

Analisis Sistem *Cloud Computing* IAAS Penyedia *Server Cloud* dengan Standar NIST *Special Publication* 800-145

I Gusti Ngurah Wikranta Arsa

Sistem Komputer, STMIK STIKOM Bali

Jl. Raya Puputan No.86 Renon – Denpasar, Telp. (0361)244445

e-mail: arsa@stikom-bali.ac.id

Abstrak

National Institute of Standards and Technology (NIST) adalah laboratorium ilmu fisika, dan lembaga non-regulasi pada departemen perdagangan Amerika Serikat (United States Department of Commerce) NIST bertanggung jawab untuk mengembangkan standar dan pedoman termasuk persyaratan minimum, untuk menyediakan keamanan informasi yang memadai untuk semua operasi dan aset keagenan. Salah satu rekomendasi yang dikeluarkan oleh NIST adalah Special Publication (SP) 800-145 tentang definisi cloud computing. Dalam SP 800-145 direkomendasikan, 5 karakteristik cloud computing meliputi On-demand self-service, Broad network access, Resource pooling, Rapid elasticity, dan Measured service. Sistem yang dapat dikategorikan cloud menurut NIST setidaknya memiliki karakteristik yang direkomendasikan. Permasalahan yang ditemukan adalah sejauh mana sebuah sistem penyedia layanan cloud IAAS dalam menyediakan server dapat dikatakan sebuah sistem cloud computing berdasarkan standar NIST, dalam paper ini akan menganalisis sebuah sistem cloud computing dengan layanan Infrastructure AS A Service (IAAS) penyedia server Cloud dengan pendekatan NIST SP 800-145. Metode yang digunakan adalah menganalisis apakah sistem yang dibuat sudah memenuhi unsur karakteristik dari cloud NIST dengan beberapa pembuktian. Paper ini menghasilkan sebuah analisis sistem cloud IAAS penyedia server cloud dengan pendekatan NIST SP 800-145. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi penyedia server cloud dari penelitian sebelumnya telah memenuhi sistem cloud computing menurut NIST.

Kata kunci: *Cloud computing, NIST SP 800-145, IAAS, Server cloud.*

Abstract

The National Standards and Technology Institute (NIST) is a science laboratory, and a non-regulatory institution in the United States Department of Commerce. NIST is responsible for developing standards and policies with minimum requirements, to provide adequate information for all operations and agency asset. One recommendation issued by NIST is Special Publication (SP) 800-145 concerning definition of cloud computing. SP 800-145 recommended 5 facts cloud computing On-demand self-service, Broad network access, Resource pooling, Rapid elasticity, and measured services. The system that can be categorized as cloud according to NIST already has recommended features. The problem is whether an IAAS cloud service provider system in providing a server is a cloud computing system based on NIST standards, in this paper will analyze a cloud computing system with the Infrastructure AS A Service (IAAS) Cloud server provider with the NIST SP 800-145. The method used is to analyze whether the system created has fulfilled the characteristics of the NIST with some evidence. This paper produces an analysis of the IAAS cloud system provider cloud server with the NIST SP 800-145 approach. Result of this research is server provider application from previous research studies that have fulfilled NIST Cloud computing definition.

Keywords: *Cloud computing, NIST SP 800-145, IAAS, Server Cloud.*

1. Pendahuluan

Cloud computing menurut *National Institute of Standards and Technology (NIST)* adalah suatu model komputasi yang memberikan kemudahan, kenyamanan, dan sesuai dengan permintaan (*on-demand access*) untuk mengakses dan mengonfigurasi sumber daya komputasi (*network, servers, storage, applications, and service*) yang bisa dengan cepat dirilis tanpa adanya banyak interaksi dengan penyedia layanan [1]. *Cloud computing* adalah model, bukan sebuah teknologi spesifik, menggambarkan operasional dan ekonomi model untuk penyediaan dan penggunaan infrastruktur IT dan layanan terkait [2]. Menurut

