

PENENTUAN RUTE TERPENDEK MENUJU KAMPUS MENGGUNAKAN ALGORITMA DYNAMIC PROGRAMMING

Jumadi

Email: Jumadi@uinsgd.ac.id
Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati
Jl. A.H. Nasution 105 Cipadung, Cibiru Kota Bandung

ABSTRAK

Kepadatan kendaraan bermotor, dapat dirasakan pada jalan-jalan di Kota Bandung, terutama di daerah dan jam-jam tertentu. Hal ini, yang mendorong perlu dilakukan penelitian untuk menentukan lintasan terpendek dari daerah Sukamukti Kecamatan Katapang Kabupaten Bandung, menuju ke Kampus UIN di daerah Kecamatan Cibiru Kota Bandung. Seperti yang telah diketahui, bahwa jalan-jalan di Kota Bandung terdapat banyak alternatif jalan dengan karakter masing-masing jalan yang berbeda. Karakter jalan yang ada, diantaranya adalah kepadatan, kondisi fisik jalan dan ukuran lebar jalan. Dengan karakter jalan yang ada, maka dapat diasumsikan bahwa setiap jalan memiliki lama tempuh rata-rata. Nilai rata-rata ini, dijadikan sebagai biaya tempuh jalan tersebut. Dengan menggunakan algoritma Dynamic Programming, dapat diketahui rute terbaik dari Tempat Tinggal menuju Kampus UIN Bandung.

PENDAHULUAN

Sebagai suatu konsep, dynamic programming lebih luwes dibanding kebanyakan model dan metode matematik dalam riset operasi. Tidak seperti Linier Programming, dalam masalah *dynamic programming* tidak ada formulasi matematika yang baku. *Dynamic programming* merupakan suatu teknik matematika yang digunakan untuk mengoptimalkan proses pengambilan keputusan secara bertahap ganda. Dalam teknik ini, keputusan yang menyangkut suatu persoalan dioptimalkan secara bertahap dan bukan secara sekaligus. Inti

dari teknik ini adalah membagi satu persoalan atas beberapa bagian persoalan yang dalam dynamic programming disebut sebagai tahap, kemudian dipecahkan. Keputusan optimal atas seluruh tahap yang kemudian disebut sebagai kebijakan optimal. Penerapan pendekatan *dynamic programming* telah dikabarkan mampu untuk menyelesaikan berbagai masalah : alokasi, muatan (knapsack), capital budgeting, pengawasan persediaan, penentuan jalur terpendek, dan lain-lain. (Nurhidayati, 2010)

Dalam penelitian ini, *Dynamic Programming* digunakan untuk

menentukan rute terpedek dari berbagai jalan yang memiliki keterhubungan satu jalan dengan jalan yang lainnya dan membentuk graph. Daerah yang dijadikan objek penelitian ini, adalah jalan-jalan yang menghubungkan Perumahan Taman Bunga Sukamukti Kecamatan Katapang Kabupaten Bandung, dengan Kampus UIN Sunan Gunung Djati di Kecamatan Cibiru Kota Bandung. Secara garis besar jalan yang dihubungkan adalah sebagian jalan-jalan yang ada di daerah Bandung Selatan, dengan sebagian jalan-jalan di daerah Bandung Timur, dengan melalui sebagian jalan-jalan yang ada di Bandung Tengah.

DASAR TEORI

Program Dinamis (dynamic programming) merupakan metode pemecahan masalah dengan cara menguraikan solusi menjadi sekumpulan (stage), sedemikian sehingga solusi dari persoalan dapat dipandang dari serangkaian keputusan yang saling berkaitan. Istilah Program Dinamis muncul karena kecenderungan metode ini dalam menganalisa dan mendokumentasikan hasil perhitungan pada setiap tahapnya menggunakan beberapa tabel sehingga perhitungan solusi mudah untuk diketahui secara detail.

