

Penentuan Jalur Terpendek Distribusi Barang di Pulau Jawa

Stanley Santoso /13512086
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
¹stanleysantoso@students.itb.ac.id

Sekarang ini, dalam pendistribusian suatu barang dari produsen ke konsumen sangat sering terjadi terutama dengan adanya jasa pengiriman barang yang makin lama makin sering digunakan. Terdapat banyak sekali kemungkinan kombinasi jalur distribusi barang melalui darat yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan waktu dan biaya perjalanan. Namun tidak semua kombinasi jalur distribusi tersebut akan memberikan solusi terbaik.

Dalam makalah ini akan dibahas salah satu algoritma dalam mendukung optimasi pendistribusian barang di pulau Jawa. Pencarian solusi dilakukan dengan menggunakan Program Dinamis atau biasa dikenal dengan nama Dynamic Programming. Algoritma ini digunakan untuk menentukan biaya terkecil dari beberapa kombinasi rute yang ada.

Kata Kunci--Program Dinamis, optimal, cost, distribusi.

I. PENDAHULUAN

Distribusi adalah salah satu aspek dari pemasaran. Distribusi juga dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperlukan (jenis, jumlah, harga, tempat, dan saat dibutuhkan).

Distribusi merupakan suatu proses yang menunjukkan penyaluran barang yang di buat dari produsen agar sampai kepada para konsumen yang tersebar luas. Produsen sendiri memiliki pengertian sebagai orang yang melakukan dan membuat suatu produksi, sedangkan konsumen adalah orang yang menggunakan atau memakai barang atau jasa yang di tawarkan oleh produsen dalam kegiatan pembuatan barang.

Selain itu, distribusi juga memiliki pengertian sebagai kegiatan ekonomi yang menjembatani suatu produksi dan konsumsi suatu barang agar barang dan jasa yang di tawarkan akan sampai tepat kepada para konsumen sehingga kegunaan yang di dapat dari barang dan jasa tersebut akan semakin maksimal setelah di konsumsi. Maka dari itu, akan sangat terlihat tentang kegunaan dari distribusi baik tentang waktu dan tempatnya.

Selain pengertian distribusi di atas, ada pula berikut pembagian serta fungsi masing- masing dari distribusi tersebut.

Fungsi distribusi ialah melakukan atau mengantarkan barang atau jasa yang di hasilkan oleh produsen baik dari daerah yang dekat atau jauh sehingga dari seluruh pelosok Indonesia dapat merasakan barang atau jasa yang di hasilkan. Berikut ada pula beberapa bagian dari fungsi distribusi:

1. Fungsi Distribusi Pokok

adalah segala tugas pokok harus di lakukan, misalkan dalam hal yang satu ini dengan pengangkutan atau transportasai, penjualan dan pembelian.

Fungsi pengangkutan atau transportasi untuk mengalurkan barang atau jasa karena jika tidak ada pengangkutan atau transportasi barang atau jasa tersebut tidak akan sampai ke tangan konsumen.

Fungsi penjualan ialah memasarkan barang atau jasa dari produsen kepada konsumen.

Fungsi pembelian ialah semua penjualan di lakukan oleh produsen sehingga konsumen dapat melakukan pembelian.

2. Fungsi Tambahan

fungsi tambahan di bagi atas dua yaitu menyeleksi dan mengemas. Fungsi menyeleksi untuk menyeleksi kelompok barang dan ukuran yang akan di gunakan sedangkan fungsi mengemas untuk menghindari adanya kerusakan atau hilang dalam penindustrian sehingga barang harus di kemas dengan sangat baik.

