

MENINGKATKAN *WATER RESILIENCE* UNTUK MENUNJANG *SMART CITY*

Agus Susanto

PENDAHULUAN

Membicarakan mengenai *smart city*, tidak hanya sekedar membicarakan sebuah kota yang mengandalkan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (ICT) yang didukung oleh jaringan infrastruktur internet yang kuat, tetapi kota yang mampu menggali potensi lokal dan memaksimalkan sumber daya kota. *Smart city* menggambarkan warga yang mampu mengatasi masalah ekonomi dengan cerdas (*smart economy*). *Smart city* didukung oleh pusat bisnis, industri dan jasa yang ramah lingkungan, serta dapat memaksimalkan sumber daya alam yang terbatas, seperti: air, lahan, pertambangan, dan energi fosil, sehingga tumbuh perekonomian yang berkelanjutan (*green economy*).

Salah satu indikator utama dalam *smart city* adalah *smart environment*. Dalam sub indikator *smart environment* terdapat *smart water and waste water management* (Supangkat, 2016). Air merupakan barang ultra esensial bagi kelangsungan makhluk hidup di suatu kota. Tanpa air makhluk hidup tidak mungkin bisa bertahan, dan

bahkan semua makhluk hidup terbuat dari air sebagaimana tercantum dalam kitab suci Al Qur'an surat Al-Anbiya (21) ayat (30) yang artinya: "... Dan kami jadikan segala sesuatu yang hidup dari air, mengapakah mereka tidak beriman?".

Hingga saat ini masyarakat secara umum masih memandang air hanya sebagai komoditas sosial yaitu sebagai kebutuhan hidup dan bukan sebagai komoditas ekonomi. Ada dua alasan yang mendorong masyarakat memandang air sebagai komoditas ekonomi, yaitu: 1). air merupakan barang yang dapat mendukung kegiatan ekonomi, seperti industrialisasi dan pertanian, dan 2). masyarakat sering tanpa kesulitan untuk dapat memperoleh air yang dapat didayagunakan (Siradj, 1992).

Selain itu, air merupakan kunci pembangunan perkotaan yang berkelanjutan dan pilar kesehatan masyarakat serta kesejahteraan sosial (WHO, 2012). Air dan sanitasi lingkungan yang tidak memadai akan mengancam kesehatan manusia dan lingkungan. Air memiliki multi fungsi, antara lain: sebagai fungsi sosial, ekonomi, dan lingkungan yang dibutuhkan untuk mendukung proses produksi dan berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi serta pengurangan kemiskinan perkotaan. Dengan berbagai fungsi tersebut, apabila tidak ada perubahan paradigma dalam pengelolaan air, maka akan terjadi ketidak-amanan dan ketidaknyamanan lingkungan perkotaan yang menyebabkan degradasi lingkungan dan sosial ekonomi, sehingga tujuan *smart city* tidak tercapai.

Di perkotaan, air menghadapi berbagai tekanan sebagai akibat dari meningkatnya kebutuhan air, pola urbanisasi yang cepat, pertumbuhan penduduk yang tinggi, dan meningkatnya risiko perubahan iklim (Leeuwen Van Dan & Dieperink, 2015 *dalam* Mulyana dan Suganda, 2017). Perubahan iklim diharapkan dapat memberikan konsekuensi signifikan bagi sistem air perkotaan. Akan tetapi dengan perubahan iklim justru mengakibatkan perubahan pola hujan yang sering terjadi akhir-akhir ini, yaitu hujan dengan intensitas tinggi namun mempunyai durasi yang pendek. Kondisi ini akan mempengaruhi ketersediaan air, kualitas air, dan akses air, serta risiko banjir. Sebaliknya jika terjadi musim kering yang panjang akan mengakibatkan kelangkaan sumber air baik dari potensi maupun

akses. Untuk itu, infrastruktur air perkotaan perlu diadaptasi agar dapat mengatasi kondisi perubahan iklim dan hidrologi yang baru. Di lain pihak, ada yang menyatakan bahwa krisis air di perkotaan tidak hanya terkait dengan rekayasa air, tetapi diakibatkan juga oleh kegagalan tata kelola air (Mulyana dan Suganda, 2017). Tata kelola air merupakan rangkaian sistem politik, sosial, ekonomi, administrasi dan kelembagaan untuk mengembangkan dan mengelola sumber daya air serta penyampaian layanan air pada berbagai tingkat masyarakat, sehingga isu air di perkotaan dapat digunakan sebagai alat untuk mengembangkan solusi terpadu.

Dengan berbagai isu yang merupakan tekanan baik sosial maupun ekologis di perkotaan terhadap sumber daya air, ditambah dengan gaya hidup (*life style*) masyarakat perkotaan yang mengarah ke konsumtif, dampaknya adalah kebutuhan air di perkotaan menjadi meningkat. Di sisi lain, ketahanan air di Indonesia masih sangat rendah bila dibandingkan dengan negara-negara lain, yaitu hanya sebesar 63 m³/kapita/tahun, sedangkan yang ideal adalah 1.600 m³/kapita/tahun (Kementerian PUPR, 2016). Untuk itu, pemerintah melalui program kerjanya yaitu Nawacita yang dituangkan dalam Nawacita ke 7 (tujuh) yang berbunyi: “Pemerintah mewujudkan kemandirian ekonomi dengan menggerakkan sektor-sektor strategis ekonomi domestik dengan prioritas pembangunan yakni peningkatan kedaulatan pangan dan peningkatan *water resilience* (ketahanan air)”. Dalam tulisan ini akan dianalisis bagaimana meningkatkan resiliensi sumberdaya air di perkotaan untuk menunjang indikator-indikator yang ada dalam *Smart City*. Tujuan yang ingin dicapai adalah agar dapat meningkatkan pasokan air bagi masyarakat, industri dan pertanian serta untuk mengurangi risiko banjir. Untuk meningkatkan pasokan air, target utama adalah memperbaiki infrastruktur alami seperti: ekosistem hutan, ekosistem sungai, dan infrastruktur buatan seperti: embung, bendungan, jaringan irigasi, jaringan drainase, dengan memfokuskan pada empat hal yakni: ketersediaan (*availability*), aksesibilitas (*accessibility*), berkelanjutan (*sustainability*), dan keamanan (*security*).

