

Program Dinamis Sebagai Algoritma Dalam Link State Routing Protocol

Biyan Satyanegara / 13508057
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
¹author@itb.ac.id

Makalah ini berisi tentang pemanfaatan algoritma program dinamis dalam link state routing protocol. Algoritma Program dinamis merupakan algoritma yang digunakan untuk pengoptimalan dengan membagi masalah menjadi beberapa langkah. Link state protocol adalah salah satu metode routing protocol yang digunakan untuk menyebarkan informasi antar router. Prinsip optimalitas yang ada pada algoritma program dinamis dimanfaatkan untuk pencarian jalur terdekat untuk penyampaian informasi antara router yang saling berhubungan. Pada makalah ini berisi penjelasan tentang teori mengenai link state protocol dan algoritma program dinamis. Contoh pemanfaatan algoritma program dinamis yang dapat diaplikasikan untuk membantu proses pencarian jalur terdekat pada proses routing protocol. Pada hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa algoritma program dinamis memang dapat digunakan sebagai algoritma pada link state protocol namun pada kondisi dimana jaringan dapat dipecah menjadi beberapa langkah.

Kata kunci—algoritma, link state, program dinamis dan router.

I. PENDAHULUAN

Program dinamis (dynamic programming) merupakan algoritma yang berfungsi untuk pengoptimalan suatu masalah dengan cara membaginya ke dalam beberapa langkah. Pemanfaatan dynamic programming banyak dilakukan dalam kehidupan sehari-hari seperti : kasus knapsack untuk pembelian barang, pencarian jalur terpendek, penganggaran modal dll. Inti dari semua kasus tersebut adalah untuk mengoptimalkan suatu aksi atau langkah-langkah yang diambil.

Pemanfaatan dynamic programming juga dapat diterapkan dalam ilmu-ilmu lain. Seperti yang akan dibahas pada makalah ini yaitu aplikasi algoritma program dinamis sebagai algoritma dalam link state routing protocol. Link state routing protocol merupakan salah satu metode dalam jaringan yang dilakukan router untuk menyampaikan suatu informasi pada router yang lain. Metode ini bertujuan untuk menciptakan topologi yang benar dan efektif dalam suatu jaringan. Proses di dalam link state protocol membutuhkan sebuah algoritma yang dapat digunakan untuk pencarian jalur terdekat antara router dalam suatu jaringan. Program

dinamis sebagai salah satu algoritma pengoptimalan, dapat digunakan sebagai algoritma pada metode link state protocol ini. Peran algoritma program dinamis adalah untuk mencari jalur terdekat yang akan digunakan sebagai jalur penyampaian informasi antara router. Pada umumnya link state routing protocol menggunakan algoritma dijkstra sebagai algoritma pencarian jalur terdekat. Penggunaan algoritma program dinamis hanya sebagai alternatif pengganti algoritma dijkstra. Pada makalah ini akan dibuktikan bahwa algoritma program dinamis dapat diaplikasikan dalam link state routing algorithm. Namun penggunaan algoritma dynamic programming hanya terbatas pada persoalan tertentu. Hubungan antara router harus sesuai dengan persyaratan penggunaan algoritma.

II. LANDASAN TEORI

A. Link State Routing Protocol

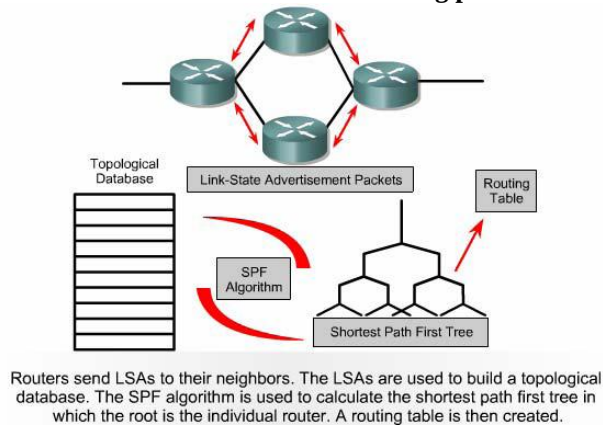
Routing protocol adalah sebuah protocol yang menentukan bagaimana router saling berkomunikasi satu sama lain, menyebarkan informasi yang memungkinkan router tersebut memilih jalur informasi. Pilihan jalur ini dilakukan oleh algoritma routing. Tujuan utama dari routing protocol adalah untuk membangun dan memperbaiki tabel routing. Dimana tabel ini berisi jaringan-jaringan dan interface yang berhubungan dengan jaringan tersebut.