II. DASAR TEORI

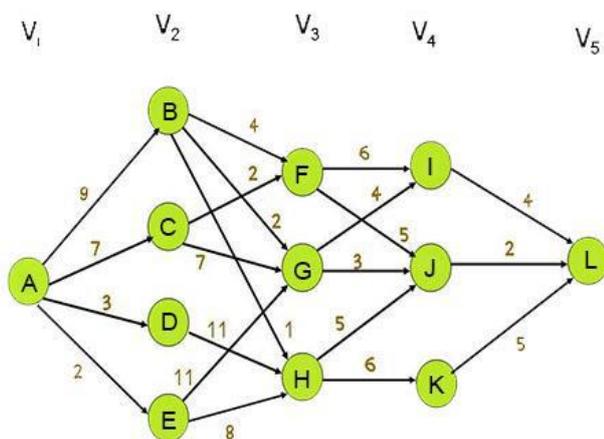
Program Dinamis (*dynamic programming*) adalah metode pemecahan masalah dengan cara menguraikan solusi menjadi sekumpulan langkah (*step*) atau tahapan (*stage*) sedemikian sehingga solusi dari persoalan dapat dipandang dari serangkaian keputusan yang saling berkaitan. Pada penyelesaian persoalan dengan metode ini terdapat sejumlah berhingga pilihan yang mungkin, solusi pada setiap tahap dibangun dari hasil solusi tahap sebelumnya, kita menggunakan persyaratan optimasi dan kendala untuk membatasi sejumlah pilihan yang harus dipertimbangkan pada suatu tahap.

Cara penyelesaian dengan metode program dinamis mengingatkan kita pada metode greedy, namun program dinamis berbeda dengan greedy. Pada metode greedy, kita membuat keputusan pada setiap tahap dengan cara mengambil pilihan yang paling menarik. Pada persoalan-persoalan tertentu algoritma greedy tidak bekerja dengan baik (tidak menemukan solusi terbaik). Oleh karena itu, maka dipakailah metode program dinamis ini.

Solusi dari Program Dinamis pasti optimal. Ini karena rangkaian keputusan dibuat dengan menggunakan Prinsip Optimalitas. Prinsip optimalitas berbunyi "Jika solusi total optimal, maka bagian solusi sampai tahap ke-k juga optimal". Ini berarti bahwa jika kita bekerja dari tahap k ke tahap k+1, kita dapat menggunakan hasil optimal dari tahap k untuk ke tahap k+1 tanpa harus kembali ke tahap awal.

Selain karakteristik penyelesaian, Program Dinamis juga memiliki karakteristik persoalan. Karakteristiknya adalah sebagai berikut:

1. Persoalan dapat dibagi menjadi beberapa tahap (*stage*) dan pada setiap tahap hanya diambil satu keputusan
2. Masing-masing tahap terdiri dari sejumlah status (*state*) yang berhubungan dengan tahap tersebut. Secara umum, status merupakan bermacam kemungkinan masukan yang ada pada tahap tersebut.
3. Hasil dari keputusan yang diambil pada setiap tahap ditransformasikan dari status yang bersangkutan ke status berikutnya pada tahap berikutnya
4. Ongkos (*cost*) pada suatu tahap meningkat secara teratur (*steadily*) dengan bertambahnya jumlah tahapan
5. Ongkos pada suatu tahap bergantung pada ongkos tahap-tahap yang sudah berjalan dan ongkos pada tahap tersebut
6. Keputusan terbaik pada suatu tahap bersifat independen terhadap keputusan yang dilakukan pada tahap sebelumnya
7. Adanya hubungan rekursif yang mengidentifikasi keputusan terbaik untuk setiap status pada tahap k memberikan keputusan terbaik untuk setiap status pada tahap k + 1
8. Prinsip optimalitas berlaku pada persoalan tersebut



Sebagai penjelasan dari karakteristik persoalan yang telah disebutkan, digunakanlah gambar graf multistage di atas. Dari graf multistage tersebut, dapat diketahui bahwa tiap simpul dalam graf tersebut (A, B, ..., L) menyatakan status (*state*), V1, V2, ..., V5 menyatakan tahap (*stage*), dan angka-angka di tiap sisi pada graf menyatakan ongkos (*cost*).

