

Elemen Kitar Semula ke Arah Tapak Pelupusan Mapan di Malaysia: Satu Penelitian di Tapak Pelupusan Kayu Madang, Dewan Bandaraya Kota Kinabalu, Sabah

Recycle Element towards Sustainable Landfill in Malaysia: A Study in Kayu Madang Landfill, City Hall of Kota Kinabalu, Sabah

Mohammad Tahir Mapa*, Ubong Imang, Aliakbar Gulasan, Nordin Sakke, Abdul Hair Beddu Asis,
Kumpulan Penyelidik Tapak Pelupusan Mapan
Program Geografi, Fakulti Kemanusiaan, Seni dan Warisan,
Universiti Malaysia Sabah, Jalan UMS,
88400, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia.
*emel: herma@ums.edu.my

Received: 18 January 2017; Accepted: 3 February 2017; Published: 30 April 2017

Abstrak

Penggunaan teknologi dalam pengurusan sisa pepejal semakin berkembang terutamanya di negara-negara maju seperti Jepun dan Amerika Syarikat. Walau bagaimanapun, tidak semua negara mempunyai keupayaan untuk menggunakan kaedah moden dalam pelupusan sisa pepejal. Ini termasuklah di negara sedang membangun seperti Malaysia. Hal ini menyebabkan banyak tapak pelupusan terbuka (*open dumping*) wujud untuk menampung jumlah sisa yang semakin banyak. Kajian yang dijalankan di tapak pelupusan Kayu Madang, Kota Kinabalu ini adalah untuk mengenalpasti elemen pengurusan tapak pelupusan mapan yang terdapat di kawasan tersebut dan apakah sumbangan elemen tersebut dalam usaha mencapai tapak pelupusan mapan dan impak terhadap alam sekitar. Kajian ini menggunakan data yang dikutip melalui edaran borang soal selidik terhadap isirumah dan 'scavengers', temubual dengan pegawai utama Dewan Bandaraya Kota Kinabalu (DBKK) dan data sekunder daripada DBKK dan pusat pengumpul bahan kitar semula. Hasil kajian mendapati, elemen pengurusan sememangnya wujud di kawasan ini namun berada pada kadar yang sangat minimum. Ini merujuk kepada aktiviti kitar semula yang dilakukan oleh pelbagai pihak iaitu isirumah, pusat pengumpul dan 'scavengers'. Elemen ini perlu diperhebat untuk mewujudkan satu gabungan komponen pengurusan sisa yang boleh mencapai ke arah pengurusan tapak pelupusan mapan seterusnya dapat memajukan tempoh hayat tapak pelupusan.

Katakunci tapak pelupusan mapan, kitar semula, Penilaian Kitar Hayat (LCA)

Abstract

The usage of technology in solid waste management is growing, particularly in developed countries such as Japan and United States. However, not all countries have the capacity to apply modern methods of solid waste disposal. This includes developing nation such as Malaysia. This matter has led to the existence of more open landfill (open dumping) to accommodate the increasing number of waste. A study conducted at Kayu Madang landfill Kota Kinabalu is to identify the components of sustainable landfill management and the contribution of these elements in the effort to achieve the sustainable landfill and the impact to environment. Therefore, this study will utilize the collected data through questionnaire to household and scavengers, interviews with key officials at City Hall of Kota

Kinabalu (CHKK), secondary data from CHKK and recyclable center. The study found the element of sustainable landfill management exists in this area but on a very minimal level. This refers to the recycle activities which were done by many parties, namely household, collection center and scavengers. Efforts should be intensified in order to create a combination of waste management component that can attain towards sustainable landfill management and can prolong the lifespan of the landfill.

Keywords sustainable landfill management, recycling, Life Cycle Assessment (LCA)

PENGENALAN

Pengantungan kepada tapak pelupusan sebagai kaedah rawatan sisa pepejal sudah menjadi kaedah yang lazim digunakan bagi kebanyakan negara di Asia Tenggara. Kini, Malaysia mempunyai kira-kira 230 buah perkhidmatan tapak pelupusan di seluruh negara yang kebanyakannya sudah hampir (+80%) penggunaan (Agamuthu, 2001). Situasi ini dianggap sebagai agak kritikal kerana sebahagian besar sudah tidak mampu menerima sejumlah sisa. Oleh sebab itu untuk mengurangkan bebanan yang berlebihan kepada tapak pelupusan, melalui Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan, kerajaan cuba mengatasi masalah yang membelenggu pihak pengurusan dengan mengadakan program kitar semula (Mapa, 2008). Dalam Bab 6 Rancangan Malaysia Kesepuluh (RMK-10), dengan tema mewujudkan persekitaran ke arah meningkatkan kualiti hidup, secara jelas menyebut mengenai penstrukturan semula pengurusan sisa pepejal dengan menerapkan elemen pengurusan sisa pepejal mapan (Kerajaan Malaysia, 2010). Pada masa kini, di Malaysia terdapat 7 daripada 289 tapak pelupusan adalah jenis sanitari yang dikategorikan sebagai mesra alam manakala selebihnya adalah tapak pelupusan terbuka. Jumlah ini menunjukkan kurang daripada 2.5 peratus tapak pelupusan sisa di Malaysia yang diurus secara sistematik (Bernama, 2010). Oleh itu, kajian pengurusan tapak pelupusan mapan dapat menjadi “model” atau memberi pendekatan baru dalam pengurusan tapak pelupusan di negara ini. Kajian ini sangat penting untuk menghasilkan satu model pengurangan jumlah sisa di tapak pelupusan melalui kaedah kitar semula yang melibatkan tiga komponen utama iaitu isirumah, pihak swasta dan ‘scavengers’. Kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti komposisi sisa yang dikitar semula oleh tiga komponen yang diketengahkan iaitu isirumah, pusat pengumpul dan ‘scavengers’ di tapak pelupusan. Selain itu, kajian ini bertujuan untuk menentukan sumbangan kitar semula dalam kalangan isirumah, pusat pengumpul dan ‘scavengers’ dalam mengurangkan jumlah sisa di tapak pelupusan dan menilai kesan amalan kitar semula terhadap alam sekitar dan manusia melalui analisis penilaian kitar hayat (LCA) .

