

PELUANG PENGEMBANGAN *SMART CITY* UNTUK MEWUJUDKAN KOTA TANGGUH DI KOTA SEMARANG

(Studi Kasus: Penyusunan Sistem Peringatan Dini Banjir Sub Drainase Beringin)

S. Sariffuddin^{*)}

*Jurusan Teknik Perencanaan Wilayah & Kota, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

Abstrak

Kota tangguh menjadi metafora baru yang banyak diperdebatkan oleh para perencana dan peneliti kota dalam upaya menjamin keberlanjutan. Konsep ini mengusulkan 2 kerangka konsep yaitu model ekuilibrium dan model non-ekuilibrium. Perbedaan kedua model ini adalah cara kota untuk beradaptasi terhadap bahaya yang dihadapi. Di model keseimbangan/ ekuilibrium, sistem kota harus memiliki titik acuan sebagai orientasi tujuan pembangunan kota. Jika terdapat gap antara dokumen perencanaan dan hasil pembangunan, perencana kota dapat mengembalikan proses perencanaan sesuai tujuan perencanaan dan pembangunan. Di sisi lain, model non-ekuilibrium menawarkan sistem adaptasi. Dalam perspektif non-ekuilibrium, ketahanan diartikan sebagai kemampuan sistem kota untuk beradaptasi dan menyerap perubahan dari internal maupun eksternal. Terdapat kebutuhan baru dalam mengelola kota yaitu respon cepat, data yang akurat dan real time. Konsep kota pintar/ smart city menawarkan sebuah solusi melalui penyediaan data real time dan menjadi penghubung antara intervensi top-down dengan partisipasi bottom-up. Kota pintar tidak hanya menyediakan sistem informasi dan teknologi, namun juga mendukung modal intelektual. Artikel ini menggunakan studi literature melalui perbandingan 2 konsep literature yaitu smart city dan kota tangguh/ resilience city. Dari pembahasan diketahui bahwa smart city dapat mendukung kota untuk bisa bertahan melalui sistem peringatan dini. Sistem ini dapat meningkatkan kemampuan masyarakat untuk mengetahui bahaya dan mendukung upaya yang harus dilakukan secara mandiri.

Kata kunci: kota tangguh; kota pintar; sistem peringatan dini

Abstract

[The Opportunities of Smart City Development to Realize the Resilient City in Semarang (Case Study: Flood Early Warning System in Beringin Sub-Drainage)] City of resilience become to a new metaphor that debated by researcher and urban planner to manage its city in order to ensure sustainability. This concept suggests 2 conceptual frameworks: equilibrium or isolation model and non-equilibrium model. The differences of both models are the way of city to adapt from disturbance. In equilibrium model, urban system must own end point or terminal as city orientation or goal. If any gap between planning document and development result, urban planner has to restore the development process into its plan or end point. On the other hand, non-equilibrium model offers adaptation system. In non-equilibrium perspective, resilience is the ability of an urban system to adapt and adjust to changing internal or external processes. There is a new necessity to manage city i.e. quick response, adequate data and correct according real time data. Smart City offers a solution to provide real time data and bridging between top-down intervention and bottom-up participation. Smart city doesn't only provide information system and technology, yet its concept can support intellectual capital. This article used literature study through compare 2 conceptual theoretical framework i.e. smart city and resilience city. From this discusses found out that smart city can support city to be resilience with early warning system. This system can improve human ability to know a circumstance and action to evacuation.

Keywords: urban resilience; smart city; early warning system

1. Pendahuluan

Perubahan iklim menjadi permasalahan lingkungan hidup yang menyita perhatian dunia.

Fenomena ekologi global ini berdampak signifikan terhadap keseimbangan sumber daya air terutama pada siklus hidrologi. Peningkatan suhu rata-rata mempengaruhi besarnya air yang ter evaporasi ke atmosfer. Akan tetapi, proses dan besarnya evaporasi

^{*)} Penulis Korespondensi.