BAHAN DAN METODOLOGI

Makalah ini ditulis berdasarkan *desk study* (studi literatur) untuk mengembangkan *baseline* awal tentang ketahanan (*resilience*) air perkotaan dari berbagai tekanan sosio-ekologis untuk menuju *water smart city* dalam menunjang program *smart city*. Sebagian besar data dan informasi yang digunakan dalam artikel ini berasal dari sumber data sekunder, seperti: ulasan literatur, jurnal, data statistik, laporan proyek, laporan tahunan institusi, dan lain-lain.

KEDUDUKAN WATER SMART CITY DALAM SMART CITY

Di Indonesia, sumber daya air melimpah tetapi tidak merata di seluruh nusantara. Hal ini disebabkan oleh adanya iklim Monsoon. Iklim Monsoon dapat menyebabkan banjir di musim hujan dan kekurangan air di musim kemarau. Di samping itu, perubahan iklim cenderung meningkatkan tekanan pada sumber daya air melalui pola curah hujan yang berubah-ubah dan peristiwa cuaca ekstrim, ditambah lagi dengan kapasitas penyimpanan air yang rendah, sehingga mengakibatkan ketersediaan air tanah berkurang. Kondisi seperti ini disebabkan oleh degradasi lahan daerah aliran sungai (DAS) serta kondisi infrastruktur sumber daya air (irigasi dan air bersih) yang buruk merupakan penyebab ketahanan air (*water resilience*) di Indonesia sangat rendah (63%). Selain itu, diakibatkan juga oleh kualitas air akibat limbah domestik, pembuangan limbah padat, dan limbah industri yang tidak diolah dan langsung dibuang ke perairan juga berpengaruh besar terhadap *water resilience*, karena *water resilience* disamping kuantitas air juga kualitasnya.

Paradigma masa lalu dalam kaitannya dengan sumber daya air perencanaan kota dirancang untuk mengalirkan air hujan dan air limbah secepatnya ke luar kota agar kota terhindar dari banjir. Namun pada kenyataannya untuk memperoleh sumber air bersih diperoleh dari air sungai dan air tanah yang didapatkan dari luar kota. Paradigma tersebut sejak tahun 2000an berubah seiring dengan urbanisasi yang cukup tinggi $\pm 1.6\%$ (untuk Indonesia), dan perubahan iklim yang mengakibatkan pola hujan berubah-ubah yaitu hujan dengan

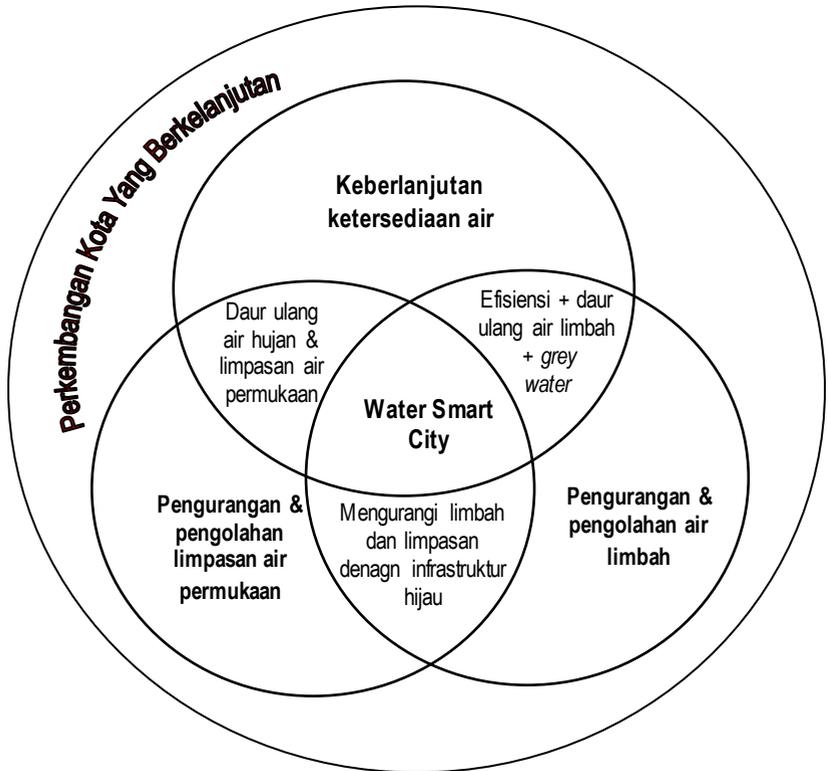
intensitas tinggi tetapi durasinya pendek. Kondisi ini mengakibatkan banjir dan tanah longsor di perkotaan. Sebaliknya di musim kemarau terjadi kekeringan, sehingga paradigmanya sekarang berubah menjadi “kota diasumsikan sebagai daerah tangkapan air hujan, dimana air hujan ditahan selama mungkin agar masuk ke dalam tanah untuk mensuplai air tanah, dan baru dilepaskan secara pelan-pelan ke saluran pembuang”. Paradigma ini disebut *water smart city*.