Karakteristik penyelesaian persoalan dengan Program Dinamis:

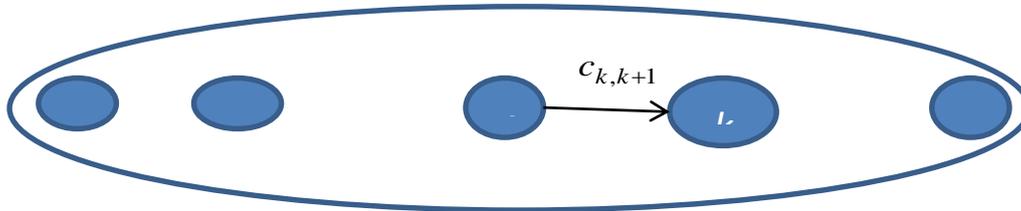
1. Terdapat sejumlah berhingga pilihan yang mungkin,
2. Solusi pada setiap tahap dibangun dari hasil solusi tahap sebelumnya,
3. Kita menggunakan persyaratan optimasi dan kendala untuk membatasi sejumlah pilihan yang harus dipertimbangkan pada suatu tahap.

Perbedaan Algoritma Greedy dengan Program Dinamis terletak pada rangkaian keputusan. Pada Algoritma Greedy, hanya satu rangkaian keputusan yang dihasilkan. Sedangkan pada Program Dinamis, lebih dari satu rangkaian keputusan yang dipertimbangkan.

Pada program dinamis, rangkaian keputusan yang optimal dibuat dengan menggunakan prinsip optimalitas, yaitu 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. *Ongkos pada tahap $k+1$ adalah ongkos*

yang dihasilkan pada tahap k ditambah ongkos dari tahap k ke tahap $k + 1$.



Gambar 1. Prinsip Optimalitas (Munir, 2013)

Karakteristik Persoalan Program Dinamis, adalah

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.

Ada 2 (dua) pendekatan pada Program Dinamis, yaitu

1. Program Dinamis maju (forward atau up-down)
2. Program Dinamis 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 . Maka,

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 .

Dengan demikian, prinsip optimalitas pada Program Dinamis maju adalah ongkos pada

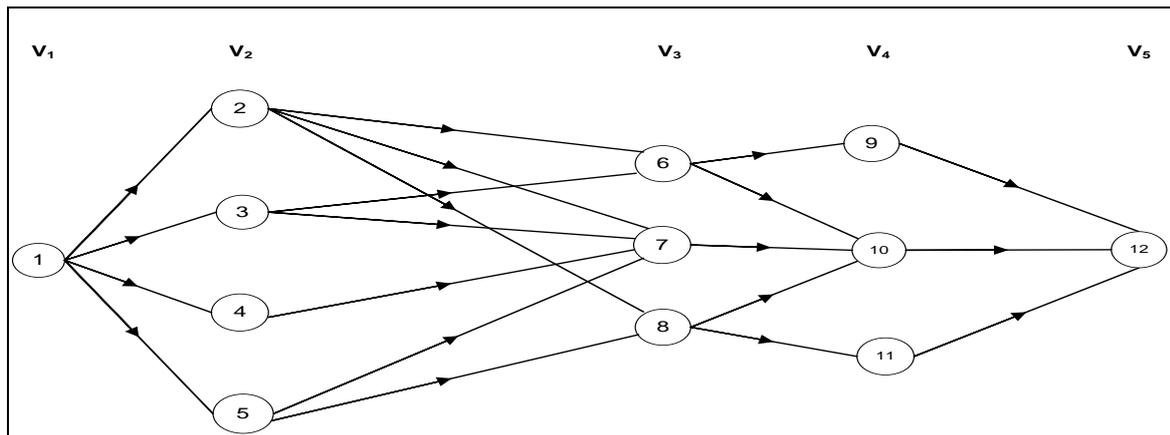
tahap $k + 1 =$ (ongkos yang dihasilkan pada tahap k) + (ongkos dari tahap k ke tahap $k + 1$), $k = 1, 2, \dots, n - 1$

Sedangkan prinsip optimalitas pada Program Dinami mundur adalah ongkos pada tahap $k =$ (ongkos yang dihasilkan pada tahap $k + 1$) + (ongkos dari tahap $k + 1$ ke tahap k), $k = n, n - 1, \dots, 1$

Langkah-langkah Pengembangan Algoritma Program Dinamis, 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.