[3] dari beberapa definisi *cloud* memiliki persamaan karakteristik umum yang harus dimiliki sebuah sistem *cloud* yaitu *pay-per-use* (sewa atau bayar sesuai dengan yang digunakan), *elastic capacity* (kapasitas yang elastis) dan sumber daya yang tidak terbatas, *self service interface* (antar muka berbasis layanan mandiri), dan sumber daya yang diabstraksi atau virtualisasi. Model layanan *cloud* menurut NIST dibagi menjadi *Software As A Service (SAAS)*, *Platform As A Service (PAAS)*, dan *Infrastructure As A Service (IAAS)* [1].

Cloud IAAS dapat dikembangkan dengan layanan penyediaan *server* dengan sistem sewa di mana perusahaan dapat menyewa *server* sesuai dengan kebutuhannya. Keunggulan *cloud computing* adalah dapat menyediakan infrastruktur yang fleksibel sesuai dengan kebutuhan dan lebih murah, perusahaan dapat memfokuskan bisnisnya tanpa memikirkan IT. Perusahaan bisa berimprovisasi dengan kreasi dan layanan untuk solusi IT dengan memberikan layanan akses yang lebih fleksibel dan harga yang efektif [4]. IAAS adalah layanan sumber daya di internet. Selain lebih fleksibel, keuntungan utama dari IAAS adalah pembayaran sesuai dengan penggunaan [5].

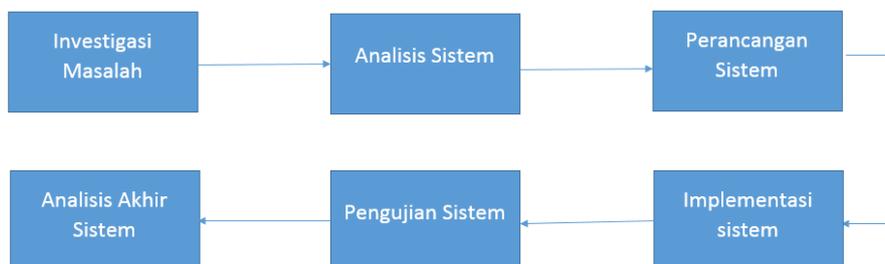
Pada penelitian sebelumnya yang dihasilkan sebuah aplikasi *cloud computing* penyedia layanan *server* berbasis *web* dengan menggunakan *hypervisor proxmox ve* dengan model layanan IAAS [6]. Dari hasil penelitian ini memiliki permasalahan apakah hasil dari penelitian ini sudah dapat dikatakan sebuah sistem yang *cloud computing*, apa yang mendasari sistem yang dihasilkan tersebut adalah sistem yang dikategorikan *cloud computing*.

Untuk membangun sebuah sistem yang *cloud* diperlukan beberapa syarat, sesuai dengan standar yang dimuat dalam *Special Publication* dari *Nasional Institute of Standar and Technology (NIST) 800-145* mengeluarkan standar sebuah sistem yang dapat dikatakan sebuah sistem yang *cloud computing* memiliki yaitu lima karakteristik. Sistem yang *cloud* haruslah memiliki lima karakteristik *On-demand self-service*, *Broad network access*, *Resource pooling*, *Rapid elasticity*, dan *Measured service* [1].

Penelitian ini melakukan analisis terhadap sistem yang telah dihasilkan pada penelitian sebelumnya berdasarkan referensi NIST SP 800-145 dengan beberapa bukti berdasarkan hasil implementasi yang telah dilakukan.