Link-state bertujuan untuk menciptakan kembali topologi yang benar pada suatu internetwork. Algoritma link-state memperbaiki pengetahuan dari router dan bagaimana mereka inter-koneksi. Router membangun logical topologi sebagai pohon (tree), dengan router sebagai root. Topologi ini berisi semua rute-rute yang mungkin untuk mencapai jaringan dalam protokol link-state internetwork. Router kemudian menggunakan algoritma untuk memperpendek rute. Daftar rute-rute terbaik dan interface ke jaringan yang dituju dalam table routing. Link-state juga memperbaiki database topologi yang lain dari elemen-elemen topologi dan status secara detail. Fitur-fitur yang dimiliki oleh routing link-state adalah:

- Link-state advertisement (LSA) – adalah paket kecil dari informasi routing yang dikirim antar router

- Topological database – adalah kumpulan informasi yang dari LSA-LSA
- SPF algorithm – adalah hasil perhitungan pada database sebagai hasil dari pohon SPF

Gambar 1 Proses link state routing protocol



Langkah-langkah yang dilakukan pada link state routing protocol sebagai berikut ;

1. Mengetahui router tetangga dan mengerti alamat jaringannya
2. Mengukur delay atau cost dari setiap router tetangga
3. Membangun sebuah paket yang memberitahu bahwa semua sudah dimengerti
4. Mengirimkan paket ke semua router
5. Menghitung jarak terdekat ke setiap router

Ketika router melakukan pertukaran LSA, dimulai dengan jaringan yang terhubung langsung tentang informasi yang mereka miliki. Masing-masing router membangun database topologi yang berisi pertukaran informasi LSA.

Algoritma SPF menghitung jaringan yang dapat dicapai. Router membangun logical topologi sebagai pohon (tree), dengan router sebagai root. Topologi ini berisi semua rute-rute yang mungkin untuk mencapai jaringan dalam protokol link-state internetwork. Router kemudian menggunakan SPF untuk memperpendek rute. Daftar rute-rute terbaik dan interface ke jaringan yang dituju dalam table routing. Link-state juga memperbaiki database topologi yang lain dari elemen-elemen topologi dan status secara detail.

B. Dynamic Programming

Dynamic Programming (program dinamis) 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:

1. Terdapat sejumlah berhingga pilihan yang mungkin.
2. Solusi pada setiap tahap dibangun dari hasil solusi tahap sebelumnya.
3. Menggunakan persyaratan optimasi dan kendala untuk membatasi sejumlah pilihan yang harus dipertimbangkan pada suatu tahap.

Pada program dinamis, rangkaian keputusan yang optimal dibuat dengan menggunakan prinsip optimalitas. Prinsip Optimalitas berbunyi *“jika solusi total optimal, maka bagian solusi sampai tahap ke-k juga optimal.”* Prinsip optimalitas berarti bahwa jika kita bekerja dari tahap k ke tahap k + 1, kita dapat menggunakan hasil optimal dari tahap k tanpa harus kembali ke tahap awal.

$$\text{Ongkos pada tahap } k+1 = (\text{ongkos yang dihasilkan pada tahap } k) + (\text{ongkos dari tahap } k \text{ ke tahap } k+1)$$

Dengan prinsip optimalitas ini dijamin bahwa pengambilan keputusan pada suatu tahap adalah keputusan yang benar untuk tahap-tahap selanjutnya.

