

## **KITARAN AGGREGAT : KAJIAN KES KEHILANGAN-KERUGIAN DI KUARI DAN TAPAK BINAAN**

V.L.W. Wong, J.J. Pereira & Mazlin Mokhtar

Institute for Environment and Development (LESTARI)  
Universiti Kebangsaan Malaysia

**Abstrak:** Pertumbuhan ekonomi pesat telah menyumbang kepada pembangunan industri pembinaan di Lembangan Langat dan meningkatkan permintaan untuk bahan binaan agregat. Penilaian kitaran agregat dijalankan untuk lembangan ini dengan permulaan daripada proses pengekstrakan di kuari kepada proses penggunaan di tapak binaan sehinggalah pembuangan akhirnya. Kajian kes dijalankan di sebuah tapak kuari dan tapak pembinaan dengan mengambilkira kehilangan-kerugian ke atas alam sekitar fizikal. Hasil yang diperolehi menunjukkan kehilangan-kerugian yang disumbangkan daripada aktiviti pengkuarian sebanyak 42,200 tan setahun sementara kehilangan daripada tapak binaan boleh diabaikan. Kajian juga mendapati wujudnya penggunaan semula bahan buangan agregat di tapak, namun bahan agregat daripada kuari tidak dikitar semula disebabkan oleh kekurangan permintaan.

**Abstract:** Economic growth has supported the construction industry in the Langat Basin and increased the demand for construction aggregates. An assessment of aggregate flows has been conducted for the Basin. The starting point was the extraction of aggregates at quarries, through its consumption at construction sites and final disposal. Case studies were conducted at a representative quarry and a construction site, to quantify the dissipative losses to the physical environment. Results obtained show that dissipative losses at the quarry is about 42,200 tonnes/year while losses from the construction site is negligible. The study also revealed that while aggregate material is reused at the construction site, material from the quarry is not recycled largely due to poor market demand.

### **PENDAHULUAN**

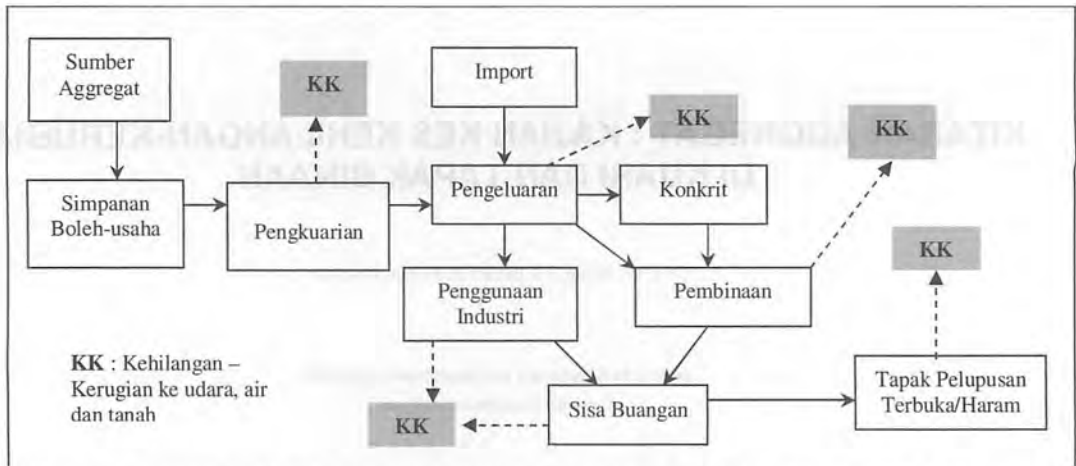
Pertumbuhan pesat infrastruktur di Lembangan Langat sejak kebelakangan ini merupakan bukti perkembangan pesat industri pembinaan yang sejajar dengan ekonomi negara yang semakin mantap. Akan tetapi dalam keghairahan pembinaan infrastruktur ini, seringkali aspek kemerosotan alam sekitar dan kepupusan sumber semulajadi telah diabaikan. Antaranya ialah pengekstrakan sumber bahan batuan sebagai agregat binaan untuk memenuhi keperluan dalam aktiviti pembinaan. Bahan binaan batuan atau agregat secara amnya didefinisikan sebagai butiran batuan (pasir, gravel dan batuan hancur) di mana bila diikat (dengan simen atau bitumen) ataupun tanpa ikatan, membentuk sebahagian atau keseluruhan struktur kejuruteraan atau bangunan (Langer, 1988; Smith dan Collis, 2001). Walau bagaimanapun, di Malaysia, istilah agregat biasanya dirujuk kepada batuan hancur (crushed rock) (GSD, 1994). Kajian ini menakrifkan agregat sebagai butiran batuan hancur, yang diperolehi hasil daripada aktiviti pengkuarian untuk kegunaan dalam industri pembinaan sahaja.

