

**SKEMA *NETWORK CODING* PADA GRAF
LOLLIPOP DAN GRAF *WHEEL***



SKRIPSI

ditulis dan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Sains Matematika

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA**

2020

commit to user

**SKEMA NETWORK CODING
PADA GRAF LOLLIPOP DAN GRAF WHEEL**

SKRIPSI

APRILINA ROSATI NUGRAHINI

NIM M0116006

dibimbing oleh

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Putranto Hadi Utomo, S.Si, M.Si.

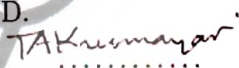

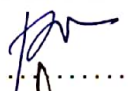
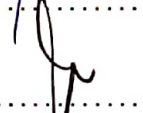
Drs. Pangadi, M.Si.

NIP. 19860907 201212 1 002

NIP. 19571012 199103 1 001

telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji
dan dinyatakan telah memenuhi syarat pada hari Selasa, tanggal 5 Mei 2020

Dewan Penguji

Jabatan	Nama dan NIP	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Prof. Tri Atmojo Kusmayadi, M.Sc., Ph.D. NIP. 19630826 198803 1 002		13 Mei 2020
Sekretaris	Ririn Setiyowati, S.Si., M.Sc. NIP. 19890924 2016 1 001		3 Juni 2020
Anggota Penguji	Dr. Putranto Hadi Utomo, S.Si., M.Si. NIP. 19860907 201212 1 002		18 Mei 2020
	Drs. Pangadi, M.Si. NIP. 19571012 199103 1 001		13 Mei 2020

Disahkan

di Surakarta pada tanggal .. 08. JUL 2020

Kepala Program Studi Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Dr. Drs. Siswanto, M.Si.

NIP. 19670813 199203 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Skema *Network Coding* pada Graf *Lollipop* dan Graf *Wheel*” belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga belum pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar rujukan.



Surakarta, Mei 2020

Aprilina Rosati Nugrahini

RINGKASAN

Aprilina Rosati Nugrahini, 2020. SKEMA NETWORK CODING PADA GRAF LOLLIPOP, DAN GRAF WHEEL. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Teknologi informasi dan ilmu pengetahuan di dunia saat ini berkembang sangat pesat. Perkembangan teknologi tersebut berpengaruh hampir di semua aspek kehidupan manusia, seperti pengiriman dan penyimpanan data. Salah satunya, teknologi dalam pengiriman paket data dari *source node* ke *sink node* melewati *intermediate nodes* dalam suatu *network*. Hal tersebut mengakibatkan munculnya bidang penelitian baru yaitu *network coding*. *Network coding* merupakan suatu metode pengiriman data pada *network* yang mengacu pada skema dimana informasi pada sebuah *node* diperbolehkan untuk menghasilkan sebuah data output dengan proses *encoding* dan *decoding*. Topik *network coding* berkembang cukup signifikan dalam komunitas riset. Topik *network coding* bersifat interdisipliner, salah satunya melibatkan teori graf. Salah satu pengaplikasian *network coding* yang melibatkan teori graf adalah menentukan skema *network coding* dari suatu graf dengan menggunakan konsep-konsep *network coding*.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh skema, kernel, dan sifat-sifat *network coding* pada graf $L_{4,2}$ dan graf W_5 serta memudahkan mencari skema *acyclic network* yang dikonstruksikan pada graf lain dengan menggunakan program. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh kesimpulan skema $L_{4,2}$ *acyclic network*, kernel *local encoding*, kernel *global encoding* dimana skema tersebut mempunyai sifat *linear multicast*, *linear broadcast*, dan tidak *linear dispersion* dan skema W_5 *acyclic network*, kernel *local encoding*, kernel *global encoding* dimana skema tersebut mempunyai sifat *linear multicast*, *linear broadcast*, dan *linear dispersion*. Diperoleh skema $L_{4,2}$ dan W_5 *cyclic network*, kernel *local encoding*, dan kernel *global encoding* serta *trellis network* dari skema W_5 *cyclic network*. Selain itu dikonstruksikan program untuk menggeneralisasi pencarian kernel *global encoding* pada skema *acyclic network* yang dikonstruksikan pada graf lain.

Kata Kunci: *network coding, graf lollipop, graf wheel*

SUMMARY

Aprilina Rosati Nugrahini, 2020. NETWORK CODING SCHEME OF LOLLIPOP GRAPH AND WHEEL GRAPH. Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Information technology and science in the world today are developing very rapidly. These technological developments affect almost all aspects of human life, such as sending and storing data. One of them, technology in sending data packets from a source node to sink node through intermediate nodes in a network. This resulted in the emergence of a new field of research, namely network coding. Network coding is a method of sending data on a network that refers to a scheme where information on a node is allowed to produce output data with a particular encoding and decoding. The topic of network coding developed quite significantly in the research community. The topic of network coding is interdisciplinary, one of which involves graph theory. One application of network coding that involves graph theory is to determine the network coding scheme of a graph by using network coding concepts.

This study aims to obtain the schematic, kernel, and network coding properties in graphs $L_{4,2}$ dan graph W_5 and make it easier to find acyclic network schemes constructed on other graphs using programs. The method used in this research is the study of literature.