Karakteristik Persoalan yang dimiliki oleh Program Dinamis adalah sebagai berikut :

1. Persoalan dapat dibagi menjadi beberapa tahap (stage), yang 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.

Terdapat Dua pendekatan yang digunakan dalam PD: maju (forward atau up-down) dan mundur (backward atau bottom-up). Misalkan $x_1, x_2, \dots, x_n$ menyatakan peubah (variable) keputusan yang harus dibuat masing-masing untuk tahap 1, 2, ..., n.

1. Program dinamis maju. Program dinamis bergerak mulai dari tahap 1, terus maju ke tahap 2, 3, dan seterusnya sampai tahap n. Runtunan peubah keputusan adalah $x_1, x_2, \dots, x_n$.
2. Program dinamis mundur. Program dinamis bergerak mulai dari tahap n, terus mundur ke tahap n - 1, n - 2, dan seterusnya sampai tahap 1. Runtunan peubah keputusan adalah $x_n, x_{n-1}, \dots, x_1$.

Langkah-langkah Pengembangan Algoritma Program Dinamis sebagai berikut :

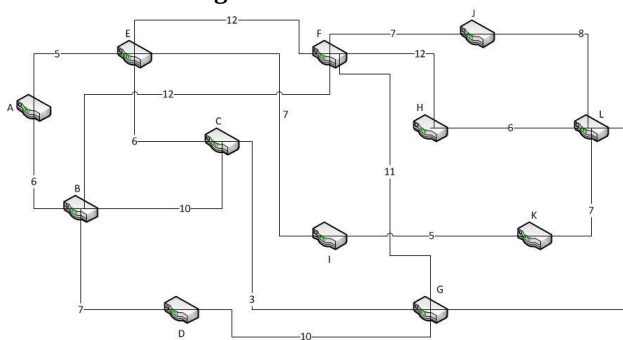
1. Karakteristikan struktur solusi optimal.
2. Definisikan secara rekursif nilai solusi optimal.
3. Hitung nilai solusi optimal secara maju atau mundur.
4. Konstruksi solusi optimal.

III. DESKRIPSI MASALAH

Pada bab ini aplikasi dynamic programming akan dijelaskan dengan menggunakan studi kasus pemecahan masalah routing protocol pada suatu jaringan. Pada persoalan ini akan diberikan 12 router yang saling berhubungan. Masing-masing router dihubungkan oleh kabel dan masing-masing kabel diberikan keterangan panjang tiap kabel. Persoalan yang akan diberikan adalah jalur mana yang akan dipilih untuk mengirimkan paket dari router A hingga router L.

Berikut ini adalah gambar jaringan yang terdiri dari router-router yang saling berhubungan dan akan mengirimkan pesan dari suatu tempat ke tempat yang lain:

Gambar 2 Jaringan router



Router diwakilkan dengan huruf kapital dan jarak antara router diwakilkan dengan angka yang berada pada garis yang menghubungkan router. Berikut ini adalah tabel yang menggambarkan hubungan antara router.

Tabel 1 Hubungan antar router beserta jarak

Router 1	Router 2	Jarak (m)
A	B	6
A	E	5
B	C	10
B	D	7
B	F	12
E	C	6
E	F	12
E	I	7
C	G	3
D	G	10
F	G	11
F	H	12
F	J	7
I	K	5
G	L	9

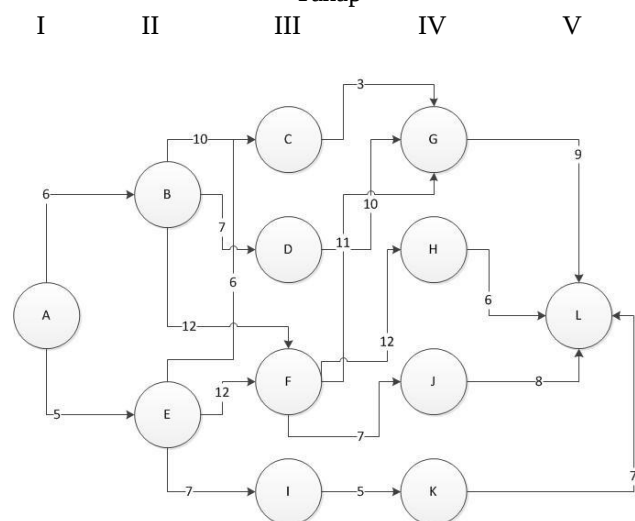
H	L	6
J	L	8
K	L	7

IV. PENYELESAIAN MASALAH

Algoritma program dinamis dilakukan pada tahap terakhir pada link state protocol yaitu pada tahap setelah semua data mengenai routing protocol telah ada pada tabel routing. Setelah itu dengan data hubungan antara tabel routing tersebut dimanfaatkan untuk pencarian jalur terdekat dengan menggunakan program dinamis.

