

SISTEM PENCARIAN RUTE TERPENDEK PENDISTRIBUSIAN PRODUK MENGGUNAKAN ALGORITMA HILL CLIMBING SEARCH di CV DUTA EXPRESS

Renardi¹, Mutammimul Ula²
Teknik Informatika dan Sistem Informasi
Universitas Malikussaleh Lhokseumawe
Jl. Cot Tgk Nie-Reulet, Aceh Utara, 141 Indonesia
email : dutaexpress@gmail.com, moelula@gmail.com

ABSTRAK

Dalam pemilihan rute terpendek, metode pemilihan rute yang umum digunakan adalah jarak terpendek yaitu jarak minimum yang diperlukan oleh suatu alat transportasi untuk mencapai suatu tempat dari tempat tertentu dan kembali ke tempat asal yang didasarkan pada jarak terpendek, biaya termurah dan waktu tercepat. Penelitian ini pencarian rute terpendek menggunakan Algoritma Hill Climbing, karena pada dasarnya Algoritma Hill Climbing mencari penyelesaian secara menyeluruh bukan per point saja. Disini Algoritma Climbing akan menyelesaikan permasalahan secara menyeluruh, dengan demikian diharapkan diperoleh hasil yang seoptimal mungkin. Dari permasalahan ini bagaimana menentukan rute yang tepat sehingga pendistribusian tersebut dapat sampai ke tempat tujuan dalam waktu yang singkat dan efisien dan bagaimana mengimplementasikan dan mencari solusi optimasi pendistribusian Produk berdasarkan Algoritma Hill Climbing Search. Sistem ini bertujuan Untuk memberikan informasi jalur terpendek pendistribusian produk di CV Duta Express, dan dapat dipergunakan secara mudah oleh pihak-pihak yang berkepentingan dengan sistem ini.

Kata kunci : Jalur, algoritma Hill Climbing, Rute Terpendek

Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi kian pesat, hal tersebut dapat dilihat dan dirasakan secara langsung maupun tidak langsung. Perkembangan tersebut berdampak pada aspek kehidupan manusia yang ingin mudah, nyaman dan praktis dalam menjalani hidupnya, dimana manusia selalu ingin menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dengan jalan yang paling mudah, sehingga pesatnya perkembangan ilmu dan teknologi

khususnya di bidang komputer, dapat dijadikan sebagai sebuah solusi dalam mewujudkan keinginan untuk membuat hidup lebih praktis. Permasalahan distribusi merupakan permasalahan yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini tidak terlepas dari sifat manusia yang ingin mendapat keuntungan maksimum dan menderita kerugian yang minimum.

Dalam pemilihan rute terpendek, metode pemilihan rute yang umum digunakan adalah jarak terpendek yaitu jarak minimum yang diperlukan oleh suatu alat transportasi untuk mencapai suatu tempat dari tempat tertentu dan kembali ke tempat asal yang didasarkan pada jarak terpendek, biaya termurah dan waktu tercepat.

Banyak algoritma yang dapat digunakan untuk mencari rute terpendek. Dalam hal ini penulis akan mencoba membuat suatu aplikasi pencarian rute terpendek menggunakan Algoritma Hill Climbing, karena pada dasarnya Algoritma Hill Climbing mencari penyelesaian secara menyeluruh bukan per point saja. Disini Algoritma Climbing akan menyelesaikan permasalahan secara menyeluruh, dengan demikian diharapkan diperoleh hasil yang seoptimal mungkin.

Pemilihan jalur terpendek dalam sebuah perjalanan dari suatu tempat ketempat lain, sering kali perjalanan yang ditempuh tanpa pertimbangan terlebih dahulu. Sehingga kita sering melupakan beberapa faktor seperti : biaya, waktu dan jarak yang kita tempuh selama melakukan perjalanan tersebut. Maka untuk itu kita perlu menentukan jalur terpendek dari kota asal ke kota tujuan.

Pencarian jalur terpendek dapat terbagi menjadi dua metode, metode konvensional dan metode heuristik. Metode konvensional cenderung lebih mudah dipahami daripada metode heuristik, yaitu hanya membandingkan jarak masing-masing node dan kemudian mencari jarak yang terpendek. Tetapi, bila dibandingkan hasilnya, hasil yang diperoleh dari metode heuristik lebih variatif, hasil yang didapatkan lebih akurat, tingkat kesalahan yang dihasilkan pada perhitungan lebih kecil, dan waktu perhitungan yang diperlukan lebih singkat.

Dari permasalahan ini bagaimana menentukan rute yang tepat sehingga pendistribusian tersebut dapat sampai ke tempat tujuan dalam waktu yang singkat dan efisien. Waktu yang singkat dan efisien disini adalah difokuskan pada jarak yang terpendek. Dengan adanya jarak yang terpendek dan mengesampingkan kondisi jalan maka dapat disimpulkan ongkos dan waktu pengiriman juga akan minimum.

Misalkan CV Duta Express ingin mendistribusikan produk ke seluruh Aceh dengan kota tujuan pertama, kedua, dan seterusnya sebagai berikut : Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tenggara, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Singkil, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Barat, Kab. Aceh Jaya, Kota Banda Aceh, Kota Sabang, Kab. Aceh Besar, Kab. Aceh Pidie, Kab. Pidie Jaya, dan Kab. Bireun dan waktu pendistribusian dari kota pertama sampai ke kota terakhir sudah ditentukan oleh CV Duta Express maka dengan algoritma Hill Climbing diharapkan dapat memberikan hasil yang optimum yaitu jalur dengan jarak yang terpendek. Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulis tertarik mengambil tugas akhir dengan judul “ Sistem Pencarian Rute Terpendek Pendistribusian Produk Menggunakan Algoritma Hill Climbing Search di CV Duta Express”.

2.TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Distribusi Produk Pada CV Duta Express

Pengertian sistem distribusi adalah pengaturan penyaluran barang dan jasa dari produsen ke konsumen. Sistem distribusi dapat dibedakan menjadi: Persoalan transportasi membahas masalah pendistribusian suatu komoditas atau produk dari sejumlah sumber (supply) kepada sejumlah tujuan (destination,demand) dengan tujuan meminimumkan ongkos pengangkutan. Ciri-ciri khusus persoalan transportasi adalah : Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu.

Kuantitas komoditas atau produk yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan, besarnya tertentu.

Komoditas yang dikirim atau yang diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya sesuai dengan permintaan dan atau kapasitas sumber. Ongkos pengangkutan komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya tertentu.

Sistem distribusi jalan pendek atau langsung adalah sistem distribusi yang tidak menggunakan saluran distribusi. Contoh distribusi sistem ini adalah penyaluran hasil pertanian oleh petani ke pasar langsung. Bagan sistem distribusi ini sebagai berikut. Sistem distribusi jalan panjang atau tidak langsung adalah sistem distribusi yang menggunakan saluran distribusi dalam kegiatan distribusinya biasanya melalui agen.

Distribusi sangat dibutuhkan oleh konsumen untuk memperoleh barang-barang yang dihasilkan oleh produsen, apalagi bila produksinya jauh. Dapat melihat barang yang tidak dihasilkan di daerah sendiri, tapi

sekarang ada di tempat tinggal sendiri. Ada pun kegiatan yang termasuk fungsi distribusi terbagi secara garis besar menjadi dua.

a. Fungsi Distribusi Pokok

Yang dimaksud dengan fungsi pokok adalah tugas-tugas yang mau tidak mau harus dilaksanakan. Dalam hal ini fungsi pokok distribusi meliputi:

1. Pengangkutan (Transportasi)

Pada umumnya tempat kegiatan produksi berbeda dengan tempat tinggal konsumen, perbedaan tempat ini harus diatasi dengan kegiatan pengangkutan. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan semakin majunya teknologi, kebutuhan manusia semakin banyak. Hal ini mengakibatkan barang yang disalurkan semakin besar, sehingga membutuhkan alat transportasi (pengangkutan).

