

Djwantoro Hardjito_Antara

Mitigasi

by Chandra Pratama

Submission date: 07-Jan-2025 02:56PM (UTC+0700)

Submission ID: 2560569258

File name: 024_10_24_Antara_Mitigasi_Gempa_dan_Pendidikan_Tinggi_FINAL.pdf (2.72M)

Word count: 12002

Character count: 77327



ANTARA MITIGASI GEMPA DAN PENDIDIKAN TINGGI: KUMPULAN GAGASAN UNTUK NEGERI

Buku kumpulan artikel opini di surat kabar



Djwantoro Hardjito

Antara Mitigasi Gempa dan Pendidikan Tinggi: Kumpulan Gagasan untuk Negeri

Buku kumpulan artikel opini di surat kabar

Djwantoro Hardjito



4

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Kristen Petra

2024

Antara Mitigasi Gempa dan Pendidikan Tinggi: Kumpulan Gagasan untuk Negeri

4 wantoro Hardjito

Surabaya, Bagian Penerbitan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Kristen Petra
e-ISBN: 978-623-5457-17-8 (PDF)

Kutipan Pasal 44

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 100.000.000,- (seratus juta rupiah)
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum dalam ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 50.000.000,- (lima puluh juta rupiah)

Antara Mitigasi Gempa dan Pendidikan Tinggi: Kumpulan Gagasan untuk Negeri

Cetakan Pertama, Desember 2024

Penulis:

Djwantoro Hardjito

4

@Hak cipta ada pada penulis

Hak penerbit pada penerbit

Tidak boleh diproduksi sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun tanpa seijin tertulis dari pengarang dan/atau penerbit

Penerbit:



Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM)
Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236,
Indonesia
Telp. 031-2983147

Kata Pengantar

Indonesia merupakan salah satu negara yang rawan terhadap bencana alam, terutama gempa bumi. Sebagai bagian dari Ring of Fire, kita berada di jalur yang aktif terhadap aktivitas tektonik yang dapat menimbulkan gempa besar kapan saja. Namun, meski terjadinya gempa bumi tidak dapat diprediksi atau dihindari, upaya untuk mengurangi dampak buruknya—termasuk meminimalkan korban jiwa dan kerusakan infrastruktur—adalah sesuatu yang harus diupayakan dengan sungguh-sungguh. Oleh karena itu, mitigasi bencana gempa menjadi topik yang sangat penting bagi Indonesia.

Buku ini berjudul "Antara Mitigasi Gempa dan Pendidikan Tinggi: Kumpulan Gagasan untuk Negeri" berisi kumpulan artikel yang pernah diterbitkan di berbagai surat kabar, dan bertujuan untuk menggugah kesadaran serta memberikan wawasan bagi masyarakat tentang pentingnya mitigasi gempa dan isu-isu seputar pendidikan tinggi. Buku ini dibagi menjadi beberapa bagian, dengan bagian pertama yang fokus pada mitigasi gempa.

Artikel-artikel dalam buku ini ditulis pada waktu yang berbeda, umumnya merupakan wujud dari kegelisahan penulis dalam menyikapi isu yang tengah berkembang atau kejadian-kejadian yang tidak diharapkan. Sebagai contoh, artikel "Mitigasi Gempa, Upaya Mencegah Jatuhnya Korban" ditulis ketika terjadi gempa Lombok pada tahun 2018 yang sangat memilukan. Artikel "Indonesia Darurat Mitigasi Gempa" ditulis saat terjadinya gempa di Palu tahun 2018, artikel "Bukan Gempa, Rumahlah Pembunuh Utama" ditulis

setelah gempa Cianjur tahun 2022, dan artikel "Magnitudo, MMI dan Mitigasi Dampak Gempa" ditulis ketika terjadi gempa di Tuban tahun 2024. Setiap artikel memiliki latar belakang yang berbeda, sehingga bisa jadi tidak saling terkait satu sama lain. Namun, mereka semua dikelompokkan dalam bagian besar yang berfokus pada mitigasi gempa agar pembaca lebih mudah memahami gagasan utama yang diangkat.

Selain itu, dua artikel tentang pemanfaatan abu terbang (*fly ash*) sebagai material konstruksi pengganti semen merupakan paparan populer dari beberapa riset yang telah dilakukan penulis terhadap material limbah dari PLTU, yang memungkinkan material beton menjadi lebih ramah lingkungan dan mendukung upaya penerapan pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*). Pemanfaatan abu terbang, khususnya geopolimer, merupakan salah satu area minat penelitian penulis, dan sudah banyak publikasi ilmiah yang diterbitkan (bersama dengan tim) terkait hasil-hasil penelitian di bidang ini. Hal ini menjadi salah satu upaya konkret dalam menjawab tantangan isu lingkungan yang dihadapi industri konstruksi, khususnya industri semen.

Bagian ketiga buku ini membahas isu-isu terkait pendidikan tinggi di Indonesia. Artikel "Saatnya Berguru ke Malaysia?" ditulis sebagai respons atas keprihatinan pemerintah terhadap rendahnya jumlah publikasi ilmiah yang dihasilkan oleh para ilmuwan Indonesia. Artikel ini mengupas fenomena lonjakan publikasi dari Malaysia dan pelajaran yang bisa diambil oleh Indonesia untuk memperbaiki kualitas penelitian. Artikel "HarvardX dan Tren Pendidikan Online" memberikan wawasan tentang potensi pendidikan online dalam meningkatkan Angka Partisipasi Kasar (APK)

pendidikan tinggi di Indonesia. Artikel "Kehadiran Kampus Asing, Berkat atau Mudarat?" ditulis saat sebuah kampus asing dibuka di Surabaya dan mengangkat isu mengenai kehadiran perguruan tinggi asing di Indonesia, dampaknya, serta tantangan bagi perguruan tinggi dalam negeri. Terakhir, artikel "Salah Kaprah Gelar Profesor" menyikapi maraknya penyimpangan dan jalan pintas yang ditempuh oleh sekelompok orang untuk meraih gelar profesor dengan berbagai cara, melupakan esensi dari jabatan profesor itu sendiri yang sejatinya merupakan sebuah jabatan, bukan gelar akademik. Jabatan tidak permanen dan hanya berlaku bila yang bersangkutan masih mengemban tugas sebagai dosen, berbeda dengan gelar akademik yang terus melekat.

Artikel-artikel dalam bagian pertama mencoba menjawab pertanyaan yang sering kali muncul setiap kali gempa bumi besar melanda: apakah kita bisa mencegah jatuhnya korban jiwa dan kerusakan yang parah? Jawabannya adalah ya, bila kita memahami akar permasalahan dan menerapkan solusi yang tepat. Banyak korban jiwa jatuh bukan karena gempa itu sendiri, melainkan karena runtuhnya bangunan yang tidak memenuhi standar tahan gempa, khususnya bangunan rumah tinggal. Dengan teknologi yang ada saat ini dan pengetahuan yang cukup, seharusnya kita mampu membangun infrastruktur yang lebih aman. Melalui kebijakan yang mendukung, regulasi yang tepat, dan edukasi bagi masyarakat serta tukang bangunan, kita dapat meminimalkan dampak dari gempa bumi yang mungkin terjadi di masa depan.

Selain mitigasi gempa, buku ini juga membahas isu penggunaan abu terbang sebagai material konstruksi dan

pendidikan tinggi di Indonesia, dua topik yang memiliki kaitan erat dengan pembangunan berkelanjutan dan pengembangan sumber daya manusia. Abu terbang memberikan alternatif material yang lebih ramah lingkungan dalam konstruksi bangunan. Di sisi lain, pendidikan tinggi memainkan peran penting dalam mempersiapkan generasi penerus bangsa yang mampu menghadapi tantangan di masa mendatang, dalam menghadapi perubahan global.

Bagian-bagian dalam buku ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat umum, pemerintah, akademisi, dan semua pihak yang memiliki kepedulian terhadap mitigasi bencana dan pembangunan Indonesia yang lebih baik. Mari kita bergandengan tangan, belajar dari pengalaman, dan menjadikan negara ini lebih siap dalam menghadapi tantangan alam dan pembangunan di masa depan.

Selamat membaca dan semoga buku ini memberikan inspirasi bagi kita semua untuk menciptakan Indonesia yang lebih tangguh dan berdaya saing tinggi.

Selamat membaca.

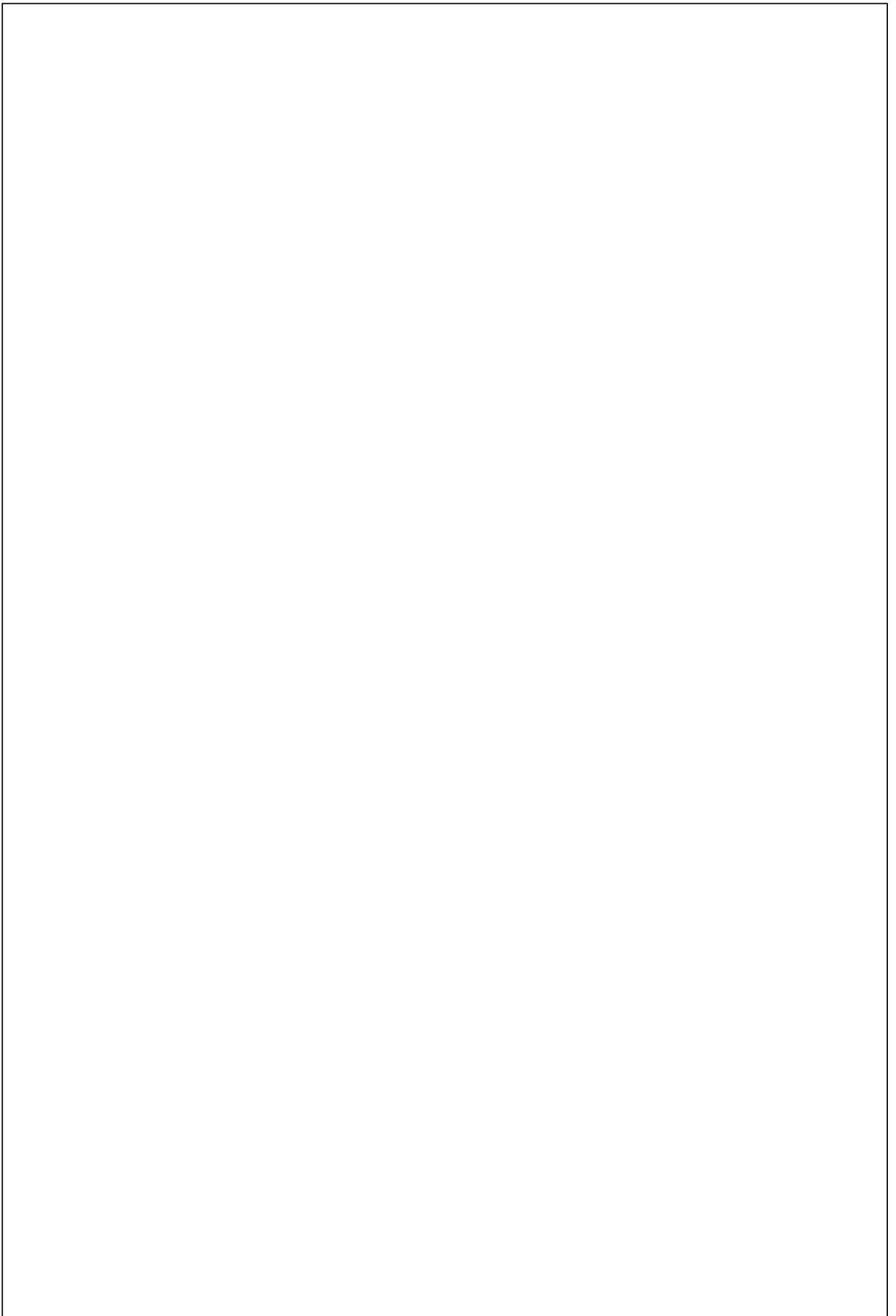
Surabaya, Desember 2024
Djwantoro Hardjito
IG: djwantoro.h

Catatan: Kata Pengantar ini dihasilkan oleh ChatGPT berdasarkan *prompt* yang disiapkan oleh Penulis.

Daftar Isi

Kata Pengantar	ii
Daftar Isi.....	vii
BAGIAN 1: MITIGASI GEMPA	1
Mitigasi Gempa, Upaya Mencegah Jatuhnya Korban	3
Indonesia Darurat Mitigasi Gempa	8
Bukan Gempa, Rumahlah Pembunuh Utama	15
Magnitudo, MMI dan Mitigasi Dampak Gempa	20
BAGIAN 2: ABU TERBANG SEBAGAI MATERIAL KONSTRUKSI	25
Abu Terbang Solusi Pencemaran Semen.....	27
Geopolimer Beton Tanpa Semen yang Ramah Lingkungan	33
BAGIAN 3: PENDIDIKAN TINGGI	379
Saatnya Berguru ke Malaysia?	41
<i>HarvardX</i> dan Trend Pendidikan <i>Online</i>	47
Kehadiran Kampus Asing, Berkat atau Mudarat?.....	52
Salah Kaprah Gelar Profesor	58
Tentang Penulis	63

BAGIAN 1:
MITIGASI GEMPA



Mitigasi Gempa, Upaya Mencegah Jatuhnya Korban¹⁾

Pedih sekali, begitu banyak korban yang jatuh akibat gempa beruntun di Pulau Lombok sejak 5 hingga 19 Agustus 2018, baik yang meninggal dunia, maupun yang terluka. Rentetan gempa besar dengan lokasi pusat gempa yang tergolong dangkal, dengan *magnitude* berkisar pada angka 7 skala Richter, diikuti lebih dari 1000 gempa susulan yang berskala lebih kecil, telah memporandakan Pulau Lombok dan sekitarnya.

