

**PENGEMBANGAN AWAL METODA PERHITUNGAN PADI 0.0
MODEL SEBARAN PERJALANAN BERBASIS DATA ARUS LALU
LINTAS**

**Kasus Percobaan Sederhana 4 Zona, 4 Ruas, Sebaran Proporsional dan
Pembebanan *All-or-Nothing* Murni**

Hitapriya Suprayitno

Jurusan Teknik Sipil FTSP - ITS

e-mail : suprayitno_hita@yahoo.com

***ABSTRACT:** Synthetic model development is always very laborious and complicated task. Therefore, a more practical modeling method based on traffic flow data is necessary. In general, this development task has practically never been tried in ITS. A first attempt has been done and provided a calculation method called Experimental Model PADI 0.0. The experiment showed that mathematically it was a Simultaneous Linear Equations (SLE) Case. This model was still very primitive and needed to be developed. This research was aimed to develop the Model PADI 0.0. A more complicated case, a proportional distribution case, had been taken for this attempt. The results indicated that the Model PADI 0.0 was valid to solve the experimental case. Furthermore, for the same transportation network model, the trip distribution pattern does not affect the SLE form. Afterward the experimental case still needed to be developed by integrating a more complicated traffic assignment model.*

***Keywords:** transportation modeling based on traffic flow data*

1. PENDAHULUAN

Pemodelan transportasi, baik secara sederhana maupun secara komprehensif, selalu diperlukan dalam perencanaan transportasi. Dalam pemodelan komprehensif bagian hasil pemodelan yang penting adalah Matrik Asal Tujuan (MAT), yang akan dipakai sebagai dasar bagi prediksi permintaan transportasi masa depan. Pemodelan MAT dapat dilakukan dengan model sintesis maupun model langsung. Pemodelan ini selalu membutuhkan survei yang tidak sederhana serta perhitungan yang juga tidak terlalu sederhana (ARSDS-1997; GMTMPTS-2001; GMURNS-2000; SITNP-1996; SUFDP-1999).

Tingkat kesulitan penyusunan model klasik mendorong para ahli pemodelan untuk menyusun pemodelan berbasis data arus lalu-lintas. Upaya pertama penyusunan metoda pemodelan pernah dilakukan di ITS, yang menghasilkan Model PADI 0.0., yang masih perlu dikembangkan lebih lanjut.

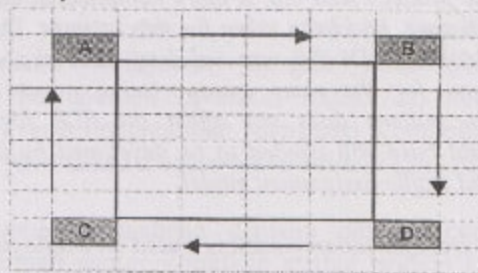
Penelitian ini bertujuan menguji-coba dan mengembangkan Model PADI 0.0. Uji-coba pengembangan dilakukan dengan menyusun pemodelan dengan kasus percobaan yang lebih rumit dari kasus pada penyusunan metoda pertama. Pengembangan kasus berupa penerapan sebaran perjalanan proporsional.

Penelitian awal untuk menyusun Metoda Perhitungan Model Sebaran Perjalanan Berbasis Data Arus Lalu-Lintas telah berhasil dilakukan. Penelitian ini menghasilkan Metoda Perhitungan yang diberi nama Model PADI 0.0 (Persamaan metoda penyusunan MAT berdasar persamaan Arus lalu-lintas, Distribusi bangkitan perjalanan serta nilai perjalanan Intrazona).

Metoda pemodelan didasarkan pada suatu set persamaan yang terdiri atas 3 kelompok persamaan dasar, yaitu: (1) persamaan berbasis data arus lalu-lintas, (2) persamaan berbasis sebaran perjalanan per zona, (3) persamaan berbasis nilai perjalanan intrazona. Ketiganya membentuk sebuah kasus tipe persamaan simultan linier.

