



Sosialisasi Green Computing bagi Pelajar dan Masyarakat di SMK Muhammadiyah 8 Medan

**Yusrizal Hakim¹, Sulthan Fakhri Wibowo², Dhafa Hibrizi Sitorus³,
Adriansyah Hsb⁴, Rio Rinaldi⁵, Fayyaz Haqqani⁶**

^{1,2,3,4,5,6}Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Informasi Jurnal	ABSTRAK
Riwayat Artikel	
Submit : 01 Juni 2025	
Diterima : 14 Juni 2025	
Terbit : 30 Juni 2025	
Keywords:	
<i>Green Computing</i> <i>Sosialisasi</i> <i>Literasi Digital</i> <i>Pelajar</i> <i>Masyarakat</i>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan melaksanakan program sosialisasi pengenalan Green Computing di lingkungan pelajar SMK Muhammadiyah 8 Medan, dengan tujuan meningkatkan kesadaran lingkungan di kalangan siswa dan masyarakat sekitar. Green Computing merupakan pendekatan dalam penggunaan teknologi informasi yang efisien dan ramah lingkungan, yang mencakup penghematan energi, pengurangan emisi karbon, serta pengelolaan limbah elektronik secara bertanggung jawab. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan partisipatif melalui kegiatan penyuluhan, pelatihan, dan demonstrasi langsung kepada siswa dan masyarakat. Kegiatan ini melibatkan 27 peserta dari kelas Desain Komunikasi Visual (DKV) dan Akuntansi, yang terdiri dari 5 siswa dan 22 siswi disekitar sekolah. Materi yang disampaikan mencakup definisi Green Computing, dampak, manfaat, serta implementasi langkah praktis yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pemahaman yang signifikan di kalangan peserta, dengan 8 peserta merespon "sangat mengerti", 14 peserta merespon "mengerti", dan 5 peserta merespon "cukup mengerti" dalam kuesioner yang dilaksanakan setelah kegiatan. Selain itu, antusiasme peserta dalam menerapkan prinsip-prinsip Green Computing dalam kegiatan sehari-hari juga meningkat.</p>

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Yusrizal Hakim

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

Email: yusrizal0701232097@uinsu.ac.id

1. Pendahuluan

Green Computing, atau dalam bahasa Indonesia disebut Komputasi Hijau, adalah istilah yang digunakan untuk merujuk pada praktik-praktik berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam penggunaan, pengembangan, dan pembuangan teknologi komputer dan sistem informasi. Green computing tidak hanya melibatkan pengguna akhir, tetapi juga mencakup seluruh siklus hidup teknologi, mulai dari perancangan produk (design), proses manufaktur (manufacturing), penggunaan (use), hingga pembuangan akhir (disposal). Tujuan utama dari green computing adalah untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, meningkatkan efisiensi energi, dan memastikan bahwa teknologi dapat digunakan secara

berkelanjutan oleh generasi mendatang. Green computing berusaha menanggapi tantangan ini dengan mendorong inovasi teknologi yang lebih hemat energi dan berkelanjutan sepanjang siklus hidupnya, mulai dari tahap perancangan (design), produksi (manufacturing), penggunaan sehari-hari (use), hingga ke tahap akhir berupa daur ulang atau pembuangan (disposal). Tidak hanya berfokus pada efisiensi energi, konsep ini juga menekankan pentingnya etika lingkungan dalam pengambilan keputusan teknologi, seperti memilih sumber energi terbarukan, mengurangi ketergantungan pada bahan kimia berbahaya dalam produksi, dan mengelola limbah elektronik secara bertanggung jawab.

Menurut (Dewi & Kholik, 2018), Sekolah merupakan tempat pembelajaran ilmu dan karakter. Walaupun pembelajaran ilmu merupakan hal yang utama dari visi sekolah, namun tidak terlepas juga dari pendidikan karakter. Hal tersebut bertujuan agar sekolah mampu membentuk penyempurnaan diri individu sehingga melatih kemampuan sikap pribadi menuju ke arah hidup yang lebih baik. Pendidikan karakter tersebut dapat dilatih tidak hanya dari pelajaran materi saja, namun juga dilakukan dengan penerapan sistem-sistem yang ada pada sekolah. Pengajaran sekolah yang berbasis teknologi saat ini merupakan hal yang penting. Dengan banyaknya keperluan menggunakan komputer untuk mengirim tugas melalui internet, dan penyampaian ajaran yang menggunakan alat-alat berbasis teknologi lainnya. Untuk menyediakan sarana tersebut maka sekolah menyediakan fasilitas laboratorium komputer. Namun demikian, sistem sarana teknologi komputer tersebut tidak memberikan pendidikan karakter yang tepat. Dapat dikatakan demikian dikarenakan sistem laboratorium yang ada tidak memberikan pembelajaran yang baik bagi murid-murid dalam hal penghematan energi dan dampak lingkungan.