KONSEP PENGURUSAN TAPAK PELUPUSAN MAPAN DAN KEPENTINGAN KITAR SEMULA: SATU TINJAUAN LITERATUR

Allen et al. (2001) mendefinisikan konsep mapan dalam pengurusan tapak pelupusan sampah sebagai pembuangan sampah secara selamat di mana bahan organik akan terdegradasi dalam tempoh singkat serta berada dalam keadaan stabil dengan kos operasi yang rendah serta kesan kemusnahan yang minimum kepada alam sekitar. Huber-Humer et al. (2010) pula menyatakan tapak pelupusan mapan adalah tapak pelupusan dengan sisa buangan mencapai tahap stabil iaitu kadar proses pereputan adalah rendah dan kadar gas yang dibebaskan pada tahap di bawah garis penerimaan alam sekitar atau boleh dikawal dengan mudah, berkesan dan secara semula jadi. Ini kerana ramai pengkaji telah berusaha untuk memberikan beberapa definisi tapak pelupusan mengikut bidang masing-masing.

Menurut Allen et al. (2001) juga mencadangkan pengurusan tapak pelupusan mapan perlu merangkumi pengurangan penghasilan sisa, sumber sisa, kitar semula dan penggunaan semula, rawatan awal untuk mengurangkan kuantiti, pelupusan sisa di tapak pelupusan dan rawatan lanjut untuk pemulihan tapak pelupusan selepas penutupan. Menurut Visvanathan et al. (2003) kriteria pertama yang

perlu ada dalam pengurusan tapak pelupusan mapan adalah pemuliharaan tapak pelupusan. Pemuliharaan ini dilaksanakan dengan memanfaatkan sumber yang terdapat di kawasan tapak seperti sumber tenaga haba, kitar semula dan penggunaan semula bahan logam, plastik dan kaca, baja kompos untuk pertanian dan sebagai bahan penutup untuk permukaan tapak pelupusan.

Menyedari tentang manfaat kitar semula terhadap pengurusan sisa dan pengurusan tapak pelupusan, beberapa Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) di negara maju telah serius mempraktikkan amalan ini untuk mengurangkan masalah lain yang wujud akibat pertambahan jumlah sisa (Lakhan, 2014). Contohnya, Kementerian Alam Sekitar Ontario, Kanada telah mensasarkan kadar kitar semula pada tahun 2011 mencapai 70 peratus di kawasan perumahan. Manakala Jabatan Perlindungan Alam Sekitar Florida (FDEP) pula mensasarkan 73 peratus pencapaian kitar semula (FDEP, 2010). Program ini dijadikan sebagai asas kepada pembangunan mapan di Ontario yang mana menggariskan kerjasama yang erat antara pihak PBT dengan orang awam (Waste Diversion Ontario, 2012). Kesan daripada program kitar semula ini telah berjaya mengurangkan jumlah sisa yang dilupuskan di tapak pelupusan seterusnya mengurangkan risiko alam sekitar (pelepasan gas rumah hijau dan pemanasan global), ekonomi dan sosial (Jamelske & Kipperberg, 2006).

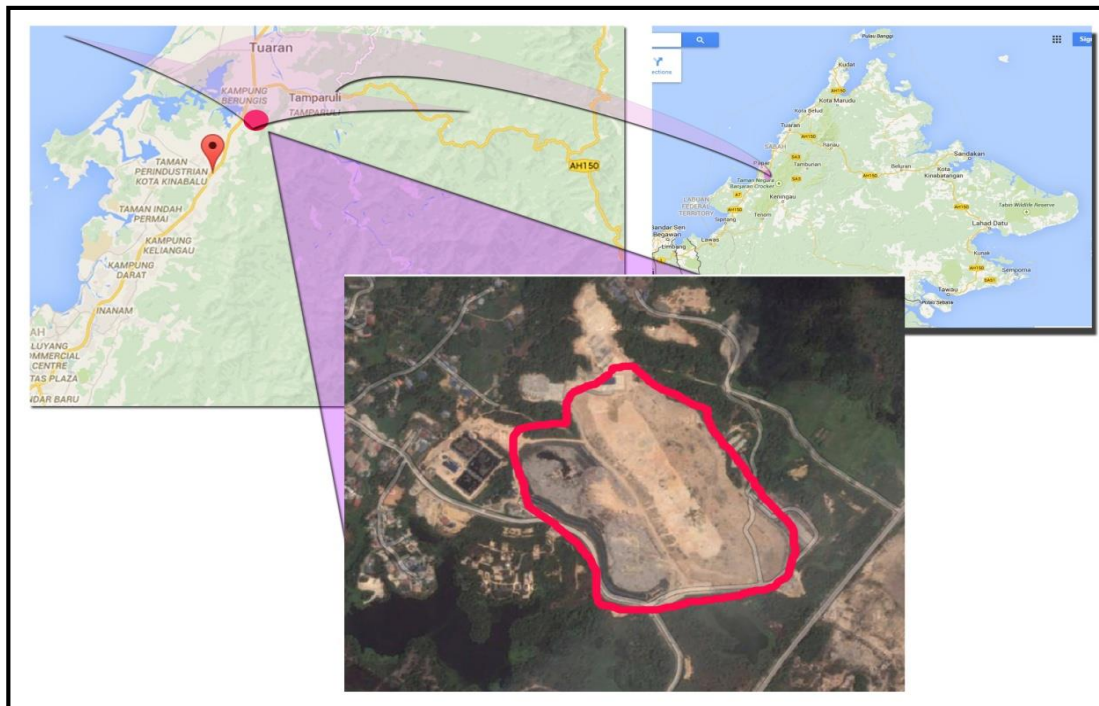
Kitar semula telah memberikan banyak manfaat khususnya meminimumkan pembaziran dan memulihara sumber semula jadi. Oleh itu, kitar semula menjadi pilihan yang utama untuk menjaga alam sekitar (Kollmuss & Agyeman, 2002). Walaupun demikian, penglibatan masyarakat terhadap aktiviti kitar semula ini masih kurang dan memerlukan medium untuk merangsang penduduk melibatkan diri dalam aktiviti ini. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi individu untuk melibatkan diri dalam aktiviti kitar semula seperti kesedaran peri pentingnya kitar semula, pengetahuan tentang alam sekitar, kerisauan tentang alam sekitar, faktor kawasan kediaman, tekanan sosial, undang-undang, kempen, dan sikap terhadap alam sekitar (Davies et al., 2002; Barr et al., 2003; Tonglet et al., 2004). Manakala Crociata et al. (2015) pula menyatakan faktor budaya turut mempengaruhi penglibatan isi rumah terhadap program kitar semula. Kajian ini mendapati terdapat hubungan yang signifikan antara penyertaan budaya dengan penglibatan dalam kitar semula. Masyarakat yang aktif dalam program kebudayaan memberikan respons yang baik dalam kitar semula.