Terdapat dua metode pendekatan dalam penyelesaian masalah menggunakan Program Dinamis yaitu:

1. PD Maju (*forward*)

Program dinamis maju bergerak dari tahap 1, maju ke tahap 2, maju ke tahap 3 dan begitu selanjutnya hingga tahap n. Runtunan peubah keputusan dalam pendekatan ini adalah x_1, x_2, \dots, x_n . Untuk prinsip optimalitas pada pendekatan maju ini, ongkos yang dihasilkan pada tahap $k+1 =$ (ongkos yang dihasilkan pada tahap k) + (ongkos dari tahap k ke tahap k+1) dengan $k = 1, 2, \dots, n-1$.

2. PD Mundur (*backward*)

Program dinamis mundur bergerak dari tahap n, mundur ke tahap n-1, mundur ke tahap n-2 dan begitu selanjutnya hingga tahap 1. Runtunan peubah keputusan dalam pendekatan ini adalah x_n, x_{n-1}, \dots, x_1 . Untuk prinsip optimalitas pada pendekatan mundur ini, ongkos yang dihasilkan pada tahap k = (ongkos yang dihasilkan pada tahap k+1) + (ongkos dari tahap k+1 ke tahap k) dengan $k = n, n-1, \dots, 1$.

Dalam makalah ini, penulis menggunakan Program Dinamis dengan pendekatan maju dalam memecahkan persoalan pendistribusian barang di pulau Jawa. Secara umum, penentuan biaya minimum dengan pendekatan maju memanfaatkan fungsi rekursif yang dinyatakan dengan:

$$f_1(s) = cx_{1,s} \text{ (basis)}$$

$$f_k(s) = \min \{cx_{k,s} + f_{k-1}(x_k)\} \text{ (rekurens)}$$

$$k = 2, 3, 4$$

Keterangan:

- x_n : peubah keputusan pada tahap k ($k=2, 3, 4, \dots$)
- $cx_{n,s}$: bobot /cost sisi dari x_n ke s
- $f_k(x_k,s)$: total bobot lintasan dari x_n ke s
- $f_k(s)$: nilai minimum dari $f_k(x_k, s)$

Urutan atau langkah-langkah pengembangan algoritma Program Dinamis maju adalah sebagai berikut:

1. Karakteristikkan struktur solusi optimal
2. Definisikan secara rekursif nilai solusi optimal
3. Hitung nilai solusi optimal secara maju atau mundur
4. Konstruksi solusi optimal

Distribusi adalah proses penyaluran kepada beberapa orang atau beberapa tempat. Hubungan Antara program dinamis dan distribusi barang adalah bagaimana menentukan jalur terpendek yang harus ditempuh dalam mendistribusi barang. Rute yang didapat harus ditempuh dengan waktu sesingkat-singkatnya. Disini penulis tidak melihat faktor-faktor lain seperti kemacetan, bencana, dsb. Penulis hanya menggunakan jarak untuk menentukan rute terpendek.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam pemasaran produk, sebuah perusahaan pasti membutuhkan distribusi barangnya. Distribusi dilakukan guna mencapai kebutuhan konsumen. Selain untuk konsumen, distribusi juga dilakukan kepada kantor-kantor cabang sebuah perusahaan, yang nantinya akan dilakukan distribusi lagi ke konsumen.

Distribusi barang merupakan bagian dari kegiatan perusahaan yang mana pada tahap ini merupakan kesempatan bagi perusahaan untuk menjual produknya secara maksimal.

Strategi itu sendiri merupakan bagian dari strategi marketing setiap perusahaan dalam memasarkan produknya. Bagaimanapun juga bagian ini merupakan bagian penting yang mana tanpa penjualan yang bagus maka suatu perusahaan tidak akan bisa bertahan.

Bagaimanapun juga, sumber penghasilan perusahaan adalah hasil penjualan produk. Itulah sebabnya perlu ada strategi distribusi dalam bisnis yang tepat sehingga strategi distribusi yang tepat akan memberikan keuntungan yang signifikan untuk perusahaan.

Berkaitan dengan strategi distribusi dalam bisnis tersebut sebenarnya ada beberapa macam sistem distribusi yang bisa digunakan oleh perusahaan.

Pemilihan sistem tersebut pastinya juga harus disesuaikan dengan produk yang dijual oleh perusahaan anda. Perlu anda ketahui bahwa ada beberapa faktor yang pastinya juga sangat menentukan optimalisasi sistem distribusi yang anda pilih, diantaranya adalah karakteristik produk, tingkat standarisasi, dan lain-lain.