Pada kasus Percobaan Metoda Padi 0.0, model sederhana mengandung 4 zona dengan 4 ruas jalan dua arah yang menghubungkan keempat zona. Masing-masing bangkitan perjalanan disebar secara merata ke empat zona, sedangkan metoda pembebanan ruas adalah Metoda All-or-Nothing murni. Jarak terpendek antara 2 zona yang tidak terhubung langsung mengikuti arus di sebelah luar dengan jarak terpendek mengikuti arah putaran jarum jam.

Model Jaringan transportasi, yang berisikan zona dan ruas jalan, disajikan pada Gambar 1. Rute terpendek antar zona yang tidak terhubung langsung direpresentasikan oleh tanda panah.



Gambar 1. Model Jaringan Kasus Percobaan

Pada Matriks Asal Tujuan (MAT) sebaran perjalanan adalah sebaran proporsional. Setiap bangkitan perjalanan disebar ke seluruh zona sebanding dengan kekuatan bangkitan tiap zona. MAT kasus percobaan tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks Asal Tujuan

	A	B	C	D	
A	P_{aa}	P_{ab}	P_{ac}	P_{ad}	P_a
B	P_{ba}	P_{bb}	P_{bc}	P_{bd}	P_b
C	P_{ca}	P_{cb}	P_{cc}	P_{cd}	P_c
D	P_{da}	P_{db}	P_{dc}	P_{dd}	P_d
	A_a	A_b	A_c	A_d	P

Pembebanan Jaringan

Pembebanan Jaringan adalah sebagai berikut :

$$\begin{array}{l}
 P_a : P_{ab} \text{ lewat } A_{ab} \quad P_c : P_{ca} \text{ lewat } A_{ca} \\
 \quad P_{ad} \text{ lewat } A_{ab}, A_{bd} \quad \quad P_{cb} \text{ lewat } A_{ca}, A_{ab} \\
 \quad P_{ac} \text{ lewat } A_{ac} \quad \quad P_{cd} \text{ lewat } A_{cd} \\
 P_b : P_{ba} \text{ lewat } A_{ba} \quad P_d : P_{da} \text{ lewat } A_{dc}, A_{ca} \\
 \quad P_{bc} \text{ lewat } A_{bd}, A_{dc} \quad \quad P_{db} \text{ lewat } A_{db} \\
 \quad P_{bd} \text{ lewat } A_{bd} \quad \quad P_{dc} \text{ lewat } A_{dc}
 \end{array}$$

Persamaan Arus Ruas

Persamaan Arus Ruas adalah sebagai berikut :

$$\begin{array}{l}
 A_{ab} = P_{ab} + P_{ad} + P_{cb} \quad A_{bd} = P_{bc} + P_{bd} + P_{ad} \\
 A_{ba} = P_{ba} \quad A_{db} = P_{db} \\
 A_{ac} = P_{ac} \quad A_{cd} = P_{cd} \\
 A_{ca} = P_{ca} + P_{cb} + P_{da} \quad A_{dc} = P_{da} + P_{dc} + P_{bc}
 \end{array}$$

Persamaan Distribusi Bangkitan

Persamaan Distribusi Bangkitan Perjalanan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_a &= P_{aa} + P_{ab} + P_{ac} + P_{ad} & P_c &= P_{ca} + P_{cb} + P_{cc} + P_{cd} \\
 P_b &= P_{ba} + P_{bb} + P_{bc} + P_{bd} & P_d &= P_{da} + P_{db} + P_{dc} + P_{dd}
 \end{aligned}$$

Persamaan Nilai Perjalanan Intrazona

Persamaan Nilai Perjalanan Intrazona sebanyak 4 buah adalah sebagai berikut.

$$P_{aa} = c_1 \qquad P_{bb} = c_2 \qquad P_{cc} = c_3 \qquad P_{dd} = c_4$$

Persamaan Permasalahan

Persamaan permasalahan mengandung 16 variabel dicari dengan 16 buah persamaan tersamar. Pada kasus percobaan ini, ke 16 buah persamaan semuanya merupakan persamaan linier. Oleh karena itu persamaan permasalahan bisa disampaikan dalam bentuk Matrik Persamaan Simultan Linier yang disampaikan pada Tabel 2. Matrik Persamaan Permasalahan berikut ini.

