

Strategi Penerapan *Green Computing* Pada Unit Pengelola Sistem Informasi Pembelajaran Berskala Kecil: Studi Kasus SMK Fadilah Tangerang Selatan

Jayadih¹, Mahmudin², Nurcahyadi³

^{1,2,3}Program Studi Pascasarjana, Magister Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur

E-mail : jayadihe@gmail.com¹, dhienmahmudin@gmail.com², chayon23@gmail.com³

Abstrak— *Green Computing* adalah seluruh proses terkait dengan teknologi komputasi dan informatisasi, mulai dari pengkajian, perencanaan, pembuatan, penggunaan sampai dengan pemusnahan sumber daya komputer dan peralatan komputasi terkait, secara efektif dan efisien dengan mengutamakan prinsip terjaganya ramah lingkungan. Inisiatif penerapan *green computing* di SMK Fadilah adalah dengan penggunaan *thin client computing*, penggunaan monitor LCD, pembelajaran dengan *e-learning system*, dan pengadaan peralatan yang hemat energi lainnya. Penelitian ini menggunakan metode *survey* dengan *purposive sampling*. Teknik analisis data menggunakan analisis SWOT dan *Analytic Network Process (ANP)* dengan menggunakan *Software Super Decision*. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah alternatif terbaik tentang strategi penerapan *green computing* pada unit pengelola sistem informasi pembelajaran berskala kecil.

Kata kunci : *Green Computing*, Analisis SWOT, *Analytic Network Process (ANP)*, *Decision Support*, *Super Decision*.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri yang menjadi sumber penghasil emisi CO₂ saat ini dituntut untuk juga lebih memperhatikan menghasilkan produk-produk yang ramah lingkungan. Termasuk dalam industri ini adalah Industri dibidang Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Dari semua penghasil emisi CO₂ di dunia sekitar 2 persen diketahui berasal dari industri TIK [Gartner 2007]. *Green Computing* merupakan gerakan yang menuntut industri TIK untuk lebih memperhatikan lingkungan. Tujuan dari *Green Computing* adalah TIK yang ramah lingkungan, yang mendukung konservasi sumberdaya dan lingkungan, dengan tujuan akhir yaitu menciptakan masyarakat pengguna TIK dengan dampak lingkungan yang kecil (*low- environmental, foot-print society*). Konsep *Green Computing* sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 1 memiliki dua bagian yaitu TIK yang hijau dan hijau dengan TIK. Dengan konsep ini, penggunaan TIK yang inovatif dan efisien diprediksi dapat menurunkan sekitar 20% emisi CO₂ dari industri lain [Rudi 2010]. Pemerintah Indonesia berhasil memasukkan dua agenda penting dalam kesepakatan pertemuan menteri-menteri TIK negara ASEAN ke-9 yang salah satunya adalah kebijakan strategis ASEAN untuk mempromosikan TIK hijau.



Gambar 1. Konsep TIK Hijau ([Rudi 2010], 22)

TIK yang Hijau adalah teknologi yang terkait informasi dan komunikasi yang menekankan konservasi sumber daya dan dampak lingkungan sebagai faktor utama dalam desain, penggunaan dan pembuangannya (*after use*).

Hijau dengan TIK didefinisikan sebagai teknologi-teknologi TIK yang dapat menghilangkan atau meminimalisir ketidak-efisienan pada penggunaan sumberdaya di masyarakat yang pada akhirnya akan menekan dampak lingkungan (pemanasan global, polusi dll.) dari aktifitas masyarakat. Sebagai contoh, dengan penggunaan TIK yang tepat maka penggunaan kertas dapat diminimalisir atau dihilangkan dengan menggunakan digital media ([Rudi 2010], 22,23).

B. Perumusan Masalah

Masalah penelitian ini adalah bagaimana membangun strategi penerapan *Green Computing* pada unit pengelola sistem informasi pembelajaran berskala kecil ?.

C. Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah menentukan strategi penerapan *Green Computing* pada unit pengelola sistem informasi pembelajaran berskala kecil.

D. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Bagi SMK Fadilah sebagai bahan untuk menentukan Strategi penerapan *Green Computing*.
2. Bagi masyarakat umum sebagai referensi dan menambah wawasan untuk melakukan kajian ilmu komputer terutama dalam penerapan *Green Computing*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Green Computing*

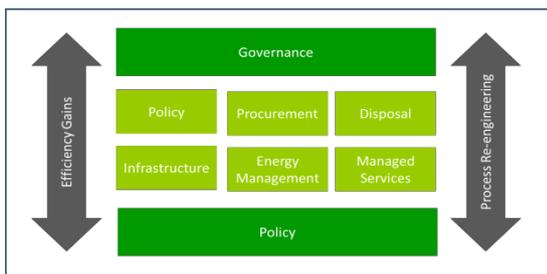
Menurut [Talebi 2009], *Green computing* adalah suatu disiplin ilmu yang mempelajari, mengembangkan dan mempromosikan teknik untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi limbah dalam siklus hidup yang penuh dengan peralatan komputasi dari pembuatan awal, melalui pengiriman, penggunaan, pemeliharaan, daur ulang, dan pembuangan dengan cara ekonomi yang realistis.

Awal munculnya *Green Computing* dimulai pada tahun 1992. Saat itu US Environmental Protection Agency merelease program *Energy Star*, yaitu program promosi dan penghargaan bagi penerapan efisiensi energi pada teknologi monitor, pengontrol iklim, dan teknologi lain.