KAWASAN DAN METODOLOGI KAJIAN

Dalam kajian ini, tapak pelupusan sampah Kayu Madang Dewan Bandaraya Kota Kinabalu (DBKK) telah dipilih sebagai kawasan kajian. Kawasan ini dipilih berdasarkan peranan yang perlu dimainkan terutama dalam menampung sisa dari beberapa kawasan bandar utama dan beberapa daerah kecil di sekitar pantai barat Sabah. Lokasi tapak pelupusan Kayu Madang ialah di kedudukan N 06.10753°, E 116.17545° iaitu terletak berhampiran dengan Kampung Lapasan, Telipok. Kawasan ini mempunyai keluasan kira-kira 8.9 hektar atau 22 ekar. Tapak ini mula beroperasi pada tahun 1997 dan dijangka mampu bertahan sehingga tahun 2015. Sehingga kini, tapak pelupusan tersebut masih beroperasi memandangkan masih tidak terdapat kawasan baru yang dibina oleh pihak kerajaan negeri. Tapak pelupusan ini menggantikan kawasan tapak pelupusan lama yang terletak di Lok Kawi yang telah tamat tempoh pada tahun 1996. Di tapak pelupusan Kayu Madang hampir semua jenis sampah dari Bandaraya Kota Kinabalu, Penampang, Tuaran, dan Kota Belud sisa di lupus kecuali sisa berjadual dan berbahaya (Environment Conservation Development (ECD), 2002).

Seramai 687 orang responden isi rumah telah mengisi borang soal selidik di lima buah PBT yang terlibat. Tapak pelupusan Kayu Madang dibina untuk menampung jumlah sisa di kawasan Pantai Barat (Utara) Sabah yang meliputi Dewan Bandaraya Kota Kinabalu (DBKK), Majlis Daerah Tuaran (MDT), Majlis Daerah Kota Belud (MDKB), Majlis Daerah Penampang (MDPG) dan Majlis Daerah Putatan (MDPT). Anggaran jumlah keseluruhan isi rumah di DBKK adalah seramai 452058 isi rumah, MDT

seramai 102411 isi rumah, MDKB seramai 91272 isi umah, MDPG seramai 121,934 isi rumah dan MDPT seramai 54733 isi rumah (Jabatan Perangkaan Malaysia, 2010).



Rajah 1 Kedudukan tapak pelupusan kayu Madang, Telipok

Dua pendekatan telah digunakan dalam kajian ini iaitu pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperolehi melalui temu bual dan data kuantitatif diperolehi melalui soal selidik dan data sekunder daripada DBKK. Antara kaedah pengumpulan data yang digunakan adalah melalui kaedah soal selidik, temu bual dan kutipan data sekunder. Penggunaan borang soal selidik bertujuan untuk mendapatkan data penglibatan responden isi rumah terhadap kitar semula. Pemilihan sampel soal selidik adalah secara rawak bersistematik. Responden dipilih bagi setiap sepuluh rumah. Kaedah pensampelan ini digunakan kerana semua isi rumah telah mengetahui tentang kitar semula dan kepentingannya melalui kempen melalui televisyen, media cetak dan elektronik. Selain dari itu borang soal selidik juga digunakan untuk mendapatkan maklumat penglibatan 'scavengers' dalam aktiviti kitar semula di kawasan tapak pelupusan. Pensampelan tidak digunakan kerana populasi scavengers' hanya seramai 35 orang. Oleh itu keseluruhan responden telah mengisi borang soal selidik. Kaedah temu bual pula dijalankan terhadap pegawai DBKK dan pegawai pusat pengumpul bahan boleh kitar. Temu bual terhadap pegawai DBKK bertujuan untuk memperoleh maklumat amalan pengurusan tapak pelupusan yang dijalankan pada masa kini. Kutipan data sekunder yang diperlukan adalah data jumlah dan berat sisa dari unit penimbang sampah di Tapak Pelupusan Kayu Madang DBKK, data jumlah sisa yang dikumpulkan oleh pusat pengumpul bahan boleh kitar dan data jenis komposisi juga diperolehi melalui laporan Kajian *Sabah Urban Development Plan* (SUDP). Kaedah analisis penilaian kitar hayat (LCA) juga digunakan untuk mengenal pasti jumlah penjimatan tenaga dan gas rumah hijau.

DAPATAN KAJIAN

Komposisi Sisa Tapak Pelupusan Kayu Madang

Komposisi sisa yang dikenal pasti di tapak pelupusan Kayu Madang adalah berdasarkan laporan *Sabah Urban Development Plan* (SUDP) (2000). Selain itu data komposisi ditambah dan diperkuat daripada soal selidik isi rumah dan hasil kutipan dari 'scavengers' yang giat di tapak pelupusan. Manakala jumlah berat komposisi sisa di tapak pelupusan diperoleh daripada data timbangan di tapak pelupusan.

Jadual 1 menunjukkan terdapat lapan jenis komposisi sisa yang dibuang di tapak pelupusan Kayu Madang yang terdiri daripada kertas termasuk (kertas hitam putih dan warna, majalah dan surat khabar), kotak, plastik (botol plastik plastik beg, plastik pasar raya, plastik pet dan bukan pet), besi termasuk besi bateri kenderaan, aluminium (tin susu, tin makanan dan minuman), kaca, getah (tayar dan semua unsur getah) dan sisa makanan. Purata sampah yang dibuang di tapak pelupusan Kayu Madang adalah 130203.29 tan/bulan.

