

KOTA TROPIS HEMAT ENERGI: MENUJU KOTA YANG BERKELANJUTAN DI INDONESIA

Tri Harso Karyono

Abstract

Modern life and modern technology require vast use of energy. The use of energy in the cities has been dramatically escalated within the last decades. Since most of energy consumed by people live in urban areas is from the non-renewable resources like fossil fuels, we will certainly face problems of energy crisis and global warming to sustain our cities livable in the future. Due to the moderate prevailing climate conditions, which are close to the comfort temperature, less energy will be required to modify indoor temperature suitable for human indoor activities. Since the dependency to the energy is small, people in the humid tropic may have better chances to sustain their cities livable in the future. However, most of Indonesian cities are designed in such away with little consideration to some important design factors as climate, environment, energy, green transportation and an adequate infra structure, like urban drainage. In return, many cities are not healthy and convinience to be lived for and are not in line with the sustainable design approach. This article provides some discussion on how tropical cities in Indonesia must be planned and designed toward sustainable built environment. Energy as the main role in sustaining our built environment is taken as a priority here to be considered in designing our humid tropical cities of Indonesia. This is in order to achieve sustainable living environment for our future generation and us.

Kata Kunci: lingkungan binaan, konservasi energi, iklim tropis basah, kota berkelanjutan

1. PENDAHULUAN

Masyarakat modern memandang kota sebagai tempat berkumpulnya berbagai kelompok manusia atau komunitas yang saling berinteraksi untuk suatu kepentingan atau tujuan tertentu. Ukuran atau 'dimensi' kota mempengaruhi intensitas interaksi antar individu, kelompok maupun komunitas manusia tersebut. Lonjakan jumlah penduduk kota yang semakin tinggi serta penggunaan teknologi modern yang konsumtif energi oleh manusia kota mengancam penurunan kemampuan alam (bumi) dalam mendukung kebutuhan hidup manusia kota⁽¹⁾. Energi diperlukan untuk mendukung aktifitas manusia kota. Energi yang dikonsumsi dapat dalam bentuk 'terbarukan' (*renewable*) ataupun 'tidak terbarukan' (*non-renewable*).

Energi terbarukan adalah energi yang secara langsung bersumber (umumnya) dari matahari, seperti halnya sinar matahari, angin, gelombang laut, aliran sungai, dan

sejenisnya, di mana energi atau tenaga yang ditimbulkan merupakan tenaga yang dibangkitkan oleh alam secara terus menerus seakan-akan tidak ada habisnya. Dalam kategori energi terbarukan ini juga termasuk didalamnya energi yang berasal dari biomasa seperti tumbuhan - daun, batang, bunga, buah atau umbi, yang sebagian digunakan manusia atau hewan sebagai bahan makanan untuk kemudian dikonversi menjadi tenaga otot manusia atau hewan.

Dalam kaitannya dengan masalah 'keberkelanjutan', di bawah ini diambil contoh suatu kegiatan sederhana dalam kehidupan sehari-hari. Dalam kegiatan 'memasak', manusia perlu memiliki energi otot untuk menggerakkan tangan dan tubuhnya guna melakukan aktifitas tersebut. Untuk itu dibutuhkan makanan untuk membangkitkan energi tersebut yang umumnya berasal dari sumber energi terbarukan, misalnya, nasi, jagung, sayur-mayur, dan sebagainya. Dalam kegiatan memasak juga diperlukan energi lain

untuk mematangkan bahan masakan (merebus, membakar, menggoreng). Untuk itu diperlukan bahan bakar. Pada masa sebelumnya, manusia menggunakan ranting-ranting kayu, dedaunan kering atau arang untuk aktifitas memasak. Bahan bakar ini dikategorikan sebagai sumber energi 'terbarukan', karena tumbuhan dapat memproduksi kayu dan daun setiap waktu serta tidak memerlukan waktu lama untuk menumbuhkannya kembali. Namun apa yang terjadi saat ini? Kegiatan memasak dilakukan dengan menggunakan bahan bakar gas atau listrik, yang bersumber dari bahan bakar minyak bumi. Bahan minyak merupakan bahan bakar yang 'tidak terbarukan' dan sewaktu-waktu dapat habis.

Ketika listrik padam, kegiatan memasak terhenti, dan siklus kehidupan juga terhenti. Dalam skala kecil, terhentinya kegiatan memasak ini - yang mengganggu kegiatan berikutnya, dikategorikan sebagai kondisi *unsustainable* (tidak berkelanjutan). Demikian pula yang terjadi pada kehidupan sehari-hari yang lain, misalnya kegiatan mengetik yang terhenti karena komputer tidak berfungsi akibat padamnya listrik.

Salah satu faktor penting dalam isu berkelanjutan adalah mengurangi ketergantungan manusia terhadap penggunaan sumber energi yang tidak terbarukan. Demikian pula halnya dengan kota, aktifitas manusia kota perlu meminimalkan ketergantungannya terhadap penggunaan sumber energi yang tidak terbarukan yang sewaktu-waktu habis dan mengakibatkan kota tidak berfungsi lagi (*unsustain*). Dengan mengkaitkan rancangan kota terhadap kondisi iklim setempat, kota seharusnya dirancang dengan memperhatikan segala sektor yang mempengaruhi penggunaan energi kota: bangunan, penghijauan, transportasi, utilitas kota.