Menurut (Chakraborty, et al. 2009), mengatakan bahwa Green Computing adalah sebuah praktik menggunakan energi komputer secara efisien. Green Computing adalah kebutuhan sepenuhnya untuk dapat melindungi lingkungan dan melakukan penghematan energi selama biaya operasional yang terus meningkat pada dunia kompetitif ini. Menurut Visser (2011), Green Computing dapat dibedakan menjadi dua yaitu menghijaukan teknologi informasi itu sendiri atau menghijaukan dengan teknologi informasi. Di mana green data center merupakan bagian dari penghijauan IT itu sendiri. Sedangkan Menurut Philipson (2010), Green Computing lebih dari sekedar mengurangi emisi karbon ataupun mengurangi konsumsi energi ICT perusahaan. Green computing adalah pusat teknologi keberlanjutan. Green Computing menyediakan; Alat pengukuran; Tempat penyimpanan data; dan Mekanisme pelaporan. Kemudian untuk mengurangi dampak pada lingkungan harus dimulai dari mengubah kebiasaan kita sendiri dalam melakukan berbagai hal sehari-hari. Dan cara yang disarankan adalah dengan mempromosikan konsep green computing dengan empat pendekatan berikut ini :

1. Green use : Meminimalkan konsumsi listrik perangkat komputer dalam cara yang ramah lingkungan.
2. Green disposal : membuat kembali komputer yang sudah ada atau mendaur ulang perangkat elektronik yang tidak digunakan.
3. Green design : Merancang komputer yang hemat energi, server, printer, proyektor dan perangkat digital lainnya.
4. Green Manufacture : Meminimalkan limbah selama proses pembuatan komputer dan mengurangi dampaknya terhadap lingkungan.

Dapat disimpulkan bahwa green computing adalah suatu tindakan dan program untuk meminimalisir dampak buruk dari penggunaan teknologi terhadap kelangsungan lingkungan hidup. Menurut Vithoba (2010) memaparkan beberapa solusi dalam penerapan green computing:

1. Efisiensi Energi
- Memaksimalkan pemakaian daya listrik serta mengurangi penggunaan sistem selama sistem itu tidak digunakan.

2. Reducing Paper Waste

Penggunaan komputer akan mengurangi penggunaan kertas sehingga dapat mengurangi limbah kertas. Cara untuk mengurangi limbah kertas dapat dilakukan dengan cara seperti cukup preview tampilan, cetak dokumen seperlunya saja, kecuali sangat dibutuhkan, distribusi data dapat menggunakan flashdisk / CD saja.

3. Reusing and Recycling

Gunakan toner printer, cartridge tinta dan baterai yang dapat didaur ulang/diisi ulang tanpa harus membuangnya agar menghemat sumber daya dan mengurangi polusi dan limbah padat.

4. Telecommuting

Menyediakan fasilitas yang diperlukan untuk memungkinkan karyawan bekerja dari rumah sehingga mengurangi emisi transportasi.

5. Generasi Green Power

Banyak perusahaan yang telah memilih untuk menggunakan peralatan yang menggunakan energi surya dan angin.

2. Metodologi

Pelaksanaan kegiatan sosialisasi kepada pelajar siswa maupun siswi di SMK Muhammadiyah 8 Medan berorientasi pada pendekatan partisipasi pengenalan sistem green computing melalui kegiatan interaktif dua arah antara pemateri dengan peserta atau audiens. Terdapat beberapa perlengkapan yang diperlukan sebelum memulai proses kegiatan, di antaranya :

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras berorientasi pada perangkat smartphone atau gawai pada masing-masing peserta kegiatan dengan jaringan internet sebagai perangkat akses aplikasi kuesioner maupun kuis interaktif.

2. Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak dapat menjadi aplikasi pendukung yang digunakan untuk keperluan browsing dan aplikasi web Blooket yang mana membantu dalam melakukan kegiatan sosialisasi.

