

Geopolimer Beton Tanpa Semen yang Ramah Lingkungan

[Topic List](#) < [Prev Topic](#) | [Next Topic](#) >

[Reply](#) | [Forward](#)

< [Prev Message](#) | [Next Message](#) >

<http://www.kompas.com/kompas-cetak/0210/21/ipitek/beto45.htm>

Senin, 21 Oktober 2002

Geopolimer Beton Tanpa Semen yang Ramah Lingkungan

* Djwantoro Hardjito

Sejauh ini kita kenal beton sebagai material bangunan paling populer, tersusun dari komposisi utama batuan (agregat), air, dan semen portland (biasa disebut semen saja). Beton sangat populer dan digunakan secara luas, di antaranya karena bahan pembuatnya mudah didapati secara lokal, harganya relatif murah, dan teknologi pembuatannya relatif sederhana.

Namun, akhir-akhir ini beton yang kita kenal makin sering mendapatkan kritik, khususnya dari kalangan yang peduli dengan kelestarian lingkungan hidup. Hal pertama yang sering dijadikan sasaran perhatian adalah emisi gas rumah kaca (karbon dioksida) yang dihasilkan pada proses produksi semen. Untuk memproduksi satu ton semen, gas rumah kaca yang dihasilkan sebesar lebih kurang satu ton juga. Gas ini dilepaskan ke atmosfer kita dengan bebas dan kemudian merusakkan lingkungan hidup kita, di antaranya menyebabkan pemanasan global. Isu kedua yang kerap dipersoalkan adalah masalah keawetan beton itu sendiri. Bangunan beton pada umumnya sudah memerlukan perbaikan karena sudah mulai mengalami kerusakan ketika usia bangunannya baru mencapai 20 tahun, walaupun telah direncanakan dan dibuat sesuai dengan standar-standar yang berlaku.

Piramid tidak tersusun dari batu pahatan

Menengok pada bangunan-bangunan kuno dari zaman Romawi serta piramid-piramid megah di Mesir, mau tidak mau kekaguman kita pun akan terbangkitkan. Betapa tidak, bangunan-bangunan tersebut sudah berdiri ratusan atau bahkan ribuan tahun dengan megah. Seringkali didapati dalam upaya restorasi bangunan kuno tersebut, beton modern yang digunakan sudah rusak beberapa tahun kemudian, ketika beton 'kuno'-nya masih utuh.

Adalah Professor Joseph Davidovits dari Perancis yang pertama kali mengemukakan ide bahwa sesungguhnya piramid tidaklah dibangun menggunakan batu-batu yang dipahat-seperti halnya Candi Borobudur yang kemudian disusun menjadi bangunan yang mengundang kekaguman sepanjang masa dan menjadikannya salah satu dari tujuh keajaiban dunia. Davidovits menyatakan teorinya bahwa batuan-batuan penyusun piramid tersebut dicor di tempat, seperti halnya pembuatan beton yang kita kenal sekarang ini. Ada beberapa hal yang

mendasari teorinya tersebut.

Piramid raksasa di Mesir tersusun dari lebih kurang dua setengah juta blok batuan, rata-rata memiliki berat dua setengah ton, bahkan ada yang seberat tiga puluh ton, dengan volume total dua setengah juta meter kubik, didirikan di atas lahan tidak kurang luasnya dari lima hektar, dengan masa pengerjaan hanya dalam kurun waktu 20 tahun dalam masa pemerintahan Firaun Cheops. Investigasi pada bangunan piramid tersebut mendapati celah antarbatuan begitu sempitnya, dan tidak ada ujung-ujung batuan yang terpapas akibat benturan dan lain sebagainya yang terjadi semasa proses pembangunannya. Ukuran-ukuran batuannya begitu tepat, saling silang tersusun rapi, mulai dari dasar bangunan hingga ke puncak bangunan yang hampir sama tingginya dengan bangunan gedung 30 lantai. Perlu diingat, ketika piramid didirikan logam untuk memotong atau memahat belumlah ditemukan, dan peralatan konstruksi tentunya masih amat sederhana. Dengan peralatan modern yang tersedia saat ini pun, amat sulit melakukan proses pembangunan semacam itu.

Selain itu, Davidovits juga menemukan bahwa struktur kimia dan karakteristik struktur mikro batuan penyusun piramid amat serupa dengan beton geopolimer yang dia hasilkan di laboratoriumnya, serta sejauh ini tidak didapati batuan alamiah di sekitar lokasi piramid yang memiliki ciri-ciri susunan kimia serta struktur mikro yang serupa. Sebaliknya, bahan-bahan dasar yang kemungkinan besar dipakai untuk proses pembuatan beton pada bangunan piramid tersebut tersedia dengan melimpah di Mesir dan sekitarnya, di antaranya di sepanjang tepian Sungai Nil. Dari pemeriksaan terhadap berat jenis batuan, juga didapati bahwa berat jenis bagian dasar batuan lebih besar dibanding bagian atas, suatu karakteristik yang umum didapati pada beton yang dicor, di mana pada proses pengecoran partikel yang lebih berat cenderung mengendap di bagian dasar. Dengan pengecoran di tempat, proses pembangunan piramid menjadi jauh lebih sederhana dibanding dengan mengangkut bongkah-bongkah batuan raksasa dari tempat yang jauh, menyusunnya menjadi sebuah bangunan yang tidak hanya besar tetapi juga sangat tinggi. Dengan anaknya, Frederik, yang ahli dalam bidang literatur kuno terkait dengan mineralogi, geologi, dan teknik konstruksi, Joseph Davidovits menuliskan hasil riset dan temuan-temuannya dalam sebuah buku berjudul 'The Pyramids, an enigma solved' yang akan segera dipublikasikan.

