

Konsep Dan Penerapan *Green Computing* Di Lingkungan Kampus

I Gede Made Surya Bumi Pracasitaram¹, Linawati², Rukmi Sari Hartati³

Submission: 24-04-019, Accepted: 26-08-2019

Abstract— The development of information technology helps to increase activities also brings enormous progress in the world of Education, the development of information technology is followed by negative influences on the environment such as fossil energy reduction. To reduce energy uses in the university, this study presents the concept of green computing. Green computing is a study and practice of efficient uses of computer resources. The research method is carried out by conducting literature studies from several journals (national & international) and taking the essence of the research. The application of green computing in the campus environment can efficiently save energy consumption and reduce negativity for the environment.

Intisari—Perkembangan teknologi informasi membantu mempercepat aktifitas serta membawa kemajuan yang sangat pesat dalam dunia Pendidikan, perkembangan teknologi informasi diikuti pula oleh dampak negative kepada lingkungan seperti semakin besarnya kebutuhan energi yang diperlukan, terutama energi listrik yang mana di Indonesia pembangkit listrik kebanyakan menggunakan energi tidak terbarukan yaitu energi fosil. Untuk mengurangi pemakaian energi di lingkungan kampus pada penelitian ini menyajikan konsep *green computing*. *Green computing* adalah usaha penggunaan *resource* komputer secara efisien. Metode penelitian dilakukan dengan melakukan studi literatur dari beberapa jurnal(nasional & internasional) dan mengambil intisari dari penelitian tersebut. Penerapan *green computing* di lingkungan kampus dapat mengefisiensi dan menghemat pemakaian energi listrik serta mengurangi dampak negatif kepada lingkungan.

Kata Kunci— *Computer, Energy Efficiency, Green computing.*

I. PENDAHULUAN

Teknologi informasi saat ini berkembang sangat pesat, hampir semua informasi bisa diakses secara luas melalui internet. Perkembangan teknologi informasi ini ditunjang oleh perangkat-perangkat komunikasi seperti server, komputer, perangkat jaringan dan perangkat komunikasi lainnya. Hal tersebut juga meningkatkan konsumsi energi, terutama energi listrik untuk mensuplai perangkat-perangkat tersebut agar bisa beroperasi. Konsumsi energi yang terus meningkat tidak sebanding dengan munculnya sumber energi baru, mengakibatkan menipisnya cadangan energi untuk masa depan.

Di Indonesia pembangkit listrik masih banyak memakai bahan bakar fosil yang merupakan energi non terbarukan,

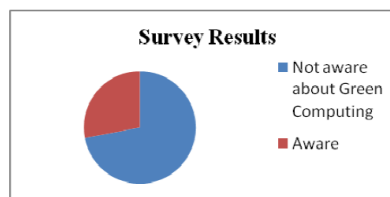
¹Mahasiswa Magister Teknik Elektro Universitas Udayana, Jl. P.B. Sudirman, Denpasar, Bali, Indonesia 80114 (tlp: 0361-555225; fax: 0361-4321982; e-mail:suryabumi06@gmail.com)

^{2, 3} Dosen, Magister Teknik Elektro Universitas Udayana, Jl. P.B. Sudirman, Denpasar, Bali, Indonesia 80114 (tlp: 0361-555225; fax: 0361-4321982; e-mail: linawati@unud.ac.id, rukmisari@unud.ac.id)

selain itu penggunaan energi fosil juga berpotensi meningkatkan ancaman pemanasan global.

Solusi sederhana mencegah permasalahan energi tersebut adalah melakukan penghematan dan efisiensi energi. Penghematan energi secara maksimal akan terwujud bila mengerti konsep management energi serta mendapat dukungan dan partisipasi semua pihak, yaitu dimulai dari lingkungan kampus/universitas dengan menerapkan *green computing*.

Green computing adalah kajian dan praktik penggunaan sumber daya komputer secara efisien[1]. Menurut penelitian [2] kesadaran akan pentingnya efisiensi energi di kampus masih sangat rendah dan banyak orang tidak menyadari bagaimana cara penghematan energi, penelitian [6] *survey* pada lingkungan kampus tentang *green computing* terdiri dari 240 responden diantaranya 180 responden merupakan mahasiswa dan 60 responden merupakan dosen, menerangkan masih rendahnya pengetahuan tentang *green computing*.



