

**EVALUASI KINERJA KOMPUTASI ALIRAN DAYA TIGA FASA
MEMANFAATKAN TEKNOLOGI VIRTUALISASI DI *DATA CENTER*
UNIVERSITAS LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

DONNI CERPIN PASARIBU



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

EVALUASI KINERJA KOMPUTASI ALIRAN DAYA TIGA FASA MEMANFAATKAN TEKNOLOGI VIRTUALISASI DI *DATA CENTER* UNIVERSITAS LAMPUNG

Oleh :

DONNI CERPIN PASARIBU

Aliran daya pada jaringan listrik merupakan hal yang penting untuk dianalisis. Untuk mempermudah dalam menganalisis aliran daya, diwujudkan dengan memporting perangkat lunak komputasi aliran daya berbasis Python ke platform berbasis *web* dan menginstalnya di *data center* Universitas Lampung. Platform berbasis *web* ini diperlukan sebuah sistem yang mampu memberikan pelayanan yang terbaik dan kenyamanan terutama layanan berbasis *web*. Meningkatnya jumlah akses ke sebuah situs menjadi peningkatan beban kerja sebuah *web server* dan membutuhkan sebuah solusi. Masalah tersebut dapat diatasi dengan menerapkan evaluasi kinerja *web server*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja komputasi perangkat lunak dengan teknologi virtualisasi di *data center* ketika ada penambahan *user* / pengguna dan data kasus yang semakin meningkat. Parameter yang diukur pada penelitian adalah kinerja komputasi aliran daya, penggunaan CPU (*Central Processor Unit*), RAM (*Random Access Memory*), dan Disk pada server. Evaluasi dilakukan pada beberapa data kasus yaitu IEEE 13 Node Test Feeder, 34 Node Test Feeder, 8500 Node Test Feeder. Dan jumlah pengguna / *user* menjalankan data kasus secara bersamaan yaitu 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30. Hasil komputasi aliran daya pada *web server* penelitian ini juga dibandingkan dengan perangkat lunak OpenDSS, untuk mengetahui hasil komputasi aliran daya tiga fasa pada *web server* valid atau tidak. Diperoleh selisih *magnitude* tegangan antara hasil komputasi *web server* dengan OpenDSS tidak lebih dari $5 \times 10^{-5} p.u.$

Kata Kunci : Teknologi Virtualisasi, Evaluasi Kinerja *Web Server*, OpenDSS

ABSTRACT

PERFORMANCE EVALUATION OF THREE-PHASE POWER FLOW COMPUTATIONS UTILIZING VIRTUALIZATION TECHNOLOGY AT UNIVERSITY OF LAMPUNG DATA CENTER

By :

DONNI CERPIN PASARIBU

Power flow in the power grid is an important thing to analyze. To make it easier to analyze power flow, it is realized by porting Python-based power flow computing software to a web-based platform and installing it in the data center of the University of Lampung. This web-based platform requires a system that is able to provide the best service and convenience, especially web-based services. The number of accesses are increasing to a site becomes an increase in the workload of a web server and requires a solution. This problem can be solved by implementing web server performance evaluation. This study aims to evaluate the computing performance of software under virtualization technology in the data center when there are additional users and increasing case data. The parameters measured in this study are the performance of computing power flow, the use of CPU (Central Processor Unit), RAM (Random Access Memory), and Disk on the server. Evaluation was carried out on several case data, namely IEEE 13 Node Test Feeder, 34 Node Test Feeder, 8500 Node Test Feeder. And the number of users / users running case data simultaneously is 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30. The results of computing the power flow on the research web server are also compared with the OpenDSS software, to find out the results of computing the three-phase power flow on web server is valid or not. The difference in voltage magnitude between the computational results of the web server and OpenDSS is not more than 5×10^{-5} p.u.

Keywords: Virtualization Technology, Web Server Performance Evaluation, OpenDS

**EVALUASI KINERJA KOMPUTASI ALIRAN DAYA TIGA FASA
MEMANFAATKAN TEKNOLOGI VIRTUALISASI DI *DATA CENTER*
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Oleh

DONNI CERPIN PASARIBU

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG**

2022

Judul Skripsi

: **EVALUASI KINERJA KOMPUTASI ALIRAN
DAYA TIGA FASA MEMANFAATKAN
TEKNOLOGI VIRTUALISASI DI DATA
CENTER UNIVERSITAS LAMPUNG**

Nama Mahasiswa

: **Donni Cerpin Pasaribu**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1815031062**

Program Studi

: **S1 Teknik Elektro**

Jurusan

: **Teknik Elektro**

Fakultas

: **Teknik**



Dr. Eng. Lukmanul Hakim, S.T., M.Sc.
NIP 19720923 200012 1 002

Ir. Gigih Forda Nama, S.T., M.T.I.
NIP 19830712 200812 1 003

2. Mengetahui

Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Ketua Program Studi
Teknik Elektro

Herlinawati, S.T., M.T.
NIP 19710314 199903 2 001

Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.
NIP 19740422 200012 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

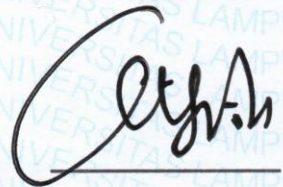
Ketua

: **Dr. Eng. Lukmanul Hakim, S.T., M.Sc.**



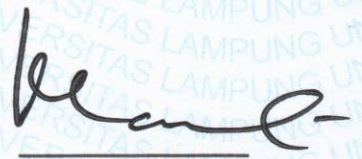
Sekretaris

: **Ir. Gigih Forda Nama, S.T., M.T.I.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Khairudin, S.T., M.Sc., Ph.D.Eng.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Agustus 2022

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang telah disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 16 Agustus 2022



Donni Cerpin Pasaribu

NPM. 1815031062

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandarlampung, 27 Desember 2000. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak D. Pasaribu dan Ibu B. Tambun.

Penulis memiliki riwayat pendidikan antara lain : SD Xaverius Bandarlampung pada tahun 2006 hingga 2012, SMPN 16 Bandarlampung pada tahun 2012 hingga 2015 dan SMAN 4 Bandarlampung pada tahun 2015 hingga 2018.

Penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung pada tahun 2018 melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswa, penulis mengikuti unit kegiatan mahasiswa korps sukarela Palang Merah Indonesia di Universitas Lampung (KSR PMI) pada divisi Transfusi Darah dari tahun 2018 – 2019, dan menjadi sekertaris divisi KOMINFO pada tahun 2020. Kemudian, pada tahun 2019 juga penulis berkesempatan menjadi Koordinator Asisten di Laboratorium Pengukuran Besaran Listrik. Penulis juga menjadi asisten di beberapa mata kuliah, seperti : Mata kuliah Fisika pada tahun 2019 hingga 2020, Mata Kuliah Pengukuran Besaran Listrik pada tahun 2019-2022. Penulis juga berkesempatan menjadi asisten praktikum Rangkaian Listrik pada tahun 2019 - 2021. Selain itu, penulis juga aktif dalam organisasi kemahasiswaan yang ada di Jurusan Teknik Elektro yaitu tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) sebagai anggota Departemen KOMINFO pada divisi Media Informasi pada tahun 2019-2021. Pada tanggal 31 Agustus 2021 – 30 September 2021 penulis melaksanakan kerja praktik di PT. PLN (PERSERO) Unit Pelaksana Pembangkitan Sektor Sebalang dengan mengangkat judul “Analisis Kinerja *Electrostatic Precipitator* (ESP) Di PT. PLN (PERSERO) Unit Pelaksana Pembangkitan Sebalang”

**Puji Syukur
Kepada
Tuhan Yesus Kristus**

Dan

Karya Ini kupersembahkan untuk

Bapak dan mama tercinta

Dapot pasaribu dan binur tambun

Abang dan kakakku tersayang

Bang chris, kak lita, kak friska

Keponakanku yang paling ganteng

Zoel pasaribu

Keluarga besar, dosen, teman, dan almamater

Motto

"Aku berkata kepadamu: Demikian juga akan ada sukacita di sorga karena satu orang berdosa yang bertobat, lebih dari pada sukacita karena sembilan puluh sembilan orang benar yang tidak memerlukan pertobatan."

(Lukas 15:7)

"Pencobaan-pencobaan yang kamu alami ialah pencobaan-pencobaan biasa, yang tidak melebihi kekuatan manusia. Sebab Allah setia dan karena itu Ia tidak akan membiarkan kamu dicobai melampaui kekuatanmu. Pada waktu kamu dicobai Ia akan memberikan kepadamu jalan ke luar, sehingga kamu dapat menangungunya."