Hingga 24 Agustus 2018, jumlah korban jiwa yang telah teridentifikasi berjumlah 555 orang. Jumlah tersebut masih mungkin bertambah. Di samping korban jiwa, jumlah korban yang mengalami luka-luka tercatat jauh lebih besar jumlahnya, lebih dari 800 orang. Sebagian besar korban-korban ini meninggal atau terluka akibat tertimpa bangunan yang runtuh akibat guncangan gempa. Bisakah jatuhnya korban gempa dicegah?

Gempa Tak Dapat Dicegah

Hingga saat ini gempa masih belum dapat diprediksi kejadiannya dengan baik, dan sudah jelas fenomena alam ini tidak dapat dicegah terjadinya. Peta gempa yang memetakan resiko dan potensi terjadinya gempa sudah dibuat dan senantiasa terus *diupdate*, berdasarkan rekaman sejarah terjadinya gempa selama ratusan tahun dan studi-studi mendalam di bidang geologi/geoteknik. Namun, alat

dan metode yang dapat digunakan untuk memprediksi kapan terjadinya gempa dengan akurat hingga kini belum tersedia.

Teori terjadinya gempa yang diterima luas adalah teori lempeng, yang menggambarkan bumi ini terdiri dari susunan lempeng-lempeng raksasa, yang saling bergerak dan bertumbukan satu sama lain. Pada satu titik tertentu, energi tumbukan antar lempeng yang terakumulasi selama bertahun-tahun atau bahkan ratusan tahun, tidak dapat ditahan lagi, harus dilepaskan. Pelepasan energi yang terjadi secara tiba-tiba ini mengakibatkan terjadinya gempa dan bahkan tsunami, bila pusat gempa terletak di dasar laut.

Jatuhnya Korban Dapat Dihindarkan

Terjadinya gempa memang tidak dapat dicegah. Namun demikian, gempa tidak selalu menyebabkan terjadinya bencana. Misalnya, gempa yang pusatnya jauh di dalam bumi ataupun di lokasi yang jauh dari pemukiman manusia sangat mungkin tidak menyebabkan terjadinya korban jiwa maupun material.

Umumnya korban manusia terjadi akibat tertimpa runtuh bangunan yang ambruk karena guncangan gempa, seperti halnya yang terjadi di Pulau Lombok ini. Bangunan-bangunan yang tidak dapat bertahan inilah yang menjadi 'pembunuh kejam' yang sesungguhnya.

Karenanya jelas, bila bangunan bisa dibuat tetap berdiri tegak setelah mengalami guncangan gempa besar, niscaya jatuhnya korban manusia dapat dihindarkan, atau setidaknya diminimalisir. Falsafah utama perencanaan bangunan di

daerah gempa adalah struktur bangunan boleh rusak parah akibat gempa besar, namun tidak boleh runtuh, supaya terjadinya korban jiwa dan korban luka dapat dihindarkan. Upaya untuk meminimalisir jatuhnya korban dan kerugian akibat gempa ini disebut sebagai mitigasi bencana gempa.

Rumah Dapat Dibuat Tahan Gempa

Secara umum, struktur bangunan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu yang direncanakan oleh para insinyur bangunan (*engineered structures*) dan yang tidak (*non-engineered structures*). Bangunan rumah tinggal warga umumnya tergolong dalam kelompok *non-engineered structures*, alias direncanakan dan dibangun sendiri oleh pemilik dibantu oleh para tukang bangunan. Bangunan-bangunan *non-engineered* ini yang umumnya banyak mengalami keruntuhan akibat gempa, khususnya yang dibangun berbahan tembok dan beton.

Dalam banyak kejadian gempa di Indonesia, bangunan-bangunan rumah tinggal yang terbuat dari kayu, bambu atau bahan non-tembok lainnya tetap berdiri kokoh, walaupun telah mengalami guncangan gempa besar. Rumah-rumah adat dan tradisional banyak yang tidak mengalami kerusakan berarti, kecuali yang memang sudah lapuk.

Bangunan-bangunan berbahan material lokal non tembok umumnya dibangun sendiri oleh masyarakat, berdasarkan pada pengalaman dan kearifan lokal, hasil dari proses belajar puluhan atau bahkan ratusan atau ribuan tahun, termasuk pengalaman diguncang gempa. Kearifan ini kemudian diwariskan secara turun temurun.

Tidak demikian halnya dengan rumah/bangunan berbahan tembok dan beton. Masyarakat umum dan bahkan para tukang/mandor bangunan pada umumnya tidak memiliki pemahaman yang mendalam tentang karakter material yang getas ini. Padahal, seiring dengan kemajuan jaman dan pertumbuhan ekonomi, bangunan rumah tinggal berbahan tembok dan beton inilah yang banyak dipilih masyarakat. Minimnya pemahaman akan karakter material tembok dan beton ini, sering berakibat fatal pada runtuhnya bangunan secara relatif mudah karena guncangan gempa, dan berakibat pada jatuhnya korban nyawa dan luka akibat tertimpa runtuh bangunan.

Bangunan-bangunan *non-engineered* berbahan tembok dan beton sejatinya dapat dibuat tahan gempa, tanpa harus menjadi terlalu mahal. Teknologi-teknologi sederhana yang didasarkan pada pemahaman yang mendalam terhadap karakter material tembok dan beton, dan perilaku bangunan akibat gempa telah banyak tersedia, dan terbukti telah menghasilkan bangunan yang tidak mudah roboh karena gempa. Negara kita bahkan sudah memiliki Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk hal ini. Secara garis besar, hal-hal yang amat perlu diperhatikan ketika membangun rumah di daerah rawan gempa, khususnya bangunan tembok, adalah dengan memperhatikan sambungan di antara bagian-bagian bangunan, kualitas pengerjaan, konfigurasi bangunan dan peletakan bukaan pintu dan jendela. Masyarakat yang hidup di daerah beresiko gempa tinggi perlu diedukasi tentang tata cara membangun rumah yang benar, dibarengi dengan upaya penerapan regulasi dan pengawasan yang tepat, khususnya ketika masa tanggap darurat dan rehabilitasi sudah usai, dan telah memasuki masa rekonstruksi.

Mitigasi bencana gempa dalam bentuk proses edukasi dan penerapan regulasi dan pengawasan yang tepat pada masa rekonstruksi ini amat krusial untuk dilakukan, karena masa ini merupakan masa emas. Masyarakat masih segar ingatannya akan besarnya bencana yang dapat ditimbulkan oleh runtuhnya bangunan yang tidak didesain dan dibangun dengan tepat untuk berespon dengan baik terhadap gaya gempa, dan karenanya menjadi lebih mudah diedukasi. Selain itu, di tahapan ini proses pembangunan kembali rumah-rumah yang porak poranda karena gempa secara besar-besaran dilakukan. Bila masa emas ini dilewatkan, dikawatirkan kebiasaan lama akan diulang kembali, karena sifat manusia yang mudah lupa. Mari kita cegah agar sejarah kelam ini tak terulang.

¹⁾Catatan: Artikel diterbitkan di harian **Tribun News**, 31 Agustus 2018 <http://surabaya.tribunnews.com/2018/08/31/mitigasi-gempa-upaya-mencegah-jatuhnya-korban>

-oo0oo-

Indonesia Darurat Mitigasi Gempa²⁾

Belum kering airmata kita menangi korban bencana gempa Lombok yang terjadi antara 5 sampai 19 Agustus 2018, kembali kita diguncang berita amat memilukan akibat terjadinya gempa dan tsunami di Donggala, Palu dan sekitarnya, di Jumat petang 28 September 2018. Hingga Minggu sore, 24 jam setelah gempa, BNPB melaporkan setidaknya sudah jatuh 832 korban jiwa. Jumlah ini masih sangat mungkin bertambah, karena proses pencarian korban yang tertimbun di antara reruntuhan bangunan masih belum dapat dilakukan secara intensif, menunggu datangnya peralatan yang memadai.

Gempa di Donggala ini termasuk gempa kuat, puncaknya 7,4 dalam skala Richter, dengan pusat gempa cukup dangkal, lebih kurang 10 Km. Gempa juga diikuti oleh tsunami, yang melanda kota Palu yang terletak di tepi pantai. Di samping itu, gempa Donggala-Palu ini juga diwarnai dengan likuifaksi, yaitu fenomena hilangnya daya dukung tanah. Tanah yang mengalami fenomena likuifaksi ini umumnya adalah tanah yang berbutir kasar, semisal pasir, dengan kepadatan rendah, dalam kondisi muka air tanah yang tinggi. Akibat gesekan-gesekan gempa, daya dukung tanah berkurang drastis, dan berubah sifatnya menjadi seperti cairan, karenanya disebut *liquefaction* (likuifaksi). Tanah yang mengalami fenomena likuifaksi bisa 'mengalir', membawa serta bangunan-bangunan di atasnya, atau karena tiba-tiba kehilangan daya dukungnya, pondasi bangunan bisa tiba-tiba ambles.

Hampir semua korban jiwa terjadi akibat tertimpa runtuh bangunan yang ambruk, sama halnya dengan yang terjadi di Yogya (2006), Lombok (2018) dan di kejadian-kejadian gempa lain di tanah air. Dalam hal gempa Donggala-Palu ini, selain akibat tertimpa reruntuhan bangunan, sejumlah korban jiwa juga akibat tersapu gelombang tsunami, sama halnya dengan yang terjadi di Flores (1992), Aceh (2004) dan Mentawai (2010). Sangat jarang terjadi, korban jiwa akibat gempa diakibatkan oleh karena terbelahnya tanah, yang mengubur hidup-hidup manusia atau makhluk hidup lain yang kebetulan berada di atasnya.

Gempa Tak Dapat Dicegah, Jatuhnya Korban Bisa

Gempa adalah sebuah fenomena alam yang masih belum dapat diprediksi kejadiannya hingga saat ini, dan tentu saja tidak dapat dicegah terjadinya. Namun demikian, jatuhnya korban jiwa akibat gempa dapat dihindarkan terjadinya, atau setidaknya dapat ditekan seminimal mungkin. Hal ini disebut mitigasi gempa.

Gempa-gempa kuat yang terjadi di negara-negara maju, semisal Jepang, Amerika Serikat dan Selandia Baru, umumnya hanya mengakibatkan jatuhnya korban jiwa yang minim. Negara-negara ini dikenal juga berada di area dengan potensi terjadinya gempa yang amat tinggi, atau dikenal berada di area *ring-of-fire*, sama halnya dengan Indonesia.

Pertanyaannya, mengapa kalau gempa-gempa yang terjadi di Indonesia banyak yang diikuti dengan tingginya jumlah korban jiwa dan korban luka-luka? Belum lagi terhitung

kerugian-kerugian yang terjadi akibat porak-porandanya bangunan-bangunan fasilitas pemerintahan, pendidikan, rumah sakit, perekonomian, perumahan maupun fasilitas infrastruktur lainnya. Pertolongan pertama dan penyaluran bantuan untuk para korban gempa Donggala-Palu terkendala karena rusaknya jaringan listrik, transportasi dan telekomunikasi. Perbedaan utama terletak dalam hal begitu minimnya upaya mitigasi gempa yang dilakukan di Indonesia, baik dalam aspek fisik maupun sosial.

Sebenarnya, berbagai bentuk metoda mitigasi gempa, atau upaya menekan jumlah kerugian/korban akibat gempa, sudah banyak tersedia. Demikian pula sudah tersedia banyak pengalaman baik (*best practices*) dari kejadian-kejadian gempa yang pernah terjadi di tanah air, maupun dari pengalaman negara-negara maju dalam penerapan mitigasi gempa ini. Yang lebih diperlukan saat ini adalah kemauan dan kerelaan untuk belajar dan berubah dalam perilaku dan kebiasaan, termasuk kemauan politik (*political will*) dari para pengambil keputusan. Namun, kita semua pasti sepakat, amat tingginya jumlah korban jiwa, korban luka, dan kerugian-kerugian fisik dan non-fisik, sudah waktunya dihentikan. Kita sudah pada tahap kritis dan membutuhkan perubahan radikal! (Kompas, 30 September 2018).

Indonesia Darurat Mitigasi Gempa

Dalam kejadian gempa Donggala-Palu ini, nyata benar bahwa upaya mitigasi gempa belum dilakukan dengan semestinya. Tingginya jumlah korban jiwa dan luka-luka akibat tertimpa reruntuhan bangunan menggambarkan

bahwa bangunan-bangunan yang ada tidak dibangun sesuai dengan kaidah-kaidah membangun di daerah dengan resiko gempa tinggi. Akibatnya, guncangan gempa dengan mudah memporandakan bangunan-bangunan rumah tinggal, hotel, pusat perbelanjaan, menimpa korban-korban yang kebetulan sedang berada di dalamnya. Bangunan-bangunan atau sarana infrastruktur vital juga banyak mengalami keruntuhan dalam kejadian gempa ini. Akibatnya, listrik padam di seantero daerah yang terdampak gempa, yang terjadi di petang hari ini. Menara-menara jaringan telekomunikasi juga banyak yang mengalami kehancuran, termasuk di antaranya menara pengawas di bandar udara. Akibatnya, korban gempa tak dapat ditangani dengan semestinya, karena peralatan-peralatan medis tidak dapat difungsikan karena tiadanya aliran listrik. Komunikasi dengan dunia luar juga terputus, akibatnya aliran bantuan terhambat. Ditambah dengan rusaknya berbagai sarana transportasi, seperti bandara dan jembatan, menghambat upaya pengiriman bantuan logistik maupun sukarelawan.