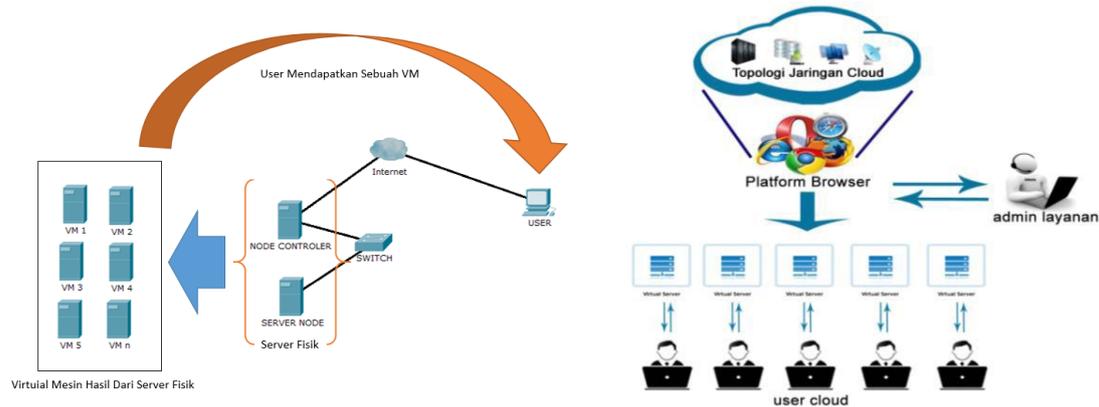
2. Metode Penelitian

Dalam Penelitian ini dilakukan beberapa langkah-langkah mulai dari investigasi masalah, analisis sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, dan analisis akhir sistem. Dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistematika penelitian.

Tahap investigasi, analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Di mana hasilnya adalah sistem dihasilkan adalah sistem penyedia layanan *server* dengan menggunakan *proxmox VE* sebagai manajemen *back-end* untuk infrastruktur penyedia layanan. Implementasi *cloud computing* dapat dilakukan dengan melakukan rancangan DFD, ERD, dan rancangan layanan yang akan diberikan kepada *user* memanfaatkan *web client*. Dalam mengakses mesin dapat menggunakan *browser*, namun diperlukan *browser* yang *support* dengan *Java plugin* atau dapat memanfaatkan *tool PuTTY* [6]. Desain Topologi dan gambaran sistem layanan penyedia *server* sesuai [6] dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Topologi dan gambaran sistem aplikasi penyedia server IAAS [6].

Tahap terakhir adalah tahap analisis akhir. Tahap ini adalah tahap di mana sistem akan dianalisis apakah sudah memenuhi kriteria sebagai sistem yang *cloud computing*. Tahap ini sistem akan dianalisis dengan standar sistem *cloud* menurut *National Institute of Standards and Technology (NIST) Special Publication 800-145*.

Metode pengumpulan data adalah teknik atau cara yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Dalam penelitian ini digunakan beberapa teknik dalam pengumpulan data dapat dijelaskan sebagai berikut.

Observasi adalah metode pengumpulan data yang kompleks karena melibatkan berbagai faktor dalam pelaksanaannya. Metode pengumpulan data observasi tidak hanya mengukur sikap dari responden, namun juga dapat digunakan untuk merekam berbagai fenomena yang terjadi. Dari hasil observasi dan pengalaman dalam pembuatan model *cloud IAAS*. Sudah ada beberapa perusahaan besar yang menyediakan infrastruktur IT seperti Amazone EC2, Google, Microsoft, dan lainnya. Namun tentunya perusahaan tersebut memiliki kapasitas dan target pasar yang menasar perusahaan yang besar. Hal ini menjadi pertimbangan juga dalam pembuatan sistem yang *cloud*.

Kemudian observasi selanjutnya adalah melihat fenomena penggunaan infrastruktur *cloud* mulai menjadi solusi yang menjanjikan. Beberapa perusahaan atau *startup* sudah mulai menggunakan jasa penyediaan server secara *cloud*. Hal ini juga menjadikan *cloud* mulai diminati beberapa perusahaan kecil menengah. Selain itu banyak aplikasi atau sistem yang menawarkan model layanan *software as a service* tentunya menjadikan gaya berkomputasi yang baru.

