

# **CLOUD COMPUTING: GELOMBANG INFORMATISASI LAYANAN DUNIA BISNIS MASA DEPAN**

**Moedjiono**

Program Pascasarjana Universitas Budi Luhur  
moedjiono@gmail.com

## **Abstrak**

*Model teknologi komputasi sebagai gelombang Informatisasi baru dalam Abad Informasi yang disebut **Cloud Computing** telah lahir dan didengungkan untuk mendukung layanan informatisasi dunia bisnis masa depan. Naskah ini membahas kelahiran gelombang teknologi baru yang masih dalam tahap pematangan ini untuk dapat dimengerti, dikaji, dihayati, dan didayagunakan dalam proses layanan operasional dunia bisnis masa depan. Banyak pertanyaan yang harus dijawab dan diyakinkan kepada para ilmuwan, akademisi, dan praktisi atau profesional di bidang komputer, di antaranya adalah bagaimana arsitektur atau model layanan teknologi baru ini, apa dan siapa yang berhak dan bertanggung jawab terhadap pengembangan dan keberlanjutan sistem, jaminan keamanan jaringan komunikasi dan data, data privasi, integritas data, dan ketersediaan data?*

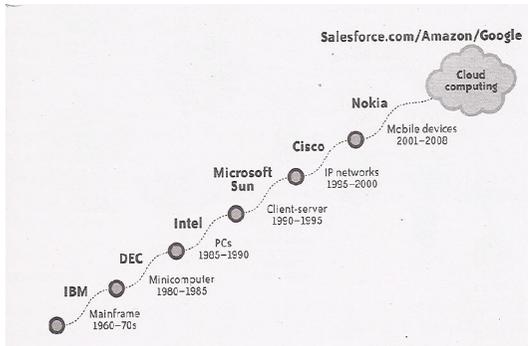
## **Pendahuluan**

Teknologi komputer merupakan salah satu teknologi yang mengalami perkembangan sangat pesat, karena didukung oleh banyaknya inovasi teknologi yang dihasilkan oleh banyaknya temuan-temuan baru terkait dengan keinginan manusia untuk mengotomasi sistem kehidupan di dunia agar segala kegiatan hidup bisa lebih mudah, lebih efektif, dan lebih efisien. Akibat dari pemikiran inilah berbagai usaha berupa kajian, penelitian dan pengembangan yang berkelanjutan di bidang hardware, software, infrastruktur, maupun brainware untuk menghasilkan berbagai temuan baru yang cemerlang untuk diimplementasikan, dan selalu disempurnakan.

CEO Oracle Larry Ellison pada tahun 2008 mengatakan kepada kelompok analis Oracle, bahwa *“The computer industry is the only industry that is more fashion-driven than women’s fashion”*. Intinya bahwa industri komputer merupakan satu-satunya industri yang lebih banyak didorong perkembangannya oleh mode/fashion dibandingkan mode/fashion wanita [1].

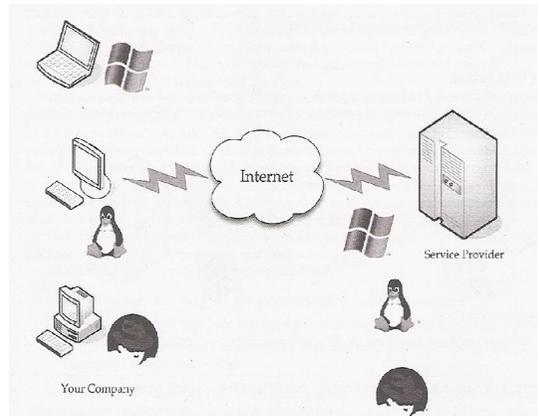
## **Evolusi Era Informasi dan Cloud Computing**

Untuk memahami lahirnya teknologi *Cloud Computing*, marilah kita tinjau bagaimana model komputasi berevolusi. Seperti yang disampaikan oleh Alvin Toffler dalam bukunya yang terkenal *“The Third Wave”*, bahwa peradaban dunia sampai dengan saat ini telah berlangsung dalam 3 gelombang/era, yaitu era agraria/pertanian, era industri, dan era informasi. Dalam setiap gelombang telah terjadi beberapa sub-gelombang. Sebagai contoh: sub-gelombang dalam era informasi dapat dilihat di gambar-1, yaitu dimulainya penggunaan komputer *mainframe* tahun 1960-1970, berkembang menjadi *minicomputer* tahun 1980-1985, PC tahun 1985-1990, *Client-Server* tahun 1990-1995, *IP Networks* tahun 1995-2000, *Mobile Devices* tahun 2001-2008, dan kini muncul sub-gelombang *Cloud Computing*.