Gempa Donggala-Palu juga diikuti dengan kejadian tsunami. Ditengarai banyak perangkat deteksi dini tsunami yang tidak berfungsi karena rusak atau bahkan hilang. Karenanya, peringatan deteksi dini tsunami hanya dilakukan berdasarkan model yang tersedia, bukan peringatan yang dibangun atas dasar informasi '*real time*'. Wilayah Donggala dan Palu sudah lama diketahui merupakan daerah dengan frekuensi terjadinya tsunami yang tinggi. Dalam abad 20, setidaknya sudah terjadi 6 kali tsunami di wilayah ini (Kompas, 30 September 2018). Harian Kompas pernah menurunkan beberapa tulisan peringatan, misalnya artikel dengan judul 'Waspada Gempa Besar di Sulawesi' (Kompas, 31 Mei 2017), terutama akibat aktivitas tinggi sesar Palu-

Koro. Namun demikian, upaya mitigasi yang signifikan belum tercatat telah dilakukan.

Adanya bangunan-bangunan yang berdiri di area yang terdampak likuifaksi mengindikasikan bahwa zona yang sesungguhnya harus dihindari untuk dijadikan area yang bisa didirikan bangunan. Hal ini bisa karena dua hal, yaitu zona ini belum terpetakan, atau sebenarnya sudah terpetakan, namun *law enforcement* atau penerapan regulasinya rendah.

Masyarakat penduduk Donggala dan Palu ditengarai banyak yang belum menyadari bahwa daerah tempat tinggalnya merupakan daerah yang rawan terjadinya gempa dan tsunami, dan karenanya belum terlatih menyiapkan diri menghadapi gempa. Karenanya, masyarakat belum dapat bereaksi tepat ketika gempa dan tsunami terjadi, melainkan panik dan kalang kabut, demikian pula yang terjadi dengan perangkat pemerintahan.

Semua situasi ini memberikan gambaran bahwa negara kita Indonesia sudah berada pada masa kritis kondisi gawat-darurat mitigasi gempa. Kita tidak bisa menunggu berjatuhnya korban-korban lain akibat gempa, belum lagi kerugian-kerugian lain yang berdampak pada rusaknya fasilitas infrastruktur, roda ekonomi dan juga kondisi sosial-psikologis masyarakat yang tak mudah dihitung. Kita butuh perubahan radikal untuk menyadarkan pemerintah dan masyarakat (Kompas, 30 September 2018).

Berbagai metoda mitigasi gempa, baik dalam aspek fisik maupun sosial sudah tersedia, tinggal menunggu kemauan kuat untuk mengimplementasikannya di lapangan. Dalam aspek fisik, teknik-teknik membangun yang menghasilkan bangunan tidak mudah roboh akibat gempa sudah lama tersedia, baik untuk bangunan yang direncanakan dan

dibangun oleh ahli bangunan (*engineered structures*), maupun bangunan yang umumnya dibangun langsung oleh masyarakat tanpa melibatkan peran ahli bangunan (*non-engineered structures*). Rumah-rumah tinggal penduduk yang tergolong dalam jenis kedua inilah yang banyak hancur dan runtuhnya menimpa penghuninya, khususnya yang terbuat dari dinding bata dengan pengaku dari kolom dan balok beton bertulang. Pemilik bangunan dan tukang yang mengerjakannya dapat dipastikan tidak memiliki pengetahuan yang cukup tentang perilaku material dinding bata dan pengaku beton bertulang, dan juga tidak pernah mendapatkan informasi dan pelatihan yang memadai. Akibatnya, bangunan yang dihasilkan hanya kuat memikul beban gravitasi, tetapi sangat rentan terhadap beban gempa. Teknologi untuk membuatnya 'berperilaku' baik ketika menerima beban gempa dan tidak mudah hancur sudah tersedia, dan tidak terlalu memerlukan tambahan biaya. Yang diperlukan hanyalah kesadaran dan pelatihan untuk masyarakat dan tukang-tukang bangunan yang biasa membangun sendiri, agar dapat menghasilkan rumah-rumah tinggal tahan gempa. Di samping itu, pemerintah perlu lebih ketat dalam pemberian ijin membangun dan pengawasan bangunan yang sedang dalam proses dibangun, agar sesuai dengan kaidah membangun rumah tahan gempa.

Zona-zona yang tergolong rentan terhadap bahaya likuifaksi seyogyanya dijadikan daerah terbuka hijau, dan sama sekali tidak boleh dijadikan area hunian. Sistem peringatan dini tsunami sudah berkembang pesat, hanya saja pemeliharaan personal, sistem dan fasilitas-fasilitasnya harus dilakukan dengan cermat. Gempa tidak membunuh, melainkan kelalaian manusia.

Dari aspek sosial, masyarakat dan khususnya anak-anak sekolah, perlu terus-menerus dipersiapkan dengan

pemahaman dan pelatihan, agar dapat bersikap tenang dan tepat ketika gempa terjadi. Sebaliknya, pemerintan daerah juga sudah memiliki kesiapan memadai terkait manajemen bencana.

Sudah banyak metode dan teknologi mitigasi bencana gempa sudah tersedia, sekali lagi yang sangat diperlukan sekarang adanya *political will* untuk mengimplementasikannya di kehidupan sehari-hari. Proses ini bisa jadi merupakan proses perubahan yang radikal, karena kita sudah dalam kondisi gawat-darurat mitigasi gempa, dan kita semua tidak menginginkan kembali berjatuhnya korban-korban akibat gempa.

²⁾Catatan: Artikel diterbitkan di harian **Kompas**, 27 Oktober 2018
<https://www.kompas.id/baca/opini/2018/10/27/indonesia-darurat-mitigasi-gempa/>

-oo0oo-

Bukan Gempa, Rumahlah Pembunuh Utama³⁾

Kembali kita dikejutkan oleh gempa tektonik yang terjadi di Cianjur, Jawa Barat, Senin 21/11/2022, siang hari lebih kurang jam 13.20 WIB. Gempa Cianjur ini berkekuatan 5,6 pada skala Richter, dengan pusat gempa atau hiposenter di kedalaman 10 Km. Hingga Selasa malam (22/11/2022), jumlah korban tewas yang dilaporkan berbagai media tercatat 268 orang, korban luka-luka lebih dari seribu orang, sedangkan ribuan penduduk harus mengungsi. Angka-angka ini masih mungkin bertambah, karena belum semua proses evakuasi berhasil dilakukan.

Menurut skala Mercalli atau Mercalli Modified Intensity (MMI), yang digunakan untuk mengukur skala kerusakan akibat gempa, kerusakan akibat gempa Cianjur ini tercatat antara V-VI MMI, artinya gempa dirasakan oleh semua penduduk, kebanyakan terkejut dan lari keluar. Skala Mercalli ini terentang antara I-XII, di mana skala XII merupakan skala kerusakan tertinggi.

Dengan kedalaman pusat gempa 10 km, gempa Cianjur ini tergolong gempa bumi dangkal. Diperkirakan, gempa ini merupakan hasil dari aktivitas Sesar Cimandiri, yang tercatat sebagai salah satu sesar gempa aktif, terbentang dari Pelabuhan Ratu hingga di Kabupaten Bandung Barat. Sesar ini merupakan sumber gempa bumi di darat.

Gempa Moderat, Mengapa Banyak Korban?

Sesuai info dari berbagai media, korban didominasi anak-anak, wanita dan orangtua, kebanyakan menderita patah

tulang, dan umumnya akibat tertimpa reruntuhan atap dan dinding rumah. Korban-korban ini mayoritas sedang beraktivitas di rumah ketika gempa terjadi di tengah hari itu. Fenomena seperti ini jamak terjadi dalam berbagai kejadian gempa di tanah air, seperti halnya pada kejadian gempa Palu (2018), gempa Lombok (2018), gempa Yogya (2006), dan gempa Flores (1992).

Memang gempa Cianjur tergolong gempa dangkal, disebabkan oleh pergerakan Sesar Cimandiri, dengan episenter (proyeksi pusat gempa di permukaan bumi) di sekitar Cianjur itu sendiri, atau dengan kata lain pusat gempa terletak tepat di bawah Cianjur. Dengan intensitas 5,6 skala Richter, gempa ini tergolong moderat. Skala kerusakannya tergolong moderat juga, dalam kisaran V-VI MMI. Pertanyaannya, mengapa jumlah korban dan kerusakan yang terjadi begitu masif?

Setidaknya ada dua kemungkinan. Kemungkinan pertama bila kondisi tanahnya lunak. Gelombang gempa akan mengalami amplifikasi alias pembesaran. Kemungkinan kedua, yang nampaknya lebih sesuai dengan kondisi gempa Cianjur, adalah karena kualitas bangunan yang tidak disesuaikan dengan karakter daerah yang berisiko gempa tinggi.

Hal ini diperkuat dengan realita masifnya kerusakan bangunan yang terjadi, yang didominasi oleh bangunan rumah tinggal. Dihimpun dari berbagai media, mayoritas bangunan-bangunan yang rusak ini merupakan bangunan berdinding bata, sebagian dengan rangka beton bertulang, dengan penutup atap genteng.

Harus diakui, rumah tembok kelihatan lebih kokoh, lebih bagus, dan lebih mencerminkan status ekonomi menengah

ke atas. Masalahnya, rumah-rumah tinggal seperti ini umumnya dibangun sendiri (*non-engineered structures*), tanpa pemahaman yang benar terhadap karakteristik materialnya. Padahal, tembok dan beton ini tergolong material yang getas, mudah retak, karena kemampuannya yang rendah ketika menerima beban tarik. Bangunan semacam ini cukup kuat ketika hanya memikul beban gravitasi, yang sifatnya statis. Lain ceritanya ketika terjadi gempa. Arah gaya gempa yang dinamis mengakibatkan bangunan tidak dapat menghindari gaya-gaya yang bisa menyebabkan terjadinya gaya tarik, yang tidak dapat dipikul material yang getas.

Hal ini yang jadi penyebab utama banyaknya bangunan tembok yang runtuh diterjang gempa, menimpa para penghuni yang berteduh di dalamnya, mengakibatkan banyaknya korban dengan kondisi patah tulang, bahkan kehilangan nyawa. Kondisi ini diperparah dengan penggunaan atap genteng, yang juga berat. Benarlah pepatah, gempa itu sendiri umumnya tidak membunuh, tetapi kualitas bangunan yang buruklah yang membunuh!.

Hidup Berdampingan dengan Gempa

Mengingat negara kita terletak di jalur gempa yang sangat aktif, sering disebut sebagai *ring of fire*, terjadinya gempa tidak dapat dihindari, termasuk di sekitar Cianjur yang sudah sangat sering mengalami gempa. Namun demikian, jatuhnya korban dan kerusakan yang ditimbulkan bisa diminimalisir atau dimitigasi.

Kaitannya dengan bangunan, salah satu alternatif mitigasinya adalah membuat bangunan-bangunan lebih

ramah terhadap gempa, dibangun dengan memperhitungkan karakteristik beban gempa. Nenek moyang kita telah berhasil mengembangkan kearifannya, berbekal proses belajar mandiri turun-temurun, selama ratusan tahun. Karena itu, bangunan-bangunan tradisional, yang umumnya berbahan kayu atau bambu, terbukti tetap berdiri kokoh ketika gempa terjadi. Sayangnya, tukang-tukang bangunan kita saat ini belum cukup memiliki kesempatan mempelajari karakteristik material-material dan struktur bangunan '*modern*', yang lebih dipilih masyarakat, dalam hal ini tembok dan beton.

Bangunan tembok dan beton bisa dibuat lebih tahan terhadap gempa. Kualitas material dan pengerjaannya harus sangat baik. Konfigurasi atau denah bangunan dan sambungan-sambungannya harus benar-benar diperhatikan, sesuai dengan kaidah teknis terkait karakter material getas yang digunakan. Teknologinya sudah tersedia lama, tergolong sederhana. Ada tambahan biaya, namun tergolong rendah, apalagi kalau dibandingkan dengan potensi jatuhnya korban dan kerusakan bangunan yang terjadi. Sekali lagi, kejadian gempa tak dapat dihindari, namun jatuhnya korban dan kerugian bisa dimitigasi.

Secara garis besar, mitigasi terkait bangunan ini bisa dilaksanakan dengan regulasi membangun dan tentunya pelaksanaannya yang konsisten. Dari sisi masyarakat, termasuk para tukang bangunan dan pemilik rumah, mereka sangat memerlukan edukasi teknis membangun yang lebih '*ramah*' terhadap gempa. Buku-buku pedoman teknisnya sudah tersedia lama, tidak memerlukan teknologi yang rumit, dan bahkan sudah diwujudkan dalam bentuk Standar Nasional Indonesia (SNI). Dari sisi perilaku, kita semua perlu secara

periodik berlatih, agar berperilaku tepat, manakala gempa terjadi, karena kita semua manusia yang mudah lupa. Usai tahap tanggap darurat, ketika masyarakat sudah mulai tenang dan mulai menata kembali hidupnya, proses edukasi ini mulai dapat dilaksanakan, dibarengi penerapan kebijakan dan regulasinya. Semoga kejadian memilukan di Cianjur ini membuat kita semua – termasuk para pengambil keputusan, lebih arif dan bisa hidup serasi berdampingan dengan gempa, seperti telah dibuktikan nenek moyang kita. Kalau mau, kita bisa!.