Sebuah berita singkat di majalah Australian Concrete Construction edisi bulan Agustus 2002 mengutip laporan tentang Edward Zeller, direktur laboratorium fisika radiasi University of Kansas, yang mempublikasikan hasil penelitiannya tentang bongkahan batu yang diambil dari sebuah piramid di Mesir. Edward Zeller menemukan banyak rongga-rongga udara berbentuk oval di dalam batuan tersebut seperti yang banyak dijumpai di dalam beton, dan setelah menganalisa komposisi batuan tersebut tibalah dia pada kesimpulan

bahwa batuan tersebut adalah beton.

Beton Geopolimer yang ramah lingkungan

Davidovits memberi nama material temuannya Geopolimer, karena merupakan sintesa bahan-bahan alam nonorganik lewat proses polimerisasi. Bahan dasar utama yang diperlukan untuk pembuatan material geopolimer ini adalah bahan-bahan yang banyak mengandung unsur-unsur silikon dan aluminium. Unsur-unsur ini banyak didapati, di antaranya pada material buangan hasil sampingan industri, seperti misalnya abu terbang dari sisa pembakaran batu bara. Selama ini, abu terbang-disebut demikian karena kecilnya ukuran partikel dan karenanya mudah beterbangan di udara-lebih banyak tidak dimanfaatkan dengan semestinya ataupun dipakai hanya sebagai bahan timbunan. Penimbunan yang sembarangan bahkan berpotensi mengancam kelestarian lingkungan, selain mudah beterbangan dan mengotori udara, partikel-partikel logam berat yang dikandungnya dengan mudah larut dan mencemari sumber-sumber air. Untuk melarutkan unsur-unsur silikon dan aluminium, serta memungkinkan terjadinya reaksi kimiawi, digunakan larutan yang bersifat alkalis. Material geopolimer ini digabungkan dengan agregat batuan kemudian menghasilkan beton geopolimer, tanpa menggunakan semen lagi.

Geopolimer dikatakan ramah lingkungan, karena selain dapat menggunakan bahan-bahan buangan industri, proses pembuatan beton geopolimer tidak terlalu memerlukan energi, seperti halnya proses pembuatan semen yang setidaknya memerlukan suhu hingga 800 derajat Celsius. Dengan pemanasan lebih kurang 60 derajat Celsius selama satu hari penuh sudah dapat dihasilkan beton yang berkekuatan tinggi. Karenanya, pembuatan beton geopolimer mampu menurunkan emisi gas rumah kaca yang diakibatkan oleh proses produksi semen hingga tinggal 20 persen saja.

Hasil-hasil riset selama ini telah menunjukkan bahwa beton geopolimer memiliki sifat-sifat teknik yang amat mengesankan, di antaranya kekuatan dan keawetan yang tinggi. Sebuah perusahaan beton pracetak di Australia bahkan sudah mulai memproduksi prototipe beton geopolimer pracetak dalam bentuk bantalan rel kereta, pipa-pipa beton untuk saluran pembuangan air kotor, dan lain-lain. Hal yang memberikan perbedaan cukup penting antara beton geopolimer dengan beton polimer organik yang sudah lebih dulu diperkenalkan, terutama adalah biaya pembuatannya. Beton geopolimer bisa diproduksi dengan biaya yang setara dengan beton biasa, yang jauh lebih murah dibanding biaya untuk menghasilkan beton polimer organik.

Di dunia material konstruksi, hingga saat ini fokus penelitian-penelitian yang dilakukan terhadap beton geopolimer ini lebih ditekankan pada aplikasinya sebagai beton pracetak, mengingat ketelitian yang lebih tinggi masih diperlukan dalam proses pembuatannya. Di bidang lain, geopolimer juga

sedang diteliti untuk keperluan pembuatan keramik dan bahan pemasung logam-logam berbahaya.

Sebuah kelompok riset di jurusan Teknik Sipil, Curtin University of Technology, Perth, Australia di bawah pimpinan Professor BV Rangan saat ini tengah giat mengeksplorasi berbagai karakter beton geopolimer ini untuk kemungkinan aplikasinya di dunia konstruksi bangunan. Karakteristik yang sedang dipelajari antara lain proses pembuatannya, sifat-sifat teknisnya khususnya kekuatan dan keawetannya di lingkungan yang berbahaya, serta perilaku elemen struktural yang menggunakan beton geopolimer ini.

Selamat datang material konstruksi yang baru, walaupun mungkin keberadaannya sudah setua usia piramid dan bangunan-bangunan kuno yang lain. Kehadirannya setidaknya mengembuskan harapan bahwa proses pembangunan sarana infrastruktur tetap dapat dilanjutkan tanpa memperparah laju proses perusakan lingkungan hidup.

Djwantoro Hardjito, Dosen FT Unika Widya Mandira, Kupang, sedang studi lanjut di Curtin University of Technology, Australia