Studi dokumen metode pengumpulan data yang tidak ditujukan langsung kepada subjek penelitian. Studi dokumen adalah jenis pengumpulan data yang meneliti berbagai macam dokumen yang berguna untuk bahan analisis. Dalam studi dokumentasi digunakan beberapa *paper* dari berbagai sumber yang berkaitan tentang layanan *cloud*, virtualisasi, analisis kinerja server, dan beberapa teknik yang digunakan dalam menguji kinerja beberapa server. Studi dokumen digunakan untuk mempertimbangkan model atau arsitektur layanan *cloud* infrastruktur, platform atau *hypervisor* yang dapat digunakan, dan analisis yang dapat digunakan. Selain itu digunakan referensi yang menjadi utama dalam usaha menghasilkan sistem yang masuk dalam *cloud computing* yaitu publikasi yang dikeluarkan oleh NIST *Special Publication 800-145* Tentang definisi *cloud computing* dan hasil penelitian lainnya.

3. Hasil dan Analisis

Analisis sistem dengan pendekan *Special Pulication 800-145* yang dikeluarkan oleh NIST. NIST memberikan rekomendasi definisi dari *cloud computing* mulai dari karakteristik, servis model, dan model pengembangan. NIST juga merekomendasikan *framework cloud* seperti pada Gambar 3 dengan tambahan karakteristik umum berupa beberapa teknologi yang dapat digunakan sebagai dasar dalam mengembangkan sistem *cloud computing* seperti virtualisasi, sistem terdistribusi, *service oriented architecture*, *broadband*, *browser as a platform*, *autonomic* sistem, *web application framework*, dan lainnya [1].

3.1. Model Penyebaran

NIST merekomendasikan 4 model penyebaran *cloud* yaitu *private cloud*, *public cloud*, *community cloud*, dan *hybrid cloud* [1]. Dari sistem yang dikembangkan pada penelitian ini dapat dilihat tujuan dari sistem adalah menyediakan *server* yang dapat digunakan secara luas oleh pengguna. Sistem ini memberikan

sebuah *server* yang dapat dimanajemen sendiri oleh banyak berbagai kalangan yang membutuhkan. Sehingga jika dilihat dari 4 model yang direkomendasikan oleh NIST sistem ini merupakan model penyebaran *public cloud*, namun dari implementasi yang dilakukan sistem ini masih diimplementasikan secara lokal dengan memanfaatkan jaringan *private* dan belum dapat diakses menggunakan jaringan *public* sehingga saat ini sistem *cloud* yang dihasilkan masih dalam model pengembangan *private cloud*, hal ini diperkuat dengan *server* yang dibangun masih menggunakan *IP Address private*, dan akses dilakukan masih menggunakan jaringan lokal.

3.2. Model Layanan

NIST merekomendasikan 3 model layanan *cloud computing* yaitu SAAS, PAAS, dan IAAS [1]. Dilihat dari model layanan yang direkomendasikan sistem *cloud* ini tentunya masuk ke dalam IAAS, di mana sistem *cloud server* ini menyediakan layanan berupa sewa *server* secara virtualisasi kepada pengguna. Jelas terlihat dalam sistem memberikan layanan konfigurasi sebuah mesin virtual *server* dengan memanfaatkan *hypervisor Proxmox VE*. IAAS lebih dikenal dengan layanan komputasi di mana layanan yang diberikan berupa komputasi dasar berupa mesin yang dapat dijadikan berbagai jenis *server* sesuai dengan kebutuhan pengguna sama halnya dengan sistem yang dibuat pada penelitian ini.

Pengguna diberikan kemudahan dalam pemesanan dan akses khusus untuk dapat mengonfigurasi komputasi paling mendasar yaitu komputer. Selain itu target dari IAAS adalah pengguna dengan tingkat penguasaan dibidang komputer yang lebih mendalam, di mana pengguna harus memiliki keahlian dalam mengakses *server* seperti dalam sistem ini yang dapat diakses dengan *remote server* seperti penggunaan Putty dengan protokol SSH ataupun *telnet*. Dalam sistem terlihat juga jika pengguna dapat melihat mesin yang dapat digunakan dan beberapa keterangan mengenai detail *server* yang disewa.