2. Penjualan (Selling)

Di dalam pemasaran barang, selalu ada kegiatan menjual yang dilakukan oleh produsen. Pengalihan hak dari tangan produsen kepada konsumen dapat dilakukan dengan penjualan. Dengan adanya kegiatan ini maka konsumen dapat menggunakan barang tersebut.

3. Pembelian (Buying)

Setiap ada penjualan berarti ada pula kegiatan pembelian. Jika penjualan barang dilakukan oleh produsen, maka pembelian dilakukan oleh orang yang membutuhkan barang tersebut.

4. Penyimpanan (Storing)

Sebelum barang-barang disalurkan pada konsumen biasanya disimpan terlebih dahulu. Dalam menjamin kesinambungan, keselamatan dan keutuhan barang-barang, perlu adanya penyimpanan (pergudangan). Contoh, gudang penyimpanan bahan pakaian jadi sebelum di teruskan kepada konsumen.

5. Pembakuan Standar Kualitas Barang

Dalam setiap transaksi jual-beli, banyak penjual maupun pembeli selalu menghendaki adanya ketentuan mutu, jenis dan ukuran barang yang akan diperjualbelikan. Oleh karena itu perlu adanya pembakuan standar baik jenis, ukuran, maupun kualitas barang yang akan diperjualbelikan tersebut. Pembakuan (standardisasi) barang ini dimaksudkan agar barang yang akan dipasarkan atau disalurkan sesuai dengan harapan.

b. Fungsi Tambahan

Distribusi mempunyai fungsi tambahan yang hanya diberlakukan pada distribusi barang-barang tertentu. Fungsi tambahan tersebut di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Menyeleksi

Kegiatan ini biasanya diperlukan untuk distribusi hasil konveksi dan produksi yang dikumpulkan dari beberapa pengusaha. Misalnya produksi baju batik perlu diseleksi berdasarkan tipe/sablon kain yang digunakan, produksi seragam olah raga diseleksi berdasarkan model dan kualitas bahan.

2. Mengepak/Mengemas

Untuk menghindari adanya kerusakan atau hilang dalam pendistribusian, maka barang harus dikemas dengan baik. Misalnya baju batik, seragam sekolah, simbol.

Persediaan adalah sumber daya menganggur (idle resources) yang menunggu proses lebih lanjut. Yang dimaksud dengan proses lebih lanjut tersebut adalah berupa kegiatan distribusi ataupun kegiatan konsumsi pada sistem rumah tangga. Tinggi rendahnya tingkat persediaan berpengaruh pada ongkos simpan/ongkos kehabisan persediaan dan pelayanan kepada konsumen. Status Persediaan dan Kebijakan Pemesanan Menggambarkan keadaan dari setiap komponen atau material yang ada dalam persediaan, yang berkaitan dengan :

Jumlah persediaan yang dimiliki pada setiap periode (on hand inventory). Jumlah barang yang sedang dipesan dan kapan pesanan tersebut akan datang (on order inventory). Waktu anjang-ancang (lead time) dari setiap barang.

Manusia memenuhi kebutuhan dan keinginan mereka dengan barang dan jasa. Produk menurut Philip Kotler adalah: "segala sesuatu yang ditawarkan ke pasar untuk memuaskan kebutuhan dan keinginan" (1997:52). Basu Swastha dan Irawan, menyatakan bahwa produk adalah: "suatu sifat kompleks, baik dapat diraba maupun tidak diraba, termasuk bungkus, warna, harga, prestise perusahaan, pelayanan pengusaha dan pengecer, yang diterima pembeli untuk memuaskan keinginan dan kebutuhan" (1990:165).

Klasifikasi Produk

Klasifikasi produk biasanya dilakukan berdasarkan beberapa sudut pandang, namun secara umum produk dapat dibagi 2 yaitu:

a. Barang

Barang menurut Fandy Tjiptono adalah "produk yang berwujud fisik sehingga dapat bisa dilihat, disentuh, dirasa, dipegang, disimpan, dan

perlakuan fisik lainnya” (1999:98). Ditinjau dari daya tahannya, terdapat dua macam barang yaitu:

- 1) Barang tahan lama (durable goods). Merupakan barang berwujud yang biasanya bisa tahan lama dengan banyak pemakaian, atau umur ekonomisnya untuk pemakaian normal satu tahun atau lebih.
- 2) Bahan tidak tahan lama (non durable goods). Merupakan barang berwujud yang biasanya habis dikonsumsi dalam satu kali pemakaian, atau umur ekonomisnya dalam pemakaian normal kurang dari satu tahun. Contoh: sabun mandi dan makanan.

b. Jasa

Jasa menurut Philip Kotler adalah “setiap tindakan yang dapat ditawarkan oleh suatu pihak kepada pihak lain. Pada dasarnya jasa tidak berwujud dan tidak mengakibatkan kepemilikan apapun” (1992:45). Produk jasa mungkin berkaitan dengan produk fisik atau tidak.

a. Barang

Barang Konsumen adalah barang yang dikonsumsi untuk kepentingan konsumen akhir (individu atau rumah tangga), dan bukan untuk kepentingan bisnis, barang konsumen dapat dibedakan menjadi empat jenis yaitu:

1) Convenience Goods

Convenience Goods merupakan barang yang pada umumnya memiliki frekuensi pembelian yang tinggi (sering dibeli), dibutuhkan dalam waktu segera dan memerlukan usaha yang minimum dalam perbandingan dan pembelianya. Contohnya: rokok, sabun mandi, pasta gigi, dan permen.

2) Shopping Goods

Shopping goods adalah barang yang proses pemilihan dan pembelianya, dibandingkan oleh konsumen diantara berbagai alternatif yang tersedia. Kriteria pembandingan meliputi harga, kualitas, dan model masing-masing. Contohnya: alat rumah tangga, pakaian, dan kosmetik.

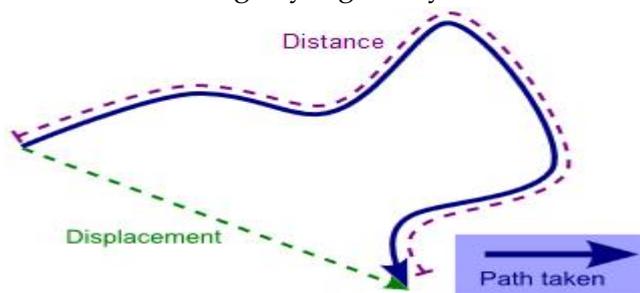
3) Speciality goods

Speciality goods adalah barang yang memiliki karakteristik atau identifikasi merek yang unik dimana sekelompok konsumen bersedia melakukan usaha khusus untuk membelinya. Umumnya jenis barang ini terdiri atas barang-barang mewah, dengan merek dan model yang spesifik, seperti mobil jaguar dan pakaian desain terkenal.

2.2 JARAK

Menurut Putu (2010), jarak adalah angka yang menunjukkan seberapa jauh benda berubah posisi melalui suatu lintasan tertentu. Dalam fisika atau dalam kehidupan sehari-hari, jarak dapat berupa estimasi jarak fisik dari dua posisi berdasarkan kriteria tertentu, misalnya jarak tempuh Jakarta-Bandung.

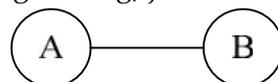
Jarak berbeda dengan koordinat posisi, jarak tidak mungkin bernilai negatif. Jarak merupakan besaran skalar sedangkan perpindahan merupakan besaran vektor. Jarak yang ditempuh oleh kendaraan biasanya ditunjukkan dalam kilometer, orang atau objek, haruslah dibedakan dengan jarak antara titik satu dengan yang lainnya.



Gambar 2.1 Jarak

2.3 LINTASAN

Glosarium (2014) Lintasan adalah jalan yang dilalui suatu materi/benda yang bergerak, lintasan atau trayek adalah tempat posisi titik-titik oleh suatu benda yang bergerak. Lintasan gerak benda bisa berupa garis lurus, lingkaran atau parabola, lintasan dapat lebih mudah dipahami dalam bentuk graf. Perhatikan gambar 2.2 yang dimaksud dengan lintasan adalah penghubung/jalur dari kota A ke kota B.



