

Pengurusan E-Sisa di Bandaraya Kota Kinabalu, Sabah: Penelitian Penglibatan Pemegang Taruh Menggunakan Pendekatan Ekologi

E-Waste Management in Kota Kinabalu City, Sabah: Examining Stakeholder Involvement Using an Ecological Approach

Mohammad Tahir Mapa^{1*}, Fionna George², Abdul Hair Bedu Asis³, Sitty Syafa Bakri⁴

¹ Program Geografi, Universiti Malaysia Sabah, Jalan UMS, 88400. Kota Kinabalu, Sabah

² Pusat Penataran Ilmu dan Bahasa, Universiti Malaysia Sabah, Jalan UMS, 88400. Kota Kinabalu, Sabah

³ Program Hubungan Antarabangsa, Universiti Malaysia Sabah, Jalan UMS, 88400. Kota Kinabalu, Sabah

⁴ Pusat Persediaan Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Sabah, Jalan UMS, 88400. Kota Kinabalu, Sabah

*Corresponding author email: herma@ums.edu.my

SEJARAH ARTIKEL

Diterima: 10 Februari 2026

Disemak: 05 Mei 2026

Diterima: 23 Mei 2026

Diterbitkan: 31 Mei 2026

KATA KUNCI

E-sisa

Kitar semula

Ekologi

Pemegang taruh

Pengurusan

ABSTRAK – E-sisa (sisa elektrik dan elektronik) merupakan kebimbangan alam sekitar yang ketara, pada masa kini dan pada masa hadapan, kerana ia adalah sisa pepejal yang paling banyak dihasilkan di seluruh dunia. Malangnya, hanya sebahagian kecil daripada e-sisae yang dihasilkan (17%) secara rasmi dikutip dan dikitar semula. Ini membimbangkan kerana kebanyakan peralatan elektronik mengandungi bahan toksik, seperti plumbum dan merkuri, yang boleh menjadi sangat berbahaya jika dilepaskan ke alam sekitar. Untuk menangani isu ini, adalah penting untuk melibatkan semua pihak berkepentingan dalam program kitar semula e-sisa. Setiap pemegang taruh mempunyai peranan penting dalam memastikan program ini berkesan. Satu kajian telah dijalankan di bandar Kota Kinabalu untuk mengenal pasti peranan dan isu yang dihadapi oleh pihak berkepentingan dalam aktiviti kitar semula e-waste. Penyelidikan ini melibatkan wakil daripada penduduk, agensi kerajaan, NGO dan entiti swasta. Data dikumpul menggunakan borang panduan temu bual, dan hasilnya dikategorikan kepada dua tema: peranan dan isu yang dihadapi oleh setiap pemegang kepentingan. Rangka kerja konseptual ekologi telah digunakan untuk mengenal pasti perkaitan antara semua pihak berkepentingan yang terlibat dalam isu kitar semula e-sisa. Secara umumnya, kejayaan program kitar semula e-sisa bergantung terutamanya kepada penglibatan semua pemegeang taruh. Walau bagaimanapun, terdapat beberapa halangan untuk penglibatan tersebut, termasuk peraturan yang tidak jelas untuk entiti swasta oleh pihak agensi kerajaan, kekurangan infrastruktur untuk penduduk, dan ketidakkonsistenan program oleh pihak NGO. Oleh itu, adalah penting untuk menangani penemuan penyelidikan ini bagi memastikan kemajuan dalam program kitar semula e-sisa. Isu-isu yang dikenal pasti

dalam kajian mesti diselesaikan, kerana ia mempunyai kesan yang besar terhadap kejayaan program.

ABSTRACT- *E-waste (electrical and electronic waste) is a significant environmental concern, both now and in the future, as it is the most solid waste generated globally. Unfortunately, only a small percentage of the e-waste produced (17%) is officially collected and recycled. This is alarming because most electronic equipment contains toxic substances, such as lead and mercury, which can be very dangerous if released into the environment. To address this issue, it is essential to involve all stakeholders in the e-waste recycling program. Each stakeholder has a crucial role in ensuring that the program is effective. A study was conducted in the city of Kota Kinabalu to identify the role and issues faced by stakeholders in e-waste recycling activities. The research involved representatives from the resident, government agencies, NGOs, and private entities. The data was collected using an interview guide form, and the results were categorized into two themes: the role and issues faced by each stakeholder. An ecological conceptual framework was used to identify the interrelationships between all stakeholders involved in the e-waste recycling issue. In general, the success of the e-waste recycling program depends mainly on the involvement of all stakeholders. However, there are several obstacles to such involvement, including unclear regulations for private entities and government agencies, a lack of infrastructure for residents, and the inconsistency of programs for NGOs. Therefore, it is essential to address the findings of this research to ensure progress in the e-waste recycling program. The issues identified in the study must be resolved, as they have a significant impact on the program's success.*