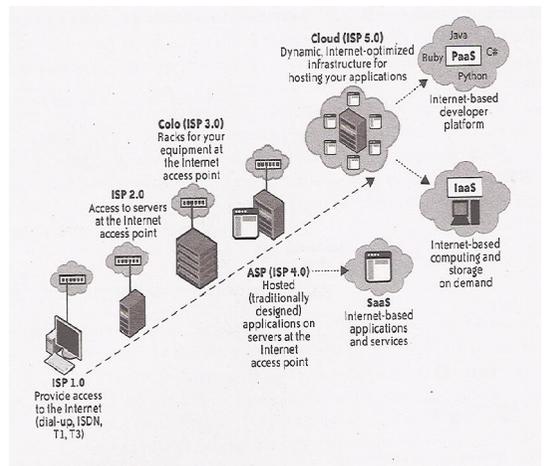
Gambar-1. Sub-gelombang dalam Era Informasi. [2]

Dalam bukunya *“The Big Switch”*, Nicholas Carr membahas bahwa evolusi di era informasi sangat mirip dengan perubahan penting yaitu elektrifikasi dalam era industri. Sebelumnya, setiap organisasi harus membangun instalasi sumber daya listriknya sendiri-sendiri, misalnya dengan menyediakan kincir air/angin sendiri-sendiri. Dengan elektrifikasi, setiap organisasi tidak perlu membangun instalasi sumber daya listriknya sendiri-sendiri lagi, tetapi dengan menyambung ke saluran listrik yang disediakan oleh perusahaan pemasok listrik. *Cloud computing* sangat mirip dengan awal mula perubahan elektrifikasi dalam era industri tersebut di era informasi. Saat ini setiap organisasi menyediakan sumber daya komputasinya sendiri-sendiri. Di masa mendatang, setiap organisasi hanya menyambung ke jaringan *cloud (computing grid)* sebagai sumber daya komputasi sesuai yang diperlukan. Begitu terwujud, penghematan untuk informatisasi organisasi merupakan keuntungan besar yang tidak tersanggahkan, bahkan untuk organisasi besar, di antaranya karena hanya cukup menyediakan sumber daya komputasi secukupnya sesuai kebutuhan. Kebutuhan komputasi lainnya sudah disediakan oleh vendor penyedia layanan komputasi seperti dapat dilihat di gambar-2.



Gambar-2. Hubungan Pelanggan dan Penyedia Layanan dalam Model *Cloud Computing*

Gambaran lainnya terkait dengan evolusi dalam *cloud computing* sendiri yang merupakan evolusi logik dari komputasi, seperti tercantum di gambar-3.



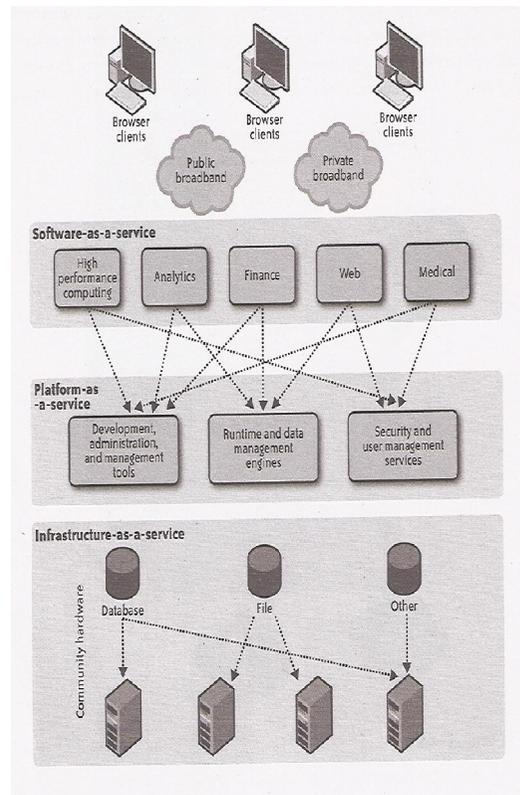
Gambar-3. Evolusi dalam *Cloud Computing*. [2]