[Navdeep 2011] dalam jurnal tentang *Eco-Friendly Computing* menyebutkan tentang pengaruh pemakaian computer pada lingkungan : Sebuah komputer desktop rata-rata memerlukan 85 watt dalam kondisi idle, bahkan dengan monitor dalam keadaan mati. Jika komputer yang digunakan atau idle hanya 40 jam seminggu, lebih dari \$ 40 biaya energi akan dihemat setiap tahunnya. Satu komputer ditinggal selama 24 jam sehari biaya listrik yang dikeluarkan antara \$ 115 dan \$ 160 setiap tahun sedangkan pembuangan 1.500 pon CO₂ ke atmosfer. Sebatang pohon menyerap antara 3 sampai 15 pon CO₂ setiap tahun. Itu berarti sampai dengan 500 pohon diperlukan untuk mengimbangi emisi tahunan dari satu komputer ditinggalkan sepanjang waktu. Jika setiap rumah tangga mematikan komputer untuk hanya satu jam tambahan per hari, itu akan menghemat biaya listrik \$ 3,2 juta dan mencegah 19.000 ton CO₂ dari pemanasan atmosfer.

a. Implementasi *Green Computing*

Untuk implementasi *Green Computing* bervariasi tergantung besar kecilnya suatu perusahaan dan kompleksitas permasalahannya, maka gambar berikut dapat dijadikan pandangan untuk memulainya.

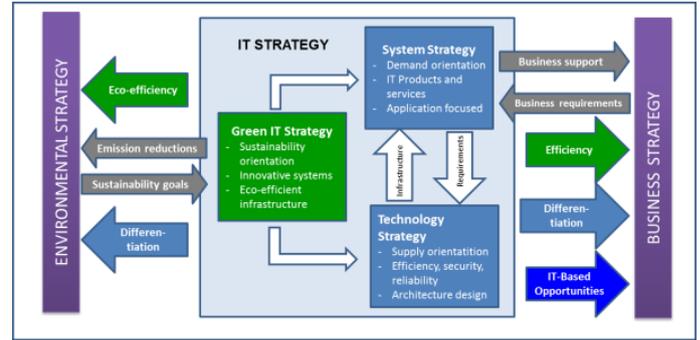


Gambar 2. Pandangan Umum *Green Computing* [Rojahi 2010]

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

b. Konseptualisasi *Green IT*

Konsep strategi TI diilustrasikan dalam gambar II-2, terdiri dari tiga item dasar : strategi teknologi, strategi system, dan strategi *green IT*. Konsep tersebut memungkinkan manajemen TI mempertimbangkan tujuan strategis dan aspek lingkungan. Di sisi lain, strategi system menjamin bahwa sistem TI dan aplikasinya memenuhi persyaratan bisnis. Efisiensi dan fungsionalitas masing-masing. Nilai bisnis dan keunggulan kompetitif diciptakan melalui pelayanan yang efisien, unggul layanan TI yang menyediakan diferensiasi, dan inovasi teknologi yang berbasis TI membuat peluang bisnis.



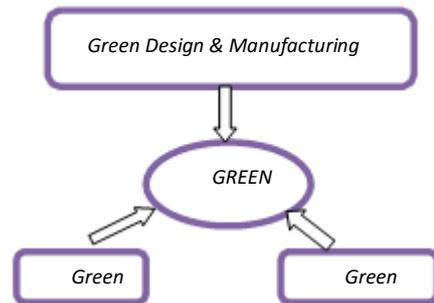
Gambar 3. Konseptualisasi Strategi IT [Loeser 2011]

Di sisi lain, strategi TI selaras dengan strategi keberlanjutan berdasarkan strategi *green IT*. Tujuan TI terkait pengurangan emisi ditentukan oleh tujuan dari strategi keberlanjutan perusahaan. Dengan cara ini, *green IT* mendukung strategi keberlanjutan dengan memfasilitasi eko-efisiensi dan diferensiasi kompetitif.

Organisasi TI harus efektif dan efisien dalam penyediaan internal, solusi teknologi standar sementara mengembangkan eksternal-solusi terfokus khas mempertimbangkan konteks strategi bisnis [Loeser 2011].

c. Dimensi penerapan *Green IT*

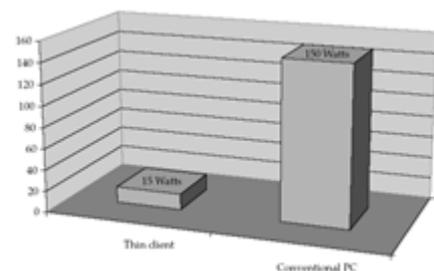
Untuk mengatasi dampak lingkungan komputasi lebih komprehensif dan efektif, kita harus mengadopsi pendekatan yang holistik dan membuat siklus hidup *green IT* dengan mengatasi seluruh kelestarian lingkungan.



Gambar 4. Dimensi Penerapan *Green IT* [Vykoukal 2009]

a. *Green IT Design*

Dengan komputasi *thin client*, aplikasi tidak berjalan secara lokal pada perangkat pengguna tetapi pada server dalam jaringan. *Thin client* mengkonsumsi energi lebih kecil dari komputer desktop biasa [Toby 2008].



Gambar 5. Perbandingan Daya *Thin Client* dengan PC [Toby 2008]

b. *Green IT Manufacturing*

Menjelaskan upaya peningkatan produsen TI untuk meningkatkan proses produksi sudut pandang mereka sehingga menghasilkan peralatan IT misalnya, prosesor hemat energi, fitur-fitur manajemen daya baru, dan bahan daur ulang.

c. *Green Use of IT System*

Mengurangi konsumsi energi komputer dan sistem informasi lainnya serta menggunakannya dengan cara yang ramah lingkungan. Karena semakin cepat aplikasi Web dan aplikasi bisnis, data-intensif, perusahaan terus memperluas kapasitas sumber daya TI dan pusat data mereka secara khusus sejumlah besar mengkonsumsi listrik dan menghasilkan panas yang luar biasa.

d. *Green Disposal of IT System*

Green disposal IT System adalah memperbaiki dan menggunakan kembali atau mendaur ulang peralatan IT yang sudah tidak dipakai lagi.

