

## BAB V

### PENGUJIAN DAN ANALISIS

Untuk mengetahui apakah sistem bekerja dengan baik dan sesuai dengan perancangan, maka diperlukan serangkaian pengujian. Pengujian yang dilakukan dalam bab ini adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh penggunaan jumlah komputer *slave* terhadap waktu proses komputasi paralel program permainan catur dengan tingkat kedalaman yang bervariasi.
2. Peningkatan kecepatan diukur dengan membandingkan waktu proses komputasi tunggal dengan waktu proses komputasi paralel.
3. Pengaruh penambahan tingkat kedalaman terhadap kinerja prosesor pada proses komputasi paralel program permainan catur.

#### 5.1 Pengujian Pengaruh Penggunaan Jumlah Komputer *Slave* terhadap Waktu Proses Komputasi dengan Tingkat Kedalaman yang Bervariasi

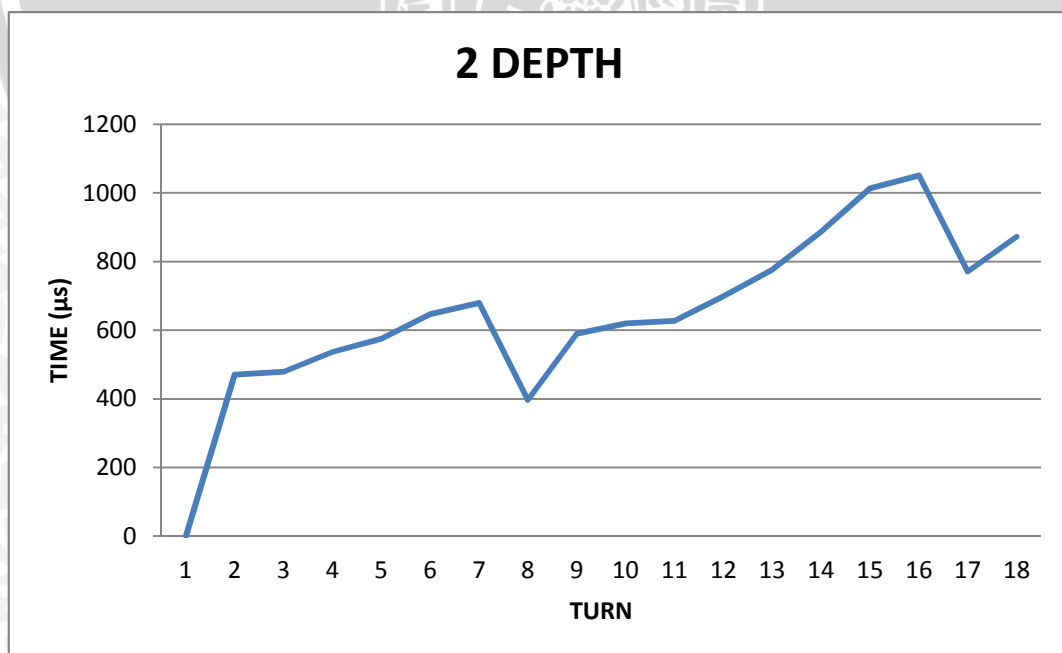
Pengujian dijalankan di komputer *slave* dengan variasi jumlah *slave* adalah 1, 2, dan 4 komputer. *Depth* yang digunakan adalah 2, 4, dan 6. Pengujian dilakukan dengan menjalankan skrip *single.c* untuk 1 komputer dan *multiple.c* untuk 2 dan 4 komputer dari *front-end*.

**Tabel 5.1** Hasil Pengujian dengan Menggunakan 1 Komputer *Slave* dengan 2 *Depth*

2 Depth	
Turn	Processing Time ( $\mu$ s)
1	0
2	470
3	479
4	537
5	575
6	647
7	679
8	397
9	590
10	620
11	627
12	699
13	776
14	886
15	1013
16	1050
17	771
18	872

Sumber: Pengujian

Gambar 5.1 memperlihatkan grafik waktu proses komputasi menggunakan 1 komputer *slave* dengan 2 *depth*.

**Gambar 5.1** Grafik Waktu Proses Komputasi Menggunakan 1 *Slave* dengan 2 *Depth*

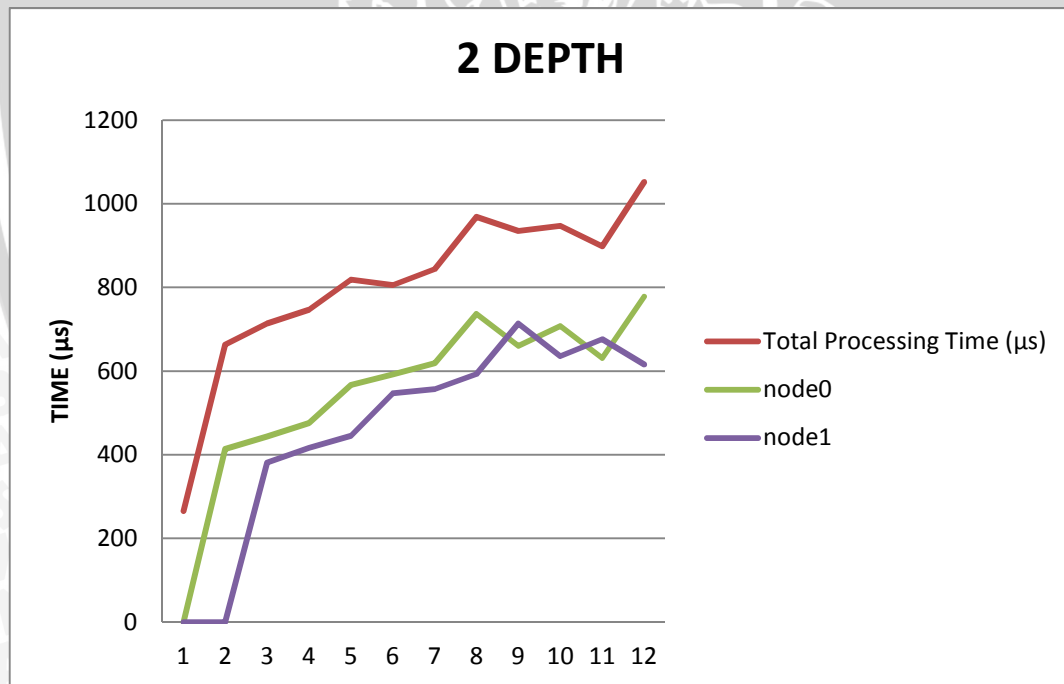
Sumber: Pengujian

**Tabel 5.2** Hasil Pengujian dengan Menggunakan 2 Komputer *Slave* dengan 2 *Depth*

2 Depth				
Turn	Total Processing Time ( $\mu$ s)	node0	node1	
1	265	0	0	
2	663	414	0	
3	714	444	381	
4	747	476	416	
5	819	567	445	
6	806	592	547	
7	844	619	557	
8	969	737	593	
9	935	660	714	
10	947	708	636	
11	898	631	676	
12	1052	778	616	

Sumber: Pengujian

Gambar 5.2 memperlihatkan grafik waktu proses komputasi menggunakan 2 komputer *slave* dengan 2 *depth*.