2. PERKEMBANGAN PENGGUNAAN SUMBER ENERGI

Kayu serta bahan tumbuhan lain merupakan satu-satunya alternatif sumber energi pada awal kehidupan manusia. Alternatif penggunaan sumber energi mulai berkembang ketika kehidupan manusia berkembang, aktifitas berkembang dan ilmu pengetahuan serta teknologi berkembang. Saat ini sumber energi sangat beragam, dari bahan tumbuhan (biomassa), bahan bakar minyak, hingga sumber energi nuklir.

Revolusi Industri pada abad 18 yang dipicu oleh penemuan mesin uap yang efektif oleh James Watt pada tahun 1769, mempercepat perkembangan industri dunia. Sejak saat itu peradaban manusia berkembang pesat. Aktifitas baru bermunculan, dan celakanya hampir seluruhnya membutuhkan dukungan energi. Demikian pula, penemuan baru teknologi yang konsumtif energi tidak terbendung lagi, apalagi dipicu dengan penemuan listrik sebagai energi yang dapat menggantikan hampir semua jenis energi sebelumnya⁽²⁾.

Ketergantungan kota terhadap penggunaan energi semakin tinggi ketika arsitek mulai membuat bangunan tinggi yang harus dilengkapi dengan elevator - mesin angkut vertikal - yang digerakan dengan listrik. Ketergantungan listrik dalam bangunan tinggi juga ditandai dengan penggunaan pompa untuk mengangkat air bersih, serta kebutuhan utilitas lain seperti mesin AC. Tanpa listrik, tanpa energi, bangunan modern tidak akan berfungsi. Pada akhirnya ketergantungan kota terhadap energi semakin tinggi.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta tuntutan terhadap kualitas hidup yang lebih baik mendorong manusia untuk semakin konsumtif terhadap penggunaan energi. Sementara di sisi lain bumi memiliki keterbatasan dalam mensuplai sumber daya alamnya serta terbatas dalam kemampuan menampung limbah, sampah dan polutan lainnya. Kondisi ini menimbulkan permasalahan alam, lingkungan, serta mengancam kehidupan manusia saat ini maupun generasi mendatang. Terjadi perubahan cuaca yang tidak menentu dan sulit diprediksi polanya, memunculkan bencana alam di mana-mana. Diperlukan pemikiran untuk mencari temu jawabannya.

Para ilmuwan tergerak menemukan pemecahan, politisi berembung membuat garis-garis kebijakan yang mengatur dan membatasi derap aktifitas manusia guna mengurangi perusakan alam lebih lanjut. Sebagai orang yang paling bertanggung jawab terhadap pengukiran kulit bumi, arsitek atau perancang kota tidak ingin tertinggal. Berbagai nama gerakan perancangan kota muncul: Kota Hijau (*green cities*), Kota Berkelanjutan (*sustainable cities*), Kota Hemat Energi, dan sebagainya. Seluruhnya memiliki tujuan sama: menyelamatkan bumi tempat manusia berpijak agar tetap dapat digunakan bagi keberlangsungan kehidupan manusia saat ini hingga generasi mendatang.

3. PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

Ketika komisi PBB untuk Lingkungan dan Pembangunan mencetuskan suatu deklarasi yang populer dengan *Brundtland report*, di mana di dalamnya diformulasikan definisi Pembangunan Berkelanjutan: *Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*⁽³⁾, para arsitek mulai mencerna dan mengambil sikap terhadap kandungan deklarasi tersebut.

Deklarasi ini sangat terkait dengan kepentingan perencana maupun perancang kota serta arsitek, yakni masalah lingkungan binaan: baik kota, bagian kota, maupun bangunan yang dituntut selaras dengan kemampuan daya dukung alam. Bagaimana perencana dan perancang kota harus mampu merencanakan dan merancang kota yang dapat menekan semaksimal mungkin penggunaan sumber daya alam serta mampu menekan semaksimal mungkin dampak negatif yang ditimbulkan oleh kota terhadap alam, terhadap lingkungan di mana manusia hidup.

Isu tentang pembangunan berkelanjutan merupakan akumulasi masalah kehidupan di dunia yang semakin hari semakin membesar. Pertambahan jumlah penduduk yang relatif tinggi serta perkembangan teknologi yang pesat menimbulkan persoalan pada kemampuan alam (bumi) untuk mendukung peningkatan kebutuhan hidup manusia yang melonjak demikian cepat.

Di negara maju, gerakan kota berkelanjutan sudah mengarah kepada perundangan. Arsitek sebagai salah satu profesi yang bertanggung jawab terhadap perusakan lingkungan akibat rancangan bangunan maupun kota yang mereka buat perlu diatur agar tidak secara sewenang-wenang menyalahgunakan profesinya.

Suatu sistem akreditasi diterapkan di Skotlandia bagi arsitek yang dinilai mampu memenuhi kriteria sebagai 'arsitek berkelanjutan' (*sustainable architects*) – arsitek yang mampu merancang karya arsitektur berkelanjutan. Akreditasi yang dipelopori oleh Ikatan Arsitek Skotlandia – *The Royal Incorporation of Architects in Scotland (RIAS)* ini diberikan kepada sejumlah arsitek melalui penilaian karya-karyanya, bukan berdasar atas training atau pendidikan formal-informal yang pernah

mereka tempuh tentang arsitektur berkelanjutan. Arsitek yang belum atau tidak terakreditasi melalui sistem ini dilarang mengklaim dirinya sebagai arsitek berkelanjutan. Akan diusulkan bahwa pelanggaran terhadap sistem ini nantinya akan diberikan sanksi hukum⁽⁴⁾.