Proses pelaksanaan kegiatan sosialisasi kepada pelajar siswa maupun siswi dilakukan dengan beberapa tahapan, di antaranya tahapan observasi melalui metode survei dan wawancara terhadap pihak pengelola SMK Muhammadiyah 8 Medan, tahap berikutnya dilakukan upaya penyampaian teori dasar kepada siswa maupun siswi di kelas. Tahapan selanjutnya dilanjutkan pada tahap evaluasi. Fungsi pelaksanaan evaluasi dapat mengilustrasikan hasil pelaksanaan pelatihan dari sisi pelayanan yang diberikan selama program pelatihan berlangsung yang dapat dijadikan sebagai suatu langkah penyempurnaan kualitas layanan (Fadhilah et al., 2018). Variabel penilaian evaluasi meliputi: waktu pelaksanaan, kesesuaian tema dan materi, penyampaian materi narasumber, penilaian pemahaman materi, serta penilaian pelaksanaan pelatihan (Rifki et al., 2022). Proses evaluasi yang berfokus pada pengisian kuesioner yang didistribusikan melalui link google form melalui kode QR kepada masing- masing peserta. Skala penilaian untuk masing-masing variabel dalam evaluasi pelaksanaan program pelatihan menggunakan nilai skala 1 - 5 dengan skala kriteria penilaian dijabarkan pada Tabel berikut:

Tabel 1. Skala Kriteria Penelitian

Skala	Keterangan
1	Tidak Baik
2	Kurang Baik
3	Cukup Baik
4	Bagus
5	Sangat Bagus

3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan sosialisasi pengenalan Green Computing di SMK Muhammadiyah 8 Medan telah dilaksanakan dengan baik dan mendapat respon positif dari berbagai pihak, baik dari kalangan siswa, guru. Sosialisasi dilakukan melalui beberapa metode yaitu: presentasi di kelas dan diskusi tanya jawab bersama siswa. Kegiatan sosialisasi ini dilaksanakan pada hari Sabtu, 31 Mei 2025 di SMK Muhammadiyah 8 Medan, dengan diikuti jumlah peserta 27 orang. Pelaksanaan kegiatan sosialisasi kepada pelajar siswa maupun siswi di SMK Muhammadiyah 8 Medan berorientasi pada pendekatan partisipasi pengenalan sistem green computing melalui kegiatan interaktif dua arah antara pemateri dengan peserta atau audiens.

Secara sosial, penerapan green computing di sekolah mendorong terbentuknya sikap peduli dan tanggung jawab kolektif terhadap lingkungan sekitar. Melalui kebijakan hemat energi seperti mematikan perangkat saat tidak digunakan, mengurangi penggunaan kertas dengan beralih ke media digital, serta kegiatan pengumpulan dan daur ulang perangkat elektronik bekas, siswa dilatih untuk membangun kebiasaan kecil yang berdampak besar dalam jangka panjang. Secara keseluruhan, dampak Green Computing bagi siswa SMK Muhammadiyah 8 Medan bukan hanya terletak pada peningkatan pengetahuan dan keterampilan teknologinya, tetapi juga pada pembentukan sikap dan kesadaran kritis tentang bagaimana menjadi pengguna teknologi yang bertanggung jawab terhadap alam. Dengan demikian, sekolah tidak hanya mencetak lulusan yang kompeten secara akademis, tetapi juga mencetak generasi yang peduli dan berkontribusi nyata terhadap masa depan bumi.

1. Observasi

Observasi dilakukan selama pelaksanaan kegiatan sosialisasi yang berlangsung di lingkungan SMK Muhammadiyah 8 Medan, dengan tujuan untuk mengamati secara langsung tingkat partisipasi, antusiasme, serta pemahaman awal dan lanjutan para peserta terkait konsep Green Computing. Kegiatan dilaksanakan di ruang kelas, yang telah disiapkan sebagai tempat pelaksanaan sesi materi. Dari pengamatan yang dilakukan, dapat dilihat bahwa sebagian besar peserta belum familier dengan istilah "Green Computing" sebelum acara dimulai. Namun, setelah pemaparan materi oleh narasumber, terjadi peningkatan pemahaman yang cukup signifikan. Dalam sesi penyampaian materi, siswa diperkenalkan pada pengertian Green Computing, pentingnya penerapan teknologi ramah lingkungan, serta contoh-contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat disimpulkan bahwa kegiatan ini mendapatkan sambutan yang sangat baik dan memberikan pengaruh yang cukup kuat terhadap pola pikir siswa. Mereka mulai melihat bahwa penggunaan teknologi bukan hanya soal kecanggihan dan kenyamanan, tetapi juga tentang tanggung jawab terhadap dampak lingkungan yang diakibatkan. Kegiatan ini menjadi langkah awal yang positif untuk membangun budaya sadar lingkungan digital di lingkungan sekolah.



Gambar 1. Dokumentasi Kegiatan Observasi Sekolah SMK Muhammadiyah 8



Gambar 2. Tampak kelas pada SMK Muhammadiyah 8

2. Penyampaian teori dasar dengan menggunakan metode ceramah dengan media presentasi

Penyampaian teori dasar mengenai Green Computing dilakukan dengan menggunakan metode ceramah yang dipadukan dengan media presentasi sebagai alat bantu visual. Metode ceramah dipilih karena dinilai efektif untuk menjelaskan konsep-konsep dasar secara sistematis kepada peserta yang sebagian besar masih awam terhadap istilah dan penerapan Green Computing. Dengan menggunakan media presentasi berupa slide yang dirancang menarik, materi dapat disampaikan secara terstruktur mulai dari pengenalan definisi, tujuan utama Green Computing, hingga bentuk-bentuk penerapan di lingkungan sehari-hari, khususnya di lingkungan sekolah.