(1 Korintus 10:13)

Tuhan tau apa yang terbaik buat kita, rencana kita tidak lebih baik dari rencana TUHAN. Serahkan saja pada Tuhan maka semua akan indah sesuai rencana-Nya.

- Michelle Liu -

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Skripsi dengan judul “Evaluasi Kinerja Komputasi Aliran Daya Tiga Fasa Memanfaatkan Teknologi Virtualisasi Di *Data Center* Universitas Lampung” ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Ibu Herlinawati, S.T., M.T Selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Elektro Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Eng. Lukmanul Hakim, S.T., M. Sc. selaku pembimbing utama dan telah memberikan bimbingan rutin, motivasi, arahan dan pandangan mengenai dunia pekerjaan kepada penulis disetiap kesempatan dengan baik dan ramah.
5. Bapak Ir. Gigih Forda Nama, S.T.,M.T.I. selaku pembimbing pendamping dan telah memberikan bimbingan, masukan, arahan, dan ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis dengan baik.

6. Bapak Khairudin, S.T., M.Sc., Ph.D.Eng. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritik dan saran yang membangun kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Ibu Dr. Eng. Ir. Dikpride Despa, M.T. I.PM., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing akademik (PA) yang telah memberikan nasihat, pengetahuan, arahan dan bimbingan yang membangun saat penulis menempuh perkuliahan mulai dari semester I hingga semester VI.
8. Segenap Dosen di Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu, wawasan dan pengalaman yang sangat bermanfaat bagi penulis kedepannya.
9. Segenap staff di Jurusan Teknik Elektro dan di Fakultas Teknik yang telah membantu penulis baik dalam hal administrasi ataupun dalam hal yang lainnya.
10. Segenap keluarga besar Laboratorium Pengukuran Besaran Listrik : Ibu Yetti dan Pak Baiqodar atas kerjasamanya dan nasihatnya selama studi. Kepada Rekan Asisten PBL 2018 : Albert, Fani, Awan, Kevin, Kay, dan Siti yang telah memberikan semangat, motivasi untuk berjuang dan juga memberikan kebahagiaan setiap harinya di lab. Dan untuk kakak-kakak asisten Lab. PBL 2017 yang memberikan ilmu dan semangat. Untuk adik-adik asisten PBL 2019 dan 2020: Rafly, Zaki, Zahwa, Murti, Ferry, Joseph, Hari, Rachma, Tiara, Gusti, Reffito, Frans, Aldo, Irfan, Dendy, dan Cahya yang telah banyak membantu penulis
11. Angkatan tercinta ELTICS 2018, terimakasih sudah menjadi rumah, saudara dan teman dalam segala kebaikan yang sudah kalian berikan.

12. Segenap keluarga besar HIMATRO yang telah mengajarkan berorganisasi dan mengajarkan banyak hal dan juga menjadi rumah yang sangat nyaman selama kuliah. Sukses selalu Himpunanku HIMATRO Luar Biasa.
13. Kepada keluarga tercinta : Bapak, Mama, Abang Chris, Kakak Lita, Kakak Friska, dan Adik Zoel terimakasih untuk support, motivasi, saran, dan biayanya.
14. Kepada Bang Yoel, Bang Yogi, Kak Fandi yang telah membantu penulis dalam proses permintaan data yang diperlukan untuk penyelesaian skripsi ini.
15. Kepada Support System Enda terimakasih untuk segalanya.
16. Semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan laporan Skripsi yang tidak dapat penulis ebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kemajuan bersama. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandarlampung, 16 Agustus 2022



Donni Cerpin Pasaribu

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Hipotesis	3
1.7. Sistematika Penulisan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Analisis Aliran Daya	6
2.2. Aliran Daya Tiga Fasa.....	10
2.3 Sistem Perunit.....	11
2.4. <i>Server</i>	12
2.5. <i>Web Server</i>	13
2.6. <i>Cloud computing</i>	14
2.7. <i>Response Time</i>	14
2.8. <i>Virtual Machine</i>	15

2.9. <i>Blade Server</i>	16
2.10 OpenDSS	17
III. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Waktu dan Tempat	17
3.2. Alat Dan Bahan	18
3.3. Metode Penelitian	18
3.4. Diagram Alir Penelitian	20
3.5. Diagram Alir Program	21
3.6. Diagram Alir <i>Data Center</i> Unila	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Sistem Data Center Di Universitas Lampung	23
4.2 Evaluasi Kinerja	24
4.2.1 Kinerja Perangkat Lunak Aliran Daya Tiga Fasa	24
4.2.2 Kinerja Server	32
4.2.3 Penggunaan Byte dalam Komputasi	36
4.3 Hasil Selisih Komputasi Di <i>Web Server</i> Dengan OpenDSS	37
4.3.1 Selisih Tegangan dalam P.U	39
4.2.2 Selisih Magnitude Sudut	40
4.2.3 Selisih Total Daya Aktif dan Daya Reaktif	41
4.3.1 Selisih Total Rugi-Rugi Daya Aktif dan Daya Reaktif	42
V. KESIMPULAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Diagram garis tunggal impedansi sistem tenaga listrik.....	7
Gambar 2. Saluran Tiga Fasa	10
Gambar 3. Blade server.....	17
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 5. Diagram Alir Program.....	21
Gambar 6. Diagram Alir Server	22
Gambar 7. IEEE 34 Node Test Feeder (data parsing and object instantiation)	24
Gambar 8. IEEE 13 Node Test Feeder (data parsing and object instantiation)	24
Gambar 9. IEEE 8500 Node Test Feeder (data parsing and object instantiation)	25
Gambar 10. IEEE 34 Node Test Feeder (Building Ybus Matrix).....	26
Gambar 11. IEEE 13 Node Test Feeder (Building Ybus Matrix).....	26
Gambar 12. IEEE 8500 Node Test Feeder (Building Ybus Matrix).....	26
Gambar 13. IEEE 34 Node Test Feeder (Drawing Ybus Matrix Structure)	27
Gambar 14. IEEE 13 Node Test Feeder (Drawing Ybus Matrix Structure)	27
Gambar 15. IEEE 8500 Node Test Feeder (Drawing Ybus Matrix Structure)	27
Gambar 16. IEEE 13 Node Test Feeder (Building Jacobian Matrix)	28
Gambar 17. IEEE 34 Node Test Feeder (Building Jacobian Matrix)	28
Gambar 18, IEEE 8500 Node Test Feeder (Building Jacobian Matrix)	28
Gambar 19. IEEE 34 Node Test Feeder (Drawing Jacobian Matrix Structure)....	29
Gambar 20. IEEE 34 Node Test Feeder (Drawing Jacobian Matrix Structure)....	29
Gambar 21. IEEE 8500 Node Test Feeder (Drawing Jacobian Matrix Structure) 29	
Gambar 22. IEEE 13 Node Test Feeder (Solving the Linear Equations)	30
Gambar 23. IEEE 34 Node Test Feeder (Solving the Linear Equations)	30
Gambar 24. IEEE 8500 Node Test Feeder (Solving the Linear Equations)	30
Gambar 25. Hasil Kinerja CPU saat IEEE 13 Node Test Feeder	32
Gambar 26. Hasil kinerja CPU saat IEEE 34 Node Test Feeder	32
Gambar 27. Hasil kinerja CPU saat IEEE 8500.....	32
Gambar 28. Hasil Kinerja RAM saat IEEE 34 Node Test Feeder	33