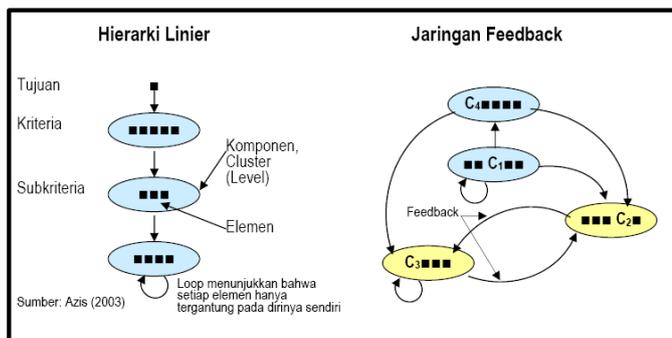
Analisis SWOT

Analisis SWOT adalah suatu cara untuk mengidentifikasi berbagai factor secara sistematis dalam rangka merumuskan strategi perusahaan. Analisis ini didasarkan pada logika dapat memaksimalkan kekuatan (*Strengths*) dan peluang (*Opportunities*) namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*weaknesses*) dan ancaman (*Threats*) ([Rangkuti 2004], 18). Penjelasan dari masing-masing komponen SWOT adalah sebagai berikut ([PEAR 1997], 8):

Analytic Network Process (ANP)

Metode *Analytic Network Process* (ANP) adalah salah satu metode yang mampu mempresentasikan tingkat kepentingan berbagai pihak dengan mempertimbangkan saling keterkaitan antara kriteria dan sub kriteria. Model ini merupakan pengembangan dari metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sehingga tingkat kompleksitasnya lebih dibanding metode AHP. Kelebihan ANP dari metodologi yang lain adalah kemampuannya untuk melakukan pengukuran dan sintesis sejumlah faktor-faktor dalam bentuk hierarki ataupun jaringan. Tidak ada metodologi lain yang memiliki fasilitas sintesis seperti metodologi ANP.

ANP mengijinkan adanya umpan balik dan interaksi dari elemen-elemen dalam cluster (*inner independence*) dan antar cluster (*outer dependence*) [Saaty, 1996].



Gambar 6. Perbandingan Hierarki Linier dan Jaringan Feedback [Ascarya 2005]

Dari Gambar 6. dari jaringan *Feedback* dapat dilihat bahwa elemen-elemen yang akan dibandingkan berada pada cluster-cluster yang berbeda, contohnya elemen utama C4 berhubungan dengan cluster (C2) dan (C3) yang dikenal dengan *outer dependence*. Selain itu juga ada elemen-elemen utama yang akan dibandingkan berhubungan dengan dirinya sendiri, sehingga membentuk hubungan loop, kondisi ini dikenal dengan istilah *inner dependence*.

a. Landasan ANP

Semua teori berdasarkan berdasarkan pada aksioma, salah satu kelebihan ANP jika dibandingkan dengan teori-teori lainnya lebih realistis dan sederhana. ANP mempunyai aksioma sederhana, diantaranya :

- 1) Resiprokal, Aksioma ini menyatakan bahwa jika PC (EA,EB) adalah nilai perbandingan pasangan dari elemen A dan B,dilihat dari elemen induknya C, yang menunjukkan lebih banyak elemen A memiliki apa yang dimiliki elemen B, maka PC (EB,EA) = 1/ PC (EA,EB).
- 2) Homogenitas, Aksioma ini menyatakan bahwa elemen-elemen yang dibandingkan sebaiknya tidak memiliki perbedaan terlalu besar, yang dapat menyebabkan kesalahan judgements yang lebih besar.
- 3) Aksioma ini menyatakan bahwa mereka yang mempunyai alasan terhadap keyakinannya harus memastikan bahwa ide-ide mereka cukup terwakili dalam hasil agar sesuai dengan ekspetasinya.

b. Prinsip Dasar ANP

Prinsip-prinsip dasar dalam ANP ada 3, yaitu dekomposisi, penilaian komparasi (*comparative judgment*), dan komposisi hierarkis atau sintesis dari prioritas [Saaty 1994]. Adapun penjelasannya sebagai berikut:

- 1) Prinsip dekomposisi,
- 2) Prinsip penilaian (*comparative judgment*),
- 3) Prinsip komposisi hierarkis atau sintesis dari prioritas,

Software Super Decision

Super Decision mengimplemen-tasikan Analytic Network Process yang dikembangkan oleh Dr Thomas Saaty. Program ini ditulis oleh Tim ANP, bekerja untuk Yayasan Keputusan Creative. *Super Decision* yang digunakan untuk pengambilan keputusan dengan ketergantungan dan umpan balik. Masalah seperti itu sering terjadi dalam kehidupan nyata.

Tinjauan Studi Relevan

Berdasarkan informasi yang diperoleh ditemukan beberapa penelitian yang membahas tentang Strategi penerapan Green computing, berikut ini adalah tiga diantaranya dengan aplikasi yang berbeda-beda.

