwujud tanpa peran manusia di dalamnya.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Rinaldi Munir, "Struktur Diskrit", Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2003.
- [2] Inggriani Liem, "Draft Diktat Struktur Data", Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2008.
- [3] R. Johnsonbaugh, "Matematika Diskrit Jilid 2", Prenhallindo, 1998.
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System (akses 29 December 2008 pk. 20.24)