Water smart city adalah suatu metode di mana sumber air dijaga agar berkelanjutan sehingga memungkinkan generasi masyarakat perkotaan di masa yang akan datang dapat memiliki akses untuk mengelola air di wilayah perkotaan dengan infrastruktur pendukungnya sehingga dapat bertahan dan berfungsi meskipun ada tekanan dari iklim yang lebih ekstrem (Hattum, *et al.* 2016). Pendekatan yang digunakan dalam *water smart city* adalah integrasi perencanaan kota dengan siklus air perkotaan agar supaya kegiatan ekonomi dan bisnis dapat berjalan dengan baik sehingga kesejahteraan masyarakat perkotaan lebih terjamin. Adapun tujuannya adalah untuk meminimalkan dampak hidrologi pembangunan perkotaan terhadap lingkungan sekitar. Konsepnya meliputi: integrasi air hujan, air tanah, pengelolaan air limbah, dan pasokan air untuk mengatasi tantangan masyarakat terkait dengan perubahan iklim, efisiensi sumber daya dan peralihan energi, dalam rangka untuk meminimalkan degradasi lingkungan dan meningkatkan daya guna infrastruktur perkotaan. Pendekatan lainnya adalah dengan mengembangkan strategi integratif untuk keberlanjutan dimensi ekologi, ekonomi, dan sosial budaya, sesuai dengan konsep pembangunan yang berkelanjutan.

Integrasi pembangunan perkotaan dan pengelolaan air perkotaan yang berkelanjutan dalam pelaksanaan *smart city* didukung oleh *water smart city* yang merupakan perpaduan antara 3 (tiga) komponen/pilar utama yang saling berinteraksi. Komponen tersebut yaitu (a) keberlanjutan ketersediaan air, (b) pengurangan dan pengolahan air limbah, dan (c) pengurangan dan pengolahan air permukaan.

Interaksi antara ketiga komponen utama tersebut adalah:

- a. Interaksi antara keberlanjutan ketersediaan air dengan pengurangan dan pengolahan air limbah (*grey water*). Hasilnya adalah efisiensi atau pengurangan penggunaan sumber air, sehingga limbah yang ditimbulkan juga berkurang. Limbah (*grey water*) tersebut kemudian dimanfaatkan kembali (*reuse*), serta didaur ulang kembali agar menjadi air baku air bersih.
- b. Interaksi antara keberlanjutan ketersediaan air dengan pengurangan dan pengolahan limpasan air permukaan. Hasilnya adalah pengurangan (*reduce*) penggunaan air permukaan. Karena penggunaan air permukaan yang efisien, maka terdapat sisa limpasan permukaan yang sedikit pula. Sisa limpasan air permukaan yang terbuang tersebut ditampung kembali dan dimanfaatkan untuk menunjang kegiatan ekonomi masyarakat perkotaan sehingga tidak ada limbah limpasan air permukaan. Interaksi antara pengurangan dan pengolahan air limbah dengan pengurangan dan pengolahan air permukaan. Hasilnya adalah sisa air limpasan yang tidak dipakai dan limbah domestik (*grey water*) diproses atau diolah menjadi sumber air baku air bersih dengan teknologi yang ramah lingkungan (*green technology*). Secara agramatis, integrasi pembangunan perkotaan yang berkelanjutan dengan pengelolaan air perkotaan yang berkelanjutan dalam pelaksanaan *smart city* disajikan dalam Gambar 1.



Sumber: modifikasi dari Hattum *et al.* (2016)

Gambar 1. Integrasi Pembangunan Perkotaan yang Berkelanjutan dan Pengelolaan Air Perkotaan yang Berkelanjutan

Selanjutnya, Wong and Brown (2009) mendiskripsikan integrasi pembangunan perkotaan dan pengelolaan air yang berkelanjutan melalui 3 (tiga) pilar, yaitu:

1. Kota sebagai Daerah Tangkapan Air

Sebuah kota memiliki sumber air yang beragam yang selama ini dialirkan secara langsung dialirkan, tetapi dalam konsep ini sumber air perkotaan tersebut dialirkan melalui infrastruktur yang terpusat dan terpadu serta terdesentralisasi pada skala yang berbeda. Oleh karena

itu, kota dapat diberikan fleksibilitas untuk mengakses sumber-sumber air tersebut, dengan tujuan untuk menekan biaya lingkungan, sosial, dan ekonomi.

2. Kota Menyediakan Jasa Ekosistem dan Meningkatkan Daya Tampung

Konsep yang digunakan dalam jasa ekosistem untuk peningkatan daya tampung adalah dengan mengintegrasikan kawasan perkotaan dengan infrastruktur yang ramah lingkungan (*green infrastructure*). Konsep ini merupakan solusi berbasis sumber daya alam yang dapat membantu dalam pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan. Pilar ini berkontribusi pada produksi pangan lokal, mendukung keanekaragaman hayati, dan mengurangi emisi gas rumah kaca, yaitu dengan jalan semua kegiatan ekonomi berbasis ekosistem, seperti kegiatan wisata yang berwawasan lingkungan (*ecotourism*). Solusi pengelolaan air berbasis sumber daya alam bermanfaat untuk:

- a. Melindungi dan meningkatkan sistem air alami dalam perkembangan perkotaan.
- b. Mengintegrasikan perlakuan air hujan ke dalam kawasan perkotaan dengan menggabungkan beberapa infrastruktur penggunaan air.
- c. Melindungi kualitas air buangan dari pembangunan perkotaan dengan cara mengolah air buangan tersebut terlebih dahulu sebelum dilepas ke saluran pembuang.
- d. Mengurangi limpasan (*run off*) dan debit puncak dari perkembangan perkotaan dengan menerapkan konsep minimalisasi kerusakan kawasan perkotaan yaitu dengan menerapkan konsep zonasi (zona lindung dan zona budidaya).
- e. Menerapkan kegiatan terpadu untuk meminimalisir banjir, kekeringan, dan mitigasi bencana lainnya.
- f. Meminimalkan biaya pengembangan infrastruktur drainase yaitu dengan konsep *green infrastructure*, karena hal ini akan mempunyai nilai tambah tersendiri.

3. Kota terdiri dari Komunitas dan Institusi *Smart Water*

Konsep yang ditawarkan adalah masyarakat menjalani gaya hidup berkelanjutan secara ekologis dan sadar akan keseimbangan dan ketegangan (konflik) yang terus berlanjut antara konsumsi dan konservasi, industri dan kapasitas profesional untuk berinovasi dan beradaptasi sebagai praktisi yang reflektif. Disamping itu, konsep ini juga didukung oleh kebijakan pemerintah yang memfasilitasi evolusi adaptif terhadap *water sensitive city* (ketahanan air perkotaan) yang sedang berlangsung yaitu dengan melibatkan semua pemangku kepentingan agar *water smart city* dapat diwujudkan.

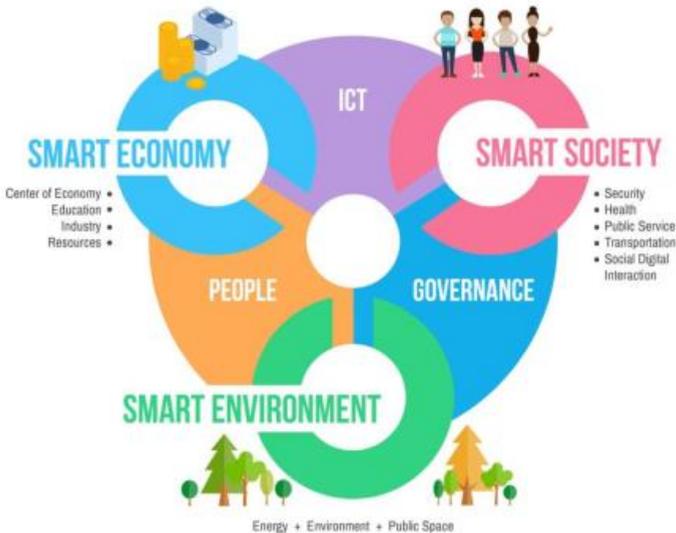
HUBUNGAN WATER RESILIENCE, WATER SMART CITY, DAN SMART CITY

Supangkat (2016) dalam bukunya “Tantangan dan Peluang Pembangunan *Smart City*”, mendefinisikan *smart city* sebagai “kota yang mengetahui permasalahan yang ada di dalamnya (*sensing*), memahami kondisi permasalahan tersebut (*understanding*), dan dapat mengatur (*acting*) berbagai sumber daya yang ada untuk digunakan secara efektif dan efisien dengan tujuan untuk memaksimalkan pelayanan kepada warga masyarakat perkotaan. Konsep yang dikembangkan adalah suatu konsep yang dimulai dari Desa Cerdas, Kecamatan Cerdas, Kabupaten Cerdas, dan Kota Cerdas. Dengan demikian, Supangkat (2016) membagi *smart city* ke dalam 3 (tiga) indikator utama, yaitu: (1) *Smart Economy*, (2) *Smart Society*, dan (3) *Smart Environment*. Selain itu, terdapat 3 (tiga) indikator pendukung yang merupakan interaksi antar indikator utama, yaitu: (a) interaksi antara *Smart Economy* dengan *Smart Society* menghasilkan indikator pendukung *Smart Information Communication and Technology* (ICT), (b) interaksi antara *Smart Society* dengan *Smart Environment* menghasilkan indikator pendukung *Smart Governance*, dan (c) interaksi antara *Smart Environment* dengan *Smart Economy* menghasilkan indikator pendukung *Smart People*.

Untuk mempermudah dalam implementasinya, maka masing-masing indikator mempunyai sub indikator, yaitu:

1. *Smart economy* mempunyai sub indikator: *smart economy*, *smart education*, *smart resources management*, dan *smart industry*.
2. *Smart society* mempunyai sub indikator yang terdiri dari: *smart health*, *smart public service*, *smart social digital*, dan *smart safe and security*, dan
3. *Smart environment* mempunyai sub indikator yang meliputi: *smart energy*, *smart environment*, *smart public space*, dan *smart water and waste management*.

Secara diagramatis Model *Smart City* disajikan dalam Gambar 2.