KEYWORDS: *E-waste, Recycling, Ecology, Stakeholders, Management*

PENGENALAN

Mengurus alam sekitar sudah menjadi topik hangat sejak berabad lamanya iaitu sejak pengenalan konsep pembangunan mampan atau sebelum konsep tersebut diwar-warkan. Keterdesakan kepada pengurusan alam sekitar adalah kerana kesan aktiviti manusia sudah menunjukkan akibatnya kepada manusia itu sendiri. Walaupun pada skala kecil namun sudah wujud kesedaran akan perlunya semua negara mengambil langkah untuk melaksanakan tindakan untuk mengurangkan atau menyekat kerosakan alam sekitar dari terus berlaku. Gas rumah hijau dikenali sebagai metana, yang dilepaskan dari tapak pelupusan sampah menyumbang kira-kira 90 peratus dari jumlah pelepasan gas rumah hijau dari aktiviti pelupusan sisa (Chertow, 2012). Oleh itu, mengurus sisa dengan baik adalah pendekatan yang tidak dapat dipertikaikan dalam usaha memulihara alam sekitar. Selain isu sisa domestik, masalah juga hadir dalam mengurus sisa elektrik dan elektronik (e-sisa). Sisa jenis ini akan menambahkan isu sisa terutamanya di kawasan bandar. Keperluan dan permintaan terhadap peralatan elektrik dan elektronik sama ada untuk peribadi atau untuk keperluan lain akan terus bertambah. Terkait dengan ini adalah jangka hayat sesuatu peralatan yang kebanyakannya tidak panjang iaitu antara dua hingga lima tahun. Ini juga berkadar langsung dengan kualiti sesuatu peralatan terutamanya jenama yang kurang mewah biasanya akan mempunyai jangka hayat yang lebih pendek. Revolusi teknologi telah memungkinkan pertambahan peralatan yang mudah dimiliki oleh masyarakat.

Produk elektrik dan elektronik ditakrifkan sebagai mana-mana item isi rumah atau perniagaan dengan litar, atau komponen elektrik dengan menggunakan kuasa elektrik atau bateri (Keshav Parajuly et al., 2019). Pada tahun 2019, 53.6 juta tan metrik e-sisa dihasilkan diseluruh dunia namun hanya 17.4% dikumpulkan dan di kitar semula dengan betul. Jumlah ini meningkat sebanyak 1.8 tan metrik sejak 2014 dan dianggarkan meningkat 3 kali lebih tinggi berbanding pertambahan penduduk (Vanessa Forti et al., 2020). Malaysia mengumpulkan 364 kiloton sisa elektronik pada tahun 2019, bersamaan dengan 11.1 kilogram setiap individu, seperti yang digariskan dalam *Global E-Waste Monitor 2020*. Tambahan pula, penemuan dari laporan menunjukkan peningkatan dalam pengumpulan e-sisa negara adalah sangat ketara iaitu sebanyak 9.2 megaton yang diperhatikan sejak 2014 (Keshav Parajuly et al., 2019). Kajian- juga mengetengahkan kesan ketara pengurusan e-sisa terhadap alam sekitar dan kesihatan manusia. Pelupusan yang salah boleh menyebabkan pembebasan sebatian berbahaya seperti plumbum, merkuri dan kadmium, yang boleh mencemarkan tanah dan air,

menyebabkan masalah pernafasan, penyakit saraf, dan juga kanser (Hutner et al., 2017; Rautela et al., 2021). Ia memerlukan pelaksanaan penyelesaian pengurusan e-sisa yang berkesan untuk mengurangkan kesan negatif ini.