Gambar 2.2 Lintasan

2.4 TEORI GRAF

Rinaldi Munir (2012) Graf adalah kumpulan simpul (nodes) yang dihubungkan satu sama lain melalui sisi/busur (edges). Suatu graf G terdiri dari dua himpunan yaitu himpunan V (simpul) dan himpunan E (busur). Busur dapat menunjukkan hubungan (relasi) sembarang seperti rute penerbangan, jalan raya, sambungan telepon, ikatan kimia, dan lain-lain. Notasi graf: $G(V, E)$ artinya graf G memiliki simpul V dan busur E .

Menurut arah dan bobotnya, graf dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

Graf berarah dan berbobot : tiap busur mempunyai anak panah dan bobot.

Graf tidak berarah dan berbobot : tiap busur tidak mempunyai anak panah tetapi mempunyai bobot.

Graf berarah dan tidak berbobot: tiap busur mempunyai anak panah yang tidak berbobot.

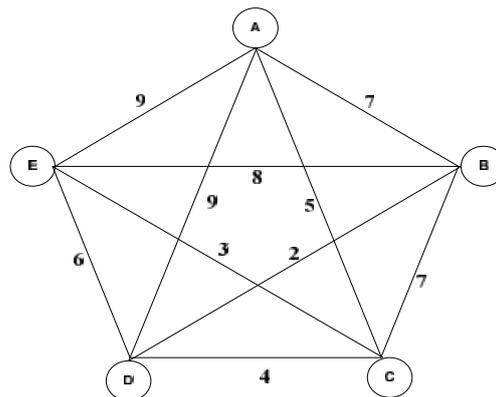
Suatu graf dapat direpresentasikan ke beberapa bentuk. Representasi graf dapat digunakan untuk mengimplementasikan graf tersebut ke dalam bentuk tertentu, sehingga dapat digunakan pada berbagai kasus yang berbeda.

Representasi graf yang sering digunakan diantaranya:

Matriks Kedekatan (Adjacency Matrix) : Untuk suatu graf dengan jumlah simpul sebanyak n , maka matriks kedekatan mempunyai ukuran n .

Senarai Kedekatan (Adjacency List) : Pada simpul x dapat dianggap sebagai suatu senarai yang terdiri dari simpul pada graf yang berdekatan dengan x .

Berikut ini adalah contoh graf dan penyelesaiannya :



Gambar 2.3 Contoh graf ABCDE

2.5 ALGORITMA HILL CLIMBING

Menurut (Sri Kusumadewi dkk, 2010), Metode Hill Climbing hampir sama dengan metode pembangkitan & pengujian (Generate and Test), hanya saja proses pengujian dilakukan dengan menggunakan fungsi heuristik. Hill Climbing adalah proses pengujian yang dilakukan dengan menggunakan fungsi heuristik. Pembangkitan keadaan berikutnya sangat tergantung pada feedback dari prosedur pengetesan. Tes yang berupa

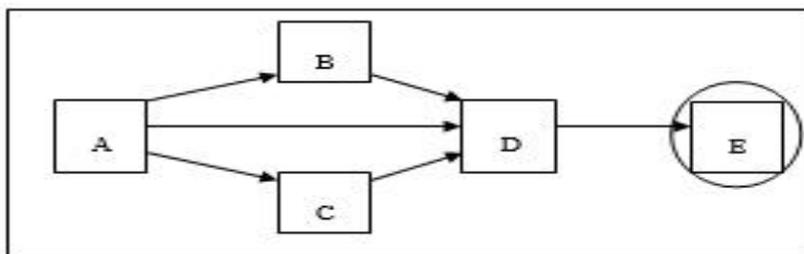
fungsi heuristik ini akan menunjukkan seberapa baiknya nilai terkaan yang diambil terhadap keadaan-keadaan lainnya yang mungkin.

Metode Hill climbing merupakan variasi dari depth-first search. Dengan metode ini, eksplorasi terhadap keputusan dilakukan dengan cara depth-first search dengan mencari path yang bertujuan menurunkan cost untuk menuju kepada goal/keputusan. Yaitu dengan selalu memilih nilai heuristik terkecil.

Dalam metode heuristik Hill Climbing, terdapat dua jenis Hill Climbing yang sedikit berbeda, yakni Simple Hill Climbing (Hill Climbing sederhana) dan Steepest-Ascent Hill Climbing (Hill Climbing dengan memilih kemiringan yang paling tajam / curam).

Algoritma hill climbing adalah pencarian yang sangat tua dan sederhana juga algoritma optimasi untuk fungsi tunggal. Pada prinsipnya, algoritma hill climbing melakukan lingkaran dimana yang saat ini dikenal solusi terbaik digunakan untuk memproduksi satu keturunan.

Algoritma hill climbing terinspirasi akan langkah-langkah yang dilakukan oleh para pendaki dalam menemukan camp mereka yang terletak diatas lereng gunung bagian atas. Para pendaki selalu akan mencari jalan yang lebih pintas untuk mencapai tujuannya. Pada gambar 2.1 diilustrasikan bahwa untuk mencapai tujuannya titik A mempunyai 3 alternatif jalur yaitu A - B - D - E, A - C - D - E, dan A - D - E. penentuan rute yang dipilih pada metode hill climbing akan dibandingkan ketiga jalur tersebut mana yang paling sedikit cost yang harus dikeluarkan, apakah rute yang paling pendek ataupun tingkat kemacetan yang paling kecil, pemilihan akan bergantung pada informasi yang diberikan pada peta yang akan dilalui.



Gambar 2.4 : Proses Penelusuran dengan Metode Hill Climbing

Simple Hill Climbing

Ruang keadaan berisi semua kemungkinan lintasan yang mungkin. Operator digunakan untuk menukar posisi kota-kota yang bersebelahan. Fungsi heuristik yang digunakan adalah panjang lintasan yang terjadi.

Operator yang akan digunakan adalah menukar urutan posisi 2 kota dalam 1 lintasan (Fauzia, dkk 2014).

Bila ada n kota, dan ingin mencari kombinasi lintasan dengan menukar posisi urutan 2 kota, maka akan didapat banyak m kombinasi :

$$n!/2!(n-2)! = m \text{ kombinasi}$$

Dimana : n adalah jumlah kota dan m adalah jumlah kombinasi
Steepest Ascent Hill Climbing

Steepest Ascent Hill Climbing merupakan algoritma yang banyak digunakan untuk permasalahan optimasi. Salah satu penerapannya adalah untuk mencari rute terpendek dengan cara memaksimalkan atau meminimumkan nilai dari fungsi optimasi yang ada. Secara harfiah steepest berarti paling tinggi, sedangkan ascent berarti kenaikan. Dengan demikian steepest ascent berarti kenaikan paling tinggi dari keadaan sekitar untuk mencapai nilai yang paling optimal.

Berikut ini adalah perbandingan algoritma simple hill climbing dengan steepest ascent hill climbing dalam algoritma hill climbing :

Algoritma simple hill climbing :

Evaluasi state awal, jika state awal sama dengan tujuan, maka proses berhenti. Jika tidak sama dengan tujuan maka lanjutkan proses dengan membuat state awal sebagai state sekarang.

Kerjakan langkah berikut sampai solusi ditemukan atau sampai tidak ada lagi operator baru yang dapat digunakan dalam state sekarang :

Cari sebuah operator yang belum pernah digunakan dalam state sekarang dan gunakan operator tersebut untuk membentuk state baru.

Evaluasi state baru.

Jika state baru adalah tujuan, maka proses berhenti

Jika state baru tersebut bukan tujuan, maka buat state baru menjadi state sekarang.

Jika state baru tidak lebih baik dari pada state sekarang maka lanjutkan ke langkah 2.