Pada masa mendatang direncanakan hanya arsitek yang terakreditasi melalui sistem ini yang berhak melakukan praktek sebagai arsitek. Sistem akreditasi ini diharapkan akan membantu masyarakat luas untuk mendapatkan karya bangunan dan kota yang nantinya tidak merusak keberlanjutan kehidupan manusia. Dengan kata lain sistem akreditasi ini akan memaksa para arsitek untuk merancang bangunan dan kota yang *sustainable*, yang tidak merusak lingkungan di mana manusia tinggal. Sehingga diharapkan keberlanjutan kehidupan manusia generasi mendatang dapat terpelihara dengan baik.

4. KOTA DAN IKLIM TROPIS

Secara umum iklim tropis dibagi dua: tropis basah dan tropis kering. Sementara itu, de Wall⁽⁵⁾ membagi iklim tropis menjadi 10 klasifikasi berdasarkan suhu harian rata-rata serta perbedaan antara suhu siang dan malam. Dalam pengelompokan ini, hanya kota atau wilayah yang memiliki suhu udara harian rata-rata 28°C atau lebih dimasukkan dalam kategori iklim tropis. Jakarta disebutkan masuk dalam kategori pertama, dengan suhu rata-rata 28°C serta deviasi sekitar 7°, sementara kota-kota sejuk seperti Bandung, Malang, Bukit Tinggi, Prapat, dan lainnya tidak masuk dalam klasifikasi tropis yang dirumuskan oleh de Wall karena memiliki suhu rata-rata harian yang lebih rendah.

Ciri yang menonjol pada iklim tropis adalah tingginya suhu rata-rata harian dibanding pada iklim lain. Persoalan yang ditimbulkan oleh iklim ini dalam kaitannya dengan kota sebagai tempat manusia bermukim dan melangsungkan aktifitas kerja sehari-hari adalah sebagai berikut:

1. Pemanasan yang ditimbulkan oleh Radiasi Matahari

Panas yang dipancarkan matahari ke permukaan bumi tidak tergantung apakah permukaan bumi tersebut berupa kota (urban) atau desa (rural), tapi lebih bergantung pada sudut jatuh – radiasi akan mencapai jumlah maksimum apabila sudut jatuhnya 90°, demikian juga bergantung pada kondisi awan yang dapat

menghalangi pemancaran radiasi tersebut. Implikasi radiasi matahari ke permukaan bumi akan berbeda ketika permukaan tersebut memiliki perbedaan karakter dalam hal penyerapan dan pemantulannya terhadap radiasi tersebut. Permukaan keras cenderung menyerap panas lebih banyak, yang pada saatnya akan dipantulkan kembali. Warna permukaan juga menentukan jumlah panas yang diserap, warna terang cenderung akan lebih banyak memantulkan, sementara warna gelap cenderung lebih banyak menyerap panas radiasi tersebut.

2. Terjadinya '*heat urban island*'

Akibat tertutupnya permukaan tanah oleh beton (yang dapat berupa bangunan atau perkerasan permukaan tanah) serta aspal (jalan dan parkir), radiasi matahari yang jatuh pada permukaan tersebut sebagian besar diserap dan kemudian dilepaskan lagi ke udara di atas dan sekitarnya. Pelepasan panas yang diserap oleh material keras sebagaimana beton atau aspal akan jauh lebih besar dibanding yang terjadi pada tumbuhan. Karena sebagian besar area kota tertutup oleh material keras, maka suhu udara kota menjadi lebih tinggi dibanding kawasan sekelilingnya yang masih bersifat rural. Fenomena ini sering disebut sebagai *heat urban island*, dimana area fisik kota seolah menjadi sebuah pulau yang memancarkan panas di tengah hamparan kehijauan kawasan rural.

3. Berkurangnya kecepatan angin pada kawasan urban

Kawasan kota dicirikan dengan kerapatan bangunan yang lebih tinggi dibanding kawasan rural. Dengan kepadatan bangunan yang tinggi - yang berarti mengecilnya ruang terbuka, kecepatan angin dalam kota berkurang secara mencolok dibanding pada kawasan rural, yang masih terbuka.

4. Berkurangnya vegetasi per satuan luas tertentu

Kawasan kota dicirikan dengan menurunnya jumlah vegetasi per satuan luas tertentu dibanding kawasan desa. Tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap dan mengeliminir panas yang dipancarkan oleh matahari. Suatu kawasan yang banyak ditutup oleh

tumbuhan, sebagaimana kawasan pedesaan, cenderung memiliki suhu udara yang lebih rendah dibanding kawasan kota yang banyak tertutup oleh material keras.