**Gambar 5.2** Grafik Waktu Proses Komputasi Menggunakan 2 *Slave* dengan 2 *Depth*

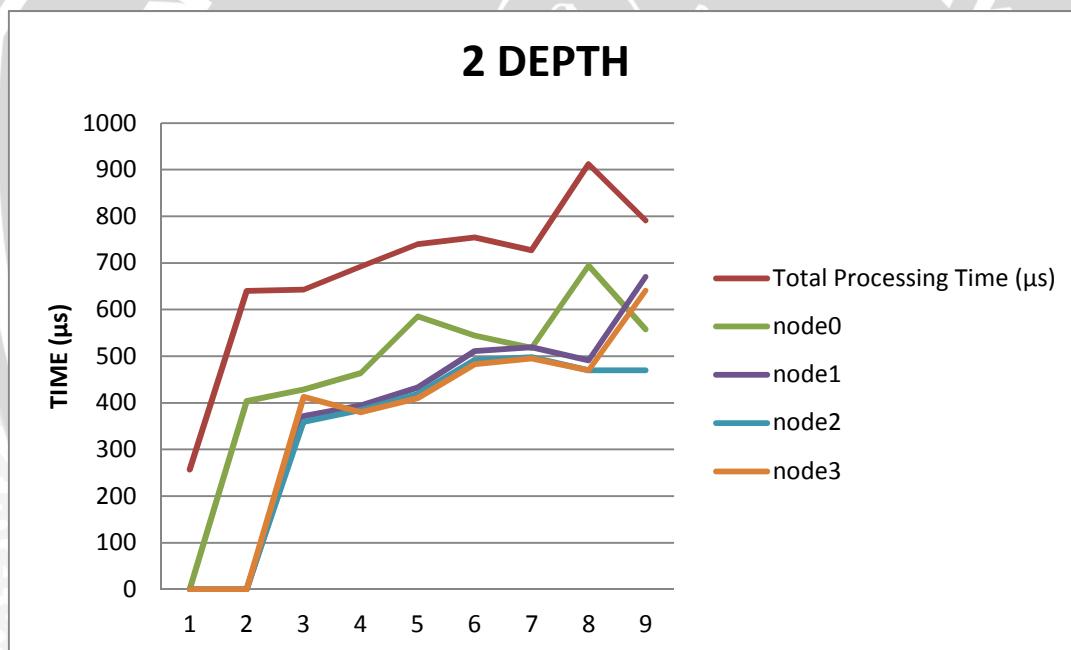
Sumber: Pengujian

**Tabel 5.3** Hasil Pengujian dengan Menggunakan 4 Komputer *Slave* dengan 2 *Depth*

2 Depth						
Turn	Total Processing Time ( $\mu$ s)	node0	node1	node2	node3	
1	257	0	0	0	0	
2	640	404	0	0	0	
3	643	429	372	359	413	
4	692	464	394	385	380	
5	740	585	433	419	410	
6	755	544	511	492	483	
7	727	518	519	498	495	
8	912	694	491	470	470	
9	791	558	670	470	641	

Sumber: Pengujian

Gambar 5.3 memperlihatkan grafik waktu proses komputasi menggunakan 4 komputer *slave* dengan 2 *depth*.

**Gambar 5.3** Grafik Waktu Proses Komputasi Menggunakan 4 *Slave* dengan 2 *Depth*

Sumber: Pengujian

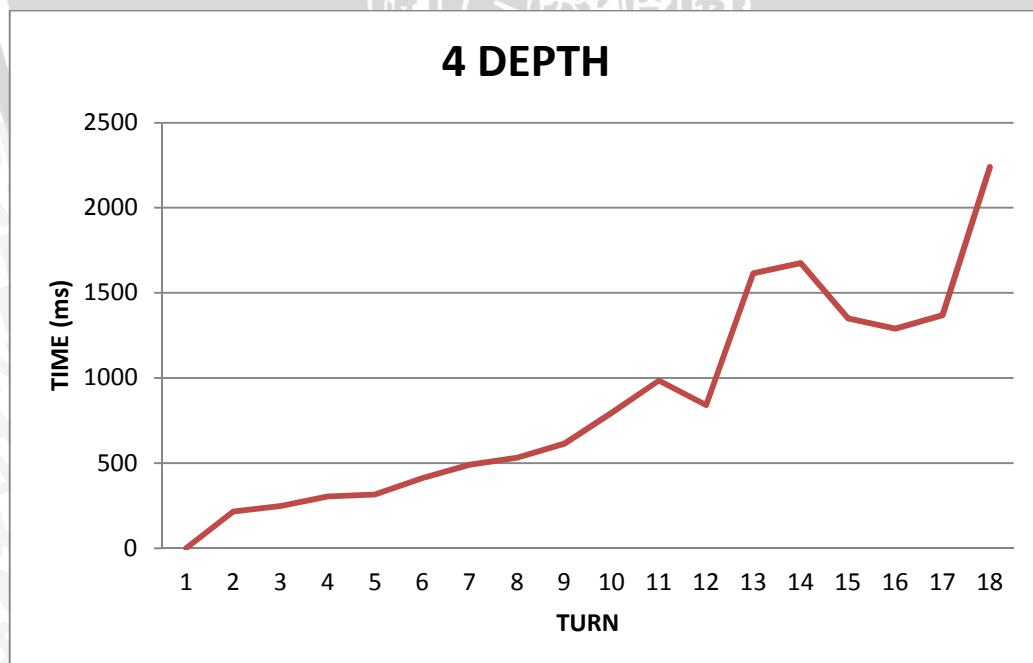
**Tabel 5.4** Hasil Pengujian dengan Menggunakan 1 Komputer *Slave* dengan 4 *Depth*

4 Depth	
Turn	Processing Time (ms)
1	0
2	215,122
3	248,281
4	303,588
5	314,608
6	410,508
7	490,926
8	532,342
9	615,179
10	794,31
11	985,688
12	839,364
13	1615,882
14	1674,759
15	1349,327
16	1289,254
17	1369,154
18	2238,993

Sumber: Pengujian

Catatan: satuan waktu diubah dari ( $\mu$ s) ke (ms)

Gambar 5.4 memperlihatkan grafik waktu proses komputasi menggunakan 1 komputer *slave* dengan 4 *depth*.

**Gambar 5.4** Grafik Waktu Proses Komputasi Menggunakan 1 *Slave* dengan 4 *Depth*

Sumber: Pengujian

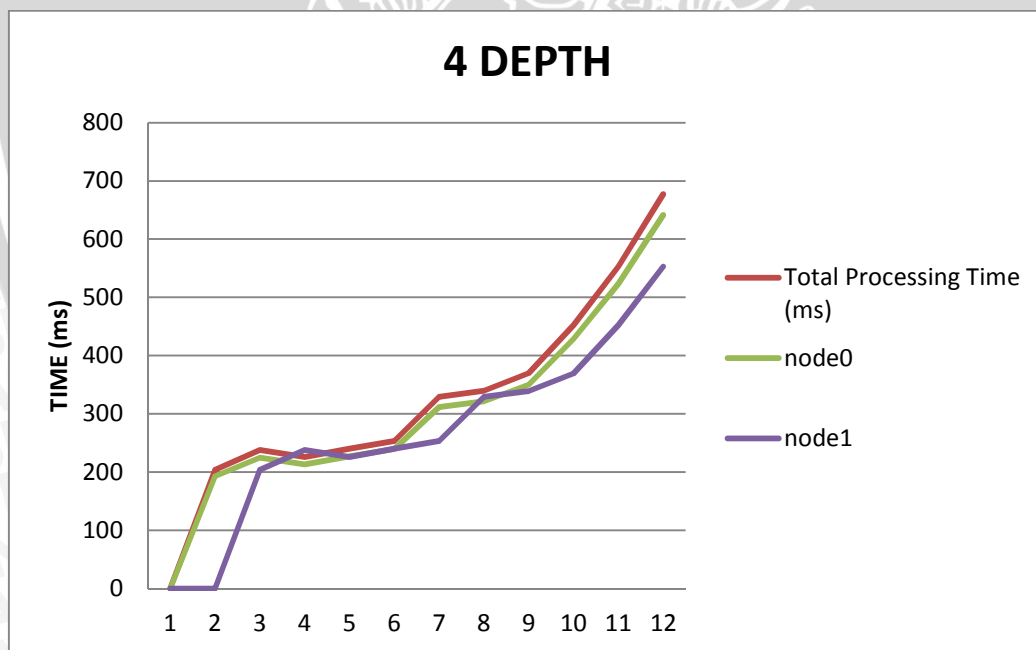
**Tabel 5.5** Hasil Pengujian dengan Menggunakan 2 Komputer *Slave* dengan 4 *Depth*