Penyelesaian masalah pencarian jalur optimal dapat diselesaikan dengan algoritma program dinamis. Penyelesaian masalah pada deskripsi masalah menggunakan program dinamis mundur. Langkah-langkah yang dilakukan adalah menterjemahkan peta jaringan tersebut menjadi per tahap dan per status. Router pada jaringan dianalogikan sebagai sebuah status dan jumlah langkah yang telah dilalui dianalogikan sebagai tahap. Apabila jumlah langkah dari router awal ke sebuah router sama maka langkah yang dilakukan telah berada pada tahapan yang sama. Berikut ini adalah gambar graf yang menganalogikan jaringan pada bab deskripsi masalah :

Gambar 3 Graf hasil transformasi jaringan router



Keterangan :

- Angka Romawi menggambarkan tahap
- Huruf alphabet dalam lingkaran menggambarkan status

Pada graf yang telah dibuat berdasarkan jaringan yang dibentuk oleh router dapat dilihat bahwa persoalan dapat dibagi menjadi beberapa tahapan. pada persoalan ini terdiri dari lima tahapan. Pada tiap tahap terdapat kumpulan status yang dalam hal ini adalah menggambarkan router. Pada pengambilan keputusan tiap tahapan diambil jarak yang minimum agar menghasilkan jalur terpendek yang ada.

Untuk mengetahui lintasan terpendek dari soal, maka dicari relasi rekurens untuk masalah tersebut. Relasi rekurens yang akan digunakan adalah

$$\text{Basis : } f_5(s) = c_{sx5}$$

$$\text{Rekurens : } f_k(s) = \min\{c_{sxk} + f_{k+1}(x_k)\}, k = 1, 2, 3$$

Keterangan :

k = tahap, proses memilih simpul tujuan berikutnya

s = status, berhubungan dengan masing-masing tahap

x_k = peubah keputusan pada tahap k

c_{sxk} = jarak dari s ke x_k

$f_k(s, x_k)$ = total bobot lintasan dari s ke x_k

$f_k(s)$ = nilai minimum dari $f_k(s, x_k)$

Pada program dinamis mundur, langkah-langkah penseleksi dilakukan dari router tujuan hingga router awal yang mengirimkan pesan. pada tiap-tiap tahap jarak antara router akan ditambahkan sehingga pada hasil akhir akan terlihat secara otomatis rute terpendek yang dihasilkan.

Proses mendapatkan nilai dari akhir status yaitu mulai dari : $f_5(s)$, $f_4(s)$, $f_3(s)$, $f_2(s)$ terlebih dahulu untuk mendapatkan $f_1(s)$.

Tahap 5 :

$$f_5(s) = c_{sx5}$$

Tabel 2 Tabel tahap 5 program dinamis

S	Solusi optimal	
	$f_5(s)$	X_5
G	9	L
H	6	L
J	8	L
K	7	L

Tahap 4 :

$$f_4(s) = \min\{c_{sx4} + f_5(x_4)\}$$

Tabel 3 Tabel tahap 4 program dinamis

$S \setminus x_4$	$f_4(s) = \min\{c_{sx4} + f_5(x_4)\}$				Solusi Optimal	
	G	H	J	K	$f_4(s)$	x_4
C	12	-	-	-	12	G
D	19	-	-	-	19	G
F	20	18	15	-	15	J
I	-	-	-	12	12	K

