

OPTIMISASI RUTE PENGAMBILAN VAKSIN RABIES MENGUNAKAN BACKWARD RECURSIVE EQUATION

Rina Filia Sari ¹, Chindy Aulia Putri ², Maysarah ³, Ratri Nurfitriah ⁴, Robiyatul Adawiyah ⁵
^{1,2,3,4,5} Prodi Matematika, Fakultas Saintek, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia
e-mail: Rinafiliasari@uinsu.ac.id ¹, chindyaauliaputri13@gmail.com ², sarahmay1905@gmail.com ³,
ratrinurfitriah25@gmail.com ⁴, robiyatuladawiyah977@gmail.com ⁵

Abstrak

Vaksin merupakan sebuah racikan atau bahan yang digunakan untuk menstimulus antibodi agar bisa lebih kebal terhadap suatu penyakit. Penyakit ini disebabkan oleh gigitan hewan yang menderita rabies yang ditularkan pada manusia. Di Sumatera Utara pemberian vaksin rabies ini diberikan kepada dinas perkebunan dan peternakan Dinas ini akan mendapatkan kiriman vaksin rabies dari pemerintah pusat di Jakarta. Dikarenakan padatnya pekerjaan membuat bidang tersebut harus menghemat waktu agar semua pekerjaan dapat dilakukan dengan baik. Model Backward Recursive Equation merupakan salah satu model yang ada di dynamic programming. Program Dinamis (dynamic programming) merupakan metode pemecahan masalah dengan cara menguraikan solusi menjadi sekumpulan (stage). Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan → Nasional Sport → Kopi Wae Medan → Simpang Raya Sakumoring Setia Budi → Universitas Quality → JNT Express Simpang Pos → Dinas Perkebunan dan Peternakan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara Dengan jarak 13,3 km.

Kata kunci : Backward Recursive Equation, Program Dinamik, Rute, Optimisasi, Vaksin Rabies.

Abstract

Vaccines are ingredients used to stimulate antibodies to make people more immune to a disease. This disease is caused by the bite of an animal suffering from rabies that is transmitted to humans. In North Sumatra, rabies vaccines are administered to the plantation and livestock service office, which receives rabies vaccines from the central government in Jakarta. Due to the heavy workload, the field must save time so that all work can be done properly. The Backward Recursive Equation model is one of the models in dynamic programming. Dynamic Program (dynamic programming) is a problem solving method by decomposing the solution into a set of stages. Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan → Nasional Sport → Kopi Wae Medan → Simpang Raya Sakumoring Setia Budi → Universitas Quality → JNT Express Simpang Pos → Dinas Perkebunan dan Peternakan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara with a distance of 13.3 km

Keywords: Backward Recursive Equation, Dynamic Programming, Route, Optimization, Rabies Vaccine

PENDAHULUAN

Pada saat ini mencari rute optimum menjadi masalah yang semakin penting bagi sebagian pengemudi kendaraan dikarenakan dapat membantu menghemat waktu dan bahan bakar kendaraan. Sehingga dengan jarak tempuh tercepat dan waktu tempuh yang lebih singkat mampu menghemat biaya perjalanan serta waktu tempuh. Hal tersebut dapat menjadi hal yang berarti bagi sebagian orang. Penentuan rute terpendek adalah salah satu masalah yang umum dalam teori graf, yang berarti meminimalkan bobot rute dalam graf. Dalam teori graf, masalah lintasan terpendek dapat didefinisikan sebagai masalah menemukan jalur antara dua simpul dalam graf berbobot yang memiliki bobot total dari sisi-sisi graf yang dilintasi oleh simpul dengan jumlah bobot terkecil (Rofiq, 2022).

