

Pengukuran Kecepatan Proses pada *High Performance Computing (HPC) Cluster Server*

Rio Hendri¹, Simon Siregar², Ismail³

^{1,2,3}Teknik Komputer Politeknik Telkom

¹alfazeztfaster@gmail.com, ²ssr@politekniktelkom.ac.id, ³ism@politekniktelkom.ac.id

Abstrak

Meskipun biasanya dibangun dari *cluster* komputer server, superkomputer juga dapat dibangun dari *cluster* komputer personal (*Personal Computer* atau PC). Dalam penelitian ini, dilakukan *benchmarking* terhadap *cluster* komputer yang terdiri dari 6 PC dengan masing-masing memiliki spesifikasi Intel Pentium 4 3.00GHz, RAM 1GB dan antarmuka jaringan Gigabit Ethernet. Perangkat lunak yang digunakan untuk *benchmark* adalah Linpack. Hasil yang didapat adalah kecepatan *cluster* maksimal 14,62GFlops. Hasil ini lebih tinggi dibanding dengan *cluster* pembanding yang dibangun dari 4 PC AMD Athlon K7 dan 8 PC Intel Pentium 3.

Kata kunci: *High Performance Computing (HPC)*, *server cluster*, *Linpack*

Abstract

Although supercomputers are usually built from cluster of computer servers, it could also be built from cluster of personal computers (PCs). In this research, a cluster built from 6 PCs, with each has specification of Intel Pentium 4 3.00 GHz processor, 1GB RAM, and Gigabit Ethernet network interface, was benchmarked using Linpack software. It is shown that cluster reached 14.62GFlops. It is higher than those of clusters built from 4 AMD Athlon K7 and 8 Intel Pentium 3.

Keywords: *High Performance Computing (HPC)*, *cluster server*, *Linpack*

1. Pendahuluan

Superkomputer digunakan untuk melakukan komputasi yang memerlukan sumber daya tinggi. Contohnya, melakukan penghitungan matematika seperti perkalian matriks dengan jumlah elemen jutaan, penghitungan ilmiah seperti memetakan kode DNA, dan melakukan proses rendering animasi 3D.

Superkomputer biasanya dibangun dari *cluster* komputer server. Akan tetapi, superkomputer juga dapat dibangun dari *cluster* komputer personal (*Personal Computer* atau PC).

Dalam penelitian ini, dilakukan *benchmark* terhadap *cluster* 6 PC yang masing-masing memiliki spesifikasi sebagai berikut.

Prosesor : Intel Pentium 4 3.00 GHz
RAM : 1GB
Ethernet : Gigabit Ethernet

Benchmark dilakukan menggunakan perangkat lunak Linpack. Hasil yang didapat adalah *cluster* mencapai kecepatan maksimum 14,62GFlops.

Susunan paper ini adalah sebagai berikut. Di bagian 2 diuraikan mengenai *benchmarking cluster* menggunakan Linpack. Selanjutnya bagian 3 membahas rancangan jaringan serta perangkat yang digunakan untuk membangun *cluster*. Bagian 4 berisi hasil pengujian dan terakhir ditutup oleh simpulan di bagian 5.

2. *Benchmark* Komputer Cluster

Baker [1] menyebutkan bahwa “A ‘*commodity cluster*’ is a local computing system comprising a set of independent computers and a network interconnecting them.”

Komputer *cluster* dibagi menjadi beberapa tipe sesuai dengan tujuannya, yaitu

- A. *High Performance Computing (HPC)*: *Cluster* yang dibuat dengan tujuan untuk mencapai tingkat kinerja komputer tinggi dengan bekerja secara paralel
- B. *Load Balancing*: *Cluster* yang dibuat dengan tujuan untuk membagi beban suatu layanan. Dengan komputer *cluster*, beban keseluruhan disebarkan ke komputer-komputer yang ada di dalam *cluster*.
- C. *High Availability (HA)*. *Cluster* yang dibuat untuk tujuan menyediakan layanan pengganti saat satu mesin mengalami kegagalan dalam melayani permintaan.