Pada prinsipnya Progam Dinamis berdasarkan pada Graf multistage (*multistage graph*). Tiap simpul di dalam graf tersebut menyatakan status, sedangkan V_1, V_2, \dots menyatakan tahap.



Gambar 2. Graph Multitap (Munir, 2013)

Pada persoalan Graph Multitahap dikaitkan dengan Program Dinamis, dikenal:

1. *Tahap* (k) adalah proses memilih simpul tujuan berikutnya (Gambar 2, ada 5 tahap).
2. *Status* (s) yang berhubungan dengan masing-masing tahap adalah simpul-simpul di dalam graf.

Relasi rekurens berikut menyatakan lintasan terpendek dari status s ke x_4 pada tahap k :

$$f_1(s) = c_{x_1s}$$

(basis)

$$f_k(s) = \min_{x_k} \{c_{x_k s} + f_{k-1}(x_k)\},$$

(rekurens)

$$k = 2, 3, 4$$

Keterangan:

- a. x_k : peubah keputusan pada tahap k ($k = 2, 3, 4$).
- b. $C_{s x_k}$: bobot (*cost*) sisi dari s ke x_k
- c. $f_k(s, x_k)$: total bobot lintasan dari s ke x_k
- d. $f_k(s)$: nilai minimum dari $f_k(s, x_k)$

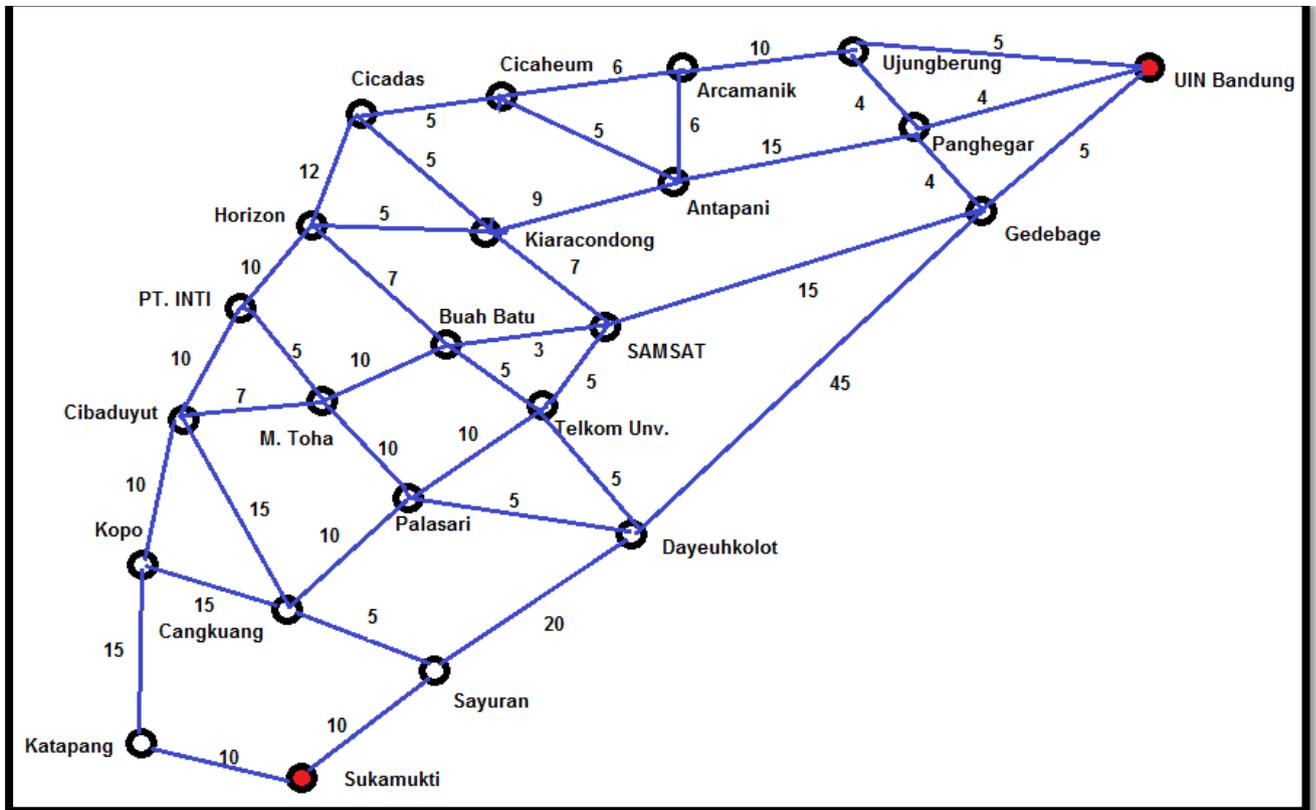
Tujuan Program Dinamis Maju mendapatkan $f_4(12)$ dengan cara mencari $f_1(s)$, $f_2(s)$, $f_3(s)$ terlebih dahulu.