Sumber: Supangkat (2016)

Gambar 2. Salah Satu Model *Smart City*

JALAN MENUJU WATER SMART CITY UNTUK MENUNJANG SMART CITY

Dalam perspektif sumber daya air, *smart city* adalah suatu konsep yang digunakan untuk menjawab pertanyaan bagaimana semua indikator atau sub indikator dalam *smart city* tersebut dapat dilayani

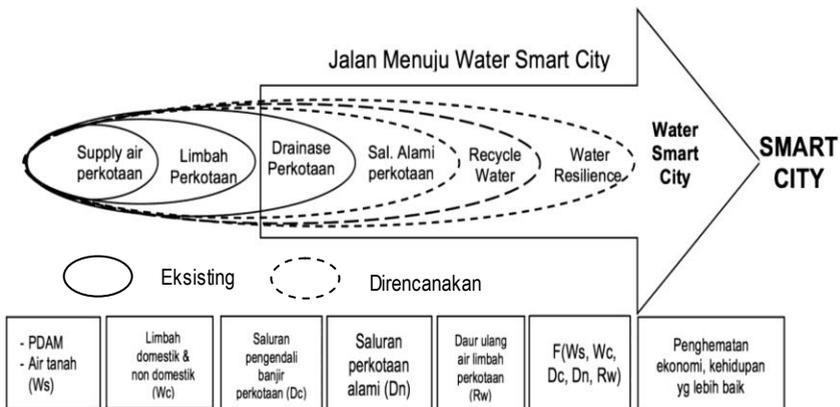
oleh air. Untuk itu dikembangkan konsep *water smart city*. Untuk menuju *water smart city* dalam rangka menunjang **Smart City** terdapat 6 (enam) tahapan atau langkah yang harus dilalui yang dimodifikasi dari Konsep *Australian Sensitive Water City*, yaitu:

1. Terpenuhi suplai air perkotaan (W_s).
Suplai air perkotaan diperoleh dari PDAM, air tanah bagi masyarakat dalam kota, sedangkan bagi masyarakat pinggiran kebutuhan air bersih selain dari air tanah juga diperoleh dengan air permukaan dan air hujan melalui tampungan air atap.
2. Pengolahan limbah perkotaan (W_c).
Limbah perkotaan yang terdiri dari limbah domestik dan non domestik (*grey water*) hanya kota-kota besar yang sudah melakukannya yang dikelola oleh swasta, seperti kawasan Bumi Derpong Damai (BSD), Alam Sutera di Tangerang Selatan, Kelapa Gading di Jakarta, Delta Mas di Bekasi, dan lain-lain.
3. Pengelolaan drainase perkotaan (D_c).
Drainase perkotaan dalam hal ini adalah saluran pengendali banjir. Air hujan yang jatuh di perkotaan ditahan dahulu jangan cepat dibuang ke saluran pembuang yaitu melalui embung atau kolam konservasi (*retention pound*) yang berfungsi selain untuk pengendali banjir juga sebagai tandon air.
4. Pengelolaan saluran alami perkotaan (D_n).
Saluran alami perkotaan, meliputi sungai, parit, alur sungai, dan lain-lain, dengan jalan memperlebar bantaran sungai di berbagai tempat secara selektif di sepanjang sungai.
5. *Recycle water* (R_w).
Dalam *recycle water* berupa limbah industri. Limbah industri didaur ulang untuk menjadi bahan baku air pada proses industri.
6. *Water Resilience* (ketahanan air) (W_r).
Ketahanan air merupakan penjumlahan dari suplai air perkotaan (W_s), limbah perkotaan (W_c), drainase perkotaan (D_c), saluran alami perkotaan (D_n), dan *recycle water* (R_w), sehingga dapat dirumuskan menjadi: *water resilience* yang merupakan fungsi dari W_s , W_c , D_c , D_n dan R_w), atau:

$$W_r = f (W_s, W_c, D_c, D_n, R_w)$$

Konsep *water resilience* ini sudah dikembangkan di Australia (Monash University) sejak tahun 2010 dengan nama *water sensitive city*.

Secara umum, untuk jalan menuju *water smart city* dapat dikembangkan pada kota-kota yang sudah maju karena infrastruktur airnya sudah lebih baik, yang digambarkan dalam garis putus-putus (Gambar 3). Untuk kota-kota yang masih dalam tahap perkembangan baru dapat memenuhinya pada 3 (tiga) tahapan, yaitu suplai air perkotaan (Ws), pengelolaan limbah perkotaan (*grey water*) (Wc), dan manajemen saluran pengendali banjir (Dc) yang digambarkan dalam garis penuh. Apabila *water resilience* tercapai, maka jalan menuju *water smart city* akan tercapai juga, yang akhirnya *smart city* dari perspektif sumber daya air akan tercapai juga. Semua indikator dalam *smart city* yang memerlukan air akan terlayani dengan baik. Secara garis besar jalan menuju *water smart city* untuk menunjang *smart city* disajikan dalam Gambar 3 berikut.



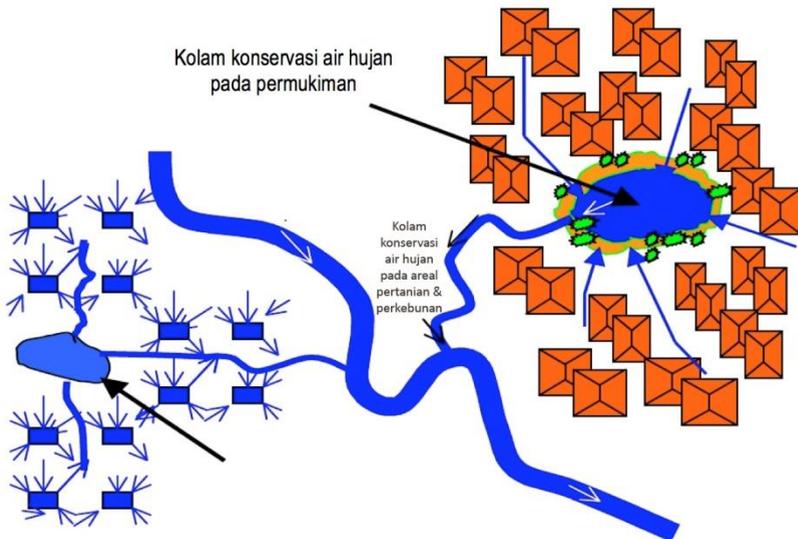
Sumber: Modifikasi dari Wong and Brown (2009)