4 Depth			
Turn	Total Processing Time (ms)	node0	node1
1	0,261	0	0
2	203,884	192,886	0
3	238,028	224,928	203,646
4	225,922	213,48	237,772
5	240,393	227,133	225,719
6	253,457	239,738	240,144
7	329,381	311,792	253,152
8	339,557	321,424	329,127
9	369,762	350	339,267
10	452,407	428,652	369,495
11	553,1	523,322	452,113
12	677,031	641,599	552,832

Sumber: Pengujian

Catatan: satuan waktu diubah dari ( $\mu$ s) ke (ms)

Gambar 5.5 memperlihatkan grafik waktu proses komputasi menggunakan 2 komputer *slave* dengan 4 *depth*.

**Gambar 5.5** Grafik Waktu Proses Komputasi Menggunakan 2 *Slave* dengan 4 *Depth*

Sumber: Pengujian

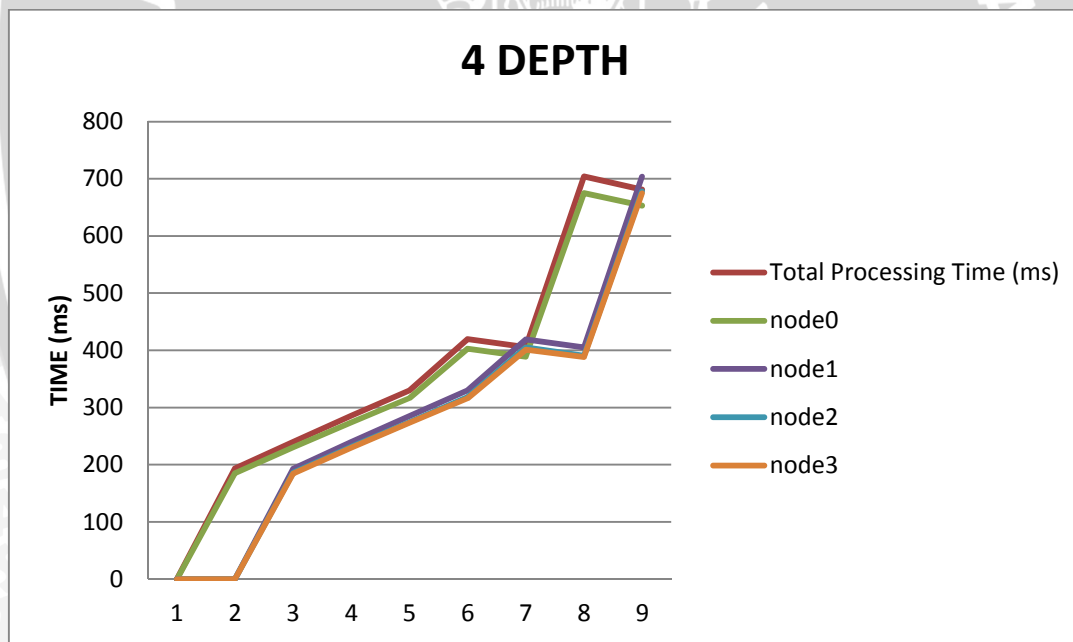
**Tabel 5.6** Hasil Pengujian dengan Menggunakan 4 Komputer *Slave* dengan 4 *Depth*

4 Depth					
Turn	Total Processing Time (ms)	node0	node1	node2	node3
1	0,2	0	0	0	0
2	193,238	185,078	0	0	0
3	240,144	230,425	193,004	185,97	184,673
4	285,753	273,878	239,917	231,695	229,957
5	330,275	316,78	285,508	274,813	273,657
6	419,48	402,651	329,979	318,26	316,252
7	405,658	388,998	419,195	404,912	401,213
8	703,966	674,85	405,369	390,631	388,371
9	680,994	653,121	703,665	677,911	674,248

Sumber: Pengujian

Catatan: satuan waktu diubah dari ( $\mu$ s) ke (ms)

Gambar 5.6 memperlihatkan grafik waktu proses komputasi menggunakan 4 komputer *slave* dengan 4 *depth*.

**Gambar 5.6** Grafik Waktu Proses Komputasi Menggunakan 4 *Slave* dengan 4 *Depth*

Sumber: Pengujian

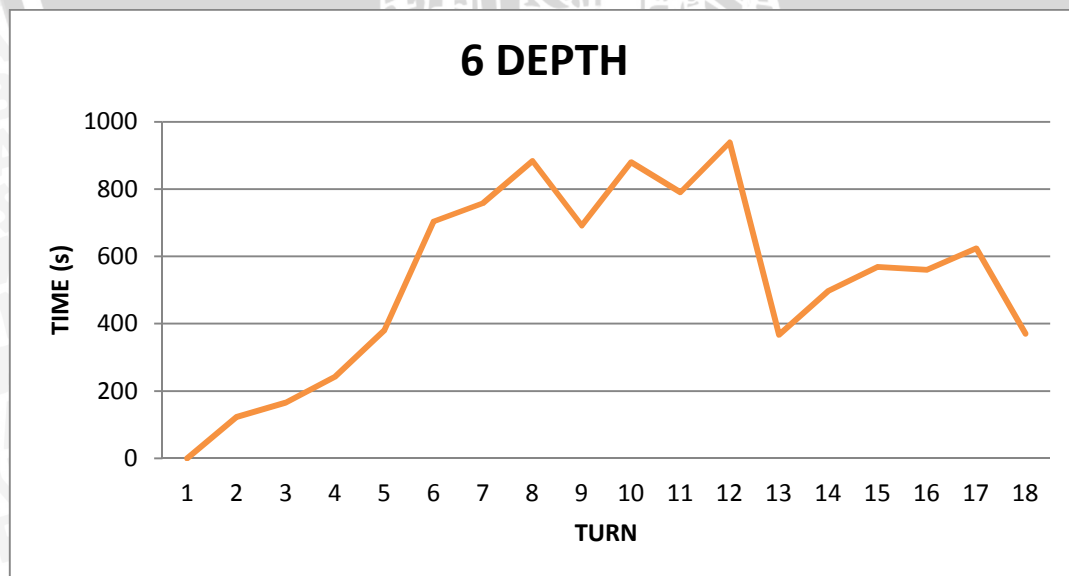
**Tabel 5.7** Hasil Pengujian dengan Menggunakan 1 Komputer *Slave* dengan 6 *Depth*

6 Depth	
Turn	Processing Time (s)
1	0
2	122,785941
3	165,418157
4	242,727288
5	380,727838
6	703,580709
7	758,059865
8	883,738411
9	691,65548
10	879,531773
11	790,316562
12	938,743562
13	367,046538
14	497,323149
15	568,558328
16	560,062114
17	624,177522
18	370,020645

Sumber: Pengujian

Catatan: satuan waktu diubah dari ( $\mu$ s) ke (s)

Gambar 5.7 memperlihatkan grafik waktu proses komputasi menggunakan 1 komputer *slave* dengan 6 *depth*.