PEMBAHASAN

Diketahui perjalanan dari Sukamukti menuju kampus UIN Bandung, melalui beberapa alternatif jalan. Alternatif jalan

yang dapat dilalui dapat dilihat pada Gambar 3. Untuk menentukan alternatif jalan dengan lintasan terpendek adalah

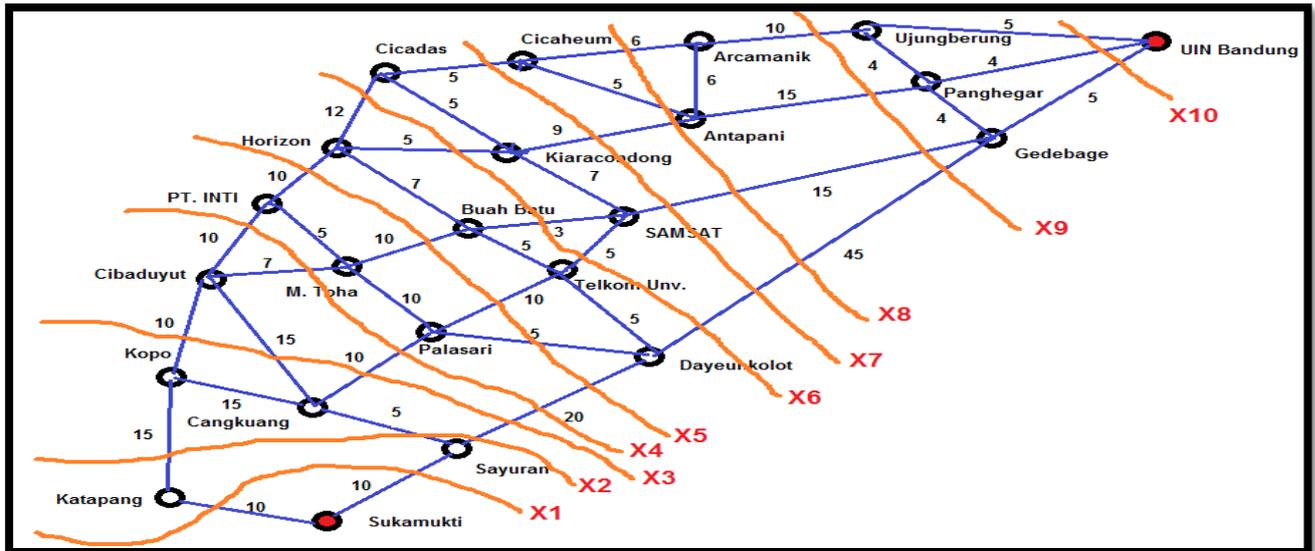
dengan menggunakan Algoritma *Dynamic Programming*.



Gambar 3. Peta Sukamukti menuju UIN

Dalam penyelesaian solusi untuk menentukan jalur atau lintasan terpendek, terlebih dahulu peta jalur-jalur yang ada di bagi menjadi beberapa bagian. Bagian ini merupakan tahapan-tahapan yang akan

proses untuk mendapat solusi optimal pada setiap tahapnya. Pada Gambar 4 terdapat 10 tahap pada peta perjalanan dari Sukamukti menuju Kampus UIN Bandung.



