

## **LAMPIRAN A**

**Tabel 1.** Tabel rata-rata *throughput* dengan ketinggian 0-5 meter untuk interval penyensoran 0,5 detik, 1 detik dan 2 detik

Jumlah sensor	0,5 detik	1 detik	2 detik
	<i>Throughput</i> (KBps)	<i>Throughput</i> (KBps)	<i>Throughput</i> (KBps)
4	0	0	0
16	0.124	0.065	0.037
25	0.063	0.032	0.018
49	1.794	1.122	0.625
64	2.475	1.298	0.696
100	2.805	1.864	0.850
144	1.708	1.413	0.668

**Tabel 2.** Tabel rata-rata *delay* dengan ketinggian 0-5 meter untuk interval penyensoran 0,5 detik, 1 detik dan 2 detik

Jumlah sensor	0.5 detik	1 detik	2 detik
	<i>Delay</i> (ms)	<i>Delay</i> (ms)	<i>Delay</i> (ms)
4	0	0	0
16	6	7	11
25	6	7	9
49	61	204	166
64	64	178	129
100	129	139	115
144	266	251	292

**Tabel 3.** Tabel rata-rata *jitter* dengan ketinggian 0-5 meter untuk interval penyensoran 0,5 detik, 1 detik dan 2 detik

Jumlah sensor	0.5 detik	1 detik	2 detik
	<i>Jitter (ms)</i>	<i>Jitter (ms)</i>	<i>Jitter (ms)</i>
4	0	0	0
16	1	1	1
25	1	1	1
49	1	1	1
64	1	1	1
100	0.876	0.950	1
144	1	1	1

**Tabel 4.** Tabel rata-rata *packet loss* dengan ketinggian 0-5 meter untuk interval penyensoran 0,5 detik, 1 detik dan 2 detik

Jumlah sensor	0.5 detik	1 detik	2 detik
	<i>Packet loss (%)</i>	<i>Packet loss (%)</i>	<i>Packet loss (%)</i>
4	100	100	100
16	81	87	87.5
25	96	95	96
49	40	27	29
64	37	36	40
100	54	40.4	52.5
144	80	73	74

**Tabel 5.** Tabel rata-rata *throughput* dengan ketinggian 0-10 meter untuk interval penyensoran 0,5 detik, 1 detik dan 2 detik

Jumlah sensor	0.5 detik	1 detik	2 detik
	<i>Throughput (KBps)</i>	<i>Throughput (KBps)</i>	<i>Throughput (KBps)</i>
4	0	0	0
16	0.121	0.067	0.038
25	0.062	0.034	0.019
49	1.953	1.176	0.640
64	1.931	1.410	0.800
100	2.119	1.656	1.044
144	1.583	1.204	0.394

**Tabel 6.** Tabel rata-rata *delay* dengan ketinggian 0-10 meter untuk interval penyensoran 0,5 detik, 1 detik dan 2 detik

Jumlah sensor	0.5 detik	1 detik	2 detik
	<i>Delay (ms)</i>	<i>Delay (ms)</i>	<i>Delay (ms)</i>
4	0	0	0
16	6	7	9
25	6	6	8
49	53	86	181
64	61	92	177
100	150	162	203
144	270	262	359

**Tabel 7.** Tabel rata-rata *jitter* dengan ketinggian 0-10 meter untuk interval penyensoran 0,5 detik, 1 detik dan 2 detik

Jumlah sensor	0.5 detik	1 detik	2 detik
	<i>Jitter (ms)</i>	<i>Jitter (ms)</i>	<i>Jitter (ms)</i>
4	0	0	0
16	1.003	1.003	1.003
25	1.001	1.001	1.001
49	0.856	0.856	0.856
64	0.732	0.732	0.732
100	0.041	0.041	0.041
144	0.025	0.025	0.025

**Tabel 8.** Tabel rata-rata *packet loss* dengan ketinggian 0-10 meter untuk interval penyensoran 0,5 detik, 1 detik dan 2 detik

Jumlah sensor	0.5 detik	1 detik	2 detik
	<i>Packet loss (%)</i>	<i>Packet loss (%)</i>	<i>Packet loss (%)</i>
4	100	99.40	100
16	87	87	87.50
25	95.70	95.70	96
49	24.70	24.70	27
64	30.50	30.50	31
100	46	47	41.75
144	82	73	67

