

Rancangan Mobile Ad-Hoc Networks untuk Solusi Jaringan Komunikasi Antar Armada Bergerak menggunakan Simulasi NS

Widya Cahyadi

cahyadi@unej.ac.id
Universitas Jember

Abstrak

Dalam makalah ini diusulkan sebuah protokol rute untuk suatu rancangan yang dianggap sesuai untuk diterapkan sebagai solusi jaringan komunikasi antar armada bergerak. Protokol yang diusulkan adalah menggunakan Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV). Tujuan protokol rute ini mampu memperluas cakupan layanan komunikasi, teknik routing protokol yang sesuai dengan kebutuhan agar kanal pada frekuensi VHF yang memiliki bitrate yang rendah dan kanal yang sempit, dengan pertimbangan tersebut dipilihlah algoritma AODV, menggunakan routing tabel dengan satu entry untuk setiap tujuan tanpa menggunakan routing sumber, AODV mengandalkan pada routing tabel untuk menyebarkan Route Reply (RREP) kembali ke sumber dan secara berurutan akan mengarahkan paket data ketujuan. Berdasarkan hasil simulasi menunjukkan bahwa terdapat lima buah node (0,1,2,3,4) node-node tersebut saling bergerak (Mobile) dimana node 0 akan terhubung dengan node 4, dan selanjutnya menjadikan node 2 (terdekat) sebagai relay penghubung antara node 0 ke node 4, protokol AODV merupakan protokol routing reaktif, yang hanya meminta sebuah rute saat dibutuhkan.

Kata kunci — Mobile Ad hoc NETWORK (MANET), Network Simulator (NS), Routing Protocol.

Abstract

This paper proposed a route for a design of protocol that is considered appropriate to be applied as a solution to the communication networks between mobile fleet. The proposed protocol is AODV. The purpose of this protocol is able to expand the scope of these communications services, routing protocol techniques that fit the needs of that channel on VHF frequencies which have a low bitrate and narrow canal, with the consideration of the chosen AODV algorithm, use routing table with one entry for each destination without using source route, AODV relies on routing table to spread the Route Reply (RREP) back to the source and sequentially will direct the data packets to the destination. Based on the simulation results indicate that there are five nodes (0,1,2,3,4) nodes are mutually move (Mobile) where are node 0 will be connected to node 4, and then make the node 2 (nearest) as a relay link between node 0 to node 4, AODV protocol is a reactive routing protocol, which is only to request a route when needed.

Keywords— Mobile Ad hoc NETWORK (MANET), Network Simulator (NS), Routing Protocol

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi informasi dalam bidang jaringan bergerak, memerlukan jenis komunikasi independen terhadap suatu infrastruktur jaringan khusus yang mampu melibatkan banyak pengguna atau perangkat. Tipe jaringan ini diistilahkan dengan *Mobile Ad hoc NETWORK* (MANET) [1].

Routing Protocol pada jaringan *ad-hoc* menjadi topik pembahasan yang menarik untuk diteliti sejak suatu *node* dapat melakukan gerakan secara random (acak). *Routing* adalah mekanisme penentuan *link* dari *node* pengirim ke *node* penerima yang bekerja pada layer tiga OSI (Layer Network). Protokol routing ada yang bersifat proaktif terdiri dari *Cluster Switch Gateway Routing* (CSGR), *Destination Sequenced Distance Vector* (DSDV), *Optimized Linkstate* (OLSR) *Wireless Routing Protocol* (WRP), dan ada juga yang bersifat reaktif diantaranya *Ad-hoc On-demand Distance Vector* (AODV), *Dynamic Source Routing* (DSR), *Temporally Ordered Routing Algorithm* (TORA), *Associativity Based Routing* (ABR), *Signal Stability Routing* (SSR) [1]. Pada penelitian sebelumnya membahas tentang suatu performansi yang berbeda pada pemakaian beban jaringan, pergerakan jaringan, serta ukuran jaringan yang bervariasi. Faktor penting dari skenario protokol *routing* tidak dipertimbangkan untuk membandingkan kinerja dari protokol *routing* DSR dan AODV [2]. Pada penelitian ini, mengusulkan suatu rancangan skenario protokol *routing* yang lebih khusus yang dianggap sesuai untuk diterapkan sebagai solusi jaringan komunikasi antar armada *mobile sensor*, dan *surveillance* dari satu pusat data untuk mencakup luasan 1 km² pada kondisi *Line of Sight* (LOS). Sistem komunikasi yang akan dibangun pada sistem komunikasi kapal laut dengan menggunakan *mobile sensor* dan *surveillance*.