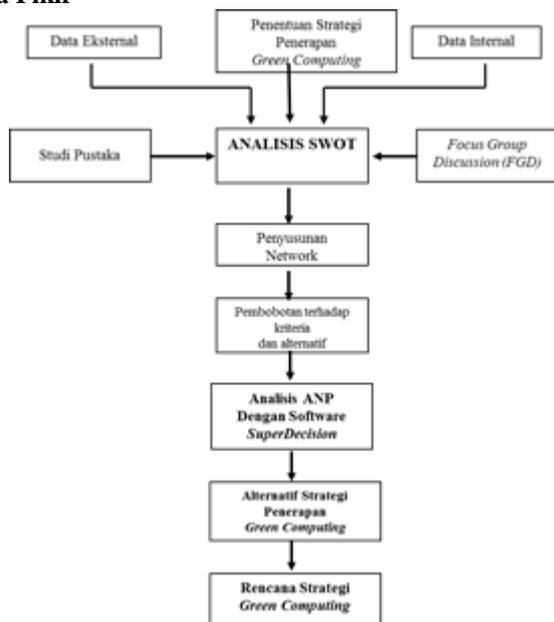
Dalam penelitian lain [Yong 2009] membahas tentang penentuan prioritas kebijakan strategi green ICT di Korea dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Dalam penelitian ini menghasilkan 5 main goal untuk kebijakan green ICT di korea yaitu; *eco-friendliness, technology evolution, economic efficiency, energy efficiency and stable supply of energy*. Ini merupakan studi awal menganalisis kebijakan green ICT, yang menyediakan kerangka kerja akademis yang dapat digunakan untuk membangun kebijakan green ICT.

Tinjauan Obyek Penelitian

SMK Fadilah adalah Sekolah Menengah Kejuruan yang didirikan pada tahun 2008 oleh Yayasan Fadilah, sesuai dengan SK Pendirian dari Dinas Pendidikan Kota Tangerang Selatan nomor : 800/1501-Dispend/2010. SMK Fadilah membuka dua Bidang Keahlian yaitu Bidang Teknologi Informatika dan Komputer dan Bidang Pariwisata. SMK Fadilah telah meluluskan angkatan pertamanya pada tahun pelajaran 2010/2011.

Penerapan Green Computing di SMK Fadilah bertujuan untuk menghemat penggunaan sumber daya listrik, menghemat biaya maintenance, biaya lisensi software, dan biaya investasi bidang TIK. Yaitu dengan pemanfaatan peralatan komputer yang ramah lingkungan. Penggunaan Thin Client sebagai pengganti PC untuk Laboratorium Komputer, ruang Tata Usaha maupun ruang kelas untuk pembelajaran. Keuntungan penggunaan thin client dibanding dengan PC adalah ; 1) Biaya administrasi kecil, karena semua sistem pengaturan terpusat pada server, sedikit kemungkinan terinfeksi virus dan malware. 2) Keamanan data, karena semua data tidak tersimpan di thin client, 3) Biaya Hardware lebih rendah, karena di dalam thin client tidak terdapat harddisk, RAM dan processor yang tinggi, 4) Lebih Efisien, dengan thin client memori penyimpanan dapat di pakai bersama (sharing), 5) Konsumsi energi lebih kecil, karena thin client menggunakan watt yang kecil 6) Mudah untuk di upgrade, 7) Less Noise, karena tidak ada kipas di thin client tidak ada harddisk, CD/DVD Rom, hanya sedikit sampah yang dihasilkan. ([Toby 2008], 160).

Pola Pikir



Gambar 7. Pola Pikir Pemecahan Masalah

Pola pikir pemecahan masalah pada gambar 7 menggambarkan tahapan proses penentuan strategi penerapan *green computing* pada unit pengelola system informasi pembelajaran berskala kecil. Langkah pertama adalah mengumpulkan data eskternal, data internal kondisi organisasi dan strategi. Selanjutnya dilakukan analisis SWOT

Studi Pustaka, melakukan pengumpulan referensi dari berbagai sumber mengenai segala informasi tentang strategi penerapan *green computing*, dilakukan proses lanjut dengan *Fokus Group Discussion (FGD)* dengan

pihak manajemen SMK Fadilah sehingga diperoleh pengetahuan mengenai penerapan *green computing* di SMK Fadilah.

Hipotesis yang dirumuskan dalam penentuan atribut adalah sebagai berikut:

Ho : Diduga tidak terdapat perbedaan tanggapan responden tentang atribut kriteria-sub kriteria-alternatif (terdapat kesepakatan mengenai atribut kriteria-sub kriteria-alternatif).

Ha : Diduga terdapat perbedaan tanggapan responden tentang atribut Kriteria-sub kriteria- alternatif (tidak terdapat kesepakatan mengenai atribut kriteria-sub kriteria-alternatif). Hasil penilaian gabungan ini yang selanjutnya di oleh dengan software *Super Decision*.

III. DESAIN PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode analisis SWOT dan metode *Analytic Network Process (ANP)*. Dengan metode in akan dilakukan analisis strategi penerapan *green computing* di SMK Fadilah Tangerang Selatan. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan kuesioner perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*) yang telah disusun kepada responden yang dianggap ahli (*expert*) yang berperan dan mengetahui kriteria dan karakteristik dari strategi penerapan *green computing* yaitu Kepala Sekolah, Kepala Program Keahlian dan Guru Produktif di SMK Fadilah Tangerang Selatan.

B. Metode Pemilihan Sampel

Studi Pustaka, dilakukan untuk mencari dan mendapatkan data-data yang bersifat teoritis dan berhubungan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Kuesioner, untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan, pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner bersifat *close question* yang berupa pertanyaan-pertanyaan yang dibuat penulis. Pertanyaan-pertanyaan yang dibuat adalah untuk mengetahui strategi penerapan *Green Computing* di SMK Fadilah Tangerang Selatan.

C. Instrumen Penelitian

Pengumpulan data dilakukan menggunakan kuesioner melalui dua tahap. Pada tahap awal untuk penelitian pendahuluan dilakukan kuesioner dengan pendekatan *Focus Discussion Group (FGD)*, untuk menentukan elemen-elemen yang signifikan pada masing-masing level dimulai dari level I untuk penentuan kriteria, level II untuk penentuan sub kriteria, dan level III untuk penentuan alternatif pilihan. Pengolahan data kuesioner ini dengan menggunakan uji Cochran Q Test, sehingga elemen-elemen menjadi signifikan berdasarkan data responden ahli.