³⁾Catatan: Artikel diterbitkan di harian **Jawa Pos**, 24 November 2022
<https://www.jawapos.com/opini/01420917/bukan-gempa-rumahlah-pembunuh-utama>

-oo0oo-

Magnitudo, MMI dan Mitigasi Dampak Gempa⁴⁾

Selama beberapa minggu terakhir, gempa tektonik beberapa kali mengguncang Pulau Bawean dan sekitarnya. Bahkan, dirasakan cukup keras di Surabaya. Orang-orang panik berlarian ke luar rumah. Dan beberapa bangunan di Surabaya rusak ringan. Dimulai Jumat, 22 Maret 2024, sekitar jam 11.00 pagi, dengan gempa berkekuatan 6 pada skala magnitudo (6M), disusul kemudian 5.3M dan yang paling keras 6.5M tepat menjelang jam 16.00 sore.

Ratusan gempa susulan masih terjadi hingga hampir 2 minggu kemudian. Rabu, 3 April, misalnya, dengan magnitudo 5.6. Gempa kali ini tergolong gempa dangkal, dengan kedalaman pusat gempa atau hiposentrum sekitar 10 Km. Jarak antara episentrum (proyeksi pusat gempa hiposentrum di permukaan bumi) ke Kabupaten Tuban berkisar 130 Km.

Sebelum skala magnitudo (M) ini digunakan sejak 2018, ukuran terkait gempa yang banyak dikenal sebelumnya adalah skala Richter (SR). Ini diambil dari nama penemunya, ahli seismologi Amerika Serikat Charles Francis Richter, di tahun 1930an sebagai sebuah cara untuk mengukur besarnya kekuatan sebuah gempa.

Skala Magnitudo bersifat objektif. Mengukur besarnya energi yang dilepaskan oleh gempa, berdasarkan pengukuran amplitudo atau frekuensi getaran gempa yang terjadi, diukur menggunakan seismograf. Skala Magnitudo merupakan skala logaritmik, beda 1 skala lebih tinggi artinya merupakan kelipatan 10 kali dibanding skala yang lebih rendah. Ukuran gempa 8M sudah dikategorikan gempa dengan skala yang dahsyat.

Selain skala Magnitudo, informasi tentang kekuatan gempa umumnya juga disertai dengan skala lain, yaitu MMI, singkatan dari Modified Mercalli Intensity. Satuan ini diciptakan oleh seorang ahli vulkanologi Italia, Giuseppe Mercalli tahun 1902. Rentangnya antara skala I sampai XII. Skala ini kemudian dimodifikasi oleh ahli seismologi Harry Wood dan Frank Neumann.

Skala MMI merupakan ukuran yang subjektif. Rentangnya skala I (dampaknya sulit terdeteksi) hingga skala XII (kerusakan total). Tingkat MMI tergantung dari penilaian langsung individu manusia terhadap getaran yang dirasakan, kerusakan bangunan yang terjadi, maupun dampak terhadap lingkungan di sekitarnya. Dampak ini bervariasi antara satu lokasi dan lokasi lainnya, bergantung pada beberapa factor. Antara lain jarak kedalaman hiposentrum, jarak terhadap episentrum, kondisi tanah atau geologi dan kondisi bangunan.

Meminimalkan Dampak Gempa

Kejadian gempa sangat besar di Taiwan baru-baru ini (3/4/2024), berkekuatan 7,4M, bisa memberikan ilustrasi yang baik. Kekuatan gempa ini jauh lebih besar dibanding gempa Bawean yang terbesar, 6,5M, yang menimbulkan dampak di Surabaya berkisar pada skala V-VI MMI. Perlu diingat, skala magnitudo menggunakan skala logaritmik, sehingga peningkatan 1 satuan berarti ukuran kekuatan gempanya 10 kali lipat. Artinya kekuatan Gempa Taiwan ini hampir 10 kalinya Gempa Bawean.

Di Taiwan ini, di kota terdekat dengan pusat gempa, Hualien, dampak yang dirasakan terhadap manusia dan

bangunan di sana berkisar pada skala VIII MMI. Guncangan gempa yang dirasakan hebat, mengakibatkan kerusakan ringan pada bangunan dengan konstruksi kuat. Retak-retak pada bangunan dengan konstruksi kurang kuat. Juga kemungkinan terlepasnya dinding rumah dan robohnya cerobong-cerobong asap pabrik, serta air menjadi keruh.

Sejatinya, bagi kita kebanyakan dan kaitannya dengan kehidupan sehari-hari, skala MMI lebih dominan kepentingannya. Karena memberikan gambaran yang lebih terperinci tentang dampak langsung gempa terhadap kehidupan manusia. Skala magnitudo tidak langsung berkaitan dengan dampak yang diakibatkan oleh gempa.

Namun, ada hal yang jauh lebih penting dibanding mendebatkan mana yang lebih penting antara skala magnitudo dan skala MMI, yaitu mitigasi gempa itu sendiri. Terjadinya gempa tidak dapat dihindari, khususnya bagi kita di Indonesia yang berada di zona gempa sangat aktif. Yang lebih menguatirkan, hingga saat ini terjadinya gempa juga belum dapat diprediksi. Kabar baiknya, dampak gempa dapat dimitigasi atau diminimalkan!

Kejadian gempa hebat di Taiwan yang terakhir ini memberikan pelajaran sangat berharga. Gempa Hualien dengan kekuatan 7.4M yang dikatakan gempa terhebat kedua di Taiwan sejak 25 tahun terakhir, dibanding gempa hebat lainnya yang terjadi tahun 1999 (dikenal sebagai gempa Jiji atau Chi-Chi), dengan ukuran magnitudo dan jarak pusat gempa yang memiliki kemiripan, menimbulkan dampak yang jauh berbeda. Gempa Chi-Chi menimbulkan korban jiwa lebih dari 2.400 orang. Sedangkan gempa Hua Lien hingga kini mencatat jumlah korban jiwa yang jauh lebih rendah, 9 orang.

Kerusakan Bangunan yang Lebih Terkendali, Tidak Roboh Total

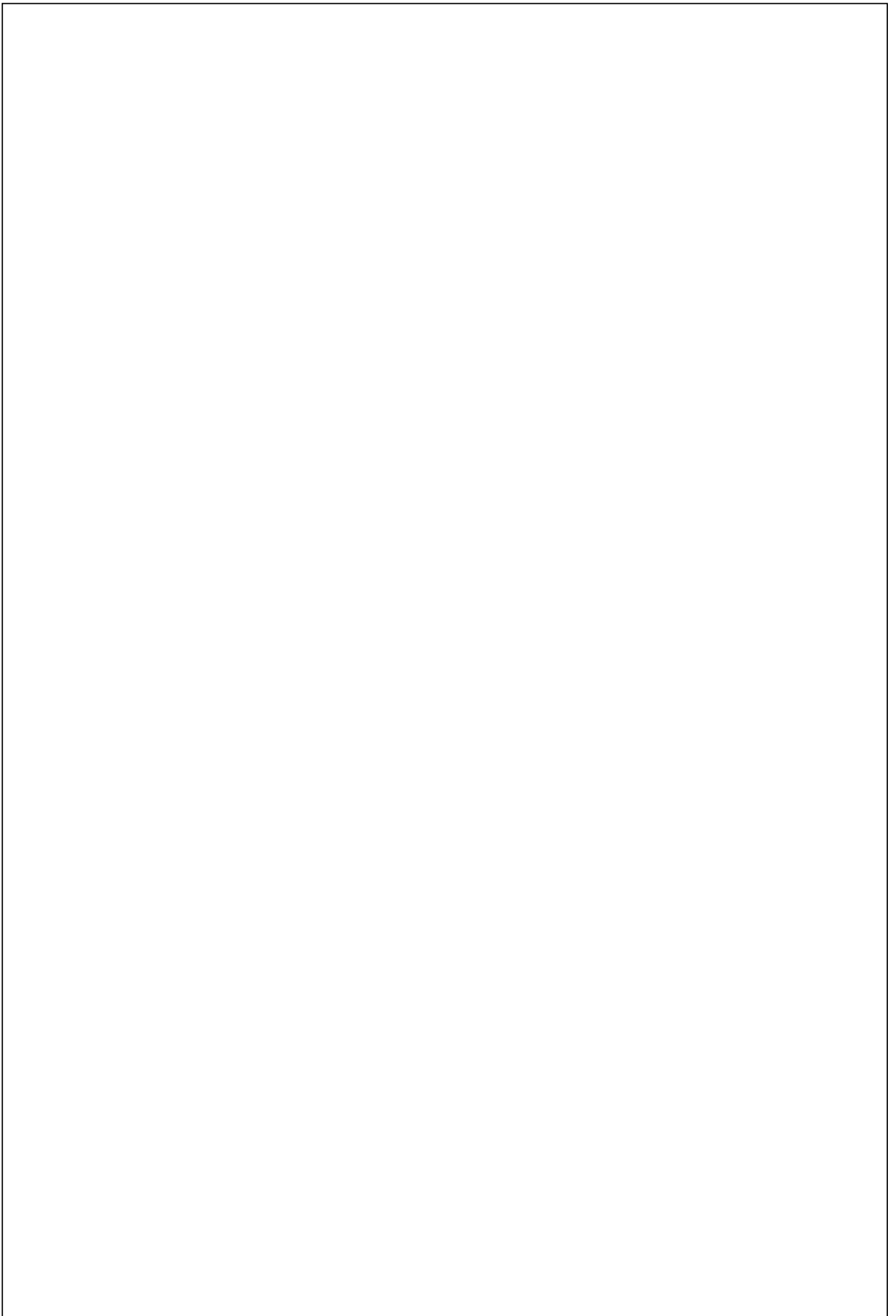
Pemerintah Taiwan membuktikan keberhasilan mereka memitigasi dampak gempa. Antara lain dengan mengetatkan regulasi desain struktur dan mendirikan bangunan yang sesuai dengan kaidah bangunan 'tahan' gempa. Termasuk memperkuat bangunan-bangunan yang sudah ada sebelumnya, membangun jaringan infrastruktur (termasuk komunikasi) yang andal dan tidak mudah kolaps ketika gempa terjadi. Yang tidak kalah penting menyiapkan seluruh lapisan masyarakat untuk paham bagaimana seharusnya bersikap ketika gempa terjadi.

Untuk memitigasi dampak gempa ini, teknologinya sudah tersedia. Walaupun dari waktu ke waktu bisa berubah. Demikian pula berbagai praktek baik yang sudah diterapkan dengan berhasil, antara lain di Taiwan dan Jepang, yang juga dapat kita adopsi. Tampaknya yang sangat dibutuhkan di sini adalah kemauan baik (*good will*) dan kemauan politik (*political will*) untuk menerapkannya!. Semoga ke depan kita lebih siap hidup berdampingan dengan gempa. Lebih siap menghadapi gempa-gempa yang sangat besar kemungkinannya akan terjadi lagi, dan dampaknya dapat diminimalkan. Semoga.

⁴⁾Catatan: Artikel diterbitkan di harian **Jawa Pos**, 8 April 2024

-oo0oo-

BAGIAN 2:
ABU TERBANG SEBAGAI
MATERIAL KONSTRUKSI



Abu Terbang Solusi Pencemaran Semen⁵⁾

Akhir-akhir ini, industri semen dan beton semakin sering disorot, khususnya oleh para pecinta lingkungan. Ini disebabkan emisi karbon dioksida, komponen terbesar gas rumah kaca, yang dihasilkan dari proses kalsinasi kapur dan pembakaran batu bara. Isu lingkungan ini tampaknya akan memainkan peran penting dalam kaitan dengan isu pembangunan berkelanjutan di masa mendatang.

Dari Konferensi Bumi yang diselenggarakan di Rio de Janeiro, Brasil tahun 1992 dan di Kyoto, Jepang tahun 1997 dinyatakan bahwa emisi gas rumah kaca ke atmosfer yang tak terkendali tidak bisa lagi diterima dari sudut pandang ke-pentingan sosial dan kelestarian lingkungan dalam kerangka pembangunan yang berkelanjutan. Gas rumah kaca yang menjadi sorotan utama adalah gas karbon dioksida karena jumlahnya yang jauh lebih besar dari gas lainnya seperti oksida nitrat dan metan.

Dalam produksi satu ton semen Portland, akan dihasilkan sekitar satu ton gas karbon dioksida yang dilepaskan ke atmosfer. Dari data tahun 1995, jumlah produksi semen di dunia tercatat 1,5 miliar ton. Hal ini berarti industri semen melepaskan karbon dioksida sejumlah 1,5 miliar ton ke alam bebas.

Menurut International Energy Authority: World Energy Outlook, jumlah karbon dioksida yang dihasilkan tahun 1995 adalah 23,8 miliar ton. Angka itu menunjukkan produksi semen portland menyumbang tujuh persen dari keseluruhan karbon dioksida yang dihasilkan berbagai sumber. Tampaknya

2

proporsi ini akan terus bertahan atau bahkan meningkat sesuai dengan peningkatan produksi semen kalau tidak ada perubahan berarti dalam teknologi produksi semen atau didapatkan bahan pengganti semen. Pada tahun 2010, diperkirakan total produksi semen di dunia mencapai angka 2,2 miliar ton.