Dimulai dari (ISP 1.0), setiap penyedia layanan Internet (ISP) berkembang-biak secara cepat untuk memberikan layanan akses Internet kepada organisasi dan individu. Pada tahap awal, ISP hanya memberikan koneksi Internet kepada para pengguna dan bisnis kecil, bahkan lewat layanan telepon.

Setelah akses Internet berkembang menjadi komoditi, ISP bergabung dan mencari layanan yang mempunyai nilai lebih, seperti akses ke email dan ke penyedia layanan lainnya di dalam fasilitas mereka (ISP 2.0). Versi ini memungkinkan suatu fasilitas khusus untuk menjadi host server organisasi/pelanggan, bersama infrastruktur untuk mendukung dan menjalankan aplikasi di atasnya, yang disebut dengan fasilitas *collocation - sandingan* (ISP 3.0), tipe pusat data di mana beberapa pelanggan mencari lokasi jaringan, server, storage dan interkoneksi ke berbagai jaringan telekomunikasi serta jaringan penyedia layanan lainnya dengan biaya serta komplikasi yang seminimal mungkin. Setelah fasilitas *collocation* berkembang dan menjadi komoditas, langkah evolusi berikutnya adalah pembentukan penyedia layanan aplikasi (ASP), yang memfokuskan pada layanan bernilai tambah lebih tinggi dalam memberikan aplikasi khusus kepada organisasi, dan tidak hanya infrastruktur komputasi (ISP 4.0). ASP pada umumnya memiliki dan mengoperasikan software aplikasi yang disediakan beserta infrastruktur yang diperlukan. Walaupun ASP menyerupai model layanan cloud computing *software-as-a-service* (SaaS), terdapat perbedaan penting dalam bagaimana layanan tersebut diberikan dan model bisnisnya. Cloud Computing (ISP 5.0) menggunakan model SPI yaitu memberikan layanan *Software-as-a-Service* (SaaS), *Platform-as-a-Service* (PaaS), dan *Infrastructure-as-a-Service* (IaaS). Beberapa pengembangan layanan tambahan lainnya berdasarkan tawaran vendor penyedia layanan adalah *Communication-as-a-Service* (CaaS), *Monitoring-as-a-Service* (MaaS), *Security-as-a-Service* (SaaS), dan lain-lainnya.

### Model Layanan Cloud Computing

Model layanan utama *cloud computing* dapat dilihat di gambar-4.



Gambar-4. Layanan SPI dalam Cloud Computing [2]

### Software-as-a-Service (SaaS)

Pelanggan tidak perlu membeli software, tetapi menyewa untuk dipergunakan dalam bentuk penyewaan atau model *pay-per-use* sebagai biaya operasional (Opex) sesuai dengan yang dibutuhkan saja.

### Platform-as-a-Service (PaaS)

Vendor penyedia layanan memberikan sarana kelengkapan pengembangan kepada pengembang aplikasi, yang mengembangkan aplikasi dan memberikan layanan lewat platform penyedia layanan. Penyedia layanan pada dasarnya mengembangkan kaskas (*toolkit*) dan standar untuk pengembangan, dan saluran untuk pendistribusian dan pembayaran. Penyedia layanan menerima pembayaran sebagai penyedia *platform* dan penjualan serta pendistribusian layanan.

Hal ini mempercepat propagasi aplikasi *software*, dengan biaya rendah masuk dan pemanfaatan saluran yang sudah terbangun untuk melayani permintaan pelanggan.

