

# Open Solaris Crossbow Part I

**Lukman Prihandika**

*satriyaningjagat@gmail.com*

*http://brokenz1.wordpress.com*

## **Lisensi Dokumen:**

*Copyright © 2003-2006 IlmuKomputer.Com*

*Seluruh dokumen di IlmuKomputer.Com dapat digunakan, dimodifikasi dan disebarkan secara bebas untuk tujuan bukan komersial (nonprofit), dengan syarat tidak menghapus atau merubah atribut penulis dan pernyataan copyright yang disertakan dalam setiap dokumen. Tidak diperbolehkan melakukan penulisan ulang, kecuali mendapatkan ijin terlebih dahulu dari IlmuKomputer.Com.*

## **Belajar Opensolaris Crossbow atau Virtualisasi Network**

### **Pengenalan Virtualisasi**

Virtualisasi adalah sebuah abstraksi dari perangkat fisik. Perangkat fisik tersebut bisa komputer, prosesor, perangkat jaringan (NIC), memory atau media penyimpanan (storage media) dan memungkinkan perangkat virtual digunakan menjadi perangkat fisik yang sebenarnya. Jadi kerumitan teknis dari perangkat fisik menjadi tersembunyi dan interface yang lebih sederhana sudah disediakan.

Dengan virtualisasi memungkinkan terjadinya multiplexing dimana satu perangkat fisik dibagi antara para pengguna atau request, atau demultiplexing dimana request tunggal terbagi menjadi beberapa perangkat fisik. Virtualisasi sendiri bisa terdiri dari perangkat lunak dan perangkat keras. Dan ketika virtualisasi mensimulasikan seluruh komputer maka hal ini disebut virtualisasi platform. Ketika hanya mensimulasikan sebuah resource seperti perangkat jaringan (NIC) atau media penyimpanan seperti disk maka resource tersebut disebut virtualisasi.

### **Virtualisasi Jaringan**

Virtualisasi jaringan sendiri mengacu pada simulasi sebuah jaringan yang terdiri dari hardware dan perangkat lunak. Virtualisasi network menggabungkan platform dan virtualisasi resource dan dapat external maupun internal.

Virtualisasi external menggabungkan banyak network (lebih enak nyebut network daripada jaringan hehe) kedalam sebuah single network, seperti contohnya VLAN (Virtual LAN). Virtualisasi internal mensimulasikan sebuah network kedalam sebuah box dengan menggunakan feature Solaris Containers dan virtualisasi NIC (VNIC) dan teknologi ini dikembangkan dalam Open Solaris Crossbow Project untuk virtualisasi jaringan.

Pada artikel kali ini saya hanya akan fokus membahas virtualisasi internal jaringan Crossbow. Saya akan menjelaskan bagaimana membangun sebuah jaringan dalam sebuah box, membuat VNIC dan switch dan manage bandwidth VNIC Solaris Containers dan virtual mesin, QoS (Quality of Service) dan monitoring performance serta status virtualisasi jaringan.

Crossbow juga memerlukan NIC yang kompatibel dengan driver arsitektur perangkat baru, Generic LAN Driver versi 3 (GLDv3 atau "Proyek Nemo"), yang diperkenalkan pada Solaris 10 Operating System. Daftar kompatibilitas GLDv3 NIC dapat diperoleh di situs ini:

[http://opensolaris.org/os/project/crossbow/faq/#ipinst\\_which\\_nic](http://opensolaris.org/os/project/crossbow/faq/#ipinst_which_nic)

Virtualisasi crossbow memungkinkan seorang administrator untuk membuat etherstub dan VNIC. Sebuah etherstub adalah perangkat dummy atau pseudo dan berperilaku seperti switch virtual. VNICs dapat dibuat dari etherstub atau NIC fisik. Dalam tulisan ini saya memakai NIC fisik.

Tak seperti logical interface, sebuah VNIC dapat di plumb dan tetap tersedia bahkan jika perangkat fisik down. Setiap VNIC berperilaku seperti NIC fisik dan memiliki resource hardware (Rx / Tx, DMA channels), alamat MAC, kernel threads, dan sistem antrian.