D. Teknik Analisa Data

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif, analisis SWOT dan *Analytic Network Process (ANP)*. Analisis deskriptif dilakukan melalui penyajian rangkuman hasil survey dan identifikasi dalam bentuk tabulasi dan/atau grafik. Analisis SWOT digunakan untuk mengidentifikasi Kekuatan (*Strength*), Kelemahan (*Weaknesses*), Peluang (*Opportunities*), dan Tantangan (*Threats*) terhadap penerapan *green computing* di SMK Fadilah pada saat ini. Sedangkan ANP digunakan sebagai

instrumen untuk menentukan prioritas dalam menentukan strategi *green computing*.

IV. ANALISIS, INTERPRETASI DAN IMPLIKASI PENELITIAN

A. Riset Pendahuluan

Pada penelitian riset pendahuluan dilakukan penyebaran kuisioner tahap pertama kepada 10 responden yang akan melakukan pengujian elemen-elemen yang signifikan pada masing-masing level dimulai dari level I untuk penentuan kriteria, level II untuk penentuan sub kriteria, dan level III untuk penentuan alternatif pilihan, yaitu :

Tabel 1. Elemen Kriteria, Sub Kriteria dan Alternatif

SASARAN	KRITERIA	SUB KRITERIA
Strategi Penerapan	1. Strength	1. Internet unlimited 2. Open Source OS
	2. Weaknesses	1. Banyak guru yang belum menguasai TIK 2. Anggaran TIK masih kurang
	3. Opportunities	1. Cloud computing 2. Outsourcing
	4. Threats	1. Kenaikan biaya listrik 2. Kepenuhan Data
ALTERNATIF	1. Program pelatihan TIK 2. Pengadaan peralatan TIK	

Uji validitas yang dilakukan untuk elemen-elemen pada masing-masing level dilakukan dengan metode statistik *Cochran Q Test*, metode ini digunakan untuk mengetahui atribut apa saja yang dianggap sah (valid), dimana peneliti mengeluarkan atribut-atribut yang dinilai tidak sah berdasarkan kriteria-kriteria statistik yang dipakai.

V. HASIL PENELITIAN

Jumlah kuisioner yang disebarakan untuk responden ahli sebanyak 10 lembar dengan jumlah pengembalian sebanyak 10 lembar. Tanggapan responden ahli yang menjadi obyek penelitian pendahuluan ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Responden Ahli Penelitian

Jumlah	Berben	Ya	Tidak	% seluruh responden
Sub Kriteria STRENGTH :				
	1. Internet unlimited	10	0	100
	2. Open Source OS	10	0	100
	3. Cloud Computing	8	2	100
	4. Tersedia LAN dan Wireless	7	3	100
Sub Kriteria WEAKNESSES :				
	1. Banyak guru yang belum menguasai TIK	9	1	100
	2. Anggaran TIK masih kurang	10	0	100
ALTERNATIF :				
	1. Program pelatihan TIK	10	0	100

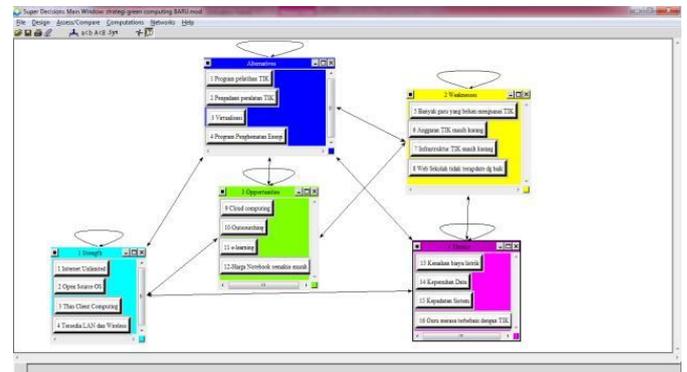
VI. PEMBAHASAN

Berdasarkan dari hasil tanggapan responden ahli terhadap elemen-elemen yang signifikan pada penentuan sub kriteria dan penentuan alternatif pilihan dengan metode *Cochran Q Test*, untuk atribut Sub Kriteria *Strength* pada pengujian

ke-1 mendapatkan nilai *Qhit* sebesar 13,33 dan *Qtab* sebesar 9,49 sehingga sesuai dengan ketentuan $Qhit > Qtab$ maka atribut sub kriteria *Strength* tidak sah/valid, sedangkan pada pengujian ke-2 setelah dikeluarkan atribut ke-5 (Pembelajaran berbasis TIK) mendapatkan nilai *Qhit* sebesar 6,23 dan *Qtab* sebesar 7,81 sehingga sesuai dengan ketentuan $Qhit < Qtab$ maka atribut sub kriteria *Strength* sah/valid. Untuk atribut Sub Kriteria *Weaknesses* mendapatkan nilai *Qhit* sebesar 2,00 dan *Qtab* sebesar 7,81 sehingga sesuai dengan ketentuan $Qhit < Qtab$ maka atribut sub kriteria *Weaknesses* valid, untuk atribut Sub Kriteria *Opportunities* pada pengujian ke-1 mendapatkan nilai *Qhit* sebesar 13,33 dan *Qtab* sebesar 9,49 sehingga sesuai dengan ketentuan karena $Qhit > Qtab$ maka atribut sub kriteria *Opportunities* tidak valid, sedangkan pada pengujian ke-2 setelah dikeluarkan item ke-3 (Telecommuting) mendapatkan nilai *Qhit* sebesar 4,00 dan *Qtab* sebesar 7,81 sehingga sesuai dengan ketentuan $Qhit < Qtab$ maka atribut sub kriteria *Opportunities* sah/valid. Untuk atribut Sub Kriteria *Threats* mendapatkan nilai *Qhit* sebesar 2,00 dan *Qtab* sebesar 7,81 sehingga sesuai dengan ketentuan $Qhit < Qtab$ maka atribut sub kriteria *Threats* sah/valid. Untuk elemen Alternatif mendapatkan nilai *Qhit* sebesar 3,00 dan *Qtab* sebesar 6 sehingga sesuai dengan ketentuan $Qhit < Qtab$ maka atribut alternatif sah/valid.