3.3. Karakteristik

Rekomendasi NIST mengenai sistem yang dapat dikategorikan sistem yang *cloud computing* dapat dilihat pada karakteristik yang diusulkan. Terdapat 5 karakteristik *cloud* yang menunjukkan apakah sistem masuk kategori *cloud computing* menurut NIST. Analisis karakteristik sistem yang dibuat pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut;

1. *On-Demand self-services* dilihat dari pengguna dapat memesan dan mengelola layanan tanpa interaksi manusia dengan penyedia layanan, misalnya dengan menggunakan sebuah portal *web* dan manajemen antarmuka. Pengadaan dan perlengkapan layanan serta sumber daya yang terkait terjadi secara otomatis pada penyedia [1]. Sistem yang diusulkan adalah sistem penyedia *server* yang dapat diakses dengan menggunakan teknologi internet menggunakan model arsitektur TCP/IP. Sistem ini dikembangkan berbasis *web* di mana *server* dibangun menggunakan platform Linux yaitu sistem operasi berbasis Linux Debian yang sekaligus sebagai *hypervisor* yaitu *proxmox VE*. Pengguna sistem ini ketika melakukan pemesanan hanya mengakses *web interface* kemudian melalui persetujuan dari *admin* sistem secara otomatis membuat sebuah mesin *server* sesuai dengan permintaan, selanjutnya *server* yang dipesan dapat terlihat pada halaman pengguna, pengguna selanjutnya dapat langsung melakukan *remote server* sesuai dengan aplikasi *remote server* yang biasa digunakan dengan mengakses IP dari *server* yang dihasilkan. Selanjutnya pengguna bebas melakukan konfigurasi *server* sesuai dengan kebutuhan. Dari sini dapat dilihat pengguna sistem nyaris tidak terlalu banyak berhubungan dengan pemilik sistem begitu juga sebaliknya dengan penyedia sistem. Dari penjelasan sebelumnya dapat disimpulkan sistem yang dibuat dalam penelitian ini dapat dikategorikan sistem yang *On-Demand self-services*.
2. *Broad network access*, adalah layanan yang tersedia dapat diakses secara luas dengan berbagai platform, terutama dapat diakses secara memadai melalui jaringan internet, baik menggunakan *thin client*, *thick client* ataupun media lain seperti *smartphone* [1]. *Cloud server* ini dibangun dengan berbasis *web*, di mana sistem yang dibangun dengan *web* adalah sistem yang dapat diakses secara luas dan tentunya *multi platform*. *Cloud* adalah sistem yang berbasis internet sebagai teknologi utama sedangkan sistem *cloud server* ini memanfaatkan jaringan internet untuk dapat mengakses *server* penyedia *cloud*. Sistem yang berbasis *web* tentunya sistem yang dapat diakses menggunakan berbagai perangkat, mulai dari *desktop* sampai *mobile*. Sesuai dengan penjelasan sebelumnya sistem yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dikatakan *Broad network access*.
3. *Resource pooling*, penyedia layanan *cloud*, memberikan layanan melalui sumber daya yang dikelompokkan di satu atau berbagai lokasi data *center* yang terdiri dari sejumlah *server* dengan mekanisme *multi-tenant*. Mekanisme *multi-tenant* ini memungkinkan sejumlah sumber