## **Instalasi dan Konfigurasi Virtual Network di Open Solaris**

### **Konfigurasi etherstub**

Untuk membuat etherstub lakukan dengan perintah :

```
root@opensolaris:~# dladm create-etherstub d1
root@opensolaris:~# dladm show-etherstub
LINK
d1
```

### **Konfigurasi VNIC**

Sebuah VNIC bisa kita buat dengan perintah dladm :

Langkah 1,

Lihat dulu list kartu ethernet kita :

```
root@opensolaris:~# dladm show-link
LINK    CLASS  MTU   STATE  OVER
bge0    phys   1500  up     --
```

Langkah 2,

Membuat sebuah VNIC menggunakan perangkat fisik ataupun dummy etherstub, silahkan gunakan salah satu :

```
root@opensolaris:~# dladm create-vnic -l bge0 a2
```

dimana :

- *create-vnic* adalah option dari dladm untuk membuat VNIC
- *bge0* adalah kartu ethernet (saya menggunakan broadcom)
- *a2* adalah ID dari VNIC yang kita buat

atau dengan menggunakan dummy etherstub :

```
root@opensolaris:~# dladm create-vnic -l d1 a2
```

**Note :**

Penamaan sebuah VNIC bisa huruf besar, huruf kecil, angka dan simbol “\_”

Langkah 3,

Untuk melihat VNIC yang sudah kita buat gunakan perintah:

```
root@opensolaris:~# dladm show-vnic
LINK      OVER      SPEED  MACADDRESS      MACADDRTYPE      VID
a1        d1         0      2:8:20:ad:ea:f3  random            0
a2        bge0       100    2:8:20:e5:3:e   random            0
```

jika kita lihat speed dari VNIC sama dengan speed ethernet fisik saya yaitu 100Mbps dan mempunyai alamat MAC 2:8:20:e5:3:e.

Atau bisa dilihat juga dengan perintah show-link

```
root@opensolaris:~# dladm show-link
LINK      CLASS  MTU  STATE  OVER
bge0     phys  1500  up     --
d1       etherstub 9000 unknown --
a1       vnic   9000 unknown d1
a2       vnic   1500 up     bge0
```

Langkah 4,

Plumb dan bringup VNIC yang sudah dibikin (mengaktifkan VNIC)

```
root@opensolaris:~# ifconfig a2 plumb
root@opensolaris:~# ifconfig -a
lo0: flags=2001000849<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST,IPv4,VIRTUAL>
mtu 8232 index 1
    inet 127.0.0.1 netmask ffffffff
bge0: flags=1004843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,DHCP,IPv4> mtu
1500 index 2
    inet 10.10.16.130 netmask ffffffff broadcast 10.10.16.255
    ether 0:1e:ec:10:ce:45
a2: flags=1000842<BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,IPv4> mtu 1500 index 4
    inet 0.0.0.0 netmask 0
```

```
ether 2:8:20:e5:3:e
lo0: flags=2002000849<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST,IPv6,VIRTUAL>
mtu 8252 index 1
inet6 ::1/128
bge0: flags=2004841<UP,RUNNING,MULTICAST,DHCP,IPv6> mtu 1500 index 2
inet6 fe80::21e:ecff:fe10:ce45/10
ether 0:1e:ec:10:ce:45
root@opensolaris:~# ifconfig a2 10.10.16.160 up
root@opensolaris:~# ping 10.10.16.160
10.10.16.160 is alive
```

VNIC a2 berlaku seperti kartu ethernet fisik biasanya, dan bisa kita monitoring dengan ifconfig.

### **Konfigurasi Open Solaris Zone dengan sebuah VNIC**

Sebuah VNIC dapat kita terapkan pada sebuah zone seperti sebuah NIC pada umumnya dengan mengeset *ip-type=exclusive* pada saat konfigurasi zone nanti. Dengan *set ip-type=exclusive* maka zone dapat memiliki IP sendiri serta IP routing table, ARP table, IPsec policies, dan IP filter yang dapat diterapkan di zone. Kita juga dapat menjalankan perintah *ndd* untuk mengatur TCP/IP dengan zone.

Alamat sebuah IP juga dapat kita set setelah zone terinstall dan booting. Langkah seperti ini mirip seperti konfigurasi NIC fisik di zone pada umumnya baik setelah kita menginstall sistem operasi atau setelah kita mengeset perintah *sys-unconfig*.

Berikut langkah-langkah untuk konfigurasi VNIC pada sebuah zone.