**Tabel 9.** Tabel perbandingan rata-rata *throughput* dengan variasi ketinggian nodal sensor dan interval penyensoran 0.5 detik, 1 detik dan 2 detik

Jumlah nodal sensor	Rata-rata <i>Throughput</i> (KBps)								
	0 meter			0-5 meter			0-10 meter		
	0.5detik	1 detik	2 detik	0.5 detik	1 detik	2 detik	0.5 detik	1 detik	2 detik
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0.124	0.065	0.037	0.121	0.067	0.038
25	0.065	0.019	0.032	0.063	0.032	0.018	0.062	0.034	0.019
49	1.926	0.688	1.322	1.794	1.122	0.625	1.953	1.176	0.640
64	2.626	0.946	1.578	2.475	1.298	0.696	1.931	1.410	0.800
100	2.686	1.161	2.484	2.805	1.864	0.850	2.119	1.656	1.044
144	-	-	-	1.708	1.413	0.668	1.583	1.204	0.394

**Tabel 10.** Tabel perbandingan rata-rata *delay* dengan variasi ketinggian nodal sensor dan interval penyensoran 0.5 detik, 1 detik dan 2 detik

Jumlah nodal sensor	Rata-rata <i>Delay</i> (ms)								
	0 meter			0-5 meter			0-10 meter		
	0.5detik	1 detik	2 detik	0.5 detik	1 detik	2 detik	0.5 detik	1 detik	2 detik
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	6	7	11	6	7	9
25	6	10	7	6	7	9	6	6	8
49	88	177	126	61	204	166	53	86	181
64	63	116	119	64	178	129	61	92	177
100	149	203	96	129	139	115	150	162	203
144	-	-	-	266	251	292	270	262	359

**Tabel 11.** Tabel perbandingan rata-rata *jitter* dengan variasi ketinggian nodal sensor dan interval penyensoran 0.5 detik, 1 detik dan 2 detik

Jumlah nodal sensor	Rata-rata <i>Jitter</i> (ms)								
	0 meter			0-5 meter			0-10 meter		
	0.5detik	1 detik	2 detik	0.5 detik	1 detik	2 detik	0.5 detik	1 detik	2 detik
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	1	1	1	1.003	1.003	1.003
25	0.002	0.006	0.003	1	1	1	1.001	1.001	1.001
49	0.141	0.294	0.205	1	1	1	0.856	0.856	0.856
64	0.057	0.164	0.209	1	1	1	0.732	0.732	0.732
100	0.220	0.336	0.128	0.876	0.950	1	0.041	0.041	0.041
144	-	-	-	1	1	1	0.025	0.025	0.025

**Tabel 12.** Tabel perbandingan rata-rata *packet loss* dengan variasi ketinggian nodal sensor dan interval penyensoran 0.5 detik, 1 detik dan 2 detik

Jumlah nodal sensor	Rata-rata <i>Packet Loss</i> (%)								
	0 meter			0-5 meter			0-10 meter		
	0.5detik	1 detik	2 detik	0.5 detik	1 detik	2 detik	0.5 detik	1 detik	2 detik
4	100	100	100	100	100	100	100	99.40	100
16	100	100	100	81	87	87.50	87	87	87.50
25	95.66	96.41	96.00	96	95	96	95.70	95.70	96
49	35.47	15.49	23.98	40	27	29	24.70	24.70	27
64	33.16	21.93	18.36	37	36	40	30.50	30.50	31
100	56.13	20.74	35.25	54	40.40	52.50	46	47	41.75
144	0	0	0	80	73	74	82	73	67

## **LAMPIRAN B**



## Instalasi NS-2 dengan Tambahan Modul Mannasim

Perangkat lunak yang digunakan untuk simulasi adalah *Network Simulator* versi 2 (NS-2) dengan penambahan modul Mannasim sebagai pendukung bagi NS-2 untuk melakukan simulasi JSN. Tahapan-tahapan untuk menyiapkan penginstalan perangkat lunak simulasi ini adalah :

1. Melakukan pengunduhan perangkat lunak NS-2 dan modul Mannasim. Perangkat lunak NS-2 dan perangkat lunak Mannasim masing-masing dapat diunduh dari :  
<http://sourceforge.net/projects/nsnam/files/allinone/ns-allinone-2.34/ns-allinone-2.34.tar.gz/download>,  
<http://www.mannasim.dcc.ufmg.br/download/mannasim-patch-ns2.34.tar.gz>.