daya komputasi tersebut digunakan secara bersama-sama oleh sejumlah *user*, di mana sumber daya tersebut baik yang berbentuk fisik maupun virtual, dapat dialokasikan secara dinamis untuk kebutuhan pengguna atau pelanggan sesuai permintaan. Dengan demikian, pelanggan tidak perlu tahu bagaimana dan dari mana permintaan akan sumber daya komputasinya dipenuhi oleh penyedia layanan. Yang penting, setiap permintaan dapat dipenuhi. Sumber daya komputasi ini meliputi media penyimpanan, *memory*, *processor*, pita jaringan dan mesin virtual [1]. Sistem yang dihasilkan dalam penelitian ini diimplementasikan dengan memanfaatkan *hypervisor proxmox VE*, *proxmox* adalah sistem operasi yang dapat digunakan dalam membangun sebuah sistem yang tersentral di mana dapat dengan mudah memonitoring *server* yang dimiliki, hal ini berguna dalam menyediakan *resource pooling*, di mana tujuan dari *resource pooling* adalah sistem yang tersentral dan dapat memenuhi segala permintaan pengguna. Sistem penyedia layanan *server* yang dihasilkan pada penelitian ini tentunya tersentral dalam sebuah sistem, di mana sistem berbasis *web* tentunya berada pada sebuah *pooling* atau sebuah *server*. *server* di sini tentunya dapat ditingkatkan kapasitasnya untuk memenuhi kebutuhan pengguna karena *server* dasar yang digunakan dibangun dengan sistem operasi yang dapat digunakan untuk membuat *server cloud* yaitu *proxmox VE*. Dari analisis yang dilakukan sistem pada penelitian ini sudah memiliki karakteristik *resource pooling*.

4. *Rapid elasticity*, adalah kapasitas komputasi yang disediakan dapat secara elastis dan cepat disediakan, baik itu dalam bentuk penambahan ataupun pengurangan kapasitas yang diperlukan. Dengan kemampuan ini seolah-olah kapasitas yang tersedia tak terbatas besarnya, dan dapat "dibeli" kapan saja dengan jumlah berapa saja [1]. Sistem penyedia layanan *server* ini menyediakan *form* permintaan sebuah mesin *server* sesuai dengan permintaan dari para pengguna layanan *server*. dalam sistem permintaan pengguna dapat secara elastis dibuat, ditingkatkan ataupun diturunkan spesifikasi *server* yang diinginkan. Hal ini memberikan elastisitas dan kebebasan kepada pengguna dalam memesan atau menyewa *server* sesuai dengan kebutuhannya. Selain itu permintaan ini dapat secara cepat tercipta asalkan secara administrasi tidak terdapat masalah. Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa layanan penyedia *server* pada penelitian ini memiliki karakteristik *rapid elasticity*.
5. *Measured Service*, sumber daya *cloud* yang tersedia harus dapat diatur dan dioptimasi penggunaannya, dengan suatu sistem pengukuran yang dapat mengukur penggunaan dari setiap sumber daya komputasi yang digunakan (penyimpanan, memori, prosesor, lebar pita, aktivitas pengguna dan lainnya) dengan demikian, jumlah sumber daya yang digunakan dapat secara transparan diukur yang akan menjadi dasar bagi pengguna untuk membayar biaya penggunaan layanan [1]. Sistem Penyedia layanan *server* pada penelitian ini memiliki fasilitas pada halaman *user* yang dapat memonitoring mesin yang dimiliki oleh pengguna, hal ini dapat dijadikan sebagai pengukuran dalam penentuan kapasitas dari *server* yang dimiliki, selai itu pengguna dapat langsung melihat spesifikasi *server* yang dimiliki atau disewa seperti kapasitas memori, kapasitas *hardisk*, dan kapasitas prosesor yang dimiliki, dan tentunya pengguna dapat melihat langsung dari mesin virtual yang dimiliki seberapa besar sisa dari *server* yang dimiliki. Sesuai uraian tersebut sistem yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dikatakan memiliki karakteristik *Measured Service*.