Dalam banyak hal perancangan kota-kota besar di Indonesia masih kurang memperhatikan aspek iklim setempat sebagai pertimbangan dasar perancangan. Problematik yang ditimbulkan oleh iklim tropis basah, seperti halnya curah hujan yang tinggi, suhu udara yang berada di atas toleransi kenyamanan, radiasi matahari yang menyengat, kelembaban tinggi serta aliran udara yang relatif lambat bagi pencapaian kenyamanan termis, tidak banyak diantisipasi oleh perencana maupun perancang kota.

5. MENUJU KOTA BERKELANJUTAN: RANCANGAN KOTA TROPIS HEMAT ENERGI

Untuk membuat rancangan kota tropis hemat energi di Indonesia, perlu dipikirkan untuk menyelesaikan berbagai persoalan di beberapa sektor yang sensitif terhadap penggunaan energi kota. Dengan membuat strategi perancangan yang tepat di sektor-sektor tersebut, penggunaan energi kota dapat diminimalkan tanpa mengurangi kenyamanan aktifitas manusia kota. Sektor-sektor penting yang terkait dengan tingginya penggunaan energi di kawasan kota di antaranya adalah: bangunan, penghijauan kota, transportasi, permukiman, utilitas kota.

5.1. Bangunan Hemat Energi

Matahari memancarkan panasnya melalui radiasi ke permukaan bumi. Implikasi radiasi matahari ke permukaan bumi berbeda sesuai dengan perbedaan karakter permukaan tanah. Material keras menyerap panas banyak namun pada saatnya dipancarkan kembali. Warna permukaan juga menentukan jumlah penyerapan panas, warna gelap lebih banyak menyerap sementara warna terang lebih banyak memantulkan panas radiasi tersebut.

Akibat tertutupnya permukaan tanah oleh beton - baik berupa bangunan, parkir atau jalan di kawasan kota, radiasi matahari yang jatuh pada kawasan itu sebagian besar diserap dan kemudian dilepaskan kembali ke udara di sekitarnya. Karena sebagian besar area kota tertutup material keras, suhu udara kota menjadi lebih tinggi dibanding kawasan

rural di sekelilingnya. Fenomena ini disebut *heat urban island*, dimana area fisik kota seolah menjadi sebuah pulau yang memancarkan panas di tengah hamparan kehijauan kawasan rural. Bagaimana agar fenomena ini berkurang, dalam arti suhu udara kota tidak jauh berbeda dengan suhu udara kawasan rural atau desa sekitarnya?

Dalam proses fotosintesis di atas tampak bahwa sejumlah panas matahari digunakan untuk mengikat CO₂ dengan air, akibatnya suhu udara di sekitar tumbuhan turun. Dalam hal ini keberadaan tumbuhan secara langsung atau tidak langsung akan menurunkan suhu udara di sekitarnya, karena radiasi panas matahari akan diserap oleh daun untuk proses fotosintesa dan penguapan seperti terlihat pada reaksi fotosintesis tersebut. Dengan demikian, selain mengurangi CO₂ dan meningkatkan O₂, tumbuhan juga berfungsi menurunkan suhu udara kota, atau dengan kata lain menyejukkan kota.

Laporan penelitian tentang konsumsi energi 20 tahun lalu memperlihatkan bahwa konsumsi energi bangunan-bangunan tinggi di kota-kota di Amerika Serikat lebih besar dari total energi yang dipakai oleh seluruh negara-negara miskin di Dunia Ketiga⁽⁶⁾. Para arsitek kemudian mulai menyadari akan pentingnya arti energi dalam bangunan dan kota. Penghematan energi dalam bangunan dan kota hanya mungkin dicapai apabila arsitek mau memanfaatkan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Arsitek perlu membuat perhitungan cermat terhadap pencapaian kondisi fisik bangunan: temperatur, kelembaban, kecepatan udara, radiasi matahari, penerangan, tata suara, dan sebagainya yang dibutuhkan bagi pencapaian kenyamanan fisik manusia, tanpa harus menggantungkan penggunaan energi listrik (yang bersumber dari minyak bumi) untuk mesin pengkondisian udara (AC). Dalam hal ini diperlukan kreatifitas arsitek untuk merancang arsitektur hemat energi.

Dalam kasus Indonesia di mana sebagian wilayahnya memiliki karakter iklim tropis basah, strategi penghematan energi dalam bangunan secara mendasar adalah mencegah panas radiasi matahari yang jatuh ke bangunan atau permukaan keras. Komponen sinar matahari yang terdiri atas cahaya dan panas hanya dimanfaatkan komponen 'cahaya' nya dan menepis panasnya. Beberapa bangunan di Indonesia - terutama bangunan-bangunan lama - dirancang dengan strategi perancangan pasif.

Karya Soejoedi (Kedutaan Perancis di Jakarta, gedung Depdiknas Pusat), karya Silaban (Masjid Istiqal, Bank Indonesia), Gedung S. Widjojo yang terletak di jalan Sudirman, Jakarta, serta sebagian besar bangunan kolonial karya beberapa arsitek Belanda, merupakan beberapa contoh di antaranya⁽⁷⁾

Gedung S. Widjojo merupakan contoh rancangan pasif arsitektur tropis basah. Pemanasan matahari ditahan oleh *sun's shadings* (kisi-kisi penghalang radiasi matahari) yang menutup hampir seluruh selubung bangunan. Secara perhitungan, penempatan kisi-kisi ini dapat mengurangi sekitar 30% beban pendinginan AC. Cahaya alami masih dimungkinkan masuk secara tidak langsung melalui jendela kaca di balik kisi-kisi tersebut⁽⁸⁾.