Jadual 1 Jenis komposisi sisa di tapak pelupusan kayu Madang

Bil	Komposisi sisa	Peratus (%)	Jumlah (tan)
1	Kertas: kertas hitam putih dan warna, majalah dan surat khabar	21	2734.27
2	Kotak	4.7	611.96
3	Plastik: botol plastik, plastik beg, plastik pasar raya, plastik pet dan bukan pet	18.4	2395.74
4	Besi / logam/ tembaga : termasuk bateri kenderaan	4.1	533.83
5	Aluminium: tin susu, tin makanan dan minuman		
6	Kaca	3.4	442.69
7	Getah: tayar dan semua unsur getah	3.4	442.69
8	Sisa makanan	45	5859.15
	Jumlah	100	13020.29

Kitar Semula Isi Rumah

Kajian ini melihat peranan dan penglibatan masyarakat di setiap PBT yang menghantar sisa buangan ke tapak pelupusan Kayu Madang. Seramai 687 orang responden yang berjaya ditemu bual yang mewakili setiap bahagian PBT yang terlibat. Seramai 488 responden yang terlibat dalam aktiviti kitar semula dan selebihnya masih tidak terlibat. Sampel dibahagikan kepada tiga kategori jenis perumahan iaitu rumah kos rendah (rumah kampung, kuarters dan flat), kos sederhana (teres) dan kos tinggi (banglo, semi-D dan apartment).

Berdasarkan Jadual 2 mendapati purata kitar semula untuk 287 isi rumah dalam sebulan di kawasan DBKK adalah sebanyak 29.21kg sebulan bagi setiap isi rumah. Manakala purata kitar semula 100 isi rumah MDKB adalah sebanyak 9.5kg sebulan. Purata 100 orang isi rumah di MDPT pula sebanyak 7.4kg sebulan diikuti MDPG dan MPT sebanyak 1.2 kg sebulan dan 2.5 kg sebulan untuk 100 sampel responden.

Jadual 2 Komposisi dan jumlah sisa (kg/bulan) yang dikumpulkan oleh isi rumah

PBT	DBKK	MDKB	MDPT	MDPG	MDT	JUMLAH	%
Surat	2677	296	305	27	83	3388	32.16
Khabar							
Kertas	936.5	16	25	8	32.5	1288	12.23
Kotak	867	24	29	-	7.3	927.3	8.80
Plastik	367	104	74	13	26.6	584.6	5.54
Aluminium	2980	336	185	46	49.5	3596.5	34.14
Logam	62	108	137	13	29.5	374.5	3.55
Kaca	120	76	24	13	23	256	2.43
Sisa Makanan	80	40	-	-	-	120	1.14
Jumlah	8384.5	1000	779	120	251.4	10534.9	100
Peratus	79.6	9.5	7.4	1.1	2.4	100	
Purata (kg/bulan)	29.21	10	7.79	1.2	2.5		

Oleh itu, purata kitar semula bagi 76088 isi rumah DBKK adalah sebanyak 2222530.48 kg/bulan. Jumlah kitar semula ini menyumbang 12.66 peratus pengurangan sisa di tapak pelupusan. Manakala purata kitar semula bagi 14924 isi rumah di MDKB pula sebanyak 149240 kg/bulan, dengan jumlah sumbangan pengurangan sisa sebanyak 0.85 peratus sebulan. Purata kitar semula 11269 isi rumah MDPT adalah sebanyak 87785.51 kg/bulan dengan jumlah sumbangan pengurangan sisa di tapak pelupusan sebanyak 0.5 peratus/bulan. Seterusnya isi rumah MDPG berupaya mengitar semula sebanyak 33688.8 kg/bulan dengan jumlah isi rumah 28074. Jumlah pengurangan berjaya disumbangkan sebanyak 0.19 peratus/bulan. Purata kitar semula bagi 21012 isi rumah di MDT adalah sebanyak 52824.17 kg/bulan dengan jumlah sumbangan pengurangan sisa di tapak pelupusan sebanyak 0.3 peratus/bulan.

Kitar Semula Pusat Pengumpul Bahan Boleh Kitar

Setiap pengurus di pusat pengumpul bahan kitar semula di temu bual untuk mendapatkan data dan maklumat pengendalian bahan kitar semula di syarikat masing-masing. Selain itu data sekunder jumlah dan jenis bahan boleh kitar yang dikumpulkan oleh syarikat tersebut. Antara bahan yang dikumpulkan oleh kesepuluh syarikat yang ditemui adalah jenis logam seperti besi dan aluminium, tembaga dan bateri kenderaan, kertas, plastik, kotak dan lain-lain. Berdasarkan kepada Jadual 3 mendapati hanya terdapat tiga syarikat yang mengumpul bahan sisa kertas iaitu Pusat Kitar Semula Enterprise, Smart Recycle dan GNC Recycle dan bahan plastik pula dikumpulkan oleh tujuh syarikat seperti dalam jadual. Sisa kotak didapati tidak dikumpulkan oleh syarikat di kawasan DBKK dan hanya dua syarikat yang berminat untuk mengumpul sisa ini iaitu Syarikat Kitar Semula Kota Belud dan syarikat GNC cawangan Putatan.

Jadual 3 menunjukkan jumlah bahan terkumpul dalam tan bagi setiap bulan di 10 pusat pengumpulan. Berdasarkan jadual tersebut, dapat dikenal pasti bahawa jumlah bahan terkumpul adalah berbeza-beza mengikut syarikat. Jumlah bahan boleh kitar yang mampu dikumpulkan oleh kesemua syarikat dalam masa sebulan adalah sebanyak 1987.42 tan/bulan. Jumlah ini telah menyumbang kepada pengurangan jumlah bahan sisa sebanyak 11.32 peratus/bulan daripada jumlah sepatutnya dilupuskan di tapak pelupusan. Pengurangan jumlah bahan sisa sekitar 21.2 peratus dapat menjimatkan 1054219 m³ ruang di tapak pelupusan sampah (Batool et al., 2007). Pusat pengumpul bahan kitar semula di kawasan DBKK telah mengumpul sebanyak 416900kg/bulan, pusat pengumpul bahan kitar semula MBKB pula berjaya

mengumpul sebanyak 21.89kg/bulan dan pusat pengumpul bahan kitar semula MDPT telah mengumpul sebanyak 1570500kg/bulan.