Gambar 1: Survei Kesadaran Tentang *Green Computing*

Pada Gambar1: *survey* penelitian [8] dilakukan pada sejumlah sekolah dan kampus di Mumbai yang mana penggunaan komputer sangat *intens* pada institusi tersebut dan hasilnya tidak lebih dari 35% yang sadar dan melakukan penghematan energi. Sehingga perlu sosialisai berkelanjutan untuk mengkampanyekan pentingnya *green computing* di lingkungan kampus guna tercapainya penghematan energi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan penerapan *green computing* diantaranya [3], [4], [5], [7], [11].

Hasil penelitian [3] menerangkan penerapan *green computing* merupakan salah satu kepedulian kampus terhadap dampak dari pemanasan global, dengan seluruh kegiatan operasional akademik telah memanfaatkan sistem informasi berbasis IT sehingga pemakaian kertas semakin berkurang.

Penelitian [4] menunjukkan teknologi *green computing* adalah solusi terbaik bagi institusi pendidikan untuk mengurangi limbah perangkat dan peralatan komputasi yang telah tidak terpakai.

Dengan mendisain *green data center*[5] pada kampus, server-server dirancang secara *clustering* dan penggunaan *cloud server system* diharapkan dapat mengurangi pemakaian kabel serta penggunaan energi listrik secara minimum.



Server-server pada *data center* menggunakan sistem *Virtual Machine*(VM) [11] akan mengefisiensi penggunaan energi listrik.

Hasil penelitian [7] menerangkan masyarakat kampus masih belum menggunakan perangkat secara bijaksana guna memaksimalkan usia setiap perangkat, hal tersebut ditunjukkan tingginya rata-rata perangkat yang memiliki usia pakai 1-3 tahun, padahal perangkat-perangkat tersebut seharusnya dapat digunakan lebih dari usia tersebut. Dalam makalah ini dibahas rangkuman dalam penerapan *green computing* di lingkungan kampus dan diharapkan bisa mengefisiensi dan menekan penggunaan energi listrik.

III. KONSEP GREEN COMPUTING

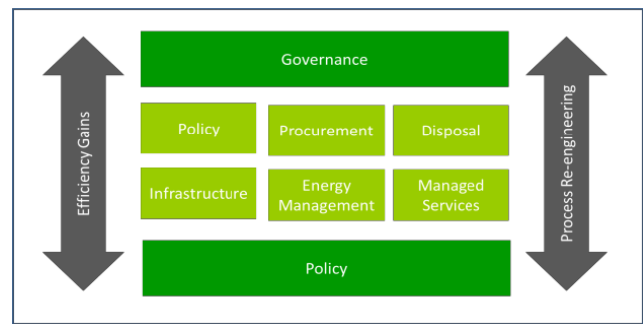
A. Motivasi Green Computing

Pada tahun 1992 *US Environmental Protection Agency* meluncurkan fitur *power management*, program sertifikasi *Energy Star* yaitu program yang memberikan label pada produk elektronik, *Energy Star* direvisi pada Oktober 2006 dengan lebih meningkatkan efisiensi pada perangkat komputer. Alasan utama mengapa konsep *green computer* mendapat pengakuan karena statistik diungkapkan oleh *Energy Star* tentang konsumsi energi oleh komputer. Rata-rata, komputer saat digunakan, CPU mengkonsumsi 120 Watt, sementara monitor CRT mengkonsumsi 150 Watt. Jika digunakan selama 8 jam sehari, 5 hari seminggu itu akan menggunakan daya hingga 562 Watt. Penting untuk diperhatikan bahwa pemrosesan komputer powernya berlipat ganda setelah dua tahun seperti yang dinyatakan oleh Gordon Moore, dalam Hukum Moore, salah satu pendiri Intel. Ini menyiratkan bahwa kekuatan pemrosesan yang tinggi mengarah pada konsumsi energi yang lebih tinggi. Bayangkan berapa besar jumlah energi yang dikonsumsi setiap hari di seluruh dunia.