5.2. Penghijauan Kota

Penghijauan kota diperlukan bukan semata-mata untuk tujuan keindahan kota, namun lebih jauh lagi yakni untuk memberikan kenyamanan dan kesehatan manusia pengguna kota. Penghijauan kota yang berupa taman atau jalur hijau umumnya diinterpretasikan sebagai lahan kota di mana tumbuhan berada. Bagi kota tropis seperti di Indonesia tumbuhan atau pohon yang ditanam untuk penghijauan kota berfungsi untuk mengurangi pencemaran dan pemanasan udara kota. Dalam proses fotosintesis⁽⁹⁾ : $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{katalis (5 kWh/kg radiasi matahari + khlorofil)} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ terlihat bagaimana CO₂ diikat air dengan bantuan radiasi matahari dan khlorofil sebagai katalis. Sementara O₂ dihasilkan sebagai produk ikutan yang bermanfaat bagi kelangsungan hidup manusia. Dengan digunakannya radiasi matahari dalam jumlah tertentu dalam proses fotosintesis tersebut, secara langsung tumbuhan berfungsi menyerap sebagian panas matahari yang jatuh ke permukaan bumi. Artinya tumbuhan akan menurunkan suhu udara di sekitarnya. Di sisi lain, dalam proses fotosintesis tersebut diserap pula sejumlah gas CO₂, yang berarti tumbuhan akan mereduksi sejumlah CO₂ sebagai polutan udara kota. Dengan kata lain tumbuhan akan membantu 'membersihkan' udara kota.

Penelitian Parker⁽¹⁰⁾ dan Akbari⁽¹¹⁾ di AS memperlihatkan penanaman pohon lindung di sekitar rumah tinggal akan menurunkan suhu udara sekitar 3°C, sehingga penggunaan energi listrik pada rumah tinggal yang ber - AC berkurang

hingga sekitar 30%, karena secara teori penurunan suhu sekitar 1°C setara dengan pengurangan energi sekitar 10%. Dapat disimpulkan penurunan suhu udara hingga 3°C dapat dicapai jika ruang terbuka sekitar bangunan ditanami pohon pelindung, dengan pengertian halaman, jalan masuk kendaraan serta halaman parkir terlindung dari radiasi matahari.

Kesimpulan penelitian Parker dan Akbari di atas menunjukkan suatu gambaran kuantitatif mengenai kemampuan tumbuhan untuk mengurangi penggunaan energi pada bangunan di kota yang disebabkan oleh penurunan suhu udara di sekitar tumbuhan tersebut⁽¹²⁾. Peran taman dan jalur hijau tampak jelas di sini, bahwa jika taman dan jalur hijau tersebut ditanami cukup tumbuhan, maka penggunaan energi untuk pendinginan bangunan ber-AC pada kawasan kota akan berkurang karena menurunnya suhu udara kota akibat keberadaan tumbuhan tersebut^(13,14).

5.3. Transportasi

Transportasi merupakan salah satu sektor terpenting dalam hal penggunaan energi kota. Dalam kasus Jakarta misalnya, penguasa kota Jakarta sudah seharusnya menyadari dari awal bahwa konsep perencanaan kota Jakarta telah keliru. Kekeliruan yang saat ini juga sedang ditiru oleh kota-kota lain di Indonesia, seperti Bandung, Yogya, dan lainnya. Penambahan konsentrasi bangunan tinggi atau bangunan berlantai banyak di pusat kota berkonsekuensi mempertinggi terkonsentrasinya sejumlah manusia pada suatu tempat tertentu, yang berakibat terhadap meningkatnya jumlah arus lalu lintas di kawasan sekitarnya. Pada akhirnya menimbulkan kemacetan. Bangunan tinggi menyerap jumlah manusia per-meter persegi lahan jauh lebih tinggi dibanding bangunan rendah, sehingga membutuhkan transportasi lebih banyak untuk mengangkut sejumlah manusia tersebut⁽¹⁵⁾.

Peraturan Pemda DKI yang mensyaratkan jumlah lantai atau ketinggian bangunan 'minimum' di kawasan pusat kota seperti di jalan Sudirman, Thamrin, Gatot Subroto, Rasuna Said dan lainnya, seharusnya 'dirubah' menjadi persyaratan 'maksimum'. Ketika kavling-kavling tanah di sepanjang jalan Sudirman Thamrin mulai diisi oleh bangunan-bangunan tinggi, sekitar akhir

tahun 1970-an, di sana mulai dirasakan peningkatan kemacetan lalu lintas di sepanjang ruas jalan tersebut. Meskipun saat ini belum seluruh kavling tanah di sepanjang jalan tersebut diisi oleh bangunan tinggi, kemacetan lalu lintas di sepanjang jalan tersebut sudah mencapai kondisi yang sulit ditolerir. Apalagi jika seluruh kavling nantinya penuh diisi oleh bangunan (tinggi), berapa tambahan kendaraan yang dibutuhkan untuk mengangkut sejumlah manusia tersebut menuju bangunan-bangunan baru, dan keluar dari bangunan tersebut? Berapa banyak lagi tambahan beban transportasi yang harus dipikul oleh jalan tersebut? Berapa lama lagi kendaraan mampu bergerak dalam jarak satu kilomaternya ketika kemacetan semakin bertambah? Dan berapa banyak lagi bahan bakar minyak terbuang sia-sia di sepanjang jalan yang macet?

