
Komputasi Hijau

K. Shalini, K. Naga Prasanthi

Departemen Ilmu dan Teknik Komputer, Institut Teknologi NRI, Agiripalli (L), Krishna
District, India e-mail: shalini.hi2007@gmail.com,
prasanthi_komma@yahoo.co.uk

Abstrak

Komputasi hijau adalah tentang menggunakan komputer dengan cara yang lebih cerdas dan ramah lingkungan. Ini adalah penggunaan komputer dan sumber daya terkait yang bertanggung jawab terhadap lingkungan yang mencakup penerapan unit pemrosesan pusat, server, dan periferal yang hemat energi serta pengurangan konsumsi sumber daya dan pembuangan limbah elektronik yang tepat. Komputer tentu saja merupakan bagian besar dari kehidupan banyak orang dan secara tradisional sangat merusak lingkungan. Produsen komputer dan bagian-bagiannya telah mendukung tujuan hijau untuk membantu melindungi lingkungan dari komputer dan limbah elektronik dengan cara apa pun. Penelitian berlanjut ke bidang-bidang utama seperti membuat penggunaan komputer seefisien mungkin, dan merancang algoritme dan sistem untuk teknologi komputer yang terkait dengan

Kata kunci: Green computing, Konsumsi Sumber Daya, E-waste, Green IT

1. Perkenalan

Dalam beberapa tahun terakhir, "Teknologi Informasi Hijau" telah diimplementasikan dengan sukses luar biasa di antara perusahaan-perusahaan baik dalam skala lokal maupun internasional. Aspek perlindungan lingkungan telah menjadi inti yang memadai yang coba diikuti oleh banyak industri agar lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan [1]. Komputer dan mesin elektronik dari semua perusahaan mengkonsumsi listrik dalam jumlah yang signifikan, melepaskan karbon dioksida (CO₂), yang berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca. Penggunaan listrik adalah penyebab utama perubahan iklim [1]. Selain itu, perangkat keras Teknologi Informasi (TI) yang tidak diinginkan juga menimbulkan masalah lingkungan selama proses produksi dan pembuangan. Sebutan untuk peralatan hardware yang tidak diinginkan tersebut adalah limbah elektronik (E-Waste) [2]. Sebagian besar perusahaan berusaha meminimalkan atau menghilangkan dampak lingkungan TI dan mendukung pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan. Secara khusus, Green IT adalah tentang meningkatkan atau mempertahankan kinerja komputasi, sekaligus mengurangi konsumsi energi dan jejak karbon [3]. Namun, menerapkan prinsip-prinsip TI Hijau ke dalam praktik melibatkan penggunaan banyak sumber daya. Perusahaan harus mengeluarkan banyak uang untuk merekonstruksi infrastruktur TI mereka.

Green Computing atau Green IT mengacu pada komputasi atau TI yang ramah lingkungan. Dalam artikel **Harnessing Green IT: Principles and Practices**, San Murugesan mendefinisikan bidang komputasi hijau sebagai "studi dan praktik merancang, membuat, menggunakan, dan membuang komputer, server, dan subsistem terkait seperti monitor, printer, perangkat penyimpanan, dan sistem jaringan dan komunikasi secara efisien dan efektif dengan dampak minimal atau tanpa dampak terhadap lingkungan". Green IT juga berusaha untuk mencapai kelayakan ekonomi dan meningkatkan kinerja dan penggunaan sistem, sambil mematuhi tanggung jawab sosial dan etika kita. Dengan demikian, Green IT mencakup dimensi kelestarian lingkungan, efisiensi energi, dan total biaya kepemilikan, yang mencakup biaya pembuangan dan daur ulang.[4]

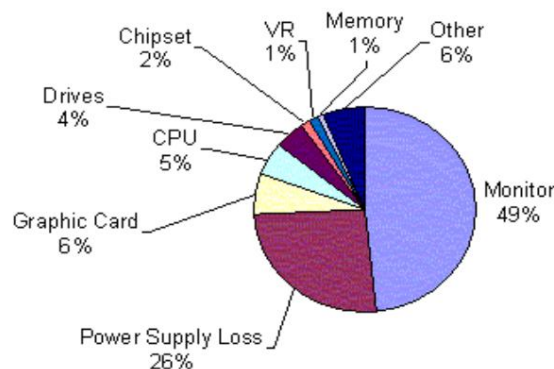
Makalah ini disusun sebagai berikut: Bagian 2 menceritakan tentang sejarah Green Computing. Bagian 3 dan 4 menggambarkan kebutuhan komputasi hijau dan prinsip-prinsipnya. Bagian 5 menjelaskan pendekatan untuk komputasi hijau. Bagian 6 menjelaskan implementasi industri komputasi hijau. Bagian 7 memberikan rincian tentang beberapa industri yang menerapkan praktik komputasi hijau. Bagian 8 memberikan manfaat dari Green Computing. Bagian 9 memberikan beberapa tip untuk komputasi hijau. Bagian 10 menyimpulkan makalah.