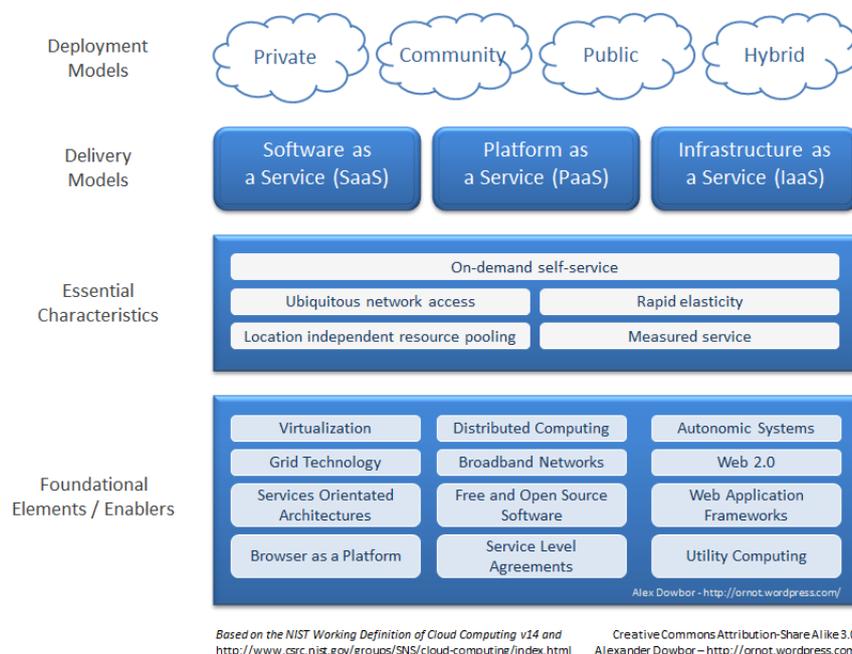
Dari analisis yang dilakukan didapat bahwa sistem layanan penyediaan *server* dapat dikatakan memenuhi 5 karakteristik yang direkomendasikan oleh NIST, sehingga sistem ini dapat dikatakan sebagai sistem *cloud computing* menurut NIST. Untuk mempermudah hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Simpulan sistem dengan karakteristik NIST.

Karakter NIST	Layanan Penyedia Server	Status
<i>On-Demand self-services</i>	Pemesanan pribadi dengan <i>form</i> yang disediakan	Sesuai
<i>Broad network access</i>	Berbasis <i>web</i>	Sesuai
<i>Resource pooling</i>	Sistem dibangun dengan <i>web</i> dan terpadu pada <i>server</i>	Sesuai
<i>Rapid elasticity</i>	Pemesanan, penambahan, dan pengurangan mesin <i>server</i> sesuai dengan keperluan	Sesuai
<i>Measured Service</i>	Halaman pengguna memperlihatkan detail mesin sesuai dengan permintaan dan dapat akses dan melihat kapasitas <i>server</i> sendiri	Sesuai

3.4. Elemen Dasar / Teknologi Dasar

NIST dalam beberapa publikasi yang dilakukan juga memberikan beberapa elemen dasar atau disebut sebagai *Foundational Elements / Enablers*. Elemen yang dimaksud adalah beberapa teknologi dasar yang dapat digunakan dalam mengembangkan sistem *cloud computing*. Pada sistem yang dihasilkan pada penelitian ini ada beberapa teknologi yang direkomendasikan yang digunakan yaitu virtualisasi. Dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Definisi *cloud computing* menurut NIST.

Virtualisasi adalah teknologi yang utama digunakan dalam menghasilkan layanan sewa *server*, *server* yang diberikan kepada pengguna adalah *server* yang virtual hasil dari virtualisasi mesin dengan menggunakan sistem operasi atau *hypervisor proxmox ve*. Virtual mesin inilah yang selanjutnya dapat digunakan oleh pengguna untuk *server* sesuai dengan kebutuhannya.