Network Simulator (NS-2) merupakan suatu aplikasi yang berorientasi obyek, dan *discrete event-driven* yang dikembangkan oleh *University of California Berkeley* dan USC ISI sebagai bagian dari proyek *Virtual INternet Testbed* (VINT)”. Network Simulator sebagai salah satu alat yang berfungsi untuk melakukan simulasi jaringan yang melibatkan Wide Area Network (WAN), Local Area Network (LAN), fungsi dari alat ini terus berkembang dalam beberapa tahun ini telah mengimplementasikan jaringan nirkabel (*wireless*) dan juga jaringan *ad-hoc* [3].



(a) Penyebaran dari paket permintaan rute, RREQ (b) Jalur yang dilintaskan oleh paket permintaan rute, RREP

Gbr 1. Mekanisme penemuan route AODV

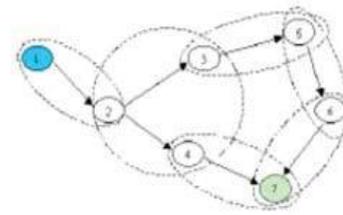
NS sebagai perangkat lunak simulasi memiliki kelebihan manfaat dalam membantu analisis dalam penelitian, diantaranya adalah NS memiliki fungsi sebagai alat pemvalidasi yang digunakan untuk mengetes pemodelan yang dibuat secara benar. Konfigurasi standar, pemodelan NS akan dapat melakukan proses validasi. Komponen jaringan dan Protokol yang lengkap serta rekayasa trafiknya sudah tersedia pada library NS dan pemodelan medianya. [3].

AODV adalah *distance vector routing protocol* masuk kategori dalam klasifikasi *routing protocol* reaktif, konsep hanya meminta sebuah rute ketika diperlukan. Standar AODV yang ini dikembangkan oleh C. E. Perkins, E.M. Belding-Royer dan S. Das pada RFC 3561 [2]. Ciri utama dari “AODV adalah menjaga *timer-based state* pada setiap node sesuai dengan penggunaan tabel *routing*. Tabel *routing* akan kadaluarsa jika jarang digunakan”.

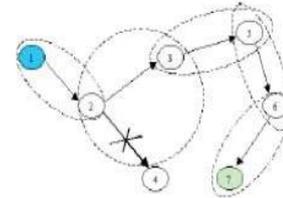
Pada AODV ketika rute suatu tujuan dibutuhkan, node tersebut melakukan broadcast RREQ untuk menemukan rute ke tujuan. RREQ melakukan *flooding* hingga ditemukan rute ke node tujuan. Rute ditemukan jika RREQ diterima oleh node yang dimaksud atau node perantara ke node tersebut berupa nomor paket terbaru. Rute dibuat dengan mengirimkan RREP kembali ke node pengirim RREQ. Setiap node menerima rute balik ke pengirim. Dengan demikian dapat dilakukan unicast RREP dari tujuan ke pengirim atau dari node perantara ke pengirim seperti ditunjukkan pada gambar 1. Node memonitor status *link next hop* di rute yang aktif. Saat link putus pada suatu rute, pesan *route error RRER* digunakan untuk memberi tahu node lainnya. Pesan RRER menunjukkan bahwa tujuan tersebut sudah tidak tersedia lagi. Pada protokol AODV menyediakan pesan-pesan dalam bentuk paket yang memiliki fungsi dan tujuan masing-masing.

AODV menerapkan mekanisme yang sangat berbeda untuk menjaga informasi *routing*. AODV menggunakan tabel rute dengan satu *entry* untuk tiap-tiap tujuan. Tanpa menggunakan *routing* sumber, AODV mempercayakan pada tabel *routing* untuk menyebarkan *Route Reply (RREP)* kembali ke sumber dan secara berurutan akan mengarahkan paket data menuju ke tujuan.