### **SUMBER DAN PENGELUARAN AGGREGAT**

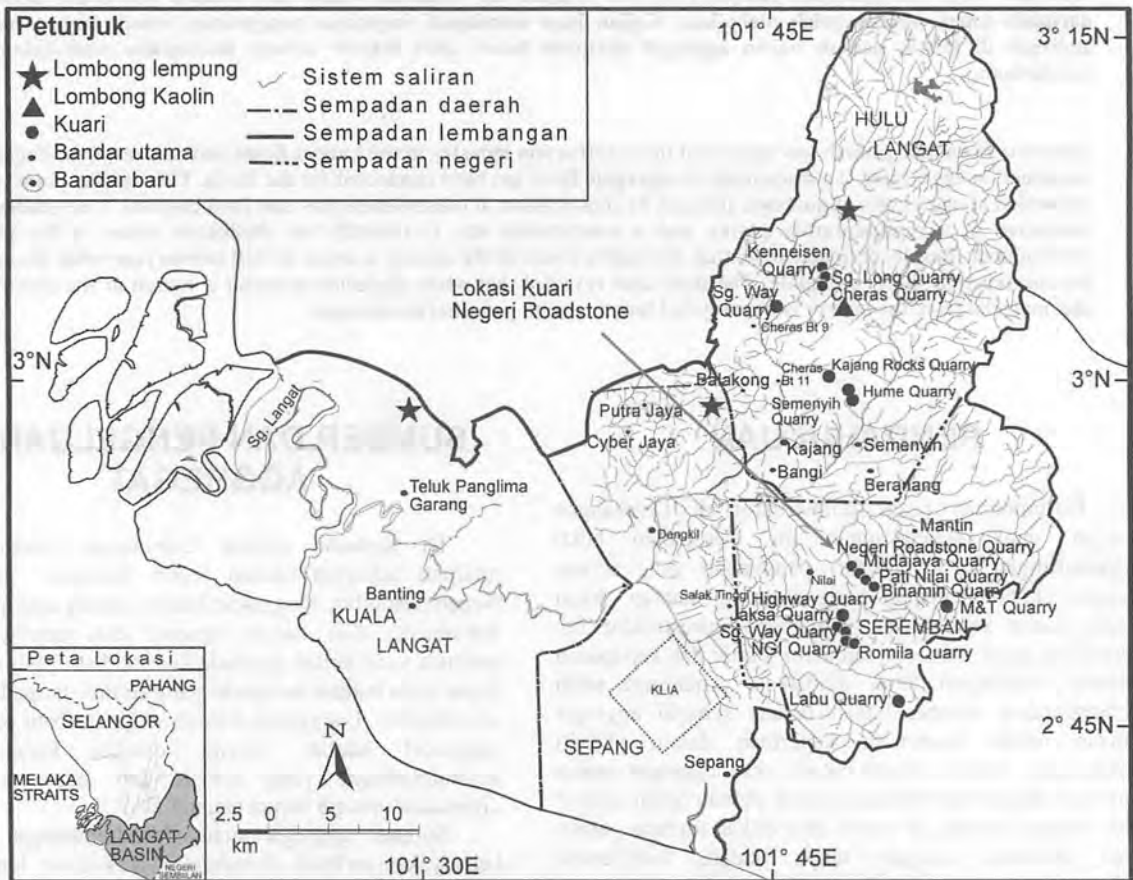
Di kawasan sekitar Lembangan Langat yang meliputi bahagian selatan negeri Selangor dan utara Negeri Sembilan, longgokan batuan adalah agak pelbagai. Antaranya ialah batuan igneus jenis granit, batuan sedimen yang terdiri daripada kuarzit, batu pasir dan batu kapur serta batuan metamorf yang terdiri daripada batuan syis dan filit. Longgokan batuan sedimen (batu pasir) dan metamorf adalah kurang disukai kerana sifat kejuruterannya yang lemah dan biasanya hanya digunakan sebagai bahan penambak.

Sumber agregat utama di Lembangan Langat kebanyakan terletak di bahagian atas timur lembangan berdasarkan kepada lokasi kuari-kuari utama. Kawasan sebelah timur ini kaya dengan batuan jenis igneus granit iaitu sebahagian daripada Banjaran Granit Utama (Main

Range Granite) yang mengunjur daripada selatan negeri Perak ke Negeri Sembilan. Usia banjaran ini antara 200 dan 230 juta tahun (JMG, 2002a).



Rajah 1. Kitaran Bahan Binaan Batuan Agregat di Selangor (Wong et al.,



Rajah 2 . Peta lokasi kuari Negeri Roadstone dalam Lembangan Langkat (Diubahsuai daripada Pereira, 2000).

kebanyakan dalam Pertengahan Trias, antara 200 dan 230 juta tahun (JMG, 2002a).

Sektor perlombongan dan pengkuarian dalam negeri secara relatif tidak sejajar jika dibandingkan dengan sektor ekonomi yang lain dengan menyumbangkan hanya 0.7% daripada KDNK dan 0.2% peluang pekerjaan daripada jumlah tenaga kerja dalam tahun 2002 (GoS, 2003). Mineral logam dan bukan logam dihasilkan dengan peratusan besar daripada bukan logam, yang terdiri daripada agregat, bahan tanah, pasir dan kerikil, silika dan kaolin. Dalam bentuk tan, bahan-bahan binaan seperti agregat, bahan tanah dan pasir dan kerikil ini berjumlah lebih daripada 90% daripada jumlah mineral yang dihasilkan di Selangor (Pereira et al., 2002).