### **Infrastructure-as-a-Service (IaaS)**

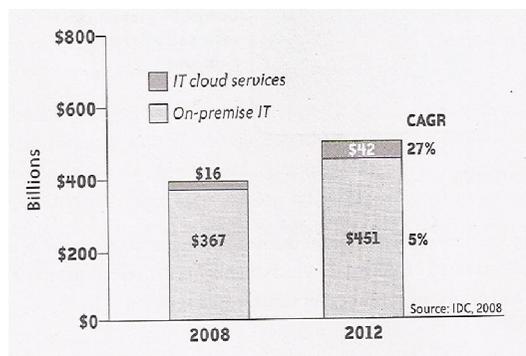
Vendor penyedia layanan menyediakan infrastruktur untuk menjalankan aplikasi, dengan model pembayaran *pay-per-use* dan memberikan skala layanan sesuai yang dibutuhkan pelanggan. Penyedia layanan dapat membangun infrastruktur yang bisa melayani puncak permintaan dan menambahkan kapasitas sesuai kebutuhan pelanggan. Pelanggan membayar sesuai daya yang dibutuhkan, besarnya tempat penyimpanan data, dan seterusnya sesuai kapasitas yang dipakai oleh pelanggan.

### **Perkembangan Teknologi Cloud Computing**

*Cloud* menggambarkan tidak adanya batas sehingga membuat dunia menjadi lebih kecil. Dilengkapi dengan fasilitas Internet yang membangun jalur komunikasi berskala global, di mana setiap orang di mana saja sekarang bisa mempunyai akses ke orang lain dari mana saja. Globalisasi aset-aset komputasi merupakan kontribusi terbesar sehingga *cloud* terwujud saat ini. Teknologi *cloud computing* masih dalam tahap awal kelahirannya dan perlu tahap-tahap kematangan lanjut. Terdapat beberapa penyedia layanan besar maupun kecil yang telah menyediakan layanan *cloud computing* yang sangat bervariasi. Banyak tanggapan dari para ilmuwan dan praktisi yang telah mencoba memanfaatkannya. Konsep *cloud computing* menjadi lebih mudah dimengerti ketika seseorang memikirkan tentang apa yang selalu dibutuhkan oleh lingkungan IT modern – sarana prasarana untuk meningkatkan kapasitas atau kapabilitas infrastrukturnya secara dinamis, tanpa menginvestasikan uang untuk membeli infrastruktur baru, tanpa harus selalu perlu mengadakan pelatihan personel baru dan tanpa perlunya membeli lisensi *software* baru. Untuk memenuhi persyaratan

keperluan seperti tersebut di atas, maka model *cloud computing* yang mencakup paradigma pembayaran langganan berdasarkan pemakaian (*subscription-based*) atau bayar yang dipakai saja (*pay-per-use*) memberikan layanan yang dipakai lewat Internet dan dapat menambahkan kemampuan instalasi IT yang sedang dipakai. Kebanyakan pengguna berpendapat bahwa pendekatan ini memberikan pengembalian dana investasi yang memadai (*return on investment*), di mana para pimpinan IT lebih memilih model ini. Didorong oleh terjadinya krisis moneter yang melanda ekonomi global, semakin banyak organisasi yang berpindah ke arah *cloud computing* sebagai sarana dan prasarana dengan biaya-rendah dan sebagai solusi kecepatan penyampaian ke pasar untuk operasi dan layanan tugas-tugas penting. Karena pelanggan pada umumnya tidak mempunyai infrastruktur yang dipergunakan di lingkungan instalasinya, mereka bisa tidak perlu mengeluarkan biaya modal dan sumber daya yang dipakai sebagai layanan dengan hanya membayar apa yang dipakai. Dengan cara pemakaian bersama daya komputasi dengan para pelanggan lainnya, rata-rata utilisasi pada umumnya sangat membaik, karena layanan-layanan *cloud computing* terpakai secara efisien. Faktor ini saja sendiri akan mengurangi biaya infrastruktur secara signifikan dan meningkatkan percepatan pengembangan aplikasi. Keuntungan lainnya akibat penggunaan model ini adalah bahwa kapasitas komputer meningkat tajam, karena pelanggan tidak perlu membuat sendiri aplikasi mereka pada saat waktu kritis, ketika beban pengolahan paling besar. Penerapan model *cloud computing* juga telah lebih dimungkinkan dengan meningkatnya ketersediaan pita lebar (*bandwidth*) kecepatan tinggi. Keinginan penggunaan *cloud computing* meningkat karena solusi *cloud* memberikan pengguna dengan akses setingkat dengan daya *supercomputer*.