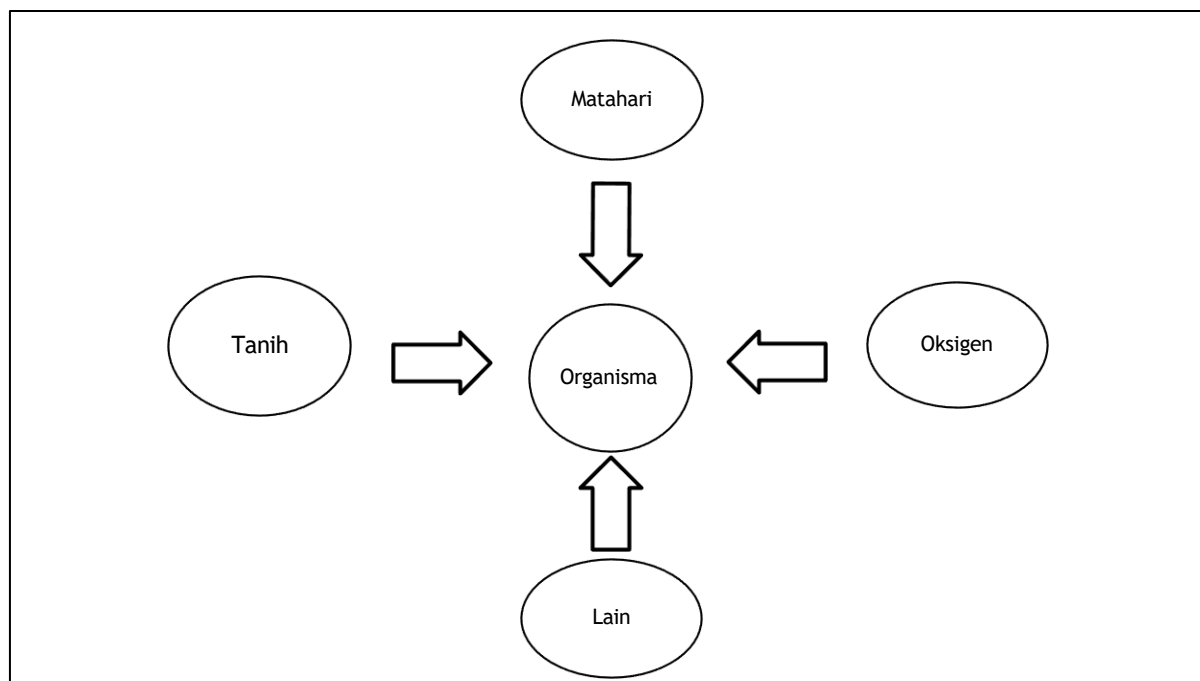
PEMEGANG TARUH: PENGLIBATAN DALAM PENGURUSAN

Rawatan WEEE (*Waste Electrical and Electronic Equipment*) dipengaruhi oleh faktor ekonomi, kawal selia dan teknologi serta mengikut hierarki berasaskan kesan alam sekitar (Kumar et al., 2017). Mengurus e-sisa tidak hanya melibatkan pihak berkuasa tetapi juga melibatkan pelbagai pihak berkepentingan seperti perniagaan, pengguna, NGO dan juga syarikat swasta. Pihak-pihak ini menyumbang kepada pertumbuhan dan kemampuan pengurusan e-sisa. Kemampuan dalam pengurusan e-sisa dipengaruhi oleh tanggungjawab semua pihak yang terlibat. Kesedaran awam yang rendah, dasar yang tidak mencukupi, dan bajet yang terhad sebagai faktor penting yang menyumbang kepada pengurusan e-sisa negara yang tidak berkesan (Masud et al., 2019). Walaupun terdapat perdebatan, semua pemegang taruh mempunyai peranan yang terhad dalam pengurusan e-sisa. Kejayaan pelaksanaan pengurusan sisa memerlukan penyertaan aktif dan kerjasama semua pihak berkepentingan, termasuk penjana sisa, pemproses, dan agensi kerajaan (Joseph, 2006). Kajian oleh Nyeko et al., (2022) menunjukkan bahawa pemegang taruh mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kelestarian pengurusan e-sisa. Kajian Hutner et al., (2017) mendapati bahawa teknik pencegahan sisa dalam komuniti sangat berbeza, di mana sesetengahnya melaksanakan kaedah yang berkesan dan yang lain agak ketinggalan. Cabaran untuk mengelakkan pembaziran termasuklah kekurangan pengetahuan, infrastruktur yang tidak mencukupi dan sumber yang terhad. Kajian ini juga mencadangkan keperluan kepada pendidikan, kempen kesedaran dan infrastruktur yang lebih baik. Strategi dan dasar yang didasarkan boleh diwujudkan untuk meningkatkan pencegahan sisa, penjanaan sisa yang lebih rendah dan kelestarian alam sekitar yang lebih baik. Pemahaman masyarakat secara umumnya mengenai pengurusan e-sisa masih tidak mencukupi, dan kerajaan serta organisasi tertentu masih tidak mempunyai komitmen yang tinggi untuk menguatkuasakan peraturan yang seragam (Supian et al., 2015).

Kajian oleh Davis dan Herat, (2008) majlis tempatan atau kerajaan tempatan juga menghadapi cabaran dalam pengumpulan dan rawatan e-sisa disebabkan kos, jarak geografi dan pemproses semula yang terhad. Kebanyakan majlis tempatan berminat untuk mengendalikan elektronik terpakai, tetapi kebanyakannya bertindak balas untuk meminimumkan atau mengalihkan sisa dari tapak pelupusan sampah. Tinjauan tersebut juga menyerlahkan keperluan untuk kesedaran dan tindakan yang lebih baik mengenai pengurusan e-sisa, termasuk perundangan dan mekanisme kewangan masa hadapan. Meningkatkan kesedaran dan menyediakan lebih banyak maklumat kepada penggubal dasar dan orang ramai adalah penting. Negara China juga sedang mengalami perubahan ketara dalam pengurusan sisa peralatan elektrik dan elektronik dengan mengadakan peraturan baharu dan penglibatan sektor swasta. Walau bagaimanapun, negara China menghadapi cabaran dari segi kehadiran sektor tidak formal dan kekurangan kesedaran alam sekitar dalam kalangan pengumpul, pengitar semula dan pengguna (Hicks et al., 2005). Salah satu pihak yang berkepentingan adalah sektor swasta seperti peniaga sekerap, pemborong, pusat kitar semula, dan penyedia perkhidmatan lain yang terlibat dalam pengurusan e-sisa. Selain itu, e-sisa diperolehi dalam kuantiti yang banyak dari pejabat kerajaan, entiti sektor awam, institusi pendidikan, dan pertubuhan korporat. Walaupun mereka berkecekapan dalam mengumpul e-sisa dan mengurangkan beban agensi awam yang ditugaskan dengan pengurusan sisa, adalah penting untuk menetapkan langkah-langkah dan peraturan untuk mengawasi operasi sektor bukan formal dan mencegah sebarang aktiviti haram dalam proses pengurusan e-sisa (Dinggai et al., 2020).

Pengurusan sisa elektronik yang berkesan memerlukan pelaksanaan strategi komprehensif yang merangkumi pendekatan pelbagai aspek yang menggabungkan kerangka perundangan, kempen pendidikan untuk meningkatkan kesedaran awam, dan promosi tingkah laku etika dan mampan dalam sektor pengeluaran (Ramesh et al., 2023). Ekologi atau 'oikos' dalam bahasa Yunani bermaksud 'rumah'. Dalam kata mudah ekologi boleh ditakrifkan sebagai satu sains mengenai 'hubungan rumah (persekitaran) dan organisma (biotik)' (Rajah 1). Persekitaran terdiri daripada semua yang berada di luar organisma tertentu. Umumnya terdapat dua komponen utama dalam alam sekitar iaitu biotik (organisma hidup) dan abiotik seperti angin, cahaya matahari, dan tanah, serta infrastruktur buatan manusia. Prinsip ekologi menyediakan satu struktur yang mudah untuk memahami hubungan rumit antara organisma hidup dan habitat sekitarnya dan ini membolehkan pembuat dasar mengenalpasti kemungkinan akibat setiap usaha atau inisiatif terhadap ekosistem dan biodiversiti. Melalui prinsip