E-mail: sariffuddin@undip.ac.id

ini tidak sama antara satu daerah dengan daerah lainnya. Akibatnya, sebagian daerah akan mengalami surplus air sedangkan di waktu yang sama daerah lain mengalami kondisi sebaliknya. Di saat terjadi perubahan alam ekstrim, daerah yang mendapatkan surplus air bisa mengalami bencana hidro-meteorologi sedangkan daerah lainnya justru kekeringan (Zhang dkk., 2012; Eregno dkk., 2013). Bencana hidro-meteorologi dapat berupa banjir, angin topan dan kekeringan. Di Indonesia sendiri rata-rata kenaikan suhu permukaan bumi diperkirakan 0,16°C (Harger, 1995).

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa bencana *hidro-meteorologi* berhubungan erat dengan kerugian ekonomi. EM-DAT, sebuah lembaga penelitian kebencanaan dunia mencatat adanya hubungan signifikan antara kejadian bencana *hidro-meteorologi* dengan kerugian ekonomi dan korban jiwa (Leaning dan Guha-Sapir, 2013). Bencana *hidro-meteorologi* menjadi ancaman terbesar dibandingkan jenis bencana alam lainnya. Kejadian bencana ini relatif lebih sering/ periodik dan cenderung terus meningkat. Bahkan beberapa ahli memasukkan persoalan ekologi global ini sebagai salah satu trinitas dunia yang paling berpengaruh terhadap kehidupan dan perkembangan kota (Abdoullaev, 2011).

Kekhawatiran ini sangat beralasan karena pertumbuhan penduduk terbesar terjadi di perkotaan. Diproyeksikan 60% pertumbuhan penduduk dunia berlangsung di negara-negara asia dan setengahnya akan menempati daerah perkotaan (McDonald dkk., 2011). Kajian lain yang mendukung proyeksi McDonald dkk (2011), dilakukan oleh Kundu (2011) Amitabh Kundu di bawah *International Institute for Environment and Development (IIED)*, menunjukkan pertumbuhan penduduk khusus Asia Tenggara di tahun 2000-2030 akan meningkat sebesar 48%–54%. Khusus Indonesia, pertumbuhan penduduk akan terus meningkat sebesar 48%–56% dan terkonsentrasi di kota-kota Pulau Jawa khususnya di Pantai Utara Jawa (World Bank, 2009). Tidak terkecuali penduduk metropolitan Semarang (Kedungsepur) yang diperkirakan akan mencapai kurang lebih 7,135 juta jiwa pada tahun 2030, dimana 36% dari akumulasi jumlah tersebut akan tinggal di Kota Semarang (Kementerian Pekerjaan Umum, 2012).

Fenomena ini menjadikan pengingat bagi para perencana kota untuk mengembangkan model kota tangguh (*resilience city*). Salah satu persoalan yang perlu diakomodasi dalam pengambilan keputusan perencanaan dan pembangunan kota adalah permasalahan kota yang terjadi secara *real time* seperti banjir. Tidak menentunya cuaca telah berpengaruh pada tidak teraturnya siklus hidrologi dan curah hujan (Eregno dkk., 2013). Kondisi ini perlu diantisipasi terutama untuk kota-kota rawan banjir melalui pengakomodasian kondisi *real time* dalam pengambilan keputusan perencanaan dan pembangunan kota.

Menjawab tantangan itu, para pakar ICT

(*Information and Communications Technology*) menyusun *prototype* kota pintar (*smart city*). Mereka menawarkan membangun modal infrastruktur (*infrastructure capital*) dan modal pengetahuan (*intellectual capital*) baru yang lebih interaktif, *real time* (Abdoullaev, 2011) dan dapat menjadi penghubung antara masyarakat dan pemerintah (Tomordy, 2010). Penerapan *smart city* di dalam pemerintahan sering disebut dengan *e-government* yang memandang *smart city* sebagai sebuah inovasi dalam manajemen dan kebijakan (Nam, 2011).

