



PENGGOMPUTERAN HIJAU DI MALAYSIA: PENGETAHUAN DAN PERSEPSI MAHASISWA

GREEN COMPUTING IN MALAYSIA: HIGHER EDUCATION STUDENTS' KNOWLEDGE AND PERSPECTIVES

Shafinah Kamarudin^{1*}, Siti Munirah Mohd², Amelia Natasya Abdul Wahab³, Mohd Faiz Zainuddin⁴,
Fatimah Ramli⁵, Omar Faruqi Marzuki⁶

- ¹ Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia
Email: shafinah@upm.edu.my
 - ² Kolej GENIUS Insan, Universiti Sains Islam Malaysia, Bandar Baru Nilai, 71800 Nilai, Negeri Sembilan, Malaysia
Email: smunirahm@usim.edu.my
 - ³ Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Malaysia
Email: anaw@ukm.edu.my
 - ⁴ Fakulti Perhutanan dan Alam Sekitar, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia
Email: z_faiz@upm.edu.my
 - ⁵ Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat, Universiti Malaysia Sarawak, 94300 Kota Samarahan, Sarawak, Malaysia
Email: rfatihah@unimas.my
 - ⁶ Fakulti Kemanusiaan, Pengurusan dan Sains, Universiti Putra Malaysia Bintulu Kampus, 97008 Bintulu, Sarawak, Malaysia
Email: omar_faruqi@upm.edu.my
- * Corresponding Author: Shafinah Kamarudin

Article Info:

Article history:

Received date: 04.10.2021
Revised date: 26.01.2022
Accepted date: 01.02.2022
Published date: 07.03.2022

To cite this document:

Kamarudin, S., Mohd, S. M., Wahab, A. N. A., Zainuddin, M. F., Ramli, F., & Marzuki, O. F. (2022). Pengkomputeran Hijau Di Malaysia: Pengetahuan Dan Persepsi Mahasiswa. *Journal of Information*

Abstrak:

Wabak Covid 19 telah menyebabkan perubahan paradigma dalam kaedah pengajaran dan pembelajaran (PdPr) di institusi pengajian tinggi kepada medium dalam talian. Amalan PdPr secara dalam talian meningkatkan penggunaan komputer dalam tempoh masa yang lama bagi memastikan kelancaran sesi PdP dan pembelajaran. Hal ini dilihat memberi impak secara langsung kepada penggunaan tenaga yang ketara dan secara tidak langsung menyumbang kepada pencemaran alam sekitar. Untuk mengurangkan kesan teknologi maklumat terhadap alam sekitar, salah satu solusi yang sering mendapat perhatian adalah pengkomputeran hijau. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti tahap pengetahuan dan sikap mahasiswa di Malaysia tentang pengkomputeran hijau dengan kaedah tinjauan. Borang soal selidik dengan sebelas item digunakan untuk mengumpul data. Borang ini

System and Technology Management,
7 (25), 21-34.

DOI: 10.35631/JISTM.725002

This work is licensed under [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



diedarkan secara dalam talian kepada mahasiswa institusi pengajian tinggi di Malaysia. Sebanyak 192 responden terlibat dalam kajian ini. Bagaimanapun, sebanyak 182 borang soal selidik diguna untuk analisis. Hasil kajian mendapati majoriti mahasiswa mengetahui kewujudan konsep pengkomputeran hijau secara umum tetapi tidak sepenuhnya memahami kaedah pelaksanaan amalan pengkomputeran hijau dalam kehidupan seharian. Kesimpulannya, beberapa cadangan dikemuka untuk membangunkan strategi yang bersesuaian untuk meningkatkan pengetahuan dan amalan pengkomputeran hijau di kalangan mahasiswa Malaysia.

Kata Kunci:

Amalan, Pengetahuan, Persepsi, Pengkomputeran Hijau, Mahasiswa

Abstract:

The COVID19 pandemic has caused a paradigm shift in teaching and learning (T&L) methods in higher learning institutions to online medium. The practice of online T&L increases the use of computer for a substantial amount of time to ensure that T&L activities are conducted successfully This is seen as causing a direct impact on the extensive use of energy and indirectly contribute to environmental pollution. To minimize the impact information technology on the environment, one of the solutions that receives much attention is green computing. Therefore, this study attempts to identify the knowledge and attitudes towards green computing among Malaysian students with survey method. A questionnaire with eleven items was developed to collect data, which was then distributed online among students in entire Malaysian higher learning institutions. A total of 192 respondents participated in this study. However, 182 questionnaires are used for analysis. This study reveals that most students are aware of the concept of green computing in general but do not properly understand how to apply green computing practices in daily life. In conclusion, several suggestions are proposed for developing an appropriate strategy to enhance green computing knowledge and practices among Malaysian students.

Keywords:

Practice, Knowledge, Perception, Green Computing, Undergraduate

Pengenalan

Isu berkaitan pemanasan global, perubahan iklim, peningkatan karbon dan pelepasan gas rumah hijau memberi kesan negatif kepada alam sekitar. Pengurusan sisa elektronik dan penggunaan teknologi yang kurang efisien akan menyumbang kepada masalah pencemaran alam sekitar yang lebih serius. Sisa elektronik yang mengandungi bahan toksik dan logam berat seperti plumbum, merkuri dan arsenik memberi kesan buruk kepada alam sekitar dan kesihatan manusia. Pengurusan sisa elektronik yang kurang efektif akan menjejaskan kesihatan manusia dan alam sekitar seperti merencatkan tumbesaran kanak-kanak dan menjejaskan imunisasi badan serta organ dalaman (Awang, 2021). Hal ini telah meningkatkan kesedaran masyarakat sedunia untuk menerapkan elemen hijau bagi tujuan untuk mengurangi impak kepesatan ekonomi sesebuah negara terhadap alam sekitar secara langsung. Sehubungan itu, Malaysia telah mula memberi penekanan terhadap teknologi hijau menerusi Dasar Teknologi Hijau Malaysia 2009 (DTHM). Empat tonggak utama yang diterapkan dalam dasar ini ialah tenaga, alam sekitar, ekonomi dan sosial. Dasar ini diterapkan dalam beberapa sektor utama secara terperinci iaitu (i) sektor bekalan tenaga, (ii) sektor pengurusan sisa dan air sisa, (iii) sektor

pengangkutan, (iv) sektor pertanian dan perhutanan, (v) sektor industri dan (vi) sektor teknologi maklumat dan komunikasi (Sino et al., 2020).