Algoritma steepest ascent hill climbing

1. Evaluasi keadaan awal (initial state). Jika keadaan awal sama dengan tujuan (goal state) maka kembali pada initial state dan berhenti proses. Jika tidak maka initial state tersebut jadikan sebagai current state.

2. Mulai dengan current state = initial state.
3. Dapatkan semua pewaris (successor) yang dapat dijadikan next state pada current statenya dan evaluasi successor tersebut dengan fungsi evaluasi dan beri nilai pada setiap successor tersebut. Jika salah satu dari successor tersebut mempunyai nilai yang lebih baik dari current state maka jadikan successor dengan nilai yang paling baik tersebut sebagai new current state.

C. Algoritma Hill Climbing untuk Pencarian Rute Terpendek

Algoritma Hill Climbing mempunyai kemampuan untuk mencari solusi optimal dalam penentuan jalur terpendek dengan cara mencari solusi dari suatu permasalahan menjadi beberapa permasalahan dalam satuan waktu yang lebih kecil dan memecahkan tiap permasalahan tersebut dengan optimal.

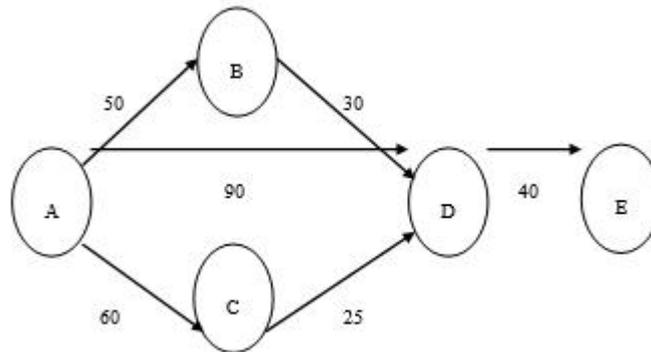
D. Rute Terpendek

Perjalanan dengan mempertimbangkan penelusuran rute terpendek hanya mempertimbangkan jarak atau cost antar lokasi yang harus dilalui. Seperti ditunjukkan pada gambar 2.2, untuk menuju ke kota E dari asal yaitu kota A, algoritma pencarian yang efektif akan membandingkan jarak yang harus ditempuh jika melalui kota B kemudian baru ke kota E dengan jarak yang dilalui jika perjalanan dilakukan dari kota A langsung menuju ke kota E.

Pencarian rute terpendek hanya semata mata mempertimbangkan jarak terpendek yang harus dilalui, pada kasus gambar 2.2 suatu metode bisa jadi akan memilih menelusuri kota A ke kota D untuk mencapai tujuan akhir kota E, karena dengan pertimbangan perbandingan jarak tempuh dari kota A ke kota B lebih dekat dari pada jarak yang harus ditempuh dari kota A ke kota D.

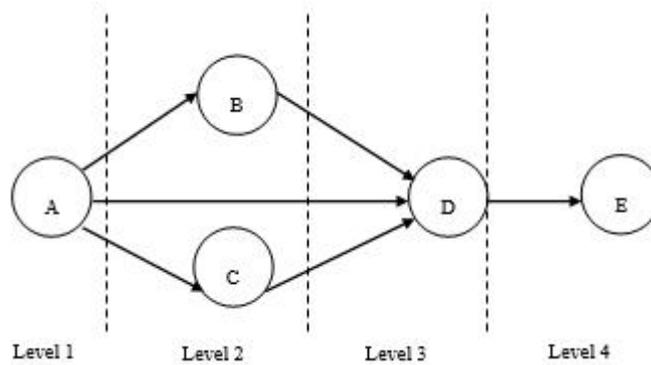
E. Permasalahan Rute Terpendek

Seseorang akan melakukan perjalanan dari suatu daerah asal (A) menuju ke daerah tujuan (E) dengan melewati beberapa daerah seperti pada gambar dibawah ini (gambar 2.2). Dari tiap tanda mempunyai fungsi sebagai berikut : tanda bulatan (state) mewakili daerah, tanda panah (arc) mewakili jalan yang harus dilalui antar daerah dan setiap antar daerah mempunyai ketentuan jarak.



Gambar 2.5 : Peta Perjalanan

Tahap pertama adalah membagi permasalahan menjadi sub problem. Gambar 2.3 menunjukkan tahapan dalam problem ini, dimulai dari bagian awal problem (level 1), sebagai tahap 1 dan bekerja maju sampai dengan bagian akhir problem (level 4). Tabel 2.2 menunjukkan jarak arc antar tahapan problem.



Gambar 2.6 : Tahapan Pencarian Rute Terpendek

Level 1 merupakan awal problem (daerah asal), dilanjutkan ke level 2 yang terdiri dari 3 daerah yang dikunjungi, kemudian dilanjutkan ke level 3 juga terdiri dari 3 daerah yang dikunjungi lalu dilanjutkan ke level 4 dan hanya 1 daerah yang dikunjungi juga merupakan akhir problem (daerah tujuan), maka proses berakhir dan solusi didapatkan yaitu $A - B - D - E = 50 + 30 + 40 + = 120$.

2.6 DFD (DATA FLOW DIAGRAM)

Menurut Hanif Al Fatta (2010), data flow diagram atau Diagram Arus Data adalah sebuah teknik grafis yang menggambarkan desain informasi yang diaplikasikan pada saat data bergerak dari input menjadi output. Beberapa simbol yang digunakan dalam DFD :

a. External entity

External entity merupakan kesatuan di lingkungan luar sistem yang bisa berupa orang, organisasi atau sistem lainnya yang dapat memberikan input atau menerima output dari luar sistem. External entity digambarkan dengan notasi/symbol kotak bebrbentuk bujur sangkar.

b. Proses

Proses adalah suatu kegiatan atau kerja yang dilakukan oleh orang, mesin atau komputer. Proses berfungsi untuk mengolah arus data yang masuk kedalamnya, kemudian dari prose situ juga menghasilkan arus data/outptu. Suatu proses digambarkan dengan simbol lingkaran atau empat persegi panjang dengan sudut-sudutnya yang tumpul. Simbol ini menggambarkan suatu proses atau transformasi data.

c. Data Store (Simpanan Data)

Simpanan data itu dapat berupa suatu file atau database pada sistem komputer, arsip atau catatan manual, kotak tempat data, tabel acuan manual, atau suatu agenda/buku. Simbol ini unutm menggambarkan simpanan data.

d. Data Flow (Arus Data)

Arus data pada DFD diberisimbol suatu panah. Arus data ini mengalir diantara proses, simpanan data dan kesatuan luar. Arus data ini menunjukkan arus dari data yang bias berupa masukan untuk sistem atau hasil dari proses suatu sistem. Simbol/notasi ini menggambarkan arus data yang mengalir sebagai input atau output

2.7 DATABASE(DBMS/RDBMS)

Simarta dkk, 2010 Basis data (atau database) adalah kumpulan informasi yang disimpan di dalam komputer secara sistematis sehingga dapat diperiksa menggunakan suatu program komputer untuk memperoleh informasi dari basis data tersebut. Database digunakan untuk menyimpan informasi atau data yang terintegrasi dengan baik di dalam

komputer. Untuk mengelola database diperlukan suatu perangkat lunak yang disebut DBMS (Database Management System). DBMS merupakan suatu system perangkat lunak yang memungkinkan user (pengguna) untuk membuat, memelihara, mengontrol, dan mengakses database secara praktis dan efisien. Dengan DBMS, user akan lebih mudah mengontrol dan memanipulasi data yang ada. Sedangkan RDBMS atau Relationship Database Management System merupakan salah satu jenis DBMS yang mendukung adanya relationship atau Hubungan antar tabel. Disamping RDBMS, terdapat jenis DBMS lain, misalnya Hierarchy DBMS, Object Oriented DBMS, dsb. Salah satu software atau perangkat lunak DBMS yang sering digunakan dalam aplikasi program yaitu Microsoft Access.