Tabel 2. Matrik Persamaan Permasalahan Kasus Umum

	Paa	Pab	Pac	Pad	Pba	Pbb	Pbc	Pbd	Pca	Pcb	Pcc	Pcd	Pda	Pdb	Pdc	Pdd	
1		1		1						1							Aab
2					1												Aba
3			1														Aac
4									1	1			1				Aca
5												1					Acd
6							1						1		1		Adc
7				1			1	1									Abd
8														1			Adb
9	1	1	1	1													Pa
10					1	1	1	1									Fb
11									1	1	1	1					Pc
12													1	1	1	1	Pd
13	1																c1
14						1											c2
15											1						c3
16																1	c4

Hasil Pemecahan Masalah

Perhitungan pemecahan masalah dilakukan dengan Metoda Eliminasi Gauss. Hasil perhitungan masalah disampaikan pada Tabel 3.

Arah Pengembangan Penelitian

Metoda ini masih sangat primitif. Karenanya masih harus dikembangkan lebih lanjut melalui seri penelitian berlanjut agar dapat mencapai kondisi layak terap. Langkah pertama berupa penerapan Kasus Percobaan dengan Sebaran Perjalanan Proporsional dengan aplikasi Pembebanan *All-or-Nothing* Murni.

2. METODOLOGI PENELITIAN

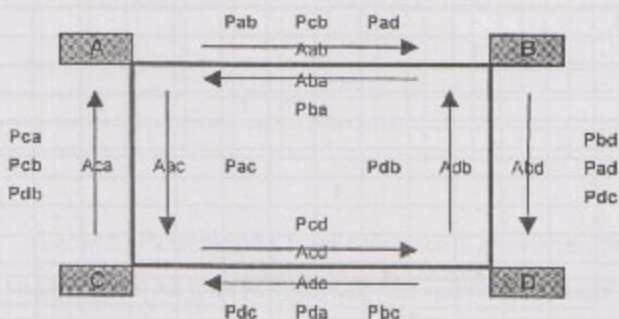
Upaya kali ini ditujukan untuk mengembangkan dan mengeksplorasi Metoda Padi 0.0 dengan meningkatkan tingkat kerumitan permasalahan kasus percobaan. Untuk itu, kerangka penelitian kali ini dibuat sama dengan penelitian sebelumnya. Penelitian ini dilaksanakan dengan 4 langkah sebagai berikut :

Dengan sebaran perjalanan proporsional, rumusan umum Matriks Asal Tujuan (MAT) Kasus Percobaan Umum ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Asal Tujuan

	A	B	C	D	
A	Paa	Pab	Pac	Pad	Pa
B	Pba	Pbb	Pbc	Pbd	Pb
C	Pca	Pcb	Pcc	Pcd	Pc
D	Pda	Pdb	Pdc	Pdd	Pd
	Aa	Ab	Ac	Ad	P

Kasus percobaan ini akan menghasilkan Arus Lalu-Lintas (Gambar 3). Nilai Bangkitan Perjalanan untuk kasus numerik dibuat sama dengan Kasus Percobaan PADI 0.0 terdahulu. Sebaran perjalanan dibuat tidak merata, akan tetapi proporsional terhadap kekuatan bangkitan perjalanan tiap zona. Dengan prinsip ini didapatkan sebuah MAT (Tabel 5).