Pada tahun 2013, teknologi hijau turut menyumbang kepada Keluaran Dalam Negara Kasar Malaysia menerusi penggunaan teknologi hijau dalam sektor tenaga, bangunan, sisa, pengangkutan dan air. Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air (KeTTHA) Malaysia telah mengemuka Pelan Hala Tuju Teknologi Hijau Malaysia 2017-2030 untuk memperkukuhkan DTHM pada tahun 2017 (KeTTHA, 2017). Lima tahun kemudian, KeTTHA telah bergabung dengan Kementerian Tenaga, Sains, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim (MESTECC) membentuk Kementerian Alam Sekitar dan Air Malaysia (KASA) pada 10 Mac 2020. Oleh itu, pembentukan polisi, dasar dan pelan tindakan berkaitan dengan teknologi hijau di Malaysia pada masa kini adalah di bawah tanggungjawab KASA. KASA juga menjadi peneraju utama dalam usaha kerajaan ke arah Malaysia Lestari 2030 dengan membangunkan tiga puluh inisiatif yang memberi penekanan terhadap pengukuhan governan, pertumbuhan hijau, kolaborasi strategik dan keterangkuman sosial (Sino et al., 2020). Inisiatif ini dikenali sebagai Pelan Kelestarian Alam Sekitar di Malaysia 2020-2030 (KASA, 2020). Meskipun Malaysia memberi penekanan berkaitan teknologi hijau tetapi amalan pengkomputeran hijau tidak dizahirkan dalam Pelan Hala Tuju Teknologi Hijau Malaysia 2017-2030 dan Kelestarian Alam Sekitar di Malaysia 2020-2030.

Pengkomputeran hijau atau turut dikenali sebagai teknologi maklumat (IT) hijau ialah satu bentuk pengurusan dan penggunaan sumber IT yang cekap dan berkesan yang perlu dilaksanakan oleh tiga pihak utama iaitu individu, pihak pengurusan dan organisasi. Amalan pengkomputeran hijau ialah suatu aktiviti yang dilakukan oleh pihak yang terlibat bagi mengurangi kos, mengurangi sisa elektronik dan pelepasan karbon serta bahan toksik kepada alam sekitar (Wieczorek, 2018). Menurut Ahmad, Nordin, and Bello (2013), institusi pengajian tinggi (IPT) di Malaysia kurang memberi fokus terhadap amalan pengkomputeran hijau. Selyamani and Ahmad (2015) mendapati majoriti mahasiswa di Malaysia memahami tentang amalan pengkomputeran hijau tetapi tidak tahu akan kebaikan amalan tersebut. Namun begitu, Anthony Jnr (2021) telah menyenaraikan usaha pihak institusi pengajian tinggi di Malaysia dalam memperkasa pengkomputeran hijau seperti pihak Universiti Sains Malaysia yang menginovasi daun pisang untuk menghasilkan kertas dan mengetengahkan projek pejabat hijau yang bertujuan untuk mengurangi penggunaan tenaga dan kertas, menggalakkan amalan kitar semula, mengguna semula dan membaik pulih peralatan. Seterusnya, Universiti Teknologi Malaysia menggalakkan pelaksanaan mesyuarat hijau iaitu konsep mengguna e-mel untuk jemputan menghadiri mesyuarat, mengadakan mesyuarat secara dalam talian dan mengurangi cetakan pada kertas. Pihak Universiti Putra Malaysia pula menyediakan tong atau bekas untuk barang kitar semula termasuk sisa elektronik di sekitar kampus. Universiti Teknologi Mara (Uitm) Cawangan Selangor, Pahang dan Perak menggalakkan amalan kitar semula dan pengurusan sisa dengan lebih baik. Sementara itu, Universiti Kebangsaan Malaysia telah memperkenalkan pusat kitar semula yang memuatkan tong atau bekas barang kitar semula selain aktif melaksanakan kempen program kitar semula di peringkat fakulti, kolej kediaman dan persatuan-persatuan pelajar.

Kesan penularan wabak Covid 19 telah mengubah kaedah pengajaran dan pembelajaran di seluruh dunia termasuk Malaysia. Bermula Mac 2020, Perintah Kawalan Pergerakan (PKP) menjadi titik tolak bermulanya perubahan kepada landskap Pendidikan Malaysia daripada bersemuka kepada kaedah pembelajaran secara dalam talian (PDPR) bagi mengekalkan

momentum pembelajaran di kalangan pelajar. Hal ini menyebabkan mahasiswa perlu melaksanakan sesi kuliah dan amali dari kediaman masing-masing. Senario ini juga menyebabkan penggunaan peralatan teknologi maklumat dan komunikasi (TMK) secara optimum dalam memastikan pembelajaran dapat diteruskan. Penggunaan TMK khususnya komputer peribadi dan komputer riba dalam tempoh yang panjang turut menyumbang kepada pencemaran alam sekitar jika tidak diurus dengan baik. Sehubungan itu, kajian ini dijalankan untuk mengenal pasti tahap pengetahuan dan persepsi oleh mahasiswa di institusi pengajian tinggi (IPT) di Malaysia terhadap pengkomputeran hijau semasa sesi pembelajaran dilaksanakan secara dalam talian.

Sumbangan kajian ini adalah untuk mengenal pasti status terkini tentang tahap pengetahuan dan amalan pengkomputeran hijau, khususnya di kalangan mahasiswa Malaysia. Hasil kajian ini penting dalam menentukan perancangan dan strategi yang boleh ditentukan oleh pihak IPT Malaysia khususnya untuk melestarikan pengkomputeran hijau.