2.8 ERD (Entity Relationship Diagram)

ERD merupakan notasi grafis dalam pemodelan data konseptual yang mendeskripsikan hubungan antarpenyimpanan. ERD digunakan untuk memodelkan struktur data dan hubungan antardata, karena hal ini relatif kompleks.

ERD menggunakan sejumlah notasi dan simbol untuk menggambarkan struktur dan hubungan antardata. Pada dasarnya ada 3 macam simbol yang digunakan, yaitu (Kusrini dan Koniyo, 2007):

Entitas (Entity) adalah suatu objek yang dapat diidentifikasi dalam lingkungan pemakai, sesuatu yang penting bagi pemakai dalam konteks sistem yang akan dibuat. Entitas digambarkan dalam bentuk persegi empat.

Atribut. Entitas mempunyai elemen yang disebut atribut dan berfungsi mendeskripsikan karakter entitas, misalnya atribut nama barang entitas barang. Atribut digambarkan dalam bentuk elips.

Hubungan (Relationship). Sebagaimana halnya entitas, hubungan pun harus dibedakan antara hubungan atau bentuk hubungan antarentitas dengan isi dari hubungan itu sendiri. Misalnya dalam kasus hubungan antara entitas barang dan entitas pelanggan adalah menjual barang, sedangkan isi hubungannya dapat berupa tanggal jual atau yang lainnya. Hubungan digambarkan dalam bentuk intan (diamonds).

2.9 PHP

PHP adalah singkatan dari PHP: Hypertext Preprocessor. PHP merupakan bahasa pemrograman untuk membuat web yang bersifat server-side scripting. PHP memungkinkan programmer membuat halaman

web yang bersifat dinamis. PHP dapat dijalankan pada berbagai macam sistem operasi, misalnya Windows, LINUX, dan Mac OS. Selain Apache, PHP juga mendukung beberapa web server lain, misalnya Microsoft IIS, Caudium, PWS, dan lain-lain. PHP memanfaatkan database untuk menghasilkan halaman web yang dinamis. Sistem manajemen database yang sering digunakan bersama PHP adalah MySQL. Namun, PHP juga mendukung sistem manajemen database lain seperti Oracle, Microsoft Access, Interbase, dBase, PostgreSQL, dan lain-lain. (Yuhefizer, 2009)

2.10 MySQL

MySQL adalah sebuah sistem manajemen database yang bersifat open source. MySQL dibuat dan dikembangkan oleh MySQL AB yang berada di Swedia. MySQL dapat digunakan untuk membuat dan mengelola database beserta isinya. MySQL dapat digunakan untuk mengelola database mulai dari yang kecil sampai dengan yang sangat besar. MySQL juga dapat menjalankan perintah-perintah Structured Query Language (SQL) untuk mengelola database-database relasional yang ada di dalamnya.

3.METODELOGI PENELITIAN

3.1TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari CV Duta Express yaitu berupa nama-nama kabupaten dan kota yang dilakukan distribusi oleh CV Duta Express. Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari CV Duta Express yaitu berupa jarak-
jarak antar kota yang diperoleh dari Peta asli. Berikut nama-nama kota yang dilakukan distribusi oleh CV Duta Express:

Tabel 3.1. Nama-Nama Kota Yang Dilakukan Distribusi

NO.	KABUPATEN	IBUKOTA
1	Kab. Aceh utara	Lhoksukon
2	Kota lhokseumawe	Lhokseumawe
3	Kab. Bireuen	Bireuen
4	Kab. Bener meriah	Simpang tiga rodelong
5	Kab. Aceh tengah	Takengon
6	Kab. Pidie jaya	Meureudu
7	Kab. Pidie	Sigli
8	Kab. Aceh besar	Jantho
9	Kota banda aceh	Banda aceh
10	Kab. Aceh timur	Idi rayeuk
11	Kota langsa	Langsa
12	Kab. Aceh tamiang	Karang baru
13	Kab. Aceh jaya	Calang
14	Kab. Aceh barat	Meulaboh
15	Kab. Nagan raya	Suka makmue
16	Kab. Aceh barat daya	Blang pidie
17	Kab. Aceh selatan	Tapaktuan

3.2 LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN

1. Teknik pengumpulan data

a. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan yaitu metode penelitian dengan cara mempelajari buku-buku yang berhubungan dengan sistem dan algoritma-algoritma yang digunakan. Selain buku juga melalui beberapa makalah atau jurnal dan sumber informasi lainnya melalui internet.

b. Wawancara (Interview)

Wawancara (interview) digunakan untuk mendapatkan informasi secara langsung dengan cara tanya jawab dengan pegawai dinas perhubungan kabupaten aceh utara untuk mendapatkan informasi mengenai jarak-jarak dari setiap kota berdasarkan batu kilometer.

2. Analisa sistem

menganalisa masalah yang ditemukan pada proses pencarian rute terpendek dan memahami permasalahan tersebut sebelum mengambil tindakan akhir.

3. Perancangan aplikasi

Perancangan dengan menggunakan alat bantu DFD (Data Flow Diagram) dengan menggambarkan proses-proses yang ada pada

sistem / aplikasi sehingga akan mempermudah dalam menyelesaikan program tersebut.

4. Pembuatan program

Program berbasis web yang dijalankan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL.

5. Pengujian terhadap aplikasi

Melakukan pengujian terhadap program yang telah dibuat dengan melakukan beberapa tes terhadap program terutama pada penerapan algoritma yang digunakan dan menganalisa keluaran yang dihasilkan untuk mendapatkan kesalahan-kesalahan sehingga kesalahan tersebut bisa diperbaiki kembali.

3.3 KEBUTUHAN INPUT

Adapun data-data yang dibutuhkan dalam melakukan proses penentuan jalur terpendek yaitu Data kota yang telah ada meliputi jarak antar kota, kota-kota yang berhubungan langsung maupun yang tidak ada hubungan langsung. Data yang diperoleh langsung dari CV Duta Express yaitu berupa nama-nama kabupaten dan kota yang dilakukan distribusi oleh CV Duta Express.

3.4 KEBUTUHAN PROSES

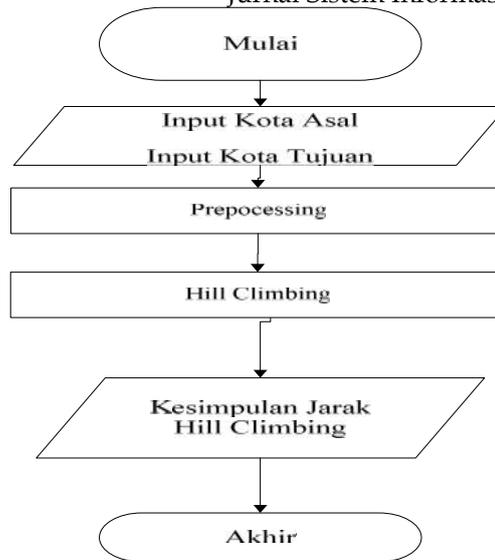
Pemrosesan data dilakukan setelah sistem mendapatkan data-data masukan dari pengguna seperti menginput kota asal dan kota tujuannya. Data-data tersebut kemudian diproses menggunakan algoritma Hill Climbing.

3.5 KEBUTUHAN OUTPUT

Hasil Output data dari penelitian ini adalah menampilkan informasi jarak tempuh dan urutan kota yang dilalui dari masing-masing algoritma algoritma Hill Climbing.

3.6 SKEMA SISTEM

Berikut ini skema atau gambaran umum aplikasi yang akan dibuat :



Gambar 3.1 Skema Sistem

4.1 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian dan survey lapangan yang dilakukan di CV Duta Express, didapatkan hasil bahwa CV Duta Express mendistribusikan produk ke berbagai kota dan kabupaten di seluruh Aceh yang terdiri dari kabupaten Aceh Utara, Aceh Timur, Aceh Tamiang, Aceh Tenggara, Aceh Selatan, Aceh Singkil, Aceh Barat Daya, Aceh Barat, Aceh Jaya, Aceh Besar, Aceh Tengah, Lhokseumawe, Langsa, Subulussalam, Simeulu, Nagan Raya, Gayo Lues, Bener Meriah, Bireun, Pidie Jaya, Banda Aceh, Sabang. CV Duta Express yang didistribusikan produk jenis baju. Sekarang ini CV Duta Express menggunakan jalur transportasi umum untuk mendistribusikan produknya. Sehingga dalam proses distribusi produk, mobil harus bolak balik dari satu kota ke kota yang lain.