DSDV merupakan salah satu *routing* protokol proaktif yang membutuhkan setiap node untuk mengirimkan paket *routing* ke seluruh *node* tetangganya secara periodik. Setiap *node* menyimpan tabel *routing* yang mengandung informasi yang dibutuhkan untuk sampai ke *node* tujuan. Setiap informasi di tabel *routing* diberi nomor *sequence* untuk menghindari terjadinya *looping*. Kunci dari ad hoc adalah kemampuan melakukan *routing* pada setiap host, sehingga mampu memperluas cakupan layanan komunikasi.



Gbr 2. Mekanisme route discovery DSR



Gbr 3. Mekanisme route maintenance DSR

DSR adalah protokol dimana node sumber yang menentukan rute paket yang dikirim setelah mengetahui serangkaian rute yang lengkap. Proses *routing* pada protokol ini terdiri atas dua mekanisme yaitu *Route Discovery* seperti pada gambar 2, dan *Route Maintenance* seperti pada gambar 3. *Route discovery*, yaitu *node* ingin mengirimkan paket data ke destinasi yang rutenya belum diketahui. Sehingga sumber mengirim *route request (RREQ)*. RREQ mulai melakukan *flooding process*, yaitu proses mengirimkan data atau pesan kendali ke tiap *node* pada jaringan untuk mencari rute ke destinasi. Selanjutnya RREQ tersebar ke seluruh *node* pada jaringan. Tiap *node* akan mengirim paket RREQ ke *node* lain kecuali *node* destinasi. Selanjutnya beberapa *node* yang menerima RREQ akan mengirim paket *route reply (RREP)* ke *node* yang mengirim RREQ. Node sumber mulai mengirim paket data setelah rute ditemukan. Keuntungan penggunaan DSR ini adalah *intermediate node* tidak perlu memelihara informasi *routing* secara *up to date* pada saat melewati paket, karena setiap paket selalu berisi informasi *routing* di dalam *header*. *Routing* DSR ini juga menghilangkan *periodic route advertisement process* dan *neighbor detection* yang dijalankan oleh *routing ad-hoc* lainnya. DSR memiliki kinerja yang paling baik dalam hal *routing overhead* (pada paket), *throughput*, dan rata-rata panjang *path* dibandingkan dengan *on demand routing* lainnya, namun DSR memiliki tundaan waktu yang buruk bagi proses pencarian rute baru [2].

Kelemahan dari *routing* DSR ini, adalah mekanisme rute perawatan tidak bisa memperbaiki saluran yang terputus atau gangguan. Penggunaan DSR ini akan bekerja optimal pada jumlah *node* yang sedikit, atau kurang dari 200 *node*. Untuk jumlah *node* banyak akan mengakibatkan tabrakan antar paket dan menyebabkan bertambahnya tundaan waktu pada saat akan membangun koneksi baru [2].

II. METODE

Metode penelitian mencakup beberapa hal, yaitu mengenai spesifikasi sistem komunikasi yang akan dibangun berdasar perhitungan *link budget* untuk menghitung jangkauan radio, rancangan topologi jaringan *routing protocol* AODV menggunakan simulasi NS-2 berupa hasil *log trace* dan NAM.

TABEL I
PERHITUNGAN LINK BUDGET

Frekuensi (VHF)	156,8 MHz
Daya Pancar P_{TX}	0dBw
Gain Antena Pemancar G_{TX}	4dBi
Sensitivitas Penerima	0,25uV -119dBm
L_{TX}	2dB
EIRP	4dB
Jarak D (Tx-Rx)	0,999 km
FSL	76dB

$$P_{RX} = EIRP - PL + G_{RX} \quad (1)$$

$$EIRP = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} \quad (2)$$

$$D = 10^{(EIRP - 32,44 - 20 \log(MHz)) - 20 \log(d) + GR - NF} \quad (3)$$

$$FSL = 32,44 + 20 \log(MHz) + 20 \log(d) \quad (4)$$

Dimana P_{RX} adalah daya yang diterima, EIRP adalah *Effective Isotropic Radiated Power*, PL adalah *Path Loss*, G_{RX} adalah Gain Antena Penerima, P_{TX} adalah daya pancar, L_{TX} adalah rugi saluran transmisi, G_{TX} adalah Gain Antena pemancar, FSL adalah *Free Space Loss*.