Artikel ini akan membincang kajian ini kepada beberapa bahagian. Kajian literatur akan membincang mengenai definisi istilah berkaitan konsep pengkomputeran hijau selain perbincangan mengenai kesan dan amalan pengkomputeran hijau dalam konteks amalan di IPT. Seterusnya, bahagian metodologi akan membincang mengenai instrumen kajian, data dan persampelan serta analisis data kajian. Bahagian keputusan dan perbincangan akan melaporkan hasil kajian meliputi latar belakang responden, pengetahuan mahasiswa terhadap pengkomputeran hijau, persepsi mahasiswa terhadap amalan pengkomputeran hijau dan kesimpulan.

Kajian Literatur

Secara umumnya, pengetahuan ditakrif sebagai jumlah maklumat yang dipegang oleh ingatan yang akan memberi kesan kepada penilaian, interpretasi dan tindakan terhadap stimuli di sekeliling persekitaran individu tersebut (Ahmad et al., 2013; Blackwell, Miniard, & Engel, 2001). Manakala, persepsi ditakrif sebagai salah satu elemen pemikiran yang berperanan memberikan gambaran awal pada pemikiran dan berada pada peringkat awal (Azmi & Radzuan, 2021). Seterusnya, pengkomputeran hijau ditakrif sebagai penggunaan tenaga pengkomputeran secara efektif dengan menekankan konsep mesra alam, bertanggung jawab semasa mengguna komputer atau teknologi ICT sambil memberi perhatian terhadap nilai alam sekitar (Ahmad & Nordin, 2014; Bansal & Khan, 2019). Pengkomputeran hijau juga boleh dijelaskan sebagai kajian dan praktik merancang, membuat, menggunakan dan melupuskan komputer, pelayan dan subsistem berkaitan seperti monitor, pencetak, peranti penyimpanan dan rangkaian serta sistem komunikasi dengan cekap dan berkesan tanpa kesan terhadap alam sekitar (Murugesan, 2008). Kajian ini memberi fokus kepada kontek mahasiswa di IPT. Oleh itu, IPT boleh ditakrif sebagai pusat atau tempat untuk penerokaan ilmu dan amalan bertujuan untuk menyediakan modal insan yang berkeupayaan untuk bersaing secara dinamik dan mampu menghadapi cabaran di dunia luar (Azmi et al., 2021).

Pada masa kini, penggunaan teknologi hijau diberi perhatian dalam pelbagai sektor termasuk sektor pendidikan. Teknologi hijau ialah satu pendekatan yang diguna pakai dalam peralatan, sistem dan produk teknologi bagi memelihara dan memulihara alam sekitar dan sumber tenaga daripada tercemar dan dirosakkan kesan daripada aktiviti manusia seharian. Merujuk Monu Bhardwaj et al. (2015), teknologi hijau memenuhi empat ciri utama iaitu (i) pengurangan kerosotan alam sekitar (ii) pengurangan kesan rumah hijau akibat pembebasan gas-gas

beracun bagi meningkatkan persekitaran dan kehidupan yang lebih sihat (iii) penjimatan sumber tenaga yang tidak boleh diperbaharui dan (iv) peningkatan penggunaan tenaga yang boleh diperbaharui. Salah satu antara teknologi hijau yang diberi penekanan adalah pengkomputeran hijau. Tujuan utama pengkomputeran hijau adalah (i) mengurangi penggunaan bahan yang berbahaya, (ii) memaksimumkan penggunaan tenaga semasa jangka hayat produk, dan (iii) kitar semula produk dan sisa kilang ke arah biodegradasi (Agarwal, Goswami, & Nath, 2013).

Kebanyakan organisasi dan individu di seluruh dunia pada masa kini mengguna TMK dalam kehidupan harian mereka. Walaupun penggunaan TMK berkembang pesat dan membantu memudahkan kehidupan harian, namun, ia meningkatkan penggunaan kuasa yang ketara (Ahmad et al., 2018). Majeed (2018) menyatakan TMK dan alam sekitar mempunyai hubungan yang kompleks. Hal ini disokong dengan laporan yang dikemukakan oleh Berkhout and Hertin (2001). Kajian tersebut menyatakan TMK memberi kedua-dua impak positif dan negatif kepada alam sekitar. Berkhout and Hertin (2001) turut mengelaskan kesan TMK kepada alam sekitar kepada tiga aras seperti ditunjukkan pada Jadual 1. Contoh penggunaan TMK yang memberi kesan positif pada aras pertama adalah melalui penggunaan TMK dalam membantu mengawal pencemaran sama ada daripada segi perisian atau perkakasan. Pada masa yang sama, penggunaan TMK akan menyebabkan kualiti alam sekitar merosot melalui peningkatan penghasilan, penggunaan dan pelupusan TMK.

Jadual 1: Kesan Penggunaan TMK terhadap Alam Sekitar

Aras	Kesan Positif	Kesan Negatif
Pertama	Aplikasi TMK untuk pemantauan alam sekitar	Kesan terhadap alam sekitar daripada penghasilan dan penggunaan TMK
Kedua	Perubahan struktur demetralisasi	Penggantian yang tidak lengkap
Ketiga	Perubahan cara hidup	Kesan pemulihan

Sumber: (Berkhout & Hertin, 2001)

Kajian terhadap kesedaran dan pengetahuan berkaitan pengkomputeran hijau turut dilaksanakan di IPT melibatkan hampir semua negara di dunia. Pengkomputeran hijau juga dikenali sebagai ICT Hijau, IT Hijau, Lestari IT yang mengkaji tentang amalan pengkomputeran atau IT yang mesra alam (Saha, 2014). Pengkomputeran hijau juga berkait dengan penggunaan IT secara optimum untuk mencapai kemampanan sesebuah organisasi (Jnr., Majid, & Romli, 2018). Murugesan (2008) telah menggariskan empat laluan yang memberi kesan terhadap alam sekitar melalui pengkomputeran iaitu mengurangi penggunaan tenaga semasa mengguna komputer atau sistem maklumat, mengubahsuai atau mengguna atau mengitar semula komputer lama serta perantinya, mereka bentuk komponen komputer atau peranti yang optimum dalam penggunaan tenaga dan mesra alam, dan menghasilkan komponen elektronik, komputer atau sistem dengan kesan minima kepada alam sekitar.