Solusi ini dapat dibutuhkan sesuai kebutuhan. Jaringan bisa menjadi seperti *supercomputer* di *cloud* di mana pengguna dapat membeli yang sesuai yang diperlukan. *Cloud computing* diperkirakan akan menjadi pengendali yang sangat signifikan dalam pengeluaran bidang IT. Berdasarkan prediksi IDC (tahun 2008), layanan *cloud* diperkirakan akan tumbuh pada rata-rata pertumbuhan tahunan gabungan (CAGR) 27%, dari USD16 milyar pada tahun 2008 dan mencapai USD42 milyar sebelum tahun 2012. Pengeluaran layanan IT non-*cloud* diperkirakan tumbuh CAGR 5% dari USD367 milyar dan mencapai USD451 milyar pada tahun 2012, seperti tercantum di gambar-5.



Gambar-5. Pengeluaran Biaya Layanan *Cloud Computing* [2]

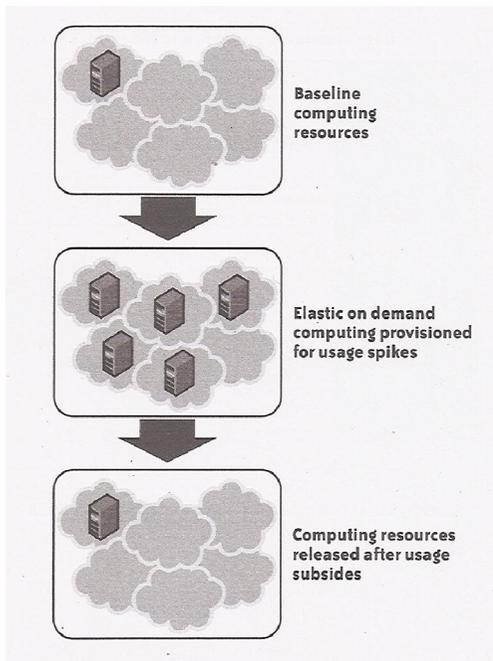
Dengan makin besarnya pendayagunaan, ada beberapa masalah yang harus dipertimbangkan, utamanya masalah legalitas. Masalah ini telah banyak usaha yang dilaksanakan oleh instansi terkait untuk menciptakan dan unifikasi lingkungan legalisasi khusus untuk *cloud computing*. Beberapa lembaga/organisasi kelompok yang bertanggung jawab terhadap teknologi komputasi telah mengumumkan usaha mereka dengan mempromosikan beberapa masalah yang harus dipenuhi dalam *cloud computing*, di antaranya *National Institute of Standards and Technology* (NIST) yang mempromosikan standarisasi di *cloud computing*, *Cloud Security Alliance* (CSA) tentang keamanan di *cloud computing*, *Open*

*Cloud Manifesto* (OCM) yang mempromosikan interoperabilitas di *cloud computing*, *Distributed Management Task Force* (DTMF), *Information Technology Association of America* dan *Jericho Forum* tentang keamanan informasi.

### Ciri Khas dan Keuntungan Teknologi *Cloud Computing*

Beberapa ciri khas *cloud computing* adalah:

1. *Multitenancy* (*shared resources*): berdasarkan model bisnis di mana sumber daya dibagi pakai bersama (beberapa pengguna memakai sumber daya yang sama) di tingkat jaringan, tingkat pengguna, dan tingkat aplikasi.
2. *Massive scalability*: walaupun organisasi mungkin mempunyai ratusan atau ribuan sistem, *cloud computing* memberikan kemampuan sampai puluhan juta sistem, di samping kemampuan skala besar dalam memanfaatkan pita lebar dan tempat penyimpanan data.
3. *Elasticity*: pengguna dapat secara cepat meningkatkan dan menurunkan sumber daya komputasi yang diperlukan, serta melepaskan sumber daya untuk penggunaan lainnya kalau tidak diperlukan lagi (lihat gambar-6).
4. *Pay-as-you-go*: pengguna hanya membayar sumber daya yang sesungguhnya dipakai dan hanya pada waktu mereka membutuhkan.
5. *Self-provisioning of resources*: sumber daya yang dimiliki oleh pengguna sendiri, seperti sistem-sistem tambahan (kemampuan pengolahan, software, tempat penyimpanan data) dan jaringan.