Gambar 4. Pengklasteran Peta

Untuk menentukan jalur terbaik yang akan dilalui dari Sukamukti ke UIN Bandung, ada 2 (dua) hal yang dilakukan.

1. Pilih variabel keputusan X_n ($n=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$) sebagai daerah yang harus ditempuh pada tahap n . sehingga rute seluruhnya adalah $X_1 \rightarrow$ Sukamukti dan $X_{10} \rightarrow$ UIN Bandung.
2. Pilih $f_n(S, X_n)$ sebagai biaya total untuk kebijakan keseluruhan dari tahapan selanjutnya dengan si penelusur/penjelajah sampai pada kondisi S , siap berangkat ke tahap n , dengan memilih X_n sebagai daerah tujuan berikut.

Pada kondisi S dan tahap n , digunakan X_n^* sebagai sembarang nilai yang minimum $f_n(S, X_n)$, gunakan $f_n^*(S)$ sebagai nilai minimum dari $f_n(S, X_n)$. Jadi $f_n^*(S) = \min f_n(S, X_n) = f_n(S, X_n^*)$, dengan $f_n(S, X_n)$ adalah biaya sekarang pada tahap n , ditambah biaya tahap berikutnya, yaitu tahap $n+1$ dan seterusnya, dengan persamaan $f_n(S, X_n) = C_s(X_n) + f_{n+1}^*(X_n)$.

Pada tahap akhir $n=10$, maka perjalanannya hanya ditentukan sepenuhnya oleh kondisi S sekarang, yaitu daerah Ujungberung, Panghegar, Gedebage dan tujuan akhir adalah daerah UIN Bandung. Sehingga $f_{10}^*(S, UIN \text{ Bandung}) = C_s(UIN \text{ Bandung})$. Pada tahap akhir $n=10$ hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahap 10

S	$f_{10}^*(S)$	X_{10}
Ujungberung	5	UIN Bandung
Panghegar	4	UIN Bandung
Gedebage	5	UIN Bandung

Tabel 1 menyajikan fakta bahwa penjelajah telah sampai di daerah Ujungberung, Panghegar dan Gedebage. Maka solusi feasible-nya adalah X_{10} =UIN Bandung.

Pada tahap $X=9$, maka perjalanannya perlu melakukan beberapa perhitungan. Jika si

penjelajah telah di daerah Arcamanik, Antapani. Perjalanan dapat dilakukan melalui Ujungberung, Panghegar dan Gedebage, dengan biaya pada tahap 9 ini adalah $C_F(\text{Ujungberung})=5$ atau $C_F(\text{Panghegar})=4$ dan $C_F(\text{Gedebage})=5$. Pada tahap akhir $n=9$ hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahap 9

S	$f_8=f_s+f_9^*$			$f_9^*(S)$	X_9
	Ujungberung	Panghegar	Gedebage		
Arcamanik	15	18	19	15	Ujungberung
Antapani	24	19	24	19	Panghegar

Proses perhitung pada Tabel 2 adalah perjalan ke UIN Bandung melalui daerah yang disajikan dalam baris melauai daerah yang disajikan melauai kolom. Besar biaya yang ada, rinciannya adalah sebagai berikut

- Arcamanik, Ujungberung \rightarrow
 $15=10+5$
- Arcamanik, Panghegar \rightarrow
 $18=10+4+4$
- Arcamanik, Gedebage
 $\rightarrow 19=10+4+4+5$

- d. Antapani, Ujungberung
 $\rightarrow 24=15+4+5$
- e. Antapani, Panghegar \rightarrow
 $19=15+4$
- f. Antapani, Gedebage \rightarrow
 $24=15+4+5$
- Pada tahap 8, dengan $X=8$ daerah yang akan dihitung adalah Antapani, dengan memperhatikan nilai minimum pada Tabel 2. Maka jarak dari Cicaheum melalui Arcamanik dan Panghegar diperoleh nilai biaya yang tertera pada Tabel 3. Perjalanan dari Cicaheum melalui Arcamanik $\rightarrow 21=6+15$ dan Cicaheum melalui Antapani $\rightarrow 24=5+19$.