Kadar peningkatan pengeluaran agregat tahunan di Lembangan Langat dari tahun 1980 ke 1989 adalah sekitar 5% sementara dari tahun 1990 ke 1996, kadar pengeluaran tahunan meningkat pada kadar 30% (Pereira, 2000). Pada tahun 1997, pengeluaran agregat telah menurun kira-kira 60% daripada tahun sebelumnya. Ini adalah krisis ekonomi serantau yang berlaku di Asia bermula dari bulan Julai 1997 dan telah memberikan impak yang besar ke atas ekonomi Malaysia dan industri pembinaan khususnya. Pengeluaran agregat di seluruh negara telah jatuh mendadak sebanyak kira-kira 40% kesan daripada kelembapan ekonomi Malaysia dan dunia ketika itu. Selepas itu, pengeluaran meningkat pada kadar 10% setahun kepada 14 juta tan pada tahun 2001 (JMG, 2002b).

Pada salah satu tahap pengeluaran agregat yang tertinggi di Lembangan Langat pada tahun 1995, pengeluaran sebanyak 35 tan per kapita telah dicatatkan. Pengeluaran yang tinggi ini adalah pada kadar lapan kali lebih tinggi daripada pengeluaran agregat kebangsaan, iaitu pada 4.7 tan per kapita pada tahun tersebut. (Pereira, 2000). Senario penggunaan agregat yang tinggi di Lembangan Langat ini adalah berikutan daripada projek besar-besaran yang terdapat di lembangan tersebut pada masa itu. Antaranya ialah pembinaan Lapangan Terbang Antarabangsa Kuala Lumpur (KLIA), projek lebuh raya Shah Alam dan aktiviti pembinaan di Putrajaya. Projek ini secara langsung menjana perkembangan ekonomi dan industri dalam negeri dan seterusnya meningkatkan permintaan terhadap sumber agregat.

Pengeluaran tahunan Malaysia ini dianggap ada bandingan dengan negara-negara maju, seperti Amerika Syarikat (4.8 tan/kapita; Teporder, 1997), Kanada (4.0 tan/kapita; Lyday, 1997), Australia (3.6 tan/kapita; Doan, 1997) dan United Kingdom (3.2 tan/kapita; Newman, 1997). Walau bagaimanapun, pengeluaran di Malaysia ini adalah jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan Lembangan Langat pada masa yang sama. Memandangkan sumber agregat adalah penting dalam pembangunan fizikal, pengeluaran agregat di Lembangan Langat, khususnya di Lembangan Langat dianggap tidak mampan untuk jangka panjang terhadap alam sekitar. Eksploitasi yang melampau ini, jika tidak dikawal akan memberi kesan kepada kehilangan sumber agregat semulajadi. Selain itu, bilangan masalah alam sekitar yang sedia ada juga akan bertambah yang boleh mengganggu pembangunan mampan negara.

## Penentuan Kehilangan-Kerugian

Kitaran bahan (material flows) telah diwujudkan daripada satu konsep ringkas, iaitu 'what goes in must come out' atau 'apa yang masuk mesti keluar'. Kitaran bahan juga dikaitkan sebagai 'jambatan' yang menghubungkan aktiviti manusia dengan impak-impak alam sekitar dalam mencapai pembangunan ekonomi mampan. Kitaran ini bermula daripada proses ekstraksi bahan mentah, diikuti oleh pengeluaran/pemprosesan bahan untuk pengguna dan seterusnya kitaran semula (sekiranya ada) dan akhir sekali pelupusan/pembuangan, dengan setiap peringkat menghasilkan impak-impak alam sekitar (Eurostat, 2001). Kehilangan-kerugian (dissipative losses) adalah kehilangan bahan ke air, udara dan tanah yang menyebabkan impak negatif terhadap alam sekitar pada peringkat-peringkat tertentu dalam kitaran bahan.

Penggunaan konsep kitaran bahan untuk agregat telah banyak dikaji seperti di Taiwan oleh Teng et al. (2001) dan di Amerika Syarikat oleh Wilburn & Goonan (1998). Kitaran bahan agregat juga telah dibangunkan untuk negeri Selangor (Rajah 1). Namun, dalam semua kajian terdahulu, kehilangan-kerugian tidak dinyatakan secara kuantitatif.

## Pendekatan Kajian

Kajian ini dijalankan dengan memetakan kitaran proses-proses agregat daripada pengekstrakan di kuari kepada penggunaan dalam tapak binaan sehinggalah kepada pelupusan. Di sepanjang proses kitaran ini, kehilangan-kerugian daripada setiap proses telah dikaji. Kajian kitaran ini dikhususkan di kuari di mana agregat diperolehi dan di tapak binaan kerana industri pembinaan merupakan pengguna agregat yang paling utama. Untuk tujuan memetakan kitaran agregat, dua tapak di Lembangan Langat telah dipilih sebagai kajian kes, iaitu di Kuari Negeri Roadstone, Nilai yang merupakan kuari bersaiz sederhana yang beroperasi di utara Negeri Sembilan dan tapak binaan Kamsis H, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Bangi, Selangor.