Based on the results of research and discussion, it is concluded that the $L_{4,2}$ acyclic network scheme, local kernel encoding, global kernel encoding where the scheme has the properties of linear multicast, linear broadcast, and not linear dispersion and W_5 acyclic network scheme, local encoding kernel, global kernel encoding where the scheme has the properties of linear multicast, linear broadcast, and linear dispersion. It is also obtained the $L_{4,2}$ and W_5 cyclic network schemes, local kernel encoding, and global kernel encoding and trellis networks from the W_5 cyclic network schemes. Also, a program is constructed to generalize the search global kernel encoding on the acyclic network scheme constructed on other graphs.

Keywords: *network coding, lollipop graph, wheel graph*

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada

1. Dr. Putranto Hadi Utomo, S.Si., M.Si. sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan materi, motivasi, dan saran dalam proses penulisan skripsi ini.
2. Drs. Pangadi, M.Si. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan alur penulisan, motivasi, dan saran dalam proses penulisan skripsi ini,
3. Orang tua yang selalu membimbing, memberikan doa dan semangat buat saya serta tak pernah lelah mendidik saya untuk selalu menuntut ilmu, belajar, ibadah, dan berdoa.

Semoga penelitian ini bermanfaat.

Surakarta, Mei 2020

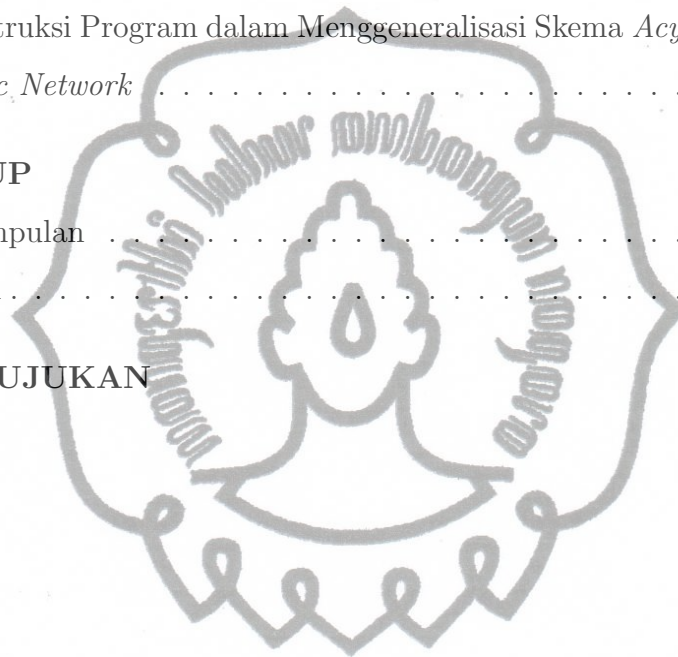
Penulis

commit to user

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
RINGKASAN	iv
<i>SUMMARY</i>	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Teori Pendukung	4
2.2.1 Pengertian Dasar Graf	5
2.2.2 Kelas-kelas Graf	7
2.2.3 <i>Network Coding</i>	9
2.2.4 <i>Max-Flow dan Min-Cut</i>	11
2.2.5 <i>Acyclic Network</i> <i>commit to user</i>	13
2.2.6 <i>Cyclic Network</i>	15

2.2.7	<i>Convolutional Network Code</i>	17
2.3	Kerangka Pemikiran	19
III METODE PENELITIAN		21
IV HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	<i>Acyclic Network</i>	22
4.2	Konstruksi Program dalam Menggeneralisasi Skema <i>Acyclic Network</i>	27
4.3	<i>Cyclic Network</i>	33
V PENUTUP		38
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran	38
DAFTAR RUJUKAN		39



DAFTAR GAMBAR

2.1	Graf G	5
2.2	Graf <i>path</i> P_n	6
2.3	Graf <i>cycle</i> C_n	6
2.4	<i>Digraph</i> D	6
2.5	<i>Digraph</i> B	7
2.6	Graf <i>wheel</i> W_n	8
2.7	Graf lengkap K_n	8
2.8	Graf <i>lollipop</i> $L_{m,n}$, dengan $m = 3, 4$ dan $n = 2$	9
2.9	<i>The Butterfly Network</i>	10
2.10	<i>Acyclic network</i>	13
2.11	<i>Cyclic network</i>	15
2.12	<i>Unit-delay cyclic network</i>	16
2.13	<i>Trellis network</i> dari <i>cyclic network</i> pada Gambar 2.12.	18
4.1	$L_{4,2}$ <i>acyclic network</i>	22
4.2	W_5 <i>acyclic network</i>	25
4.3	<i>Acyclic network</i>	28
4.4	Representasi hasil <i>ouput</i> program pada <i>acyclic network</i> Gambar 4.3	33
4.5	$L_{4,2}$ <i>cyclic network</i>	34
4.6	W_5 <i>cyclic network</i>	35
4.7	<i>Trellis network</i> dari W_5 <i>cyclic network</i> pada Gambar 4.6.	36

commit to user

DAFTAR TABEL

2.1	<i>Exclusive-OR</i> dari x_1 dan x_2	10
4.1	<i>Linear multicast</i> $L_{4,2}$ <i>acyclic network</i>	23
4.2	<i>Linear broadcast</i> $L_{4,2}$ <i>acyclic network</i>	24
4.3	<i>Linear multicast</i> W_5 <i>acyclic network</i>	26
4.4	<i>Linear broadcast</i> W_5 <i>acyclic network</i>	26

commit to user