2. Sejarah

Badan Perlindungan Lingkungan AS meluncurkan bintang energi, program pelabelan sukarela pada tahun 1992, yang dirancang untuk mempromosikan dan mengenali efisiensi energi di monitor, peralatan kontrol iklim, dan teknologi lainnya. Hal ini mengakibatkan adopsi luas mode tidur di komputer dan elektronik yang populer di kalangan elektronik konsumen. Istilah "komputasi hijau" mungkin diperkenalkan setelah program Energy Star dimulai. Logo bintang energi diberikan di bawah Bersamaan, organisasi Swedia TCO Development meluncurkan program sertifikasi TCO untuk mempromosikan emisi magnetik dan listrik rendah dari TAMPILAN KOMPUTER berbasis CRT; Program ini kemudian diperluas dengan memasukkan kriteria konsumsi energi, ergonomi, dan penggunaan bahan berbahaya dalam konstruksi. Organisasi untuk Kerjasama Ekonomi dan Pembangunan (OECD) telah menerbitkan survei terhadap lebih dari 90 inisiatif pemerintah dan industri tentang "ICT Hijau", yaitu teknologi informasi dan komunikasi, lingkungan dan perubahan iklim. Laporan tersebut menyimpulkan bahwa inisiatif berkonsentrasi pada penghijauan TIK daripada mengatasi pemanasan global dan degradasi lingkungan melalui penggunaan aplikasi TIK. Secara umum, hanya 20% inisiatif yang memiliki target terukur, dengan program pemerintah memasukkannya lebih sering daripada asosiasi bisnis. Banyak lembaga pemerintah terus menerapkan standar dan peraturan yang mendorong komputasi hijau. Program bintang energi direvisi pada Oktober 2006 untuk memasukkan persyaratan efisiensi yang lebih ketat untuk peralatan komputer, bersama dengan sistem peringkat berjenjang untuk produk yang disetujui. Lebih dari 26 Negara Bagian AS yang telah menetapkan program daur ulang di seluruh negara bagian untuk komputer usang dan peralatan elektronik konsumen. Green Computing Impact Organization (GCIO) adalah organisasi nirlaba yang didedikasikan untuk membantu pengguna akhir produk komputasi untuk bertanggung jawab terhadap lingkungan, dan meningkatkan efisiensi, produk dan layanan komputasi hijau.

3. Kebutuhan akan komputasi hijau

Penggunaan komputer dan TI yang ekstensif telah membuat hidup kita lebih mudah dan oleh karena itu penggunaan TI terus meningkat sehingga menghasilkan konsumsi daya yang lebih besar. Konsumsi daya yang lebih besar berarti emisi gas rumah kaca yang lebih besar seperti karbon dioksida. Gambar 1 menggambarkan penggunaan energi di PC.



Gambar 1. Penggunaan energi PC

Diamati bahwa sebagian besar energi komputer sering boros. Ini karena kita membiarkan komputer AKTIF meskipun tidak digunakan. CPU dan kipas mengkonsumsi daya, screen saver mengkonsumsi daya bahkan ketika sistem tidak digunakan. Daya yang tidak mencukupi dan kapasitas pendinginan juga dapat mengakibatkan hilangnya energi. Terlihat bahwa sebagian besar pusat data tidak memiliki kapasitas pendinginan yang memadai. Hal ini mengakibatkan pencemaran lingkungan. Ini bisa jadi karena

cacat dalam teknik Manufaktur, pengemasan, pembuangan komputer dan komponen.

Efek lainnya adalah karena toksisitas. Ada bahan kimia beracun yang digunakan dalam pembuatan komputer baru serta pembuangan komputer dan komponen lama yang dapat memasuki rantai makanan dan air. Bahan kimia beracun adalah [5]: **a) Timbal** yang digunakan dalam menyolder papan sirkuit tercetak. Timbal dapat menyebabkan kerusakan pada pusat dan

sistem saraf tepi, sistem darah, dan ginjal.

b) Merkuri yang digunakan dalam baterai, sakelar. Merkuri menyebar di air berubah menjadi merkuri termetilasi yang dapat menyebabkan kerusakan kronis.

c) Kadmium digunakan dalam resistor untuk chip dan semikonduktor. Kadmium diklasifikasikan sebagai racun, senyawa ini terakumulasi dalam tubuh manusia, terutama ginjal.

3.1. Profil Penggunaan Energi (EUP) untuk konsumsi daya yang efisien

Penghematan daya dikembangkan secara khusus agar tidak menghalangi operasi sehari-hari, memungkinkan TI untuk menetapkan parameter ketat saat tindakan hemat energi diterapkan. Tidak ada pemadaman listrik yang tidak diinginkan dan tidak ada produktivitas yang hilang. Bahkan perusahaan listrik di Amerika Utara sekarang menawarkan potongan harga yang signifikan kepada organisasi dan individu yang menggunakan metode yang diakui untuk mengurangi konsumsi daya. Green500 memberikan peringkat komputer super paling hemat energi di dunia. Green500.org menunjukkan bahwa prototipe superkomputer generasi berikutnya Blue Gene/Q IBM adalah No. 1 dalam daftar dalam hal efisiensi energi. Menurut Green500.org, superkomputer IBM adalah yang paling hemat energi di dunia. Untuk memeriksa profil penggunaan energi sistem komputer, kami dapat mengklasifikasikan sistem kami ke dalam area berikut Perangkat keras EUP: Dengan menangkap dan kemudian menahan konsumsi daya berbagai perangkat keras

komponen dari sistem kami yaitu. Hard disk, menara, dan monitor. [6]

Tabel 1. Contoh Penggunaan Daya dalam Watt

Component	Idle	Average	Maximum
CPU	40.8		130
HDD	14.35		17
DIMM1	3		3
DIMM2	3		3
Video	18.3		25.6
NIC	4.95		4.95
CD/DVD	2		18
Other electrical components	~297.35		~398.45
Total	383.75	454.39	600

3.2. EUP aplikasi

Dengan mengembangkan algoritme penghemat daya, yang mendeteksi kemalasan komponen sistem kami dan memotong kekuatan sayap tertentu.

Sistem operasi EUP: Dengan melampirkan utilitas ke sistem operasi untuk memantau pengguna atau proses sehingga aliran daya dapat ditahan cukup, jika tidak diperlukan untuk rentang waktu tertentu.

Dengan membuat semua komponen internal maupun eksternal dengan warna hijau juga bukan praktik yang buruk untuk menyadarkan pengguna sistem komputer [7]. Padahal, berbagai organisasi perseptif telah menempatkan langkah mereka untuk menyadarkan pengguna komputer tentang revolusi komputasi hijau seperti: 1. Berselancar web hijau 2. Peramban hijau 3. Hijau dengan Yahoo!