Kajian kehilangan-kerugian semasa aktiviti pengkuarian telah dijalankan di Negeri Roadstone. Kuari ini yang terletak di Nilai merupakan pembekal utama batu jalan di sekitar Seremban dan selatan Selangor dan terletak kira-kira 7 km dari pekan Nilai. Lokasi kawasan kajian adalah antara latitud 2° 48' dan 2° 50' serta longitudnya antara 101° 48' dengan 101° 50' dengan keluasan kuari kira-kira 19.25 km<sup>2</sup>. Peta lokasi kuari ini dalam Lembangan Langat adalah seperti ditunjukkan dalam Rajah 2. Kajian yang dijalankan di kuari ini adalah dalam penentuan jumlah sumbangan bahan terampai ke dalam sistem saliran. Data kualiti air di kuari ini telah diolah semula untuk tujuan ini.

Kajian kehilangan-kerugian juga telah dijalankan di tapak projek pembinaan Kamsis H, Universiti Kebangsaan Malaysia. Projek pembinaan Kamsis H ini adalah dalam kategori bangunan bukan kediaman (non-residential) dan bersifat institusi (melibatkan universiti). Projek ini telah dimulakan pada Oktober 2001 dan telah siap pada Oktober 2003. Projek pembinaan ini meliputi pembinaan lapan blok asrama pelajar di samping satu rumah pengetua dan kompleks kemudahan pelajar serta

Parameter	Stesen (Hari)				Purata
	P1	P2	P3	P4	
pH	7.45	7.49	7.22	8.06	7.56
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	0.13	0.26	0.09	0.78	0.32
SS (mg/L)	187.6	283.6	116.0	1719.6	576.7
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	5.92	0.00	2.66	1.11	3.23
COD (mg/L)	154.0	40.0	76.0	316.0	171.5
DO ((mg/L)	13.86	4.17	6.06	4.03	7.03

Jadual 1. Data-data kuantitatif parameter-parameter kualiti air daripada Kuari Negeri Roadstone (Diolah-semula daripada data Wan Nor Azami, 2001).

sistem pembentungan. Jumlah keluasan tapak yang terlibat dianggarkan pada 49,662 meter persegi. Maklumat utama projek pembinaan ini telah diperolehi daripada pihak pemaju projek tersebut, iaitu Wira Kausar Sdn. Bhd. dengan kerjasama daripada Unit Pembangunan Universiti Kebangsaan Malaysia. Antara maklumat yang diperolehi ialah senarai 'Bill of Quantities' atau secara ringkasnya BQ yang mengandungi senarai bahan-bahan yang diperlukan dalam proses pembinaan.

#### Kaedah Pengolahan

Kaedah penentuan jumlah pepejal terampai (total sediment solids) atau ringkasnya TSS adalah seperti yang ditentukan oleh American Public Health Association (APHA) 1995, kaedah 209c. Jumlah pepejal terampai dalam sampel air dikira dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Jumlah pepejal terampai (mg/l)} = \frac{(A - B) \times 1000}{V}$$

Di mana; A = berat kertas turas + sisa kering (mg)

B = berat kertas turas kering

V = isipadu sample air yang digunakan (ml)

Data-data kuantitatif yang diambil adalah daripada dua stesen persampelan yang bermula daripada muka kuari dan mengalir ke sistem saliran utama (Rajah 3). Persampelan diambil sebanyak empat kali, iaitu pada hari hujan dan hari kering (P1-P4). Data-data yang dikumpulkan diringkaskan dalam Jadual 1. Daripada Jadual 1, nilai Indeks Kualiti Air (IKA) yang dikira adalah 44.17 dengan menggunakan formula berikut:

$$\text{IKA} = 0.22\text{SIDO} + 0.19\text{SIBOD} + 0.16\text{SICOD} + 0.15\text{SIAN} + 0.16\text{SISS} + 0.12\text{SipH}$$

Dimana

SI	= subindeks
DO	= oksigen terlarut
BOD	= permintaan oksigen biokimia
COD	= permintaan oksigen kimia
AN	= nitrogen-ammonia
SS	= pepejal terampai
pH	= unit pH

Nilai IKA yang tinggi ini mengkelaskan sistem saliran di kawasan kuari ini kepada Kelas IV berdasarkan kepada pengelasan kualiti air di Malaysia oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) Malaysia. Nilai TSS yang agak tinggi, iaitu dalam lingkungan 120 – 380 mg/l telah direkodkan dalam sistem saliran sekitar kuari. Nilai ini telah meletakkan sungai ini dalam Kelas III ke atas, iaitu tidak sesuai untuk diminum. Selain daripada keadaan kualiti air sungai di sekitar kuari yang kurang baik, kehadiran TSS yang tinggi juga dikaitkan dengan masalah sedimentasi atau perlodakan dalam sungai. Masalah sedimentasi air sungai yang berterusan akan menyebabkan pembentukan sungai yang semakin cetek yang seterusnya boleh menyebabkan banjir jika berlaku taburan hujan yang tinggi.