Gambar-6. Elastisitas Pemakaian Sumber Daya dalam *Cloud Computing*

Beberapa keuntungan dari *cloud computing* adalah:

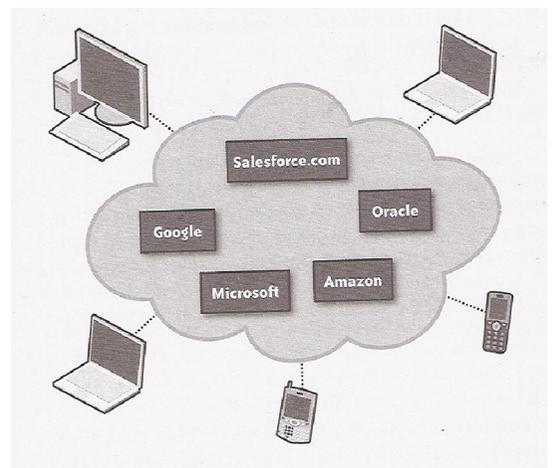
1. Mengurangi biaya implementasi dan pemeliharaan.
2. Meningkatkan mobilitas tenaga kerja global.
3. Infrastruktur yang lentur/fleksibel dan jangkauan yang luas.
4. Kecepatan waktu ke pasar.
5. Transformasi bagian IT (fokus pada inovasi versus pemeliharaan dan implementasi).
6. Wacana penghijauan/perampingan pusat data.
7. Meningkatkan ketersediaan aplikasi kelas bisnis berkualitas tinggi sampai dengan kecil-menengah.

### Model *Cloud Computing*

Istilah *cloud* adalah merupakan bentuk metafora dari Internet dan merupakan simplifikasi representasi yang kompleks dari jaringan sarana dan prasarana yang dihubungkan dengan fasilitas Internet.

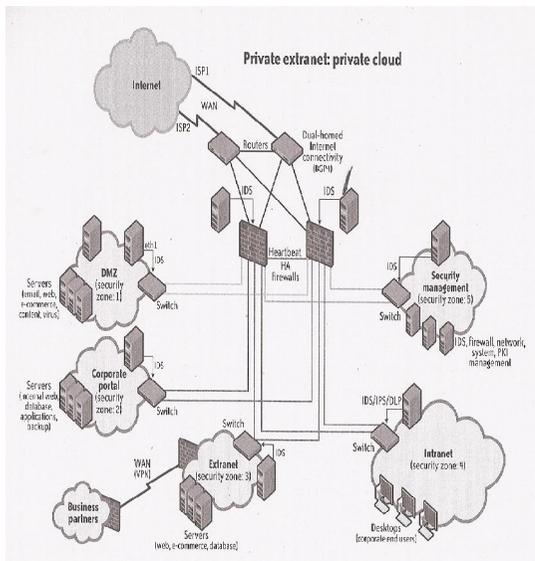
*Private/internal* dan *public/external clouds* merupakan subset dari Internet untuk melayani *cloud computing* sesuai hubungan yang dibutuhkan pelanggan. Kualitas yang diberikan harus memenuhi standar kualitas layanan yang disepakati atau *service-level-agreement (SLA)*.

Pada model *public clouds* (lihat gambar-7), sumber daya secara dinamis diberikan kepada pelanggan sesuai kebutuhan berdasarkan layanan *self-service* lewat Internet, aplikasi web atau layanan web, dari fasilitas dari vendor penyedia layanan (*off-site*) yang berbagi pakai, dikelola, dikontrol, dijaga kemasannya dan dibayar sesuai dengan pemakaian yang dibutuhkan saja (prinsip *utility computing*).