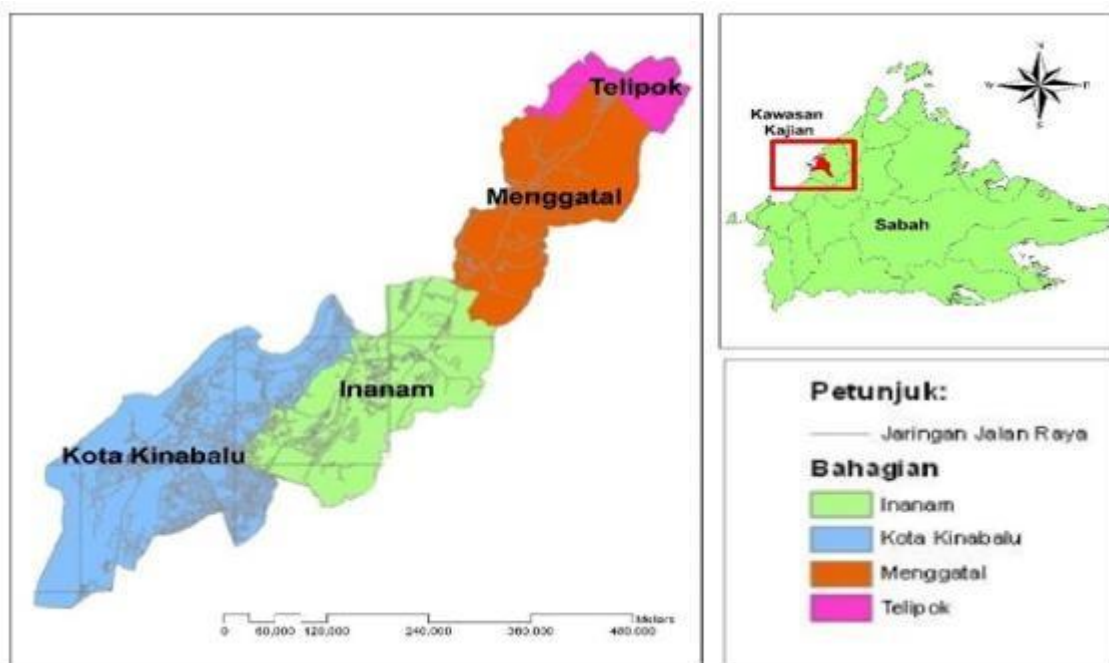
ekologi, pembuat dasar dapat membuat keputusan yang tepat mengenai pemeliharaan sumber semula jadi, pengurusan sumber, dan promosi kelestarian alam sekitar (Prasad & Shachi, 2023).



Rajah 1. Hubungan organisma dan persekitarannya

KAWASAN KAJIAN

Penduduk Kota Kinabalu, Sabah pada 2022 dianggarkan berjumlah 500.8 juta, dengan 1,428 individu setiap kilometer. Bandar ini meliputi 368.4 kilometer dan mempunyai 120.7 juta penduduk. Penduduknya mempunyai kepadatan yang tinggi dan kawasan yang luas, meliputi kira-kira 369 kilometer setiap orang dengan etnik paling ramai penduduk ialah Bumiputera (335.8 ribu), diikuti Cina (76.6 ribu), India (1.9 ribu), dan lain-lain (4.8 ribu) dan kawasan bandar raya dibahagikan kepada empat kawasan utama: Kota Kinabalu, Inanam, Menggatal, dan Telipok (Department of Statistic Malaysia, 2022).



Rajah 2. Kawasan Kajian – Bandara Raya Kota Kinabalu
Sumber : Diubahsuai daripada Mohammad Tahir (2017)