2. Setelah perangkat lunak tersebut diunduh, tahap selanjutnya adalah pembuatan direktori instalasi NS-2. Direktori instalasi NS-2 dibuat didalam direktori *home* dengan nama *simulasi*. Agar dapat meudahkan dalam proses instalasi perangkat lunak NS-2

```
cd /home/simulasi
```

3. Meletakkan file ns-allinone-2.34.tar.gz pada direktori *simulasi* yang telah dibuat tersebut.
4. Melakukan ekstraksi dari file kompresi ns-allinone-2.34.tar.gz. ekstraksi dapat dilakukan dengan perintah :

```
cd /home/simulation/
```

```
tar -zxvf ns-allinone-2.34.tar.gz
```

perintah pertama merupakan perintah untuk meletakkan terminal konsole pada direktori penyimpanan file ns-allinone-2.34.tar.gz. Perintah kedua merupakan perintah untuk ekstraksi file ns-allinone-2.34.tar.gz. Setelah ekstraksi selesai maka akan terbentuk folder ns-allinone-2.34 yang berisikan kode sumber instalasi terpadu perangkat lunak ns-2 yang akan digunakan.

5. Meletakkan file perangkat lunak mannasim-patch-ns34.tar.gz di dalam folder ns-allinone-2.34.

6. Melakukan ekstraksi terhadap file mannasim-patch-ns229.tar.gz dengan perintah :

```
cd /root/simulation/ns-allinone-2.34/  
tar -xzf mannasim-patch-ns234.tar.gz
```

perintah pertama merupakan perintah untuk memposisikan terminal konsole pada tempat peletakan file kompresi mannasim-patch-ns2.34.tar.gz. Perintah kedua merupakan perintah untuk mengekstraksi file mannasim-patch-ns2.34.tar.gz. Setelah ekstraksi dilakukan, akan terciptakan file mannasim-patch.diff pada folder yang sama.

7. Memodifikasi dan memberikan beberapa modul tambahan Mannasim dan NS-2. Modifikasi dan penambahan ini dilakukan agar NS-2 dapat melakukan simulasi jaringan sensor nirkabel (JSN). Berikut ini cara memodifikasi pada maingg-masing modul.

- a. Masuk pada direktori /home/simulasi/ns-allinone-2.34./otcl-1.13/configure.kemudian buka file configure tersebut dan melakukan perubahan pada bagian berikut ini :

Modul awal  
Linux\*)

```
SHLIB_CFLAGS="-fpic"
```

```
SHLIB_LD="ld -shared"
```

```
SHLIB_SUFFIX=".so"
```

```
DL_LIBS="-ldl"
```

```
SHLD_FLAGS=""
```

Kemudian diubah menjadi  
Linux\*)

```
SHLIB_CFLAGS="-fpic"
```

```
SHLIB_LD="ld -shared"
```

```
SHLIB_SUFFIX=".so"
```

```
DL_LIBS="-ldl"
```

```
SHLD_FLAGS=""
```

- b. Masuk pada direktori /home/simulasi/ns-allinone-2.34/tools/ranvar.cc.  
kemudian membuka file ranvar.cc tersebut dan melakukan perubahan pada  
baris ke 219 berikut ini:

Modul awal

```
return GammaRandomVariable::GammaRandomVariable(1.0 + alpha_,  
beta_).value() * pow (u, 1.0 / alpha_);
```

kemudian diubah menjadi

```
return GammaRandomVariable(1.0 + alpha_, beta_).value() * pow  
(u, 1.0 / alpha_);
```

- c. Masuk pada direktori /home/simulasi/ns-allinone-2.34/mac/mac-802\_11Ext.h.  
kemudian membuka file tersebut dan melakukan penambahan pada line 65  
seperti berikut ini:

```
#include "cstddef"
```

- d. Masuk pada direktori /home/simulasi/ns-allinone-2.34/mobile/nakagami.cc.  
kemudian membuka file tersebut dan melakukan pada bagian berikut ini:

Modul awal

```
if (int_m == m) {  
resultPower = ErlangRandomVariable::ErlangRandomVariable(Pr/m,  
int_m).value();  
} else {  
resultPower = GammaRandomVariable::GammaRandomVariable(m,  
Pr/m).value();
```

```
}  
return resultPower;  
}
```

**Kemudian diubah menjadi**

```
if (int_m == m) {  
  
resultPower = ErlangRandomVariable(Pr/m, int_m).value();  
  
} else {  
  
resultPower = GammaRandomVariable(m, Pr/m).value();  
  
}  
  
return resultPower;  
  
}  
  
}
```

- e. Masuk pada direktori /home/simulasi/ns-allinone-2.34/mannasim/onDemandData.cc. kemudian membuka file tersebut dan melakukan perubahan seperti berikut ini:

```
OnDemandData :: OnDemandData()  
{  
// REAL request type is default.  
OnDemandData::OnDemandData(REAL);  
}
```

- f. Masuk pada direktori /home/simulasi/ns-allinone-2.34/linkstate/ls.h. kemudian membuka file tersebut dan melakukan perubahan pada line 137 seperti berikut ini:

**Modul awal**

```
void eraseAll() { erase(baseMap::begin(), baseMap::end()); }
```

**Kemudian diubah menjadi:**

```
void eraseAll() { this->erase(baseMap::begin(),  
baseMap::end()); }
```

- g. Setelah modul-modul tersebut diubah, maka langkah selanjutnya adalah menyimpan perubahan tersebut dengan cara `sudo apt-get install build-essential autoconf automake libxmu-dev` pada terminal konsol.
8. Setelah semua modifikasi dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan instalasi perangkat lunak ns-2. instalasi dapat dilakukan dengan menggunakan perintah :

```
cd /home/simulation/ns-allinone-2.34/  
./install
```

9. Jika proses instalasi berhasil, maka akan muncul beberapa parameter pada terminal konsole sebagai berikut :

```
# LD_LIBRARY_PATH  
OTCL_LIB=/home/novia/simulasi/ns-allinone-2.34/otcl-1.13  
NS2_LIB=/home/novia/simulasi/ns-allinone-2.34/lib  
X11_LIB=/usr/X11R6/lib  
USR_LOCAL_LIB=/usr/local/lib  
  
export  
LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:$OTCL_LIB:$NS2_LIB:$X11_LI  
B:$USR_LOCAL_LIB  
  
# TCL_LIBRARY  
TCL_LIB=/home/novia/simulasi/ns-allinone-  
2.34/tcl8.4.18/library  
USR_LIB=/usr/lib  
  
export TCL_LIBRARY=$TCL_LIB:$USR_LIB  
  
# PATH  
XGRAPH=/home/novia/simulasi/ns-allinone-  
2.34/bin:/home/novia/simulasi/ns-allinone-
```

```
2.34/tcl8.4.18/unix:/home/novia/simulasi//ns-allinone-  
2.34/tk8.4.18/unix
```

```
NS=/home/novia/simulasi//ns-allinone-2.34/ns-2.34/
```

```
NAM=/home/novia/simulasi/ns-allinone-2.34/nam-1.14/
```

```
PATH=$PATH:$XGRAPH:$NS:$NAM
```

10. Setelah proses instalasi berhasil dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengaturan pada *environment variable* untuk NS-2. hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan perintah :

```
cd
```

```
kwrite ~/.bashrc
```

perintah pertama merupakan perintah untuk meletakkan posisi terminal konsole pada *home directory*. Perintah kedua merupakan perintah untuk membuka file *.bashrc*

11. setelah file *.bashrc* terbuka maka masukkan parameter berikut pada file tersebut ini:

```
# LD_LIBRARY_PATH
```

```
OTCL_LIB=/home/novia/simulasi/ns-allinone-2.34/otcl-1.13
```

```
NS2_LIB=/home/novia/simulasi/ns-allinone-2.34/lib
```

```
X11_LIB=/usr/X11R6/lib
```

```
USR_LOCAL_LIB=/usr/local/lib
```

```
export
```

```
LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:$OTCL_LIB:$NS2_LIB:$X11_LI  
B:$USR_LOCAL_LIB
```

```
# TCL_LIBRARY
```

```
TCL_LIB=/home/novia/simulasi/ns-allinone-2.34/tcl8.4.18/library
```

```
USR_LIB=/usr/lib
```

```
export TCL_LIBRARY=$TCL_LIB:$USR_LIB
```

```
# PATH
```

```
XGRAPH=/home/novia/simulasi/ns-allinone-2.34/bin:/home/novia/simulasi/ns-allinone-2.34/tcl8.4.18/unix:/home/novia/simulasi/ns-allinone-2.34/tk8.4.18/unix
```

```
NS=/home/novia/simulasi/ns-allinone-2.34/ns-2.34/
```

```
NAM=/home/novia/simulasi/ns-allinone-2.34/nam-1.14/
```

```
PATH=$PATH:$XGRAPH:$NS:$NAM
```