Selain itu, penyampaian dengan metode ceramah juga memberikan ruang kepada pemateri untuk menyesuaikan gaya penjelasan sesuai dengan respons audiens, serta memperkuat pemahaman melalui intonasi, penekanan istilah penting, dan penyisipan contoh nyata yang relevan dengan kehidupan siswa. Selama penyampaian berlangsung, peserta tampak antusias

dan fokus, terlihat dari keseriusan mereka dalam menyimak dan mencatat poin-poin penting dari materi yang ditampilkan. Pendekatan ini secara keseluruhan berhasil menciptakan suasana edukatif yang kondusif, informatif, dan interaktif, serta menjadi fondasi awal yang kuat sebelum peserta diajak untuk lebih terlibat dalam diskusi tanya jawab.



Gambar 3. Dokumentasi Kegiatan Penyampaian Teori Dasar

3. Pendampingan Pengenalan Green Computing

Pendampingan pengenalan green computing dilakukan sebagai upaya lanjutan dari penyampaian materi inti dalam kegiatan sosialisasi. Pendampingan ini bertujuan untuk memastikan bahwa peserta tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan kondisi nyata yang ada di lingkungan sekitar mereka. Dalam proses ini, pemateri berperan aktif mendampingi siswa dalam sesi tanya jawab.

Pemateri juga memberikan ilustrasi nyata berupa studi kasus sederhana agar siswa dapat memahami bahwa prinsip green computing tidak hanya berlaku di industri teknologi, tetapi juga bisa diterapkan dalam konteks sekolah. Melalui pendekatan dialogis dan interaktif, siswa diberi kesempatan untuk menyampaikan pendapat, bertukar ide, dan menyusun langkah-langkah kecil yang bisa dilakukan secara kolektif. Selain itu, proses pendampingan juga menekankan pentingnya peran individu dalam menciptakan budaya digital yang bertanggung jawab, termasuk pengelolaan limbah elektronik dan sikap bijak dalam membeli perangkat baru.

4. Diskusi tanya jawab

Setelah pemaparan materi selesai, kegiatan dilanjutkan dengan sesi diskusi dan tanya jawab yang menjadi ruang interaktif antara narasumber dan peserta. Sesi ini dimanfaatkan oleh siswa dan guru untuk menggali lebih dalam hal-hal yang belum dipahami serta membahas penerapan nyata dari konsep Green Computing dalam kehidupan sehari-hari, khususnya di lingkungan sekolah. Antusiasme peserta terlihat jelas dari banyaknya pertanyaan yang diajukan, baik terkait materi teknis maupun hal-hal yang bersifat praktis.

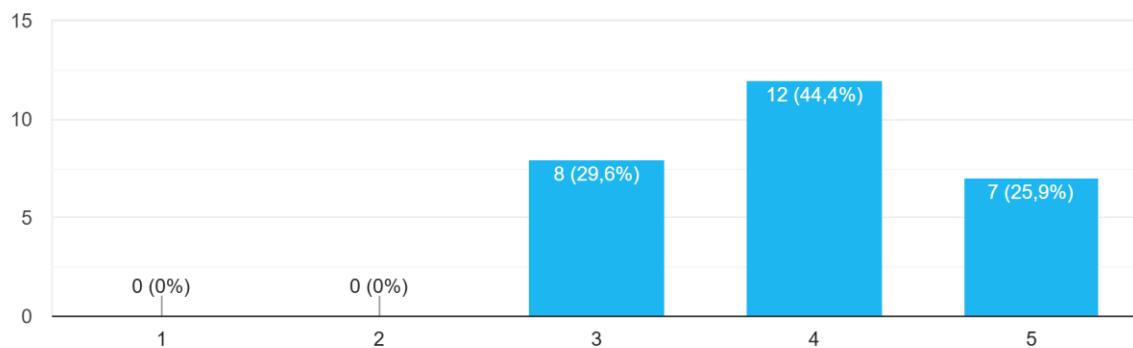
Pada sesi tanya jawab terdapat sejumlah siswa yang aktif. Pertanyaan yang diajukan pun menunjukkan bahwa mereka mulai memahami esensi dari Green Computing, ada yang bertanya Bagaimana Green Computing dapat mempengaruhi dampak lingkungan sekitar. Hal ini menunjukkan bahwa siswa mulai memperhatikan detil dalam kebiasaan penggunaan teknologi mereka. Keterlibatan aktif ini mencerminkan bahwa penyampaian materi berhasil membangun koneksi langsung dengan pengalaman sehari-hari siswa.