B. Gambaran Umum Green Computing.

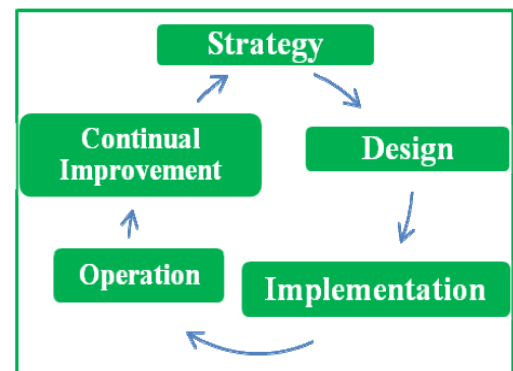
Green computing adalah kebijakan untuk mengurangi dampak buruk akibat penggunaan teknologi terhadap kelangsungan hidup dalam lingkungan. Salah satu kebijakan yang ada dari *green computing* yaitu untuk menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan sumber daya yang ramah lingkungan dan penggunaannya secara efektif. Hal ini akan dapat mengurangi penggunaan sumber daya yang mengancam kelestarian bumi dan mengurangi konsumsi daya listrik serta menghasilkan listrik lebih ramah lingkungan adalah kunci untuk mengurangi emisi karbon dioksida yang berdampak terhadap lingkungan (pemanasan dan perubahan iklim global)[3].

Gambar 2: dapat dikatakan bahwa penerimaan *Green computing* akan mempengaruhi kebijakan dan tata kelola perusahaan atau instansi, yang mengarah pada sasaran untuk memperoleh efisiensi dan menata ulang kembali teknologi khususnya teknologi informasi[14]. Elemen – elemen kunci yang perlu di tata dan mendapat perhatian dalam *green computing* meliputi permasalahan : kebijakan, pembelian, pembuangan, infrastruktur, pengelolaan energi dan menata pelayanan.



Gambar 2: Pandangan Umum *Green computing*.

Jadi sebelum melanjutkan dengan *green computing* kita harus "*think green*". Berpikir hijau adalah untuk menghemat energi dan pemanfaatan sumber daya komputasi yang optimal sesuai kebutuhan.



Gambar 3: Life Cycle *Green computing*.

Pada Gambar 3: menunjukkan *life cycle green computing* yang terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

Strategy: Strategi komputasi hijau adalah rencana untuk menghemat dan memanfaatkan sumber daya komputasi secara optimal.

Design: Fase ini mencakup desain sumber daya yang akan menerapkan strategi *green computing*.

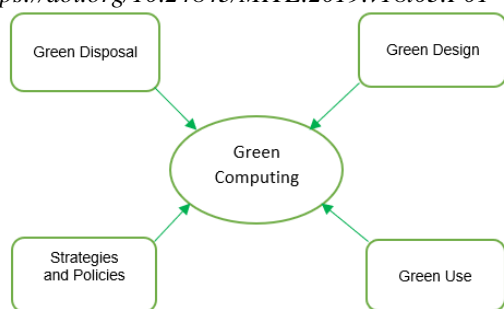
Implementation: di sini adalah penggunaan *green computing* secara *actual*, dengan demikian akan membuat orang terbiasa "*Think Green policy*".

Operation: ini akan termasuk logika yang berbeda, dengan ini akan membantu pabrik membangun perangkat konservasi energi otomatis dan untuk membuat mereka berpikir hijau dengan bantuan *artificial network*.

Continual Improvement: *green computing* harus meningkatkan tingkat operasi hijau dan strategi yang akan mempertahankan ekosistem dari dampak yang merusak secara konsisten.

IV. PENERAPAN GREEN COMPUTING

Secara garis besar penerapan *green computing* di lingkungan kampus mengadopsi pendekatan holistik secara komprehensif dan efektif dalam mengatasi dampak lingkungan akibat penggunaan teknologi. Berikut adalah komponen utama dalam pendekatan *green computing*:



Gambar 4: Pendekatan *Green computing*.

Pada Gambar 4: menampilkan bagan tentang pendekatan *green computing* dalam penerapannya di lingkungan kampus, yang terdiri dari beberapa bagian yaitu:

Green Design : Mendisain peralatan yang hemat energi dan komponen yang ramah lingkungan, seperti : komputer, *data center*, server, dan peralatan pendinginan. Hal ini dapat dicapai dengan mengadopsi teknik-teknik baru dan bahan-bahan yang ramah lingkungan

Green use : Mengurangi konsumsi energi pada komputer dan peralatan sistem informasi lainnya dengan cara yang ramah lingkungan.

Green Disposal : Memperbaharui dan menggunakan kembali komputer tua serta mendaur ulang peralatan komputer dan peralatan elektronik yang tidak terpakai lagi.

Green Strategies and policies: Strategi dan kebijakan yang efektif dan dapat ditindaklanjuti menambah nilai dan fokus pada manfaat jangka pendek dan jangka panjang. Ini selaras dengan strategi dan praktik bisnis, dan merupakan komponen kunci dari *green TI*.