Merujuk pada besarnya sumbangan industri semen terhadap total emisi karbon dioksida, perlu segera dicarikan upaya untuk bisa menekan angka produksi gas yang mencemari lingkungan ini. Tampaknya perbaikan teknologi produksi semen tidak terlalu bisa diharapkan dapat menekan produksi karbon dioksida secara signifikan. Penggantian sejumlah bagian semen dalam proses pembuatan beton, atau secara total menggantinya dengan bahan lain yang lebih ramah lingkungan menjadi pilihan yang lebih menjanjikan.

Abu Terbang

7

Pakar teknologi beton yang bermukim di Kanada, VM Malhotra, memelopori riset penggunaan abu terbang (fly ash) dalam proporsi cukup besar (hingga 60-65 persen dari total semen Portland yang dibutuhkan) sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam proses pembuatan beton. Sebelumnya banyak peneliti menggunakannya hanya dalam proporsi kecil.

7

Abu terbang adalah abu sisa pembakaran batu bara yang dipakai dalam banyak industri. Abu terbang sendiri tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen. Tetapi dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh abu terbang akan

bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat.

Adanya kalsium hidroksida dalam beton selama ini ditengarai sebagai sumber perusak beton sebelum waktunya, khususnya bila beton berada di lingkungan yang agresif. Karenanya, penambahan atau penggantian sejumlah semen dengan abu terbang berpotensi menambah keawetan beton tersebut.

Selama ini abu terbang tidak dimanfaatkan dan dibuang begitu saja, sehingga memiliki potensi mencemari lingkungan. Upaya yang dipelopori Malhotra dan kawan-kawan ini tampaknya memberikan hasil menjanjikan. Beton yang dihasilkan ternyata menunjukkan tenaga tekan tinggi serta memiliki sifat keawetan (*durability*) lebih baik dibanding beton biasa yang sepenuhnya menggunakan semen Portland. Upaya ini dikembangkan lebih lanjut dengan pemanfaatan bahan-bahan sisa lainnya yang mempunyai kandungan oksida silica tinggi seperti silica fume, slag atau bahkan abu sekam dan jerami.

Dari konferensi Concrete 2001 yang diselenggarakan di Perth, Australia, belum lama ini, dilaporkan penggunaan HVFA (*high volume fly ash*) concrete atau beton dengan kandungan abu terbang tinggi pada sejumlah proyek infrastruktur, demikian pula penggunaan bahan buangan lain seperti slag. Beton tersebut dilaporkan menunjukkan hasil memuaskan di lapangan. Dalam waktu singkat di masa mendatang, penggunaan beton jenis ini diperkirakan akan meningkat dengan cepat. Selain lebih ramah lingkungan, mengurangi jumlah energi yang diperlukan karena berkurangnya pemakaian semen, lebih awet dan lebih murah, bahan ini juga tetap menunjukkan perilaku mekanik memuaskan.

Perkembangan mutakhir yang menjanjikan adalah penggunaan abu terbang sepenuhnya sebagai pengganti semen lewat proses yang disebut polimerisasi anorganik (kadang disebut geopolimer) yang dipelopori oleh seorang ilmuwan Prancis, Prof. Joseph Davidovits, sekitar 20 tahun lalu.

Geopolimer semen, demikian nama yang diberikan, menjadi harapan utama mereduksi penggunaan semen untuk keperluan pembangunan infrastruktur. Setidaknya untuk pembuatan beton pracetak. Walaupun tahapan yang harus dilalui untuk memasalkan penggunaan teknologi ini masih jauh, setidaknya hasil riset yang ada selama ini menunjukkan hasil menjanjikan. Saat ini, riset beton geopolimer giat dilakukan di sejumlah lembaga riset atau universitas khususnya di Prancis, Amerika Serikat dan Australia.

Manfaat Ganda

5

Tahun 1989, total abu yang dihasilkan dari pembakaran batu bara di seluruh dunia mencapai 440 miliar ton. Sekitar 75 persen adalah abu terbang. Produsen utama adalah negara-negara bekas Uni Soviet (99 miliar ton), diikuti Cina (55 miliar ton), Amerika Serikat (53 miliar ton) dan India (40 miliar ton). Produksi abu ini terus meningkat dari tahun ke tahun. Cina sendiri menghasilkan lebih dari 110 miliar ton abu di tahun 2000, dengan total produksi abu dunia tahun 2000 mencapai angka 661 miliar ton.

Tingkat pemanfaatan abu terbang dalam produksi semen saat ini masih tergolong amat rendah. Cina memanfaatkan sekitar 15 persen, India kurang dari lima persen, untuk memanfaatkan abu terbang dalam pembuatan beton.

Abu terbang ini sendiri, kalau tidak dimanfaatkan juga bisa menjadi ancaman bagi lingkungan. Karenanya dapat dikatakan, pemanfaatan abu terbang akan mendatangkan efek ganda pada tindak penyelamatan lingkungan, yaitu penggunaan abu terbang akan memangkas dampak negatif kalau bahan sisa ini dibuang begitu saja dan sekaligus mengurangi penggunaan semen Portland dalam pembuatan beton.

Mengingat terbatasnya bahan baku dan kondisi lingkungan hidup yang makin merosot, maka diperlukan inovasi untuk menghasilkan material konstruksi yang murah, hemat energi dalam proses produksinya, memiliki sifat keawetan yang tinggi serta sedikit menghasilkan karbon dioksida atau bahan-bahan berbahaya lainnya.

Pembuatan semen geopolimer dapat mereduksi hingga 80 persen jumlah karbon dioksida yang dihasilkan dari proses pembuatan semen biasa (semen Portland). Bahkan para peneliti dari Universitas Melbourne, Australia, di bawah pimpinan Prof. J Van Deventer mengemukakan hasil riset mereka bahwa beton geopolimer dapat dimanfaatkan untuk memasung ('immobilise') bahan-bahan berbahaya yang mengandung radioaktif maupun bahan-bahan beracun lain, seperti tailing. Dalam laporan penelitian disebutkan hampir semua bahan buangan industri yang mengandung unsur-unsur silika dan alumina bisa dibuat menjadi semen geopolimer.

Kenyataan bahwa semen geopolimer dapat diproduksi dari bahan-bahan buangan atau limbah industri, mengurangi emisi karbon dioksida secara amat signifikan, memiliki sifat keawetan unggul dan mampu memasung bahan-bahan beracun, mengukuhkannya sebagai material konstruksi masa depan.

Saat ini belum semua sifat fisik dan mekaniknya dipahami dengan baik. Sehingga para peneliti berupaya mengenali perilakunya lewat sejumlah riset yang dilakukan. Bila perilaku fisik dan mekaniknya telah dikenali dengan baik, produk-produk aplikasinya di bidang infrastuktur dapat diwujudkan dengan mudah.

⁵⁾Catatan: Artikel diterbitkan di harian **Sinar Harapan**, 29 Oktober 2001
(https://www.researchgate.net/publication/43649856_Abu_Terbang_Solusi_Pencemaran_Semen)

-oo0oo-

Geopolimer Beton Tanpa Semen yang Ramah Lingkungan⁶⁾

10

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.

10

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 dihasilkannya 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 antar batuan 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 Davidovits, 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 pyramid 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

1 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 agregatbatuan 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 pemasang logam-logam berbahaya.

Sebuah kelompok riset di jurusan Teknik Sipil, Curtin University of Technology, Perth, Australia di bawah pimpinan

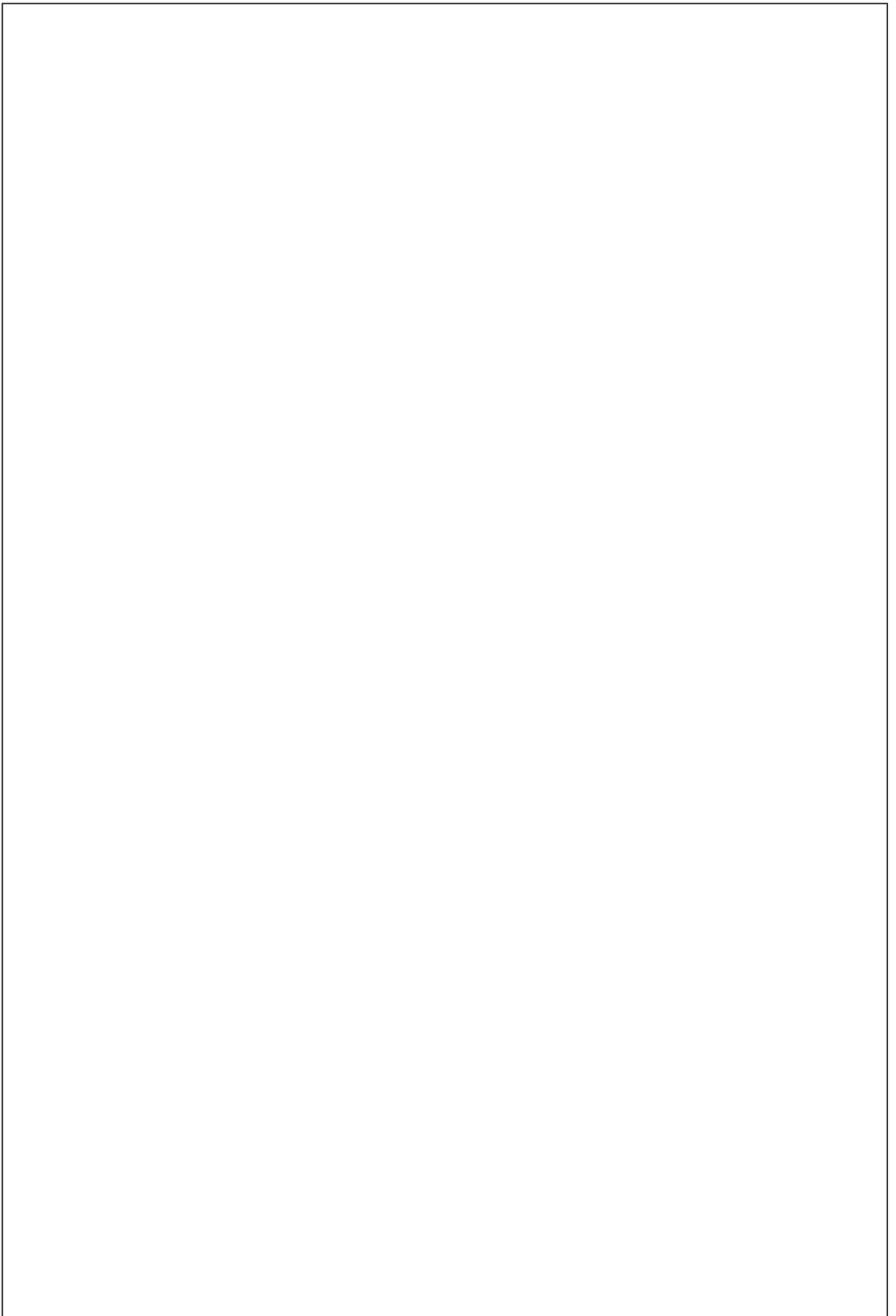
Professor BV Rangan saat ini tengah giat mengeksplorasi berbagai karakter beton geopolimer ini untuk kemungkinan aplikasinya di dunia konstruksi bangunan. Karakteristik yang sedang dipelajari antara lain proses pembuatannya, sifat-sifat teknisnya khususnya kekuatan dan keawetannya di lingkungan yang 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 memper-parah laju proses perusakan lingkungan hidup.

⁶⁾Catatan: Artikel diterbitkan di harian **Kompas**, 21 Oktober 2002, <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0210/21/ipitek/beto45.htm>

-oo0oo-

BAGIAN 3:
PENDIDIKAN TINGGI



3

Saatnya Berguru ke Malaysia?⁷⁾

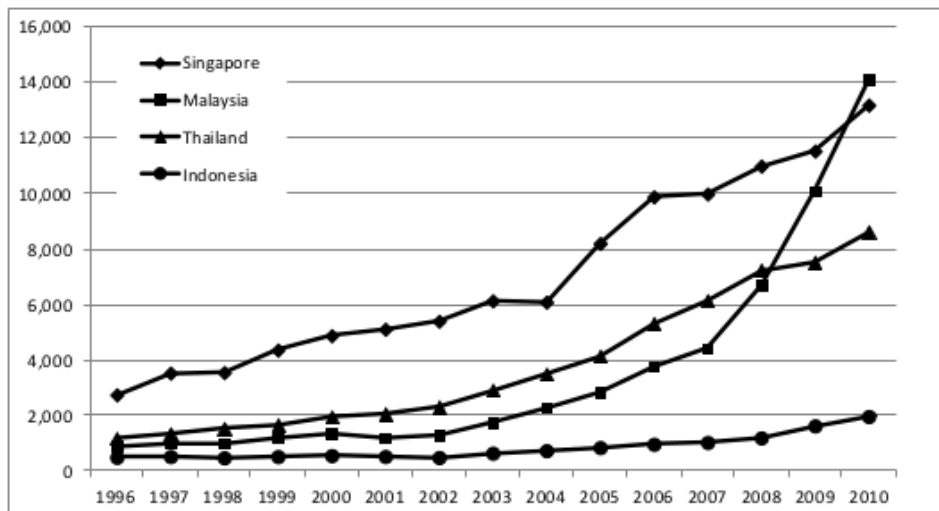
Hari-hari belakangan ini kalangan kampus memiliki topik diskusi hangat: kewajiban publikasi karya ilmiah agar dapat lulus program S-1, S-2, ataupun S-3. Alasan utama di balik keputusan itu adalah minimnya jumlah publikasi dari Indonesia jika dibandingkan dengan negara jiran, Malaysia.