Penggunaan TMK di IPT merupakan satu amalan yang biasa di seluruh dunia dan penggunaannya meluas meliputi pelbagai peringkat iaitu daripada staf pentadbiran, staf akademik sehinggalah kepada pelajar (Abugabah & Abubaker, 2018; Ahmed, 2018). Antara contoh penggunaan TMK dalam konteks pendidikan dan pengurusan pentadbiran di IPT adalah seperti penggunaan komputer, platform dalam talian seperti e-pembelajaran, e-staf, perisian, pencetak, projektor dan rangkaian media sosial. Penggunaan TMK secara meluas ini telah

membuka suatu inisiatif pengkomputeran hijau terhadap penggunaan TMK dalam kalangan warga universiti. Pihak IPT memainkan peranan penting untuk meningkatkan kesedaran penggunaan sumber pengkomputeran secara efisien dalam kalangan warganya melalui pendekatan yang mesra dan pengurangan guna tenaga (Ahmad & Nordin, 2014).

Seterusnya, Pemeringkatan Kampus Hijau Berskala Dunia atau lebih dikenali sebagai Universiti Green Metric World University Ranking (UI Green Metric) diperkenalkan untuk menilai tahap kampus hijau dan kelestarian universiti di seluruh dunia. Pengenalan metrik hijau ini menekankan tentang peningkatan kesedaran pada kalangan komuniti IPT tentang perubahan iklim, pemuliharaan tenaga dan air serta pengangkutan hijau. Seterusnya, skor yang diperoleh oleh IPT berdasarkan penggunaan metrik hijau ini dijangka membantu pihak IPT dalam merangka dan mengangkat polisi mesra-alam dalam ruang lingkup akademik. Sebanyak 28 buah IPT di Malaysia turut menyertai UI Green Metric pada tahun 2021 termasuk Universiti Putra Malaysia, Universiti Malaya, Universiti Malaysia Sabah dan Universiti Tunku Abdul Rahman (UI Green Metric, 2022). Pada tahun 2021, UPM berada di tempat ke-32 terbaik di dunia dan tempat ketiga di Asia. Strategi utama yang diketengahkan oleh UPM adalah menerusi komitmennya terhadap pemuliharaan dan pemeliharaan alam sekitar. Penekanan berkaitan alam sekitar diterapkan merangkumi aktiviti pengajaran, penyelidikan, kokurikulum dan sistem pengurusan kualiti (Nizam, 2021). Sehubungan itu, IPT dianggap sebagai peneraju contoh terhadap pengkomputeran hijau kerana mampu mempraktik aplikasi hijau untuk menyokong aktiviti pengkomputeran dan penyelidikan saintifik (Paul & Ghose, 2018).

Bagaimanapun, pembangunan dan penerapan terhadap konsep pengkomputeran hijau masih lagi kurang diberi penekanan di kalangan masyarakat Malaysia terutama dalam kalangan generasi muda (Azmi & Radzuan, 2021). Beberapa kajian lepas menyatakan amalan pengkomputeran hijau wajar diamalkan pada peringkat awal khususnya pada kalangan murid sekolah dan mahasiswa di IPT. Namun, pendedahan pengkomputeran hijau di kalangan mahasiswa masih di tahap rendah iaitu pelajar tidak menyedari kesan buruk TMK yang tidak digunakan secara cekap dan berkesan sehingga boleh menjejaskan alam sekitar. Justeru, Malaysia juga tidak ketinggalan berusaha menangani isu global ini iaitu dengan menggalakkan penyelidikan akademik dan praktikal dalam bidang pengkomputeran hijau. Bagaimanapun, polisi pengkomputeran hijau tidak diberi penekanan khusus oleh IPT bagi memastikan kelestarian alam sekitar terjamin (Alexander, 2019; Mahdi, Mohammad, Amin, Sleiman, & Ramzi, 2021; Mbewe, 2019).

Kajian Aithal dan Rao (2016) telah menggariskan Strategi Pendidikan Hijau yang boleh dilaksanakan bagi menambah baik isu kesedaran pengkomputeran hijau melalui sistem pendidikan. Strategi Pendidikan hijau telah memperkenalkan enam strategi yang perlu dilaksanakan bagi mencapai matlamat pengkomputeran hijau seperti ditunjukkan pada Rajah 1. Strategi tersebut dipercayai dapat membantu pihak IPT untuk merancang keperluan pelaksanaan pemeraksanaan konsep pengkomputeran hijau kepada mahasiswa dan staf di IPT.

Antara amalan pengkomputeran hijau yang boleh dilaksanakan adalah seperti visualisasi, pengurusan tenaga dengan efektif, penggunaan sumber kuasa yang bersesuaian, dan memilih dan mengguna perkakasan TMK yang mempunyai nilai hijau (Shafinah et al., 2021). Contoh visualisasi adalah menerusi penggunaan pengkomputeran awan iaitu dengan memberi kebenaran kepada pengguna untuk mencapai fail dan dokumen secara dalam talian. Hal ini boleh mengurangi penggunaan kertas. Sementara itu, pengurusan tenaga dengan efektif dan

penggunaan sumber kuasa yang bersesuaian adalah melalui amalan menutup komputer atau komputer riba setelah tidak digunakan. Fungsi seperti hirbenasi pada komputer juga boleh digunakan untuk mengurus tenaga dalam pengkomputeran hijau. Pemilihan perkakasan TMK yang sesuai seperti penggunaan monitor LED berbanding penggunaan monitor CRT dan LCD turut membantu. Secara keseluruhannya, kajian ini menyelidiki pengetahuan mahasiswa terhadap pengetahuan dan persepsi terhadap amalan pengkomputeran hijau.