Dalam kajian ini, beberapa kaedah yang berbeza digunakan untuk mengumpul maklumat. Kaedah yang digunakan ialah temu bual mendalam. Temu bual dilaksanakan terhadap pemilik dan pengurus syarikat terpilih. Semasa temu bual, soalan tentang latar belakang syarikat, bilangan pekerja, jenis lesen perniagaan, proses pengurusan e-sisa, dan lokasi pelupusan akhir telah ditanya. Pemerhatian juga dilakukan terhadap proses pengurusan e-sisa di premis syarikat terpilih. Analisis tematik digunakan untuk menganalisis data. Selepas mengumpul data, kod untuk menjana idea dan menyusunnya ke dalam tema yang lebih luas selaras dengan objektif penyelidikan dilaksanakan. Kajian ini juga turut menggunakan pendekatan kuantitatif, iaitu menggunakan kaedah tinjauan untuk mengumpulkan data primer daripada populasi yang besar (Ang Kean Hua, 2016). Soal selidik digunakan sebagai alat utama dan diedarkan secara rawak di kawasan kajian. Penggunaan kaedah tinjauan adalah bertujuan untuk memberikan bukti empirikal dan pandangan dari responden mengenai topik kajian (Swati Kwatra, Suneel Pandey, 2014). Kajian ini menggunakan penentuan saiz sampel yang dicadangkan oleh Cohen et al., (2001). Jumlah penduduk yang tinggal di bandaraya Kota Kinabalu adalah 553,900 orang, dan dengan tahap keyakinan sebanyak 95 peratus, saiz sampel yang dicadangkan ialah 383. Akhirnya penyelidikan ini berjaya mendapatkan seramai 395 orang responden. Menurut saiz sampel yang disyorkan oleh Cohen et al., (2001), 395 individu didapati mencukupi untuk kajian ini. Penyelidikan ini menyelidiki sifat demografi responden tinjauan, yang telah dikategorikan sebagai bapa atau ibu kerana tanggungjawab mereka dalam pentadbiran isi rumah. Walau bagaimanapun, dalam keadaan di mana ibu bapa tidak hadir, ahli keluarga berusia 18 tahun ke atas boleh bertindak sebagai proksi yang sesuai.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Untuk dapatan soal selidik, kajian ini berjaya menemu bual 395 orang. Pecahan jantina ialah 53.3% lelaki dan 46.8% perempuan. Lebih separuh daripada responden yang ditemui pernah mendapat pendidikan hingga ke peringkat pendidikan tinggi (58.3 peratus), manakala selebihnya hanya menamatkan sekolah rendah. Kebanyakan mereka berpendapatan rendah (63.8%) dan 36.3% berpendapatan tinggi. Kumpulan umur terbesar adalah dari 20 hingga 29 tahun. Kekurangan pengurusan sisa yang betul adalah isu penting dalam mencapai pengurusan e-sisa yang lebih baik pada masa hadapan. Akibatnya pelbagai tindakan yang diambil oleh isi rumah, seperti membuang sampah, membaiki, dan membuang sisa. Dari kajian ini, hanya 11 peratus sahaja yang menyatakan akan menghantar barang rosak ke pusat pengumpulan barang kitar semula dan ini amat menyedihkan. Berdasarkan dapatan kajian menunjukkan responden lebih lazim membuang barangan rosak ke dalam tong sampah. Pelupusan mesin basuh misalnya, sebahagian besar responden (27 peratus) memilih untuk membuang barangan rosak ke dalam tong sampah. Melalui perbualan, tiga faktor utama muncul sebagai sebab yang mempengaruhi

keputusan responden untuk membuang sisa elektronik. Pertama, terdapat persepsi yang menyamakan sisa elektronik dengan sisa pepejal biasa. Kedua, cabaran biasa yang dilaporkan ialah kurangnya kesedaran berhubung kemudahan pengumpulan e-sisa dengan tempat kediaman mereka. Untuk mengatasinya, sistem pengurusan yang sistematik diperlukan di kawasan pengurusan sisa.

Hasil dari temu bual didapati keempat-empat syarikat iaitu Multihope, GNC Recycle, SMAPO, dan Berusaha Jaya Trading beroperasi dalam kawasan kajian. Tiga daripada syarikat tersebut dimiliki dan dikendalikan oleh usahawan Cina tempatan, manakala satu diuruskan oleh usahawan India tempatan. Syarikat Terhadap Multihope dan Syarikat Terhadap GNC Recycle bekerjasama dengan ejen tempatan untuk mengumpul e-sisa dan logam di kawasan kediaman. Mereka menyewa trak daripada organisasi ini, dan menawarkan harga yang lebih rendah kepada penduduk untuk pembelian dan menggunakan sebahagian daripada pendapatan untuk membayar trak tersebut. Bagi Syarikat GNC Recycle Limited, selain mengumpul barangan kitar semula seperti kertas, botol, plastik dan tin aluminium, syarikat tersebut juga menerima peralatan elektronik terpakai dari sekolah-sekolah di sekitar Kota Kinabalu. Permulaan pengumpulan e-sisa dan sekerap dimulakan oleh penduduk di sekitar Kota Kinabalu di mana mereka menghantar barang-barang e-sisa mereka ke premis yang ditetapkan atau menjualnya kepada ejen yang dilantik. Pandangan yang diperoleh daripada temu bual dengan pemilik syarikat seterusnya menekankan bahawa perusahaan tertentu menggunakan trak pengumpulan untuk mengumpulkan e-sisa dari premis kediaman, pendidikan, perindustrian, dan institusi. Di dalam kajian ini, terdapat dua kaedah yang digunakan dalam mengurus e-sisa. Pendekatan pertama melibatkan pembongkaran dan pengkategorian komponen e-sisa dan yang kedua ialah tidak memerlukan pembongkaran atau pengkategorian produk e-sisa (Rajah 3).

Hasil temubual dengan NGO iaitu Persatuan Komputer Sabah (SCS) mendapati mereka telah menjalinkan kerjasama dengan Jabatan Alam Sekitar (JAS) terutamanya dalam aktiviti pengumpulan e-sisa. Tujuan utama kerjasama tersebut ialah untuk meningkatkan kesedaran dengan mengumpulkan alat elektronik yang tidak diperlukan dari isi rumah dalam masyarakat di sekitar bandar raya Kota Kinabalu. Kempen seperti ini dijalankan dua kali setahun dengan tujuan untuk memastikan usaha berterusan ke arah pemeliharaan alam sekitar dan pengurusan sisa elektrik dan elektronik. Perlu diperhatikan bahawa penglibatan ini tidak memerlukan pemilikan permit khusus dari JAS namun, kebenaran terlebih dahulu diperlukan untuk mengambil tujuan tersebut. Pihak berkuasa tempatan, khususnya Dewan Bandar Raya (DBKK), dengan sokongan yang baik telah memberikan kebenaran kepada pihak NGO bagi penggunaan kawasan yang ditetapkan untuk memudahkan pelaksanaan program pengumpulan sisa elektronik terkumpul. Item yang dapat dikumpul meliputi pelbagai produk elektronik seperti televisyen, telefon bimbit, pencetak, monitor komputer, unit penyaman udara, dan mesin dobi. Walaupun menghadapi beberapa kekangan kewangan, penganjur meminta agar orang ramai untuk memastikan kejayaan merealisasikan program yang amat penting ini.