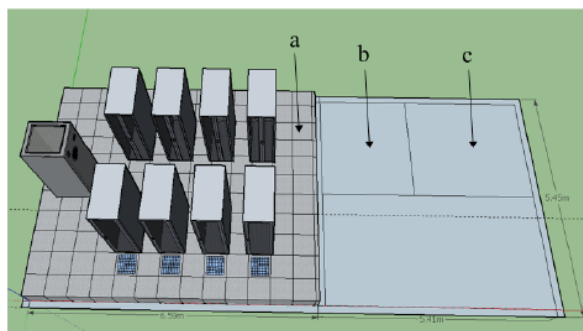
A. *Green Design*.

Hal fundamental dalam penerapan *green computing* di lingkungan kampus yang pertama adalah *design* infrastruktur IT, salah satunya *data center*. *Data center* memegang peranan penting pada sistem kampus. Dalam *data center* terdapat server-server yang digunakan sebagai pusat dari sistem informasi kampus dan tentu saja *data center* menghabiskan *resource* yang tidak sedikit, terutama energi listrik. Untuk mengantisipasi penggunaan energi tersebut solusinya adalah penerapan *green data center*. *Green data center* adalah repositori untuk penyimpanan, manajemen, dan penyebaran data di mana sistem mekanik, penerangan, listrik dan komputer dirancang untuk efisiensi energi secara maksimal dan menghasilkan dampak lingkungan yang minimal [12].

Dengan *design green data center* pada kampus, server-server ditempatkan secara *clustering* [5] seperti ditunjukkan pada Gambar 5: sehingga mengefisiensi pengkabelan dan penggunaan energi untuk pendingin ruangan. Server juga dirancang menggunakan *virtual machine* (VM) dimana satu server fisik didalamnya terdapat beberapa server *virtual*, dengan penggunaan VM akan menghemat konsumsi suplai energi listrik untuk server.

Penggunaan VM juga menekan penggunaan *hardware*, yang berdampak berkurangnya panas pada data center, selain

itu penggunaan VM juga memudahkan dalam *maintenance* server [13].



Gambar 5: *Clustering Data Center*.

B. *Green Use*

Dalam mendukung suksesnya *green computing*, membutuhkan partisipasi dari semua warga kampus, dimulai dari penghematan-penghematan kecil dan sederhana yang dilakukan banyak orang akan berdampak besar bagi suksesnya penerapan *green computing*. Misalnya dimulai dengan penerapan *Power Management Settings* dengan mengatur waktu *sleep* monitor dan komputer dalam rentang waktu bila 15 menit sudah tidak terpakai, mematikan komputer dan AC di laboratorium jika sudah tidak digunakan lagi.

Selain itu pemanfaatan *e-learning system* untuk proses akademik, baik itu untuk pembelajaran seperti pengumpulan tugas melalui *e-learning* oleh mahasiswa dan dosen-dosen juga dapat mengirimkan materi menggunakan sistem tersebut, penggunaan sistem informasi dan surat elektronik (email) antar jurusan dan rektorat mempermudah dan mempercepat komunikasi. Semua hal tersebut bertujuan untuk pengurangan penggunaan kertas serta penghematan tinta printer yang bila dilakukan secara berkelanjutan oleh semua institusi akan berdampak besar kepada lingkungan.

Penerapan *green computing* merekomendasi penggunaan laptop dan *thin client* (*mini computer*) yang lebih hemat energi dibandingkan komputer desktop juga membantu dalam penghematan dalam penggunaan energi listrik.

C. *Green Strategies and Policies*

Demi terciptanya lingkungan yang hijau di kampus harus didukung oleh pimpinan tertinggi yaitu dengan menerapkan aturan dan kebijakan yang berkaitan dengan *green computing*. Misalnya peraturan dalam pengadaan barang elektronik harus memiliki masa pakai yang panjang, diharapkan dengan masa pakai perangkat yang panjang dapat menekan sampah elektronik. Penerapan kebijakan pemanfaatan sistem informasi online untuk semua aktifitas kampus sehingga akan mengurasi penggunaan kertas. Menerapkan kebijakan penghematan penggunaan energi listrik. Semua peraturan tersebut hendaknya disosialisasikan secara *massive* baik melalui laman web dan sebagainya agar semua informasi mengenai pentingnya penerapan *green computing* sampai keseluruhan warga kampus. Karena salah satu kendala dalam penerapan *green computing* adalah kurang pemahannya dan minimnya



pengetahuan warga kampus mengenai dampak besar yang bisa dihasilkan dengan penerapan *green computing*.