Rajah 1. Strategi Pendidikan Hijau

Sumber: Aithal and Rao (2016)

Metodologi Kajian

Kajian ini menggunakan instrumen soal selidik untuk mengumpul data daripada responden. Soalan yang dikemukakan terdiri daripada lima soalan berkaitan dengan pengetahuan dan enam soalan berkaitan amalan terhadap pengkomputeran hijau. Soal selidik yang dikemukakan mengguna Skala Likert, lima mata iaitu daripada 5 = Sangat Setuju hingga 1 = Sangat Tidak Setuju. Memandangkan situasi runcing pandemik Covid 19 di Malaysia pada Jun 2020, maka borang soal selidik ini telah diedar kepada responden secara dalam talian. Sampel kajian merupakan mahasiswa institusi pengajian tinggi awam dan swasta yang mengikuti pengajian di Malaysia dengan mengguna kaedah persampelan bola salji. Kaedah persampelan bola salji dilaksana dengan mengenal pasti kumpulan kecil bagi populasi responden kajian iaitu mahasiswa IPT. Kumpulan kecil responden ini turut mengenali mahasiswa lain yang berpotensi terlibat dalam kajian ini. Oleh itu, borang soal selidik yang diedar kepada kumpulan kecil mahasiswa ini dipohon untuk diedarkan kepada mahasiswa lain mengguna platform atas talian. Strategi ini sesuai dilaksana berdasarkan kekangan untuk melaksana kajian secara bersemuka berikutan dengan Perintah Kawalan Pergerakan Bersyarat (PKPB) dan Perintah Kawalan Pergerakan Bersyarat (PKPP) yang dilaksanakan di Malaysia daripada 4 Mei 2020 hingga 31 Ogos 2020 (Idris, Ibrahim, Adnan, & Osman, 2020).

Hasil dapatan mendapati sejumlah 192 orang responden telah mengambil bahagian dalam kajian ini. Namun, hasil saringan mendapati hanya sebanyak 182 borang soal selidik yang bebas daripada isu respons berat sebelah dan boleh digunakan dalam kajian ini. Contoh isu

respons berat sebelah seperti memberi maklum balas secara garis lurus iaitu dengan memberi nilai yang sama pada semua soalan yang dikemukakan. Data ini dianalisis menggunakan analisis deskriptif dengan menggunakan perisian Microsoft Excel. Hasil kajian kemudian diinterpretasi menggunakan nilai skor min dan interpretasi skor bagi menentukan tahap pengetahuan dan perspektif responden terhadap amalan pengkomputeran hijau seperti ditunjukkan pada Jadual 2 yang diadaptasi daripada (Jaffar, Rahman, & Marji, 2019; Konting, 2004).

Jadual 2. Skor dan interpretasi

Skor Min	Interpretasi Skor
$1.00 \leq \text{min} \leq 2.40$	Rendah
$2.41 \leq \text{min} \leq 3.80$	Sederhana
$3.80 \leq \text{min} \leq 5.00$	Tinggi

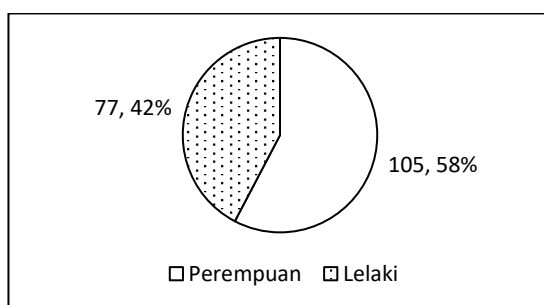
Source: (Jaffar et al., 2019; Konting, 2004)

Keputusan dan Perbincangan

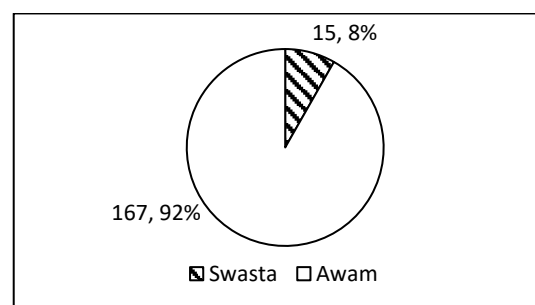
Bahagian ini menjelaskan dapatan kajian dan huraian yang diperoleh daripada soal selidik yang telah dijalankan. Dapatan kajian ini dibentang berdasarkan analisis deskriptif seperti peratusan dan skor min.

Latar Belakang Responden

Hasil saringan, sejumlah 182 borang soal selidik diterima untuk kajian ini. Rajah 1 menunjukkan majoriti responden adalah terdiri daripada kalangan responden perempuan dengan jumlah pecahan sebanyak 105 orang (58%). Jumlah responden lelaki pula adalah sebanyak 77 orang (42%). Dapatan kajian juga menunjukkan majoriti responden mengikuti pengajian di institusi pengajian tinggi awam iaitu sebanyak 167 (92%) berbanding 15 orang (8%) sahaja yang berada di institusi pengajian swasta (Rajah 2). Seterusnya, seramai 76 orang mahasiswa yang terlibat dalam kajian ini berumur 20 tahun dan ke bawah, 101 orang berumur antara 21 hingga 25 tahun, 2 orang berusia 26 hingga 30 tahun dan 3 orang berumur 40 tahun ke atas.



Rajah 1. Jantina Responden



Rajah 2. Peratus Institusi Pengajian Tinggi Bagi Responden

Pengetahuan Pengkomputeran Hijau

Terdapat lima item disediakan dalam soal selidik untuk mengenal pasti tahap pengetahuan responden berkaitan pengkomputeran hijau. Berdasarkan soalan Q1, keputusan kajian mendapati majoriti mahasiswa di Malaysia mengetahui tentang konsep pengkomputeran hijau (151 orang, 77.47%) berbanding 31 orang responden (22.53%) yang tidak mengetahui. Walau bagaimanapun, rata-rata responden bersetuju (92.87%) bahawa tenaga hijau boleh menggantikan tenaga fosil (Q2). Hasil kajian turut menunjukkan keputusan yang

memberansangkan bagi soalan Q3 dengan pencapaian sehingga 95.14% responden yang mengetahui bahawa amalan pengkomputeran hijau boleh mengurangi penggunaan elektrik. Tujuan soalan Q3 ini adalah untuk mengukur pengetahuan responden berkaitan tenaga hijau iaitu konsep yang berkait rapat dengan pengkomputeran hijau. Manakala, keputusan bagi Q4 pula menunjukkan hanya sembilan orang responden berpendapat amalan pengkomputeran hijau ini adalah kurang selamat dan tidak boleh dipercayai. Berdasarkan aspek kempen amalan pengkomputeran hijau pula, kajian ini mendapati hanya sebilangan kecil responden (70 orang, 38.46%) tidak memperoleh maklumat berkaitan kempen tersebut. Seterusnya, nilai purata skor min bagi pengetahuan responden berkaitan pengkomputeran hijau adalah sebanyak 3.54 (s.p.: 0.97). Nilai ini diukur melalui lima item kajian seperti ditunjukkan pada Jadual 3. Berdasarkan analisis skor dan interpretasi pada Jadual 2, nilai keputusan skor min 3.54 ini menunjukkan pengetahuan mahasiswa Malaysia terhadap pengkomputeran hijau adalah masih pada tahap sederhana.