Gambar 29. Hasil Kinerja RAM saat IEEE 13 Node Test Feeder	33
Gambar 30. Hasil Kinerja RAM saat IEEE 8500 Node Test Feeder	33
Gambar 31. Hasil Kinerja DISK write saat IEEE 8500 Node Test Feeder.....	35
Gambar 32. Hasil Kinerja DISK read saat IEEE 8500 Node Test Feeder.....	34
Gambar 33. Hasil Kinerja DISK write saat IEEE 13 Node Test Feeder.....	34
Gambar 34. Hasil Kinerja DISK read saat IEEE 34 Node Test Feeder.....	34
Gambar 35. Hasil Kinerja DISK read saat IEEE 13 Node Test Feeder.....	34
Gambar 36. Hasil Kinerja DISK write saat IEEE 34 Node Test Feeder.....	35
Gambar 37. One-line diagram kasus IEEE 13 Node Test Feeder.....	37
Gambar 38. One-line diagram kasus IEEE 34 Node Test Feeder.....	38
Gambar 39. Selisih magnitude tegangan program pada web server dengan OpenDSS pada kasus IEEE 13 Node Test Feeder.	39
Gambar 40. Selisih magnitude tegangan program pada web sever dengan OpenDSS pada kasus IEEE 34 node test feeder dalam P.U.	40
Gambar 41. Selisih sudut tegangan program di web server dengan OpenDSS pada kasus IEEE 13 Node Test Feeder.....	40
Gambar 42. Selisih magnitude sudut program di <i>web server</i> dengan OpenDSS IEEE 34 <i>Node Test Feeder</i>	41
Gambar 43. One-line diagram kasus IEEE 13 Node Test Feeder.....	49
Gambar 44. One-line diagram kasus IEEE 34 Node Test Feeder.....	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	17
Tabel 2. Penggunaan Disk.....	23
Tabel 3. Penggunaan Memory.	24
Tabel 4. Selisih total daya aktif ieee 13 & 34 Node Test Feeder.....	41
Tabel 5. Selisih total rugi-rugi daya aktif ieee 13 & 34 Node Test Feeder.....	42
Tabel 6. Data Saluran Kasus IEEE 13 Node Test Feeder	49
Tabel 7. Data konfigurasi saluran kasus IEEE 13 Node Test Feeder	49
Tabel 8. Data kapasitor kasus IEEE 13 Node Test Feeder	50
Tabel 9. Data regulator tegangan kasus IEEE 13 Node Test Feeder	50
Tabel 10. Data beban kasus IEEE 13 Node Test Feeder.....	50
Tabel 11. Data transformator kasus IEEE 13 Node Test Feeder	51
Tabel 12. Data saluran kasus IEEE 34 Node Test Feeder.....	51
Tabel 13. Data konfigurasi saluran kasus IEEE 34 Node Test Feeder	52
Tabel 14. Data kapasitor kasus IEEE 34 Node Test Feeder	52
Tabel 15. Data regulator tegangan kasus IEEE 34 Node Test Feeder	53
Tabel 16. Data beban kasus IEEE 34 Node Test Feeder.....	53
Tabel 17. Data transformator kasus IEEE 34 Node Test Feeder	54
Tabel 18. Profil tegangan fasa ke netral hasil komputasi IEEE 13 Node Test Feeder menggunakan web server	54
Tabel 19. Profil daya yang dibangkitkan dan daya beban komputasi kasus IEEE 13 Node Test Feeder menggunakan web server	54
Tabel 20. Profil total rugi-rugi daya aktif dan reaktif komputasi kasus IEEE 13 Node Test Feeder menggunakan web server.....	55
Tabel 21. Profil tegangan fasa ke netral hasil komputasi IEEE 13 Node Test Feeder menggunakan OpenDSS.....	55
Tabel 22. Profil daya yang dibangkitkan dan daya beban komputasi kasus IEEE 13 Node Test Feeder menggunakan OpenDSS	56

Tabel 23. Profil total rugi-rugi daya aktif dan reaktif komputasi kasus IEEE 13 Node Test Feeder menggunakan OpenDSS	56
Tabel 24. Profil tegangan fasa ke netral hasil komputasi IEEE 34 Node Test Feeder menggunakan web server	57
Tabel 25. Profil daya yang dibangkitkan dan daya beban komputasi kasus IEEE 34 Node Test Feeder menggunakan web server	58
Tabel 26. Profil total rugi-rugi daya aktif dan reaktif komputasi kasus IEEE 34 Node Test Feeder menggunakan web server.....	59
Tabel 27. Profil tegangan fasa ke netral hasil komputasi IEEE 34 Node Test Feeder menggunakan OpenDSS	60
Tabel 28. Profil daya yang dibangkitkan dan daya beban komputasi kasus IEEE 34 Node Test Feeder menggunakan OpenDSS	61
Tabel 29. Profil total rugi-rugi daya aktif dan reaktif komputasi kasus IEEE 34 Node Test Feeder menggunakan OpenDSS	62

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Untuk menahan penyebaran virus Covid-19, interaksi fisik harus diminimalisir. Oleh karena itu, mahasiswa membutuhkan platform yang cukup fleksibel untuk melakukan simulasi terbimbing. Persyaratan ini dapat dicapai dengan menggunakan aplikasi berbasis *web* yang memungkinkan siswa dengan mudah memasukkan dan mengubah data input dan mendapatkan hasilnya untuk analisis lebih lanjut. Bagi mahasiswa teknik tenaga listrik Universitas Lampung (UNILA), hal ini diwujudkan dengan memporting pada perangkat lunak komputasi aliran daya berbasis Python ke platform berbasis *web*.

Platform berbasis *web* saat ini diperlukan sebuah sistem yang mampu memberikan pelayanan yang terbaik dan kenyamanan terutama layanan berbasis *web*. Meningkatnya jumlah akses ke sebuah situs menjadi peningkatan beban kerja sebuah *web server* dan membutuhkan sebuah solusi. Masalah tersebut dapat diatasi dengan menerapkan evaluasi kinerja *web server*. Evaluasi kinerja pada *web server* yang dapat memberikan layanan yang terbaik khususnya kecepatan komputasi pada *web server* dengan meningkatnya jumlah akses ke situs *web* membutuhkan beban kinerja yang optimal. Maka dari itu, Pada penelitian ini membahas mengenai evaluasi kinerja komputasi aliran daya tiga fasa dengan teknologi virtualisasi pada *web server* pusat komputer Universitas Lampung yang akses dan jumlah datanya semakin meningkat.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja komputasi aliran daya tiga fasa pada *data center* Universitas Lampung.
2. Menganalisis dampak penambahan data kasus dan *user* saat komputasi bersamaan pada *data center* Universitas Lampung.

1.3. Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini terkait dengan evaluasi kinerja komputasi aliran daya tiga fasa dengan memanfaatkan teknologi virtualisasi di *data center* Universitas Lampung. Dilakukan percobaan saat kondisi *user* dan data komputasi dari rendah ke tinggi. Saat kondisi *user* dan data komputasi rendah, CPU, *memory* serta *disk* (*server*) yang dipakai normal dan rentang waktu proses data komputasi yang cepat. Tetapi, Saat kondisi *user* dan data komputasi yang tinggi, maka penggunaan CPU *server* semakin tinggi, *memory* semakin kecil, *disk* semakin kecil dan rentang waktu semakin lama. Untuk menanggulangi masalah tersebut salah satunya yaitu melakukan *upgrade* pada perangkat *server* utama.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Hanya mengevaluasi kinerja komputasi aliran daya tiga fasa di *data center* Universitas Lampung pada saat penambahan *user* dan *data case* bus.
2. Data yang digunakan adalah data case IEEE

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui kinerja komputasi pada *data center* Universitas Lampung.
2. Dapat mengetahui dampak penambahan *user* dan data kasus terhadap *data center* Universitas Lampung.
3. Dapat mengetahui hasil komputasi valid atau tidak pada *web server* yang dibuat dengan OpenDSS.

1.6. Hipotesis

Meningkatnya jumlah akses ke sebuah situs menjadi peningkatan beban kerja sebuah *web server* dan membutuhkan sebuah solusi. Masalah tersebut dapat diatasi dengan menerapkan evaluasi kinerja *web server*. Mengevaluasi kinerja *web server* pada saat penambahan *user* dan data *case* bus yang dikomputasi secara bersamaan di *web server* dengan cara melihat waktu komputasi aliran daya dan melihat kenaikan grafik *CPU*, *RAM*, *Disk* saat jumlah *user* 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 dan jumlah case IEEE 13 *Node Test Feeder*, 34 *Node Test Feeder*, 8500 *Node Test Feeder*. Dengan demikian, penelitian ini mampu melihat seberapa cepat waktu komputasi perangkat lunak aliran daya tiga fasa, serta seberapa besar kinerja teknologi virtualisasi di *data center* Universitas Lampung.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari lima bab yaitu sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab I Pendahuluan berisi tentang latar belakang masalah, tujuan penelitian,

rumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, hipotesis dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab II Tinjauan pustaka berisi mengenai teori yang berkaitan dan yang digunakan pada pengerjaan tugas akhir ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab III Metodologi penelitian berisi mengenai informasi berkenaan tentang waktu dan tempat penelitian, peralatan yang digunakan, tahapan penelitian, skenario penelitian dan hasil yang diharapkan.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV Hasil dan pembahasan berisi tentang hasil dari penelitian berupa simulasi yang telah dilakukan, pembahasan dari tugas akhir dan hasil penambahan beban/*user* maksimum pada grafik *data center* Universitas Lampung.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V Kesimpulan dan saran berisi mengenai kesimpulan dan saran setelah penulis selesai melakukan penelitian ini yang berdasarkan dari hasil dan pembahasan yang telah didapat.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