Pada makalah ini akan dibahas bagaimana cara mencari jarak terpendek untuk distribusi barang antar provinsi di pulau Jawa. Metode yang digunakan adalah metode program dinamis.

Tujuan analisis ini adalah menentukan jarak terdekat antara setiap provinsi tanpa faktor lain selain jarak. Jalur yang digunakan pada analisis ini adalah jalur darat di pulau Jawa.



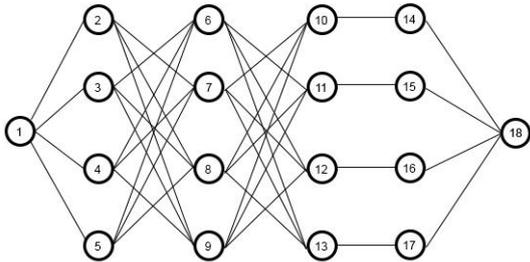
Gambar 1 – Peta Pulau Jawa

Dari peta di atas dan bantuan aplikasi Google Map, penulis mendapatkan jarak antar kota sebagai berikut:

KM	Bandung	Sukabumi	Tasikmalaya	Bogor	Cirebon	Jakarta	Tegal	Serang	Cilacap	Pekalongan	Wonosobo	Purworejo
Bandung												
Sukabumi	96											
Tasikmalaya	106	202										
Bogor	126	61	232									
Cirebon	130	226	121	256								
Jakarta	180	115	275	54	248							
Tegal	202	298	195	328	72	320						
Serang	258	203	364	143	337	189	409					
Cilacap	259	355	153	385	203	428	131	517				
Pekalongan	266	362	257	392	136	384	64	473	495			
Wonosobo	339	435	233	465	233	481	197	570	127	134		
Purworejo	362	458	256	488	256	504	223	593	131	170	54	
Semarang	367	463	358	493	237	485	165	574	246	101	119	119
Magelang	403	500	297	530	274	522	202	611	174	138	64	44
Yogyakarta	428	524	322	554	317	565	245	654	197	181	107	66
Solo	467	563	387	593	337	585	265	674	262	201	151	131
Rembang	476	572	467	602	346	594	274	683	355	210	228	228
Madiun	581	677	501	707	451	699	379	788	375	315	265	245
Kediri	662	758	562	788	532	780	460	869	437	378	326	306
Surabaya	675	771	849	801	545	793	473	882	523	409	434	393
Malang	764	860	682	890	634	882	562	971	560	499	449	429
Probolinggo	774	870	702	900	644	892	572	981	598	508	487	445
Bondowoso	869	965	796	993	739	985	665	1074	671	601	560	540
Jember	873	969	801	999	743	991	671	1080	695	607	565	545
Banyuwangi	964	1060	893	1090	834	1082	762	1117	768	698	678	637

KM	Semarang	Magelang	Yogyakarta	Solo	Rembang	Madiun	Kediri	Surabaya	Malang	Probolinggo	Bondowoso	Jember	Banyuwangi
Bandung													
Sukabumi													
Tasikmalaya													
Bogor													
Cirebon													
Jakarta													
Tegal													
Serang													
Cilacap													
Pekalongan													
Wonosobo													
Purworejo													
Semarang													
Magelang	75												
Yogyakarta	118	432											
Solo	100	108	65										
Rembang	109	184	212	147									
Madiun	214	221	179	114	145								
Kediri	295	83	240	175	206	81							
Surabaya	308	370	427	282	201	169	124						
Malang	397	406	363	298	275	184	103	89					
Probolinggo	408	443	381	316	300	222	177	99	91				
Bondowoso	500	517	474	409	393	315	270	192	184	93			
Jember	506	522	479	414	399	320	275	198	185	99	31		
Banyuwangi	597	633	571	506	490	412	367	289	281	190	128	104	

Peta diatas akan ditransformasikan menjadi graf berbobot (jarak diambil dari tabel di atas) untuk membantu penelusuran ketika akan dihitung menggunakan algoritma Program Dinamis. Graf peta tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 2 – Graf Peta Antar Provinsi

Node melambangkan provinsi-provinsi yang ada di Pulau Jawa. Pulau Jawa memiliki 6 provinsi yaitu Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, D.I. Yogyakarta, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Pada graf di atas, dari 1 provinsi (node 1) dapat menuju provinsi akhir terakhir (node 11) melalui berbagai macam pilihan yang optimal.