Jadual 3. Pengetahuan berkaitan Pengkomputeran Hijau (n=182)

No.	Item	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Agak Setuju	Setuju	Sangat Setuju	Skor Min	Sisihan piawai (s.p)
Q1.	Saya tahu tentang pengkomputeran hijau (penggunaan peranti secara efektif, pengkomputeran awan)	7 (3.85%)	34 (18.68%)	60 (32.97%)	64 (35.16%)	27 (9.34%)	3.27	1.00
Q2.	Tenaga hijau boleh menggantikan tenaga bahan bakar fosil (seperti minyak dan gas) dan tenaga nuklear	5 (2.75%)	8 (4.40%)	42 (23.08%)	77 (42.32%)	50 (27.47%)	3.87	0.96
Q3.	Penggunaan pengkomputeran hijau akan mengurangi bil elektrik	1 (0.55%)	8 (4.40%)	50 (27.47%)	72 (39.65%)	51 (28.02%)	3.90	0.88
Q4.	Penggunaan pengkomputeran hijau selamat dan boleh dipercayai.	0 (0%)	9 (4.95%)	61 (33.52%)	64 (35.16%)	48 (26.37%)	3.83	0.88
Q5.	Saya memperoleh maklumat yang mencukupi tentang promosi pengkomputeran hijau	24 (13.19%)	46 (25.27%)	62 (34.07%)	36 (19.78%)	14 (7.69%)	2.84	1.12
						Skor Min	3.54	0.97

Persepsi Terhadap Amalan Pengkomputeran Hijau

Jadual 4 menunjukkan keputusan kajian berkaitan persepsi mahasiswa terhadap amalan pengkomputeran hijau yang diukur melalui enam item. Hasil analisis Q6 menunjukkan 125 orang responden (68.68%) akan membeli peralatan kitar semula untuk kegunaan sendiri manakala 57 orang responden lagi tidak akan berbuat demikian (31.32%). Majoriti responden dengan jumlah pecahan 169 orang (92.86%) bersetuju akan menutup komputer apabila mereka tidak mengguna komputer. Manakala, seramai 13 responden tidak bersetuju dengan pernyataan ini (7.14%). Hasil kajian turut mengenal pasti seramai 167 orang responden (91.76%) akan mencetak kedua-dua belah muka surat pada kertas berbanding 15 orang responden (8.24%) yang memilih untuk tidak mencetak kepada kedua-dua belah muka surat pada kertas. Soalan Q9 menunjukkan 76 orang responden agak setuju (41.76%), 59 orang responden bersetuju (32.42%) dan 31 orang responden sangat setuju (17.03%) bahawa adalah mudah untuk mengamalkan pengkomputeran hijau. Soalan Q10 dan Q11 menunjukkan 179 orang responden masing-masing mempunyai persepsi positif terhadap amalan pengkomputeran hijau sebagai suatu amalan yang baik dan sesuai untuk diamalkan. Namun, 3 orang responden tidak bersetuju dengan kedua-dua kenyataan tersebut. Secara keseluruhannya, purata skor min adalah 3.71 (s.p: 0.92). Hasil analisis ini menunjukkan persepsi mahasiswa terhadap amalan pengkomputeran hijau masih berada di tahap sederhana.

Jadual 4. Persepsi Terhadap Amalan Pengkomputeran Hijau (n=182)

No.	Item	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Agak Setuju	Setuju	Sangat Setuju	Skor Min	Sisihan piawai
Q6.	Saya akan membeli peralatan ICT yang dikitar semula untuk kegunaan sendiri	12 (6.59%)	45 (24.73%)	67 (36.81%)	40 (21.98%)	18 (9.89%)	3.04	1.06
Q7.	Saya akan menutup (<i>shut down</i>) komputer apabila saya tidak menggunakannya	1 (0.55%)	12 (6.59%)	45 (24.73%)	57 (31.32%)	67 (36.81%)	3.97	0.97
Q8.	Saya akan mencetak kedua-dua belah bahagian muka surat pada kertas.	3 (1.65%)	12 (6.59%)	47 (25.82%)	59 (32.42%)	61 (33.52%)	3.90	1.00
Q9	Saya rasa mudah mengamalkan pengkomputeran hijau	2 (1.10%)	14 (7.69%)	76 (41.76%)	59 (32.42%)	31 (17.03%)	3.57	0.90
Q10	Amalan pengkomputeran hijau adalah perkara yang baik.	1 (0.55%)	2 (1.10%)	55 (30.22%)	78 (42.86%)	46 (25.27%)	3.91	0.80

No.	Item	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Agak Setuju	Setuju	Sangat Setuju	Skor Min	Sisihan piawai
Q11.	Pengkomputeran hijau sesuai untuk diamankan	1 (0.55%)	2 (1.10%)	62 (34.07%)	74 (40.66%)	43 (23.63%)	3.86	0.81
	Skor Min						3.71	0.92