Langkah 1,  
Unplumb interface a2 yang telah kita buat sebelumnya.

```
root@opensolaris:~# ifconfig a2 unplumb
```

Langkah 2,  
Kita buat dan install zone tapi tetap jangan lupa set *ip-type=exclusive*.

```
root@opensolaris:~# zonecfg -z a2-zone
a2-zone: No such zone configured
Use 'create' to begin configuring a new zone.
zonecfg:a2-zone> create
zonecfg:a2-zone> set zonename=/export/a2-zone
zonecfg:a2-zone> set ip-type=exclusive
zonecfg:a2-zone> add net
zonecfg:a2-zone:net> set physical=a2
zonecfg:a2-zone:net> end
zonecfg:a2-zone> verify
zonecfg:a2-zone> commit
zonecfg:a2-zone> exit
root@opensolaris:~#
```

**Note :**

Pada saat menginstall zone kita memerlukan koneksi internet karena resource akan di download dari internet.

```
brokenz@opensolaris:~$ pfexec zoneadm -z a2-zone install
A ZFS file system has been created for this zone.
  Publisher: Using opensolaris.org (http://pkg.opensolaris.org/release/).
  Image: Preparing at /export/a2-zone/root.
  Cache: Using /var/pkg/download.
Sanity Check: Looking for 'entire' incorporation.
  Installing: Core System (output follows)
DOWNLOAD                PKGS    FILES  XFER (MB)
Completed                20/20   3021/3021  42.55/42.55

PHASE                    ACTIONS
Install Phase            5747/5747
  Installing: Additional Packages (output follows)
DOWNLOAD                PKGS    FILES  XFER (MB)
Completed                37/37   5598/5598  32.52/32.52

PHASE                    ACTIONS
Install Phase            7329/7329

  Note: Man pages can be obtained by installing SUNWman
Postinstall: Copying SMF seed repository ... done.
Postinstall: Applying workarounds.
  Done: Installation completed in 111.259 seconds.

Next Steps: Boot the zone, then log into the zone console
             (zlogin -C) to complete the configuration process
```

Langkah 3,  
Kita boot Zone yang sudah terinstall.

```
brokenz@opensolaris:~$ pfexec zoneadm -z a1-zone boot
```

Langkah 4,  
Login ke console dengan menggunakan zlogin -C

```
root@opensolaris:~# zlogin -C a2-zone
[Connected to zone 'a2-zone' console]
```

Enter untuk proses selanjutnya dan tekan angka sesuai keinginan anda pada mode di bawah, saya sendiri lebih suka mode ANSI Standart CRT.

```
You did not enter a selection.
What type of terminal are you using?
1) ANSI Standard CRT
2) DEC VT100
```

```
3) PC Console
4) Sun Command Tool
5) Sun Workstation
6) X Terminal Emulator (xterms)
7) Other
Type the number of your choice and press Return: 1
Creating new rsa public/private host key pair
Creating new dsa public/private host key pair
Configuring network interface addresses: a2
```

Set hostname disini saya beri nama a2-zone.

```
- Host Name for a2 -----
Enter the host name which identifies this system on the network. The name
must be unique within your domain; creating a duplicate host name will cause
problems on the network after you install Solaris.

A host name must have at least one character; it can contain letters,
digits, and minus signs (-).

Host name for a2 a2-zone

-----
Esc-2_Continue  Esc-6_Help
```

Set IP address, saya set dengan 10.10.16.160

```
- IP Address for a2 -----
Enter the Internet Protocol (IP) address for this network interface. It
must be unique and follow your site's address conventions, or a
system/network failure could result.

IP addresses contain four sets of numbers separated by periods (for example
129.200.9.1).

IP address for a2 10.10.16.160

-----
Esc-2_Continue  Esc-6_Help
```

Kita pilih yes untuk set subnet IP di bawah ini karena kalau pilih no akan berakibat tidak bisa berkomunikasi dengan sistem lain,

```
- Subnet for a2 -----  
On this screen you must specify whether this system is part of a subnet. If  
you specify incorrectly, the system will have problems communicating on the  
network after you reboot.  
  
> To make a selection, use the arrow keys to highlight the option and  
press Return to mark it [X].  
  
System part of a subnet  
-----  
[X] Yes  
[ ] No  
  
-----  
Esc-2_Continue  Esc-6_Help
```