Teknologi selanjutnya adalah *Grid technology* dan komputasi terdistribusi, hal ini dapat dilihat dari sistem yang dibangun memanfaatkan sistem operasi *proxmox* yang dapat digunakan untuk menghasilkan sistem *grid*, di mana *grid* dengan sangat mudah dapat dilakukan sesuai dengan Gambar 3. *Proxmox* memberikan kemudahan dalam memonitoring sistem, tentunya sistem ini dapat dikatakan sistem yang terdistribusi karena sistem yang dihasilkan adalah *grid* sehingga beban kerja dapat didistribusi ke beberapa mesin *server* lainnya. Teknologi selanjutnya adalah *browser as a platform*, sistem ini diakses menggunakan *browser* dan dapat melakukan *remote server* menggunakan *browser* namun *browser* yang digunakan haruslah terkonfigurasi dengan benar karena ada beberapa syarat yang harus dipersiapkan sebelum *server* dapat di *remote* melalui *browser*.

Tabel 2 Analisis teknologi yang mendasari.

<i>NIST Foundational Element</i>	Aplikasi penyedia server Layanan Cloud IAAS
<i>Virtualization</i>	Sudah
<i>Grid Technology</i>	Sudah
<i>Service OrienteArchitecture</i>	Belum
<i>Browser as a Platform</i>	Sudah
<i>Distributed Computing</i>	Sudah
<i>Broadband Network</i>	Belum
<i>Free and Open Source Software</i>	Sudah
<i>Service Level Agreements</i>	Belum
<i>Autonomic System</i>	Belum
<i>Web 2.0</i>	Sudah
<i>Web Application Frameworks</i>	Belum
<i>Utility Computing</i>	Sudah

FOSS atau *free and open source software* adalah konsep yang digunakan dalam mengembangkan aplikasi pada penelitian ini, rata-rata *server* yang digunakan adalah FOSS seperti MySQL sebagai *database*-nya dan tentunya *proxmox VE* sebagai *hypervisor* yang berbasis Debian dan *open source*. Rangkuman teknologi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari penjelasan tersebut sistem layanan penyedia *server* telah menggunakan beberapa teknologi yang mendasari dalam mengembangkan sistem *cloud computing*. Dapat dilihat bahwa *cloud computing* adalah sebuah gaya komputasi yang memanfaatkan internet dan teknologi lainnya yang telah ada sebelumnya dikemas ke dalam sebuah gaya komputasi baru dengan karakteristik yang sesuai dengan gaya komputasi awan dalam hal ini menurut NIST adalah 5 karakteristik yaitu layanan mandiri, jaringan luas, elastisitas, sumber daya terpadu, dan layanan yang terukur.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Hasil analisis dengan NIST *Special Publication 800-145* adalah sistem layanan penyedia *server* dapat dikatakan sistem *cloud computing* dengan layanan IAAS
2. Model penyebaran pada penelitian ini adalah *private cloud* dikarenakan sistem masih dijalankan pada jaringan *private*.
3. Teknologi mendasar sesuai dengan rekomendasi NIST menggunakan *Virtualization, Grid Technology, Distributed Computing, Browser as a Platform, dan Free and Open Source Software*.

Daftar Pustaka

- [1] P. Mell and T. Grance, "The NIST Definition of *Cloud computing* Recommendations of the National Institute of Standards and Technology," *NIST Spec. Publ. 800-145*, 2011.
- [2] K. L. Jackson and S. Goessling, *Architecting Cloud computing Solutions: Build cloud strategies that align technology and economics while effectively managing risk*. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2018.
- [3] R. Buyya, J. Broberg, and A. Goscinski, *Cloud computing Principles and Paradigms*. Hoboken, New Jersey: A John Wiley & Sons, Inc., 2011.
- [4] D. W. Cearley, "Cloud computing Key Initiative." Gartner Inc., Stamford, 2010.
- [5] N. Antonopoulos and L. Gillam, *Cloud computing : Principles, System and Applications*, 2nd ed. London, 2010.
- [6] I. G. Ngurah and W. Arsa, "Aplikasi Penyedia *Server* Dengan Model Layanan *Cloud computing* Infrastructure As A Service," in *Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi 2018*, 2018, pp. 355–359.