Dengan demikian berdasarkan hasil survey lapangan yang saya lakukan, CV Duta Express harus memilih rute yang tepat dalam mendistribusikan produk, supaya pendistribusiannya optimal. Misalkan CV Duta Express ingin mendistribusikan produk ke beberapa wilayah, sedangkan wilayah yang akan dikirim berbeda setiap harinya. Bisa saja wilayah yang melakukan permintaan bersamaan pada saat itu akan tidak berbarengan lagi di lain waktu karena tergantung oleh pemakaian konsumen di daerah tersebut.

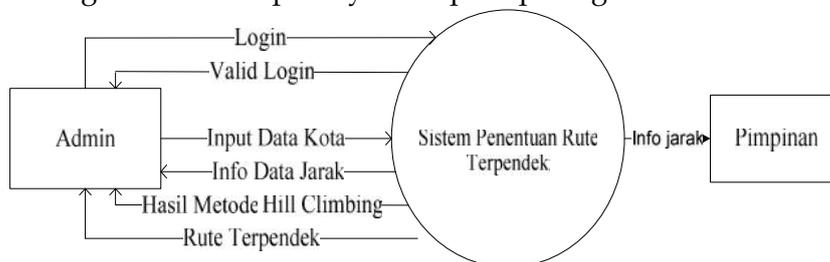
Dalam tugas akhir ini yang dibahas adalah tentang pencarian rute terpendek pendistribusian produk menggunakan algoritma hill climbing di CV Duta Express, pencarian disini lebih ditekankan pada jarak terpendek. Pengujian sistem dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana tingkat keberhasilan atau keakuratan sistem dalam pencarian rute terpendek. Sistem ini dibangun dengan menggunakan perangkat lunak PHP dan MySQL Front, PHP Triad . Input dalam sistem ini adalah kota tujuan dan nama kota asal, sedangkan output sistem adalah data tertulis nama kota yang dilalui dan jarak yang optimum.

4.2. PERANCANGAN SISTEM

Data Flow Diagram (DFD) merupakan diagram yang menggambarkan aliran data pada aplikasi sistem optimasi jarak terpendek pendistribusian produk pada CV Duta Express. Konteks Diagram sering digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang telah ada atau sistem baru yang akan dikembangkan secara logika tanpa mempertimbangkan lingkungan fisik dimana data tersebut mengalir atau lingkungan fisik dimana data tersebut disimpan.

4.2.1 Konteks Diagram

Diagram aliran data hanya memuat satu proses dan menunjukkan sistem secara keseluruhan. Adapun bentuk diagram konteks dari sistem pencarian rute terpendek pendistribusian produk menggunakan algoritma hill climbing di cv duta express yaitu seperti pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Konteks Diagram

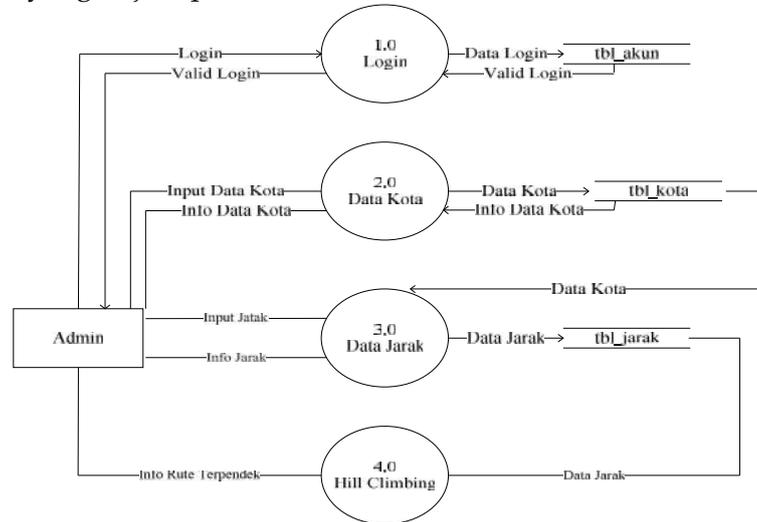
Keterangan Gambar 4.1 :

Admin harus login terlebih dahulu kedalam sistem agar ia dapat menginput data kota, input data jarak. Selanjutnya akan ditampilkan hasil metode hill climbing dan rute terpendek.

4.2.2 DATA FLOW DIAGRAM (DFD)

4.2.2.1 DFD Level 0

DFD Level 0 merupakan perluasan diagram konteks, pada level ini dijelaskan setiap kegiatan yang dapat dilakukan oleh setiap entitas yang ada didalam sistem lebih terperinci. Gambar 4.2 menjelaskan setiap kegiatan yang terjadi pada level 0.



Gambar 4.2 DFD Level 0

Keterangan gambar 4.2 :

1. Pada Proses 1.0 Proses Login
Admin harus login terlebih dahulu sebelum masuk kedalam sistem
2. Pada Proses 2.0 Proses Data Kota
Admin dapat menginput data kota pada sistem dan menyimpannya pada database tabel tbl_kota
3. Pada proses 3.0 Proses Data Jarak
Admin dapat menginput data jarak antar kota pada sistem dan menyimpannya pada database tabel tbl_jarak
4. Pada proses 4.0 Proses Hill Climbing
Dengan menggunakan tabel data jarak antar kota sistem akan menampilkan informasi rute terpendek

4.4 IMPLEMENTASI ALGORITMA HILL CLIMBING

Menentukan jalur terpendek menggunakan gambar dibawah ini sebagai acuan pertama. Penentuan Jalur Terpendek dari kota Banda

Aceh menuju Lhokseumawe. Penentuan jalur terpendek menggunakan gambar dibawah ini sebagai acuan pertama dari kota banda aceh menuju lhokseumawe. Dibawah ini penjelasan langkah per langkah pencarian jalur terpendek secara rinci dimulai dari node awal sampai node tujuan dengan nilai jarak terkecil. Dibawah ini penjelasan langkah per langkah pencarian jalur terpendek secara rinci dimulai dari node awal sampai node tujuan dengan nilai jarak terkecil.

Keterangan Tabel Jarak gambar dibawah ini :