Metode ANP

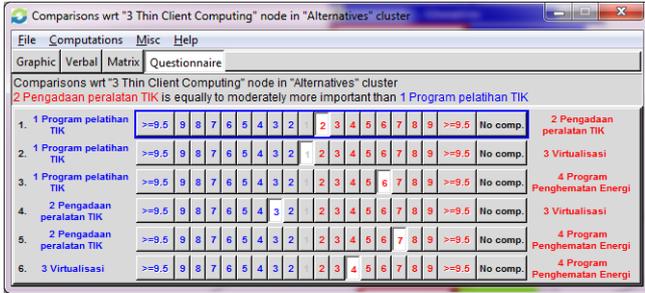
Berikut adalah gambar metode ANP dalam penentuan Strategi *Green Computing* melalui software *Super Decision* :



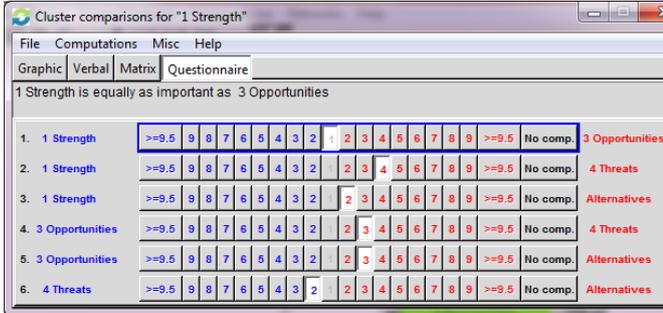
Gambar 8. ANP dalam Penentuan Strategi *Green Computing*

Dengan *feedback*, alternatif-alternatif dapat bergantung/terikat pada kriteria seperti pada hierarki tetapi dapat juga bergantung/terikat pada sesama alternatif. Dari jaringan *feedback* pada gambar 8 dapat dilihat bahwa simpul atau elemen utama dan simpul-simpul yang akan dibandingkan dapat berada pada *cluster-cluster* yang berbeda.

Dalam studi kasus penentuan strategi penerapan *green computing*, elemen alternatif yang dilambangkan dengan Program pelatihan TIK, Pengadaan peralatan TIK, Virtualisasi, Program Penghematan Energi, Sedangkan elemen dalam komponen/*cluster* yang lain yaitu *cluster Strength*, *cluster Weaknesses*, *cluster Opportunities*, dan *cluster Threats*, adalah kriteria dari masing-masing bagian/*cluster*. Berikut adalah gambar perbandingan antar alternatif dalam cluster dan perbandingan antar kriteria yang didapat dari kuisioner:



Gambar 9. Perbandingan Antar Alternatif Dalam Cluster



Gambar 10. Perbandingan Kriteria Dalam Cluster



Gambar 11. Perbandingan Sub Kriteria Dalam Cluster

Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan metode ANP dengan bantuan software *Super Decision* dengan alternatif strategi penerapan Green computing adalah :

- 1) Program pelatihan TIK
- 2) Pengadaan peralatan TIK
- 3) Virtualisasi
- 4) Program Penghematan Energi

Hasil penelitian dari masing-masing cluster sebagai berikut :

Here are the priorities.

Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	1 Internet Unlimited	0.26575	0.045355
No Icon	2 Open Source OS	0.23692	0.040434
No Icon	3 Thin Client Computing	0.25336	0.043239
No Icon	4 Tersedia LAN dan Wireless	0.24397	0.041637
No Icon	5 Banyak guru yang belum menguasai TIK	0.25123	0.049017
No Icon	6 Anggaran TIK masih kurang	0.24752	0.048293
No Icon	7 Infrastruktur TIK masih kurang	0.24901	0.048583
No Icon	8 Web Sekolah tidak terupdate dg baik	0.25224	0.049213
No Icon	9 Cloud computing	0.25687	0.040188
No Icon	10 Outsourcing	0.24742	0.038709
No Icon	11 e-learning	0.25367	0.039686
No Icon	12-Harga Notebook semakin murah	0.24204	0.037867
No Icon	13 Naikannya biaya listrik	0.26640	0.062129
No Icon	14 Kepenuhan Data	0.24293	0.056655
No Icon	15 Kepadatan Sistem	0.25018	0.058346
No Icon	16 Guru merasa terbebani dengan TIK	0.24050	0.056090
No Icon	1 Program pelatihan TIK	0.24474	0.059854
No Icon	2 Pengadaan peralatan TIK	0.25081	0.061339
No Icon	3 Virtualisasi	0.19751	0.048303
No Icon	4 Program Penghematan Energi	0.30693	0.075063

Gambar 12. Hasil Penelitian Prioritas Kriteria Dalam Cluster

Here are the overall synthesized priorities for the alternatives. You synthesized from the network Super Decisions Main Window: strategi green computing-revisi.mod

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
1 Program pelatihan TIK	<div style="width: 20%;"></div>	0.797383	0.244743	0.059854
2 Pengadaan peralatan TIK	<div style="width: 20%;"></div>	0.817166	0.250815	0.061339
3 Virtualisasi	<div style="width: 20%;"></div>	0.643492	0.197509	0.048303
4 Program Penghematan Energi	<div style="width: 20%;"></div>	1.000000	0.306933	0.075063

Gambar 13. Hasil Penelitian Prioritas Alternatif Strategi Penerapan Green Computing