4. Firefox Hijau 5.
Ecosearch

Sementara jutaan orang masuk ke Google tanpa mempertimbangkan lingkungan, pencarian biasa menghasilkan sekitar 7 gram CO₂. Merebus ketel menghasilkan sekitar 15 gram. Google mengoperasikan pusat data besar di seluruh dunia yang menghabiskan banyak daya," kata Alex Wissner-Gross, fisikawan Universitas Harvard yang penelitiannya tentang dampak lingkungan komputasi akan segera dirilis. "Pencarian Google memiliki dampak lingkungan yang pasti." [6]

3.3. Greenseng: Sebuah mesin pencari hijau untuk menghemat energi

Greenseng adalah mesin pencari standar, menarik hasil dari Google Custom Search untuk menghasilkan hasil. Namun alih-alih mengandalkan metode konservasi energi yang meragukan, CO₂Stats mengukur jumlah energi yang digunakan oleh server dan komputer penggunaannya dan membeli sertifikat energi terbarukan. Dengan menggunakan mesin pencari Greenseng, emisi karbon dari konsumsi listrik dinetralkan oleh CO₂Stats.

Jika Anda memiliki sertifikasi situs hijau maka Anda juga ditambahkan dalam daftar badan yang melakukan upaya mereka untuk menerapkan komputasi hijau.

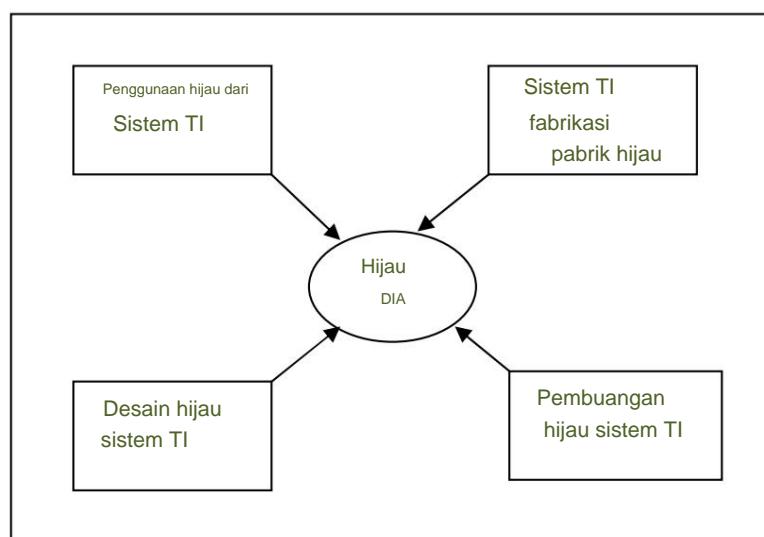
3.4. Dapatkan Sertifikasi Situs Hijau untuk situs web Anda

Untuk mendapatkan sertifikasi situs hijau untuk situs web Anda, daftarkan situs web Anda di www.co2stats.com. Situs ini juga akan memberikan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang relevan berikut ini: a. Apa itu Situs Bersertifikat Hijau? b. Bagaimana cara kerja Situs Bersertifikat Hijau? c. Siapa yang menggunakan Situs Bersertifikat Hijau? d. Apakah Situs Bersertifikat Hijau mudah digunakan? e. Apakah solusi pengecer/perusahaan tersedia?

Dan keuntungan yang anda dapatkan setelah mendapatkan sertifikasi green site adalah : a. Tingkatkan keterlibatan pengunjung Anda. b. Netralkan jejak situs Anda. c. Tingkatkan efisiensi energi situs Anda. d. Dapatkan lebih banyak lalu lintas dengan situs web hijau. e. Dukungan internasional penuh.

4. Prinsip hijau

Dampak lingkungan terhadap TI, menimbulkan banyak masalah seperti meningkatnya akumulasi gas rumah kaca atau mengubah iklim dunia dan pola cuaca [1], seperti Gambar 2. Produksi listrik merupakan penyebab utama perubahan iklim, karena batubara dan minyak digunakan untuk menghasilkan listrik, melepaskan gas karbon dioksida (CO₂) selama proses [1].



Gambar 2. Prinsip Green IT

Prinsip Green IT diciptakan tidak hanya untuk melindungi lingkungan dan menghemat energi, tetapi juga untuk mengurangi pengeluaran perusahaan pada skenario jangka panjang [3]. Prinsip-prinsip TI Hijau menunjukkan konsep pengurangan dampak lingkungan. Ada empat prinsip utama TI hijau, yang difokuskan pada area dan aktivitas yang berbeda.

1. Penggunaan hijau: Mengurangi konsumsi energi pusat data, komputer, dan sistem informasi lainnya dan menggunakannya dengan cara yang ramah lingkungan misalnya virtualisasi, mematikan komputer saat tidak digunakan, dll.

2. Desain hijau: Merancang komponen, komputer, server, dan peralatan yang hemat energi dan ramah lingkungan serta lebih memperhatikan masa depan komponen elektronik, misalnya desain ramah lingkungan, monitor LED, dll.

3. Manufaktur hijau: Setiap proses dalam pembuatan komponen elektronik, komputer, dan subsistem terkait lainnya harus menyiratkan dampak yang rendah atau tidak sama sekali terhadap lingkungan.

4. Pembuangan hijau: Dalam praktik ini perusahaan harus merencanakan perbaikan dan penggunaan kembali komputer lama. Juga, proses daur ulang untuk komputer yang tidak diinginkan atau komponen elektronik lainnya harus disiapkan.

5. Pendekatan komputasi hijau 5.1. Virtualisasi

Virtualisasi komputer mengacu pada abstraksi sumber daya komputer, seperti proses menjalankan dua atau lebih sistem komputer logis pada satu set perangkat keras fisik. Konsep ini berasal dari sistem operasi mainframe IBM tahun 1960-an, tetapi dikomersialkan untuk komputer yang kompatibel dengan x86 hanya pada tahun 1990-an. Dengan virtualisasi, administrator sistem dapat menggabungkan beberapa sistem fisik ke dalam mesin virtual pada satu sistem tunggal yang kuat, sehingga mencabut perangkat keras asli dan mengurangi konsumsi daya dan pendinginan [8]. Beberapa perusahaan komersial dan proyek sumber terbuka sekarang menawarkan paket perangkat lunak untuk memungkinkan transisi ke komputasi virtual. Intel Corporation dan AMD juga telah membangun perangkat tambahan virtualisasi eksklusif ke set instruksi x86 ke dalam masing-masing lini produk CPU mereka, untuk memfasilitasi komputasi virtual. Virtualisasi dapat meningkatkan efisiensi biaya dan energi melalui optimalisasi penggunaan komputasi yang ada dan yang baru dan kapasitas penyimpanan, listrik, pendinginan, ventilasi dan real estate [7].