Antara masalah utama yang dihadapi dalam mengumpulkan bahan boleh kitar adalah masalah pasaran dan harga yang tidak stabil. Potensi peranan syarikat swasta dalam menjayakan program kitar semula adalah tinggi. Oleh itu pelaksanaannya haruslah mengambil kira semua aspek. Faktor kesedaran masyarakat terhadap isu alam sekitar dan kitar semula yang berada di urutan ke-enam setelah isu alam sekitar yang lainnya menyebabkan kegagalan program kitar semula dan kurangnya keprihatinan masyarakat khususnya isi rumah terhadap isu pengurusan sisa (Ali et al., 2012). Hal ini disokong oleh Wahida et al. (2004) yang turut menyatakan penglibatan individu dalam aktiviti pemeliharaan alam sekitar masih di peringkat rendah.

Jadual 3 Jenis komposisi sisa dikumpulkan oleh syarikat pengumpul

PBT	Syarikat Pengumpul	Besi	Kertas	Plastik	Aluminium	Tembaga	Kotak	Bateri Kenderaan	Lain-lain
DBKK	Multihope Enterprise Sdn. Bhd.	√			√	√		√	
	Kitar semula Enterprise	√	√	√	√	√		√	
	Prize Recycle	√		√	√	√		√	
	Metal Reclamation Industri	√			√	√		√	
	Smart Recycle	√	√	√	√	√		√	
	GNC Recycle Sdn. Bhd.	√	√	√	√	√		√	
	Yun Fat Scrap Metal	√			√	√		√	
MDKB	Dragon Pavilion	√		√	√				
	Pusat Kitar Semula Kota Belud		√	√			√		√
MDPT	GNC Recycle Sdn. Bhd Putatan	√	√	√	√		√		
Jumlah		344	72.1	43.902	21.81	1.81	1500.002	3.8	0.0035

Kitar Semula ‘Scavengers’

Maklumat tentang sumbangan kitar semula ‘scavengers’ diperoleh melalui borang soal selidik kepada semua ‘scavengers’ yang ada pada kajian dilakukan. Kajian ini mendapati terdapat tiga peranan utama yang dimainkan oleh ‘scavengers’ dalam menjalankan aktiviti ini. Antara peranan yang dikenal pasti adalah peranan dalam membantu pihak DBKK dalam mengutip bahan kitar semula di tapak pelupusan. Selain itu, aktiviti yang dijalankan oleh kumpulan ini dapat membantu dalam penjagaan alam sekitar seterusnya mampu untuk menjana pendapatan keluarga dan sektor industri pengumpulan barang kitar semula.

Keupayaan ‘scavengers’ ini mengasingkan jenis sampah dan mengumpul sebanyak 16167 kg/hari dapat mengurangkan jumlah bahan sisa yang akan ditimbus di tapak pelupusan. Selain mengasingkan bahan boleh kitar semula, ‘scavengers’ ini juga secara tidak langsung telah mengasingkan bahan pepejal dan bahan organik. Jadual 4 menunjukkan jenis bahan kitar semula yang dikumpulkan oleh ‘scavengers’. Berdasarkan dapatan dalam jadual menunjukkan sumbangan ‘scavengers’ dalam mengurangkan jumlah sisa di tapak pelupusan adalah sebanyak 3.72 peratus sebulan. Jumlah ini sangat penting untuk memastikan ruang sisa di tapak pelupusan sentiasa ada untuk sisa-sisa yang benar-benar patut dilupuskan.

Jadual 4 Jenis bahan kitar semula yang dikumpulkan oleh ‘scavengers’

Bahan	Berat Bahan (tan/ bulan)
Kertas	45
Plastik termasuk botol plastik	40
Besi	340
Aluminium	25
Bekas tin	35
Jumlah	485

Besi merupakan bahan yang paling banyak dikumpulkan berdasarkan berat besi tersebut iaitu sebanyak 340 tan sebulan. Namun dari segi kuantiti, botol plastik kelihatan lebih banyak dikumpulkan oleh komuniti ini dengan berat botol plastik sebanyak 40 tan sebulan. Bahan kertas adalah jenis komposisi yang kedua banyak dikumpulkan oleh 'scavengers' dengan jumlah kutipan sebanyak 45 tan sebulan. Seterusnya adalah aluminium dengan jumlah berat sebanyak 25 tan sebulan. Bahan paling sedikit dikumpulkan adalah bekas tin iaitu sebanyak 35 tan sebulan. Kelima-lima jenis bahan kitar semula ini dipilih berdasarkan nilai pasaran bahan tersebut. Harga aluminium adalah sangat tinggi berbanding bahan lain iaitu sebanyak RM 3.20 sekilogram.

Dapatan Penilaian Kitar Hayat (LCA) di Kawasan Kajian

Analisis LCA di kawasan kajian hanya menumpukan bahan boleh kitar seperti kertas, plastik, logam dan kaca. Bahan sisa ini dijadikan sampel analisis kerana bahan ini merupakan bahan sisa utama yang dikumpulkan di tiga kawasan kajian. Analisis terhadap jumlah tenaga dan gas bagi setiap bahan tersebut dihitung untuk memperoleh jumlah sebenar bahan, tenaga dan gas yang digunakan semasa proses pembuatan produk yang sama dengan menggunakan produk berasaskan bahan kitar semula. Perbandingan di antara dua kaedah penghasilan produk ini berupaya memperlihatkan sumbangan kitar semula dalam penghasilan produk baru berasaskan bahan kitar semula bukan sahaja membantu dalam mengurangkan jumlah bahan mentah yang digunakan malah menyumbang kepada pengurangan jumlah bahan gas tercemar ke udara.

Jumlah tenaga utama yang digunakan dalam penghasilan surat khabar, kaca, plastik dan logam menggunakan 100 peratus bahan kitar semula adalah lebih rendah (Jadual 5) berbanding pembuatan produk menggunakan bahan 100 peratus sumber asli. Perbezaan jumlah penjimatan dilihat sangat tinggi seperti dalam Jadual 5. Jumlah pembebasan udara karbon dioksida, methana dan nitrogen dioksida juga adalah rendah.