Tabel 3. Tahap 8

S	$f_7=f_s+f_8^*$		$f_8^*(S)$	X_8
	Arcamanik	Antapani		
Cicaheum	21	24	21	Arcamanik

Tahap 7 dengan $X=7$, terdapat juga jalur yang menghubungkan daerah X_{10} , yaitu

Gedebage. Adapun rician biaya pada tahap 7 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 4. Tahap 7

S	$f_6=f_s+f_7^*$			$f_7^*(S)$	X_7
	Cicaheum	Antapani	Gedebage		
Cicadas	26	29	32	26	Cicaheum
Kiaracondong	31	28	27	27	Gedebage
SAMSAT	38	35	20	20	Gedebage

Tahap 6, $X=6$ dengan mempertimbangkan jarak minum pada tabel-tabel tahap sebelumnya, dapat dilihat pada Tabel 5,

Tabel 5. Tahap 6

S	$f_5=f_s+f_6^*$				$f_6^*(S)$	X_6
	Cicadas	Kiaracondong	SAMSAT	Gedebage		

Horizon	38	33	32	32	32	SAMSAT, Gedebage
Buah Batu	41	38	23	23	23	SAMSAT, Gedebage
Telkom Unv.	46	43	28	28	28	SAMSAT, Gedebage
Dayeuhkolot	51	48	33	50	33	SAMSAT

Tahap 5, dengan $X=5$ dapat ditentukan nilai-nilai seperti tertera pada Tabel 6.

Tabel 6. Tahap 5

S	$f_4=f_s+f_5^*$				$f_5^*(S)$	X_5
	Horizon	Buah Batu	Telkom Unv.	Dayeuh kolot		
PT. INTI	42	38	45	75	38	Buah Batu
M. Toha	48	33	40	70	33	Buah Batu
Palasari	55	38	35	55	35	Telkom Unv.

Tahap 4, dengan $X=6$ dapat ditentukan nilai-nilai seperti tertera pada Tabel 7.

Tabel 7. Tahap 4

S	$f_3=f_s+f_4^*$			$f_4^*(S)$	X_4
	PT. INTI	M. Toha	Palasari		
Cibaduyut	48	40	52	40	M. Toha

Tahap 3, dengan $X=4$ dapat ditentukan nilai-nilai seperti tertera pada Tabel 8.

Tabel 8. Tahap 3

S	$f_2=f_s+f_3^*$	$f_3^*(S)$	X_3
---	-----------------	------------	-------

	Cibaduyut		
Kopo	50	50	Cibaduyut
Cangkuang	55	55	Cibaduyut

Tahap 2, dengan $X=2$ dapat ditentukan nilai-nilai seperti tertera pada Tabel 9.