Berdasarkan data Scopus (www.sciencedirect.com) per 9 Februari 2012, tercatat National University of Singapore sebagai universitas dengan jumlah publikasi tertinggi di Singapura (64.991 publikasi), sekaligus "juara"-nya ASEAN. Mahidol University sebagai yang tertinggi di Thailand (17.414), sementara University of Malaya (16.027) mencatat jumlah publikasi tertinggi di Malaysia. Indonesia? "Juara"-nya ITB yang mencatatkan angka 2.029 publikasi. Memang lebih tinggi daripada prestasi universitas "juara" dari Vietnam, Brunei, Laos, ataupun Myanmar, tetapi kalah jauh dibanding "juara"-nya Malaysia.

Scopus adalah basis data yang mendata karya-karya ilmiah di seluruh dunia yang bereputasi tinggi. Data publikasi dan jumlah sitasi yang dicatat Scopus banyak dipakai sebagai salah satu alat ukur kinerja universitas secara internasional.

Perbandingan publikasi empat negara ASEAN (Singapura, Malaysia, Thailand, dan Indonesia) yang diindeks Scopus (1996-2010) memperlihatkan betapa jauh beda publikasi Indonesia dibandingkan dengan tiga negara ASEAN lain. Sejak 2007, lonjakan publikasi dari Malaysia tercatat begitu besar (Gambar 1). Mereka tidak hanya semakin jauh

meninggalkan Indonesia dan mengalahkan Thailand, tetapi juga secara total publikasi mengungguli Singapura. Indonesia tetap konstan di posisi keempat. Kalau yang diperbandingkan adalah jumlah publikasi per kapita, gambarannya akan lebih dramatis lagi.



Gambar 1. Jumlah publikasi ilmiah empat Negara ASEAN
(Sumber: www.SCIImagojr.com)

3

Fenomena Malaysia

Itu rupanya yang membuat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi “kebakaran jenggot”, lalu mengeluarkan instruksi yang “membakar” banyak kalangan kampus di Indonesia. Keprihatinan Dirjen Dikti ini patut jadi keprihatinan bersama. Lalu, apa rahasia di balik lonjakan “prestasi” Malaysia yang amat mengagumkan itu?

Lonjakan besar yang terjadi, terutama sejak 2007, diawali kebijakan Pemerintah Malaysia mendorong universitas-universitasnya jadi universitas riset. Kebijakan ini dibarengi

penggelontoran dana dan fasilitas riset besar-besaran, selain memadainya gaji para dosen. Universitas yang berhasil dapat predikat "universitas riset" berhak atas banyak fasilitas menggiurkan, yang mendorong universitas-universitas lain untuk menggapai predikat ini.

Perolehan dana riset dari MOSTI (Kementerian Riset dan Teknologi-nya Malaysia) dilakukan melalui jalur kompetisi nasional. Prosesnya sederhana dan cepat. Dapat dikatakan tidak ada dosen level senior lecturer ke atas yang tak punya dana riset memadai. Untuk mendapat dana riset 200.000-an ringgit (Rp 500 juta-Rp 600 juta) per topik riset tidaklah sulit.

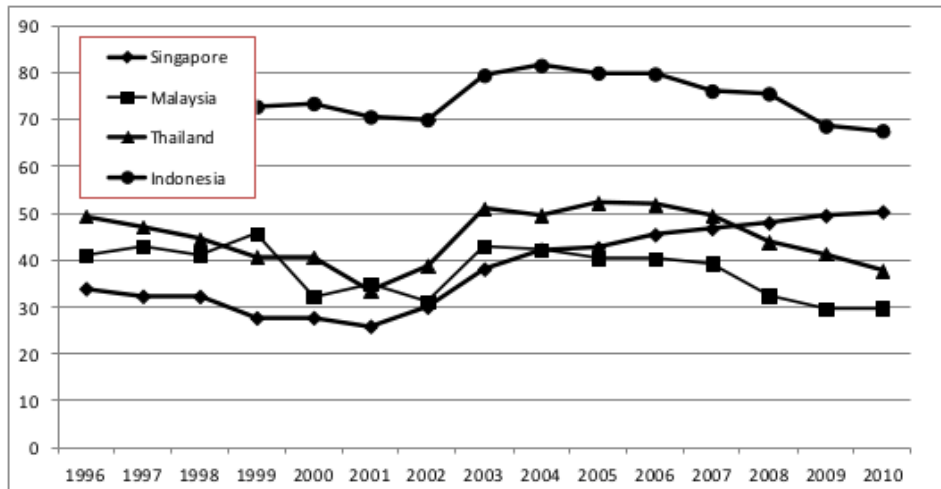
Di Malaysia juga dimungkinkan jalur S-2 dan S-3 "by research". Dapat dikatakan semua universitas menerima mahasiswa S-2 dan S-3 walau baru berdiri. Dengan sistem ini, dimungkinkan penerimaan mahasiswa S-2 dan S-3 kendati jumlah mahasiswanya hanya 1-2 orang. Asal ada pembimbing berkualifikasi memadai dapat dimulai studi S-2 dan S-3. Dengan sistem ini, dapat dikatakan semua dosen bergelar doktor bisa punya mahasiswa S-2 dan S-3 untuk dibimbing, elemen amat penting dalam pelaksanaan riset.

Untuk menunjang kelangsungan riset, bilamana sumber daya dosen lokal yang ada belum memadai, terbuka luas kesempatan mengundang dosen asing bergelar doktor untuk mengajar sekaligus jadi peneliti. Setiap universitas punya otoritas untuk menetapkan jabatan akademik, tak harus mengurus ke "Dikti"-nya mereka secara sentral seperti di Indonesia.

Proses penetapannya juga amat cepat, utamanya melihat kinerja riset. Universitas juga punya otoritas menetapkan

standar gaji dan fasilitas. Tidak heran jika banyak dosen bergelar doktor dari Indonesia jadi "TKI" di sana. Kehadiran dosen asing yang mumpuni ini jadi faktor penting pendongkrak kinerja riset Malaysia.

Situasi Kita



Gambar 2. Prosentase artikel dengan penulis berasal lebih dari satu negara (Sumber: www.SCImagojr.com)

Gambaran di atas berbicara tentang persentase artikel yang ditulis oleh penulis dari sejumlah negara. Angka yang dicatat dari publikasi Indonesia sangat tinggi, 70-80 persen, jauh lebih tinggi dibanding tiga negara lain (30-50 persen). Artinya, 70-80 persen publikasi ilmiah dari Indonesia hasil kolaborasi dengan penulis dari negara lain. Hal ini bisa jadi suatu indikator yang baik karena penulis-penulis Indonesia menjalin kerja sama erat dengan peneliti dari sejumlah negara (Gambar 2).

Namun, hal ini juga bisa berarti lain. Mengingat angka publikasi yang relatif rendah, bisa jadi publikasi ilmiah Indonesia dihasilkan terutama oleh peneliti Indonesia yang studi S-2 dan S-3 di luar negeri, kemudian menuliskan karya ilmiahnya bersama dosen pembimbingnya. Dan, sangat mungkin setelah pulang ke Indonesia produktivitas mereka langsung anjlok dan tak melakukan publikasi lagi.

Hal ini mestinya perlu ditelusuri penyebabnya. Boleh jadi ini penyebab utama rendahnya publikasi Indonesia. Patut diduga, iklim riset yang kurang kondusif menyebabkan peneliti Indonesia jadi "mandul" sepulang ke Indonesia.

Bukan rahasia lagi, banyak peneliti hebat kita yang baru pulang studi lanjut di luar negeri kembali ke kampus tak punya meja, apalagi fasilitas dan dana riset. Belum lagi beberapa kebijakan Dikti yang bertentangan dengan semangat menaikkan jumlah publikasi Indonesia. Di antaranya apa yang dinamakan "batas kepatutan" dalam melaksanakan penelitian yang dinyatakan dalam Pedoman Operasional Penilaian Angka Kredit Kenaikan Jabatan Fungsional Dosen, dikeluarkan Dirjen Dikti, Oktober 2009.

Hal lain, karya ilmiah yang terbit dalam rentang antara penyerahan berkas penilaian angka kredit dan tanggal SK jabatan akademik tak dapat digunakan untuk kenaikan jabatan berikutnya. Rentang waktu ini bisa lebih dari satu tahun. Tak sulit menemui dosen yang enggan menerbitkan karyanya dalam rentang waktu ini karena nantinya akan dinyatakan "hangus". Jelas kebijakan ini tak senapas dengan instruksi Dirjen Dikti terbaru. Belum lagi, berapa banyak dosen bergelar doktor yang tak punya anak bimbing S-2

dan S-3? Berapa banyak pula ketua jurusan, dekan, dan pejabat akademik lain penentu kebijakan di universitas kita yang tidak punya rekam jejak riset dan publikasi bermutu?

Harus diakui fondasi bangunan riset kita masih rapuh, berakibat pada rendahnya publikasi kita. Jalan pintas instruksi Dirjen Dikti perlu dibarengi dengan upaya serius pembangunan fondasi riset yang lebih kokoh agar keberhasilannya lebih berkelanjutan. Mungkinkah saatnya kita berguru kepada Malaysia?

⁷⁾Catatan: Artikel diterbitkan di harian **Kompas**, 29 Februari 2012
<https://megapolitan.kompas.com/read/2012/02/29/02114739/Saatnya.Berguru.ke.Malaysia.?page=all>

-oo0oo-

HarvardX dan Trend Pendidikan Online⁸⁾

Sungguh satu pengalaman berharga, 24 Juli lalu bersama Dekan Fakultas Bisnis dan Ekonomi (FBE), Universitas Kristen Petra Surabaya, Dr. Ricky, dan para peserta *Intensive Summer Institute on Leadership* yang diselenggarakan oleh Universitas Harvard dan United Board for Christian Higher Education in Asia (UBCHEA), saya berkesempatan mengunjungi dapur HarvardX, di kota Boston, Amerika Serikat. Peserta *Intensive Summer Institute* kali ini berjumlah 19 orang pimpinan perguruan tinggi, yang berasal dari 9 negara Asia (Gambar 3).



Gambar 3. Dekan FBE dan Rektor UK Petra Surabaya mengunjungi dapur HarvardX

HarvardX (<http://HarvardX.harvard.edu>) merupakan salah satu proyek strategis Universitas Harvard yang dimulai sejak tahun 2013, untuk menjangkau dunia melalui kuliah-kuliah *online*, memanfaatkan perkembangan teknologi yang amat pesat di bidang pembelajaran ini. Universitas Harvard merupakan salah satu perguruan tinggi terkemuka dunia, sudah berusia lebih dari 380 tahun, bahkan lebih tua dari usia negara AS itu sendiri. Universitas Harvard ini dikenal luas sebagai salah satu pelopor pembelajaran *online* di tingkat dunia, bersama-sama dengan mitra sekotanya, Massachusetts Institute of Technology (MIT).

HarvardX mengintegrasikan pengembangan metoda pembelajaran dengan perangkat digital. Sekaligus juga, HarvardX mewadahi riset-riset para penelitinya untuk memajukan proses belajar mengajar *online* ini. Salah satu misinya adalah menyediakan pendidikan *online* berkualitas yang dapat diakses dari seluruh penjuru dunia, atau sering dikenal sebagai *Massive Open Online Courses* (MOOC). Hingga pertengahan akhir tahun 2018, tercatat lebih dari 6,8 juta orang yang terdaftar mengikuti kuliah-kuliah *online* melalui HarvardX ini, dimana dua per tiganya berdomisili di luar negara AS, berasal dari 193 negara. Menarik juga untuk dicatat, 72% dari pembelajar jarak jauh ini tergolong generasi milenial!. Tercatat hampir 17.000 pengguna berdomisili di Indonesia.

Meghan Morrissey (*Senior Project Lead*) dan Tiffany Wong (*Project Lead*) di HarvardX menjelaskan saat ini ada empat fokus yang dikerjakan oleh HarvardX, yaitu mengembangkan pelatihan dosen untuk memanfaatkan media digital untuk proses pembelajaran, mengembangkan kuliah-kuliah *online*, literasi religi (*religious literacy*) dan sebuah proyek yang disebut ChinaX. Yang terakhir ini adalah pengembangan konten-konten studi tentang Cina.

Rata-rata, penyiapan setiap matakuliah online memerlukan waktu delapan bulan.

HarvardX sendiri menyatakan diri sebagai sebuah lembaga non-profit. Situs (<http://HarvardX.harvard.edu>) web HarvardX menyediakan matakuliah-matakuliah yang disediakan online. Menariknya, sebagian besar di antaranya tidak berbayar, alias gratis, kecuali bila peserta menghendaki sertifikat ketika dinyatakan lulus ujiannya. Durasi untuk menempuh setiap matakuliah ini bervariasi, antara 2-12 minggu, demikian juga tingkat kesulitannya.