A= Lhokseumawe

B= Lhoksukon

C= Idi

D= Langsa

E= Kuala simpang

F= Bireun

G= Sigli

H= Jantho

I= Banda Aceh

J= Calang

K= Simpang Tiga

L= Takengon

M= Meulaboh

N= Janarata

O= Blang keiren

P= Kutacane

Q= Blang Pidie

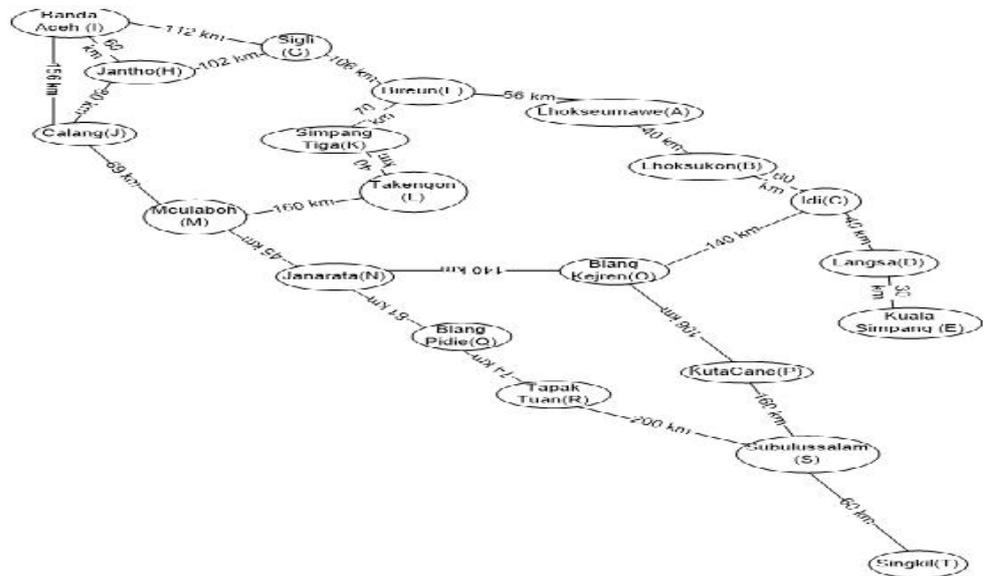
R= Tapak Tuan

S= Subulussalam

T= Singkil

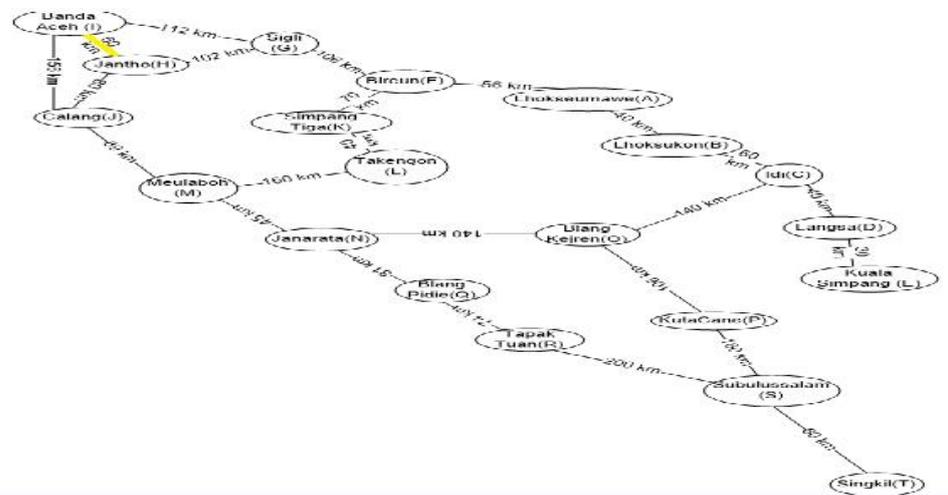
Langkah langkah dalam menyelesaikan algoritma Hill Climbing adalah sebagai berikut:

1. Node awal I, Node tujuan A. Setiap edge yang terhubung antar node telah diberi nilai.



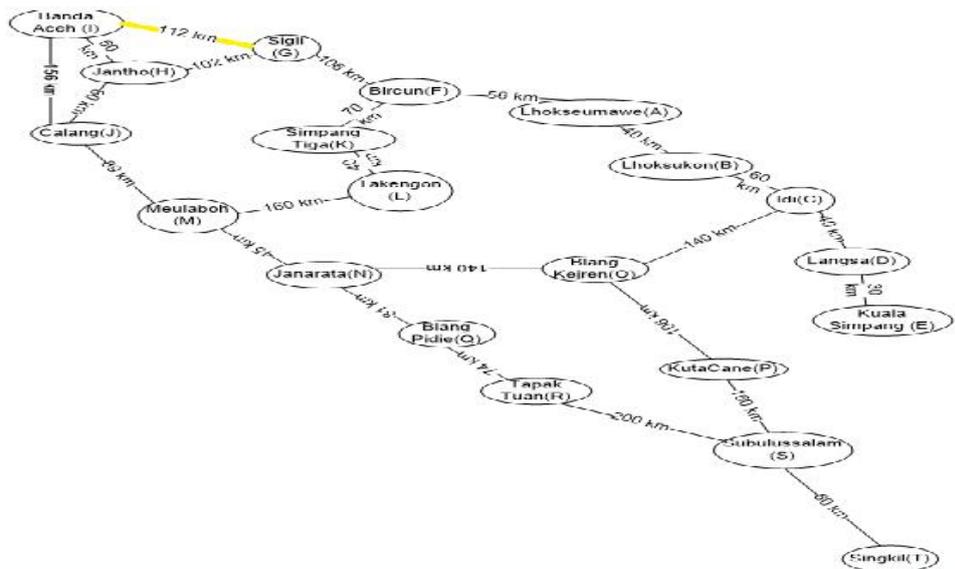
Gambar 4.3 Algoritma Hill Climbing Langkah 1

2. Hill Climbing melakukan kalkulasi terhadap node tetangga yang terhubung langsung dengan node keberangkatan (node I), dan hasil yang didapat adalah node H karena bobot nilai node H paling kecil dibandingkan nilai pada node lain, nilai = 60 (0+60).



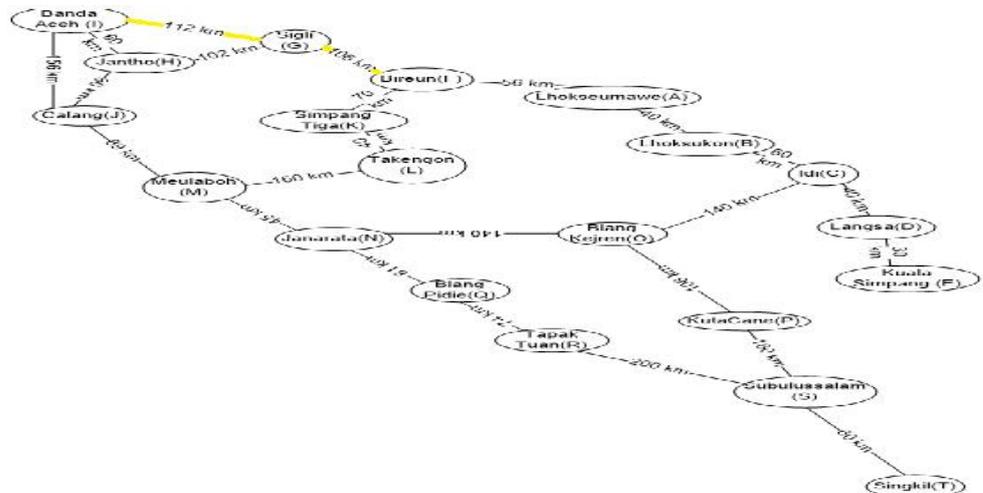
Gambar 4.4 Algoritma Hill Climbing Langkah 2

3. Node H diset menjadi node keberangkatan dan ditandai sebagai node yang telah terjamah. Hill Climbing melakukan kalkulasi kembali terhadap node-node tetangga yang terhubung langsung dengan node yang telah terjamah. Dan kalkulasi Hill Climbing menunjukkan bahwa node G yang menjadi node keberangkatan selanjutnya karena bobotnya yang paling kecil dari hasil kalkulasi terakhir, nilai 112 (0+112).