Gambar 3. Jalan Menuju *Water Smart City* untuk mendukung *Smart City*

UPAYA PENINGKATAN WATER RESILIENCE

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa untuk mencapai *water smart city*, maka *water resilience* harus terpenuhi dahulu, karena *water resilience* sama dengan *water smart city*. Untuk mencapai *water resilience* harus melalui 5 tahapan yaitu: (1) ketersediaan supply air perkotaan, (2) pengolahan limbah domestik (*grey water*), (3) treatment saluran pengendali banjir perkotaan, (4) pengelolaan saluran alami perkotaan (sungai, parit, dan lain-lain), dan (5) pengolahan air limbah. Untuk meningkatkan *water resilience* dalam rangka menunjang *smart city* kaitannya dengan *water smart city* dapat dipisahkan menjadi 2 (dua) bagian yaitu:

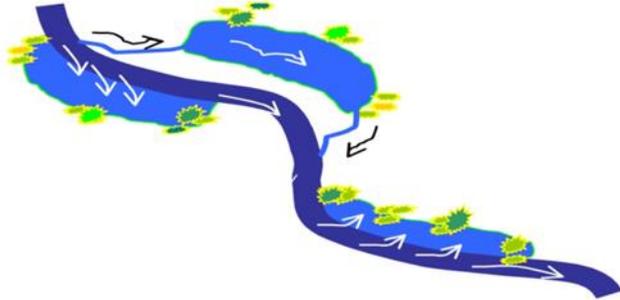
1. Restorasi kapasitas saluran drainase alami perkotaan, yang meliputi:
 - a. *Retention pound* atau kolam konservasi, yaitu: kolam yang dapat dibuat dengan memanfaatkan daerah-daerah dengan topografi rendah, daerah bekas galian (pasir, tambang, material lainnya) atau secara ekstra dibuat dengan menggali suatu areal atau bagian tertentu di kawasan permukiman, pertanian, dan perkebunan. Bentuk fisik berupa embung, situ, dan lain-lain. Fungsi dari *retention pound* adalah sebagai pengendali banjir dan ketersediaan air. Secara detail *retention pound* disajikan dalam Gambar 4.



Sumber: Sawiyo (2010)

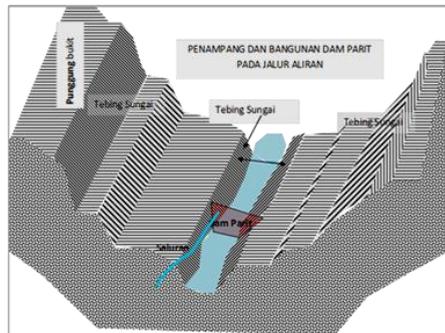
Gambar 4. Retention Pond Daerah Perkotaan

- b. *Detention pond*, yaitu kolam konservasi yang dibuat di pinggir sungai, dengan cara memperlebar bantaran sungai di berbagai tempat secara selektif di sepanjang sungai. Fungsinya adalah untuk mengurangi volume air sungai agar tidak terjadi banjir, dan ketersediaan air. Bagi kota yang terletak di bagian hulu (*up stream*) daerah aliran sungai (DAS), *detention pond* dapat dilaksanakan dengan dam parit (*channel resevoir*). *Detention pond* dengan dam parit ini sudah dilaksanakan di Sub DAS Cibogo, pada DAS Ciliwung Hulu (Sawiyo, 2010). Secara detail *detention pond* dan dam parit disajikan dalam Gambar 5 dan 6.



Sumber: Sawiyo (2010)

Gambar 5. *Detention Pound* Daerah Perkotaan



Sumber: Sawiyo (2010)

Gambar 6. Penampang Sungai dan Posisi Pengembangan Dam Parit yang Letaknya di Hulu DAS

- c. Penampungan air hujan (PAH) melalui tampungan atap, yaitu air hujan yang jatuh pada rumah kemudian dialirkan melalui talang, selanjutnya ditampung dalam bak penampungan yang bisa dibuat dari bahan *inert*, beton bertulang, fiberglass, atau stainless steel (Gambar 7). Air hasil tampungan tersebut dimanfaatkan pada musim

kering dan hanya untuk minum dan memasak, sedangkan untuk kebutuhan air lainnya seperti air permukaan (sungai, embung, setu, dan lainnya). Metode ini dilakukan pada daerah-daerah yang curah hujannya kecil seperti di wilayah Indonesia Timur (NTT, Papua, dan Maluku).



Sumber: Harsoyo (2010)

Gambar 7. Salah Satu Cara Penampungan Air Hujan (PAH) Lewat Atap

- d. Sumur resapan. Metode sumur resapan hampir sama dengan tampungan air hujan (PAH) lewat atap. Perbedaannya adalah setelah air hujan dari talang tidak ditampung di bak penampung, tetapi dialirkan (dimasukkan) ke dalam tanah. Fungsinya adalah untuk mensuplai atau sebagai imbuhan air tanah.