Subnet saya set kelas C, bagi yang belum mengenal subnetting mungkin harus membaca dulu tentang bab subnetting dan saya tidak menjelaskan disini karena sudah banyak tutorialnya di internet apalagi tulisan om Onno tuh.

```
- Netmask for a2 -----  
On this screen you must specify the netmask of your subnet. A default  
netmask is shown; do not accept the default unless you are sure it is  
correct for your subnet. A netmask must contain four sets of numbers  
separated by periods (for example 255.255.255.0).  
  
Netmask for a1 255.255.255.0  
  
-----  
Esc-2_Continue  Esc-6_Help
```

Saya set no untuk mode Ipv6 karena memang belum butuh dan belum pengen riset tentang Ipv6, mungkin lain kali aja saya mau nyobain.

```
- IPv6 for a2 -----  
Specify whether or not you want to enable IPv6, the next generation Internet  
Protocol, on this network interface. Enabling IPv6 will have no effect if  
this machine is not on a network that provides IPv6 service. IPv4 service  
will not be affected if IPv6 is enabled.  
  
> To make a selection, use the arrow keys to highlight the option and  
press Return to mark it [X].  
  
Enable IPv6 for a2  
-----  
[ ] Yes  
[X] No  
  
-----  
Esc-2_Continue  Esc-6_Help
```

Set X pada Detect one upon reboot demi kemudahan :).

```
- Set the Default Route for a2 -----  
To specify the default route, you can let the software try to detect one  
upon reboot, you can specify the IP address of the router, or you can choose  
None. Choose None if you do not have a router on your subnet.  
  
> To make a selection, use the arrow keys to select your choice and press  
Return to mark it [X].  
  
Default Route for a2  
-----  
[X] Detect one upon reboot  
[ ] Specify one  
[ ] None  
  
-----  
Esc-2_Continue  Esc-6_Help
```

Sekarang perhatikan informasi dibawah ini, jika sudah benar maka lanjut ke sesi berikutnya.

```
Confirm Information for a2 -----
> Confirm the following information. If it is correct, press F2;
to change any information, press F4.

      Host name: a2-zone
      IP address: 10.10.16.160
System part of a subnet: Yes
      Netmask: 255.255.255.0
      Enable IPv6: No
      Default Route: Detect one upon reboot

-----
Esc-2_Continue  Esc-4_Change  Esc-6_Help
```

Disini saya tidak menggunakan Kerberos, bagi yang belum tahu silahkan tanya mbah google saja.

```
Configure Security Policy: -----
Specify Yes if the system will use the Kerberos security mechanism.

Specify No if this system will use standard UNIX security.

Configure Kerberos Security
-----
[ ] Yes
[X] No

-----
Esc-2_Continue  Esc-6_Help
```

Oke lanjut saja karena disini tidak memakai Kerberos.

```
Confirm Information -----
> Confirm the following information. If it is correct, press F2;
to change any information, press F4.

Configure Kerberos Security: No

-----
Esc-2_Continue  Esc-4_Change  Esc-6_Help
```

Disini pilih salah satu service dan saya pilih defaultnya saja NIS+.

```
Name Service -----
On this screen you must provide name service information. Select the name
service that will be used by this system, or None if your system will either
not use a name service at all, or if it will use a name service not listed
here.

> To make a selection, use the arrow keys to highlight the option
and press Return to mark it [X].

Name service
-----
[X] NIS+
[ ] NIS
[ ] DNS
[ ] LDAP
[ ] None

-----
Esc-2_Continue  Esc-6_Help
```

Set Domain name.

```
Domain Name -----
On this screen you must specify the domain where this system resides. Make
sure you enter the name correctly including capitalization and punctuation.

Domain name: angora

-----
Esc-2_Continue  Esc-6_Help
```

Disini pilih find one saja untuk pencarian name server.

```
Name Server -----
On this screen you must specify how to find a name server for this system.
You can let the software try to find one, or you can specify one. The
software can find a name server only if it is on your local subnet.

> To make a selection, use the arrow keys to highlight the option and
press Return to mark it [X].

Name server
-----
[X] Find one
[ ] Specify one

-----
Esc-2_Continue  Esc-6_Help
```