Spesifikasi sistem. Pada penelitian ini, spesifikasi sistem komunikasi maritim pada kapal laut dalam kondisi propagasi LOS (*Line of Sight*), dengan persyaratan mencakup radius 1 km², link budget minimal agar komunikasi radio dapat berhasil terhubung ditunjukkan pada tabel 1. Terminal komunikasi data Frekuensi yang digunakan untuk berkomunikasi adalah 156–158 MHz: VHF Marine Radio; narrow band FM, 156.8 MHz (Channel 16) adalah frekuensi untuk kontak darurat maritim. Untuk jaringan komunikasi. Sistem komunikasi yang dibuat berupa komunikasi data yang dikirimkan melalui kanal radio. Sistem ini berfungsi sebagai komunikasi, pemantauan dan informasi bagi kapal laut. Secara garis besar sistem terdiri dari dua bagian, base station dan mobile station. Pada rancangan ini di pilih kanal VHF. Data yang dikirimkan melalui kanal Very High Frequency (VHF) dalam bentuk data monitoring mobile sensor. Pengiriman data monitoring pada jaringan membutuhkan protokol agar data yang dikirim akan sama dengan data yang diterima dengan meminimalkan error. Sistem terbagi menjadi dua subsistem yaitu Gateway dan client. Gateway dan client dapat dianggap sebagai node. Jaringan protokol ad hoc memungkinkan suatu terminal dapat berkomunikasi dengan terminal lainnya yang berada diluar daerah jangkauan terminal tersebut. Beberapa karakteristik jaringan ad hoc diantaranya adalah topologi yang dinamis yang diakibatkan karena seringnya perubahan posisi node. Selain itu jaringan ini juga memiliki keterbatasan storage, keterbatasan bandwidth, keterbatasan power baterai dalam pentransmisi data, dan juga keterbatasan resource

CPU dan memori. Jaringan ad hoc dapat dibangun pada tempat yang tidak terdapat infrastruktur jaringan sebelumnya.

Rancangan topologi jaringan routing protocol AODV menggunakan simulasi NS-2. Pembentukan topologi jaringan yang digunakan dalam simulasi NS-2 ini menggunakan lima buah node secara random yang dibangkitkan secara langsung oleh NS-2. Pengiriman paket data pada jaringan ad hoc membutuhkan pengetahuan mengenai rute yang akan ditempuh paket (routing). Agar dapat dilakukan routing masing-masing node harus mengupdate tabel routingsnya. Umumnya update tabel routing ini dilakukan dengan cara membanjirkan suatu paket ke jaringan. Pada spesifikasi sistem komunikasi yang telah dibuat, kanal yang dipakai hanya satu. Hal ini menimbulkan permasalahan ketika sistem diterapkan pada jaringan *multiuser*. Selain itu, sistem komunikasi menggunakan kanal VHF memiliki *bitrate* rendah, sehingga pembajakan paket data pada sistem jaringan ad hoc dapat menyebabkan kanal penuh.

Oleh karena itu diperlukan suatu jenis protokol komunikasi data yang dapat berjalan meskipun kanal yang digunakan hanya satu dan dalam *bitrate* yang rendah.

III. HASIL DAN DISKUSI

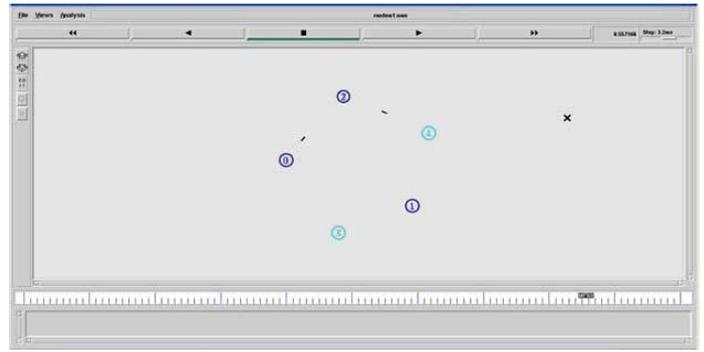
Pada pengujian ini, pertimbangan protokol routing AODV, yaitu pada AODV menggunakan mekanisme yang berbeda menggunakan tabel routing dengan satu entry untuk tiap *destination*. AODV tidak menggunakan *routing* sumber, mengandalkan pada tabel routing untuk mengirimkan *Route-Reply* (RREP), kembali ke sumber dan secara berurutan akan mengarahkan paket data menuju *destination*. Pertimbangan DSDV, menjamin tidak ada looping route, DSDV dapat mereduksi masalah *count to infinity*, DSDV dapat menghindari trafik berlebih dengan kenaikan drastis *full update* untuk *dump*, DSDV hanya *maintenence* path terbaik menuju tujuan, dari sekian banyak path ke tujuan. Untuk implementasi mobile AODV memiliki lebih banyak keunggulan dibanding menggunakan protokol DSDV.