Berdasarkan hasil penelitian Susanto dan Suhardianto (2005), ukuran sumur resapan di daerah perumahan Reni Jaya, Kota Tangerang Selatan yang didasari pada luas atap rumah, curah hujan, dan laju infiltrasi. Hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran Sumur Resapan Berdasarkan tipe rumah Beserta Alternatifnya

Tipe Rumah	Ukuran Sumur Resapan Diameter (X cm) n Kedalaman (Y-Z cm)*		
	Alternatif I	Alternatif II	Alternatif III
Tipe 21/60 ▪ Asli ▪ Renovasi	80 – (65 + 15) 90 – (140 + 30)	90 – (50 + 10) 100 – (115 + 25)	110 – (100 + 20)
Tipe 36/100 ▪ Asli ▪ Renovasi	80 – (105 + 25) 110 – (155 + 35)	90 – (85 + 20) 120 – (130 + 300)	100 – (70 + 15) 130 – (110 + 25)
Tipe 56/110 ▪ Asli ▪ Renovasi	90 – (125 + 25) 120 – (145 + 30)	100 – (100 + 20) 130 – (120 + 25)	110 – (85 + 20) 140 – (105 + 25)
Tipe 70/120 ▪ Asli ▪ Renovasi	100 – (130 + 30) 120 – (155 + 35)	110 – (110 + 25) 130 – (135 + 30)	120 – (90 + 20) 140 – (120 + 25)

Sumber: Susanto dan Suhardianto (2005)

Keterangan: *) = Y adalah kedalaman sumur tanpa isi, dan Z kedalaman sumur dengan isi (ijuk/geo tekstile)

- e. Biopori. Metode biopori ini sudah dikembangkan oleh Institut Pertanian Bogor (IPB), yaitu dengan membuat lubang pada lahan dengan diameter 20 cm (memakai *hand auger hole*, atau alat yang lain) dengan kedalaman $\pm 0.5-1.0$ meter yang dapat dilakukan di pekarangan rumah atau perkebunan dan areal yang lain (hutan kota, taman, dan lainnya) dengan interval 10 meter. Fungsi biopori adalah untuk mensuplai (imbuhan) ketersediaan air tanah dangkal (*unconfined aquifer*) atau akuifer bebas, dan pengendali banjir.
- f. Menjaga kualitas air, yaitu dengan cara menjaga atau memproteksi sumber air yang digunakan sebagai sumber air baku air bersih (air permukaan bisa air sungai, embung, situ, danau, dan air tanah) dari polutan.

g. Pengelolaan air yang adaptif. Pengelolaan model ini merupakan pengelolaan air dengan mengantisipasi ramalan cuaca jangka panjang akibat perubahan iklim yang akhir-akhir ini terjadi, tujuannya adalah untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan air bak air permukaan maupun air tanah (Hattum *et al.* 2016).

2. Memutus siklus air perkotaan

a. Optimalisasi pemanfaatan air dari PDAM

Optimalisasi PDAM dapat dilakukan dengan jalan memperluas layanan jaringan suplai PDAM, dimana yang dahulu layanannya 60% ditingkatkan menjadi 80%, demikian seterusnya. Satu hal yang perlu dicatat adalah air baku PDAM. Air baku PDAM adalah air permukaan (sungai, dam, atau situ) bukan air tanah. Tujuan dari perluasan layanan PDAM adalah agar: (1) masyarakat perkotaan dalam memenuhi kebutuhan akan air bersih tidak dengan mengekstrak (memakai) air tanah, tetapi dengan memakai PDAM, karena air tanah dapat diibaratkan sebagai uang di Bank yang dapat dijadikan cadangan pada saat curah hujan berlebih, dan dimanfaatkan pada saat curah hujan menurun akibat musim kemarau. Namun apabila cadangan air tanah habis karena terdeplesi, maka akan berakibat bencana yang akan ditimbulkan seperti penurunan muka air tanah (*ground water level*), dan bahkan dapat menimbulkan penurunan muka tanah, seperti yang terjadi di kota-kota besar di Indonesia (Jakarta, Semarang, Surabaya). Kondisi seperti ini akan menimbulkan biaya yang sangat tinggi. Berdasarkan ilmu ekonomi terdapat kaitan antara air tanah dengan ilmu ekonomi yang dikenal istilah *ground water diamond paradoks* atau paradok air tanah dan berlian, dimana air tanah yang begitu esensial dinilai begitu murah sementara mutiara yang hanya sebatas perhiasan dinilai sangat mahal (Fauzi, 2006).

b. *Reduce water use*

Reduce water use atau efisiensi penggunaan air, hal ini bisa dilakukan pada masyarakat perkotaan yang biasa menggunakan air dalam 1 hari 150-200 Lt/orang/hari (untuk

kota Metropolitan), dan 120-150 lt/orang/hari (untuk kota besar), dan untuk kota kecil 90-120 lt/orang/hari (Kimpraswil, 2003) dikurangi menjadi 80% dari standar pemakaiannya. Demikian juga untuk penggunaan air di hotel dan fasilitas sosial lainnya.

c. *Reuse Water*

Pemanfaatan air kembali dari limbah domestik (*grey water*). Metode yang digunakan adalah sistem komunal, limbah rumah tangga dari beberapa rumah ditampung dalam satu bak penampung dengan sistem perpipaan menggunakan tenaga gravitasi. Limbah domestik tersebut dapat digunakan kembali tanpa diolah (*treatment*) terlebih dahulu, sebagai contoh, *grey water* digunakan untuk menyirami tanaman, karena *grey water* kandungan unsur kimianya (unsur Cl) tinggi, sehingga bagus untuk kesuburan tanaman.

c. *Water treatment*

Water treatment (water recycling) adalah pemanfaatan kembali air limbah industri menjadi bahan baku penunjang proses industri, yaitu air limbah beberapa industri yang berada dalam kawasan industri ditampung dalam satu kolam (IPAL) (komunal), kemudian limbah tersebut diolah, bisa dengan kimiawi maupun biologi. Setelah melalui proses pengolahan di IPAL, hasilnya dijadikan air baku dalam penunjang proses industri, seperti untuk mencuci peralatan industri, dan lain sebagainya, tetapi bukan sebagai air baku industri.