5.2. Terminal Server dan thin client

Terminal server juga telah digunakan dalam metode komputasi hijau. Terminal Services untuk Windows dan Aqua Connect Terminal Server untuk Mac, keduanya memberikan sistem operasi kepada pengguna akhir. Menggunakan metode ini, pengguna terhubung ke server pusat. Semua komputasi dilakukan di tingkat server tetapi pengguna akhir mengalami sistem operasi. Ada peningkatan dalam penggunaan layanan terminal dengan thin client untuk membuat lab virtual.

Seperti yang dilaporkan oleh salah satu mitra senior di perusahaan layanan 100 karyawan, "[Thin client tidak memiliki] CPU, RAM, bagian yang bergerak, dan terhubung ke lingkungan desktop virtual. Komputer biasa kami menggunakan satu daya hingga 250 watt; thin client kami menggunakan satu daya 4,8 watt, sehingga pengurangan penggunaan listrik adalah 97,98 persen, dengan semua fungsi". Menggunakan thin client dengan server terminal memberikan sistem operasi Windows atau Mac ke pengguna akhir sekaligus mengurangi biaya dan konsumsi energi [9].

5.3. Manajemen daya

Konfigurasi Lanjutan dan Antarmuka Daya (ACPI), standar industri terbuka, memungkinkan sistem operasi untuk secara langsung mengontrol aspek penghematan daya dari perangkat keras yang mendasarinya. Hal ini memungkinkan sistem untuk secara otomatis mematikan komponen seperti monitor dan hard drive setelah periode tidak aktif yang ditetapkan. Selain itu, suatu sistem dapat hibernasi, di mana sebagian besar komponen (termasuk CPU dan RAM sistem) dimatikan [10]. ACPI adalah penerus standar Intel-Microsoft sebelumnya yang disebut Advanced Power Management, yang memungkinkan BIOS komputer untuk mengontrol fungsi manajemen daya.

Beberapa program memungkinkan pengguna untuk secara manual menyesuaikan voltase yang dipasok ke CPU, yang mengurangi jumlah panas yang dihasilkan dan listrik yang dikonsumsi. Proses ini disebut undervolting. Beberapa CPU dapat secara otomatis menurunkan tegangan prosesor tergantung pada beban kerja; disebut *Intel Speed Step* pada prosesor Intel, *Speed Shift* pada prosesor AMD, dan *Intel Speed Shift* pada prosesor Intel.

"PowerNow!"/"Cool'n'Quiet" pada chip AMD, LongHaul pada CPU VIA, dan LongRun dengan prosesor Transmeta.

5.4. Catu Daya Catu

daya komputer desktop (PSU) umumnya 70–75% efisien, membuang energi yang tersisa sebagai panas. Inisiatif industri yang disebut 80 PLUS mensertifikasi PSU yang setidaknya 80% efisien; biasanya model ini adalah pengganti untuk PSU yang lebih lama dan kurang efisien dengan faktor bentuk yang sama. Mulai 20 Juli 2007, semua PSU desktop bersertifikasi Energy Star 4.0 yang baru harus setidaknya 80% efisien.

5.5.

Penyimpanan Hard disk drive dengan faktor bentuk yang lebih kecil (misalnya 2,5 inci) sering mengkonsumsi lebih sedikit daya per gigabyte dibandingkan drive yang secara fisik lebih besar. Tidak seperti hard disk drive, solid-state drive menyimpan data dalam memori flash atau DRAM. Tanpa bagian yang bergerak, konsumsi daya mungkin sedikit berkurang untuk perangkat berbasis flash berkapasitas rendah. Bahkan pada ukuran sederhana, SSD berbasis DRAM dapat menggunakan lebih banyak daya daripada hard disk, (misalnya, i-RAM 4GB menggunakan lebih banyak daya dan ruang daripada drive laptop). Drive berbasis flash umumnya lebih lambat untuk menulis daripada hard disk. Karena harga hard drive telah jatuh, gudang penyimpanan cenderung meningkatkan kapasitas untuk membuat lebih banyak data tersedia secara online. Ini termasuk arsip dan data cadangan yang sebelumnya telah disimpan di tape atau penyimpanan offline lainnya. Peningkatan penyimpanan online telah meningkatkan konsumsi daya. Mengurangi daya yang dikonsumsi oleh susunan penyimpanan besar, sambil tetap memberikan manfaat penyimpanan online, adalah subjek penelitian yang sedang berlangsung.

5.6. Kartu Video

GPU yang cepat mungkin merupakan konsumen daya terbesar di komputer. Opsi tampilan hemat energi termasuk Tidak ada kartu video - gunakan terminal bersama, thin client bersama, atau perangkat lunak berbagi desktop jika diperlukan tampilan. Gunakan output video motherboard - biasanya kinerja 3D rendah dan daya rendah. Gunakan kembali kartu video lama yang menggunakan sedikit daya; banyak yang tidak memerlukan heat sink atau kipas. Pilih GPU berdasarkan watt rata-rata atau performa per watt.

5.7. Layar

monitor LCD biasanya menggunakan bola lampu fluorescent katoda dingin untuk memberikan cahaya pada layar. Beberapa layar yang lebih baru menggunakan serangkaian dioda pemancar cahaya (LED) sebagai pengganti bola lampu neon, yang mengurangi jumlah listrik yang digunakan oleh layar.

5.8. Masalah Sistem Operasi Microsoft

telah banyak dikritik karena memproduksi sistem operasi yang, di luar kotak, tidak hemat energi. Karena dominasi Microsoft di pasar sistem operasi desktop yang besar, kelalaian ini mungkin mengakibatkan lebih banyak pemborosan energi daripada inisiatif lain oleh vendor lain. Microsoft mengklaim telah meningkatkan ini di Vista. Klaim ini diperdebatkan di masyarakat. Masalah ini telah diperparah karena versi Windows sebelum Vista tidak mengizinkan fitur manajemen daya untuk dikonfigurasi secara terpusat oleh administrator sistem. Ini berarti bahwa sebagian besar organisasi tidak mampu memperbaiki situasi ini.