5. Evaluasi

Pada akhir pelaksanaan kegiatan sosialisasi, dilakukan proses evaluasi penilaian. Proses penilaian dilakukan dengan mendistribusikan link evaluasi kepada masing-masing peserta kegiatan. Hasil evaluasi penilaian kegiatan mendeskripsikan seluruh variabel yang dinilai selama proses kegiatan berlangsung. Ilustrasi evaluasi kegiatan sosialisasi dapat dijabarkan pada gambar berikut.

Apakah materi yang disampaikan mudah dipahami?

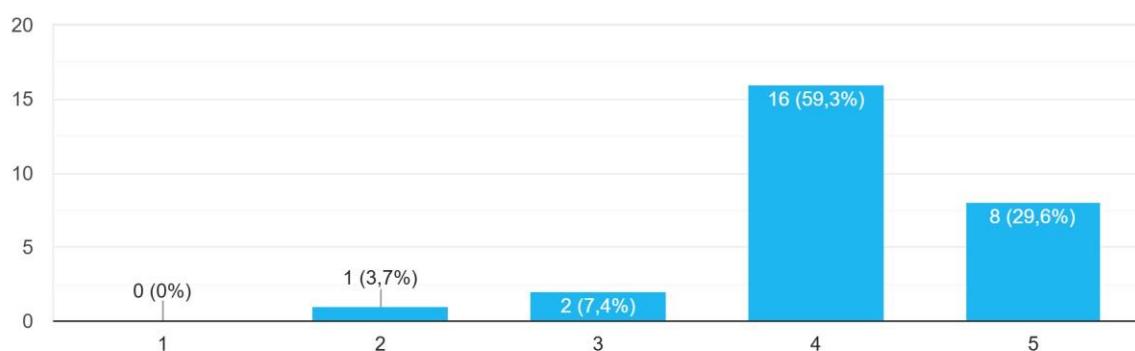
27 jawaban



Gambar 4. Evaluasi Pemahaman Materi

Apakah tampilan media saat presentasi mudah dipahami dan tidak membosankan?

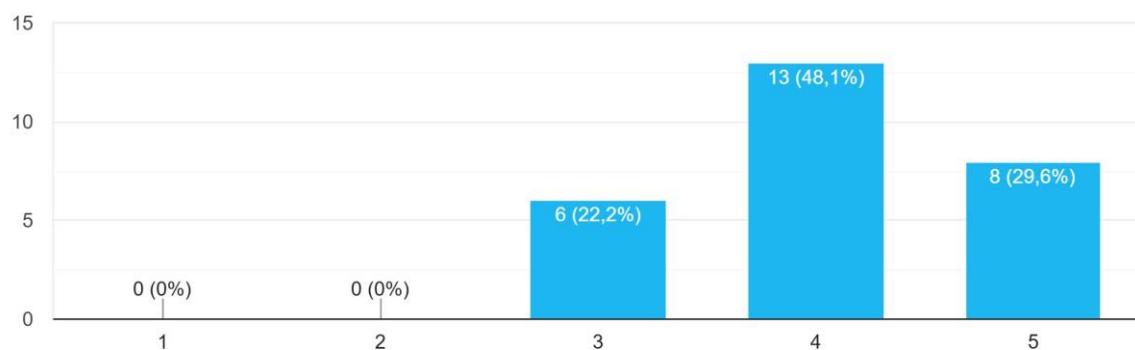
27 jawaban



Gambar 5. Evaluasi Pemahaman Materi Melalui Media Presentasi

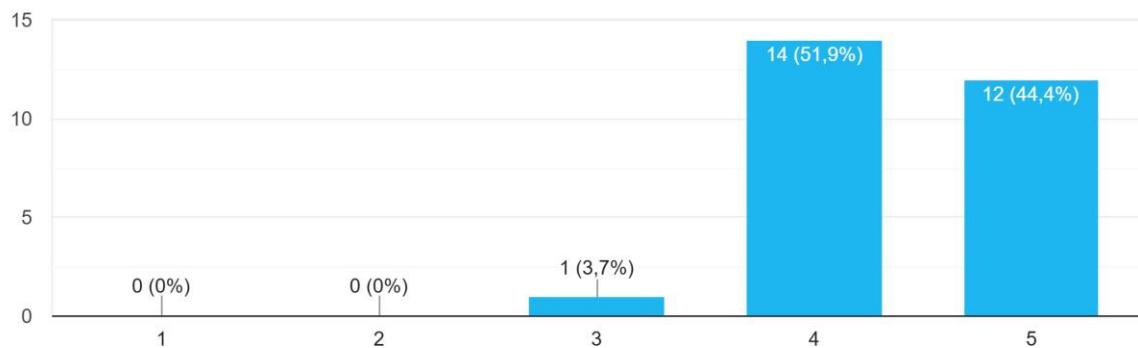
Apakah pelaksanaan kegiatan sosialisasi berlangsung dengan menarik dan menyenangkan?