Dapatan daripada pihak berkuasa iaitu Jabatan Alam Sekitar (JAS) mengenai isu dengan Sisa Elektronik (E-sisa) dalam Persekitaran Isi Rumah ialah kebimbangan dan halangan ialah ketiadaan rangka kerja pengawalseliaan adalah isu yang paling ketara. Penubuhan kerangka undang-undang berkaitaitan dengan e-sisa akan meningkatkan kejelasan dalam pengendalian e-sisa. Peraturan yang akan datang akan memberikan kelebihan kepada individu yang terlibat dalam usaha kitar semula dan pengendali pusat pengumpulan. Isu kedua yang dihadapi oleh pihak JAS ialah pemerolehan e-sisa melalui kempen. Ketiadaan undang-undang memerlukan pelaksanaan kempen dijalankan dengan lebih teliti. Untuk itu penyertaan syarikat swasta yang diiktiraf oleh JAS adalah penting untuk inisiatif ini. Namun perbelanjaan pengurusan akan tanggung oleh entiti swasta ini yang dilantik oleh JAS bagi tujuan pengambilan sisa elektronik semasa kempen tersebut. JAS secara menghargai kesediaan syarikat untuk mengendalikan e-sisa yang dikumpulkan semasa kempen namun JAS menekankan agar pelupusan e-sisa yang betul dilaksanakan oleh syarikat terbabit. Dapatan dari kajian ini akan diulas dengan menggunakan kerangka ekologi untuk menjelaskan hubungan antara kitar semula e-sisa dengan komponen atau agen yang terlibat secara langsung atau tidak. Melalui kajian ini kitar semula e-sisa perumahan memerlukan perhatian dari banyak pihak untuk memastikan program tersebut dapat bertahan atau tidak. Empat entiti yang di kaji menunjukkan peranan mereka masing-masing. Pengurusan e-sisa memerlukan usaha kerjasama pelbagai pihak berkepentingan, termasuk badan kerajaan, pertubuhan bukan kerajaan (NGO), dan syarikat swasta. Semua perlu bekerjasama untuk memastikan pengumpulan bahan elektronik terpakai dari kawasan kediaman dapat dilaksanakan dengan lebih baik.

Proses yang rumit ini menuntut sinergi yang harmoni di kalangan pelbagai entiti tersebut. Kepakaran pelbagai pihak seperti NGO dan penglibatan strategik perusahaan swasta, penting untuk menyelaraskan beberapa perkara seperti logistik yang digunakan untuk mengumpul semula barang-barang elektronik terpakai.

Komuniti yang terlibat dalam kitar semula e-sisa sangat bergantung kepada sokongan daripada pihak berkuasa untuk meningkatkan kesedaran mengenai kepentingan pelupusan e-sisa dengan betul. Kajian terdahulu oleh Tarawneh dan Saidan (2013), menunjukkan peratusan yang rendah mengenai pengetahuan dan kesedaran mengenai e-sisa. Oleh itu, adalah penting untuk menekankan bahawa bantuan pihak berkuasa ini akan memainkan peranan penting dalam menyedarkan orang ramai tentang bahaya alam sekitar dan kesihatan yang dikaitkan dengan pengendalian produk sisa elektronik yang tidak sistematik. Selain itu, keperluan untuk mewujudkan kemudahan pelupusan e-sisa yang senang diakses. Isu ini telah lama dikaji oleh Nnorom dan Osibanjo, (2008) di Nigeria dengan menekankan keperluan penyediaan pusat kutipan formal. Kemudahan ini mestilah terletak di kawasan yang strategik untuk memotivasikan lebih ramai individu membuang peranti elektronik mereka dengan sewajarnya. Selain itu, pemberian insentif untuk pelupusan e-sisa secara selamat berpotensi mendorong individu dan organisasi untuk mengambil bahagian secara aktif dalam usaha kitar semula, seterusnya menyumbang kepada pembangunan ekosistem alam sekitar yang lebih mampan. Walau bagaimanapun, keadaan semasa di Kota Kinabalu memberikan cabaran yang besar dalam menangani pelupusan e-sisa terutamanya apabila melibatkan barangan elektronik yang besar dan berat. Pusat pengumpulan (Pusat Lestari KK) sedia ada mungkin tidak mempunyai kapasiti untuk menampung jumlah buangan yang semakin meningkat dan ini menimbulkan halangan besar bagi penduduk. Selain itu, kekurangan maklumat mengenai syarikat swasta yang menawarkan perkhidmatan kutipan e-sisa untuk isi rumah juga menghalang pengurusan e-sisa yang cekap. Kajian oleh Liu et al., (2022) menjelaskan bahawa penduduk terpaksa menyimpan e-sisa di rumah sahaja. Ini jelas menunjukkan bahawa pihak berkepentingan seperti masyarakat dan pihak swasta tentang peranan dan tanggungjawab ke arah pengurusan e-sisa yang baik (Murthy & Ramakrishna, 2022). Bagi sektor swasta yang terlibat dalam pengumpulan sisa elektronik (e-sisa) di Kota Kinabalu, mereka berdepan dengan pelbagai halangan. Pada mulanya, proses mendapatkan lesen untuk beroperasi terbukti agak mencabar berikutan syarat ketat yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS). Prosedur yang rumit dan kriteria ketat yang dikuatkuasakan oleh JAS menyukarkan perusahaan ini untuk mendapatkan kebenaran yang diperlukan untuk menjalankan aktiviti pengumpulan e-sisa di dalam kawasan tersebut. Tambahan pula, ketiadaan kemudahan pemprosesan e-sisa di Kota Kinabalu memburukkan lagi keadaan. Kekurangan infrastruktur ini menyebabkan e-sisa terkumpul dihantar ke kemudahan pemprosesan yang terletak di Kuala Lumpur, mengakibatkan kos logistik dan perbelanjaan operasi meningkat untuk entiti sektor swasta yang terlibat dalam pengumpulan e-sisa. Peningkatan teknologi pemprosesan e-sisa adalah penting untuk mengurangkan kesan toksik ke persekitaran lain (Zeng et al., 2017).