Belajar dari konsep perencanaan kota-kota besar di Eropa, tanpa tersedianya sarana transportasi bawah tanah, seharusnya jumlah bangunan tinggi di pusat kota Jakarta dibatasi. Hal ini bertujuan untuk 'membatasi' jumlah manusia per meter persegi lahan yang beraktifitas di kawasan pusat kota itu. Bangunan tinggi sebaiknya di bangun di tepi kota dengan persyaratan koefisien dasar bangunan (KDB) yang rendah, untuk menghindari terkonsentrasinya manusia di suatu tempat, dan secara langsung atau tidak langsung mengurangi tingkat konsentrasi lalu lintas di kawasan tersebut⁽¹⁶⁾.

Pemusatan aktifitas penting yang akan menyerap jumlah manusia banyak juga perlu dihindari terjadi di pusat kota. Gedung-gedung pertunjukkan baru, pusat-pusat perdagangan baru, perkantoran baru, dan sebagainya, sebaiknya tidak dibangun di pusat kota, namun di letakkan di kawasan tepi kota dengan tingkat konsentrasi lalu lintas yang masih rendah atau sedang. Kota London di Inggris secara terus menerus berusaha memindahkan konsentrasi kegiatan di dalam kota ke luar dari kota itu. Kejuaraan bulu tangkis All England tidak lagi di selenggarakan di kota itu dalam rangka mengurangi 'beban' aktifitas kota, yang selalu terkait dengan masalah beban transportasi. Pusat-pusat perdagangan baru di bangun di tepi atau bahkan di luar kota di beberapa kota besar di Inggris. Sementara pusat kota tetap diisi oleh bangunan-bangunan rendah guna menghindari terkonsentrasinya lalu lintas di pusat kota, yang akan mengakibatkan kemacetan⁽¹⁷⁾.

Perkembangan pusat kota Bandung, Yoga, dan lainnya di Indonesia juga sudah cenderung mengkhawatirkan. Tumbuh pesatnya bangunan-bangunan baru sebagai pusat aktifitas manusia menimbulkan kemacetan yang akhirnya menyedot banyak bahan bakar terbuang sia-sia. Penguasa kota besar di Indonesia harus secepatnya membuat strategi baru konsep perencanaan dan perancangan kota agar konsumsi energi sektor transportasi kota dapat ditekan. Pembangunan pusat-pusat perdagangan baru, atau bangunan yang akan menyedot banyak manusia atau pengunjung di pusat-pusat kota harus segera dicegah, dialihkan ke tepi kota, atau kawasan yang belum padat. Jika perlu diletakkan di kawasan-kawasan baru, sehingga permasalahan kemacetan yang menghamburkan bahan bakar dapat dikurangi⁽¹⁸⁾.

5.4. Pola Permukiman

Perencana kota kurang memikirkan bagaimana melengkapi kawasan permukiman dengan fasilitas-fasilitas pendukung, seperti kantor pos, bank, klinik kesehatan, telepon umum, sekolah, pasar, dan sebagainya, sehingga setiap penduduk pada kawasan permukiman tersebut tidak perlu menempuh jarak jauh - yang tidak dapat ditempuh dengan berjalan kaki. Banyak dijumpai, bahwa penghuni suatu permukiman di kota atau tepi kota harus menggunakan kendaraan hanya untuk menuju kantor pos, menuju bank, bahkan untuk sekedar potong rambut sekalipun.

Penempatan fungsi-fungsi bagi aktifitas penduduk kota tidak direncanakan sedemikian rupa sehingga penghuni kawasan permukiman dapat melakukan aktifitas kesehariannya dalam radius yang dapat ditempuh dengan berjalan kaki. Dengan demikian ketidaknyamanan yang diakibatkan oleh iklim tropis basah dapat dikurangi, di mana manusia dapat memenuhi kebutuhan hidup kesehariannya tanpa harus menempuh jarak yang relatif jauh, dengan kemungkinan tidak nyaman akibat sengatan matahari atau suhu udara tinggi serta hujan. Dengan jarak tempuh yang pendek, persoalan ketidaknyamanan yang diakibatkan oleh iklim tropis basah dapat dikurangi, apalagi jika penyelesaian rancangan arsitektur kawasan tersebut dapat dibuat sedemikian rupa dengan mengacu padaantisipasi terhadap problematik iklim tropis basah, misalnya, jalur-

jalur pedestrian yang terlindung dari hujan dan sengatan matahari. Strategi pemecahan semacam ini akan dapat menekan penggunaan energi transportasi manusia yang bersumber dari bahan bakar minyak⁽¹⁹⁾.