27 jawaban



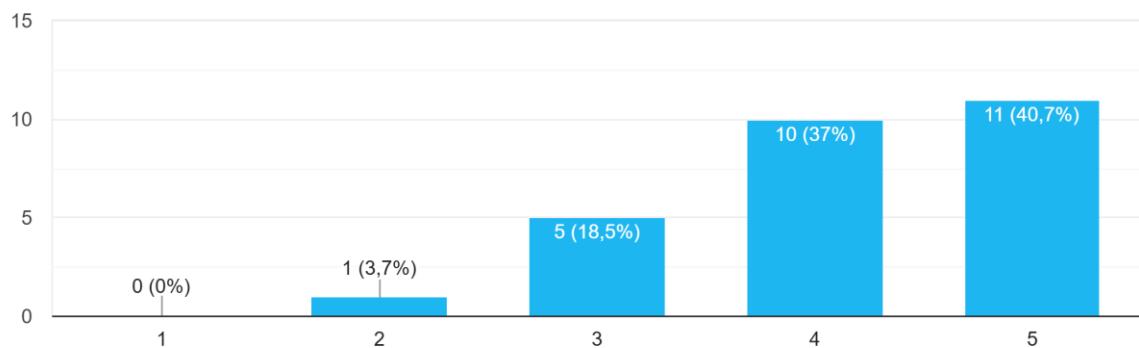
Gambar 6. Evaluasi Pelaksanaan Kegiatan Sosialisasi

Apakah narasumber dan tim pelaksana menjalankan tugas dengan baik dan terorganisir
27 jawaban



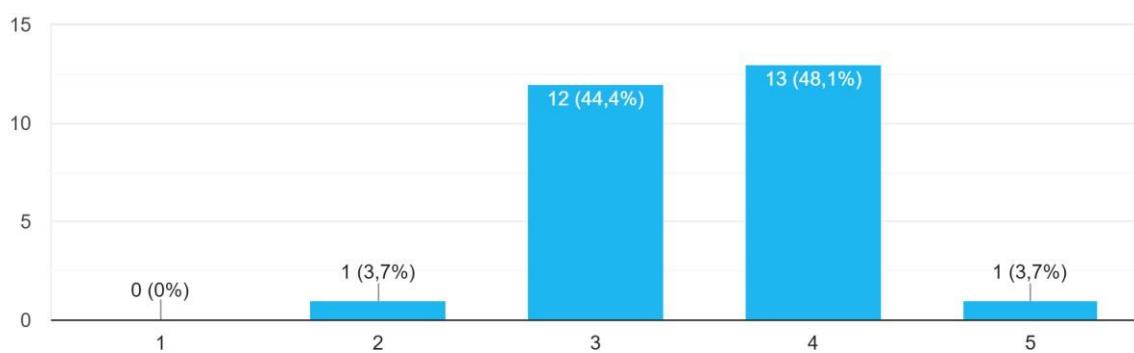
Gambar 7. Evaluasi Penilaian Narasumber dan Tim Pelaksana

Apakah durasi sosialisasi yang Anda ikuti sudah sesuai?
27 jawaban



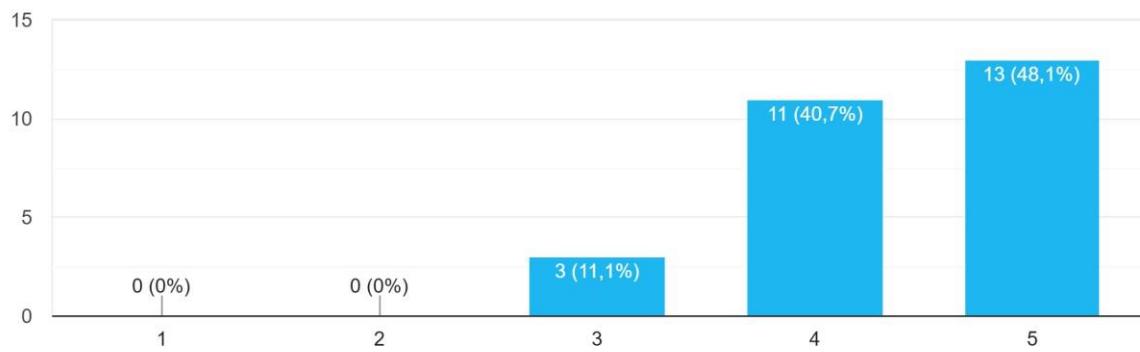
Gambar 8. Evaluasi Penilaian Penggunaan Waktu Kegiatan