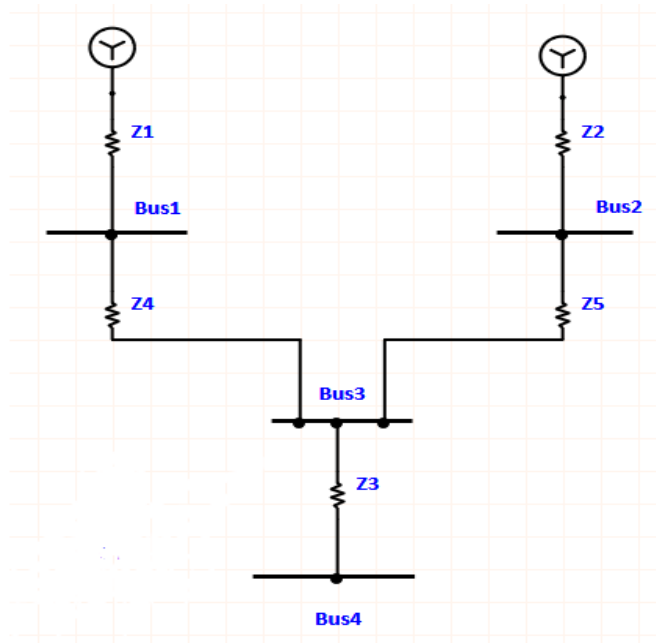
2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai kinerja *web server* telah banyak dilakukan. Salah satunya yaitu Isaac Kofi membahas mengenai evaluasi kinerja *server* di *cloud computing* pada infrastruktur jaringan virtual menggunakan simulator riverbed yang hasilnya dapat menggunakan satu server memiliki nilai awal yang rendah tetapi nilai yang lebih tinggi di akhir evaluasi daripada menggunakan dua atau lebih *server* [1]. Menggunakan dua atau lebih *server* memiliki nilai awal yang lebih tinggi karena protokol routing aplikasi ke *server* tujuan ditambah dengan protokol sinkronisasi dari node *server* tambahan pada jaringan tetapi nilai yang lebih rendah pada akhir simulasi daripada menggunakan satu *server*. Manjur Kolhar membahas tentang evaluasi kinerja *server web* dan browser menunjukkan bahwa aplikasi yang peka terhadap latensi telah berhasil dijalankan tanpa penundaan yang berarti [2]. I Kadek Membahas tentang kinerja *server* (CPU/RAM) dengan metode beban/client semakin bertambah dengan terminal *server* [3]. Dhaka membahas tentang analisis kinerja *server* dengan berbagai teknik basis data virtual dalam jurnal ini kriteria kinerja berdasarkan parameter yang terlibat dalam menjalankan kueri pada basis data virtual dibahas dan laporan disiapkan menganalisis hasil teknik penyetelan yang berbeda [4]. Omid H.Jader pada tahun 2019 membahas tentang survei untuk pengukuran kinerja server web dan mekanisme penyeimbangan beban, merekomendasikan ide server cluster dan metode penyeimbangan beban telah disediakan untuk mengatasi masalah tersebut. Dalam jurnal ini, dua puluh referensi terbaru telah diandalkan untuk meninjau berbagai studi yang membahas kinerja server web dan algoritma penyeimbangan beban dalam setengah dekade terakhir, untuk membandingkan kemampuan mereka dan menyediakan platform yang

efisien untuk membangun struktur sistem berbasis web [5]. Albert Yakobus Chandra (2019) membahas mengenai analisis performansi antara apache & nginx web server dalam menangani client request. Pengujian jurnal pada kedua web server bertujuan untuk mengetahui web server mana yang merupakan web server terbaik untuk menangani permintaan klien. Pengujian dijalankan menggunakan benchmark alat Apache Bench dalam hal jumlah permintaan klien yang bervariasi antara 100 dan 1000000 permintaan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan permintaan. Rio Hendri (2012) membahas tentang pengukuran kecepatan proses pada *high performance computing* (hpc) cluster server [6].

2.2. Analisis Aliran Daya

Analisis aliran daya merupakan analisis yang menunjukkan kinerja suatu sistem tenaga dan aliran energi (nyata dan tidak valid) dalam kondisi tertentu pada saat sistem beroperasi. Analisis ini menghasilkan nilai magnitude tegangan, magnitude sudut, serta daya aktif reaktif dan losses / rugi-rugi. Hasil analisis aliran daya dapat digunakan untuk mengetahui besarnya losses (rugi daya dan tegangan), alokasi daya reaktif dan kemampuan sistem untuk menangani peningkatan beban. Persamaan pada suatu sistem dapat diformulasikan secara sistematis dalam beberapa metode. Metode tegangan simpul merupakan metode yang sesuai dan biasa digunakan untuk banyak analisa sistem tenaga. Formulasi untuk admitansi simpul pada saluran dalam bentuk persamaan linear aljabar diikuti dengan arus simpul. Saat arus simpul diketahui, maka persamaan linear untuk menghitung tegangan simpul dapat langsung diselesaikan. Namun, nyatanya pada sistem tenaga, nilai daya pada setiap titik simpul (bus) lebih diketahui dari pada arus. Sehingga, bentuk persamaan ini diketahui sebagai persamaan aliran daya dengan bentuk persamaan non linear dan harus diselesaikan dengan metode iterasi.



Gambar 1. Diagram garis tunggal impedansi sistem tenaga listrik

Pada analisis aliran daya terdapat jenis-jenis bus yang ada di sistem tenaga listrik, yaitu:

1. *Swing Bus*

Swing Bus atau bisa disebut juga dengan bus referensi. Bus ini adalah simpul referensi terhadap simpul lain pada analisis aliran daya. Pada bus ini berupa power grid atau generator. *Swing bus* biasanya dipilih berdasarkan kapasitas generator yang paling besar. Ketika saat bus terdapat parameter yang diketahui yaitu sudut fasa dan nilai magnitude. Sedangkan, parameter yang tidak diketahui atau dicari adalah nilai dari daya aktif serta reaktif.

2. *PV Bus*

PV bus biasanya cocok untuk simpul generator, gardu induk dan gardu distribusi. Pada bus ini parameter yang diketahui adalah daya aktif dan magnitude tegangan. Sedangkan, parameter yang belum diketahui atau dicari adalah daya reaktif dan sudut fasa.

3. PQ Bus

PQ bus biasanya digunakan untuk bus beban. Pada bus ini parameter yang diketahui adalah daya aktif dan daya reaktif. Sedangkan, parameter yang belum diketahui atau dicari adalah magnitude tegangan dan sudut fasa.

Metode yang umum digunakan dalam penyelesaian aliran daya antara lain adalah *Newton-Raphson*, *Fast Decouple* dan *Gauss Siedel*. Dari ketiga metode tersebut, metode *Newton-Raphson* adalah metode yang paling banyak digunakan dikarenakan memiliki iterasi paling sedikit hingga mencapai tingkat konvergensi yang diinginkan [7].

Persamaan aliran daya metode *Newton-Raphson* adalah :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & N \\ J & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix}$$

Elemen H, N, J, dan L merupakan elemen matriks *Jacobian*.

Pada penelitian A.W. Setiawan telah melakukan pemodelan aliran daya dalam format *vectorized algorithm* yang menghasilkan perhitungan aliran daya lebih cepat konvergen. Berikut ini adalah persamaan perhitungan aliran daya dalam format *vectorized algorithm* :

$$\bar{S}_{inj} = \bar{V} \cdot \bar{I}^*$$

\bar{V} adalah tegangan dalam bentuk kompleks dapat ditulis seperti pada persamaan dibawah ini :

$$\bar{V}_i = V_i e^{j\theta_i} \text{ (Bentuk Polar)}$$

$$\bar{V}_i = e_i + jf_i \text{ (Bentuk Rectangular)}$$

\bar{I} adalah vektor arus injeksi yang dihitung dengan persamaan berikut :

$$\bar{I} = \bar{V} \cdot Y$$

Y adalah matrik admitansi saluran dengan ukuran matriks $n_{bus} \times n_{bus}$. Sehingga jika persamaan $\bar{S}_{inj} = \bar{V} \cdot \bar{I}^*$ dikombinasikan akan menjadi :

$$\bar{S}_{inj} = \bar{V} \cdot (\bar{V} \cdot Y)^*$$

Untuk menghitung nilai *mismatch* digunakan persamaan :

$$\Delta S = S_{sch} - S_{inj}$$

$$S_{sch} = S_{gsch} - S_{lsch}$$

S_{sch} merupakan nilai daya terjadwal yang sudah teridentifikasi pada bus tertentu. Pada pemodelan format vektor ΔP menjadi ΔS_{real} dan ΔP menjadi ΔS_{imag} . Turunan parsial dari S_{inj} terhadap tegangan dalam bentuk polar diturunkan terhadap *magnitude* tegangan ($|V|$) dan sudut fasa (θ) adalah sebagai berikut :

$$\frac{dS_{inj}}{d|V|} = \bar{I}^* \cdot \frac{\bar{V}}{|V|} + \bar{V} \cdot Y^* \frac{\bar{V}^*}{|V|}$$

$$\frac{dS_{inj}}{d\theta} = j(\bar{I}^* \cdot \bar{V} - \bar{V} \cdot Y^* \cdot \bar{V}^*)$$