Untuk mengantisipasi permasalahan iklim tropis, jarak antar rumah perlu renggang, dalam arti memberi kemungkinan terhadap aliran angin bergerak di sekitar rumah, sehingga penerapan ventilasi silang dalam rumah dimungkinkan. Demikian pula ruang-ruang terbuka yang dihijaukan mutlak dirancang di antara rumah-rumah. Konsep 'fisik' permukiman yang padat bangunan, padat perkerasan aspal, beton dan lainnya, perlu dirubah dengan konsep yang mengarah pada fisik 'permukiman desa' dengan unsur vegetasi (sebagai elemen 'penghilang' panas) yang dominan. Setiap permukaan keras yang 'terpaksa' dibangun di kawasan permukiman perlu dilindungi dari radiasi langsung matahari, sehingga proses 'pemanasan' kawasan perumahan dapat dikurangi⁽²⁰⁾.

Konsekuensi dari renggangnya bangunan yang dirancang pada kawasan perumahan kota, mengakibatkan memanjangnya jarak tempuh manusia dari fungsi aktifitas yang satu dengan lainnya. Untuk menghindari jarak tempuh yang terlalu panjang, perumahan di kota tropis (basah) sebaiknya dirancang untuk mewadahi jumlah penduduk yang lebih kecil dibanding kota-kota di wilayah sub tropis (yang disebabkan oleh kepadatannya yang lebih rendah dibanding kota sub tropis), sehingga radius terpanjang dalam kawasan perumahan diharapkan masih dimungkinkan untuk ditempuh dengan berjalan kaki, atau kendaraan tidak bermotor.

Dari aspek dimensi permukiman, konsep 'kantong pedestrian' (*pedestrian pockets*) yang ditawarkan Dough Kelbaugh dan Peter Calthorpe⁽²¹⁾, sangat mungkin dipertimbangkan bagi perancangan permukiman kota tropis di Indonesia. Dalam konsep tersebut, mereka menawarkan apa yang disebut dengan 'kantong-kantong pedestrian'. Dalam setiap kantong pedestrian, yang luasnya sekitar 40 hektar, dapat ditampung penduduk sejumlah 5000 orang serta pekerja sejumlah 3000 orang. Kepadatan penduduk rata-rata pada setiap kantong tersebut adalah 1 orang pada setiap 80m². Kantong-kantong pedestrian ini memiliki stasiun kereta (atau tram) yang dihubungkan satu dengan lainnya menuju pusat kota yang sudah ada. Dalam setiap kantong pedestrian akan tersedia fasilitas perumahan/pemukiman, pertokoan, fasilitas

untuk menunjang kebutuhan sehari-hari (kantor pos, bank, sekolah, poliklinik, dsb.) serta, perkantoran.

Penduduk diharapkan dapat menempuh tempat di manapun dalam kantong tersebut dengan berjalan kaki. Dengan mengembangkan konsep tersebut, yakni memberikan kemungkinan digunakannya kendaraan tidak bermotor, seperti halnya sepeda, maka dapat dibayangkan bahwa penduduk yang berada pada kawasan tersebut dapat menikmati waktu tempuh yang lebih pendek tanpa harus terjadi polusi udara pada kawasan tersebut. Pengembangan lain dalam konsep tersebut adalah pertimbangan terhadap problematik yang ditimbulkan iklim Tropis (basah) yakni hujan dan terik matahari. Untuk itu setiap jalur-jalur pedestrian atau sepeda perlu dipecahkan agar gangguan iklim tersebut dapat dihindari, misalnya memberikan koridor beratap pada jalur-jalur tersebut. Dengan strategi semacam ini penghematan energi untuk pergerakan manusia di dalam kawasan permukiman dapat dikurangi, tidak diperlukan kendaraan bermotor yang konsumtif energi serta menimbulkan polusi udara maupun polusi suara.

5.6. Utilitas Kota

Dalam kasus kota Jakarta, meskipun ditata, dibenahi, dipoles sedemikian rupa, kota yang memiliki gedung-gedung bertingkat, pertokoan, mal, hotel, taman yang tampak 'mewah dan indah', akan tetap rawan terhadap aspek keberlanjutan. Kota yang masih minim dalam penyediaan sarana dan prasarana utilitas kota bagi pemenuhan 'kebutuhan dasar' warganya, seperti: sarana air bersih, listrik - mungkin juga gas, jaringan air kotor, sistem pembuangan sampah, saluran air hujan, fasilitas pemadam kebakaran, sarana dan prasarana transportasi, fasilitas umum kota (sarana olah raga gratis bagi warga, sarana sosial, dan lainnya).

Suatu kota dianggap baik dan mengarah kepada kota yang berkelanjutan hanya jika utilitas kota sudah dipenuhi dengan baik. Selain mampu memenuhi kebutuhan warga terhadap kebutuhan dasar hidup manusia, utilitas kota juga perlu dirancang sedemikian rupa agar limbah kota dapat diminimalkan. Sebagaimana tercakup dalam prinsip-prinsip keberlanjutan, strategi *re-cycle* limbah kota perlu ditetapkan guna menekan jumlah limbah yang harus dibuang, yang berdampak pada

pencemaran lingkungan: tanah, air dan udara kota.

Pengerukan lumpur sungai-sungai di Jakarta, serta pembersihan sampah yang menyumbat riol-riol kota yang mengakibatkan banjir di beberapa kawasan kota merupakan langkah utama untuk menjamin agar kota dapat dihuni dengan layak oleh warga tanpa dihantui banjir ketika hujan turun berkepanjangan.