Sekali lagi, Microsoft Windows Vista telah meningkatkan ini dengan menambahkan konfigurasi manajemen daya pusat dasar. Dukungan dasar yang ditawarkan tidak populer di kalangan administrator sistem yang ingin mengubah kebijakan untuk memenuhi perubahan persyaratan atau jadwal pengguna. Beberapa produk perangkat lunak telah dikembangkan untuk mengisi celah ini.

5.9. Daur Ulang Bahan

Sistem komputer yang telah hidup lebih lama dari fungsi khusus mereka dapat digunakan kembali, atau disumbangkan ke berbagai badan amal dan organisasi nirlaba. Namun, banyak badan amal baru-baru ini memberlakukan persyaratan sistem minimum untuk peralatan yang disumbangkan. Selain itu, suku cadang dari sistem usang dapat diselamatkan dan didaur ulang melalui gerai ritel tertentu dan pusat daur ulang kota atau swasta. Peralatan komputasi daur ulang dapat menyimpan bahan berbahaya seperti timbal, merkuri, dan kromium dari tempat pembuangan sampah, tetapi seringkali komputer yang dikumpulkan melalui drive daur ulang dikirim ke negara-negara berkembang di mana standar lingkungan kurang ketat daripada di Amerika Utara dan Eropa [11]. Koalisi Racun Lembah Silikon memperkirakan bahwa 80% dari limbah elektronik pasca-konsumen yang dikumpulkan untuk didaur ulang dikirim ke luar negeri ke negara-negara seperti China,

India, dan Pakistan. Persediaan komputasi, seperti kartrid printer, kertas, dan baterai juga dapat didaur ulang.

5.10. Telecommuting

Teknologi telekonferensi dan telepresence sering diterapkan dalam inisiatif komputasi hijau. Keuntungannya banyak; peningkatan kepuasan pekerja, pengurangan emisi gas rumah kaca yang terkait dengan perjalanan, dan peningkatan margin keuntungan sebagai akibat dari biaya overhead yang lebih rendah untuk ruang kantor, panas, penerangan, dll. Penghematannya signifikan; konsumsi energi tahunan rata-rata untuk gedung perkantoran AS adalah lebih dari 23 kilowatt jam per kaki persegi, dengan panas, AC dan pencahayaan terhitung 70% dari semua energi yang dikonsumsi. Inisiatif terkait lainnya, seperti hotelling, mengurangi luas persegi per karyawan karena pekerja hanya memesan ruang saat mereka membutuhkannya. Banyak jenis pekerjaan -- penjualan, konsultasi, dan layanan lapangan terintegrasi dengan baik dengan teknik ini. Voice over IP (VoIP) mengurangi infrastruktur kabel telepon dengan berbagi tembaga Ethernet yang ada. Mobilitas VoIP dan ekstensi telepon juga membuat hot desking dan lebih praktis.

5.11. Umur Panjang Produk

Gartner menyatakan bahwa proses pembuatan PC menyumbang 70% dari sumber daya alam yang digunakan dalam siklus hidup PC. Oleh karena itu, kontribusi terbesar untuk komputasi hijau biasanya adalah untuk memperpanjang masa pakai peralatan. Laporan lain dari Gartner merekomendasikan untuk "Mencari umur panjang produk, termasuk kemampuan upgrade dan modularitas." Misalnya, membuat PC baru membuat jejak ekologis yang jauh lebih besar daripada membuat modul RAM baru untuk memutakhirkan yang sudah ada, peningkatan umum yang menyelamatkan pengguna dari keharusan membeli komputer baru [8]

6. Implementasi industri komputasi hijau 6.1. hitam

Blackle adalah situs mesin pencari yang didukung oleh Google Search. Blackle muncul berdasarkan konsep bahwa ketika layar komputer berwarna putih, menampilkan halaman kata kosong atau halaman beranda Google, komputer Anda menggunakan 74W. Saat layar berwarna hitam, ia hanya mengkonsumsi 59W. Berdasarkan teori ini jika setiap orang beralih dari Google ke Blackle, itu akan menghemat 750MW setiap tahun. Ini adalah implementasi yang sangat baik dari Green Computing. Prinsip di balik Blackle didasarkan pada fakta bahwa tampilan warna yang berbeda mengkonsumsi jumlah energi yang berbeda pada monitor komputer [1].

6.2. Fit-PC: PC kecil yang hanya menggunakan 5w

Fit-PC seperti Gambar 3 berukuran paperback dan benar-benar senyap, namun cukup pas untuk menjalankan Windows XP atau Linux. Fit-PC dirancang agar sesuai dengan PC standar yang terlalu besar, berisik, dan haus daya. Jika Anda pernah menginginkan PC yang ringkas, tenang, dan hijau, maka PC yang pas adalah pilihan yang tepat untuk Anda. Fit-PC hanya menggunakan 5 Watt, mengonsumsi daya lebih sedikit dalam sehari daripada yang dikonsumsi PC tradisional dalam 1 jam. Anda dapat membiarkan fit-PC bekerja 24/7 tanpa membuat tagihan listrik Anda berkurang [1].

6.3. Komputer Zonbu

Zonbu seperti Gambar 4 adalah PC baru yang sangat hemat energi. Zonbu hanya mengkonsumsi sepertiga dari kekuatan bola lampu biasa. Perangkat menjalankan sistem operasi Linux menggunakan prosesor 1,2 gigahertz dan RAM 512 MB. Itu juga tidak mengandung bagian yang bergerak, dan bahkan berisi kipas. Anda bisa mendapatkannya hanya dengan US\$99, tetapi Anda harus mendaftar untuk berlangganan dua tahun" [1].