Kemudian jika dalam bentuk rektanguler turunan parsial dari S_{inj} adalah sebagai berikut :

$$\frac{dS_{inj}}{de} = \bar{I}^* + \bar{V} \cdot Y^*$$

$$\frac{dS_{inj}}{df} = j\bar{I}^* - j\bar{V} \cdot Y^*$$

Hasil dari turunan parsial dipisahkan komponen ril dan imajiner agar dapat dibentuk menjadi matriks *jacobian*. Pada model polar akan diperoleh :

$$H = \frac{dS_{inj}}{d\theta} \text{ real}$$

$$N = \frac{dS_{inj}}{d|V|} \text{ real}$$

$$J = \frac{dS_{inj}}{d\theta} \text{ imag}$$

$$L = \frac{dS_{inj}}{d|V|} \text{ imag}$$

Pada bentuk rektangular akan diperoleh :

$$H = \frac{dS_{inj}}{de} \text{ real}$$

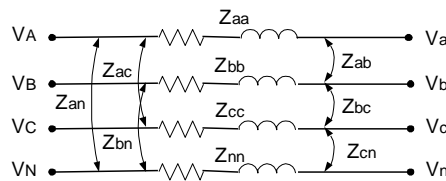
$$N = \frac{dS_{inj}}{df} \text{ real}$$

$$J = \frac{dS_{inj}}{de} \text{ imag}$$

$$L = \frac{dS_{inj}}{df} \text{ imag [8].}$$

2.2. Aliran Daya Tiga Fasa

Pada aliran daya tiga fasa, terdapat beberapa metode untuk menyelesaikan permasalahan aliran daya tiga fasa. Secara umum, metode yang sering digunakan adalah *Fast Decoupled*, *Newton-Raphson*, dan *Gauss-Seidel*. Pada penelitian ini, menggunakan metode *Newton-Raphson*. Diformulasikan dalam bentuk vektor untuk menyelesaikan masalah aliran daya tiga fasa yang dimodelkan dalam sistem koordinat rektangular berdasarkan injeksi daya. Penelitian ini juga menggunakan software Python sebagai bahasa pemrograman komputasi.



Gambar 2. Saluran Tiga Fasa

2.3 Sistem Perunit

Dalam analisis sistem tenaga biasanya untuk menyatakan nilai aktual menggunakan nilai perunit sebagai penyederhanaan nilai aktual. Jika menggunakan nilai aktual dalam analisa sistem tenaga maka nilai yang diperoleh sangat besar. Oleh karena itu, disederhanakan dengan menggunakan sistem perunit yang biasanya dilambangkan dengan p.u. sistem perunit ini digunakan untuk menyederhanakan nilai-nilai yang melibatkan nilai generator, transmisi dan transformator. Sistem perunit dapat didefinisikan sebagai berikut [9] :

$$\text{perunit system} = \frac{\text{actual value (in any unit)}}{\text{base value}}$$

Untuk mencari nilai perunit daya, tegangan, arus 1 fasa dan 3 fasa memiliki persamaan yang berbeda. Untuk mencari nilai perunit sistem 1 fasa adalah sebagai berikut [12]:

$$S_{base\ 1\phi} = V_{base} \times I_{base}$$

$$V_{base} = \frac{S_{base\ 1\phi}}{I_{base}}$$

$$I_{base} = \frac{S_{base\ 1\phi}}{V_{base}}$$

$$Z_{base} = \frac{V_{base}^2}{S_{base\ 1\phi}}$$

Kemudian, untuk sistem perunit 3 fasa adalah sebagai berikut :

$$S_{base\ 3\phi} = \sqrt{3} V_{base} \times I_{base}$$

$$V_{base} = \frac{S_{base\ 3\phi}}{\sqrt{3} I_{base}}$$

$$I_{base} = \frac{S_{base\ 3\phi}}{\sqrt{3} V_{base}}$$

$$Z_{base} = \frac{V_{base}^2}{S_{base\ 3\phi}}$$

2.4. *Server*

Server adalah suatu tempat yang diisi dengan berbagai jenis informasi dan memiliki tugas utama menyediakan satu atau lebih layanan kepada klien yang terhubung ke *server*. Sebuah *server* dilengkapi dengan *processor* dan juga RAM dilengkapi sistem operasi yang khusus. Ada berbagai jenis *server* dengan kemampuan berbeda. Ada juga *server* database untuk yang menyimpan berbagai jenis data, file, dll. *Server* biasanya memiliki berbagai jenis layanan yang menggunakan arsitektur client-server. Layanan yang ditawarkan antara lain mail server, DHCP server, HTTP server, DNS server, dan FTP server.

Tapi dalam dunia virtualisasi, kinerja merupakan persyaratan penting. Paradigma dasar kinerja virtualisasi membedakan antara beban kerja yang berjalan di lingkungan tervirtualisasi dan beban kerja yang sama yang berjalan di lingkungan yang tidak tervirtualisasi. Jika beban kerja menggunakan jumlah maksimum sumber daya CPU, itu akan ditandai sebagai *overhead* virtualisasi [10].

Virtualisasi memungkinkan menjalankan beberapa aplikasi pada mesin virtual dalam *server* fisik yang sama sebagai pengganti menjalankan hanya satu aplikasi pada *server* fisik. Ini memungkinkan penyampaian aksesibilitas, skalabilitas, dan optimalisasi sumber daya yang lebih besar seperti *server* dan penyimpanan. Jenis-jenis virtualisasi *server* menyatakan bahwa, untuk memvirtualisasikan sumber daya atau material, harus ada model *Virtual Machine*(VM), virtualisasi tahap OS serta model mesin Para-virtual. Penelitian menganalisis dan memilih di antara alternatif. Ada berbagai jenis virtualisasi *server* di pasar TI. Manajemen harus memutuskan salah satu yang paling sesuai dengan proses institusi untuk mencapai keuntungan efisiensi yang sangat dibutuhkan dari virtualisasi *server* yang paling penting pada keuntungan penghematan biaya yang datang bersama dengan sistem virtualisasi. Virtualisasi Berbasis Mesin Virtual *Server* virtualisasi mesin virtual berjalan pada monitor mesin virtual atau dapat juga menggunakan hypervisor dalam mengirimkan perintah dan menerima informasi dari CPU dan ini dilakukan tanpa modifikasi tambahan. Selanjutnya, Virtualisasi *Server* berbasis VM (*Virtual Machine*) memberikan perlindungan pada lapisan perangkat keras, partisi dapat dilakukan di

dalam *server* sambil berjalan pada sistem operasi terpisah tanpa sistem aplikasi tamu dan mengetahui bahwa semuanya berjalan pada OS induk.

Virtualisasi dapat diimplementasikan oleh berbagai teknologi seperti *Xen hypervisor*, *VMware*, *Virtual Box*, dll. Tujuan utama virtualisasi adalah untuk melakukan beberapa beban kerja pada host yang sama secara bersamaan. Banyak teknik perangkat lunak dan perangkat keras yang dikembangkan untuk mengatasi masalah yang berkaitan dengan kinerja virtualisasi sehingga dapat dengan mudah diterima oleh dunia TI yang pesat. Banyak dimensi penting untuk virtualisasi yang tersedia, yang membantu dalam mengkonsolidasikan beberapa beban kerja ke *server* yang sama .

2.5. Web Server

Web server adalah perangkat lunak yang membentuk tulang punggung *World Wide Web* (www), pertama kali dibuat pada 1980-an. *Web server* juga menyediakan layanan basis data dan fungsionalitas yang berfungsi menerima permintaan dari HTTP atau HTTPS pada klien, yang diartikan sebagai web browser. Dalam hal ini, browser web ini mengembalikan hasil dalam bentuk dokumen HTML. Browser web mengirimkan file komunikasi yang ditentukan. Jika mengetik URL di browser atau menekan enter, halaman situs web akan muncul di layar komputer, tetapi tidak memiliki pengetahuan tentang proses di balik layar atau browser itu sendiri. Proses yang terjadi di browser adalah browser terhubung ke web server, meminta halaman web, dan menerimanya. Web server kemudian memeriksa apakah permintaan tersedia. Halaman yang diminta adalah teks, video, gambar dan file. Menggunakan browser web membantu Anda mengirim semua aspek kinerja halaman web, termasuk teks, gambar, video, dan format file. Jika tersedia, server web mengirimkan data ke browser. Jika permintaan tidak ditemukan atau terjadi kesalahan, server web mengirimkan pesan kesalahan ke browser. Menghubungkan koneksi, meminta data, dan menerima data dari browser ke server web didefinisikan dalam kode RFC2616. RFC2616 mencantumkan status server web dalam bentuk

kombinasi tiga digit dengan arti yang berbeda. Status ini ditampilkan di browser saat mengakses server web tertentu [11].