Rute yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini yaitu rute pengambilan vaksin rabies, dimana terdapat banyaknya pilihan jalur atau rute yang dapat dilintasi namun tidak semua jalur tersebut dapat menghemat waktu dan bahan bakar karyawan. Mengingat padatnya jadwal karyawan sehingga karyawan mau tidak mau harus bisa memanfaatkan waktu yang ada dengan menghemat waktu sesingkat mungkin agar dapat menyelesaikan semua tanggung jawab dengan baik dan benar. Adapun faktor lain yang menjadi alasan dalam pemilihan rute yang optimum ini yaitu adalah hemat bahan bakar, karena biaya untuk pengambilan vaksin ini memiliki keterbatasan biaya yang telah ditetapkan oleh pihak instansi itu sendiri.

Vaksin merupakan sebuah racikan atau bahan yang digunakan untuk menstimulus antibodi agar bisa lebih kebal terhadap suatu penyakit. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 42 tahun 2013 vaksin merupakan mikroorganisme yang bersifat antigen yang tidak hidup atau sudah mati, atau hidup

namun dilemahkan karena beberapa bagiannya telah diolah namun tetap utuh. Rabies (penyakit anjing gila) merupakan infeksi berat susunan saraf pusat oleh virus rabies (family Rhabdoviridae, genus Lyssavirrus). Penyakit ini disebabkan oleh gigitan hewan yang menderita rabies yang ditularkan pada manusia. Beberapa hewan yang tergolong dalam hewan beresiko rabies antara lain anjing, kucing, kera, kelinci, kambing, sapi dan kuda. Infeksi virus rabies hingga saat ini yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di seluruh dunia termasuk Indonesia. Luka rabies akibat gigitan hewan ataupun satwa liar harus selalu divaksinasi, meski hewan peliharaan sebaiknya dibicarakan terhadap dokter hewan setempat menghindari adanya rabies dari hewan peliharaan tersebut (Maharani, Hilmi, & Salman, 2023).

Untuk mengatasi hal tersebut maka pemerintah membentuk aparat sipil negara khusus untuk menangani hal tersebut dengan memberikan vaksin rabies gratis dan sosialisasi gratis melalui mereka. Khususnya di Sumatera Utara sendiri pemberian vaksin rabies ini diberikan kepada dinas perkebunan dan peternakan pemerintah provinsi Sumatera Utara yang kemudian dialihkan ke bidang yang bertanggung jawab yaitu bidang perlindungan dan kesehatan hewan. Dinas ini akan mendapatkan kiriman vaksin rabies dari pemerintah pusat di Jakarta, kemudian pemerintah pusat tersebut akan mengirimkan bagian sumatera utara ke dinas ketahanan pangan dan peternakan provinsi Sumatera Utara. Karena hal itu pihak perlindungan dan kesehatan hewan di dinas perkebunan dan peternakan pemerintah provinsi Sumatera Utara akan selalu mendatangi dinas ketahanan pangan dan peternakan untuk mengambil vaksin tersebut untuk kemudian akan di salurkan ke kabupaten kota yang ada di Sumatera Utara.

Adanya strategi untuk meminimalisir jarak tempuh kendaraan merupakan hal yang lebih baik. Dengan adanya metode program dinamik yang digunakan dapat menghasilkan rute optimum perjalanan karyawan dinas perkebunan dan peternakan pemerintah provinsi Sumatera Utara menuju dinas ketahanan pangan dan peternakan. Maka, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan rute dengan jarak yang optimal menggunakan Program Dinamik dengan menerapkan prosedur Backward Recursive Equation sehingga dapat menghemat waktu tempuh dalam perjalanan.

METODE

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Deskriptif kuantitatif dengan tujuan untuk mengetahui rute optimal penagambilan vaksin rabies. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu teknik wawancara dan observasi langsung yang dilakukan oleh peneliti terhadap pihak yang terkait.