Aktiviti kitar semula yang dijalankan bukan sahaja mengurangkan jumlah sampah yang dilupuskan di tapak pelupusan malah dapat mengurangkan pelepasan gas melalui pengurangan jumlah tenaga yang digunakan semasa pembuatan bahan dari sumber sekunder berbanding sumber primer. Setiap bahan yang berbeza akan menggunakan jumlah tenaga yang berbeza semasa proses pembuatan produk tersebut. Contohnya penjimatan tenaga daripada penggunaan bahan kitar semula plastik adalah lebih banyak daripada bahan kitar kertas dan kaca (Mapa, 2008). Oleh itu program kitar semula boleh dijadikan sebagai kaedah terbaik dalam penjimatan penggunaan tenaga pada masa akan datang (Jadual 5).

Jadual 5 Penjimatan tenaga dan pembebasan gas dari bahan kitar semula kertas dan kotak (tan)

Bahan	Penggunaan Tenaga (GJ)	Penjimatan (tan)	Pembebasan Udara (g)		
			CO2	CH4	N2O
Kertas	14.4	8.3	-199000	-475	-11.07
Kaca	5.8	3.8	88600	60	0.46
Plastik	25.4	15.42	706675	-	-51.1
Logam	20	13.5	1880000	8880	5.05

Secara umumnya, semakin banyak bahan sisa yang dikitar semula, semakin rendah tenaga yang digunakan dalam penghasilan produk baru. Hal ini dibuktikan melalui dapatan kajian ini yang menunjukkan jumlah bahan tenaga yang digunakan bagi setiap produk yang dihasilkan menggunakan tenaga bahan mentah adalah berbeza dengan tenaga dari bahan kitar semula. Purata keseluruhan kotak/kertas, plastik, kaca dan logam yang dihasilkan oleh masyarakat di sekitar Kota Kinabalu adalah masing-masing sebanyak 3248.46 tan/bulan, 1505.35 tan/bulan, 289.43 tan/bulan dan 1573.68 tan/bulan. Jumlah ini dianggarkan adalah purata penggunaan bahan oleh masyarakat di sekitar Kota Kinabalu pada setiap bulan. Oleh itu, untuk menghasilkan sejumlah bahan yang sama bagi permintaan penggunaan bahan tersebut, memerlukan sebanyak 190685.24 GJ tenaga daripada sumber asli (bahan mentah). Namun demikian, sekiranya jumlah bahan itu dihasilkan melalui sumber bahan kitar semula, maka jumlah tenaga yang diperlukan hanya sekitar 118166Gj sahaja. Hal ini menunjukkan bahawa, sebanyak 72519Gj tenaga dapat dijimatkan untuk menghasilkan produk yang sama (Jadual 6).

Jadual 6 Penjimatan tenaga dalam menggunakan bahan kitar semula di kawasan DBKK

Bahan	Tenaga dari bahan mentah (GJ)	Tenaga dari bahan kitar semula (GJ)	Jumlah penjimatan tenaga (GJ)
Kertas dan Kotak	73740.04	46777.82	26962.22
Kaca	61448.39	38235.89	23212.5
Plastik	2778.528	1678.694	1099.834
Logam	52718.28	31473.6	21244.68
Jumlah	190685.24	118166	72519

Selain tenaga yang digunakan, jumlah gas yang dibebaskan untuk menghasilkan produk dengan menggunakan bahan kitar semula adalah turut berkurang. Jumlah penjimatan gas yang dibebaskan semasa proses menghasilkan 3248.46 tan kertas/kotak menggunakan bahan kitar semula adalah sebanyak -5365481382g CO₂, -12807053.6g CH₄, dan -298472g N₂O. Manakala untuk menghasilkan 289.43 tan kaca, jumlah penjimatan gas yang dibebaskan adalah sebanyak 2056627234g CO₂ dan 1392749.82g CH₄ dan 10677.75g N₂O. Jumlah penjimatan gas untuk menghasilkan 1505.35 tan plastik adalah sebanyak 1877059192g CO₂ dan -56201.5g N₂O. Penjimatan gas untuk menghasilkan 1573.68 tan logam adalah sebanyak 39939998400g CO₂, 188652758.4g CH₄ dan 107285.6g N₂O (Jadual 7).

Jadual 7 Jumlah penjimatan gas yang dibebaskan daripada pembuatan dari bahan kitar semula

Pembebasan gas (g)	CO₂ (g)	CH₄ (g)	N₂O (g)
Kertas dan Kotak	-5365481382	-12807053.6	-298472
Kaca	2056627234	1392749.82	10677.75
Plastik	1877059192	-	-56201.5
Logam	39939998400	188652758.4	107285.6

Secara umumnya, pengurangan pembebasan gas tapak pelupusan sangat bergantung kepada jumlah bahan terbiodegradasi seperti kotak/kertas dan bahan organik yang dibuang ke tapak pelupusan. Sisa terbiodegradasi ini akan mudah mereput dan semasa proses pereputan, beberapa jenis gas akan terbebas di ruang atmosfera. Antara jenis gas yang dibebaskan semasa proses pereputan di tapak pelupusan adalah gas metana (CH₄), gas karbon dioksida (CO₂), gas oksigen (O) dan gas nitrogen (N). Setiap bulan sejumlah besar gas-gas ini dibebaskan di permukaan tapak pelupusan tanpa usaha mengumpulkan gas ini untuk dijadikan bahan gantikan dalam proses pembakaran seperti penjanaan elektrik. Jadual 8 menunjukkan jumlah gas yang dibebaskan di setiap tapak pelupusan pada setiap bulan.

Jadual 8 Jumlah pelepasan gas daripada aktiviti pereputan di tapak pelupusan (tan/tahun) tapak pelupusan DBKK

Pembebasan gas (Nm³/tan)	CH₄	CO₂	O	N
Kertas dan Kotak	251196	209805.75	2378.75	9515
Bahan Organik	450127.26	375958.56	4262.57	17050.28
Jumlah	701323.26	585764.31	6641.32	26565.28

Berdasarkan kepada dapatan kajian, tapak pelupusan Kayu Madang Kota Kinabalu berupaya menghasilkan 701323.26Nm³/tan gas metana, 585764.31 Nm³/tan gas karbon diaoksida, 6641.32Nm³/tan gas oksigen dan 26565.28Nm³/tan gas nitrogen.