2.6. Cloud computing

Cloud computing atau komputasi awan memiliki banyak definisi karena merupakan istilah baru dalam dunia komputasi. Namun, definisi *National Institute Of Standards And Technology* (NIST) tampaknya paling baik mencakup aspek umum komputasi awan yang disepakati oleh berbagai pihak. Jenis layanan berbasis *cloud computing* dapat berupa *Platform as a Service* (PaaS), *Infrastructure as a Service* (IaaS), serta *Software as a Service* (SaaS). Jenis-jenis penerapan berbasis *cloud computing* yang dimana ada *private cloud*, *public cloud*, *community cloud*, dan *hybrid cloud*. Layanan mandiri sesuai permintaan berarti pengguna dapat mengatur fitur layanan yang ingin mereka gunakan secara otomatis, seperti jam layanan dan kapasitas penyimpanan, terlepas dari penyedia layanan. Akses jaringan yang luas berarti Anda dapat menggunakan berbagai perangkat sebagai klien untuk mengakses fitur layanan melalui jaringan, termasuk: PC, *smartphone*, laptop, dan PDA. Pengumpulan sumber daya adalah penyatuan sumber daya komputasi dari penyedia layanan untuk melayani sejumlah besar pengguna dalam model multi-penyewa. Ketahanan cepat berarti kemampuan untuk memperluas kemampuan suatu layanan dengan cepat dan fleksibel [12].

2.7. Response Time

Performa yang sangat baik dari sebuah web server juga dapat dilihat dari response time yang dihasilkan. Semakin cepat waktu respons, semakin baik kinerja server web. Response time adalah jumlah waktu yang dibutuhkan pengguna untuk menunggu halaman web muncul saat pertama kali mereka mengunjunginya. Pengguna biasanya menginginkan akses cepat ke situs web, tetapi kecepatan waktu respon juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jumlah pengguna yang mengaksesnya dan kinerja jaringan.

1. Jumlah *user*/pengguna. Semakin banyak jumlah *user* yang mengakses pada web server maka *response time* akan semakin lambat. Meskipun demikian, di dalam waktu puncak (*peak load periods*) jumlah pengguna bisa melebihi rata-rata dan kinerjanya mungkin menurun.
2. Performa jaringan / Kecepatan transfer data adalah ketika banyak data dalam bit, melampaui suatu medium dalam satu detik. Umumnya dituliskan dalam bit per detik (*bit per second*) dan disimbolkan bit/sekon atau bps bukan bits/s [13].

Transmisi data real-time melalui jaringan memungkinkan respons dan permintaan primitif untuk berjalan pada waktu tertentu, tidak ada kehilangan pesan, beberapa aplikasi yang berjalan tidak saling mengganggu, dan tidak ada dampak transaksi. Namun, transaksi ini menyebabkan pola komunikasi yang tidak terduga di seluruh jaringan. Selain itu, rangkaian pola komunikasi jaringan ini tidak berkomunikasi dengan cara yang sama pada sistem operasi VM karena konsep integrasi dengan komputasi awan multi-penyewa dan berbagi sumber daya yang lebih maju. Selain itu, berbagi sumber daya seperti CPU, memori, dan adaptor jaringan antara penyewa VM dan aplikasi mempersulit penyediaan layanan yang stabil dan kinerja jaringan yang dapat diprediksi. Namun, VM yang dapat menjalankan layanan atau situs web berbasis web pada VM ini juga menghadapi tantangan besar karena mereka terus-menerus membaca, menulis, dan memperbarui data. [14].

2.8. Virtual Machine

Virtualisasi adalah proses mengubah apa yang semula merupakan bentuk fisik menjadi perangkat lunak atau bentuk virtual. Misalnya sistem operasi, server dan perangkat penyimpanan, perangkat jaringan, dan sebagainya. Perangkat lunak yang digunakan untuk virtualisasi disebut hypervisor. Perangkat lunak ini digunakan untuk membuat dan mengelola mesin virtual.

Selain itu, hypervisor juga bertindak sebagai agen koneksi antara VM dan perangkat fisik. Hypervisor dibagi menjadi dua tipe: Hypervisor tipe 1 merupakan

hypervisor yang berhubungan langsung pada perangkat keras seperti CPU dan RAM. Hypervisor tipe 2 merupakan hypervisor yang berjalan pada sistem operasi host. Contoh tipe ini adalah Oracle VirtualBox dan VMware Workstation, tetapi untuk server Type 1 vSphere dan Citrix Xen. Hypervisor bisa menjalankan *software* apa pun yang berjalan pada *hardware* bare metal serta memberikan isolasi dari *hardware* yang sebenarnya.

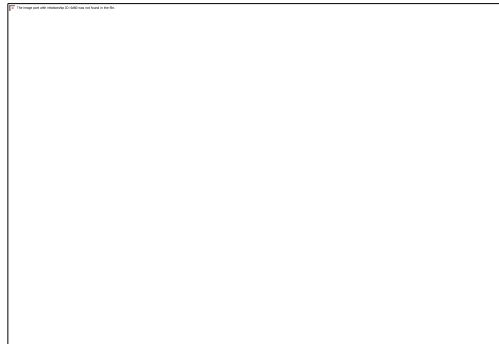
Dengan kata lain, VM (*virtual machine*) adalah sistem operasi atau aplikasi yang diinstal pada hypervisor yang memiliki fungsi seperti perangkat fisik atau merupakan replika dari komputer asli. [15].

Ada virtualisasi open source dan server berbayar seperti Proxmox, VMWare dan XenServer. VMware ESXi adalah hypervisor VMware. Tujuannya adalah sistem operasi / sistem operasi fisik utama server. Produk ini membuat server virtual (VM) untuk menggunakan sumber daya server yang ada secara optimal. Ini biasanya digunakan oleh bisnis sebagai hypervisor dan diinstal pada server fisik. VMware ESXi kecil tetapi membutuhkan memori (RAM)-/ + 4GB untuk dijalankan [16].

2.9. Blade Server

Blade server merupakan jenis teknologi perangkat keras dalam domain server teknologi sebagai solusi untuk persyaratan pasar server untuk pendekatan yang ringkas (mengurangi kebutuhan ruang). *Blade Server* disusun seperti rak yang berisi RAM, CPU, serta ruangan penyimpanan disk yang sama-sama terkombinasi.

Komponen Dasar Infrastruktur Blade Server yaitu *Enclosure Chassis* merupakan komponen utama infrastruktur blade yang berfungsi sebagai “rumah” bagi Komponen lain, bay server adalah istilah server dalam infrastruktur blade, dan perangkat interkoneksi bertindak sebagai media koneksi data antara infrastruktur sistem blade dan perangkat di eksternal chassis (*server*, penyimpanan, *router*, *firewall*, dll.). di eksternal enclosure chassis tersebut, Manajemen modul adalah komponen *I/O* sebagai penghubung utama dalam proses operasi, pemeliharaan, dan pemantauan terintegrasi untuk sistem infrastruktur blade, kipas, dan catu daya [17].



Gambar 3. Blade server

2.10 OpenDSS

OpenDSS (*Open Distribution System Simulator*) merupakan simulasi sistem distribusi tenaga listrik yang menyertakan analisis secara terperinci. Dikembangkan pada tahun 1997, DSS awalnya dirancang untuk memperhitungkan waktu dan dampak jaringan lokasi dari DER (*Distributed Energy Resources*) dengan memperkenalkan konsep analisis deret waktu kuasi-statis (QSTS) ke industri tenaga listrik. Untuk mengoordinasikan dan memajukan aplikasi jaringan cerdas, DSS menjadi sumber terbuka sepuluh tahun kemudian. Dengan lebih dari 65.000 unduhan dan ribuan pengguna global, OpenDSS telah menjadi alat simulasi yang kuat yang dimanfaatkan di seluruh industri oleh utilitas, laboratorium penelitian, dan universitas untuk memodelkan dan mensimulasikan aplikasi distribusi lanjutan. Selain itu, digunakan sebagai alat pelatihan untuk siswa dan insinyur distribusi ba

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2021 hingga Selesai yang bertempat di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik (STL) Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Adapun jadwal pelaksanaan pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

[illegible]

3.2. Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada proses penyelesaian penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Satu unit laptop ASUS X550Z dengan kecepatan *processor* 1.8 GHz dan sistem operasi Windows 10 64-bit.
2. Perangkat lunak Python 3.7.9 sebagai sarana pembuat program dan model perhitungan.
3. Perangkat lunak Visual Studio Code sebagai sarana untuk edit dan menjalankan simulasi program.
4. 12 *processor* tipe Intel(R) Xeon(R) CPU E5-4627 v2 @ 3.30GHz dan memory sebesar 7GB.
5. Data IEEE 13 *Node Test Feeder*, IEEE 34 *Node Test Feeder*, IEEE 8500 *Node Test Feeder*

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian dalam pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mempelajari materi-materi yang terkait dengan topik yang dibahas dalam tugas akhir, yaitu mengenai aliran daya, *server*, *response time*, dan pembebanan maksimum. Materi tersebut didapatkan dari buku, jurnal dan referensi dari *website* yang dapat dipertanggungjawabkan informasinya.