Komputer-komputer dalam suatu *cluster* dihubungkan dengan menggunakan jaringan lokal (*Local Area Network* atau LAN).

Situs Top500 (<http://www.top500.org>) mendaftarkan 500 superkomputer tercepat untuk tipe HPC. Perangkat yang digunakan untuk melakukan *benchmark* adalah Linpack.

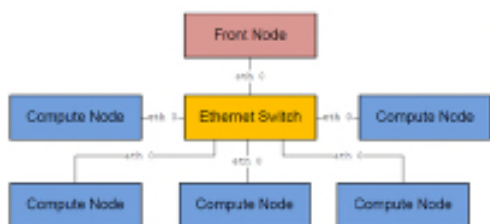
Algoritma yang digunakan Linpack untuk *benchmark* adalah dengan cara menguji superkom-

puter menyelesaikan persamaan linear orde n : $\mathbf{Ax} = \mathbf{b}$ menggunakan metode faktorisasi LU (*Lower Upper*) [2]. Dengan kata lain, algoritma ini menguji komputer untuk melakukan perkalian matrik dengan koefisien bilangan *real*. Algoritma ini memiliki kecepatan $O(n^3)$ [3].

Oleh karena koefisien dalam perkalian matriks adalah bilangan *real*, operasi matematika yang dilakukan adalah operasi matematika terhadap tipe data *floating point*. Jumlah operasi *floating point* inilah yang akan menjadi nilai yang menentukan kecepatan suatu superkomputer. Satuan yang digunakan adalah flops atau *floating point operations per second*.

3. Perancangan Komputer Cluster

Komputer *cluster* yang dibangun berada dalam satu LAN. Gambar 1 merupakan rancangan *logical* jaringan untuk *cluster* yang dibangun.



Gambar 1. Jaringan *Logical* Komputer *Cluster* yang Dibangun

Spesifikasi dari komputer *node* ditunjukkan oleh Tabel 1.

TABEL 1
SPESIFIKASI KOMPUTER NODE

Komponen	Nilai
CPU Speed	3,00 GHz
CPU Model	Intel Pentium 4
SCSI Device	SATA WDC, 80GB
RAM	1GB Visipro
Ethernet Controller	D-Link System, Inc., RTL8139 Ethernet
Motherboard	Asus

Adapun spesifikasi komputer untuk *front node* ditunjukkan oleh Tabel 2.

TABEL 2
SPESIFIKASI FRONT NODE

Komponen	Nilai
CPU Speed	3,00 GHz
CPU Model	Intel Pentium 4
SCSI Device	SATA WDC, 80GB
RAM	2GB Visipro
Ethernet Controller	D-Link System Inc., RTL8139 Ethernet
Motherboard	Asus

Spesifikasi dari perangkat jaringan yang digunakan ditunjukkan oleh Tabel 3.

TABEL 3
SPESIFIKASI PERANGKAT JARINGAN

Komponen	Model
NIC	Gigabit NIC dengan PXE
Switch	Allied Telesys Gigabit Ethernet
Kabel	UTP Cat 5e

4. Pengujian

Konfigurasi untuk Linpack yang digunakan untuk proses *benchmark* dapat dilihat di Gambar 2. Adapun hasil pengujian dapat dilihat di Gambar 3.

Dalam bentuk tabel, Gambar 3 dapat dituliskan seperti di Tabel 4 berikut. Dalam Tabel 4 juga diperlihatkan hasil *benchmark* untuk *cluster* lain.

TABEL 4
TABEL HASIL BENCHMARK (GFlops) [4]

Jumlah Operasi	6 node Intel Pentium 4	8 node Intel PIII 550MHz (512 MB)	4 node Athlon K7 500Mhz (256 MB)
1000	3,647	N/A	N/A
5000	10,19	2,32	1,73
10000	12,05	2,58	1,95
15000	13,62	2,72	N/A
20000	14,01	2,73	N/A
25000	14,62	N/A	N/A

5. Simpulan

Telah ditunjukkan bahwa *benchmark* Linpack menghasilkan hasil kecepatan paling tinggi 14,62Gflops. Kecepatan ini lebih tinggi dibandingkan dengan komputer *cluster* yang dibangun dari 8 *node* Intel Pentium III ataupun 4 *node* AMD Athlon K7. Sebagai informasi, superkomputer tercepat saat paper ini dibuat adalah Tianhe-2 milik China yang mampu mencapai kecepatan 33.862,7 Glops.