Ada banyak model penelitian yang membahas mengenai rute terpendek salah satunya yaitu model Backward Recursive Equation. Model Backward Recursive Equation merupakan salah satu model yang ada di dynamic programming. Program Dinamis (dynamic programming) merupakan metode pemecahan masalah dengan cara menguraikan solusi menjadi sekumpulan (stage) (Ridwan et al., 2023). Dengan program dinamis, rangkaian keputusan yang optimal dibuat menggunakan prinsip optimalitas, yaitu jika solusi total optimal maka bagian solusi sampai tahap ke-k juga optimal. Terdapat dua pendekatan pada Program Dinamis, yaitu (Jumadi, 2014):

1. Program Dinamis maju (forward atau updown)
2. Program Dinamis mundur (backward atau bottom-up).

Prosedur pemecahan masalah dalam program dinamik dilakukan secara rekursif, artinya bahwa setiap mengambil keputusan memperhatikan keadaan yang dihasilkan dari keputusan sebelumnya. Ada dua macam prosedur rekursif yaitu forward recursive equation (perhitungan dari depan kebelakang) dan backward recursive equation (perhitungan dari belakang kedepan) (Herawati, Aden, Arofah, & Ningsi, 2021). Adapun persamaan dari rekursif dapat ditulis sebagai berikut:

$$f_n(S) = \text{Min}\{f_n(X_n) + f_{n+1}(X_{n+1})\}$$

Keterangan :

- f_n = Nilai pada tahap n
- X_n = Rute terbaik tahap n
- S = Jarak

$$f_n(I_n) = \text{Min}\{(AX_n + Y(I_n) + f_{n-1}(I_{n-1}))\} \quad n = 1, 2, 3, \dots, 12$$

Rekursif Maju : $f_n(I_n) = \text{Min}\{(AX_n + B(I_n)) + f_{n-1}(I_n + S_n - X_n)\}$

Rekursif Mundur : $f_n(I_n) = Min\{(AX_n + B(I_n)) + f_{n+1}(I_n + S_n - X_n)\}$

Biaya produksi minimum : $f_n(I_n)$

Metode program dinamik memiliki karakteristik. Diantaranya karakteristik program dinamik ialah sebagai berikut :

- a. Persoalan dapat dipisahkan menjadi beberapa tahap (stages).
- b. Setiap tahap memiliki sejumlah status (state)
- c. Setiap keputusan kebijakan yang dibuat pada suatu tahap, status pada tahap tersebut ditransformasikan ke status yang berkaitan pada suatu tahap.
- d. Solusi pada program dinamis berprinsip kepada optimalisasi yang dikembangkan oleh Bellman
- e. Keputusan pada tahap berikutnya bersifat independen terhadap keputusan sebelumnya.

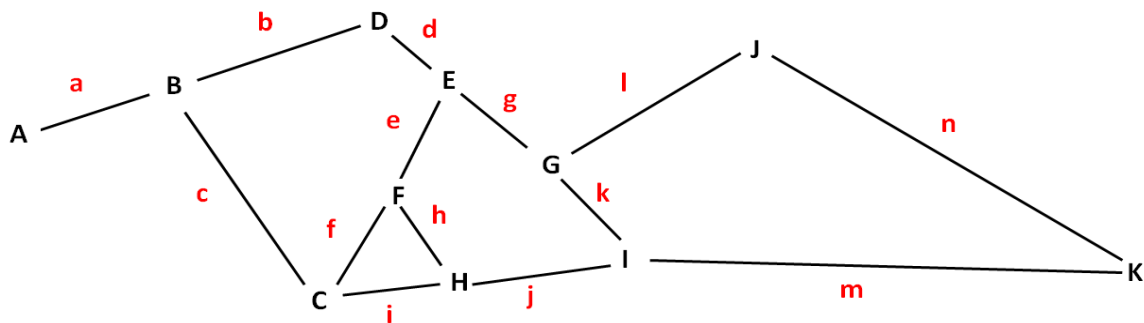
Didalam kutipan Zein,M.N. Program dinamik memiliki empat tahapan utama yaitu :

- 1) Mengidentifikasi karakteristik dari struktur solusi optimalnya.
- 2) Mengidentifikasi fungsi rekrusif yang memberikan nilai pada solusi optimalnya.