**Gambar 5.7** Grafik Waktu Proses Komputasi Menggunakan 1 *Slave* dengan 6 *Depth*

Sumber: Pengujian



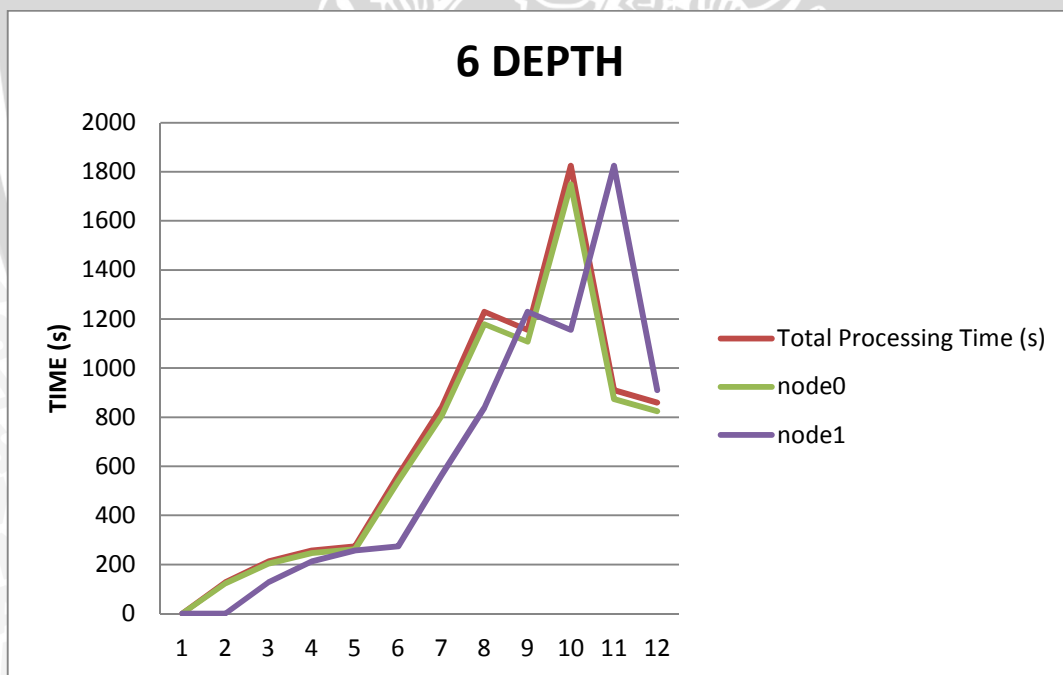
**Tabel 5.8** Hasil Pengujian dengan Menggunakan 2 Komputer *Slave* dengan 6 *Depth*

6 Depth			
Turn	Total Processing Time (s)	node0	node1
1	0,000209	0	0
2	128,634115	123,262329	0
3	212,378645	203,713809	128,631236
4	257,705188	247,069666	212,374015
5	274,612701	262,937396	257,699675
6	563,676697	540,187501	274,606761
7	838,594655	804,002449	563,664818
8	1230,545974	1179,35537	838,577029
9	1155,941925	1107,852238	1230,520198
10	1825,174096	1748,989002	1155,917674
11	911,166897	873,588244	1825,135938
12	859,467335	824,044757	911,14783

Sumber: Pengujian

Catatan: satuan waktu diubah dari ( $\mu$ s) ke (s)

Gambar 5.8 memperlihatkan grafik waktu proses komputasi menggunakan 2 komputer *slave* dengan 6 *depth*.

**Gambar 5.8** Grafik Waktu Proses Komputasi Menggunakan 2 *Slave* dengan 6 *Depth*

Sumber: Pengujian

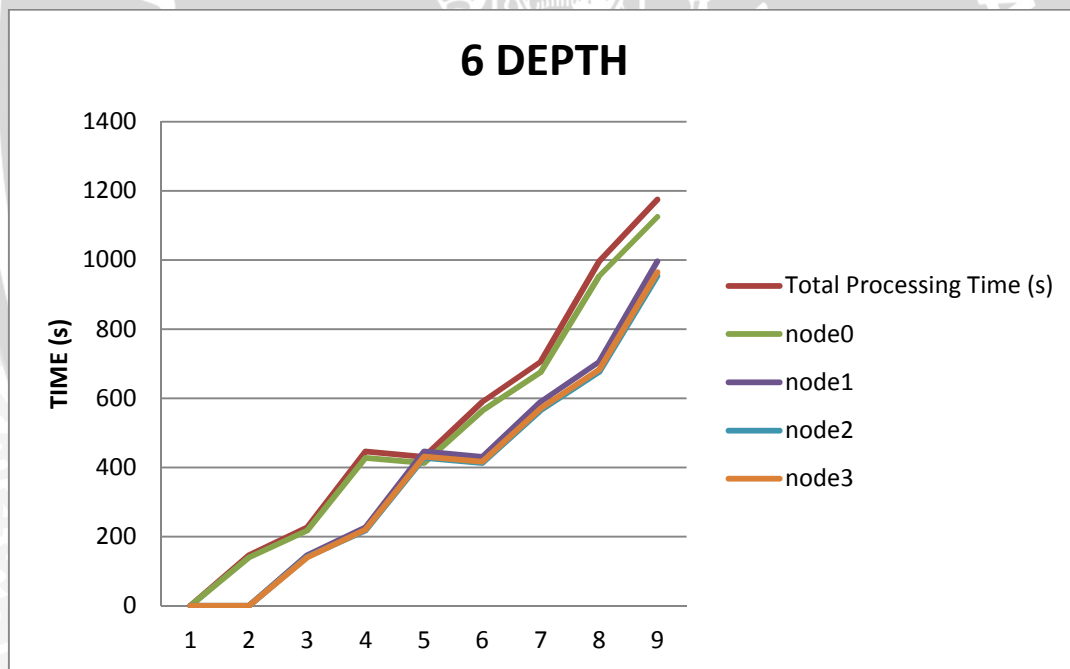
**Tabel 5.9** Hasil Pengujian dengan Menggunakan 4 Komputer *Slave* dengan 6 *Depth*

6 Depth					
Turn	Total Processing Time (s)	node0	node1	node2	node3
1	0,000157	0	0	0	0
2	146,275471	140,0054	0	0	0
3	227,312936	217,6495	146,2722	141,7281	140,0609
4	446,28251	427,5676	227,308	217,7295	220,1939
5	430,962161	412,8869	446,2731	427,7205	431,9729
6	589,40938	564,2036	430,953	412,9439	417,0257
7	705,401727	675,2012	589,3969	564,4095	570,8278
8	995,768317	953,4129	705,3868	675,7346	682,5826
9	1174,76377	1124,508	995,7474	954,1035	964,5747

Sumber: Pengujian

Catatan: satuan waktu diubah dari ( $\mu$ s) ke (s)

Gambar 5.9 memperlihatkan grafik waktu proses komputasi menggunakan 4 komputer *slave* dengan 6 *depth*.

**Gambar 5.9** Grafik Waktu Proses Komputasi Menggunakan 4 *Slave* dengan 6 *Depth*

Sumber: Pengujian

Tabel 5.10 memperlihatkan waktu paling lama dalam proses komputasi dengan menggunakan 1, 2, dan 4 komputer *slave*.