Teknik *routing* protokol yang sesuai dengan kebutuhan parameter perhitungan *link budget* yang ditunjukkan dalam tabel 1, dengan membandingkan antara AODV dan DSDV dapat dilihat bahwa agar kanal pada frekuensi VHF yang memiliki *bitrate* yang rendah dan kanal yang sempit, maka dengan pertimbangan tersebut dipilihlah algoritma AODV, diagram alir dari algoritma AODV seperti pada gambar 4, karena pada algoritma tersebut proses *update* tabel *routing*-nya dilakukan pada saat diperlukan saja sehingga kanal tersebut tidak dipenuhi *flooding* pada jaringan serta efisien.

Pada simulasi NS, proses routing AODV pada 5 buah terminal node yang bergerak acak, ditunjukkan dalam gambar 5. Node-node saling bergerak acak untuk dapat terhubung dengan node asal menuju node tujuan secara tepat, cepat, dan efisien. Selanjutnya jejak dari masing-masing node secara detail ditunjukkan pada tabel 2, kondisi lima detik pertama node (1,2,3,4) melakukan pergerakan (M), pada detik yang sama node 0 mengirim paket (s) menggunakan protokol AODV untuk melakukan proses *request*, selanjutnya pada saat



Gbr 4. Diagram alir mekanisme routing AODV



Gbr 5. Simulasi NS mobile ad hoc network

TABEL II
HASIL LOG TRACE SIMULASI NS

Kondisi	Waktu	Node	Paket rute	No. urut paket	Protokol	Alamat MAC	Alamat IP source -destination	Urutan node	Proses
M	5,00000000	1	-	-	-	-	-	-	-
M	5,00000000	2	-	-	-	-	-	-	-
M	5,00000000	3	-	-	-	-	-	-	-
M	5,00000000	4	-	-	-	-	-	-	-
s	5,00000000	0	RTR	0	AODV	[0 0 0 0]	[0:255 0 30 0]	[4 0]	(REQUEST)
r	5,00120082	2	RTR	0	AODV	[0 ffffffff 0 800]	[0:255 0 30 0]	[4 0]	(REQUEST)
s	5,00919237	2	RTR	0	AODV	[0 ffffffff 0 800]	[2:255 0 29 0]	[4 0]	(REQUEST)
r	5,01025311	4	RTR	0	AODV	[0 ffffffff 2 800]	[2:255 0 29 0]	[4 0]	(REQUEST)
s	5,01025311	4	RTR	0	AODV	[0 0 0 0]	[4:255 0,177083333 30 2]	[4 4]	(REPLY)
r	5,01025319	0	RTR	0	AODV	[0 ffffffff 2 800]	[2:255 0 29 0]	[4 0]	(REQUEST)
r	5,01475728	2	RTR	0	AODV	[13a 2 4 800]	[4:255 0,177083333 30 2]	[4 4]	(REPLY)
f	5,01475728	2	RTR	0	AODV	[13a 2 4 800]	[4:255 0,177083333 29 0]	[4 4]	(REPLY)
r	5,01964601	0	RTR	0	AODV	[13a 0 2 800]	[4:255 0,177083333 29 0]	[4 4]	(REPLY)
s	5,01964601	0	RTR	0	tcp	[0 0 0 0]	[0:0 0,166666667 30 2]	[0 0]	
r	5,02182447	2	RTR	0	tcp	[13a 2 0 800]	[0:0 0,166666667 30 2]	[0 0]	
f	5,02182447	2	RTR	0	tcp	[13a 2 0 800]	[0:0 0,166666667 29 4]	[0 0]	
r	5,02424268	4	AGT	0	tcp	[13a 4 2 800]	[0:0 0,166666667 29 4]	[0 0]	
s	5,02424268	4	AGT	1	ack	[0 0 0 0]	[4:0 0 32 0]	[0 0]	
r	5,02424268	4	RTR	1	ack	[0 0 0 0]	[4:0 0 32 0]	[0 0]	
s	5,02424268	4	RTR	1	ack	[0 0 0 0]	[4:0 0 30 2]	[0 0]	
r	5,02650090	2	RTR	1	ack	[13a 2 4 800]	[4:0 0 30 2]	[0 0]	
f	5,02650090	2	RTR	1	ack	[13a 2 4 800]	[4:0 0 29 0]	[0 0]	
r	5,02865935	0	AGT	1	ack	[13a 0 2 800]	[4:0 0 29 0]	[0 0]	