Selanjutnya, untuk mencapai solusi yang optimal yaitu jalur terpendek dari provinsi A ke provinsi B, penulis akan menggunakan algoritma Program Dinamis dengan pendekatan maju.

Graf antar provinsi ini akan menggunakan acuan yaitu ibukota, jadi jarak yang dipakai penulis untuk menentukan jarak antar provinsi adalah jarak antara ibukota provinsi. Pada makalah ini, penulis akan menganalisis jarak terdekat dari kota Jakarta menuju kota Bandung melalui provinsi-provinsi lain terlebih dahulu.

Tahap 1

s	Solusi Optimum	
	f1(s)	x1*
2	189	1
3	485	1
4	565	1
5	793	1

Solusi Optimal :

- $f_1(1,2) = 189$
- $f_1(1,3) = 485$
- $f_1(1,4) = 565$
- $f_1(1,5) = 793$

Pada tahap ini, ditemukan jarak dari Jakarta ke 4 Ibukota Provinsi yaitu, Serang, Surabaya, Yogyakarta, Semarang. Ditemukan 4 pilihan solusi lokal yaitu:

- a. Rute dari node 1 ke node 2 dengan bobot jarak

yang ditempuh sebesar 189

- b. Rute dari node 1 ke node 3 dengan bobot jarak yang ditempuh sebesar 485
- c. Rute dari node 1 ke node 4 dengan bobot jarak yang ditempuh sebesar 565
- d. Rute dari node 1 ke node 5 dengan bobot jarak yang ditempuh sebesar 793

Ket:

- 1. Jakarta
- 2. Serang
- 3. Semarang
- 4. Yogyakarta
- 5. Surabaya

Tahap 2

s	$f_2(x_2,s) = cx_2s + f_1(s)$				Solusi Optimum	
	2	3	4	5	f2(s)	x2*
6	~	1059	1219	1675	1059	3
7	763	~	683	1101	683	4
8	843	603	~	1220	603	3
9	1071	793	992	~	793	3

Solusi Optimal:

- $f_2(3,6) = 1059$
- $f_2(4,7) = 683$
- $f_2(3,8) = 603$
- $f_2(3,9) = 793$

Pada tahap ini ditemukan empat solusi optimal atau rute optimal yaitu:

- a. Rute dari node 1 ke node 3 ke node 6 dengan bobot jarak yang ditempuh sebesar 1059
- b. Rute dari node 1 ke node 4 ke node 7 dengan bobot jarak yang ditempuh sebesar 683
- c. Rute dari node 1 ke node 3 ke node 8 dengan bobot jarak yang ditempuh sebesar 603
- d. Rute dari node 1 ke node 3 ke node 9 dengan bobot jarak yang ditempuh sebesar 793

Ket:

6. Serang
7. Semarang
8. Yogyakarta
9. Surabaya

Tahap 3

s	f3(x3,s) = cx3s + f2(s)				Solusi Optimum	
	6	7	8	9	f3(s)	x3*
10	~	1257	1257	1675	1257	7,8
11	~	~	~	~	0	0
12	1713	~	~	1220	1220	9
13	1941	991	1030	~	991	7

Solusi Optimal:

- $f_3(7,10)=1257$
- $f_3(8,10)=1257$
- $f_3(9,12)=1220$
- $f_3(7,13)=991$

Pada tahap ketiga ini ditemukan 4 solusi optimal atau rute optimal yaitu:

- a. Rute dari node 1 ke node 4 ke node 7 ke node 10 dengan bobot jarak yang ditempuh sebesar 1257
- b. Rute dari node 1 ke node 3 ke node 8 ke node 10 dengan bobot jarak yang ditempuh sebesar 1257
- c. Rute dari node 1 ke node 3 ke node 9 ke node 12 dengan bobot jarak yang ditempuh sebesar 1220
- d. Rute dari node 1 ke node 4 ke node 7 ke node 13 dengan bobot jarak yang ditempuh sebesar 991

Ket:

10. Serang
11. Semarang
12. Yogyakarta
13. Surabaya

Tahap 4

s	f4(x4,s) = cx4s + f3(s)				Solusi Optimum	
	10	11	12	13	f4(s)	x4*
14	~	~	1874	1873	1873	13
15	~	~	~	~	0	0
16	~	~	~	~	0	0
17	2139	~	~	~	2139	10

Solusi Optimal:

- $f_4(13,14) = 1873$
- $f_4(10,17) = 2139$

Pada tahap keempat ditemukan 2 solusi optimal atau rute optimal yaitu :

- a. Rute dari node 1 ke node 3/4 ke node 8/7 ke node 10 ke node 17
- b. Rute dari node 1 ke node 4 ke node 7 ke node 13 ke node 14

Ket:

14. Serang
15. Semarang
16. Yogyakarta
17. Surabaya

Tahap 5

s	f5(x5,s) = cx5s + f4(s)				Solusi Optimum	
	14	15	16	17	f5(s)	x5*
18	2131	~	~	2814	2131	14

Solusi Optimal:

- $f_5(14,18) = 2131$

Ket:

18. Bandung
- 19.

Tahap 5 merupakan tahap terakhir dari pencarian jarak terpendek pendistribusian barang antar provinsi dari Jakarta ke Bandung dengan melewati provinsi-provinsi lain terlebih dahulu.

Maka, solusi terbaik dari persoalan ini adalah:

- a. Rute dari node 1 ke node 4 ke node 7 ke node 13 lalu ke node 14 lalu ke node 18 dengan bobot jarak yang ditempuh sebesar 2131 km

IV. SIMPULAN

Ada banyak cara yang dapat digunakan untuk mencari jalur terpendek dalam pendistribusian barang antar provinsi dengan melewati semua provinsi di pulau Jawa. Salah satunya adalah dengan menggunakan Algoritma Program Dinamis, cara ini adalah cara yang paling efisien untuk mencari persoalan seperti ini. Algoritma Program Dinamis menghasilkan solusi optimum di setiap tahap yang dilewatinya karena algoritma ini menghasilkan rangkaian keputusan yang dibuat dengan menggunakan Prinsip Optimalitas.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, MT. dan Ibu Dr. Masayu L. K., ST. MT. selaku dosen mata kuliah Strategi Algoritma atas pengajaran yang telah beliau berikan kepada penulis. Strategi Algoritma telah membantu penulis dalam memahami persoalan yang kerap terjadi dalam kehidupan sehari-hari dan membantu penulis dalam mencari penyelesaian dari persoalan-persoalan tersebut yang dalam makalah ini penulis mengangkat masalah pendistribusian barang bantuan bagi korban bencana alam yang kerap melanda di setiap penjuru di bumi ini.

Penulis juga ingin berterima kasih kepada rekan-rekan penulis serta pihak-pihak lain yang tak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dan mendukung penulis dalam penyusunan makalah ini.

REFERENSI

- [1] <http://rekatravel.net/tabel-jarak-antar-kota-di-jawa>
Diakses pada tanggal 16 Mei 2014 Pukul 23.00 WIB
- [2] <http://ammarawirusaha.blogspot.com/2011/03/sistem-distribusi-barang.html>
Diakses pada tanggal 16 Mei 2014 Pukul 20.00 WIB
- [3] <http://ekokusnur.com/pengertian-distribusi-dan-fungsi-distribusi.html>
Diakses pada tanggal 16 Mei 2014 Pukul 21.00 WIB
- [4] Munir, Rinaldi. Diktat Kuliah IF 2211 Strategi Algoritma. Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, 2008, Hal. 167 – 185.

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, 19 Mei 2014



Stanley Santoso
13512086