Akan menghasilkan sebuah file Full Report berupa sebuah file html yang dibuka dengan browser :

Report for toplevel

This is a report for how alternatives fed up through the system to give us our synthesized values. [Return to main menu.](#)

Alternative Rankings

Graphic	Alternatives	Total	Normal	Ideal	Ranking
<div style="width: 20%;"></div>	1 Program pelatihan TIK	0.0599	0.2447	0.7974	3
<div style="width: 20%;"></div>	2 Pengadaan peralatan TIK	0.0613	0.2508	0.8172	2
<div style="width: 20%;"></div>	3 Virtualisasi	0.0483	0.1975	0.6435	4
<div style="width: 20%;"></div>	4 Program Penghematan Energi	0.0751	0.3069	1.0000	1

Gambar 14. Hasil Penelitian Rangkaian Untuk Alternatif Strategi Penerapan Green Computing

Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan peringkat strategi penerapan green computing di SMK Fadilah.

Tabel 3. Peringkat Strategi Penerapan Green Computing

Kriteria	Peringkat
1. Program Penghematan Energi	1
2. Pengadaan peralatan TIK	2
3. Program pelatihan TIK	3
4. virtualisasi	4

Strategi Green Computing

No	Strategi	Program	Met
1	Program Penghematan Energi	Matikan komputer setelah jam kerja	Dengan menghidupkan komputer hanya pada jam kerja (8 jam)
		Menonaktifkan screensaver	Monitor dengan layar saver aktif menggunakan jumlah energi yang sama seperti komputer dapat diatur ke dalam mode <i>low energy</i> ketika menggunakan layar
		Aktifkan manajemen daya aktif pada desktop	Timer switch dapat digunakan untuk mematikan peralatan jaringan dan printer non-teknologi
		Terapkan switch timer untuk jaringan dan printer non-teknologi	untuk mematikan peralatan jaringan secara otomatis di luar jam kantor, menghemat hingga
2	Pengadaan peralatan TIK	Pengadaan komputer dengan Power Supply yang memiliki	Unit satu daya listrik mengkonversi listrik AC ke daya DC yang dibutuhkan oleh komputer. Unit yang lebih efisien meminimalkan kehilangan energi
		Menggunakan Monitor LCD	Penggunaan LCD Monitor dapat menghemat penggunaan daya
		Penggunaan <i>Thin Client</i>	Penggunaan <i>Thin Client</i>

No	Strategi	Program	Met
	Printer	Konsolidasi	biaya energi maintenance dan mengurangi jumlah printer dan menggantinya dengan printer multi fungsi kombinasi / mesin fotokopi secara signifikan dapat mengurangi konsumsi energi.
		Konsolidasi perangkat TIK	Mengurangi jumlah perangkat elektronik individu akan mengurangi kebutuhan energi secara tidak langsung misalnya kurangnya dukungan dan
		Pengadaan server dengan efisiensi tinggi	Unit Power Supply yang lebih efisien akan meminimalkan kehilangan energi
		Menggunakan kembali peralatan yang tidak lagi digunakan	Mempertahankan penggunaan atau mencari pengguna di tempat lain, akan menghemat energi serta pembelian dan biaya
3	Program Pelatihan TIK	Meningkatkan kemampuan	Dengan memiliki pengetahuan yang cukup maka akan berkontribusi terbesar untuk perubahan iklim adalah dimulai dari diri kita sendiri dan cara kita menjalani hidup sehari-hari. Orang membutuhkan saran dan
		Meningkatkan kesadaran staf tentang pemeliharaan sumber daya	Perubahan bahan ajar berbasis TIK
		Pembuatan Bahan Ajar berbasis TIK	Dengan penggunaan TIK, kegiatan belajar mengajar menggunakan bahan Ajar berbasis TIK dapat meminimalkan penggunaan kertas untuk modul pembelajaran dan tugas-tugas. Dengan mengurangi kualitas dan jumlah yang dicetak akan
		Dapat Mengatur pencetakan	Virtualisasi penyimpanan dan
4	Virtualisasi Server dan Data Center	Virtualisasi penyimpanan dan	Membantu dalam mengidentifikasi server dan disk yang tidak terpakai
		Menggunakan server fisik ke dalam server	Menggunakan perangkat
		Mengurangi pendinginan dalam	Mengurangi pendinginan dalam
		Audit Data Center	audit data yang ketat yang sesuai mengidentifikasi ketidaksesuaian antara tabung fisik saat ini dan tabung fisik yang dapat

Strategi *Green Computing* ini diharapkan dengan penggunaan peralatan TIK secara efisien dan efektif dapat mengurangi jumlah energi yang dikonsumsi oleh peralatan ICT, mengurangi konsumsi kertas, dan dengan mematikan peralatan TIK pada saat tidak digunakan dapat mengurangi emisi carbon yang menyebabkan perubahan terhadap lingkungan dan pemanasan global.

Implikasi Penelitian

Pada bagian ini akan dibahas implikasi penelitian dari berbagai aspek meliputi aspek.

Aspek Sistem

Agar dapat mendukung hasil analisa penelitian, perlu adanya kesiapan sistem yang berjalan baik. Hal ini dilakukan agar sistem dapat memberikan dukungan hasil keputusan untuk pimpinan.

Infrastruktur Jaringan, Sekolah harus menyediakan infrastruktur jaringan LAN / WIFI terhubung dengan internet yang memadai dan dapat diakses oleh semua warga sekolah. Tersedianya sistem informasi dan aplikasi pembelajaran. Penggunaan Hardware yang efisien dan efektif untuk Laboratorium Komputer maupun untuk kegiatan pembelajaran lain, misalnya : *Thin Client Computing* sebagai pengganti CPU, Laptop / Notebook, LCD Proyektor, Monitor LCD, Server sebagai Data Center.