Menghitung nilai dari solusi optimal secara maju atau mundur menggunakan fungsi rekrusif yang telah dibuat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rute yang digunakan pada penelitian ini adalah rute pengambilan vaksin dari Dinas Perkebunan dan Peternakan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara menuju Dinas Ketahanan Pangan Dan Peternakan. Rute-rute perjalanan kemudian dijadikan jaringan yang menghubungkan persimpangan dan lokasi yang dilalui dalam perjalanan, sehingga didapatkan diagram jaringan sebagai berikut:



Gambar 1. Sketsa Rute yang Digunakan

- A = Dinas Perkebunan dan Peternakan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara
- B = JET Express Simpang Pos
- C = Simpang 3 Kampus USU Medan Baru
- D = Universitas Quality
- E = Simpang Raya Sakumoring Setia Budi
- F = Setia Budi Gallery
- G = Kopi Wae Medan
- H = Sate Maranggi 22 Khas Purwakarta Setia Budi
- I = Nasional Sport
- J = Jinjit Coffe And Bistro
- K = Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan

Keterangan Jarak:

- a = 2,8 km
- b = 3,2 km
- c = 3,7 km
- d = 1,6 km
- e = 5,1 km
- f = 2,1 km
- g = 1,5 km
- h = 1 km
- i = 2,8 km

j = 2,3 km
 k = 2,2 km
 l = 2,6 km
 m = 2 km
 n = 3,6 km

Dengan menerapkan prosedur Backward Recursive Equation dengan model $f_n(S) = \min\{f_n(x_n) + f_{n+1}(x_{n+1})\}$ diperoleh hasil dan pembahasan sebagai berikut:

Tahap 6

Pada tahap akhir n = 6, perjalanannya hanya ditentukan oleh kondisi sekarang (s) yaitu: J dan I. Tujuan akhir pada tahap ini adalah K. Sehingga didapat hasilnya sebagai berikut :

$J \rightarrow K = 3,6 \text{ km}$
 $I \rightarrow K = 2 \text{ km}$

Tabel 1. Penyelesaian Tahap 6

s	K	$f_6(x_6)$	x_6
J	3,6	3,6	K
I	2	2	K

Pada tabel diatas, ditemukan solusi feasible-nya adalah Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan (K).

Tahap 5

Pada tahap 5 (n = 5), perjalanan dimulai dari G dan H dimana yang menjadi tujuan akhir adalah J dan I. Sehingga didapat hasilnya sebagai berikut:

$G \rightarrow J = 2,6 + 3,6 = 6,2 \text{ km}$
 $H \rightarrow J = 2,3 + 2,2 + 2,6 + 3,6 = 10,7 \text{ km}$
 $G \rightarrow I = 2,2 + 2 = 4,2 \text{ km}$
 $H \rightarrow I = 2,3 + 2 = 4,3 \text{ km}$

Tabel 2. Penyelesaian Tahap 5

s	J	I	$f_5(x_5)$	x_5
G	6,2	4,2	4,2	I
H	10,7	4,3	4,3	I

Pada tabel diatas, ditemukan solusi feasible-nya adalah Nasional Sport (I)

Tahap 4

Pada tahap 4 (n = 4), perjalanan dimulai dari E dan F dimana yang menjadi tujuan akhir adalah G dan H. Sehingga didapat hasilnya sebagai berikut :

$E \rightarrow G = 1,5 + 4,2 = 5,7 \text{ km}$
 $F \rightarrow G = 3,5 + 1,5 + 4,2 = 9,2 \text{ km}$
 $E \rightarrow H = 3,5 + 1 + 4,3 = 8,8 \text{ km}$
 $F \rightarrow H = 1 + 4,3 = 5,3 \text{ km}$

Tabel 3. Penyelesaian Tahap 4 ^s	G	H	$f_4(x_4)$	x_4
E	5,7	8,8	5,7	G
F	9,2	5,3	5,3	H

Pada tabel diatas, ditemukan solusi feasible-nya adalah Kopi Wae Medan (G).