PERBINCANGAN

Kajian pengurusan tapak pelupusan merupakan bidang kajian yang sudah biasa dilakukan di negara-negara maju, membangun dan mundur. Negara Malaysia tidak terkecuali memandangkan bidang pengurusan tapak pelupusan ini merupakan isu yang kritikal. Namun demikian, dalam konteks negeri Sabah, kajian terhadap tapak pelupusan masih kurang dijalankan. Oleh itu kajian ini telah dilakukan untuk mengetengahkan perspektif yang baru dalam pengurusan tapak pelupusan di Sabah khususnya di kawasan kajian kes utama iaitu tapak pelupusan Kayu Madang Telipok, Kota Kinabalu. Secara keseluruhan, kajian ini mendapati terdapat lapan jenis komposisi sisa yang dihasilkan di tapak pelupusan tersebut. Elemen pengurusan tapak pelupusan wujud di kawasan ini namun tidak dijadikan elemen utama dalam pengurusan tapak pelupusan. Hasil secara umum mendapati, kelestarian tapak pelupusan dinilai sejauh mana amalan kitar semula yang dijalankan di kawasan tersebut dan mampu untuk mengurangkan jumlah sisa yang dilupuskan di tapak pelupusan. Pengurangan jumlah sisa yang dilupuskan di tapak pelupusan akan memanjangkan lagi jangka hayat tapak pelupusan.

Peranan dan sumbangan isi rumah, pusat pengumpul bahan boleh kitar dan komuniti ‘scavengers’ adalah sangat penting khususnya dalam pengasingan bahan kitar semula di peringkat awal pembuangan sisa hingga ke tapak pelupusan. Sumbangan kitar semula isi rumah adalah berbeza-beza mengikut kawasan PBT. Sumbangan isi rumah kawasan DBKK, MDPG, MDT,MDKB dan MDPT adalah sebanyak 14.5 peratus. Sumbangan isi rumah adalah yang tertinggi di kawasan ini berbanding pusat pengumpul yang hanya 11.32 peratus dan sumbangan ‘scavengers’ sebanyak 3.72 peratus. Sumbangan ‘scavengers’ dalam mengurangkan jumlah sisa di tapak pelupusan turut dinyatakan oleh Nur Dyah et al. (2010) yang mendapati keupayaan ‘scavengers’ mengutip 390-800 kg/orang setiap bulan atau 132600-27100 tan/bulan.

Tiga elemen yang wujud di kawasan kajian telah menyumbang kepada pengurangan jumlah sisa di tapak pelupusan. Walaupun tiga elemen ini telah lama wujud dan terdapat di semua negara, namun aspek nilai peratus sumbangan perlu dititikberatkan memandangkan peratusan sumbangan yang tinggi mampu untuk mengurangkan jumlah sisa di tapak pelupusan seterusnya menggambarkan masa depan tapak pelupusan. Dapatan kajian ini telah memperkuat lagi kajian yang dilakukan oleh Mohd Rafi (2010) yang menyatakan bahawa kitar semula adalah salah satu aktiviti yang menyumbang kepada pembangunan mapan. Kajian ini lebih melihat peratus sumbangan bagi setiap elemen yang wujud dan melihat faktor yang boleh mendorong kepada peningkatan jumlah peratusan tertinggi yang perlu dicapai bagi setiap elemen. Peratusan sumbangan kitar semula ini penting untuk membuat jangkaan tempoh hayat tapak pelupusan. Gabungan ketiga-tiga elemen dalam kajian ini adalah perlu dimuatkan dalam sistem pengurusan tapak pelupusan yang lebih mapan.

Analisis LCA yang digunakan dalam kajian ini telah menunjukkan bahawa tapak pelupusan di negeri Sabah mempunyai sumber yang boleh diperbaharui khususnya terhadap bahan sisa yang boleh di kitar. Selain itu, keupayaan penilaian ini dalam menganggarkan jumlah pengurangan gas rumah hijau dan potensi pemanasan global dapat memandu PBT dalam merangka pelan tindakan untuk melestarikan

pengurusan tapak pelupusan di Sabah. Penerokaan terhadap sumber asli dalam penghasilan produk seperti kertas, tin, plastik dan kaca dapat dikurangkan sekiranya sumber dari tapak pelupusan diguna semula. Selain itu, fungsi tapak pelupusan yang telah ditutup dalam jangka panjang berpotensi menjadi sumber bahan bakar dan penjana elektrik. Jumlah bahan organik yang dilupuskan di tapak pelupusan mencapai 80 hingga 90 peratus. Potensi untuk menjalankan aktiviti pengkomposan juga adalah baik untuk mengurangkan lagi jumlah sisa di tapak pelupusan. Namun dalam kajian ini tidak menemukan mana-mana PBT yang menjalankan pengkomposan secara giat. Namun DBKK telah membuat percubaan untuk melakukan pengkomposan bahan organik. Hasil daripada percubaan masih dalam kajian.

Kitar semula dalam pengurusan tapak pelupusan mapan bukan sahaja dapat mewujudkan persekitaran yang lebih sihat, mengurangkan pencemaran, penjimatan kos, penjimatan sumber dan mengurangkan penerokaan sumber asli dalam penghasilan produk (Sakawi et al., 2008) tetapi juga dapat menyelamatkan daripada penerokaan tanah baru untuk membina tapak pelupusan yang baru (Mohd. Rafi 2010). Kajian ini juga telah mendapati setiap pengurangan sisa sebanyak 480 tan sebulan akan memanjangkan tempoh hayat tapak pelupusan sebanyak 1 tahun.

Kajian ini mendapati bahawa, pengurusan tapak pelupusan mapan boleh dicapai dengan wujudnya lima elemen utama dalam pengurusan iaitu peranan PBT, penglibatan masyarakat awam, penglibatan pusat pengumpul bahan boleh kitar, sumbangan 'scavengers' di tapak pelupusan dan luar tapak pelupusan dan aktiviti pengkomposan. Kelima-lima elemen ini perlu ada dalam pengurusan tapak pelupusan mapan. Setiap elemen ini perlu menyumbang sebanyak 20 peratus pengurangan bahan sisa yang dibuang di tapak pelupusan. Pengurangan 20 peratus jumlah bahan sisa bagi empat elemen bererti sebanyak 80 peratus daripada bahan sisa yang dibuang telah digunakan semula. Oleh itu, hanya 20 peratus sahaja bahan sisa yang dilupuskan di tapak pelupusan.