Perhatikan lagi informasi di bawah ini, jika sudah benar lanjut lagi.

```
Confirm Information -----
> Confirm the following information. If it is correct, press F2;
to change any information, press F4.

Name service: NIS+
Domain name: anggora
Name server: Find one

-----
Esc-2_Continue  Esc-4_Change  Esc-6_Help
```

Kalau error seperti ini ulang lagi saja press Esc-2.

```
System Identification Error -----
The following error occurred while trying to set up the NIS binding
directory for domain anggora to facilitate automatic server location:
Setting up NIS+ client ...
.

> Press F2 to dismiss this message.

-----
Esc-2_OK  Esc-6_Help
```

Sesi ini pilih saja Use the NFSv4 domain derived by the system.

```
NFSv4 Domain Name -----
NFS version 4 uses a domain name that is automatically derived from the
system's naming services. The derived domain name is sufficient for most
configurations. In a few cases, mounts that cross domain boundaries might
cause files to appear to be owned by "nobody" due to the lack of a common
domain name.

The current NFSv4 default domain is: "anggora"

NFSv4 Domain Configuration
-----
[ X ] Use the NFSv4 domain derived by the system
[ ] Specify a different NFSv4 domain

-----
Esc-2_Continue  Esc-6_Help
```

Konfirmasi dibawah apakah sudah benar, jika yakin lanjut lagi saja.

```
Confirm Information for NFSv4 Domain -----
> Confirm the following information. If it is correct, press F2;
to change any information, press F4.

NFSv4 Domain Name: << Value to be derived dynamically >>

-----
Esc-2_Continue  Esc-4_Change  Esc-6_Help
```

Pilih benua dan negara anda.

```
- Time Zone -----  
On this screen you must specify your default time zone. You can specify a  
time zone in three ways: select one of the continents or oceans from the  
list, select other - offset from GMT, or other - specify time zone file.  
  
> To make a selection, use the arrow keys to highlight the option and  
press Return to mark it [X].  
  
Continents and Oceans  
-----  
- [ ] Africa  
| [ ] Americas  
| [ ] Antarctica  
| [ ] Arctic Ocean  
| [X] Asia  
| [ ] Atlantic Ocean  
| [ ] Australia  
| [ ] Europe  
v [ ] Indian Ocean  
  
-----  
Esc-2_Continue Esc-6_Help
```

```
- Country or Region -----  
> To make a selection, use the arrow keys to highlight the option and  
press Return to mark it [X].  
  
Countries and Regions  
-----  
^ [ ] China  
| [ ] Cyprus  
| [ ] East Timor  
| [ ] Georgia  
| [ ] Hong Kong  
| [ ] India  
| [X] Indonesia  
| [ ] Iran  
| [ ] Iraq  
| [ ] Israel  
| [ ] Japan  
| [ ] Jordan  
v [ ] Kazakhstan  
  
-----  
Esc-2_Continue Esc-6_Help
```

Pilih wilayah anda next dan periksa apakah sudah benar time zone jika sudah next dan setting password root (hati-hati jangan sampai lupa).

```
Time Zone -----
> To make a selection, use the arrow keys to highlight the option and
  press Return to mark it [X].

Time zones
-----
[X] Java & Sumatra
[ ] west & central Borneo
[ ] east & south Borneo, Celebes, Bali, Nusa Tenggara, west Timor
[ ] Irian Jaya & the Moluccas

-----
Esc-2_Continue  Esc-6_Help
```

```
Confirm Information -----
> Confirm the following information. If it is correct, press F2;
  to change any information, press F4.

Time zone: Java & Sumatra
          (Asia/Jakarta)

-----
Esc-2_Continue  Esc-4_Change  Esc-6_Help
```

```
Root Password -----
Please enter the root password for this system.

The root password may contain alphanumeric and special characters. For
security, the password will not be displayed on the screen as you type it.

> By default, a root password is REQUIRED.
> If you do not want a root password, leave both entries blank
> and edit /etc/default/login to include PASSREQ=NO before
> rebooting.

Root password: *****
Root password: *****

-----
Esc-2_Continue  Esc-6_Help
```