Daftar Pustaka

- [1] Baker, Mark, *Cluster Computing White Paper*, University of Portsmouth, UK, 2000
- [2] <http://www.netlib.org/benchmark/hpl> [diakses 28 April 2010 jam 10.00]
- [3] Dongarra, Jack J., *The LINPACK Benchmark: An Explanation*, Argonne National Laboratory, 1988
- [4] <http://www.netlib.org/benchmark/hpl/results.html> [diakses 28 Juni 2013]

```

HPLinpack benchmark input file
Innovative Computing Laboratory, University of Tennessee
HPL.out output file name (if any)
8      device out (6=stdout,7=stderr,file)
1      # of problems sizes (N)
10240  Ns
1      # of NBs
128    NBs
0      PMAP process mapping (0=Row-,1=Column-major)
1      # of process grids (P x Q)
1      Ps
2      Qs
16.0   threshold
1      # of panel fact
2      PFACTs (0=left, 1=Crout, 2=Right)
1      # of recursive stopping criterium
4      NBMINs (>= 1)
1      # of panels in recursion
2      NDIVs
1      # of recursive panel fact.
1      RFACTs (0=left, 1=Crout, 2=Right)
1      # of broadcast
1      BCASTs (0=1rg,1=1rM,2=2rg,3=2rM,4=Lng,5=LnM)
1      # of lookahead depth
1      DEPTHS (>=0)
2      SWAP (0=bin-exch,1=long,2=mix)
64     swapping threshold
0      L1 in (0=transposed,1=no-transposed) form
0      U in (0=transposed,1=no-transposed) form
1      Equilibration (0=no,1=yes)
8      memory alignment in double (> 0)
##### This line (no. 32) is ignored (it serves as a separator). #####
0      Number of additional problem sizes for PTRANS
1200 10000 30000      values of N
0      number of additional blocking sizes for PTRANS
40 9 8 13 13 20 16 32 64      values of NB
    
```

Gambar 2. HPL.dat, file konfigurasi untuk Linpack

T/V	N	NB	P	Q	Time	Gflops
WR11C2R4	1000	64	2	3	0.18	3.647e+00
Ax-b _∞ / (eps * (A _∞ * x _∞ + b _∞) * N) = 0.0064841 PASSED						
T/V	N	NB	P	Q	Time	Gflops
WR11C2R4	5000	64	2	3	8.18	1.019e+01
Ax-b _∞ / (eps * (A _∞ * x _∞ + b _∞) * N) = 0.0049301 PASSED						
T/V	N	NB	P	Q	Time	Gflops
WR11C2R4	10000	64	2	3	55.34	1.205e+01
Ax-b _∞ / (eps * (A _∞ * x _∞ + b _∞) * N) = 0.0048660 PASSED						
T/V	N	NB	P	Q	Time	Gflops
WR11C2R4	15000	64	2	3	165.26	1.362e+01
Ax-b _∞ / (eps * (A _∞ * x _∞ + b _∞) * N) = 0.0045720 PASSED						
T/V	N	NB	P	Q	Time	Gflops
WR11C2R4	20000	64	2	3	380.69	1.401e+01
Ax-b _∞ / (eps * (A _∞ * x _∞ + b _∞) * N) = 8.5610905 PASSED						
T/V	N	NB	P	Q	Time	Gflops
WR11C2R4	25000	64	2	3	712.37	1.462e+01
Ax-b _∞ / (eps * (A _∞ * x _∞ + b _∞) * N) = 10.2239216 PASSED						

Gambar 3. Hasil *Benchmark*