**Tabel 5.10** Waktu Terlama Proses Komputasi dengan Jumlah *Slave* yang Berbeda

<i>Depth</i>	Jumlah <i>Slave</i>	<i>Processing Time (Longest)</i>	Node0	Node1	Node2	Node3
2	1	1.050 $\mu$ s	-	-	-	-
	2	1.052 $\mu$ s	778	714	-	-
	4	912 $\mu$ s	694	670	498	641
4	1	2.238.993 $\mu$ s	-	-	-	-
	2	677.031 $\mu$ s	641.559	552.832	-	-
	4	703.966 $\mu$ s	674.850	703.665	677.911	674.248
6	1	938.743.562 $\mu$ s	-	-	-	-
	2	1.230.545.974 $\mu$ s	1.748.989.002	1.825.135.938	-	-
	4	1.174.763.770 $\mu$ s	1.124.508.045	995.747.396	954.103.481	964.574.693

Sumber: Pengujian

Dari hasil pengujian, dapat dilihat bahwa semakin besar tingkat kedalaman, waktu proses komputasi yang dibutuhkan juga semakin lama. Seperti pada pengujian menggunakan 1 komputer *slave* dengan jumlah *depth* 2, 4, dan 6, waktu paling lama dalam proses komputasinya adalah 1050  $\mu$ s, 2.238.993  $\mu$ s, dan 938.743.562  $\mu$ s. Pada pengujian menggunakan 2 komputer *slave* dengan jumlah *depth* 2, 4, dan 6, waktu paling lama dalam proses komputasinya adalah 1052  $\mu$ s, 677.031  $\mu$ s, dan 1.230.545.974  $\mu$ s. Pada pengujian menggunakan 4 komputer *slave* dengan jumlah *depth* 2, 4, dan 6, waktu paling lama dalam proses komputasinya adalah 912  $\mu$ s, 703.966  $\mu$ s, dan 1.174.763.770  $\mu$ s.

Jika kita melihat menurut tingkat kedalaman, semakin banyak komputer *slave* yang digunakan, waktu proses komputasi yang dibutuhkan semakin pendek pada tiap *node* komputer *slave*. Kecuali pada pengujian menggunakan 2 dan 4 komputer *slave* dengan jumlah *depth* 4, terjadi penurunan pada proses komputasi. Terjadinya penurunan disebabkan karena jumlah bidak yang dimiliki oleh Hitam dalam jumlah sedikit, sehingga menyebabkan komputer berpikir lama.

## 5.2 Perbandingan Waktu Proses Komputasi Tunggal dengan Waktu Proses Komputasi Paralel

Dari hasil pengujian, jika waktu proses komputasi tunggal dibandingkan dengan waktu proses komputasi paralel, maka akan menghasilkan peningkatan kecepatan  $S$  (*speedup*). Sesuai dengan persamaan:<sup>[4]</sup>

$$S(p) = \frac{ts}{tp}$$

Tabel 5.2 menjelaskan peningkatan kecepatan pada pemrosesan paralel permainan catur di *cluster* Beowulf.

**Tabel 5.11** Peningkatan Kecepatan pada Setiap *Depth*

Depth	Peningkatan Kecepatan	Keterangan
2	0,998	1 <i>slave</i> dibandingkan dengan 2 <i>slave</i>
	1,151	1 <i>slave</i> dibandingkan dengan 4 <i>slave</i>
4	3,307	1 <i>slave</i> dibandingkan dengan 2 <i>slave</i>
	3,180	1 <i>slave</i> dibandingkan dengan 4 <i>slave</i>
6	0,762	1 <i>slave</i> dibandingkan dengan 2 <i>slave</i>
	0,799	1 <i>slave</i> dibandingkan dengan 4 <i>slave</i>

Sumber: Pengujian

- waktu proses pada 1 komputer *slave* dibandingkan dengan waktu proses pada 2 komputer *slave* dengan 2 *depth*

$$S(p) = \frac{1.050 \mu\text{s}}{1.052 \mu\text{s}} = 0,998$$

- waktu proses pada 1 komputer *slave* dibandingkan dengan waktu proses pada 4 komputer *slave* dengan 2 *depth*

$$S(p) = \frac{1.050 \mu\text{s}}{912 \mu\text{s}} = 1,151$$

- waktu proses pada 1 komputer *slave* dibandingkan dengan waktu proses pada 2 komputer *slave* dengan 4 *depth*

$$S(p) = \frac{2.238.993 \mu\text{s}}{677.031 \mu\text{s}} = 3,307$$

- waktu proses pada 1 komputer *slave* dibandingkan dengan waktu proses pada 4 komputer *slave* dengan 4 *depth*

$$S(p) = \frac{2.238.993 \mu\text{s}}{703.966 \mu\text{s}} = 3,180$$

- waktu proses pada 1 komputer *slave* dibandingkan dengan waktu proses pada 2 komputer *slave* dengan 6 *depth*

$$S(p) = \frac{938.743.562 \mu s}{1.230.545.974 \mu s} = 0,762$$

- waktu proses pada 1 komputer *slave* dibandingkan dengan waktu proses pada 4 komputer *slave* dengan 6 *depth*