Daripada nilai-nilai TSS ini, jumlah kehilangan bahan daripada muka kuari ke dalam sistem saliran juga dapat dikira. Pengiraan kehilangan tersebut adalah berdasarkan beberapa pengolahan unit seperti berikut:

Unit TSS dalam mg/l telah diubah kepada tan/m<sup>3</sup>, iaitu

$$1 \text{ mg/l} = 0.001 \text{ tan/m}^3$$

Dengan menganggap bahawa sistem saliran adalah berbentuk segi empat, pengiraan yang dibuat untuk mendapatkan nilai kehilangan bahan dalam tan per tahun adalah seperti berikut:

$$\text{Kehilangan (tan/tahun)} = \text{keluasan saliran (m)} \times \text{halaju aliran (m/s)} \times 31,557,600 \text{ (s)} \times \text{TSS (0.001 t/m}^3\text{)}$$

#### Kajian Kes 1: Kehilangan-Kerugian Semasa Pengkuarian

Batuan yang terdapat di kuari Negeri Roadstone adalah daripada igneus pluton dan daripada jenis granit porfiritik (Lian, 1994) yang merupakan sebahagian daripada granit banjaran utama. Batuan tersebut merupakan batuan granit bersaiz sederhana hingga kasar dengan mengandungi sedikit mineral biotit (Khuo, 1973). Kuari Negeri Roadstone dalam kawasan kajian ini disaliri oleh Sungai Batang Benar, yang merupakan cabang atau anak sungai daripada sistem Sungai Langat. Tujuan mengenalpasti sistem saliran di kuari ini adalah untuk

## Kitaran Agregat : Kajian kes kehilangan-kerugian di kuari dan tapak binaan

menentukan jumlah bahan terampai (TSS) yang keluar daripada muka kuari.

Jumlah bahan/pepejal terampai ini adalah hasil daripada bahan-bahan buangan kuari, hakisan tanah, kelodak dan bahan-bahan organik yang memasuki sistem sungai dan merupakan faktor utama kekerohan air sungai. Daripada data TSS yang diperolehi ini, juga boleh dianggarkan jumlah kehilangan-kerugian (dissipative losses) dalam kitaran bahan agregat akibat daripada aktiviti kuari.

Kehilangan-kerugian yang dikira adalah seperti dalam Jadual 2. Daripada olahan yang dilakukan, didapati bahawa aktiviti pengkuarian telah menyebabkan kehilangan-kerugian kepada kira-kira 42,200 tan bahan setiap tahun ke dalam sistem saliran. Hasil ini adalah berdasarkan kepada persampelan yang dijalankan sebanyak empat kali dalam tempoh masa satu tahun.

Selain dari itu, operasi pengkuarian juga menghasilkan debu-debu kuari ke udara yang menyebabkan pencemaran udara di sekitar kawasan operasi tersebut. Masalah debu-debu ini sering dijadikan isu oleh penduduk sekitar tapak operasi kuari. Sumber utama debu kuari adalah daripada proses-proses pemecahan jasad batuan dari muka kuari (letupan dan penggerudian), pemecahan batuan kepada agregat, pemindahan agregat dan pergerakan kenderaan.

Debu-debu kuari ini juga dianggap sebagai salah satu komponen dalam kehilangan-kerugian dalam aktiviti kuari. Data sekunder yang diperolehi melalui program pemantauan debu selama 20 bulan di sekitar tujuh kuari batuan granit memberikan julat nilai bulanan daripada 0.02 kepada 2.15 g/m<sup>2</sup>d (Ng, 2001). Tahap min debu pada kawasan kurang 1 km daripada kuari direkodkan sebanyak 0.33 g/m<sup>2</sup>d, iaitu melebihi nilai yang ditetapkan oleh JAS, 0.133 g/m<sup>2</sup>d. Namun demikian, sumbangan tersebut kepada kehilangan-kerugian semasa pengkuarian adalah kecil jika dibandingkan dengan sumbangan kepada sistem saliran.

### Kajian kes 2: Kehilangan-kerugian di tapak binaan

Daripada senarai BQ yang diperolehi, didapati agregat yang terlibat dalam pembinaan blok-blok asrama Kamsis H terdiri daripada beberapa gred, iaitu 25-20 mm, 15-38 mm, 20 mm, 15 mm dan 10 mm. Jumlah agregat

yang akan digunakan untuk membina satu blok asrama dianggarkan sebanyak 2,899 m<sup>3</sup> atau 7537.4 tan, dengan mengambil kira ketumpatan agregat sebagai 2.60 tan/m<sup>3</sup> (Smith & Collis, 2001). Agregat ini kebanyakannya digunakan dalam campuran dengan simen menghasilkan konkrit untuk pendasaran bangunan. Agregat juga digunakan dalam pencampuran dengan asphalt untuk pembinaan jalan-jalan. Kegunaan agregat yang lain adalah untuk membina dinding penahan (retaining wall & rubble wall), dan perparitan permukaan (surface drainage).