Bagaimana tingkat interaksi selama sosialisasi? (misal: tanya jawab, diskusi)
27 jawaban



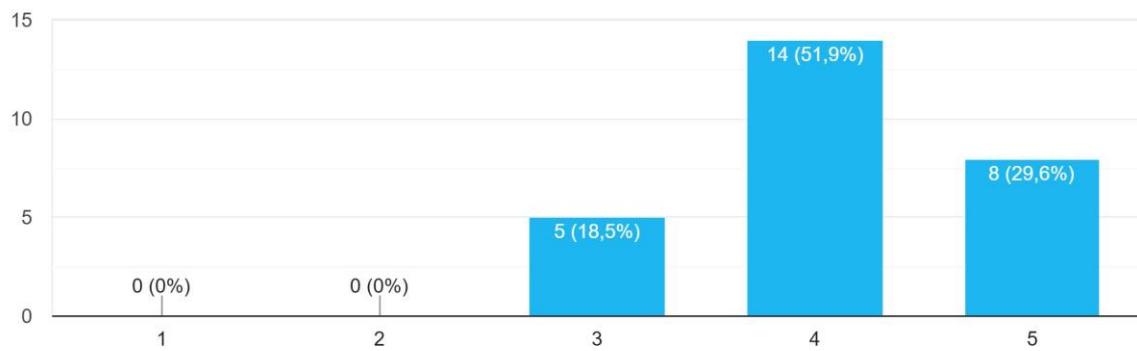
Gambar 9. Evaluasi Penilaian Tingkat Interaksi

Bagaimana sikap dan cara berkomunikasi pemateri selama sosialisasi?
27 jawaban



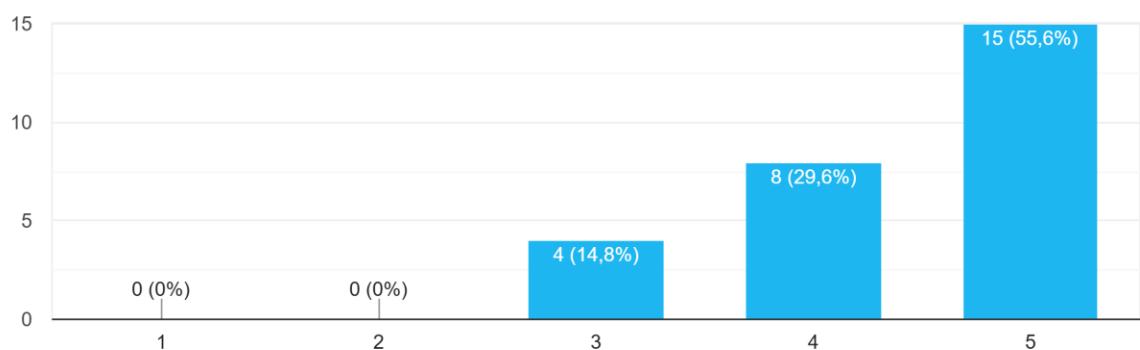
Gambar 10. Evaluasi Sikap Pemateri Selama Sosialisasi

Apakah bahasa yang digunakan pemateri mudah dipahami oleh peserta?
27 jawaban



Gambar 11. Evaluasi Penggunaan Bahasa Oleh Narasumber

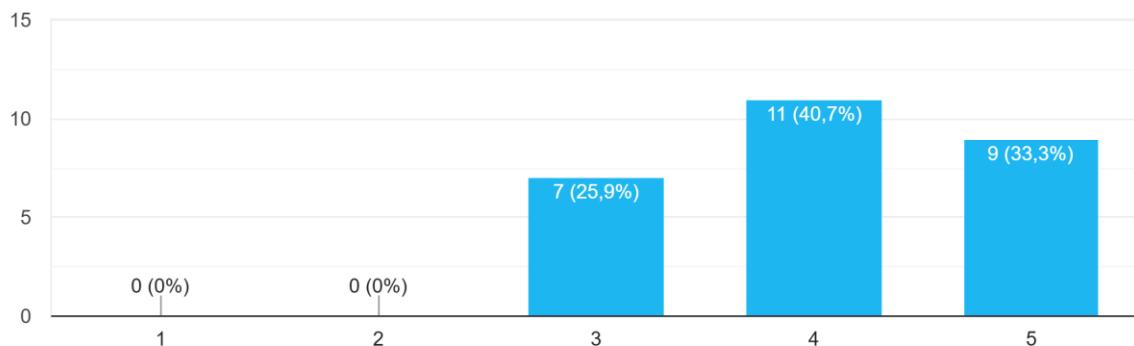
Seberapa bermanfaat ilmu yang Anda dapatkan?
27 jawaban



Gambar 12. Evaluasi Tingkat Manfaat Ilmu yang Diberikan Oleh Narasumber

Seberapa banyak ilmu yang Anda dapat dari sosialisasi ini?