$$S(p) = \frac{938.743.562 \mu s}{1.174.763.770 \mu s} = 0,799$$



**Gambar 5.10** Grafik Peningkatan Kecepatan dengan Jumlah *Depth* 2

Sumber: Pengujian



**Gambar 5.11** Grafik Peningkatan Kecepatan dengan Jumlah *Depth* 4

Sumber: Pengujian

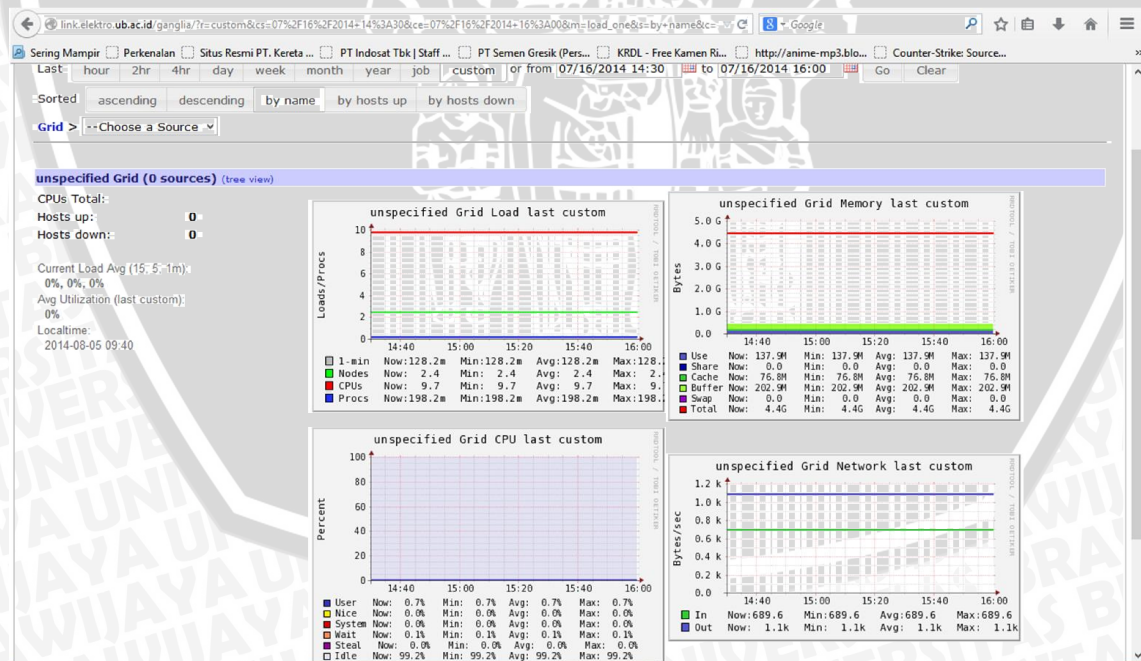


Gambar 5.12 Grafik Peningkatan Kecepatan dengan Jumlah *Depth* 6

Sumber: Pengujian

### 5.3 Penambahan Tingkat Kedalaman terhadap Kinerja Prosesor pada Proses Komputasi Paralel Program Permainan Catur

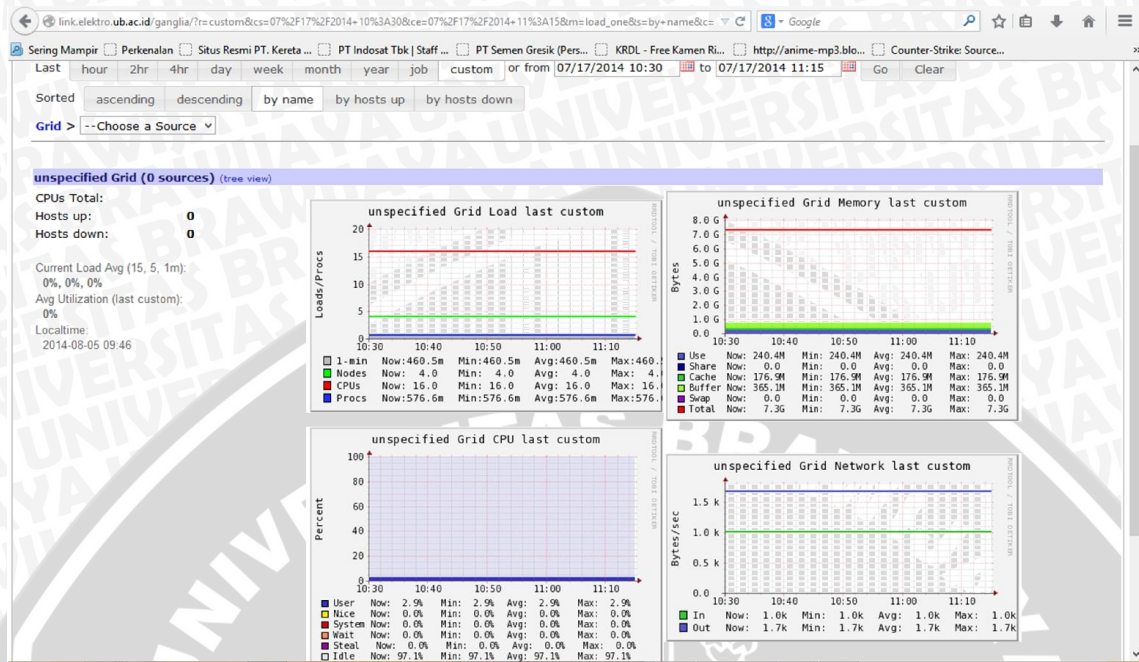
Gambar 5.13 memperlihatkan kinerja prosesor pada proses komputasi menggunakan 1 komputer *slave* dengan 2 *depth*.



Gambar 5.13 Kinerja Prosesor pada Proses Komputasi 1 *Slave* dengan 2 *Depth*

Sumber: Pengujian

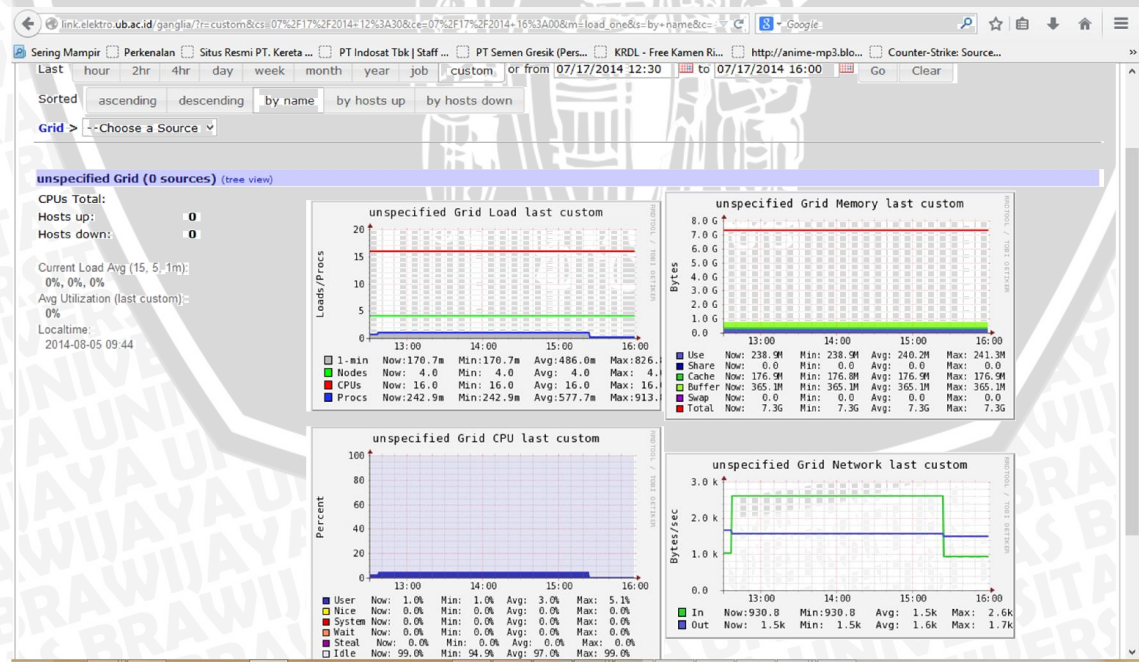
Gambar 5.14 memperlihatkan kinerja prosesor pada proses komputasi menggunakan 1 komputer *slave* dengan 4 *depth*.



Gambar 5.14 Kinerja Prosesor pada Proses Komputasi 1 *Slave* dengan 4 *Depth*

Sumber: Pengujian

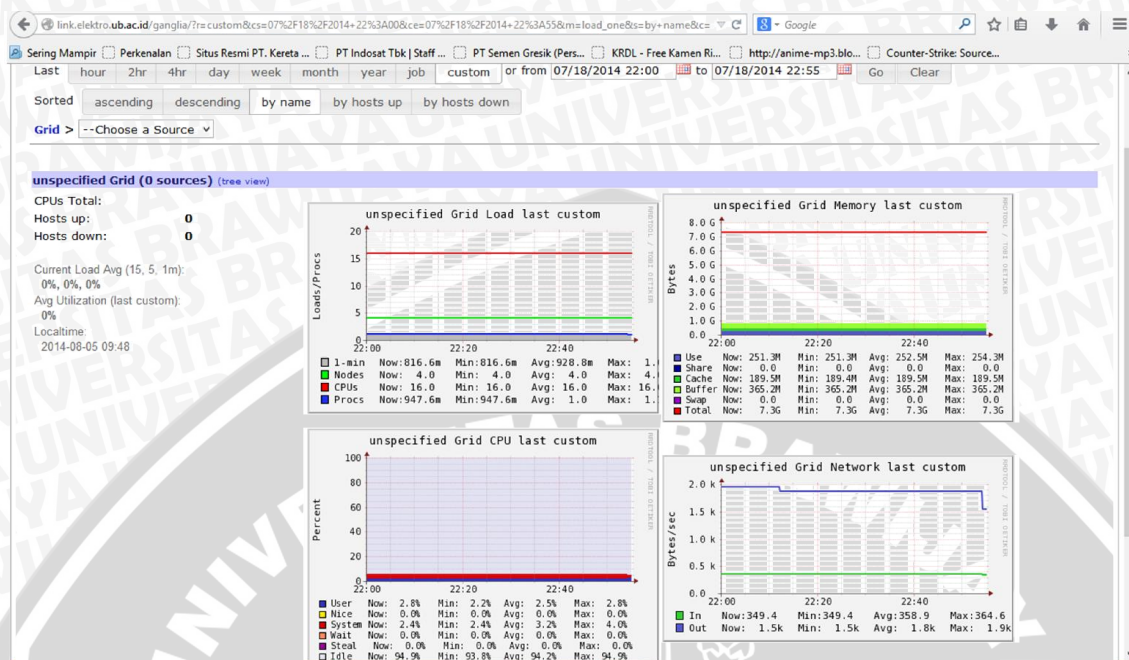
Gambar 5.15 memperlihatkan kinerja prosesor pada proses komputasi menggunakan 1 komputer *slave* dengan 6 *depth*.