Jumlah bahan buangan jenis agregat dan konkrit yang diperolehi daripada pihak pemaju adalah sebanyak 17,820 tan. Daripada jumlah ini, dianggarkan kira-kira 75% atau 13,365 tan diguna-semula di dalam tapak pembinaan itu sendiri (Begum, 2004). Bahan buangan yang dihasilkan ini terdiri daripada saki-baki bahan agregat, bahan buangan konkrit daripada 'pile-caps' dan buangan daripada bancuhan simen konkrit. Pada kebiasaannya, lebihan bahan buangan batuan ini digunakan sebagai pengisi (fill-material) untuk tanah atau jalan.

Daripada pemerhatian yang dijalankan, didapati longgokan agregat di tapak binaan tidak menyumbangkan bahan sedimen ke dalam sistem saliran di sekitar tapak tersebut. Dengan ini dianggap bahawa kehilangan-kerugian bahan agregat di tapak pembinaan boleh diabaikan. Walau bagaimanapun, kajian menunjukkan kehilangan-kerugian di tapak pembinaan banyak berlaku daripada aktiviti kerjatanah, iaitu yang melibatkan bahan tanah.

### Kitaran Bahan Binaan Batuan

Pada ketika ini, belum ada usaha dalam menilai kitaran bahan binaan batuan terutamanya agregat di Lembangan Langat. Ini berikutan daripada anggapan bahawa bahan mentah agregat ini masih banyak bertaburan dan secara bandingan lebih murah berbanding untuk menggunakan semula atau mengitar semula daripada bahan buangan binaan. Namun, buat masa sekarang, bahan buangan binaan daripada perobohan bangunan adalah kurang, tetapi sumber agregat mentah di Lembangan Langat akan menjadi sangat terhad akibat daripada perluasan bandar (urban expansion). Kajian

	Nilai Purata TSS (mg/l)	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Halaju Aliran (m/s)	Kehilangan- Kerugian (tan/tahun)
S4	152.2	0.10	0.30	0.10	11,409
S11	977.4	0.10	0.50	0.02	30,844
			<b>Jumlah</b>		<b>42,253</b>

Jadual 2: Pengiraan Kehilangan-Kerugian daripada Kuari Negeri Roadstone.

menunjukkan kesan daripada perluasan bandar ini akan menyebabkan banyak sumber agregat terbantut atau dihalang oleh pembangunan jika tiada usaha dalam mengelakkan keadaan ini berlaku (GoS, 1999).

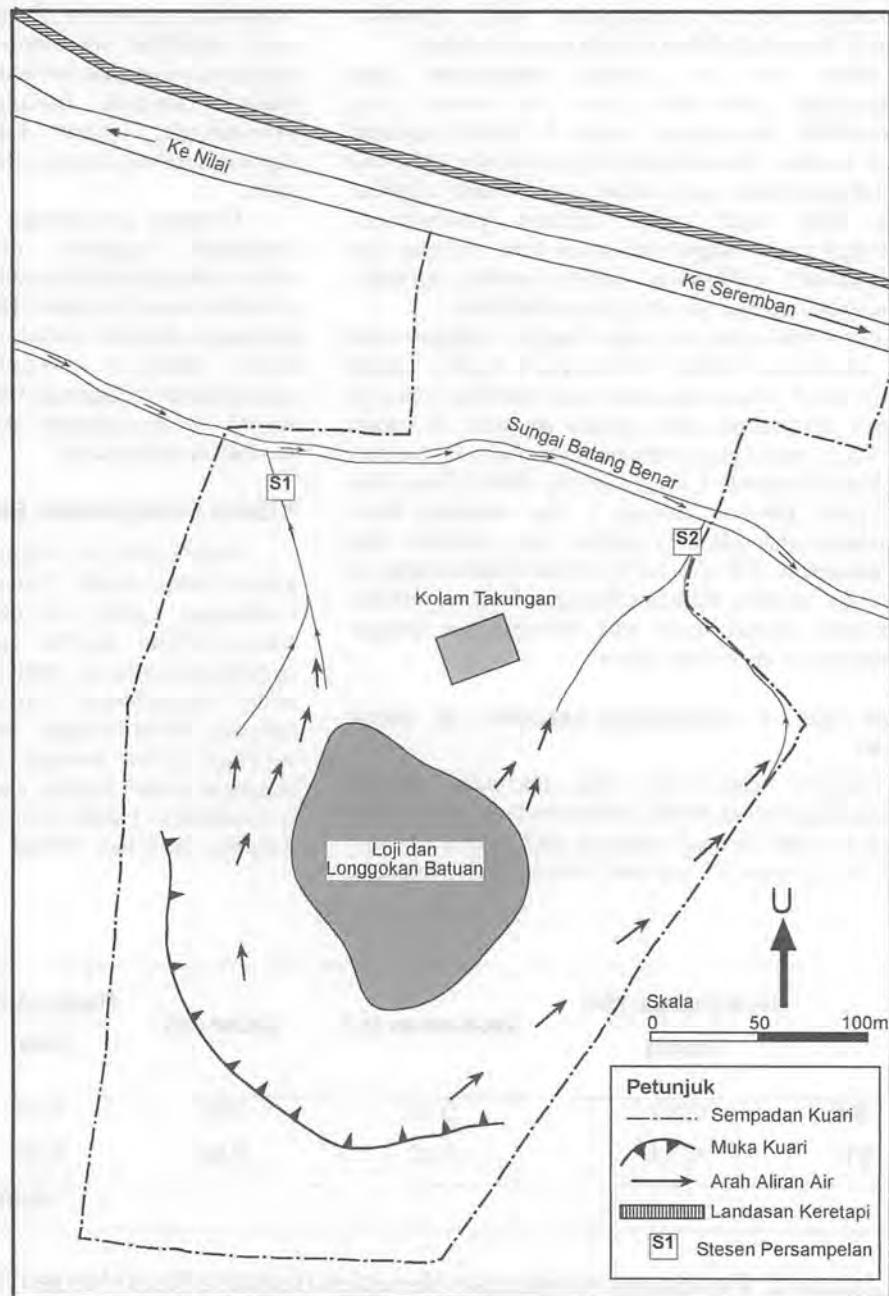
Kitaran bahan agregat (Rajah 1) merupakan sumber maklumat asas dalam pengurusan bahan agregat yang lebih efektif di samping menilai keupayaan untuk pengurangan sisa buangan dan yang lebih penting dalam pemantauan implikasi ke atas alam sekitar daripada proses yang terlibat. Dalam skema kitaran agregat, kehilangan kepada air, udara dan tanah daripada aktiviti pengkuarian dan pembinaan merupakan masalah yang perlu diberikan perhatian. Ini adalah kerana pengkuarian boleh menyebabkan banyak impak negatif kepada alam sekitar,