Tahap 3

Pada tahap 3 (n = 3), perjalanan dimulai dari D dan C dimana yang menjadi tujuan akhir adalah E dan F. Sehingga didapat hasilnya sebagai berikut :

$D \rightarrow E = 1,6 + 5,7 = 7,3 \text{ km}$
 $C \rightarrow E = 2,1 + 3,5 + 5,7 = 11,3 \text{ km}$
 $D \rightarrow F = 1,6 + 3,5 + 5,3 = 10,4 \text{ km}$
 $C \rightarrow F = 2,1 + 5,3 = 7,4 \text{ km}$

Tabel 4. Penyelesaian Tahap 3 ^s	<i>E</i>	<i>F</i>	$f_3(x_3)$	x_3
<i>D</i>	7,3	10,4	7,3	<i>E</i>
<i>C</i>	11,3	7,4	7,4	<i>F</i>

Pada tabel diatas, ditemukan solusi feasible-nya adalah Simpang Raya Sakumoring Setia Budi (*E*)

Tahap 2

Pada tahap 2 ($n = 2$), perjalananya dimulai dari *B* dengan tujuan akhirnya yaitu *D,C* . Sehingga didapat:

$$B \rightarrow D = 3,2 + 7,3 = 10,5 \text{ km}$$

$$B \rightarrow C = 3,7 + 7,4 = 11,1 \text{ km}$$

Tabel 5. Penyelesaian Tahap 2

<i>s</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	$f_2(x_2)$	x_2
<i>B</i>	10,5	11,1	10,5	<i>D</i>

Pada tabel diatas, ditemukan solusi feasible-nya adalah Universitas Quality (*D*)

Tahap 1

Pada tahap 1 ($n = 1$), perjalananya dimulai dari *A* dengan tujuan akhirnya yaitu *B* . Sehingga didapat:

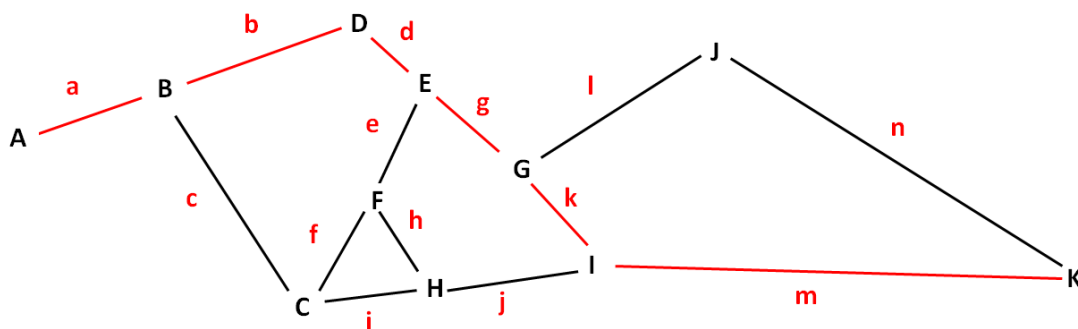
$$A \rightarrow B = 2,8 + 10,5 = 13,3 \text{ km}$$

Tabel 6. Penyelesaian Tahap 1

<i>s</i>	<i>B</i>	$f_1(x_1)$	x_1
<i>A</i>	13,3	13,3	<i>B</i>

Pada tabel diatas, ditemukan solusi feasible-nya adalah JET Express Simpang Pos (*B*).

Berdasarkan hasil perhitungan jarak tersebut diperoleh rute : Ketahanan Pangan dan Peternakan → Nasional Sport → Kopi Wae Medan → Simpang Raya Sakumoring Setia Budi → Universitas Quality → JNT Express Simpang Pos → Dinas Perkebunan dan Peternakan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara, dengan jarak **13,3 km**. Total jarak tersebut merupakan hasil dari $2,8 \text{ km} + 3,2 \text{ km} + 1,6 \text{ km} + 1,5 \text{ km} + 2,2 \text{ km} + 2 \text{ km} = 13,3 \text{ km}$. Informasi tersebut dapat diketahui melalui gambar berikut:



Gambar 2. Sketsa Hasil Rute Optimum

SIMPULAN

Berdasarkan dari analisa dan pembahasan pada bab sebelumnya peneliti dapat mengambil kesimpulan yaitu: rute terpendek yang optimal untuk kita tempuh dari Dinas Perkebunan dan Peternakan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara ke Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan dengan menerapkan Dynamic Programming adalah : Ketahanan Pangan dan Peternakan → Nasional Sport → Kopi Wae Medan → Simpang Raya Sakumoring Setia Budi → Universitas Quality → JNT Express

Simpang Pos → Dinas Perkebunan dan Peternakan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara. dengan jarak **13,3 km**.