Gambar 5.15 Kinerja Prosesor pada Proses Komputasi 1 *Slave* dengan *Depth* 6

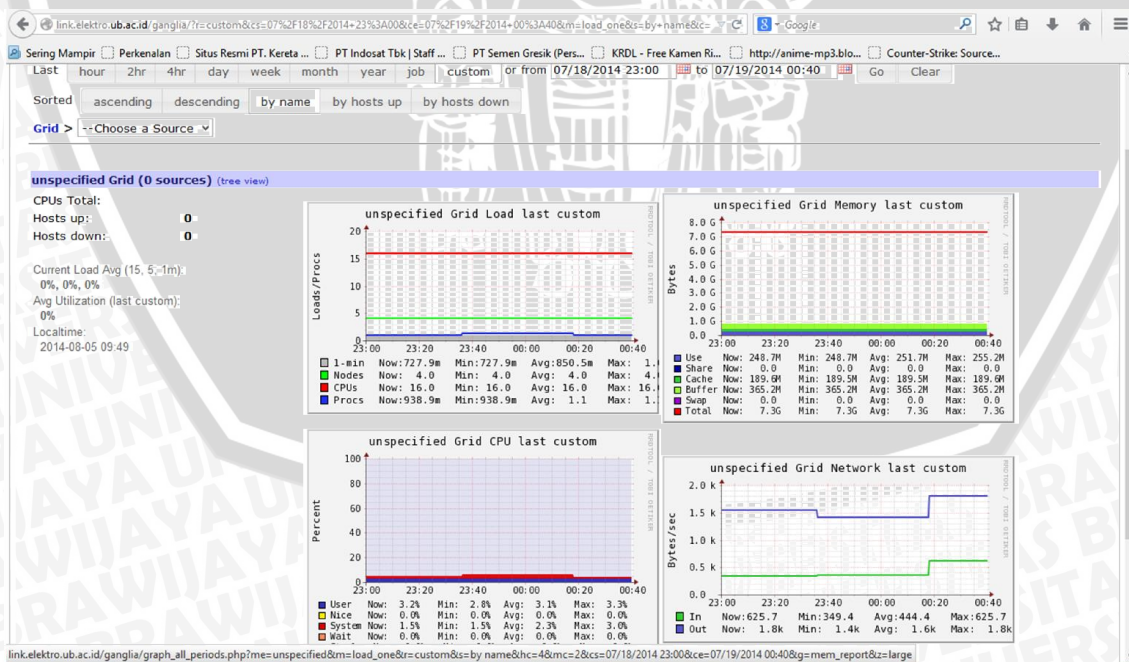
Sumber: Pengujian

Gambar 5.16 memperlihatkan kinerja prosesor pada proses komputasi menggunakan 2 komputer *slave* dengan 2 *depth*.



Gambar 5.16 Kinerja Prosesor pada Proses Komputasi 2 *Slave* dengan 2 *Depth*  
Sumber: Pengujian

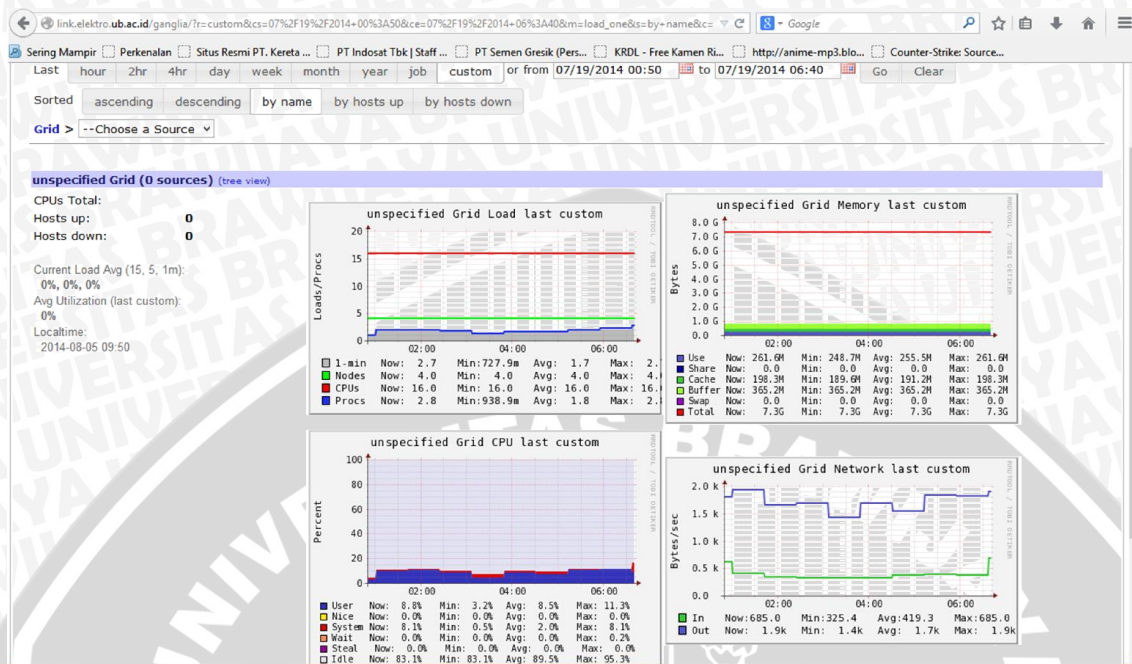
Gambar 5.17 memperlihatkan kinerja prosesor pada proses komputasi menggunakan 2 komputer *slave* dengan 4 *depth*.