2. Studi Bimbingan

Studi bimbingan ini dilakukan penulis dengan cara melakukan berdiskusi, tanya jawab dan mencari solusi bersama dosen pembimbing yang dapat berguna untuk meningkatkan wawasan lebih dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.

3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, penulis melakukan pengumpulan data yang diperlukan dalam pembuatan program berasal dari IEEE PES (*Power & Energy Society*) *Distribution Test Feeder*, yaitu IEEE 13 *Node Test Feeder*, IEEE 34 *Node Test Feeder*, IEEE 8500 *Node Test Feeder*.

4. Pembuatan Program

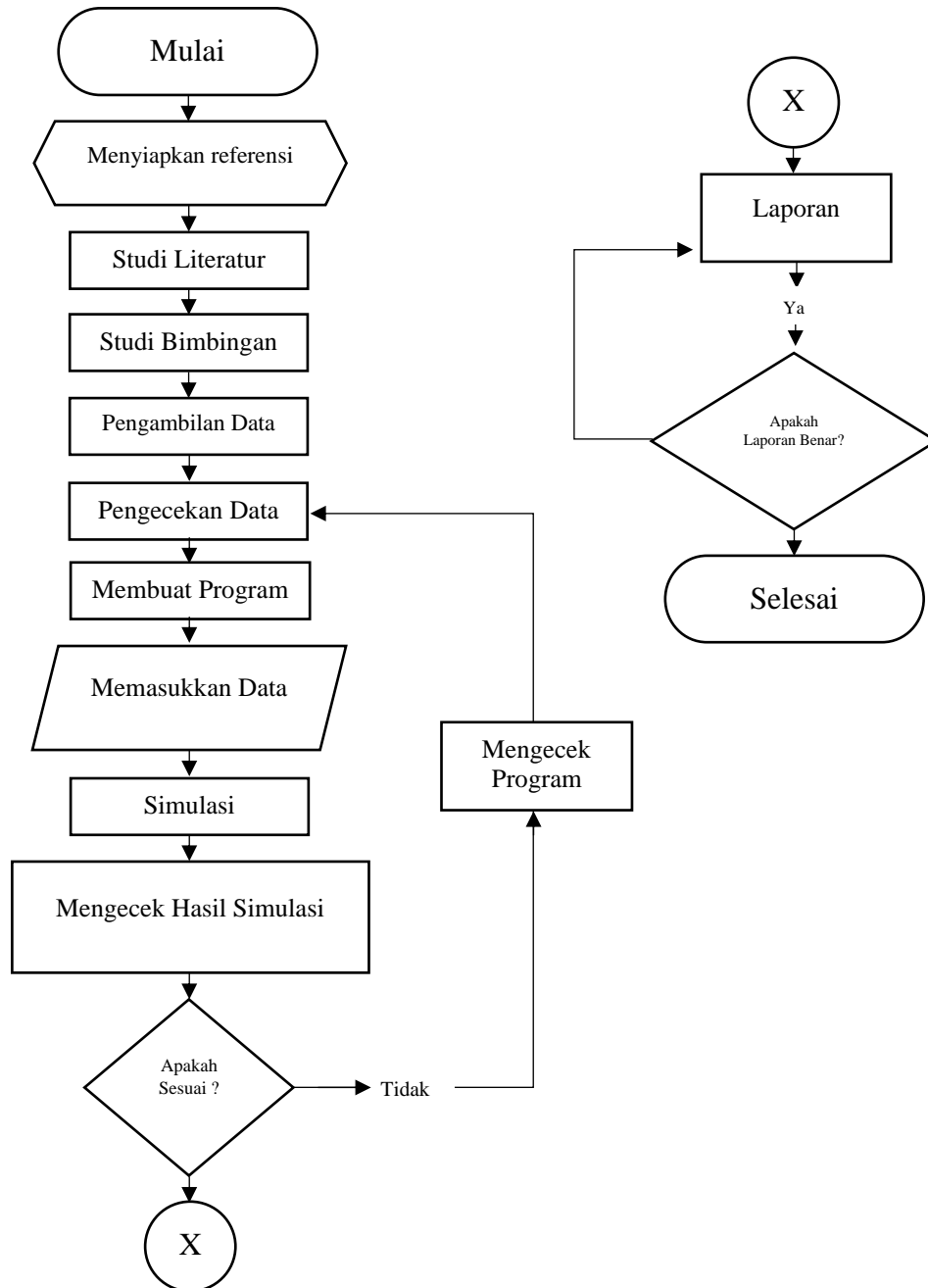
Data yang sudah dikumpulkan akan diolah untuk dilakukan komputasi analisis aliran daya tiga fasa dengan menggunakan bahasa pemrograman Python. Dilanjut dengan memporting ke platform *web* dan melakukan evaluasi kinerja server.

5. Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan ini berupa rencana penelitian dalam bentuk proposal. Laporan ini dapat digunakan sebagai bentuk tanggung jawab penulis terhadap tugas akhir yang telah dilakukan dan digunakan untuk seminar hasil.

3.4. Diagram Alir Penelitian

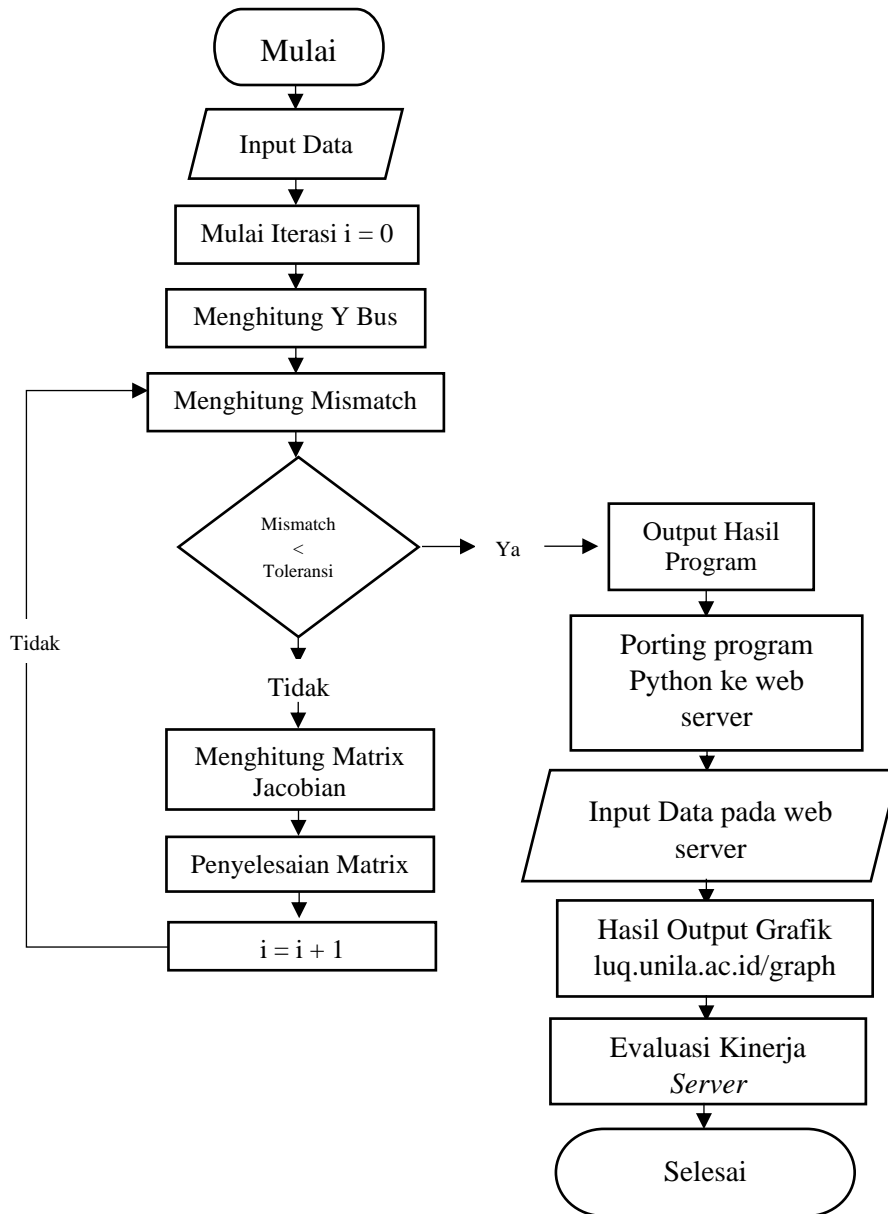
Adapun tahap-tahap yang dilakukan untuk menyusun penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