Tabel 9. Tahap 2

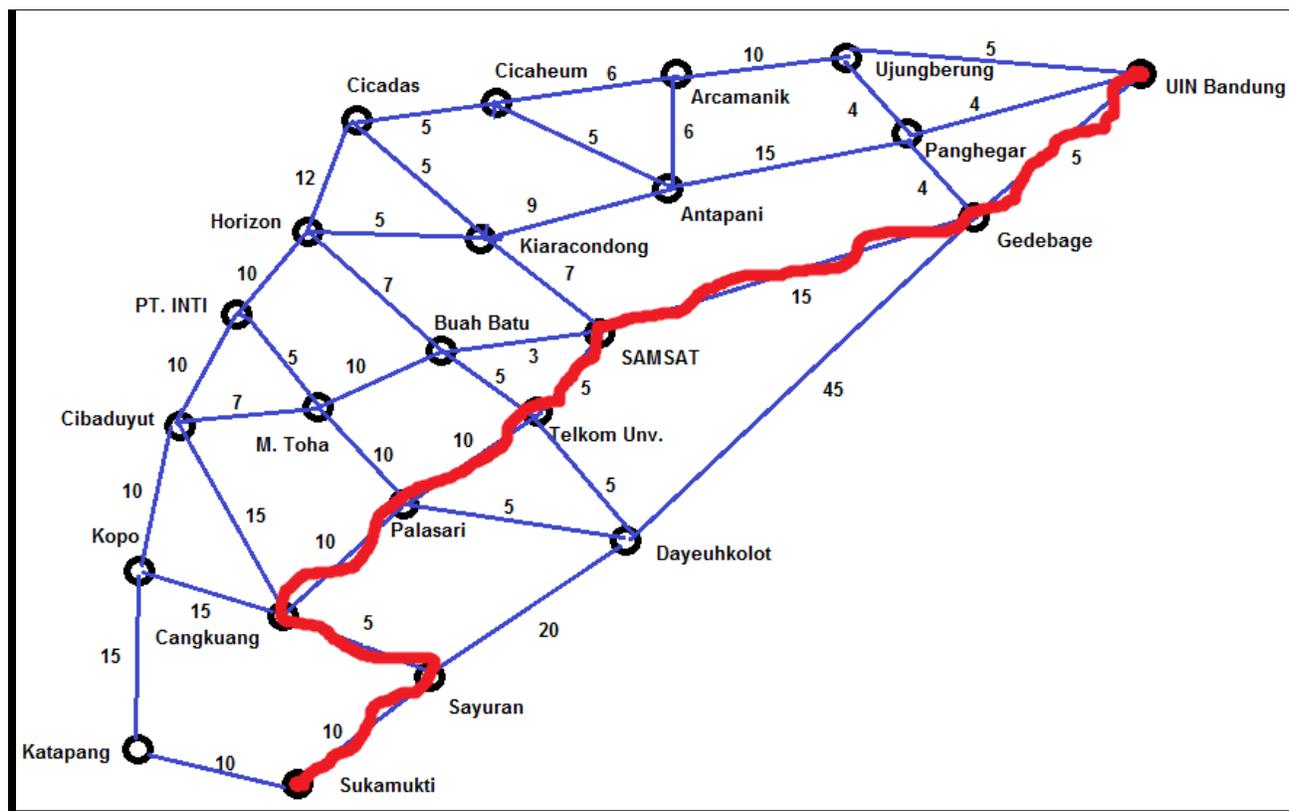
S	$f_1=f_s+f_2^*$			$f_2^*(S)$	X_2
	Kopo	Cangkuang	Dayeuhkolot		
Katapang	65	75	90	75	Cangkuang
Sayuran	85	50	70	50	Sayuran

Tahap 1, dengan $X=1$ dapat ditentukan nilai-nilai seperti tertera pada Tabel 10.

Tabel 10. Tahap 1

S	$f_1=f_s+f_1^*$		$f_1^*(S)$	X_1
	Katapang	Sayuran		
Sukamukti	80	60	60	Sayuran

Berdasarkan analisis dengan melakukan perhitungan nilai-nilai yang ada, dapat disimpulkan bahwa rute terpendek adalah Sukamukti-Sayuran-Cangkuang-Palasari-Telkom Unv-SAMSAT-Gedebage-UIN Bandung. Total nilai yang ada adalah 60. Lintasan terpendek dari Sukamukti menuju UIN Bandung lebih detailnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Solusi Jalur Terpendek Daftar Pustaka

Fathoni, M. Dan Triprabowo, *Pencarian Rute Terpendek dengan Menggunakan Dynamic Programming*, Universitas Airlangga, Surabaya.

Luknanto, D., 2013, *Program Dinamik*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Munir, R., 2008, *Program Dinamis*, Bahan Kuliah Strategi Algoritma, Jurusan Teknik Informatika, Sekolah Informatika dan Elektro, Institut Teknologi Bandung.

Nurhidayati, F., U., 2010, *Penggunaan Program Dinamik untuk Menentukan Total Biaya Minimum pada Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan*, Skripsi, Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maula Malik Ibrahim, Malang.