Secara keseluruhannya, kajian ini mendapati tahap pengetahuan dan persepsi mahasiswa di Malaysia terhadap amalan pengkomputeran hijau adalah pada tahap sederhana. Keputusan kajian ini menunjukkan perubahan pencapaian yang ketara iaitu daripada tahap rendah kepada tahap sederhana berbanding kajian yang dijalankan Ahmad et al. (2013) pada tahun 2013. Hasil kajian ini menunjukkan mahasiswa yang mengikuti pengajian di IPT Malaysia pada tahun 2020 mempunyai tahap pengetahuan yang lebih baik berbanding tahun 2013. Perubahan yang ketara ini menunjukkan usaha dan pelaksanaan program oleh pihak IPT telah membuahkan impak yang positif (Anthony Jnr, 2021). Antara program yang telah dilaksanakan di peringkat IPT adalah menggalakkan amalan kitar semula dan penyediaan tempat untuk barang kitar semula termasuk sisa elektronik. Walau bagaimanapun, masih ada sebilangan mahasiswa tidak tahu akan konsep pengkomputeran hijau dan kempen berkaitan pengkomputeran hijau (Ahmad et al., 2013; Shafinah et al., 2021). Hal ini selari dengan dapatan kajian yang menunjukkan maklumat promosi tentang pengkomputeran hijau juga mempunyai nilai skor min terendah dengan nilai 2.84 (Jadual 3). Oleh itu, strategi untuk meningkatkan kesedaran berkaitan pendidikan pengkomputeran hijau dalam kalangan mahasiswa perlu diperhalusi. Topik berkaitan pengkomputeran hijau boleh dimasukkan pada rangka kursus tertentu adalah antara Strategi Pendidikan Hijau (Aithal & Rao, 2016) yang boleh diaplikasikan di IPT Malaysia.

Seterusnya, Strategi Pendidikan Hijau tersebut juga boleh dijadikan panduan dalam memperkasa amalan pengkomputeran hijau dalam kalangan mahasiswa di Malaysia. Namun, perubahan kepada sistem pendidikan di Malaysia memerlukan adaptasi dalam usaha ini khususnya dengan amalan norma baharu melalui kaedah PDPR di rumah pada era pandemik ini. Perubahan kaedah pengajaran secara bersemuka kepada PDPR secara tidak langsungnya memperlihatkan kepentingan platform dalam talian sebagai usaha mempromosi amalan pengkomputeran hijau. Pihak IPT di Malaysia boleh mengguna e-mel, media sosial dan mesyuarat secara dalam talian untuk merancang dan mengadakan program bagi mempromosi pengkomputeran hijau secara dalam talian. Contoh program yang boleh diadakan secara dalam talian adalah seperti pertandingan mereka bentuk poster dan membangun video pendek, serta pertandingan syarahan dan debat. Seterusnya, siri webinar dan persidangan secara berkala bertemakan amalan pengkomputeran hijau dengan perkongsian daripada pihak kerajaan dan industri boleh menjadi pemangkin kepada mahasiswa untuk mengamalkan konsep pengkomputeran hijau dengan lebih efektif. Pihak kerajaan dan industri di Malaysia seperti KASA, Pihak Berkuasa Tempatan (PBT), syarikat yang berteraskan pengurusan sisa elektronik dan institusi pengajian tinggi boleh bekerjasama dalam setiap sesi webinar tersebut. Penglibatan PBT dan syarikat swasta setempat adalah perlu bagi memudahkan mahasiswa mengurus sisa elektronik dengan efektif meskipun berada di kediaman masing-masing selain mendapat gambaran mengenai amalan pengkomputeran hijau yang telah dilaksanakan dalam konteks industri dunia sebenar.

Kesimpulan

Kajian ini dilaksana untuk mengenal pasti status terkini berkaitan pengetahuan dan persepsi mahasiswa di institusi pengajian tinggi di Malaysia terhadap amalan pengkomputeran hijau. Keputusan kajian ini mendapati mahasiswa Malaysia mempunyai tahap pengetahuan dan tahap persepsi yang sederhana terhadap amalan pengkomputeran hijau. Terdapat segelintir mahasiswa yang masih tidak tahu tentang konsep pengkomputeran hijau dan mempunyai persepsi negatif berkaitan amalan ini. Situasi semasa pandemik menyebabkan mahasiswa melaksana aktiviti pembelajaran secara dalam talian. Oleh itu, strategi dan program yang lebih sesuai perlu dirancang untuk memastikan mahasiswa mempunyai pengetahuan dan persepsi positif dalam mengamalkan pengkomputeran hijau. Selain itu, kajian ini tertumpu kepada mahasiswa IPT di Malaysia sahaja. Kajian ini boleh diperkembangkan untuk skop yang lebih meluas berkaitan termasuk penerimaan konsep pengkomputeran hijau dan amalannya oleh warganegara Malaysia serta mempertimbangkan persepsi daripada negara serantau. Seterusnya, kajian berkaitan dengan pelaksanaan polisi yang melibatkan alam sekitar di IPT boleh dipertimbangkan dalam menghasilkan satu kerangka yang menyokong konsep pengkomputeran hijau yang lebih holistik di IPT. Secara keseluruhannya, kerjasama daripada semua pihak dalam memperkasa amalan pengkomputeran hijau adalah perlu dalam menjamin alam sekitar yang lebih sejahtera. Kajian berkaitan perancangan dan strategi untuk meningkatkan pengetahuan dan persepsi mahasiswa terhadap amalan pengkomputeran hijau perlu dilaksanakan oleh pihak IPT Malaysia pada masa akan datang. Peranan ini penting bagi memastikan penggunaan TMK dalam kalangan warga IPT adalah terurus dan boleh mengurangi kesan negatif kepada alam sekitar.

Rujukan

- Abugabah, A., & Abubaker, A. (2018). *Green computing: Awareness and practices*. Paper presented at the 4th International Conference on Computer and Technology Applications (ICCTA).
- Agarwal, S., Goswami, S., & Nath, A. (2013). Green Computing and Green Technology in e-Learning, Corporate, Business and IT Sectors. *International Journal of Computer Applications*, 76, 35-41. doi:10.5120/13262-0741
- Ahmad, B., McClean, S. I., Charles, D. K., & Parr, G. (2018). Energy Saving Techniques Comparison for Green Computing in Cloud Server. *International Journal On Advances in Intelligent Systems*, 11(3&4), 192-201.
- Ahmad, T. B. T., & Nordin, M. S. (2014). University Students' Subjective Knowledge of Green Computing and Pro-environmental Behavior. *International Education Studies*, 7(2), 64-74.
- Ahmad, T. B. T., Nordin, M. S., & Bello, A. (2013). The State of Green Computing Knowledge among Students in Malaysian Public University. *Journal of Asian Scientific Research*, 3(8), 831-842.
- Ahmed, A. I. (2018). Understanding the factors affecting the adoption of green computing in the Gulf Universities. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 9(3), 304-3011.
- Aithal, P. S., & Rao, P. (2016). Green Education Concepts and Strategies in Higher Education Model (June 30, 2016). *International Journal of Scientific Research and Modern Education (IJSRME)*, 1(1), 793-802. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=2822990>
- Alexander, A. H. (2019). An Empirical Investigation on the Awareness and Practices of Higher Education Students in Green Information Technology: Implications for Sustainable