Gambar 3. Volume Arus Lalu-Lintas

Tabel 5. MAT Kasus Percobaan Numerik

	A	B	C	D	
A	4	16	8	12	40
B	16	64	32	48	160
C	8	32	16	24	80
D	12	48	24	36	120
	40	160	80	120	400

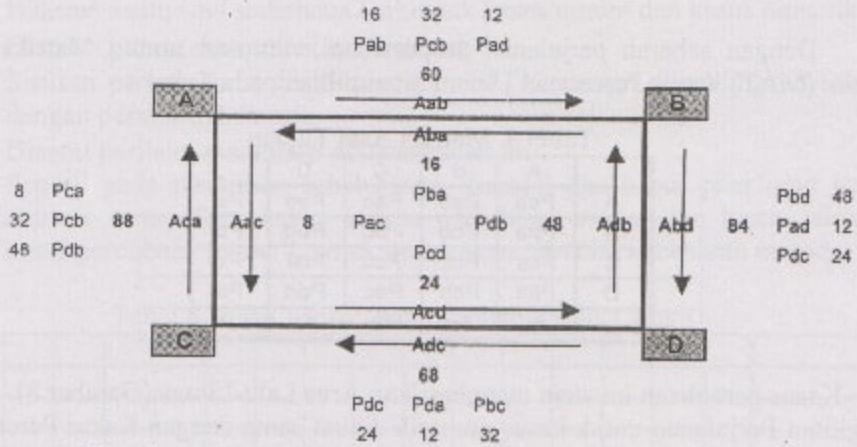
Kasus percobaan numerik seperti diatas akan menghasilkan data arus-lintas sebagaimana disampaikan pada Gambar 4.

INVESTIGASI KASUS UMUM DAN NUMERIK

Investigasi Kasus Umum

Persamaan Linier Simultan Permasalahan

Kasus percobaan umum dengan data sebaran perjalanan dan dengan data arus lalu-lintas seperti telah disampaikan didepan bisa dimodelkan dalam bentuk kasus Persamaan Linier Simultan yang disampaikan dalam bentuk Tabel 6.



Gambar 4. Data Volume Arus Lalu-Lintas Kasus Numerik

Tabel 6. Matrik PLS Kasus Percobaan Umum

	Paa	Pab	Pac	Pad	Pba	Pbb	Pbc	Pbd	Pca	Pcb	Pcc	Pcd	Pda	Pdb	Pdc	Pdd	
1		1		1						1							Aab
2					1												Aba
3			1														Aac
4									1	1			1				Aca
5												1					Acd
6							1						1		1		Adc
7				1			1	1									Abd
8														1			Adb
9	1	1	1	1													Pa
10					1	1	1	1									Pb
11									1	1	1	1					Pc
12													1	1	1	1	Pd
13	1																c1
14					1												c2
15										1							c3
16															1		c4

Hasil Pemecahan Kasus Umum

Hasil investigasi Kasus Percobaan Umum disampaikan sebagai berikut. Jika dibandingkan rumusan kedua Persamaan Simultan Linier, Kasus PADI 0.0 ternyata sama dengan kasus pengembangan ini. Meskipun kasus percobaan sudah dikembangkan dengan menyertakan sebaran perjalanan tidak merata, rumusan permasalahan masih tetap sama. Dengan demikian, hasil pemecahan masalah secara umum akan sama dengan hasil pemecahan masalah kasus PADI 0.0. Oleh karena itu investigasi kasus percobaan umum ini dianggap mencukupi (Tabel 7).

Rumusan PLS Kasus Percobaan ini sama dengan Rumusan PLS Kasus Percobaan pertama. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa untuk model jaringan transportasi yang sama, metoda sebaran perjalanan tidak berpengaruh terhadap bentuk Rumusan PLS. Oleh karena itu perhitungan pemecahan kasus menghasilkan hasil perhitungan yang sama.

Investigasi Kasus Numerik

Persamaan Masalah Kasus Numerik

Uraian investigasi kasus numerik dimulai dengan paparan Persamaan Linier Simultan, diteruskan dengan Matriks Solusi Persamaan linier simultan dapat disusun untuk kasus numerik tersebut diatas. Persamaan Linier Simultan kasus percobaan ini disajikan pada Tabel 8.