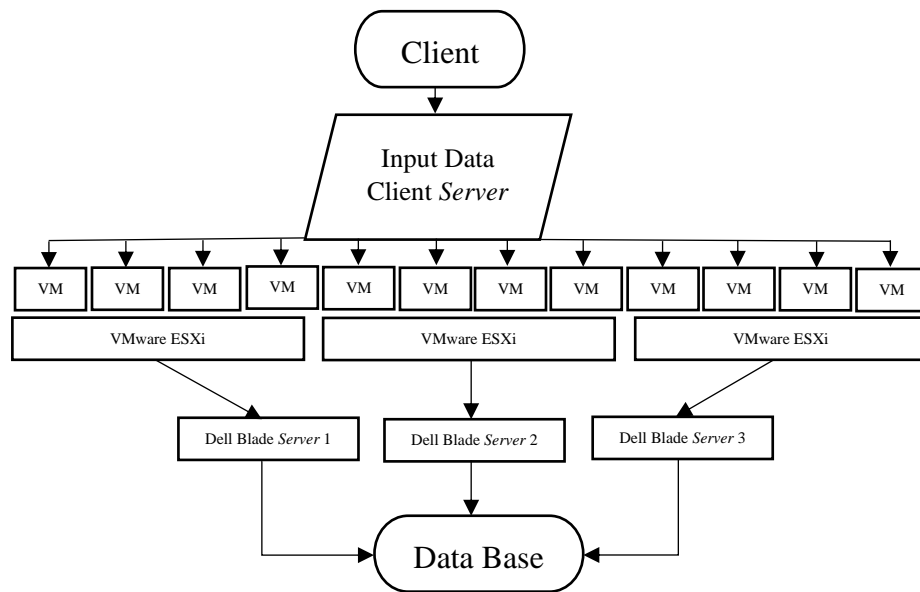
3.5. Diagram Alir Program

Adapun diagram alir program penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Diagram Alir Program

3.6. Diagram Alir *Data Center* Unila.



Gambar 6. Diagram Alir *Server*

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian yang diusulkan mampu melihat kinerja pada *data center* Universitas Lampung dan dapat mengetahui ketika ada penambahan beban / pengguna begitu juga data kasus yang meningkat secara real time yang dievaluasi berdasarkan spesifikasi komponen di *data center* Universitas Lampung.
2. Berdasarkan hasil evaluasi yang didapatkan bahwa kinerja CPU pada data center saat kondisi data kasus 8500 bus dengan rata-rata pengguna 10 – 30 *user*, kinerja CPU mencapai batas maksimum dengan waktu yang lebih lama yaitu 100%. Hal ini menyebabkan pengguna lain harus menunggu sampai *virtual machine* menyelesaikan komputasi dengan data kasus yang lebih besar dan pengguna lebih banyak.
3. Hasil evaluasi kinerja komputasi pada data center Universitas Lampung. Peningkatan pengguna dan data kasus berpengaruh dengan lama waktu komputasi tersebut. Oleh karena itu, semakin banyak pengguna dan data kasus melakukan komputasi secara bersamaan, maka semakin banyak waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan komputasi tersebut.
4. Hasil program komputasi aliran daya pada web server dapat disimpulkan valid. Karena selisih hasil dengan OpenDSS untuk magnitude tegangan maksimal hanya mencapai $5 \times 10^{-5} \text{ p.u}$ dan magnitude sudut maksimal 0.5° .

5.2. Saran

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Saran yang diberikan untuk penelitian ini yaitu untuk meningkatkan performa kecepatan waktu komputasi, diperlukannya peningkatan / penambahan *processor* pada *data center* Universitas Lampung ketika ada penambahan data kasus yang lebih banyak.
2. Penelitian selanjutnya dapat ditambahkan FLOPS (Floating Point Operation Per Second) pada program perangkat lunak python untuk dapat menampilkan hasil kinerja prosesor lebih lanjut dan menganalisisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Isaac Kofi Nti, C. A.-A.-S. (2017). *Evaluation Of Server Performance In Cloud Computing On Virtual Network Infrastructure: Using Riverbed Simulator. International Journal Of Science And Engineering Applications*, 95-103.
- [2] Kolhar, M. (2017). *Web Server Performance Evaluation In A Virtualisation Environment. Vol. 8, No. 2, 2017*, 71-75.
- [3] I Kadek Susila Satwika, I. D. (2020). "Analisis Performansi Kinerja Server Menggunakan Terminal Server Berbasis Windows Dan Linux." *Nero Vol. 5 No. 1 2020*, 30-35.
- [4] V.S. Dhaka, S. V. (2014). *Analysis Of Server Performance With Different Techniques Of Virtual Databases. Vol. 5, No. 10 Ocotober 2014*, 794-797.
- [5] Omid H. Jader, S.R.(2019). *A State Of Art Survey For Web Server Performance Measurement And Load Balancing Mechanisms. International Journal Of Scientific & Technology Research Volume 8, Issue 12*, 535-543.
- [6] Rio Hendri, S. S. (2012). Pengukuran Kecepatan Proses pada Pengukuran Kecepatan Proses pada *High Performance Computing (HPC) Cluster Server. Jurnal Teknologi Informasi Politeknik Telkom Vol. 1, No.4*, 112-115.
- [7] Lukmanul Hakim, Fandi Prayoga, Khairudin, Herri Gusmedi. (2019). "Vector Form Implementation in Three-Phase Power Flow Analysis Based on Power Injection Rectangular Coordinate." *Jurnal Nasional Teknik Elektro, Vol. 8, No. 1*, 17-23.
- [8] A. W. Satriawan, "Analisa Perfomansi Metode *Vectorized Algorithm*", Bandar Lampung: Universitas Lampung, 2017.

- [9] M. Zellagui, A. Chaghi, "Impact Of SVC Devices On Distance Protection Setting Zones In 400 kV Transmission Line," U.P.B. Sci. Bull., Series C, Vol. 75, Iss. 2, June 2013.
- [10] Richard Mcdougall, Jennifer Anderson, "Virtualization Performance, *Acm Sigops Operating Systems Review Archive*" Vol. 44, Issue 4 2010, 30-56.
- [11]Nurmiati, E. (2012). Analisis dan Perancangan web Server Pada Handphone. *Jurnal Sistem Informasi*, 5(2) , 1-17.
- [12]I Kadek Susila Satwika, I. D. "Analisis Performansi Kinerja Server Menggunakan Terminal Server Berbasis Windows Dan Linux." *Nero Vol. 5 No. 1 2020*, 30-35.
- [13]Riswandi. (2020). Evaluasi Kinerja Web Server Apache menggunakan Protokol HTTP2. *Journal of Engineering, Technology & Applied Science*, vol. 2, no. 1, 19-31.
- [14] Kolhar, M. (2017). *Web Server Performance Evaluation In A Virtualisation Environment*. Vol. 8, No. 2, 2017, 71-75.
- [15] Yudha Christianto Firmansyah, Wing Wahyu Winarno, Eko Pramono. (2019). " Analisis Teknologi Virtual Mesin Proxmox Dalam Rangka Persiapan Infrastruktur Server." Vol. 5, No. 3, 2019, 69-72.
- [16] Deni Marta , M. Angga Eka Putra , Guntoro Barovih. (2019). "Analisis Perbandingan Performa Virtualisasi Server Sebagai Basis Layanan Infrastructure As A Service Pada Jaringan Cloud." Vol.19, No.1, 2019, 1-8.
- [17] Bambang Adi Mulyani. (2017). "Analisa Infrastruktur Data Center Virtualisasi Dan Disaster Recovery Berbasis Site Recovery Manager Dalam Pemenuhan Service Level Agreement Pada Pt Xyz" Vol 1, No 1, 2017, 8-22.