Sampai disini kita sudah selesai untuk konfigurasi zone, kemudian login menggunakan user root dan password yang sudah anda set. Terlihat screen di bawah sudah berhasil login ke zone yang sudah di konfigurasi.

```
System identification is completed.
a1-zone console login: root
Password:
Nov 10 19:08:32 a1-zone login: ROOT LOGIN /dev/console
Sun Microsystems Inc. SunOS 5.11 snv_111b November 2008
root@a1-zone:~#
```

Periksa interface a2 dengan *ifconfig -a* dan dengan perintah *netstat -a -I a2 10*.

```
root@a2-zone:~# ifconfig -a
lo0: flags=2001000849<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST,IPv4,VIRTUAL>
mtu 8232 index 1
    inet 127.0.0.1 netmask ff000000
a2:
flags=4001000862<BROADCAST,NOTRAILERS,RUNNING,MULTICAST,IPv4,
DUPLICATE> mtu 1500 index 2
    inet 10.10.16.160 netmask fffffff0 broadcast 10.10.16.255
    ether 2:8:20:e5:3:e
lo0: flags=2002000849<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST,IPv6,VIRTUAL>
mtu 8252 index 1
    inet6 ::1/128

root@a2-zone:~# netstat -a -I a2 10
    input  a2      output   input (Total)  output
packets  errs  packets  errs  colls  packets  errs  packets  errs  colls
30362  0    63      0      0      30373  0    74      0      0
74     0    0        0      0      74     0    0        0      0
92     0    0        0      0      92     0    0        0      0
```

Set IP, TCP, UDP dengan perintah *ndd* jika masih penasaran dengan command *ndd* bisa dengan *man ndd*. Jika sudah selesai coba cek dengan ping.

```
root@a2-zone:~# ndd /dev/tcp
name to get/set ? tcp_time_wait_interval
value ? 1000
name to get/set ? tcp_time_wait_interval
value ?
length ?
1000
name to get/set ?
root@a2-zone:~#
root@opensolaris:~# ping 10.10.16.160
10.10.16.160 is alive
root@a2-zone:~# ping 10.10.16.101
10.10.16.101 is alive
```

Dunia virtualisasi tak sekedar virtualisasi semata, namun lebih dari itu virtualisasi didesain untuk melengkapi kekurangan dari kenyataan yang ada (dalam hal interface khususnya). Artikel Open Solaris Crossbow part I saya akhiri sampai disini, pembahasan selanjutnya saya akan menerangkan Open Solaris Crossbow dengan Managing Bandwith, Monitoring VNIC Performance, dan menggunakan Virtualisasi Network. Tulisan saya kali mungkin masih banyak kesalahan maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca sekalian.

## Referensi

- Nagendra, Nagarajayya, “Getting Started with Open Solaris Project Crossbow or Network Virtualization”, 2008, Sun Microsystems, Inc.
- Website Open Solaris :  
<http://www.opensolaris.org/os/project/crossbow>
- GLDv3 architecture blog:  
[http://blogs.sun.com/sunay/entry/the\\_solaris\\_networking\\_the\\_magic#mozTocId767708](http://blogs.sun.com/sunay/entry/the_solaris_networking_the_magic#mozTocId767708)
- dladm man page:  
<http://dlc.sun.com/osol/netvirt/downloads/20080310/dladm.1m.txt>

## Biografi Penulis



**Lukman Prihandika.** Lahir di Ngawi, 23 April 1987. Baru saja menyelesaikan kuliah di jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi di Politeknik Negeri Bandung (POLBAN) pada tahun 2009. Penulis juga aktif menggalakkan opensource di kampus dengan mengadakan workshop dan seminar serta menjadi creator event-event di Himatel (Himpunan Mahasiswa Telekomunikasi) Polban.

Saat ini menjadi OSUM (Open Source University Meetup) Leader di Polban dan OSUG (Open Solaris User Group Bandung) Leader II di wilayah Bandung dan bekerja di salah satu operator telekomunikasi di Indonesia Div. IP Network.

Dengan latar belakang dari dunia telekomunikasi penulis mencoba berbagi ilmu yang berkaitan dengan jaringan, operating system, VoIP. Penulis juga sudah memegang sertifikat Sun Certified Solaris Associated.

Informasi lebih lanjut mengenai penulis :

Email : [satriyaningjagat@gmail.com](mailto:satriyaningjagat@gmail.com)

YM : lukman\_anggoraku

Skype : lukman\_brokenz

Blog : <http://brokenz1.wordpress.com>