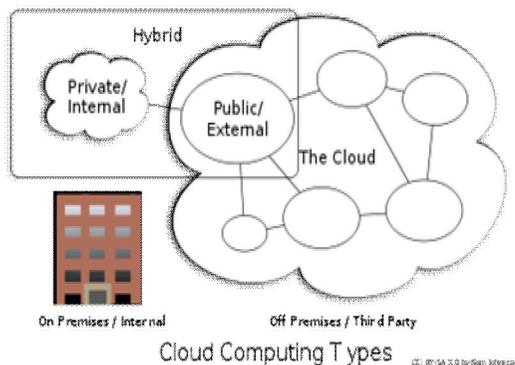
Gambar-7. Model *Public Clouds* [2]

Pada model *private clouds*, sumber daya diberikan dengan jaringan privat organisasi pelanggan, untuk memenuhi permintaan pelanggan dalam rangka jaminan keamanan dan ketersediaan data yang sensitif. Organisasi pelanggan harus membeli, membangun, dan mengelola sendiri sumber daya operasional sistem komputasi yang dibutuhkan di dalam *private clouds* (lihat gambar-8).



Gambar-8. Model *Private Cloud* [2]

Kemungkinan model lain adalah *hybrid clouds* (lihat gambar-9), yang mencakup gabungan model *private* dan *public clouds* sesuai yang dibutuhkan oleh instalasi organisasi pelanggan.



Gambar-9. Model *Hybrid Clouds* [3]

### Vendor dan Software Layanan *Cloud Computing*

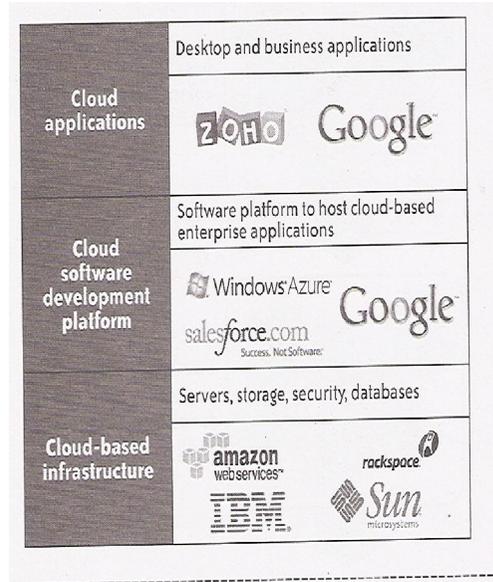
Berbagai perusahaan besar di bidang komputasi telah berusaha dan berkompetisi membangun layanan *cloud computing* untuk memberikan layanan terbaik mereka sesuai kebutuhan pelanggan dengan memenuhi berbagai persyaratan komputasi sistem

termasuk keamanan, integritas, dan ketersediaan data sesuai standar kualitas layanan (SLA) yang dibutuhkan. Layanan yang diberikan lewat pengintegrasian komponen-komponen dalam *cloud computing* sedang berkembang untuk mengatasi masalah-masalah keterbatasan, kekurangan, dan mengembangkan kemampuan-kemampuan baru untuk memenuhi kebutuhan penuh *cloud computing*.

Beberapa layanan yang telah ditawarkan oleh vendor pencipta layanan (lihat gambar-10), antara lain:

1. **Microsoft:** *Microsoft Dynamics CRM*, *Microsoft Outlook*, *Windows Azure*, dan *Azure Services Platform*. *Windows Azure* adalah koleksi dari layanan berdasarkan *cloud*, termasuk *Live Framework*, layanan-layanan .NET, SQL, CRM, *SharePoint*, *Windows Azure Foundation* untuk komputasi, storage, dan pengelolaan.
2. **Adobe:** *Adobe Integrated Runtime (AIR)* menawarkan *Flash*, *ActionScript*, dan *MXML/ FLEX* untuk PC. Menggunakan AIR, vendor dapat membangun aplikasi desktop untuk mengakses *cloud*.
3. **Salesforce.com:** *AppExchange* dari *Salesforce.com* merupakan himpunan *Application Programming Interface (API)* di mana vendor dapat menciptakan aplikasi desktop untuk mengakses data *salesforce* dan dijalankan di desktop pelanggan.
4. **Apple:** Apple memberikan sejumlah fitur yang bisa mengakses *cloud* untuk *iPhone/iPod* sentuh. Selain memberikan *Safari web browser* yang terintegrasi, juga dilengkapi dengan *software development kit (SDK)* untuk membuat aplikasi di *iPhone/iPod* sentuh. Vendor dapat membuat aplikasi mereka dan pengguna dapat mengakses *cloud* dengan aplikasi tersebut.