Pengaplikasian Dynamic Programming pada permasalahan rute terpendek yang optimum dilakukan dengan menggunakan graf yaitu, menghitung besar jarak antara setiap simpul pada jalur yang mempunyai besar jarak yang paling minimum, dan dilakukan dengan perhitungan dynamic programming secara manual.

SARAN

Penelitian ini masih membutuhkan percobaan rute alternatif lain untuk dapat diperhitungkan dan mendapatkan jarak yang lebih optimal lagi. Selain daripada itu penggunaan pengaplikasian lain yang sama untuk mendapatkan rute dan jarak yang optimal dapat dilakukan oleh penelitian selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada instansi yang telah memberi tempat untuk melakukan pengabdian selama melakukan kerja praktik ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Herawati, N., Aden, Arofah, I., & Ningsi, B. A. (2021). Optimasi Produksi Tahu dengan Menggunakan Metode Program Dinamik. *Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statitika*, 34-44.
- Buku Saku Rabies Petunjuk Teknis Penatalaksanaan Kasus Gigitan Hewan Penular Rabies di Indonesia. (2019). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2022). *Introduction to Algorithms: Fourth Editions*. London: The MIT Press.
- Elsa, A., Panjaitan, A. M., & Sipayung, T. N. (2023). Penerapan Program Dinamik dalam Menentukan Jalur Perjalanan Optimum dengan Prosedur Backward Recursive Equation. *Journal on Education*, 05(02), 4217-4225.
- Jumadi. (2014). Penentuan Rute Terpendek Menuju Kampus Menggunakan Algoritma Dynamic Programming. 8(1), 214-225.
- Lolaroh, S. M., Sentinuwo, S. R., & Karouw, S. D. (2019). Sistem Informasi Vaksinasi Hewan Peliharaan dan Ternak di Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Jurnal Teknik Informatika*, 14(3), 387-394.
- Maharani, S. A., Hilmi, I. L., & Salman. (2023). Review : Efektivitas Vaksin Antirabies pada Manusia dan Cara Pemberantasan Kasus Rabies yang ada di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(4), 473-479.
- Nur, E. H. (2012). Penerapan Program Dinamis Untuk Menentukan Jalur Perjalanan Yang Optimum Dengan Bantuan Software Winqs. *DINAMIKA TEKNIK*, VI(2), 57-65.
- Ridwan, M., Lubis, R. M., Sirait, Z. A., & Siregar, M. A. (2023). Menentukan Rute Terpendek dari BNNP-SU ke KEJATISU Menggunakan Metode Dynamic Programming. *Jurnal IPTEK bagi Masyarakat (J-IbM)*, 2(3), 128-133.
- Rofiq, M. A. (2022, September). Penentuan Rute Terpendek Objek Wisata Malang Raya Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Sari, N. I. (2020). Penentuan Rute Terpendek Pendistribusian Produk Kue Dengan Menggunakan Algoritma Dynamic Programming Pada Pabrik Kue Ima Brownies. Medan: Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Press.
- Wijaya, N. I. (2019). Efektivitas Program Magang Mahasiswa Bersertifikasi (PMMB) Dalam Mendukung Tujuan Mta Kuliah Kerja Praktik (KP) di Universitas Hang Tuah. *Proceeding Indonesia Career Center Network*, II(4), 110-122.
- Zein, M. N., dkk. (2022). Penerapan Program Dinamis Untuk Menentukan Jalur yang Optimum Dalam Pengiriman Benih Ikan Ceps Aquarium. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*. 3(1). Hal. 34-39