27 jawaban



Gambar 13. Evaluasi Banyaknya Ilmu yang Diberikan Oleh Narasumber

Hasil evaluasi penilaian menunjukkan bahwa kegiatan sosialisasi yang dilakukan “Bagus”, dimana mayoritas peserta sosialisasi memberikan penilaian rata-rata dengan skala 4 (empat) pada masing-masing variabel pertanyaan penilaian. Hal ini mengilustrasikan penerapan sosialisasi green computing mampu memenuhi kebutuhan peserta dalam menerapkan kegiatan lingkungan yang eco- friendly. Hasil ini tentu meningkatkan peranan dan kesadaran siswa siswi dalam melakukan kegiatan yang ramah lingkungan.

4. Kesimpulan

Kegiatan sosialisasi pengenalan Green Computing yang dilaksanakan di SMK Muhammadiyah 8 Medan dapat disimpulkan sebagai sebuah langkah positif dan strategis dalam meningkatkan kesadaran lingkungan di kalangan pelajar. Melalui penyampaian teori dasar dengan metode ceramah yang didukung oleh media presentasi, peserta mampu memahami pentingnya penggunaan teknologi informasi secara efisien, hemat energi, dan bertanggung jawab terhadap lingkungan. Antusiasme siswa yang tinggi, ditunjukkan melalui keaktifan dalam diskusi dan keberanian menyampaikan ide-ide terkait penghematan energi dan pengelolaan perangkat elektronik, menjadi bukti bahwa materi yang disampaikan berhasil diterima dengan baik dan relevan dengan kehidupan mereka sehari-hari.

Selain itu, keterlibatan guru dan dukungan dari pihak sekolah juga menunjukkan bahwa program ini memiliki peluang besar untuk dijadikan bagian dari kegiatan pembelajaran berkelanjutan yang berorientasi pada penguatan karakter peduli lingkungan digital. Oleh karena itu, kegiatan semacam ini sangat penting untuk terus dikembangkan, sebagai bagian dari upaya membangun generasi muda yang sadar teknologi sekaligus bertanggung jawab terhadap kelestarian lingkungan hidup..

Daftar Pustaka

- Abu Bakar, N., Hassan, N. H., & Wan Ismail, W. N. F. (2021). Green computing practices among university students: A study on environmental sustainability awareness. *Sustainability*, 13(5), 2607. <https://doi.org/10.3390/su13052607>
- Ahenkorah, K., Agyekum, E. B., & Afrane, G. (2020). Green ICT awareness and practices among university students: A case study in Ghana. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17, 3695–3706. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02703-3>

- Elgazzar, K., & Nasr, K. (2024). Green data centers: Trends, challenges, and future directions for sustainable ICT. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 188, 113880. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113880>
- Gheisari, M., Kazemtabar, S. J., & Yazdanpanah, V. (2021). Green information systems and environmental sustainability: A comprehensive review. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(44), 62337–62352. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15059-2>
- Li, X., Liu, Y., Wang, Z., & Zhang, Y. (2022). Energy-efficient computing in cloud data centers: A systematic survey. *Journal of Network and Computer Applications*, 204, 103414. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2022.103414>
- Sarkar, S., Misra, S., & Obaidat, M. S. (2020). Prioritization-based energy-efficient resource management in green cloud computing. *IEEE Systems Journal*, 14(2), 2024–2033. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2019.2931920>
- Sharma, V., & You, I. (2020). Energy-efficient Internet of Things: Green IoT using fog and edge computing. *IEEE Access*, 8, 65706–65721. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2984974>
- Singh, A., Kumar, R., & Rana, N. P. (2022). Assessing sustainable IT practices: An empirical study using TOE framework. *Technological Forecasting and Social Change*, 180, 121706. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121706>
- Venters, C. C., Capilla, R., Betz, S., Penzenstadler, B., Crick, T., & Len, C. (2020). Software sustainability: Research and practice from a software architecture viewpoint. *Journal of Systems and Software*, 170, 110781. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110781>
- Wang, R., Zhang, Q., & Zhou, Y. (2023). A framework for sustainable computing: Integrating energy efficiency and environmental impact. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 38, 100848. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2023.100848>