Untuk konteks Indonesia, proyek HarvardX ini menarik untuk dijadikan salah satu sumber inspirasi. Fakta mengenai jumlah pembelajar yang mengikuti kuliah-kuliah *online* di HarvardX ini, termasuk sebaran geografi dan demografinya, sangat menginspirasi untuk diadaptasi di Indonesia, khususnya untuk meningkatkan Angka Partisipasi Kasar (APK) perguruan tinggi Indonesia, yaitu jumlah penduduk usia 19-23 tahun yang berkesempatan mengikuti pendidikan tinggi, secara signifikan. Saat ini APK perguruan tinggi Indonesia tercatat sekitar 34%, jauh tertinggal dari negara-negara lain, semisal Malaysia yang berada di angka 50-60%, bahkan di negara-negara maju tercatat hingga 90%. Dalam lima tahun ke depan, pemerintah telah mencanangkan target untuk meningkatkan APK ini ke angka 50%. Peningkatan sebesar 16% dalam kurun waktu hanya lima tahun merupakan lompatan yang amat besar dan memerlukan upaya yang sangat luar biasa. Hanya mengandalkan pendidikan konvensional yang semata-mata mengandalkan tatap muka membuat pencapaian target mulia ini amat sulit diwujudkan. Namun, tersedianya teknologi untuk mendukung proses pembelajaran jarak jauh ini dapat memangkas banyak ketidakmungkinan yang sebelumnya ada.

Hanya memang perlu dicatat, Meghan Morrissey dari HarvardX menyampaikan modal biaya produksi sebuah matakuliah *online* relatif tinggi, dan perlu waktu panjang rata-rata delapan bulan untuk menghasilkan sebuah matakuliah *online* yang bermutu, lengkap dengan asesmen nya. Namun, mengingat jangkauan peserta matakuliah yang melewati batas ruang, waktu, kecepatan belajar, kapasitas kelas dll., biaya per peserta kuliah bisa ditekan menjadi jauh lebih murah. Dengan potensinya yang amat luar biasa ini, inisiatif ini perlu dijadikan salah satu prioritas dalam pengembangan pendidikan tinggi dan sumber daya manusia (SDM) Indonesia dalam lima tahun ke depan. Pengembangan SDM ini menjadi salah satu prioritas dalam mewujudkan visi Indonesia Maju yang baru-baru ini dicanangkan oleh Presiden Jokowi dalam pidatonya tentang Visi Indonesia 5 Tahun ke depan di Sentul, Bogor, 14 Juli silam.

Di samping itu, mencermati peserta yang terdaftar di HarvardX, yang sudah memiliki gelar sarjana tercatat berkisar 70%, separuh di antaranya mengidentifikasi diri sebagai guru. Angka-angka ini menarik, karena memberikan gambaran makin diperlukannya sarana-sarana untuk dapat meningkatkan kapasitas diri bagi para profesional atau penduduk yang sudah bekerja – termasuk ibu-ibu rumah tangga - untuk terus belajar, khususnya untuk mempelajari bidang-bidang baru, di tengah arus perubahan yang amat pesat di era Revolusi Industri 4.0 ini. Hal ini tercermin dari matakuliah-matakuliah yang ditawarkan di HarvardX.

Lebih lagi, terbuka kesempatan amat besar bagi para dosen atau guru di Indonesia untuk memanfaatkan bahan-bahan ajar yang tersedia di HarvardX atau situs-situs sejenis, semisal MITx dan edX, untuk meningkatkan mutu

dan keterkinian bahan ajar, serta meningkatkan metoda penyampaiannya. Bagi para mahasiswa Indonesia, situs-situs semacam ini menjadi peluang berharga untuk diikuti, menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan kapasitas dan daya saing, karena kurikulum konvensional yang ada di perguruan tinggi saat ini amat sulit untuk terus bekerja dengan perubahan-perubahan amat besar yang terjadi sebagai akibat dari perkembangan-perkembangan teknologi yang amat pesat saat ini.

⁸⁾Catatan: Artikel diterbitkan di harian **Jawa Pos**, 1 Agustus 2019
<https://www.jawapos.com/opini/01/08/2019/harvardx-dan-tren-pendidikan-online/>

-oo0oo-

Kehadiran Kampus Asing, Berkat atau Mudarat?⁹⁾

Sehari sebelum peringatan Hari Pahlawan tahun ini, di Kota Pahlawan Surabaya dicatatkan sebuah tonggak baru dunia pendidikan tinggi di tanah air. Sebuah kampus asing, Western Sydney University (WSU) telah diresmikan kehadirannya oleh Mendikbudristek Nadiem Makarim, sebagai sebuah *offshore campus* dari WSU Australia di Surabaya. Peresmian disaksikan langsung oleh Menteri Pendidikan Australia, Duta Besar Australia di Indonesia, dan Gubernur Jawa Timur.

WSU bertengger di peringkat ke 375 dalam pemeringkatan perguruan tinggi (PT) oleh QS-World University Ranking (QS-WUR) 2024, sedangkan oleh Times Higher Education (THE) ditempatkan pada posisi 301-350 secara global untuk tahun 2024. Sebagai bandingan, kampus terkemuka di Surabaya, Universitas Airlangga berada di peringkat ke-345 QS-WUR, sedangkan ITS berada pada posisi 621-630 QS-WUR.

Dari berbagai pemberitaan dan katalog resmi yang diedarkan, WSU di Surabaya direncanakan akan mulai menerima mahasiswa baru September tahun depan. Lima bidang studi yang ditawarkan adalah pada level sarjana S1, yaitu Applied Finance, Electrical Engineering, Data Science, Computer Science dan Information & Communications Technology.

6

Di era perdagangan bebas ini, kehadiran kampus asing adalah sebuah keniscayaan dan tak dapat dibendung. Demikian

juga, kehadirannya berpotensi menjadi *sparring partner* bagi perguruan tinggi dalam negeri (PTDN) di tanah air untuk memacu peningkatan kualitasnya. Demikian juga, devisa yang banyak keluar karena anak-anak muda kita makin banyak melanjutkan studinya di luar negeri diharapkan bisa dihemat.

Menimbulkan Banyak Pertanyaan

Namun demikian, kehadiran WSU sebagai kampus asing pertama yang akan menerima mahasiswa program sarjana menimbulkan banyak pertanyaan. Sejauh ini, menurut hemat penulis belum ada penjelasan resmi yang komprehensif dari Kemendikbudristek terkait aturan main dan kebijakan yang berlaku untuk PT asing ini.

Setidaknya hingga pertengahan tahun 2022, berbagai penjelasan yang disampaikan terkait kebijakan pendirian PT asing di tanah air hampir selalu berkisar pada beberapa hal, yaitu hanya PT kelas dunia (didefinisikan sebagai yang berperingkat Top-200) yang boleh buka cabang di Indonesia dan juga keberadaannya hanya diijinkan di Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) atau di IKN. Kenyataannya, WSU yang berperingkat 300an bisa buka *offshore campus*-nya di Surabaya, yang bukan termasuk KEK.

Belum jelas, apakah PT asing ini juga akan dikenakan berbagai ketentuan yang selama ini harus diikuti secara ketat oleh PTDN. Misalnya, apakah PT asing juga harus tunduk pada berbagai ketentuan yang diatur dalam Peraturan Mendikbudristek nomor 53 tahun 2023 tentang Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi? Apakah PT Asing yang berdomisili

di tanah air juga harus secara rutin melaporkan berbagai data kinerjanya di Pangkalan Data Dikti (PD-Dikti) dan berbagai pangkalan data lainnya atau bahkan ke Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDikti), karena yang bersangkutan bukan berstatus PTN? Apakah dosen-dosen yang mengajar di PT asing ini juga diwajibkan memiliki jabatan akademik dan sertifikat profesi dosen, dengan proses dan persyaratan sebagaimana yang berlaku untuk dosen-dosen yang berkarya di PTDN kita?

Informasi yang didapat dari brosur WSU Surabaya yang banyak beredar, masa studi yang harus ditempuh mahasiswa untuk meraih gelar sarjana S1 adalah tiga tahun, termasuk untuk bidang Electrical Engineering. Pertanyaannya, dapatkah PTDN kita meluluskan mahasiswa S1 hanya dalam kurun waktu tiga tahun saja? Kalau berdasarkan Permendikbudristek nomor 53 tahun 2023, hanya mahasiswa PTDN yang cemerlang yang dimungkinkan untuk menyelesaikan studinya dalam kurun waktu 3 tahun, melalui skema 6 Semester Reguler dan setiap 8-nya 1 Semester Antara. Hal itu karena di semester 1 dan 2, seorang mahasiswa dibatasi hanya dapat menempuh maksimum 20 sks saja, dan di semester-semester berikutnya mahasiswa yang pandai dapat menempuh maksimum 24 sks per semester, sementara di Semester Antara dapat menempuh maksimum 9 sks. Belum lagi ketentuan mengikuti program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM), rata-rata program MKBM bernilai 20 sks per semester. Karenanya, secara teoritis mahasiswa PTDN hampir mustahil dapat menyelesaikan studinya dalam kurun waktu tiga tahun. Perlu dicatat, keikut-sertaan dalam berbagai program MBKM ikut diperhitungkan sebagai salah satu faktor dari Indeks Kinerja Utama (IKU) PTDN. Belum jelas juga apakah

mahasiswa WSU diwajibkan menempuh empat mata kuliah (MK) wajib sebagaimana yang harus ditempuh semua mahasiswa kita, yaitu: Pancasila, Pendidikan Kewarganegaraan, Bahasa Indonesia dan Agama, yang masing-masing berbobot 2 sks.

8

Tentang jabatan akademik dosen, seorang dosen PTS harus menempuh proses *review* yang panjang, mulai di PT-nya sendiri, ke LLDikti, dan baru kemudian ke Dikti di Jakarta. PT asing umumnya menetapkan jabatan akademik dosennya secara otonom dan karenanya bisa jauh lebih cepat. Dalam ketentuan akreditasi yang berlaku bagi PTDN kita, ada beberapa syarat perlu yang wajib dipenuhi, antara lain prosentase dosen dengan jabatan akademik Lektor ke-8as dan prosentase dosen dengan gelar S3. Sementara, akreditasi PT asing di negaranya umumnya ketentuan jabatan akademik dosen tidak dijadikan tolok ukur. Hal lain, penyetaraan jabatan akademik dosen warga negara Indonesia yang semula berkarya di PT luar negeri masih sangat sulit dilakukan.

Perlu Kejelasan dan Keadilan (*Fairness*) bagi PTDN

6

Berbagai pertanyaan dan kesimpangsiuran informasi yang muncul seputar kehadiran PT asing di tanah air ini seyogyanya harus segera diberikan kejelasan. Kebijakan yang jelas dan adil (*fair*) atau bahkan perlindungan dan keberpihakan pada PTDN yang selama ini sudah berjibaku mendidik para sarjana kita, generasi calon pemimpin bangsa, haruslah segera disampaikan dibuat terang benderang, sebelum makin banyak lagi PT asing yang akan dibuka di tanah air.

PT asing yang beroperasi di Indonesia seyogyanya tidak dibebaskan begitu saja dari kewajiban untuk memenuhi berbagai ketentuan penjaminan mutu yang selama ini wajib dipenuhi oleh PTDN. Karenanya, PT asing seyogyanya tidak hanya diwajibkan untuk memenuhi ketentuan akreditasi di negara asalnya, tetapi juga di negara kita juga.

Penulis berpengalaman lima tahun menjadi dosen di sebuah PT asing di Malaysia, sebuah *offshore campus* dari sebuah universitas yang induknya di Australia. Dalam hal ini, PT asing ini wajib mengikuti dan memenuhi ketentuan akreditasi dari dua negara sekaligus, yaitu dari Australia dan dari Malaysia, baik akreditasi akademik maupun dalam hal riset. Ada satu pengalaman baik, dalam satu kesempatan asesmen akreditasi, para asesor akreditasi dari kedua negara dimungkinkan untuk melakukan asesmen dalam waktu yang bersamaan, sehingga para asesor juga bisa saling bertukar pikiran dan pengalaman, dan prodi yang diakreditasi bisa menghemat energi dan waktunya.

Demikian sebaliknya, banyaknya ketentuan dan regulasi yang sangat mengikat gerak PTDN selama ini, seyogyanya terus dilonggarkan, khususnya untuk PT yang sudah membuktikan kinerja dan kualitasnya, dan bahkan sudah berhasil masuk dalam berbagai pemeringkatan internasional yang reputasinya diakui. Berbagai skema dukungan, hibah dan insentif seyogyanya disediakan, termasuk untuk PTS, dan bahkan terus ditingkatkan untuk PTDN yang berhasil dalam pemeringkatan internasional ini, agar semakin dapat meningkatkan kualitasnya dan mampu bersaing dengan para pendatang baru ini. Dengan demikian, kehadiran PT asing di Indonesia benar-benar dapat menjadi katalisator

peningkatan mutu PTDN, meningkatkan kualitas pengembangan sumber daya manusia (SDM) kita, menghemat pengeluaran devisa atau bahkan sebaliknya meningkatkan penerimaan devisa karena meningkatnya kehadiran mahasiswa asing di Indonesia, bukan sebaliknya, mematikan PTDN yang selama ini sudah jungkir balik berjuang. Semoga kehadiran PT asing menjadi berkat, bukan mudarat. Semoga.