PENUTUP

Terjadi perubahan paradigma dalam perencanaan kota kaitannya dengan sumber daya air, yaitu: kota diasumsikan sebagai daerah tangkapan air hujan, dimana air hujan ditahan selama mungkin agar masuk ke dalam tanah untuk mensuplai air tanah, dan baru dilepaskan secara perlahan ke saluran pembuang. Paradigma ini disebut *water smart city*.

Kedudukan *water resilience* di dalam jalan menuju *Water Smart City* terletak pada *Water Sensitive City* (langkah ke enam dalam *Water Smart City*). Langkah-langkah untuk menuju *Water Smart City* dalam menunjang *Smart City* ada 6 (enam) langkah, yaitu: (1) terpenuhi suplai air perkotaan yang meliputi PDAM, air tanah, dan sungai; (2) pengolahan limbah perkotaan (*grey water*), yang meliputi: pengelolaan limbah domestik dan non domestik; (3) pengelolaan drainase perkotaan yang terdiri dari: pengelolaan saluran pengendali banjir; (4) pengelolaan saluran alami perkotaan (sungai, parit, alur sungai); (5) *recycle water*, yang meliputi limbah perkotaan yang terdiri dari limbah domestik dan industri; dan (6) *Sensitive Water City* yang meliputi *water resilience* yang berguna untuk keberlanjutan inter generasi.

Upaya peningkatan *water resilience* untuk menunjang *Smart City* dapat digolongkan menjadi 2 (dua), yaitu: (a) restorasi kapasitas saluran drainase alami perkotaan, yang terdiri dari: *retention pound* atau kolam konservasi, *detention pound* (kolam konservasi yang dibuat di bantaran sungai) untuk wilayah kota di hilir DAS, sedangkan untuk wilayah hulu dengan dam parit (*channel conservation*), panampungan air hujan (PAH) melalui tampungan atap, sumur resapan, biopori, menjaga kualitas air, dan pengelolaan air yang adaptif; serta (b) memutus siklus air perkotaan, yaitu dengan jalan: optimalisasi pemanfaatan air PDAM, *reduse water use*, *reuse water*, dan *treatment water (recycling water)*.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Kimpraswil). (2003). *Standar Penggunaan Air Bersih*. Ditjen Cipta Karya. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta.
- Fauzi, A. (2006). *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan Teori dan Aplikasi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Harsoyo. B., 2010, Teknik Pemanenan air hujan (*rain water harvesting*) sebagai alternatif upaya penyelamatan sumberdaya air di Jakarta. *Jurnal Sain dan Teknologi modifikasi cuaca* Vol 10 No. 2; 29-39
- Hattum. Tim Van, Maaike Blauw, Marina Bergen Jensen, and Karianne de Bruin. (2016). *Towards Water Smart Cities, Climate Adaptation is a huge Opportunity to Improve the Quality of Life in Cities*. University of Research, Wageningen.
- Kementerian PUPR. (2016). *Ketahanan Air Indonesia Dinilai Masih Rendah*, <https://kumparan.com/angga-sukmawijaya/ketahanan-air-indonesia-dinilai-masih-rendah>, diakses 14/05/17.
- Mulyana W. dan Emirhadi Suganda. (2017). Water Governance for Urban Resilience Analysis of Key Factors and the Role of Stakeholders in Metropolitan Area. *The Indonesian Journal of Planning and Development*, Vol 2 No 1, February, 11-18. Journal Homepage: <http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/ijpd>, <http://dx.doi.org/10.14710/ijpd.2.1.11-18>.
- Sawiyo. (2010). *Petunjuk Teknis. Pengembangan Teknologi Alternatif Panen Hujan Untuk Efisiensi Air dan Pengurangan Resiko Banjir*. Satuan Kerja Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. ISBN : 987-602-9065-00-8.

- Siradj, M. (1992). *Metodologi Prakiraan Dampak pada air tanah. Seminar Nasional Metodologi Prakiraan Dampak dalam AMDAL*, Bogor: PPLH-LP-IPB dan BK-PSL dan Bappedal.
- Supangkat, S.S. (2016). *Tantangan dan Peluang pembangunan Smart City, Smart City and Community Innovation Centre ITB*, jababekaexpo_2016.pdt.12/05/2017.
- Susanto, Adan Anang Suhardianto. (2005). Penentuan Sumur Resapan Berdasarkan Luas Rumah, Curah Hujan dan Infiltrasi (Studi Kasus di Komplek Perumahan Reni Jaya, Pamulang, Banten). *Jurnal Matematik, Sain dan Teknologi*, Vol 6 No, 1, Maret, hal 38-48.
- Wong, T.H.F. and Brown, R.R. (2009). *The water sensitive city: principles for practice*. *Water Science and Technology*, 60(3), pp.673-682.
- World Health Organization (WHO). (2012). UN-water global annual assessment of sanitation and drinking-water (GLAAS) 2012 report: The challenge of extending and sustaining services. Retrieved from http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/glaas_report_2012_eng.pdf.