Aspek Manajerial

Dalam penerapan *green computing*, pihak manajemen sekolah mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut : Berdasarkan hasil penelitian dapat dibuktikan bahwa 1) Alternatif program penghematan energi menjadi prioritas utama dalam menentukan strategi penerapan *green computing* di SMK Fadilah. Ada beberapa inisiatif yang bisa dilakukan dalam rangka penghematan energi penggunaan peralatan TIK yaitu ; menggunakan peralatan yang berdaya rendah misalnya penggunaan *thin client computing* sebagai pengganti CPU yang dapat menghemat energi hingga 50% dibanding PC biasa, mengelola sistem komputer yang hidup selama jam sekolah dan secara otomatis mati setelah jam sekolah, menggunakan monitor LCD/LED dari pada monitor CRT, mengurangi penggunaan kertas gunakan email untuk mengumpulkan laporan dan tugas. 2) Berdasarkan hasil penelitian dapat dibuktikan bahwa alternatif pengadaan peralatan TIK menjadi prioritas kedua dalam menentukan strategi penerapan *green computing* 3) Berdasarkan hasil penelitian dapat dibuktikan bahwa alternatif program pelatihan TIK mendapat sorotan yang tajam dari para responden. 4) Berdasarkan hasil penelitian dapat dibuktikan bahwa alternatif virtualisasi perlu menjadi pertimbangan dalam penerapan *green computing*. Virtualisasi adalah teknologi yang memungkinkan beberapa mesin untuk divirtualkan sehingga dapat berjalan di *physical* mesin.

Aspek Penelitian Lanjutan

Berdasarkan ruang lingkup penelitian, dan hasil-hasil yang telah diperoleh, terdapat beberapa hal yang merupakan potensi penelitian lanjutan. Hal yang perlu dikembangkan adalah penambahan kriteria, sub kriteria agar alternatif pilihan strategis yang dihasilkan lebih bervariasi. Penelitian ini menggunakan metode analisis SWOT dan *Analytic Network Process (ANP)* dengan *Software Super Decision*, penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan metode analisis yang berbeda seperti *Balance Score Card*.

VII. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah : Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan pendekatan *Analytic Network Process (ANP)* dan menggunakan *Software Super Decision*, di dapat informasi bahwa alternatif yang mempunyai nilai prioritas tertinggi adalah program penghematan energi, prioritas kedua adalah Pengadaan peralatan TIK, prioritas ketiga adalah Program Pelatihan TIK dan prioritas keempat adalah Virtualisasi.

1. Strategi penerapan *Green Computing* pada unit pengelola sistem informasi berskala kecil, sebagai berikut :
 - a. Program Penghematan Energi yaitu mematikan komputer setelah jam kerja, Menonaktifkan screensaver, Aktifkan manajemen daya aktif pada desktop (*standby / hibernate*),
 - b. Pengadaan peralatan TIK yaitu menggunakan Monitor LCD, Penggunaan Thin Client Computing, Konsolidasi Printer, Konsolidasi perangkat TIK, Pengadaan PC dan server dengan efisiensi tinggi Unit *Power Supply* (80% konversi atau lebih).

c. Program Pelatihan TIK , yaitu meningkatkan Kemampuan Penggunaan TIK, Meningkatkan kesadaran staff tentang pemanfaatan sumber daya /energi listrik secara hemat.

d. Virtualisasi server yaitu dengan Virtualisasi penyimpanan dan manajemen kapasitas, Mengkonversi server fisik ke dalam "server virtual".

B. Saran

1. Studi penelitian dapat diterapkan pada sekolah atau universitas terkait lainnya.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penajaman dan penambahan pada atribut kriteria, sub kriteria dan juga alternatif. Penggunaan metode analisis yang berbeda.
3. Hasil penelitian perlu disosialisasikan kepada warga sekolah, manajemen, guru, karyawan dan siswa di SMK Fadilah.

Semoga apa yang telah di hasilkan dalam penelitian ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan landasan dalam penentuan strategi penerapan *green computing*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayat, Rakhmat. 2013. *Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah Berbasis Android*. Skripsi Sarjana. Jakarta: Universitas Budi Luhur.
- [2] Kadir, Abdul. 2003. *Pemrograman Web Mencakup : HTML, CSS, JavaScript dan PHP*. Yogyakarta: Andi.
- [3] Mukti, Arisona. 2013. *Penerapan Pembelajaran Mesin Sebagai Klasifikator Untuk Berkas Portable Document Format Menggunakan Stemming Nazief Adriani, Vektor Space Model Dengan Pembobotan Berdasarkan Logaritma Frekwensi Kata Serta Fungsi Kesamaan Jaccard*. Skripsi Sarjana. Jakarta: Universitas BudiLuhur.
- [4] Saputra, Agus. 2012. *Sistem Informasi Nilai Akademik untuk panduan Skripsi*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [5] Sitompul, Joseph. 2009. *Aplikasi Search Engine Dengan Menggunakan Metode DFS (Depth-First Search)*. Skripsi Sarjana. Jakarta: Universitas BudiLuhur.
- [6] Sjukani, Moh. 2010. *Algoritma: Algoritma dan Struktur Data 1 dengan C, C++ dan Java Edisi 6*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- [7] Studio, MataMaya. 2010. *Perang Browser*. Jakarta: Elex Media Komputindo
- [8] Sulianta, Feri. 2010. *Search Engine Pilihan untuk Berbagai Kebutuhan*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [9] Suryadi. 1997. *TCP/IP Internet sebagai Jaringan Komunikasi Global Satu Referensi Internet*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [10] *Template dan CSS (Cascading Style Sheet)*, dilihat tanggal 13 Agustus 2013, <<http://www.getbootstrap.com/>>