⁹⁾Catatan: Artikel diterbitkan di harian **Kompas**, 23 Nov. 2023
<https://www.kompas.id/baca/opini/2023/11/23/kehadiran-kampus-asing-berkat-atau-mudarat>

-oo0oo-

Salah Kaprah Gelar Profesor¹⁰⁾

Tahun 2023 dunia pendidikan tinggi di tanah air ditandai dengan maraknya pengukuhan profesor-profesor baru, jauh lebih banyak dibanding tahun-tahun sebelumnya. Hal ini buntut dari terbitnya Permen PAN & RB nomor 1 tahun 2023, tentang jabatan fungsional pegawai negeri sipil yang berimbas juga ke para dosen, baik dari perguruan tinggi negeri (PTN) maupun swasta (PTS). Para dosen berbondong-bondong mengajukan penilaian angka kreditnya, sebelum regulasi yang baru diberlakukan. Pernah, di sebuah perguruan tinggi (PT) 27 orang dosen sekaligus dikukuhkan sebagai profesor baru dalam sebuah acara, atau di PT lain diselenggarakan pengukuhan profesor baru dalam empat minggu berturut-turut, setiap kali dikukuhkan 7-8 orang profesor baru. Entah apakah fenomena seperti ini pernah terjadi di negara lain.

UU nomor 14 tahun 2005 tentang guru dan dosen menegaskan bahwa profesor adalah jabatan fungsional tertinggi bagi dosen yang masih mengajar di lingkungan satuan pendidikan tinggi. Karenanya, perolehan jabatan fungsional atau jabatan akademik tertinggi ini pantaslah dirayakan dan dijadikan kebanggaan, baik bagi yang bersangkutan, keluarga dan institusinya. Sapaanpun banyak yang berubah, bukan lagi pak atau ibu, berganti dengan prof, kependekan dari profesor.

Bukan hanya sumber kebanggaan dan kehormatan, jabatan profesor setidaknya juga diganjar tunjangan profesor sebesar 3 kali gaji pokok, usia pensiun yang diperpanjang

dari 65 ke 70 tahun, dan bahkan berpotensi diperpanjang sebagai dosen khusus hingga 79 tahun. Dengan segala kehormatan yang diperoleh ini, tak jarang berbagai upaya yang melanggar etika dan norma dihalalkan untuk meraihnya, termasuk munculnya efek kobra, akibat lebih mengutamakan eksistensi dibanding esensi (Kompas, 17/4/1014).

Profesor Adalah Jabatan, Bukan Gelar

Satu hal yang sering dilupakan adalah profesor atau guru besar merupakan jabatan akademik, bukan gelar akademik. Gelar akademik, entah itu sarjana, magister atau doktor, umumnya bersifat permanen, melekat pada pribadi yang memerolehnya. Beda halnya dengan jabatan, sifatnya tidak permanen, sebaliknya memiliki batas waktu.

UU nomor 14 tahun 2005 menegaskan bahwa jabatan fungsional dosen, termasuk jabatan profesor, melekat pada seorang dosen selama yang bersangkutan masih menjalankan fungsinya sebagai dosen atau masih mengajar di lingkungan satuan pendidikan tinggi, atau belum pensiun. Setelahnya, tentunya jabatan akan berakhir, tidak lagi menunaikan jabatan sebagai profesor atau guru besar.

Di universitas-universitas terkemuka di dunia, seorang profesor yang pensiun masih diberi hak menyandang gelar profesor bilamana yang bersangkutan dipandang memiliki prestasi dan kontribusi istimewa, disebut sebagai profesor emeritus. Profesor emeritus umumnya tidak menerima gaji lagi, tetapi masih diberikan berbagai fasilitas, misalnya kantor, kartu nama, email dan tempat parkir mobil. Tidak semua profesor menerima kehormatan ini.

Profesor sebagai Pemimpin di Dunia Akademik

Sebagai pemangku sebuah jabatan, profesor memiliki tanggung jawab dan wewenang tertinggi di dunia akademik. Karenanya, selain tanggung jawab yang pada umumnya harus diemban dosen, seorang profesor masih diberi tambahan tanggung jawab khusus, antara lain menulis buku, memublikasikan karya ilmiah di jurnal internasional bereputasi, dan men-desiminasikannya kepada masyarakat ilmiah maupun umum.

Profesor juga diberi wewenang untuk membimbing calon doktor dan dosen-dosen dengan jabatan lebih rendah. Artinya, seorang profesor justru memiliki tanggung jawab dan tuntutan kinerja yang lebih tinggi, dibanding dosen-dosen dengan jabatan akademik lebih rendah dalam pelaksanaan Tri Dharma perguruan tinggi. Singkatnya, profesor mengemban tugas sebagai pemimpin di dunia akademik atau *academic leader*.

Sebagai seorang *academic leader*, seorang profesor atau guru besar justru dituntut untuk menunjukkan kinerja yang lebih baik lagi dibanding sebelumnya, tidak terbatas di bidang-bidang Tri Dharma perguruan tinggi saja. Dari seorang Profesor diharapkan keteladanan dan kepemimpinan, kesediaan membimbing dan mengangkat kolega lain dan mahasiswa yang lebih muda, berkontribusi positif untuk masyarakat, bangsa dan negara. Sederhananya, ketika seorang dosen menjadi profesor, harus makin produktif, dalam hal publikasi seyogyanya juga makin produktif dan lebih berkualitas, mengajarnya lebih baik dan lebih inovatif, demikian juga kepemimpinannya. Bukan sebaliknya.

Profesor Dituntut Kinerja yang Tertinggi

Karena merupakan jabatan tertinggi, wajar seorang profesor diberikan tuntutan kinerja yang tertinggi, sejalan dengan wewenang dan haknya yang tertinggi, bukan sebaliknya. Kadang dimaknai bahwa setelah jabatan profesor ini dicapai, berhenti pula upaya keras untuk meningkatkan kinerja dalam hal pembelajaran mahasiswa, pengembangan keilmuan, maupun dalam mengabdikannya kepada masyarakat. Hal ini ada benarnya dengan gelar akademik, namun tidak dengan jabatan. Salah kaprah ini yang harus diluruskan.

Dalam salah satu kesempatan memberikan sambutan dalam acara pengukuhan profesor baru, setengah berseloroh saya sampaikan akan memeriksa akun Scopus para profesor baru ini di tahun tahun berikutnya. Harus tetap produktif, menghasilkan publikasi-publikasi internasional yang baru, makin meningkat, tidak hanya dari sisi jumlah tetapi juga kualitas, bukan hanya di prosiding, tetapi di jurnal internasional, yang tentunya bereputasi. Singkatnya, profesor seyogyanya terus membangun reputasi dan kolaborasinya di ranah internasional.

Saat ini dunia pendidikan tinggi di Indonesia sedang diperhadapkan pada banyak tantangan yang luar biasa. Selain disrupsi yang terjadi akibat revolusi industri 4.0, ditambah berkembang pesatnya kecerdasan buatan (AI), hadirnya perguruan-perguruan tinggi asing di tanah air, makin agresifnya serbuan perguruan tinggi asing dalam perekrutan mahasiswa di tanah air menambah kompleksnya tantangan yang harus dihadapi, belum lagi berbagai tantangan akibat perubahan iklim global. Dalam banyak hal pendidikan tinggi kita masih kalah bersaing. Sudah jadi rahasia umum perguruan tinggi kita masih kalah jauh dalam persaingan dan kontribusinya di ranah global.

Dalam situasi inilah, bertambah banyaknya jumlah profesor di tanah air seyogyanya menjadi titik terang pembawa harapan. Bertambah banyaknya jumlah profesor artinya bertambah banyak jumlah pemimpin andal di bidang akademik, yang akan menjadi lokomotif-lokomotif pembawa perubahan dan peningkatan kualitas pendidikan tinggi kita.

Profesor seyogyanya tidak dibiarkan berjuang sendiri. Pemerintah sebagai pembuat kebijakan dan regulasi haruslah senantiasa memperlengkapi diri dengan mental bertumbuh (*growth mindset*), dengan cepat terus mengadopsi hal-hal baru yang relevan, mengevaluasi regulasi-regulasi yang ada, memangkas yang menghambat, memberikan berbagai dukungan, fasilitas dan menciptakan suasana yang kondusif dan adil, di tengah persaingan dan tantangan perubahan yang makin luar biasa ini.

Mungkin sudah waktunya juga untuk mengevaluasi prosedur dan kriteria promosi jabatan akademik ini. Apakah tidak sebaiknya dipercayakan kepada otonomi perguruan tinggi, tidak terpusat secara nasional, yang bahkan juga berlaku untuk dosen-dosen PTS? Demikian juga apakah tidak sebaiknya dilakukan secara kualitatif, bukan kuantitatif melalui penghitungan angka kum seperti yang selama ini berlaku? Sepertinya prosedur seperti ini hanya berlaku di Indonesia, satu-satunya di dunia, tidak berlaku di negara-negara lain, dan sepertinya kurang memacu kinerja dan pertumbuhan.

¹⁰Catatan: Artikel diterbitkan di harian **Kompas**, 24 April 2024 https://www.kompas.id/baca/opini/2024/04/23/salah-kaprah-gelar-profesor?open_from=Artikel_Opini_Page

Tentang Penulis



Djwantoro Hardjito lahir di Blora, Jawa Tengah, tahun 1960. Djwantoro Hardjito menjadi dosen di Prodi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra (UK Petra), Surabaya, sejak 2010, dan di tahun 2013 meraih jabatan akademik Profesor. Saat ini, Djwantoro mengemban kehormatan menjadi Rektor UK Petra, yang dijabat sejak tahun 2017, dan sebagai Ketua Badan Kerjasama Pendidikan Tinggi Kristen Indonesia (BK-PTKI) sejak pertengahan tahun 2022.

Selama lima tahun antara 2005-2009, Djwantoro bekerja sebagai *Senior Lecturer* di Curtin University, Malaysia. Sebelumnya, selama lk. 13 tahun (1988-2000) menjadi dosen dan Dekan di Universitas Katolik Widya Mandira (Unwira), Kupang, NTT.

Gelar sarjana Teknik Sipil diraih di UK Petra, sedang gelar Master of Engineering (M.Eng.) diperoleh dari Asian Institute of Technology (AIT), Thailand, dengan beasiswa dari *Japan-ADB Scholarship Program*. Djwantoro mendapatkan *Australian Development Scholarship (ADS) Award* untuk menempuh studi S3 dan meraih gelar Ph.D. dari Curtin University, Australia, tahun 2006. Di tahun 2008 mendapatkan *Graduate Certificate in Tertiary Teaching (GCTT)* dari Curtin University, Australia.

Beberapa pelatihan intensif yang pernah dijalani, a.l.: *Intensive Summer Institute on Leadership*, di Harvard Graduate School of Education, Harvard University, Boston, USA, tahun 2019, dan *SMU Leadership Seminar* di Singapore Management University (SMU), Singapore, 2023, keduanya, sebagai bagian dari United Board Fellows Program, dan *United Board Heads of Institution Leadership Strategy Summit* juga di Singapore Management University (SMU), Singapore, 2024.

Selain mengajar dan memublikasikan artikel-artikel hasil penelitiannya, Djwantoro menulis beberapa artikel populer di beberapa surat kabar nasional (a.l. di harian Kompas dan Jawa Pos). Hobinya berkebun dan membaca buku biografi.

-oo0oo-

ANTARA MITIGASI GEMPA DAN PENDIDIKAN TINGGI:

KUMPULAN GAGASAN UNTUK NEGERI

Indonesia, sebagai bagian dari Ring of Fire, rawan terhadap gempa bumi. Dampak gempa dapat diminimalisir melalui mitigasi bencana. Buku "Antara Mitigasi Gempa dan Pendidikan Tinggi: Kumpulan Gagasan untuk Negeri" ini berisi artikel-artikel yang bertujuan meningkatkan kesadaran tentang mitigasi gempa dan isu pendidikan tinggi.

Bagian pertama membahas mitigasi gempa, mengangkat peristiwa di Lombok, Palu, Cianjur, dan Tuban, dengan fokus pada pembangunan rumah tahan gempa. Bagian kedua mengupas pemanfaatan abu terbang sebagai material konstruksi ramah lingkungan, terutama terkait riset beton geopolimer.

Bagian terakhir menyoroti isu pendidikan tinggi di Indonesia, termasuk rendahnya jumlah publikasi ilmiah dan tantangan yang dihadapi, serta tren pendidikan online dan kehadiran kampus asing. Buku ini mengajak pembaca untuk lebih siap menghadapi tantangan bencana dan pembangunan melalui kolaborasi dan pengetahuan.



4

Penerbit:

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia



Djwantoro Hardjito_Antara Mitigasi

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

13%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	civilandme.blogspot.com Internet Source	3%
2	repository.ub.ac.id Internet Source	2%
3	www.mysciencework.com Internet Source	2%
4	Submitted to Forum Komunikasi Perpustakaan Perguruan Tinggi Kristen Indonesia (FKPPTKI) Student Paper	1%
5	azramedia- indonesia.azramediaindonesia.com Internet Source	1%
6	kampusterkemuka77665.diowebhost.com Internet Source	1%
7	publikasi.ubl.ac.id Internet Source	1%
8	kampus-terkemuka66655.post-blogs.com Internet Source	1%
9	digilib.its.ac.id Internet Source	1%
10	ejournal.unsrat.ac.id Internet Source	1%

Exclude bibliography On