Tahap 3 :

$$f_3(s) = \min\{c_{sx3} + f_4(x_3)\}$$

Tabel 4 Tabel tahap 3 program dinamis

$S \setminus x_3$	$f_3(s) = \min\{c_{sx3} + f_4(x_3)\}$				Solusi Optimal	
	C	D	F	I	$F_3(s)$	X_3
B	22	26	27	-	22	C
E	18	-	27	19	18	C

Tahap 2 :

$$f_2(s) = \min\{c_{sx2} + f_3(x_2)\}$$

Tabel 5 Tabel tahap 2 program dinamis

$S \setminus x_2$	$f_2(s) = \min\{c_{sx2} + f_3(x_2)\}$		Solusi Optimal	
	B	E	$F_2(s)$	X_2
A	28	23	23	E

Setelah didapatkan jalur terpendek tiap tahap maka digabungkan dari tahap 2 sampai tahap 5 yang akan menghasilkan solusi optimal untuk tahap 1. Solusi pada tiap tahap harus berhubungan dengan akhir dari tiap tahap sebelumnya. Pada tiap tahap didapatkan hasil sebagai berikut :

Tahap 2 : $A \rightarrow E$

Tahap 3 : $E \rightarrow C$

Tahap 4 : $C \rightarrow G$

Tahap 5 : $G \rightarrow L$

Sehingga didapatkan solusi tahap 1 sebagai berikut :

$A \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow L$

Dari hasil tersebut didapatkan hasil bahwa solusi optimal, yaitu jalur terpendek dari router yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

$A \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow L = 23$

Jalur terpendek yang dihasilkan adalah 23. Rute ini merupakan hasil optimasi dari algoritma program dinamis.

Untuk membuktikan bahwa jalur tersebut adalah jalur yang paling efektif maka akan dilakukan perbandingan dengan algoritma brute force. Algoritma brute force dipilih untuk perbandingan karena dengan algoritma brute force dapat diketahui kemungkinan dari semua jalur yang dapat menghubungkan antara router A hingga router L. Berikut ini adalah tabel yang menyatakan jalur yang dapat dilewati dari router A ke router L :

Tabel 6 Tabel kemungkinan jalur yang terbentuk

Jalur	Jarak
$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow L$	28
$A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow G \rightarrow L$	32
$A \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow L$	38
$A \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow H \rightarrow L$	36
$A \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow J \rightarrow L$	33
$A \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow L$	23
$A \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow H \rightarrow L$	35
$A \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow J \rightarrow L$	32
$A \rightarrow E \rightarrow I \rightarrow K \rightarrow L$	24

Berdasarkan hasil tabel seluruh kemungkinan jalur yang terjadi rute $A \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow L$ dengan jarak 23 merupakan jalur terdekat jika dibandingkan dengan semua kemungkinan jalur yang akan terjadi.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam pembuatan makalah ini adalah :

1. Algoritma program dinamis dapat digunakan untuk persoalan link state routing protocol tetapi tidak semua masalah dapat ditangani oleh algoritma program dinamis
2. Kasus jaringan yang dapat ditangani oleh algoritma program dinamis terbatas sesuai dengan persyaratan kasus yang dimiliki oleh program dinamis
3. Penggunaan algoritma program dinamis untuk permasalahan link state protocol dapat dikategorikan sebagai pemecahan masalah jalur terpendek
4. Algoritma program dinamis terbukti lebih efektif dibandingkan algoritma brute force dalam pencarian solusi untuk link state routing protocol
5. Algoritma program dinamis dapat digunakan sebagai algoritma alternatif dari algoritma dijkstra pada link state protocol.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Munur, Rinaldi. 2005, "*Diktat Kuliah IF2251 Strategi Algoritmik*". Bandung : Institut Teknologi Bandung
- [2] Novandi. Petra. 2007. "*Aplikasi Program Dinamis Dalam Optimasi Produksi Permen*". Bandung : Institut Teknologi Bandung
- [3] <http://nic.unud.ac.id>
Tanggal akses : 1 Desember 2010
- [4] http://articles.techrepublic.com.com/5100-10878_111036299.html
Tanggal akses : 1 Desember 2010

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, 29 April 2010



Biyan Satyanegara / 13508057