6.4. klien tipis sinar matahari

Sun Microsystems melaporkan peningkatan minat pelanggan pada Sun Ray, klien desktop tipis (Gambar 5), karena harga listrik naik, menurut Subodh Bapat, wakil presiden dan kepala insinyur di kantor Eco Responsibility di Sun. Thin client seperti Sun Ray mengkonsumsi listrik jauh lebih sedikit daripada desktop konvensional, katanya. Sinar Matahari di desktop menghabiskan daya 4 hingga 8 watt, karena sebagian besar komputasi berat dilakukan oleh server. Sun mengatakan Sunrays sangat cocok untuk lingkungan yang sensitif terhadap biaya seperti

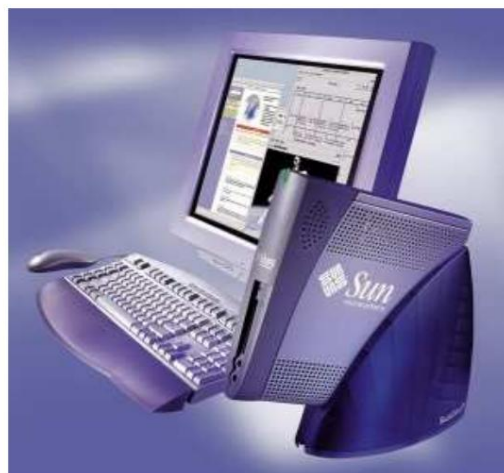
call center, pendidikan, kesehatan, penyedia layanan, dan keuangan. PC memiliki prosesor dan hard drive yang lebih kuat, sesuatu yang tidak dimiliki thin client. Dengan demikian, PC tradisional selalu mengkonsumsi daya yang jauh lebih besar. Di Amerika Serikat, desktop perlu mengonsumsi 50 watt atau kurang dalam mode siaga untuk memenuhi syarat sertifikasi Energy Star baru yang ketat [1].



Gambar 3. Fit-PC



Gambar 4. Komputer Zonbu



Gambar 5. Sunray Thin Client

6.5. Asus Eee PC dan ultra portabel lainnya

Kelas komputer pribadi "ultra-portabel" dicirikan oleh ukuran kecil, CPU daya yang cukup rendah, layar kompak, biaya rendah dan inovasi seperti menggunakan memori flash untuk penyimpanan daripada hard drive dengan piringan berputar. Faktor-faktor ini digabungkan untuk memungkinkan mereka berjalan lebih efisien dan menggunakan lebih sedikit daya daripada laptop faktor bentuk standar. Asus Eee PC adalah salah satu contoh ultraportable. Ini adalah ukuran paperback, beratnya kurang dari satu kilogram, memiliki built-in Wi-Fi dan menggunakan memori flash bukan hard drive. Ini juga menjalankan Linux.[1]

6.6. Implementasi lainnya a. Notebook

Biasanya, notebook lebih sederhana daripada PC desktop dalam hal kebutuhan energi. Rata-rata, baterai notebook bertahan kurang dari dua jam, jadi penghematan energi merupakan masalah penting bagi mereka yang jauh dari titik colokan untuk jangka waktu lama. Jika Anda ingin mencapai runtime baterai maksimum, notebook harus memiliki komponen hemat energi. Semakin hangat unit catu daya eksternal, semakin tinggi konsumsi listriknya.

MacBook atau model Acer Apple memiliki elektronik pengisian daya cerdas yang memastikan aliran arus turun di bawah 0,1 Watt setelah baterai diisi. Nilai kurang dari 3,0 Watt, di Samsung Q10, misalnya, dapat diterima. Ini dikenal sebagai 'pengisian biaya konservasi'.

b. Printer dan perangkat multifungsi

Biasanya, printer laser monokromatik membutuhkan lebih sedikit listrik daripada laser warna. Dan ini benar bahkan dalam mode siaga. Laser warna menggunakan lebih banyak energi saat masuk ke mode siaga daripada mode tidur. Semua laser warna membutuhkan lebih dari 10 Watt saat dalam keadaan standby. Untuk menghemat energi, periksa pengaturan di driver printer [7].

c. Komunikasi dan jaringan: Router

W-LAN, modem DSL, dan telepon DECT tidak memiliki mode siaga karena harus selalu siap dioperasikan. Tetapi konsumsi daya yang rendah adalah suatu keharusan karena perangkat ini menyala 24 jam sehari, tujuh hari seminggu.

d. Hard disk eksternal

Pengguna semakin membeli hard disk eksternal 3,5 inci sebagai perangkat cadangan untuk komputer desktop dan notebook. Ini juga digunakan untuk memperluas penyimpanan sistem. Setelah terhubung, mudah untuk melupakan bahwa catu dayanya terus menarik daya, bahkan ketika tidak ada yang sedang dibaca atau ditulis ke disk. Hanya beberapa model yang memiliki mekanisme hemat daya yang canggih; Perangkat Seagate cukup terpuji. Sebagian besar perangkat tidak memiliki tombol 'Daya'. Hard drive 3,5 inci membutuhkan 12 Volt dan oleh karena itu mereka memiliki unit catu daya eksternal (bata daya). Tetapi drive 2,5 inci hanya membutuhkan 5 Volt dan mereka dapat menarik daya dari PC melalui kabel USB. Karena mereka mengambil daya dari unit catu daya PC, drive 2,5 inci akan mati secara otomatis saat PC dimatikan. Produsen drive sekarang menggabungkan fitur seperti mode idle daya rendah RPM yang dikurangi [7].

e. DVD dan video

Pemutar dan perekam DVD lama adalah power hog. Beberapa perangkat mengkonsumsi hingga 25 Watt dalam mode siaga dan tombol mati tidak ada. Anda dapat menghemat energi di sebagian besar perangkat semacam itu dengan trik sederhana: Penguat HF di perekam DVD bertanggung jawab untuk mengkonsumsi listrik dalam jumlah yang baik dalam mode siaga. Amplifier menyegarkan sinyal antena yang masuk untuk televisi, yang mungkin terhubung dengan kabel antena. Jika seseorang menempatkan perekam dan televisi di samping satu sama lain dan menghubungkannya ke antena menggunakan konektor T, amplifikasi ini menjadi tidak berguna. Banyak perangkat memiliki opsi untuk menonaktifkan output HF sepenuhnya dalam pengaturan. Perekam video lama sering memiliki sakelar geser untuk ini.