seperti pencemaran ke atas air, udara dan bunyi, gangguan penglihatan, kehilangan kemudahan hidup dan kepelbagaian biologi serta menghasilkan tanah terbiar/terabai (Hill et al., 2001). Antara impak major yang berasosiasi dengan industri pembinaan ialah hakisan tanah dan sedimentasi, banjir kilat, kemusnahan vegetasi dan pencemaran debu (Lee dan Fong, 2002).

Hasil daripada kajian yang dilakukan, didapati aktiviti pengkuarian di satu tapak telah menyebabkan kehilangan-kerugian sebanyak 42,200 tan setiap tahun. Jika diunjurkan ke seluruh Lembangan Langat yang terdiri daripada kira-kira 20 buah kuari pada tahun 1999 (Pereira, 2000), maka nilai kehilangan-kerugian dicatatkan sebanyak 844,000 tan setiap tahun. Kajian ini juga mendapati bahawa kehilangan-kerugian bahan agregat di tapak binaan boleh diabaikan kerana kebanyakan kehilangan-kerugian disumbangkan daripada aktiviti kerjatanah.

Selain daripada itu, daripada kajian didapati penggunaan-semula dan pengitaran semula agregat adalah kurang diberikan penekanan.

Keadaan ini adalah disebabkan oleh beberapa faktor, antaranya ialah kekurangan pengetahuan asas mengenai jenis dan kuantiti bahan buangan agregat yang ada, kekurangan pasaran tempatan untuk membeli agregat kitar semula dan ketiadaan kemudahan kitar semula. Di samping itu, penyelidikan ke atas agregat kitar-semula adalah masih dalam peringkat awal. Sebagai contoh penggunaan debu kuari atau batuan hancur daripada pemrosesan agregat sekunder untuk digunakan dalam konkrit masih dalam kajian. Senario inilah yang menyebabkan kebanyakan agregat yang dihasilkan buat masa ini dibuangkan terus ke tapak-tapak pelupusan yang sah ataupun haram.



Rajah 3. Lokasi stesen persampelan (S1 & S2) yang terdapat di Kuari Negeri

## KESIMPULAN

Agregat di Malaysia diperolehi daripada aktiviti pengkuarian. Sumber agregat utama di Malaysia ialah daripada batuan granit dan sebahagian kecil batu kapur dan batu pasir. Pengeluaran agregat yang tidak terkawal seperti yang berlaku di Lembaga Langat adalah tidak mampan untuk jangka masa panjang. Tanpa pengurusan agregat yang efektif, sumber semulajadi agregat ini akan berkurangan atau mungkin mengalami kepupusan agregat tempatan yang memaksa pengimportan agregat dari negeri lain.

Selain itu, dalam konteks aliran bahan agregat yang bermula daripada aktiviti pengkuarian sehinggalah penggunaan di tapak pembinaan, terdapat banyak kehilangan-kerugian ke atas air, udara dan tanah. Kehilangan-kerugian agregat yang diperolehi dari satu tapak kuari adalah kira-kira 42,200 tan/tahun dan sebanyak 844,000 tan/tahun disumbangkan kepada Lembaga Langat. Kajian mendapati bahawa kehilangan-kerugian agregat daripada tapak binaan pula boleh diabaikan. Kehilangan-kerugian ini melibatkan nilai ekonomi yang tidak boleh dikesan. Isu kitar-semula pula kurang diberikan perhatian oleh para kontraktor buat masa ini kerana kekurangan pengetahuan di samping ketiadaan pasaran.