Sebagai tindak balas kepada halangan ini, sektor swasta telah melaksanakan pelbagai strategi seperti melibatkan kerjasama dengan badan kerajaan untuk menyelaraskan kutipan e-sisa semasa kempen. Dalam kajian ini perkhidmatan mengangkut diberikan secara percuma demi membantu pihak berkuasa mengembangkan kutipan e-sisa di kawasan bandaraya. Dapatan kajian oleh Saldaña- Durán et al., (2020) menjelaskan bahawa pengurusan e-sisa di kawasan bandar perlu menggunakan kempen dan juga pusat pengumpulan khusus untuk memastikan barangan elektrik yang telah rosak dapat dikumpul. Melalui kempen yang disasarkan mereka berusaha untuk meningkatkan kesedaran mengenai kepentingan amalan pengurusan e-sisa yang bertanggungjawab dengan melibatkan diri dalam kitar semula. Agensi kerajaan memainkan peranan yang penting dalam pengurusan e-sisa iaitu dengan mewujudkan peraturan atau garispanduan yang jelas untuk masyarakat awam. Tanggungjawab mereka juga meliputi untuk mendidik semua pihak yang terlibat tentang kaedah pelupusan e-sisa yang betul dan menguatkuasakan undang-undang yang terpakai. Penyelidikan yang dijalankan oleh Adanu et al., (2020) pula menyimpulkan bahawa untuk mencapai resolusi mampan dalam pengurusan sisa elektronik memerlukan bantuan penuh dari pihak kerajaan seperti membiayai pelaksanaan kaedah mampan untuk pengurusan sisa tersebut. Namun begitu, cabaran wujud dalam penglibatan agensi kerajaan dalam pengurusan e-sisa. Ini termasuklah kesukaran untuk memastikan semua pihak mematuhi peraturan, kewujudan aktiviti yang menyalahi undang-undang seperti pengumpulan dan pembongkaran tanpa kebenaran oleh pihak swasta. Kajian oleh Murthy dan Ramakrishna, (2022) pula menyimpulkan bahawa rangka kerja perundangan perlu disediakan, kemudahan lesen, memformalkan sektor tidak formal, di mana semua ini adalah bertujuan untuk meningkatkan kapasiti pengurusan e-sisa oleh pihak kerajaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan perbincangan mengenai pengurusan e-sisa di peringkat isi rumah, adalah penting untuk menekankan mengenai keperluan penyelarasan yang berkesan di kalangan pihak berkepentingan untuk mengukuhkan operasi kitar semula. Penyelarasan ini mesti dirancang dan dilaksanakan dengan teliti untuk memastikan proses kitar semula berjalan lancar. Agensi kerajaan khususnya JAS harus memimpin dalam menerajui program kitar semula e-sisa peringkat isi rumah, dengan sokongan dan bantuan daripada NGO dan sektor swasta. Perkongsian ini penting untuk menangani cabaran dan kerumitan yang berkaitan dengan kitar semula e-sisa. Seterusnya adalah penting untuk diadakan kempen kesedaran awam yang menyeluruh dan berterusan bagi menggalakkan amalan pelupusan e-sisa yang bertanggungjawab dalam kalangan masyarakat. Kempen ini harus dilaksanakan secara mampan, menggunakan strategi inovatif untuk melibatkan dan memaklumkan orang ramai tentang pengurusan e-sisa yang betul. Selain itu, maklumat mengenai pusat pengumpulan e-sisa di bandar raya juga harus mudah diakses oleh orang ramai untuk memudahkan proses pelupusan dilaksanakan.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Universiti Malaysia Sabah (UMS) atas sokongan kewangan yang diberikan melalui Geran Penyelidikan Skim Dana Niche (SDN00-11). Penulis juga merakamkan ucapan terima kasih kepada semua pihak dan pemegang taruh yang terlibat secara langsung mahupun tidak langsung atas kerjasama dan sumbangan sepanjang pelaksanaan kajian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tiada konflik kepentingan dalam kajian ini.

SUMBANGAN PENULIS

Mohammad Tahir, Fionna & Sitty Syafa: Konseptuasi, metodologi, pengumpulan data dan penulisan

Mohammad Tahir & Abdul Hair Bedu: Penyeliaan, pengesaha penulisan

KETERSEDIAAN DATA DAN BAHAN

Data kajian boleh diperoleh daripada penulis atas permintaan yang munasabah.