D. *Geen Disposal*

Penerapan konsep *green disposal* dengan cara menggunakan kembali perangkat lama dan mendaur ulang perangkat yang sudah tidak digunakan lagi dengan menerapkan konsep *reuse, reduce, dan recycle* (3R) seperti pada Gambar 6:



Gambar 6: Konsep 3 R

Konsep *reuse*: merupakan penerapan *green computing* yang menggunakan kembali perangkat komputer yang sudah tidak dipakai namun kemudian bisa dipakai kembali oleh pengguna lain dengan spesifikasi yang cocok.

Konsep *reduce*: merupakan penerapan *green computing* yang melakukan pengurangan terhadap pemakaian komponen yang tidak dapat didaur ulang, misalnya toner printer, jika isi toner sudah habis sebaiknya tidak langsung membeli yang baru, namun dapat diisi ulang kembali.

Konsep *recycle*: merupakan penerapan *green computing* terhadap perangkat elektronik/komputer yang sudah tidak bisa digunakan sama sekali karena sudah tidak mendukung kegiatan praktikum yang membutuhkan spesifikasi tinggi maka bisa dipergunakan di laboratorium *hardware* untuk praktek merakit komputer atau dapat digunakan oleh staf administrasi yang tidak terlalu membutuhkan spesifikasi komputer yang tinggi. Selain itu perangkat computer yang sudah tidak dipakai lagi bisa dimanfaatkan untuk *smart grid computer*.

V. KESIMPULAN

Dengan mengerti konsep dan mengimplementasikan *green computing* yaitu *Green Design, Green Use, Green Strategies and Policies* dan *Geen Disposal* di lingkungan kampus akan menghasilkan penghematan dan efisiensi pemakaian energi listrik serta mengurangi dampak negatif kepada lingkungan.

REFERENSI

- [1] Online https://id.wikipedia.org/wiki/Komputasi_hijau diakses 18 April 2019.
- [2] Botho College, *Green computing: Students, Campus Computing And The Environment- A Case For Botswana*, Journal of Information Systems and Communication, ISSN: 0976-8742 & E-ISSN: 0976-8750, Volume 3, Issue 1, 2012.
- [3] Warjiyono, Penerapan *Green computing* Dalam Upaya Efisiensi Sumber Daya Di Amik BSI Tegal, *IJSE*, Volume 2 No 1 – 2016.
- [4] Novi, Alexander, Analisis Pemanfaatan Teknologi *Green computing* Dalam Mendukung Kinerja Manajemen Institusi Pendidikan, Jurnal Eksekutif volume 14, no. 2 desember 2017
- [5] Rusdiana, Linawati, Widyantara, Green Data Center Design Of Udayana University, Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, vol. 15, no.2, Juli –Desember 2016.
- [6] Abdullahi, Ahmad, Nordin, Knowledge of *Green computing* among University Students and Lecturers in a Malaysian Public University. GSTF Journal on Computing (JoC) Vol.3 No.1, March 2013.
- [7] Kartika, Implementasi *Green computing* Di Sekolah Tinggi Berbasis Teknologi Informasi Di Denpasar, Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2016, ISSN : 2302-3805.
- [8] Mangaonkar, Sirsat, Nahar, *GREEN COMPUTING A new awakening for Campus*. Proceedings of National Conference on Emerging Trends: Innovations and Challenges in IT, 19 -20, April 2013.
- [9] I Putu Agus Eka Pratama. (2015). "*Green computing*". Bandung : Informatika.
- [10] Online https://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s_law diakses pada 18 April 2019.
- [11] Bhujbal, Bansode, Dukale, Gaikwad. Energy Efficient Virtual Machine Placement in Data Center, International Journal of Komputer Applications (0975 – 8887). Volume 182 – No. 29, November 2018.
- [12] Online https://www.snia.org/sites/default/education/tutorials/2009/spring/green/RickBauer_Building_the_Green_Data_Center.pdf diakses pada 18 April 2019.
- [13] Online <https://www.excellent.co.id/roductservices/vmware/keuntungan-teknologi-virtualisasi-cloud-computing/> diakses 18 April 2019.
- [14] Jayadih, Mahmudin, Nurcahyadi, Strategi Penerapan Green Computing Pada Unit Pengelola Sistem Informasi Pembelajaran Berskala Kecil: Studi Kasus SMK Fadilah Tangerang Selatan. Jurnal Sisfotek Global, ISSN : 2088 – 1762 Vol. 6 No. 1 / Maret 2016.