detik 5.001200819, paket diterima (r) oleh node 2 (dari node 0) menggunakan protokol AODV untuk melakukan proses *request*, node 2 mengirim (s) paket pada detik ke-5.009192374, menggunakan protokol AODV untuk melakukan proses *request*, selanjutnya paket diterima oleh node 4 pada detik 5.010253112 dari node 2 menggunakan protokol AODV untuk melakukan proses *request*. Pada saat detik 5.010253112, node 4 mengirim paket melakukan proses REPLY, pada saat detik 5.010253193, paket diterima oleh node 0 (dari node 2) melakukan proses *request*, pada saat detik 5.014757280, paket diterima oleh node 2 (dari node 4) melakukan proses REPLY, pada saat detik 5.014757280, paket diteruskan (f) oleh node 2 (dari node 4) proses REPLY, hingga pada saat detik 5.019646012, paket diterima oleh node 0 (dari node 4 melewati node 2). Sehingga terbentuk tabel routing. Hasil animasi jaringan (NAM) ditunjukkan pada gambar 5, menunjukkan bahwa terdapat lima buah Node (0,1,2,3,4) node-node tersebut saling bergerak (Mobile), dimana node 0 akan terhubung dengan node 4, dan selanjutnya menjadikan node 2 (yang terdekat) sebagai relay penghubung antara node 0 ke node 4, protokol AODV merupakan *reactive routing protocol*, yang meminta sebuah rute ketika diperlukan. Protokol AODV menerapkan mekanisme *routing* tabel dengan satu entry pada tiap destinasi, tanpa memakai *routing* sumber, AODV mengandalkan tabel rute untuk mendistribusikan *Route Reply* (RREP) kembali ke asal dan secara berurutan paket data akan mengarah menuju destinasi.

IV. KESIMPULAN

Dalam makalah ini, kunci dari ad hoc adalah kemampuan melakukan routing pada setiap host, sehingga mampu memperluas cakupan layanan komunikasi, teknik routing protokol yang sesuai dengan kebutuhan sistem komunikasi, dengan membandingkan antara AODV dan DSDV dapat dilihat bahwa agar kanal pada frekuensi VHF yang memiliki *bitrate* yang rendah dan kanal yang sempit maka dengan pertimbangan tersebut dipilihlah algoritma AODV, protokol AODV hanya *me-request* sebuah rute saat dibutuhkan, memanfaatkan tabel rute menggunakan satu entry untuk tiap destinasi tanpa menggunakan rute asal, protokol AODV mengandalkan tabel rute untuk pendistribusian *Route Reply* (RREP) kembali ke asal dan secara berurutan paket data akan mengarah menuju destinasi, performansi AODV bisa dibuktikan dari kondisi awal masing-masing node bergerak (M), melakukan pengiriman (s), penerimaan (r), lalu meneruskan (f), dan menghapus (drop), paket data serta proses *request-reply* hingga terbentuknya tabel *routing* hanya membutuhkan waktu dari detik ke-5 hingga ke-5.019646012 atau hanya dengan selisih 0.019646012 detik.

REFERENSI

- [1] Subir Kumar, T. G. Bassvaraju, and C. Puttamadappa., "Ad Hoc Mobile Wireless Network, Principles, Protocols, and Applications", Auerbach Publications, 2008.
- [2] S.R. Das, C.E. Perkins, E.M. Royer, Infocom 2000, Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings IEEE, Tel Aviv, 1, 2000.
- [3] Klaus Wehrle, Mesut G., and James G., "Modeling and Tools for Network Simulation", Springer, 2010.