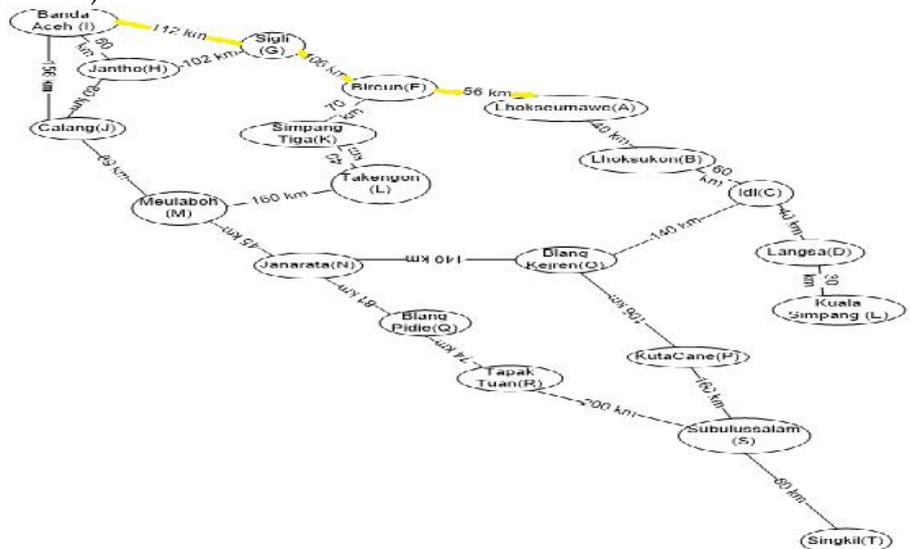
Gambar 4.5 Algoritma Hill Climbing Langkah 3

4. Node G diset menjadi node keberangkatan dan ditandai sebagai node yang telah terjamah. Hill Climbing melakukan kalkulasi terhadap node tetangga yang terhubung langsung dengan node keberangkatan (node G), dan hasil yang didapat adalah node F karena bobot nilai node F paling kecil dibandingkan nilai pada node lain, nilai = 218 (112+106).



Gambar 4.6 Algoritma Hill Climbing Langkah 4

5. Perhitungan berlanjut dengan node F ditandai menjadi node yang telah terjamah. Dari semua node tetangga belum terjamah yang terhubung langsung dengan node terjamah, node selanjutnya yang ditandai menjadi node terjamah adalah node A karena nilai bobot yang terkecil, nilai $274 (218+56)$.



Gambar 4.7 Algoritma Hill Climbing Langkah 5

6. Node A menjadi node terjamah, Hill Climbing melakukan kalkulasi kembali, dan menemukan bahwa node A (node tujuan) telah tercapai lewat node F. Jalur terpendeknya adalah I-G-F-A, dan nilai bobot yang



Gambar 4.10 Form Menu Utama

4.5.3 Form Data Kota

Form ini berisi id dan nama-nama kota yang akan digunakan pada sistem



Gambar 4.11 Form Data Kota

4.5.4 Form Data Jarak

Form ini menyimpan data jarak kota asal dengan kota tetangga yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan algoritma hill climbing adalah sebagai berikut:

Data Jarak Antar Kota

Formulir Pengisian Data Jarak Antar Kota

Kota Asal: Banda Aceh
 Kota Tujuan: Bireun
 Jarak (KM): 0

Daftar Data Jarak Antar Kota

Tirukan	No	Kota Asal	Kota Tujuan	Jarak (KM)
Usa- epus	1	Derica Aceh	Janho	00
Usa- epus	2	Derica Aceh	Sigi	112
Usa- epus	J	Derica Aceh	Pucelabon	00

Gambar 4.12 Form Data Jarak

4.5.5 Form algoritma Hill Climbing

Form ini berisi perhitungan dan informasi rute terpendek menggunakan algoritma hill climbing adalah sebagai berikut:

Pencarian Rute Terpendek

Kota Asal: Banda Aceh
 Kota Tujuan: Bireun
 Jarak Terpendek: Banda Aceh - Sigi - Bireun

Hasil Perhitungan

Step 1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Gambar 4.13 Form Hill Climbing

4.5.6 Form Laporan Untuk Rute

Form ini berisi perhitungan dan informasi rute terpendek menggunakan algoritma Hill Climbing Search adalah sebagai berikut:

Pencarian Rute Terpendek

Kota Asal: Banda Aceh
 Kota Tujuan: Bireun
 Jarak Terpendek: 216 KM
 Rute: Banda Aceh - Sigi - Bireun

Proses **Lihat Rincian**

Gambar 4.18 Form Laporan Rute

KESIMPULAN

Setelah melihat hasil perhitungan dari algoritma Floyd Warshall dan algoritma Algoritma Dijkstra dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Algoritma Hill Climbing bisa digunakan untuk melakukan pencarian rute terpendek pendistribusian produk pada CV Duta Express dan hasil Pencarian jalur terpendek memberikan hasil yang sama baik jarak maupun jalur yang akan dilintasi.
2. Aplikasi dapat menemukan jalur terpendek dengan cukup baik. Metode Hill Climbing Search cukup baik dalam menemukan solusi.
3. Penerapan metode Hill Climbing Search sepenuhnya menggunakan informasi dari yang telah disediakan sehingga pemberian data kepada user sepenuhnya tergantung pada ketersediaan server yang telah ditentukan

SARAN

Adapun saran yang ingin penulis sampaikan adalah sebagai berikut :

1. Untuk pengembangan penelitian skripsi ini dapat menggunakan algoritma sejenis untuk menentukan jalur terpendek seperti algoritma Dijkstra, algoritma a*(A-Star) dan lain-lain.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan algoritma atau metode yang lain sehingga mendapatkan perbandingan hasil mana yang lebih baik.
3. Penelitian lanjutan dapat dilakukan pada distribusi produk yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Buana, P.W Penemuan Rute Terpendek Pada Aplikasi Berbasis Peta, 2010 [http:// download. Portalgaruda .org/ article.php? article=12800&val= 922](http://download.Portalgaruda.org/article.php?article=12800&val=922) Diakses jam 12:00, Tanggal 12 Februari 2016
- Fatta, Al Hanif. 2010. Rekayasa Sistem Pengenalan Wajah. Yogyakarta:Penerbit Andi
- Fauziah, Nurul dkk. 2014. Simple Hill Climbing., (http://web.unair.ac.id/admin/file/f_22572_2_Simple_Hill_Climbing.pdf, diakses 11 Maret 2015).
- Feddy Setio Pribadi and Anggraini Mulwinda, "Pencarian Rute Terpendek dengan Menggunakan Algoritma Depth First, Breath First dan Hill Climbing (Study Comparative)," vol. 2, 2010.

- Glosarium. 2014. Lintasan. From <http://glosarium.org/arti/?k=lintasan>, Diakses 10 September 2014
- Kusumadewi, Sri.; & Purnomo, Hari. (2010). Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Edisi 2. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Munir, Rinaldi. 2012. Matematika Diskrit Logika, Himpunan, Matriks, Relasi, Fungsi, Algoritma, Kombinatorial, Peluang Diskrit Edisi Kelima. Bandung : Informatika
- Simarta, Janer & Iman Paryudi, 2010. Basis Data, Andi, Yogyakarta.
- Yuhefizer, 2009. Cara Mudah Membangun Website Interaktif Menggunakan Content Management System Joomla Edisi Revisi. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Buana, P.W Penemuan Rute Terpendek Pada Aplikasi Berbasis Peta, 2010 <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=12800&val=922> Diakses jam 12:00, Tanggal 12 Februari 2015
- Fatta, Al Hanif. 2010. Rekayasa Sistem Pengenalan Wajah. Yogyakarta:Penerbit Andi
- Fauziah, Nurul dkk. 2014. Simple Hill Climbing., (http://web.unair.ac.id/admin/file/f_22572_2_Simple_Hill_Climbing.pdf, diakses 11 Maret 2015).
- Feddy Setio Pribadi and Anggraini Mulwinda, "Pencarian Rute Terpendek dengan Menggunakan Algoritma Depth First, Breath First dan Hill Climbing (Study Comparative)," vol. 2, 2010.
- Glosarium. 2014. Lintasan. From <http://glosarium.org/arti/?k=lintasan>, Diakses 10 September 2014
- Kusumadewi, Sri.; & Purnomo, Hari. (2010). Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Edisi 2. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Munir, Rinaldi. 2012. Matematika Diskrit Logika, Himpunan, Matriks, Relasi, Fungsi, Algoritma, Kombinatorial, Peluang Diskrit Edisi Kelima. Bandung : Informatika
- Simarta, Janer & Iman Paryudi, 2010. Basis Data, Andi, Yogyakarta.
- Yuhefizer, 2009. Cara Mudah Membangun Website Interaktif Menggunakan Content Management System Joomla Edisi Revisi. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.