7. Perusahaan yang mengikuti komputasi hijau a. Dell

Peralatan komputer secara historis menjadi salah satu produk yang paling sulit dan mahal untuk dibuang dengan aman. Untungnya, salah satu pemimpin utama di bidang itu telah melangkah maju untuk membuat tugas itu tidak terlalu berat. Melalui program daur ulang "tidak ada komputer yang terbuang sia-sia", Dell memungkinkan pelanggan mengembalikan produk bermerek Dell apa pun kembali ke perusahaan secara gratis. Perusahaan bahkan telah melangkah lebih jauh dengan membuat program yang menerima komputer, monitor, atau printer dari perusahaan lain untuk pembuangan yang aman juga.

b. Bank Amerika

Bank of America membuktikan bahwa operasi ramah lingkungan dapat hidup berdampingan dengan pertumbuhan bisnis. Menurut situs web perusahaan mereka, perusahaan mengurangi penggunaan kertas sebesar 32% dari tahun 2000-2005, meskipun ada pertumbuhan 24% dalam basis pelanggan mereka! Bank of America juga menjalankan program daur ulang internal yang mendaur ulang 30.000 ton kertas setiap tahun, baik untuk menghemat sekitar 200.000 pohon untuk setiap tahun operasi program. Seolah itu belum cukup, perusahaan juga menawarkan hadiah uang kembali \$3.000 kepada karyawan untuk membeli kendaraan hibrida.

c. HP

Perusahaan telah mengatasi masalah pembuangan komputer dengan memiliki dan mengoperasikan pabrik daur ulang "limbah elektronik" yang sangat besar yang mencabik-cabik produk komputer usang menjadi bahan mentah yang dapat didaur ulang ke dalam rantai makanan industri. HP juga telah setuju untuk mengambil kembali peralatan komputer dari semua merek, dan mengambil langkah-langkah untuk memastikan bahwa produknya sendiri 100% dapat didaur ulang dengan cara yang dibahas di atas. Selanjutnya, perusahaan telah berjanji untuk menurunkan konsumsi energi sebesar 20% penuh pada tahun 2010.

8. Manfaat komputasi hijau

1. Pengurangan penggunaan energi dari teknik komputasi hijau menghasilkan emisi karbon dioksida yang lebih rendah, yang berasal dari pengurangan bahan bakar fosil yang digunakan dalam pembangkit listrik dan transportasi.
2. Menghemat sumber daya berarti lebih sedikit energi yang dibutuhkan untuk memproduksi, menggunakan, dan membuang produk.
3. Menghemat energi dan sumber daya menghemat uang.
4. Komputasi hijau mencakup perubahan kebijakan pemerintah untuk mendorong daur ulang dan menurunkan penggunaan energi oleh individu dan bisnis.
5. Mengurangi risiko yang ada di laptop seperti bahan kimia yang diketahui menyebabkan kanker, kerusakan saraf dan reaksi imun pada manusia.

9. Tips untuk komputasi hijau 1.

1. Matikan komputer Anda di malam hari sehingga hanya berjalan delapan jam sehari. Anda akan mengurangi penggunaan energi hingga 810 kwh per tahun dan menghasilkan penghematan tahunan sebesar 67 persen.
2. Beli monitor layar datar. Mereka menggunakan energi yang jauh lebih sedikit dan tidak sesulit CRT di mata Anda.
3. Cabut steker elektronik jika tidak digunakan.
4. Pertimbangkan monitor yang lebih kecil—layar 14 inci menggunakan energi 40 persen lebih sedikit daripada layar 17 inci satu.
5. Aktifkan mode siaga/tidur dan pengaturan manajemen daya di komputer Anda [12].
Mode tidur atau siaga: - menghemat energi dengan memutus daya ke layar, hard drive, dan periferal Anda. Setelah periode tidak aktif yang telah ditentukan sebelumnya, komputer Anda beralih ke status daya rendah. Saat Anda menggerakkan mouse atau menekan sembarang tombol komputer, Anda keluar dari mode tidur dan komputer membawa Anda kembali ke kondisi pengoperasian sebelumnya. Mode tidur adalah cara yang sangat efektif untuk menghemat daya baterai di komputer laptop.
6. Matikan monitor Anda saat Anda tidak menggunakannya daripada menggunakan screen saver [13].
7. Bunuh vampir: Apa pun yang menggunakan remote terus mengkonsumsi daya bahkan ketika dimatikan—misalnya, ketika TV "mati", itu benar-benar sebagian "hidup" sehingga gambar muncul dengan cepat saat Anda memanaskan remote. Ini disebut "penggunaan energi vampir" atau "penggunaan energi hantu" [14].



Gambar 6. Mode Stand By



Gambar 7. Penggunaan energi phantom

8. Menurut Departemen Energi, "kehilangan energi vampir" mewakili antara 5 dan 8 persen dari total penggunaan listrik satu rumah keluarga per tahun. Rata-rata, itu sama dengan listrik satu bulan. Solusi mudah untuk itu adalah: pelindung lonjakan arus dengan stopkontak kontrol utama. Cukup colokkan komputer Anda ke stopkontak utama dan periferal Anda ke stopkontak yang dikontrol. Stopkontak master mendeteksi komputer Anda mati atau masuk ke mode tidur dan secara otomatis mematikan stopkontak yang dikontrol.
9. Periferal Anda tidak lagi menyedot energi saat dalam mode siaga.
10. Beli tinta nabati atau non-minyak bumi-mereka terbuat dari sumber daya terbarukan membutuhkan pelarut berbahaya.
11. Menghemat Kertas saat Mencetak: Ketika berbicara tentang lingkungan, salah satu tempat pertama yang dapat ditingkatkan sebagian besar kantor adalah tumpukan kertas besar yang dibuang oleh printer jaringan. Selain hal-hal nyata yang dapat Anda lakukan sendiri seperti mencetak dupleks, mencetak ke PDF, melihat pratinjau sebelum mencetak, dan tidak mencetak ratusan salinan email yang diteruskan ke plester di sekitar kantor-ada beberapa alat lain yang dapat Anda gunakan untuk meminimalkan membuang-buang kertas dan tinta saat mencetak [14].
12. Daur Ulang: Limbah Elektronik Dapat Didaur Ulang. Daur ulang seperti Gambar 8 dapat didefinisikan sebagai proses pengolahan bahan bekas menjadi bahan baru yang bermanfaat dengan tujuan untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Proses daur ulang lebih ramah lingkungan daripada proses pembuatan barang baru karena dapat mengurangi penggunaan bahan baku baru, degradasi lahan, polusi, dan penggunaan energi serta dapat mengurangi gas rumah kaca [2].