DEKLARASI GENERATIF AI PENGGUNAAN AI

Penulis menggunakan AI dalam membantu melakukan parafrasa dan penambahbaikan bahasa

PERNYATAAN ETIKA

Tidak berkenaan

RUJUKAN

- Adanu, S. K., Gbedemah, S. F., & Attah, M. K. (2020). Challenges of adopting sustainable technologies in e-waste management at Agbogbloshie, Ghana. *Heliyon*, 6(8), e04548. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04548>
- Ang, K. H. (2016). Pengenalan Rangkakerja Metodologi dalam Kajian Penyelidikan: Satu Kajian Komprehensif. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*, 1(4), 42–52.
- Chertow, M. (2012). The ecology of recycling. *UN Chronicle*, 46(4), 56–60. <https://doi.org/10.18356/bfab39dc-en>
- Davis, G., & Herat, S. (2008). Electronic waste: The local government perspective in Queensland, Australia. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(8–9). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.04.001>
- Dinggai, M. S., Mapa, M. T., & George, F. (2020). Persepsi Masyarakat Tempatan Terhadap Pengurusan E-sisa oleh Syarikat Swasta di Bandaraya Kota Kinabalu, Sabah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 5(10), 217–227. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v5i10.516>
- DOSM. (2022). *My Local Stats, Kota Kinabalu, Sabah*. Department of Statistic Malaysia. <https://newss.statistics.gov.my/newss-portalx/ep/epProductCatalogForm.seam?cid=64292>
- Hicks, C., Dietmar, R., & Eugster, M. (2005). The recycling and disposal of electrical and electronic waste in China - Legislative and market responses. *Environmental Impact Assessment Review*, 25(5 SPEC. ISS.) <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2005.04.007>
- Hutner, P., Thorenz, A., & Tuma, A. (2017). Waste prevention in communities: A comprehensive survey analyzing status quo, potentials, barriers and measures. *Journal of Cleaner Production*, 141, 837–851. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.156>
- Joseph, K. (2006). Stakeholder participation for sustainable waste management. *Habitat International*, 30(4), 863–871. <https://doi.org/10.1016/J.HABITATINT.2005.09.009>
- Keshav, P., Ruediger, K., Abhishek, K. A., Colin, F., Josh, L., Elisabeth, S., Rolf, W., & Xianlai, Z. (2019). *Future E-Waste Scenarios*. https://collections.unu.edu/eserv/UNU:7440/FUTURE_E_WASTE_SCENARIOS_UNU_190829_low_screen.pdf
- Kumar, A., Holuszko, M., & Espinosa, D. C. R. (2017). E-waste: An overview on generation, collection, legislation and recycling practices. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.01.018>
- Liu, T., Zhang, Q., Zheng, Z., Wu, S., & Weng, Z. (2022). Stakeholder Analysis of the Waste Electrical and Electronic Equipment Internet Recycling Industry. *Nt. J. Environ. Res. Public Health*, 19(16). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph191610003>
- Masud, M. H., Akram, W., Ahmed, A., Ananno, A. A., Mourshed, M., Hasan, M., & Joardder, M. U. H. (2019). Towards the effective E-waste management in Bangladesh: a review. In *Environmental Science and Pollution Research* (Vol. 26, 2). <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3626-2>
- Murthy, V., & Ramakrishna, S. (2022). A Review on Global E-Waste Management: Urban Mining towards a Sustainable Future and Circular Economy. *Sustainability (Switzerland)*, 14(2), 647. <https://doi.org/10.3390/su14020647>
- Nnorom, I. C., & Osibanjo, O. (2008). Electronic waste (e-waste): Material flows and management practices in Nigeria. In *Waste Management* (Vol. 28, Issue 8, pp. 1472–1479). <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.06.012>
- Nyeko, S. J., Mlay, S., Among, J., & Nyero, A. I. (2022). Towards a sustainable electronic waste management in Uganda: A stakeholder perspective. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 16(6), 238–251. <https://doi.org/10.5897/ajest2021.3088>
- Prasad, N. K., & Shachi, K. (2023). Ecological Principles. In *Ecological Principles*. B P International (a part of SCIENCEDOMAIN International) <https://doi.org/10.9734/bpi/mono/978-81-19217-43-4>
- Ramesh, M. V., Paramasivan, M., Akshay, P., & Jarin, T. (2023). A review on electric and electronic waste material management in 21st century. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.01.057>
- Rautela, R., Arya, S., Vishwakarma, S., Lee, J., Kim, K. H., & Kumar, S. (2021). E-waste management and its effects on the environment and human health. In *Science of the Total Environment* (Vol. 773). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145623>
- Saldaña-Durán, C. E., Bernache-Pérez, G., Ojeda-Benitez, S., & Cruz-Sotelo, S. E. (2020). 18 - Environmental pollution of E-waste: generation, collection, legislation, and recycling practices in Mexico. In M. N. V. Prasad, M. Vithanage, & A. Borthakur (Eds.), *Handbook of Electronic Waste Management* (pp. 421–442). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817030-4.00021-8>

- Supian, N. S., Shah, G. L., & Mohd Yusof, M. B. (2015). Current waste generation of E-waste and challenges in developing countries: An overview. *Malaysian Journal of Civil Engineering*, 27(1).
- Swati Kwatra, Suneel Pandey, S. S. (2014). Understanding public knowledge and awareness on e-waste in an urban setting in India : A case study for Delhi. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 25(6), 752–765.
<http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/MEQ-12-2013-0139>
- Tarawneh, A., & Saidan, Vanessa, F., Cornelis, P. B., Ruediger, K., & Garam, B. (2020). *Supporting Contributors: The Global E-waste Monitor 2020. Quantities, flows, and the circular economy potential*. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electronic-waste-\(e-waste\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electronic-waste-(e-waste))
- Zeng, X., Yang, C., Chiang, J. F., & Li, J. (2017). Innovating e-waste management: From macroscopic to microscopic scales. *Science of The Total Environment*, 575, 1–5.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09>