Tabel 7. Hasil Pemecahan Masalah Kasus Umum

	Paa	Pab	Pac	Pad	Pba	Pbb	Pbc	Pbd	Pca	Pcb	Pcc	Pcd	Pda	Pdb	Pdc	Pdd	
1	1																c1
2		1															Pa-c1-Ab0+Pb-Ab0-c2-Aac
3			1														Aac
4				1													Ab0-Pb+Ab0+c2
5					1												Ab0
6						1											c2
7							1										Adc-Pd+Ac0+c4
8								1									Pb-Ab0-c2/Adc+Pd/Ad0-c4
9									1								Aab-Pa-c1-Aac+Pc-c3-Acd
10										1							Aab-Pa+c1+Aac
11											1						c3
12												1					Acc
13													-1				Pc-Aca-c3-Acd
14														1			Ad0
15															1		Pd-Pc-Aca-c3-Acd-Ad0-c4
16																1	c4

Tabel 8. Persamaan Linier Simultan Kasus Numerik

	Paa	Pab	Pac	Pad	Pba	Pbb	Pbc	Pbd	Pca	Pcb	Pcc	Pcd	Pda	Pdb	Pdc	Pdd	
1		1		1						1							80
2					1												16
3			1														8
4									1	1			1				52
5												1					24
6							1						1		1		88
7				1			1	1									92
8														1			48
9	1	1	1	1													40
10					1	1	1	1									160
11									1	1	1	1					80
12													1	1	1	1	120
13	1																4
14						1											64
15											1						16
16																1	36

Hasil Pemecahan Permasalahan Kasus Numerik

Persamaan linier simultan yang dihasilkan sangat sederhana. Permasalahan ini telah diselesaikan dengan menggunakan Metoda Eliminasi Gauss dengan jumlah langkah penyelesaian sebanyak 16 langkah. Hasil perhitungan pada Tabel 9.

Matriks hasil pemecahan persamaan tersebut bila diwujudkan dalam bentuk MAT akan berbentuk sebagaimana disajikan pada Tabel 10.

Tabel 9. Hasil Pemecahan Persamaan Simultan Linier Kasus Numerik

	Paa	Pab	Pac	Pad	Pba	Pbb	Pbc	Pbd	Pca	Pcb	Pcc	Pcd	Pda	Pdb	Pdc	Pdd	
1	1																4
2		1															16
3			1														8
4				1													12
5					1												16
6						1											64
7							1										32
8								1									48
9									1								8
10										1							32
11											1						16
12												1					24
13													1				12
14														1			48
15															1		24
16																1	36

Tabel 10. MAT Hasil Perhitungan

	A	B	C	D	
A	4	16	8	12	40
B	16	64	32	48	160
C	8	32	16	24	80
D	12	48	24	36	120
	40	160	80	120	400

Perhitungan Kasus Percobaan Numerik menghasilkan MAT yang sama dengan MAT persoalan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Metoda PADI dapat diterapkan pada Kasus Percobaan dengan Sebaran Perjalanan tidak merata.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mendapatkan beberapa kesimpulan pokok berikut ini: pada kasus Model Jaringan yang sama, sebaran perjalanan tidak berpengaruh terhadap Rumusan PLS Permasalahan; dan metoda PADI dapat dipakai untuk memecahkan Kasus Percobaan dengan Sebaran Perjalanan Tidak Merata.

DAFTAR PUSTAKA

- ARSDS (1998). *Arterial Road System Development Study*. Final Report, Directorate General of Highways; Ministry of Public Works, Jakarta.
- GMTMPTS (2001). *Greater Malang Traffic Management and Public Transport Study*, Final Report. Directorate General of Highways; Ministry of Public Works, Jakarta.
- GMURNS (2000). *Greater Malang Urban Road Networks Study*. Technical Report 3 – Modelling. Directorate General of Highways. Ministry of Public Works, Jakarta.
- SITNP (1998). *Surabaya Integrated Transport Network Plan*. Technical Report 6 – Transportation Model; Directorate General of Land Transport; Ministry of Communications, Jakarta.
- SUFDP (1999); *Surabaya Urban Freight Development Plan*; Technical Report 3 – Transport Model; Directorate General of Land Transport; Ministry of Communications; Jakarta.