5. **Google:** *Google's mobile platform* disebut *Android* membantu vendor membangun software untuk telepon mobile. Google juga memberikan *Google Apps* dan *Google Chrome browser* yang juga menginstalasi software *Google Gears* di desktop, yang bisa membuat solusi *offline* dan *online*.
6. **IBM:** *Blue Cloud* merupakan solusi *cloud computing* yang memberikan pusat data bisa mengakses dan mengoperasikan komputasi lewat Internet dengan prinsip *distributed computing* di mana saja.
7. **Amazon:** memberikan berbagai layanan akses cloud mulai penyimpanan data sampai dengan berbagai platform database. *Amazon Elastic Compute Cloud* (Amazon EC2) merupakan layanan web yang menawarkan kapasitas komputasi yang bisa dirubah skalanya di cloud dan didesain untuk memudahkan pengembang membuat perubahan berbagai skala web. Produk layanan lainnya adalah *Amazon SimpleDB* untuk layanan database, *Amazon Simple Storage Service* (Amazon S3) untuk solusi storage lewat Internet, *Amazon CloudFront* merupakan layanan web untuk penyaluran konten, *Amazon Simple Queue Service* (Amazon SQS) yang menawarkan penyimpanan antrian pesan dalam skala yang bisa diatur di instalasi komputer pengguna, dan *Amazon Elastic Block Store* (Amazon EBS) merupakan fitur penyimpanan data tetap untuk Amazon EC2.



Gambar-10. Berbagai Layanan *Cloud Computing* yang ditawarkan vendor [2]

### **Service Oriented Architecture (SOA)**

Salah satu peningkatan pemanfaatan teknologi *cloud computing* adalah SOA, sebagai model arsitektur layanan bisnis lengkap perusahaan yang terintegrasi, dari awal sampai akhir, yang mencakup kebijakan, prinsip-prinsip, dan kerangka yang menggambarkan bagaimana jaringan layanan dapat ditingkatkan dalam aplikasi perusahaan untuk mencapai tujuan bisnis yang diinginkan. SOA dapat dipandang sebagai sarana penyempurna kendali pengelolaan bisnis, visibilitas, dan matrik proses bisnis, yang memungkinkan terjadinya integrasi dari proses bisnis secara holistik, menciptakan kemampuan baru untuk menciptakan solusi gabungan yang terintegrasi, memperlihatkan layanan aktifitas bisnis secara nyata, dan memungkinkan pemakaian kembali aset-aset aplikasi yang tersedia.

### **Penutup**

Teknologi komputasi baru yang disebut *cloud computing* sudah lahir dan sedang berkembang untuk memenuhi kebutuhan

organisasi pelanggan dalam rangka mencapai tata-kelola yang baik, efektif, dan efisien. Perusahaan besar di bidang komputasi sedang mengembangkan sistem komputasi ini untuk memenuhi kebutuhan organisasi pelanggan masa depan agar memenuhi prinsip-prinsip dalam standar layanan kualitas yang baik (SLA). Ilmuwan, akademisi, dan praktisi/professional bidang komputer perlu mewaspadai dan mengikuti kecenderungan perkembangan teknologi ini untuk bisa ikut berkontribusi dan mendayagunakannya secara tepat sesuai kebutuhan organisasi modern.

### **Daftar Pustaka**

- [1] Velte, Anthony T., Toby J. Velte, and Robert Elsenpeter, *Cloud Computing: A Practical Approach*, McGraw Hill, New York, 2010.
- [2] Mather, Tim, Subra Kumaraswamy, and Shahed Latif, *Cloud Security and Privacy*, O'Reilly Media Inc., Sebastopol, CA, USA, 2009.
- [3] Wikipedia, Cloud Computing, [http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud\\_computing](http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing), diakses 10 Desember 2010.
- [4] Rittinghouse, John W., James F. Ransome, *Cloud Computing Implementation, Management, and Security*, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA, 2010.