- Computing Practice, Education, and Policy. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development (IJSESD)*, IGI Global, 10(2), 1-13.
- Anthony Jnr, B. (2021). Green Campus Paradigms for Sustainability Attainment in Higher Education Institutions—A Comparative Study. *Journal of Science and Technology Policy Management.*, 12(1), 117-148. doi:<https://doi.org/10.1108/JSTPM-02-2019-0008>
- Awang, B. (2021). *Kitar Semula Sisa Elektronik Elak Jejas Kesihatan, Alam Sekitar*. Bernama. Online. Retrieved from <https://wacana.my/kitar-semula-sisa-elektronik-elak-jejas-kesihatan-alam-sekitar/>
- Azmi, M. N. F., & Radzuan, I. S. M. (2021). Persepsi Pelajar Institusi Pengajian Tinggi Awam (IPTA) terhadap Kepentingan Pembangunan Hijau di Malaysia. *Research in Management of Technology and Business*, 2(1), 1459-1472.
- Bansal, V., & Khan, M. T. M. (2019). Green computing: A study of perception, approach, and acceptance among faculty members and students of Galgotias University, Greater Noida. *International Journal of Information Dissemination and Technology*, 9(3), 107-111.
- Berkhout, F., & Hertin, J. (2001). Impacts of Information and Communication Technologies on Environmental Sustainability: Speculations and Evidence, Report to the OECD, 2001. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/4/6/1897156.pdf>
- Blackwell, R. D., Miniard, P. W., & Engel, J. F. (2001). *Consumer Behavior* (9th ed. ed.). New York: Harcourt College Publisher.
- Idris, R., Ibrahim, M. I., Adnan, A. S., & Osman, H. (2020). Fasa Pemulihan Bukti Kita Berjaya. *Berita Harian*, p. 2. Retrieved from https://www2.moh.gov.my/moh/resources/Keratan%20Akhbar/2020/Jun/KERATAN_AKHBAR_8_JUN_2020.pdf
- Jaffar, F. B., Rahman, H. B. A., & Marji, L. K. B. (2019). Kajian Potensi Penggunaan Aplikasi Mudah Alih Classification Of Accounts App Dalam Pendidikan Perakaunan. *Journal on Technical and Vocational Education*, 4(3), 162-169.
- Jnr., B. A., Majid, M. A., & Romli, A. (2018). *A descriptive study towards green computing practice application for data centers in IT based industries*. Paper presented at the MATEC Web of Conferences.
- KASA. (2020). *Pelan Kelestarian Alam Sekitar di Malaysia 2020-2030*. Malaysia. Retrieved from <https://www.kasa.gov.my/ms/pelan-kelestarian-alam-sekitar-malaysia>
- KeTTHA. (2017). *Green Technology Master Plan Malaysia 2017-2030 (GTMP)*. Putrajaya, Malaysia.
- Konting, M. M. (2004). *Kaedah Penyelidikan Pendidikan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa Dan Pustaka.
- Mahdi, D., Mohammad, J., Amin, F., Sleiman, H., & Ramzi, A. H. (2021). Green Computing Approaches - A Survey. *An International Journal of Computing and Informatics*, 45(1), 1-12.
- Majeed, M. T. (2018). Information and Communication Technology (ICT) and Environmental Sustainability in Developed and Developing Countries. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 12(3), 758-783. Retrieved from <https://www.proquest.com/scholarly-journals/information-communication-technology-ict/docview/2176620886/se-2?accountid=27932>
- Mbewe, S. (2019). An Assessment of Green Computing Awareness and Adoption in Higher Education Institutions in Zambia: A Case of ZCAS. *Sustainability in Environment*, 4, 139. doi:10.22158/se.v4n3p139
- Murugesan, S. (2008). Harnessing Green IT: Principles and practices. *10*, 2, 24-33.

- Nizam, K. (2021). UPM Raih 32 Terbaik Dunia, Ketiga Asia Ranking Hijau UI-Greenmetric. Retrieved from https://www.upm.edu.my/berita/upm_secures_worlds_top_32nd_place_and_asias_3rd_best_in_ui_greenmetric_ranking-46423
- Paul, P. K., & Ghose, M. K. (2018). Why Green Computing and Green Information Sciences Have Potentialities in Academics and iSchools: Practice and Educational Perspectives. *In Advances in Smart Grid and Renewable Energy*, 435, 103-112.
- Saha, B. (2014). Green computing. *International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT)*. *International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT)*, 14(2), 46-50. Retrieved from http://icexams.ru/files/Green_Computing_-IJCTT-Vol14-nr2-Aug-2014.pdf
- Selyamani, S., & Ahmad, N. (2015). Green Computing: The Overview of Awareness, Practices and Responsibility among Students in Higher Education Institutes. *Journal of Information Systems Research and Innovation*, 9(3), 28-36.
- Shafinah, K., Mohd, S. M., Zulkifli, N. N., Ismail, R., Alan, R., Lepun, P., & Omar, M. K. (2021). The Cognizance of Green Computing Concept and Practices among Secondary School Students: A Preliminary Study. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(1), 307–312.
- Sino, H., Azahari, N. A., Zamani, N., Ishak, A. A., Baba, M. H., Ghani, A. A. A., & Mustapa, M. H. (2020). Kesiediaan dan Potensi Masyarakat di Malaysia ke Arah Negara Rendah Karbon. *MALIM: Jurnal Pengajian Umum Asia Tenggara*, 21, 114–122.
- UI Green Metric. (2022). UI Greenmetric World University Ranking: Background of the Ranking. Retrieved from <https://greenmetric.ui.ac.id>
- Wieczorek, A. J. (2018). Sustainability Transitions in Developing Countries: Major Insights and Their Implications for Research and Policy. *Environmental Science & Policy*, 84, 204-216. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.08.008>