KESIMPULAN

Pengurusan tapak pelupusan mapan yang diperkenalkan ini adalah sangat penting untuk dilaksanakan demi kelangsungan tapak pelupusan yang sedia ada. Elemen yang diperkenalkan telah pun wujud dan dilaksanakan, namun peratus pengurangan menjadi sasaran utama untuk melihat sejauh mana pengurangan bahan boleh kitar ini menyumbang kepada kelestarian tapak pelupusan. Peranan oleh pihak PBT menjadi keutamaan dalam mengatur dan menyelenggarakan kesemua pelaksanaan elemen ini. Potensi yang ada pada masyarakat perlu dipandang berat dan dimanfaatkan dalam memberikan galakkan kepada mereka terlibat secara langsung dengan aktiviti kitar semula. Agensi swasta dan Scavengers juga perlu bekerjasama khususnya dalam kelancaran sumber bahan boleh kitar yang dibekalkan. Kesemua elemen harus bersatu dan bekerjasama untuk mencapai sasaran pengurangan sisa.

RUJUKAN

- Agamuthu, P. (2001). *Solid Waste: Principle and Management*. University of Malaya Press. pp 9-27.
- Ali, H., Dermawan, D., Ali, N., Ibrahim, M., Yaacob, S. (2012). Masyarakat dan amalan pengurusan sisa pepejal ke arah kelestarian komuniti: Kes isi rumah wanita di Bandar Baru Bangi, Malaysia. *Journal of Society and Space*, 8(5), 64- 5.
- Allen, A., Brito, G., Caetano, P., Costa, C., Cummins, V., Donnelly, J., Fernandes, C., Koukoulas, S., O'Donnell, V., Robalo, C., dan Vendas, D. (2001). The development of a GIS Model for the location of landfill sites in Ireland and Portugal. *Final Report Interreg 2C Atlantic Region*, 2(15), 193.
- Barr, S., Gilg, A. W. & Ford, N. J. (2001). A conceptual framework for understanding and analysing attitudes towards household waste management. *Environment and Planning*, 33, 2025-2048.
- Batool, SA, Chaudhry, N., Majeed., K. (2007). Economic potential of recycling business in Lahore, Pakistan. *Waste Management*, 1, 568-580.

- Bernama. (2010). *Punca-punca dan kesan-kesan aktiviti manusia yang mengancam ekosistem*.
- Crociata, A., Agovino, M., Pier Luigi Sacco. (2015). Recycling waste: Does culture matter? *Journal of Behavioral and Experimental Economic*, 55(1), 40-47.
- Davies J, Foxall GR, Pallister dan Beyond., J. (2002). The intention behaviour mythology: An integrated model of recycling. *Market Theory*, 2(1), 29–113.
- Environmental Conservation Department (ECD). (2002). *Sabah solid waste disposal in Sabah*. Jabatan Konservasi Alam Sekitar: Kota Kinabalu.
- FDEP. (2010). State of Florida Annual Solid Waste Report. Tallahassee: FDEP.
- Huber-Humer, M., Ena Smidt, Johannes Tintner, Oliver Gamperling, Katharina Böhm, & Peter Lechner. (2010). *New concept and methods to evaluate the sustainability of landfills*. Institute of Waste Management BOKU - University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna: Austria.
- Jabatan Perangkaan Malaysia. (2010). *Laporan kiraan permulaan, banci penduduk dan perumahan Malaysia*. Putrajaya. Jabatan Perangkaan Malaysia.
- Jamelske & Kipperberg, G. (2006). *A contingent valuation study and benefit-cost analysis of the switch to automated collection of solid waste with single stream recycling in Madison, Wisconsin*. *Public Works Management & Policy*, 11(2), 89–103.
- Kerajaan Malaysia (2010). Rancangan Malaysia ke-10.
- Kollmuss, A. & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?. *Environmental Education Research*, 8(3), 239-260.
- Lakhan, C. (2014). Exploring the relationship between municipal promotion and education investments and recycling rate performance: an Ontario case study. *Resources Conservation and Recycle*, 92(11), 222–229.
- Mapa, Mohammad Tahir. (2008). *Sustainable waste management in Malaysia: A case study of recycling programme in Kota Kinabalu, Sabah*. Tesis PhD: University of East Englia.
- Mohd Rafi Yaacob. (2010). *Usahawan dan keusahawanan kitar semula dan pembangunan lestari di Malaysia*. Universiti Utara Malaysia: Sintok.
- Nur Dyah Fatikhah, Ali, H., Ahmad, S. (2010). Analisis pengurusan sisa pepejal di pemukiman berpendapatan tinggi dan rendah: Kajian kes di Kepala Gading dan Wakaras, Jakarta Indonesia. *Prosiding Persidangan Kebangsaan Ekonomi Malaysia Ke V 2010, Bangi: Fakulti Ekonomi dan Pengurusan Universiti Kebangsaan Malaysia*.
- Read, A., dan Hudgins, M. (2013). *Feasibility and viability of landfill mining and reclamation in Scotland*. Final Report, Zero Waste Scotland.
- Sabah Urban Development Plant (SUDP). (2000). *Integrated solid waste management strategy*. DBKK.
- Sakawi, Z., Katiman Rostam & Abd. Rahim Md Nor. (2008). Kepentingan pertumbuhan premis kitar semula dalam pengurusan sisa di Malaysia. *Jurnal e-Bangi*, 3(3), 10-21.
- Tonglet, M., Phillips, P. S. & Bates, M. P. (2004). Determining the drivers for householder pro-environmental behaviour: waste minimisation compared to recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 42, 27-48.
- Wahida Ayob, Hamidi Ismail & Tuan Rokiyah Syed Hussain. (2004). Sokongan dan penglibatan masyarakat ke arah pemantapan pengurusan alam sekitar mampan. *Seminar Kebangsaan Geografi dan Alam Sekitar*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Waste Diversion Ontario, (2012a). *Waste Diversion Ontario, 2012a. Stakeholder Engagement Workshop: Final Report*. Prepared by: WDO. Diperolehi daripada <http://www.wdo.ca/news/stakeholder-engagement-workshop-report/>.