parameter-parameter tersebut hanya berfungsi tepat jika lokasi instalasi ns-2 adalah /home/simulasi/ dan versi ns-2 yang digunakan adalah ns-allinone-2.34. Jika instalasi dilakukan pada direktori yang berbeda maka lokasi /home/simulasi/ pada parameter-parameter diatas diganti dengan lokasi penginstalan ns-2.

12. Melakukan implementasi isi dari file .bashrc (posisi terminal konsole harus berada pada *home directory*), hal ini dapat dilakukan dengan perintah :

```
source ~/.bashrc
```

13. Setelah seluruh langkah diatas berhasil dilakukan, maka proses instalasi telah berhasil dilakukan. Untuk menjalankan simulator NS-2 dapat dilakukan dengan mengetikkan perintah berikut pada terminal konsole:

```
ns
```

perintah tersebut dapat dimasukkan dimana saja posisi terminal konsole berada. Jika keluaran dari perintah tersebut adalah tanda “%” (tanpa tanda kutip), maka proses instalasi ns-2 berhasil dan ns-2 siap untuk digunakan. gunakan perintah `exit` untuk keluar dari mode tersebut. Jika timbul pesan kesalahan sebagai keluaran dari perintah diatas, maka dapat dilakukan *restart* pada komputer untuk memperoleh efek perubahan setelah instalasi ns-2. Setelah sistem operasi siap digunakan, dapat dituliskan ulang perintah `ns` untuk menjalankan NS-2. Jika tetap tidak muncul keluaran “%” dimungkinkan terjadi kesalahan pada proses instalasi ns-2 dan harus dilakukan peninjauan kembali.

14. Untuk menjalankan simulasi dengan ns-2 dapat dilakukan dengan menjalankan perintah berikut melalui terminal console :

```
ns < fileSimulasiNs.tcl >
```



## **LAMPIRAN C**

Format *trace file* simulasi menggunakan NS-2 pada Jaringan Sensor Nirkabel.

```
s -t 0.039634818 -Hs 14 -Hd -2 -Ni 14 -Nx 339.63 -Ny 306.80 -Nz 0.00 -Ne  
100.000000 -NI AGT -Nw --- -Ma 0 -Md e000000 -Ms 0 -Mt 0 -Is 14.0 -Id -1.0 -It  
tcp -Il 1 -If 0 -li 0 -Iv 32 -Pn tcp -Ps 0 -Pa 0 -Pf 0 -Po 0.
```

Keterangan :

1.Event Type

s : send  
r : receive  
d : drop  
f : forward

2. General Tag

-t : time

3. Node Property Tags

-Ni : node id  
-Nx : coordinate node X  
-Ny : coordinate node Y  
-Nz : coordinate node Z  
-Ne : node energy level  
-NI : trace file. AGT, RTR, MAC  
-Nw : reason for the node

4. Packet information in level IP

-ls : source address, source port number\

-ld : destination port number

-lt : packet type

-il : packet size

-lf : flow id

-li : iniqui id

-lv : ttl value

#### 5. Next hop info

-Hs : Id for this node

-Hd : Id next hope forward node

#### 6. Packet info pada level MAC

-Ma : Duration

-Md : destination Ethernet address

-Ms : source Ethernet address

-Mt : Ethernet Type

#### 7. Packet info pada level aplikasi

-P arp

-Po : ARP request /Reply

-Pm : src mac address

-Ps : src address

-Pa : destination mac address

-Pd : destination address

-P cbr

-Pi : sequence number

-Pf : how many times this packet forwarded

-Po : optimal number of forward

-p tcp

-Ps : sequency number

-Pa : ack number

-Pf : how many times this packet forwarded

-Po : optimal number forwarded