6. PENUTUP

Kota yang berkelanjutan yang dicirikan dengan rendahnya penggunaan sumber daya alam (termasuk sumber daya energi) serta rendahnya limbah yang dihasilkan kota dapat didekati dengan strategi perancangan kota hemat energi. Strategi kota hemat energi di kawasan tropis basah di Indonesia melibatkan pemecahan aspek-aspek yang terkait dengan penggunaan energi, yakni sektor bangunan, penghijauan, penataan kawasan perumahan, transportasi, serta utilitas kota. Melalui perancangan kota hemat energi, konsumsi bahan bakar minyak per satuan warga kota dapat ditekan yang berarti akan menekan pengurusan sumber daya alam bagi kebutuhan generasi mendatang. Rancangan kota hemat energi juga akan mengurangi pembakaran bahan bakar minyak, sehingga secara otomatis akan mengurangi emisi CO₂ ke udara, yang berarti mengurangi pencemaran udara kota. Perencanaan dan penanganan utilitas kota secara memadai akan memberikan pelayanan yang lebih baik kepada warga kota terhadap kebutuhan dasar hidupnya, sementara di sisi lain akan mengurangi produksi limbah kota dan mengurangi pencemaran lingkungan kota.

DAFTAR PUSTAKA

1. Karyono, Tri Harso, 2005, *Seputar Permasalahan Arsitektur Kota Tropis Dunia Ketiga*, CV Tehaka Arkita, Jakarta, Oktober.
2. Karyono, Tri Harso, 2005, *Arsitektur Hemat Energi: Strategi Bangunan Hemat BBM*, prosidings Seminar Nasional *The application of Technology toward A Better Life (buku 1)*, Universitas Teknologi Yogyakarta, 10 Desember, hal.49-55.
3. World Commission on Environment and Development, 1987, *Our Common Future*, Oxford Univ. Press, UK
4. Halliday, Sandy, 2005, *An accreditation scheme in sustainable design for*

- architects, *Proceedings 2nd International Seminar and Workshop on Ecological Architecture and Environment in the Tropics*, Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang, 17-19 Feb.
5. de Wall, HB, 1993, New Recommendations for Building in Tropical Climates, *Building and Environment*, Vol. 28, pp 271-285, UK
 6. *Architectural Science Review*, Sydney, Australia, June 1987
 7. Karyono, Tri Harso, 2004, Bangunan Hemat Energi: Rancangan Pasif dan Aktif, *Harian Kompas*, 31 Oktober
 8. Karyono, Tri Harso, 2000, Report on Thermal Comfort and Building Energy Studies in Jakarta, *Journal of Building and Environment*, vol. 35, pp 77-90, Elsevier Science Ltd., UK.
 9. Szokolay, SV, 1976, *Solar Energy and Building*, Architectural Press, London, UK
 10. Parker, J., 1981, *Uses of landscaping for energy conservation*, Florida International University and the Governor's Energy Office of Florida.
 11. Akbari, H. et al., 1990, *Summer Heat Island, Urban Trees and White Surfaces*, *ASHARE Transactions*, pp.1381-1388.
 12. Karyono, Tri Harso, 1995, Shaping the City through Energy Conservation: A Case Study of Jakarta, Indonesia, in *Development through Conservation: Towards Shaping World Cities*, *International Workshop on Urban Regeneration*, edited by Charles Cockburn and Ramalaksmi V. Isaiyah, Proceedings of the Workshop, University of York, UK.
 13. Karyono, Tri Harso, 2002, Sustainability of the Built Environment in the Humid Tropics of Indonesia, An Overview, *proceedings International Conference on Building Research and the Sustainability of the Built Environment*, Jakarta, 14-16 Oktober 2002, edited by TH Karyono, Fergus Nicol, Susan Roaf.
 14. Karyono, Tri Harso, 1996, Penghijauan Kota sebagai Usaha Penurunan Suhu Kota, *Majalah Konstruksi*, Mei.
 15. Karyono, Tri Harso, 2003, Bangunan Tinggi Penyebab Kemacetan Kota, *Harian Sinar Harapan*, 7 Juni
 16. Karyono, Tri Harso, 2001, Revolusi Transportasi Kota, *Harian Sinar Harapan*, 28 September
 17. Karyono, Tri Harso, 2001, Kendaraan Pribadi Justru Penyebab Kemacetan, *Harian Kompas*, 11 April
 18. Karyono, Tri Harso, 2003, Salah Kaprah Memoles Jakarta, *Harian Sinar Harapan*, 5 April.
 19. Karyono, Tri Harso, 2001, Pertimbangan Iklim pada Rancangan Kota Tropis, *Majalah Konstruksi*, Januari-Februari, hal. 13.
 20. Karyono, Tri Harso, 2001, Wujud Kota Tropis di Indonesia: Suatu Pendekatan Iklim, Lingkungan dan Energi, *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur*, Vol 29, No 2, Surabaya, Desember, pp. 141-146.
 21. Karyono, Tri Harso, 2000, Konsep Kantung Pedestrian Kota Tropis, *Harian Kompas*, 6 Desember

RIWAYAT PENULIS

Tri Harso Karyono, S3 di bidang Thermal Comfort And Low Energy Design The University of Sheffield, U, , saat ini bekerja sebagai Peneliti Madya pada Pusat Pengkajian Kebijakan Inovasi Teknologi Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.