## RUJUKAN

- Begum, R.A. 2004. Case Study on a Construction Site: Characterization and Economic Feasibility of Construction Waste Management. Dlm: Milestone Report 3: Construction Waste Materials: Management and Recycling Potential (LESTARI 2004). Report submitted to Construction Industry Development Board Malaysia (CIDB). (Tidak Diterbitkan).
- Doan, D.B., 1997. The mineral industry of Australia. In: Mineral Yearbook. Vol. III - Area Report: International. U.S. Geological Survey Publication On-line, 25p. <http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/country/9302096.pdf>
- Eurostat, 2001. Economy-wide material flow accounts and derived indicators – a methodological guide. Methods and Nomenclature Series. Eurostat, Luxembourg.
- GoS (Government of Selangor), 1999. Strategi Pembangunan Mampan dan Agenda 21 Selangor-Kawasan Sensitif Alam Sekitar. Institute for Environment and Development (LESTARI), Bangi. 225p.
- GoS (Government of Selangor), 2003. Laporan Ekonomi Negeri Selangor Darul Ehsan 2002/2003. Unit Perancang Ekonomi Negeri (UPEN) Negeri Selangor Darul Ehsan, Shah Alam. 70p.
- GSD (Geological Survey Department Malaysia), 1994. Malaysian Minerals Yearbook 1992. Geological Survey Department, Ministry of Primary Industries Malaysia. p.72.
- Hill, A.R., Dawson, A.R. & Mundy, M. 2001. Utilisation of aggregate materials in road construction and bulk fill. Resources, Conservation and Recycling. 32 (2001): 302-320.
- JMG (Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia), 2002a. Quarry Resource Planning for the State of Selangor. Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia. Kuala Lumpur. p.3-5.
- Jmg (Minerals and Geoscience Department Malaysia), 2002b. Industrial Mineral Production Statistics and Directory of Producers in Malaysia 2001. Minerals and Geoscience Department Malaysia, Kuala Lumpur. 141p.
- Khoo, K.K. 1973. Geological Investigation of the Batang Benar Quarry. Quarry Site Investigation. Malaysia Geological Survey.
- Langer, W.H., 1988. Natural aggregates of the conterminous United States. U.S. Geological Survey Bulletin 1594: p.33.
- Lee Jin and Fong, T.Y. 2002. Environmental Management within the Development Approval Process in the Construction Industry. In: Pereira, J.J., Zainora Z. and Zuhairi A.H. (Eds.) Good Environmental Practices in the Construction Industry, Institute for Environment and Development (LESTARI), Bangi. p.7-26.
- Lian, L.C., 1994. Geologi kawasan sekitar Labu-Nilai-Pajam Negeri Sembilan. Tesis SarjanaMuda Sains (Tidak Diterbitkan). Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Lyday, T.Q., 1997. The mineral industry of Canada. In: Mineral Yearbook. Vol. III - Area Report: International. U.S. Geological Survey Publication On-line, 21p. <http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/country/9505095.pdf>
- Newman, H., 1997. The mineral industry of United Kingdom. In: Mineral Yearbook. Vol. III - Area Report: International. U.S. Geological Survey Publication On-line, 8p. <http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/country/9444095.pdf>
- Ng T.F., 2001. Engineering and Petrographic Properties of Granite Aggregates and Characteristics of Dustfall from Quarries in the Kuala Lumpur-Nilai Area, Peninsular Malaysia. Ph.D. Thesis (Unpubl.) Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Pereira, J.J., 2000. Mineral Resource Flows in the Langat Basin. In: Mohd Nordin Hj. Hasan (ed.) Proc. Res. Symp. on Langat Basin, Shah Alam 5-6 June 1999. Institute for Environment and Development (LESTARI), Bangi. 271p.
- Pereira, J.J., Komoo, I., Wong, V.L.W., 2002. Accounting for Hidden Flows Associated with Mineral Production in Selangor, Malaysia. Warta Geologi 16:6 (in press).
- Smith, M.R. and Collis, L., 2001. Aggregates – Sand, gravel and crushed rock aggregates for construction purposes 3rd Ed. The Geological Society, London. 339p.
- Teng, Y.H., Yue, H.Y. and Wernick, I.K., 2001. A note on material flows of construction aggregates in Taiwan. Resources Policy 27: p.135-137.
- Teperdei, V.V., 1997. Crushed stone. In: Mineral Yearbook. Vol. I - Metals and Minerals. U.S. Geological Survey Publication On-line, 27p.

V.L.W. Wong, J.J. Pereira & Mazlin Mokhtar

- [http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/stone\\_crushed/630495.pdf](http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/stone_crushed/630495.pdf)
- Wan Nor Azami, 2001. Penentuan Kualiti Air di Kuari Negeri Roadstone, Nilai, Negeri Sembilan. BSc. Thesis. (Unpubl.) Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi. 108p.
- Wilburn, D.R. and Goonan, T.G., 1998. Aggregates from natural and recycled sources – economic assessments for construction applications. U.S. Geological Survey Circular 1176. U.S. Department of the Interior and U.S. Geological Survey. 37p.
- Wong, V.L.W., Pereira, J.J. and Mazlin Mokhtar, 2003. Aggregate Flows and their Implications on the Environment: A Preliminary Assessment. Geological Society of Malaysia Bulletin 46. p. 63-68.

*Manuscript received 12 March 2005*