Gambar 8. Daur ulang limbah elektronik

Studi kasus

Pertimbangkan institusi pendidikan menengah; konsumsi daya untuk PC per tahun dapat dihitung menggunakan standar EU-ENERGY CALCULATOR. Konsumsi daya untuk satu desktop dihitung sebagai 124,8kwh/tahun dan biayanya kira-kira Rs.624 (1 UNIT = Rs.5).

Cuplikan KALKULATOR EU-ENERGYSTAR ditunjukkan di bawah ini.

Energy Calculator for PC Equipment

PC	Monitor	Use	OUTPUT
power per mode Equipment Value PC On-mode 41 W Sleep-mode 2.3 W Off-mode 1.4 W Power management PC+monitor: normal Buy or 500 EUR / PC Lease 0 EUR/system per year	power per mode System 18" LCD 17 W 0.8 W 0.5 W 50 EUR / monitor <input type="checkbox"/> I use a UPS	hours per mode Busy office 8 hr/day 2 hr/day 14 hr/day 0 months / year airco 6 years product life 0.143 Electricity Eur/kWh	Total Costs: 657.1 EUR Your electricity consumption: 124.8 kWh/year <input type="button" value="Calculate!"/>

Total costs split-up	EURO	Energy split-up	kWh/year
Equipment	550	On-mode	111.3
Energy	107.1	Sleep mode	1.3
Paper and toner/ink	0	Off-mode	12
Total	657.1	Air-conditioning	0
		Total	124.8

Gambar 9. Snapshot untuk kalkulator energi

Jika kita mempertimbangkan sebuah lab komputer dengan 60 sistem, biayanya adalah Rs. 38.000 kira-kira tidak termasuk AC. Jika kita menggunakan thin client sebagai gantinya maka konsumsi daya akan menjadi 72.6kwh/tahun dan biaya untuk 60 sistem adalah 22.000. Meskipun ada satu kali pengadaan server dan penetapan biaya server, konsumsi daya untuk thin client jauh lebih rendah sehingga memberikan lebih banyak keuntungan bagi organisasi.

10. Kesimpulan

Mengadopsi Strategi Komputasi Hijau masuk akal tidak hanya dari sudut pandang etika, atau moral, tetapi dari sudut pandang komersial. Ada banyak keuntungan bisnis yang dapat dicapai melalui penerapan strategi komputasi hijau seperti penghematan biaya, ketahanan, pemulihan bencana, perencanaan kelangsungan bisnis dan tentu saja hubungan masyarakat. Mengingat sifat TI yang produktif dalam ekonomi informasi saat ini, para pemimpin TI memiliki peluang yang sangat baik untuk memberikan dampak yang signifikan dalam memerangi pemanasan global, sekaligus meningkatkan operasi dan efisiensi bisnis. Jadi komputasi hijau adalah persyaratan utama untuk melindungi lingkungan dan menghemat energi bersama dengan biaya operasional di dunia yang semakin kompetitif saat ini.

Referensi

- [1] S Murugesan. Memanfaatkan Green IT: Prinsip dan Praktik. IT Pro, Masyarakat Komputer IEEE. 2008; 10(1): 24 – 33
- [2] S Rut. Green IT - Solusi Lebih dari Tiga Persen. Masyarakat Komputer IEEE. 2009; 13(4): 74 – 78.
- [3] D. Wang. Memenuhi Tantangan Komputasi Hijau. Masyarakat Komputer IEEE. 2008: 1 – 4.
- [4] Green IT For Dummies'-Hewlett Packard Edisi Terbatas [5] Layanan Informasi Teknis Berbahaya. Buletin. 2011; 11.
- [6] Praveen Tripathi. Komputasi hijau sebagai revolusi wajib untuk akhir masa pakai yang tepat. Jurnal Manajemen Informasi dan Operasi. 2012; 3(1): 174– 177.
- [7] "IT Hijau: Mengapa Perusahaan Menengah Berinvestasi Sekarang".
- [8] Appasami G, Suresh Joseph K. Optimalisasi Sistem Operasi menuju Green Computing. Jurnal Internasional Masalah Optimasi Kombinatorial dan Informatika. 2011; 2(3): 39-51.
- [9] Pradeep Shivkhare, Kumkum Sinha. Kajian Kesadaran Green Computing Diantaranya Pengguna. Jurnal Pelopor TI. 2012
- [10] P Ashok Kumar dan K Ravali. Bentuk Baru Green IT: Cloud Computing. VSRD-IJCSIT. 2012; 2(3): 250-255.
- [11] Sk Fayaz Ahamad1, PV Ravikanth. Komputasi Hijau Masa Depan Keaktifan. Jurnal Internasional Penelitian Teknik Komputasi (IJCER). ISSN: 2250-3005 [12] Prasant Singh Yadav, Vaibhav Kumar, Sunil Kumar. Teknologi Pembuatan Komputasi Hijau Berbuah. Jurnal Internasional Penelitian Ilmiah & Teknologi. 2012; 1(5).
- [13] Mujtaba Talebi. Pemandangan Konsumsi Daya Komputer Untuk Komputasi Hijau. Tesis Master, Universitas Villanova, Departemen Ilmu Komputer. 2008.
- [14] Bruce Nordman, Alan Meier dan Mary Ann Piette. Status Malam PC dan Monitor: Pengaktifan Manajemen Daya dan Pematian Manual. Prosiding American Council for an Energy Efficient Economy (ACEEE) Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. 2000.