Gambar 5.17 Kinerja Prosesor pada Proses Komputasi 2 *Slave* dengan 4 *Depth*  
Sumber: Pengujian



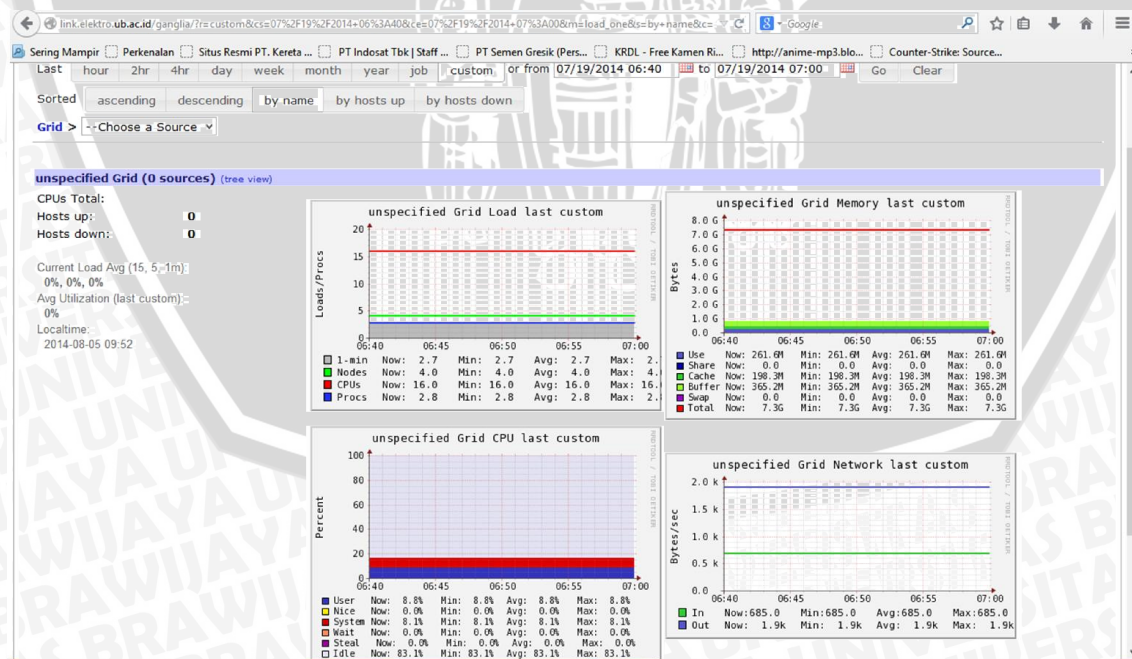
Gambar 5.18 memperlihatkan kinerja prosesor pada proses komputasi menggunakan 2 komputer *slave* dengan 6 *depth*.



Gambar 5.18 Kinerja Prosesor pada Proses Komputasi 2 *Slave* dengan 6 *Depth*

Sumber: Pengujian

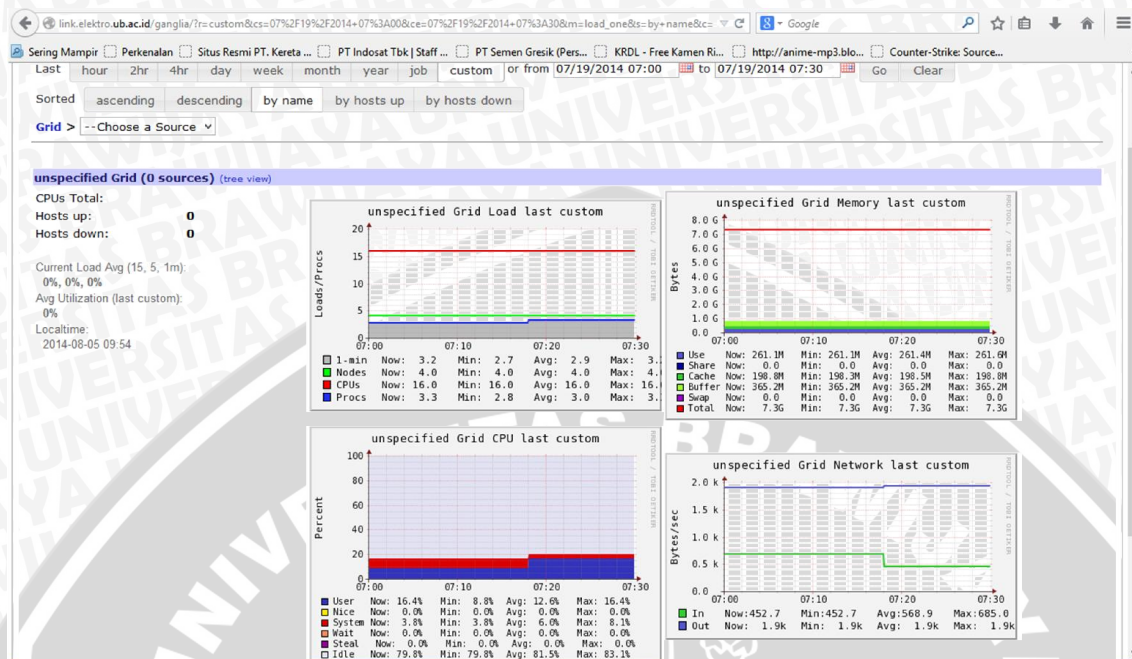
Gambar 5.19 memperlihatkan kinerja prosesor pada proses komputasi menggunakan 4 komputer *slave* dengan 2 *depth*.



Gambar 5.19 Kinerja Prosesor pada Proses Komputasi 4 *Slave* dengan 2 *Depth*

Sumber: Pengujian

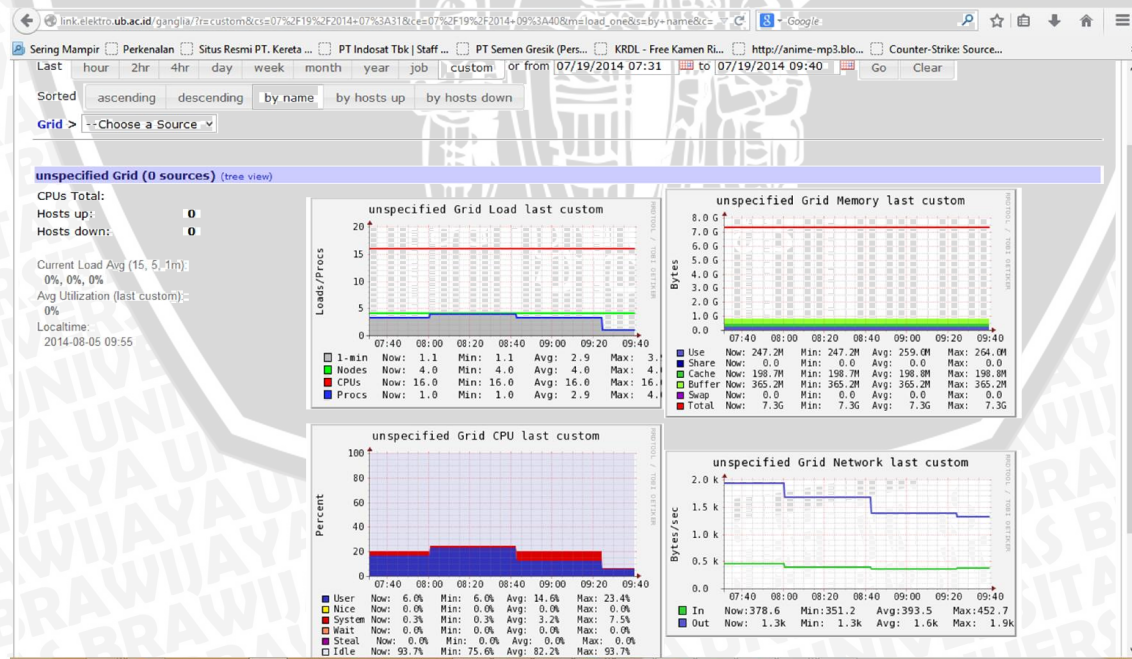
Gambar 5.20 memperlihatkan kinerja prosesor pada proses komputasi menggunakan 4 komputer *slave* dengan 4 *depth*.



Gambar 5.20 Kinerja Prosesor pada Proses Komputasi 4 *Slave* dengan 4 *Depth*

Sumber: Pengujian

Gambar 5.21 memperlihatkan kinerja prosesor pada proses komputasi menggunakan 4 komputer *slave* dengan 6 *depth*.



Gambar 5.21 Kinerja Prosesor pada Proses Komputasi 4 *Slave* dengan 6 *Depth*

Sumber: Pengujian