Sistem peringatan dini banjir menjadi salah satu solusi yang ditawarkan oleh para pakar ICT dalam menghadapi bencana banjir. Sistem ini sangat krusial berperan dalam upaya mitigasi bencana (Balis dkk., 2011). Memberikan informasi aktual dan *real time*, sistem ini bertujuan untuk mengurangi kerugian ekonomi hingga korban jiwa. Dalam upaya mewujudkan kota tangguh, ESCAP (2008) menempatkan sistem peringatan dini sebagai upaya kesiapsiagaan (*preparedness*) sebelum terjadi bencana. Mempertimbangkan tantangan global, menjadi pertanyaan selanjutnya adalah *apakah smart city mampu menjadi solusi untuk mewujudkan kota tangguh?*

2. Metode Penelitian

Untuk menjawab pertanyaan itu, artikel ini disusun berdasarkan metode studi pustaka melalui eksplorasi dua pendekatan pengembangan kota, yaitu pengembangan kota dari sudut pandang ekologi atau sering di kenal dengan istilah *resiliencecity* dan pengembangan kota dari sudut pandang teknologi informasi atau *smart city*. Bagi perencana kota, dua pendekatan ini sangat diperlukan dalam upaya merencanakan dan merancang kota agar mampu merespon dinamika global berupa permasalahan lingkungan hidup, masalah sosial masyarakat, dan pesatnya perkembangan teknologi informasi.

Artikel ini akan membahas dalam 5 bagian. Bagian pertama berupa pendahuluan. Bagian kedua berisi konsep kota tangguh (*resilience city*) menjelaskan usulan para pakar ekologi untuk membangun kota tangguh. Bagian tiga berisi konsep *smart city* dan sistem peringatan dini untuk mendukung kota tangguh. Bagian keempat berisi studi kasus penyusunan sistem peringatan dini banjir di Kota Semarang dan menyimpulkan pada bagian lima berupa jawaban atas pertanyaan penelitian.

3. Kota Tangguh (*Resilience City*)

Sudut pandang mengenai kota tangguh (*resilience city*) cukup beragam sesuai bidang ilmu para penelitiannya. Metafora kota tangguh banyak dikaitkan dengan upaya mitigasi bencana (Pelling, 2003, Shaw dkk., 2009), adaptasi terhadap perubahan iklim (Calthorpe, 2011; Yuen dan Kumssa, 2011) dan stabilitas perekonomian (Capello dan Faggian, 2002; Simmie dan Martin, 2010). Maraknya pemikiran baru ini sebagai upaya menjawab ketidakpastian masa

depan kota dan respon berbagai persoalan global yang dikhawatirkan berpengaruh terhadap keberlanjutan kota (Musacchio, 2002).

Untuk mewujudkan kota tangguh, para ahli ekologi mengusulkan 2 model yaitu (1) model stabilitas atau keseimbangan (*equilibrium*) atau sering juga disebut isolasi dan (2) model non-ekuilibrium (*non-equilibrium*) (Tansley, 1935; Pickett dkk., 2004). Menurut paradigma stabilitas atau keseimbangan (*equilibrium*), ketahanan diartikan sebagai kemampuan suatu sistem untuk kembali ke titik keseimbangannya seperti sedia kala. Ini menunjukkan adanya satu titik absolut yang dijadikan acuan, jika terdapat distorsi/ melenceng maka harus dikembalikan pada kondisi semula. Di sisi lain, sudut pandang non-ekuilibrium mengartikan ketahanan sebagai kemampuan sistem untuk menyerap dan mampu menyesuaikan dengan kondisi lingkungan hidup. Konsep adaptasi muncul pada konsep pemikiran ke dua ini (*non-equilibrium*).

Dalam kaitannya dengan perencanaan dan perancangan kota, konsep kota tangguh dari para ahli ekologi (*urban ecology*) memiliki persamaan dengan prinsip perencanaan kota yaitu 'struktur' dan 'fungsi'. Di Indonesia dikenal dengan istilah 'struktur ruang' merepresentasikan 'struktur' dan 'pola ruang' merepresentasikan 'fungsi'. Para ahli ekologi memandang kota sebagai ekosistem tempat interaksi organisme dengan lingkungannya dan saling mempengaruhi secara sirkuler (Soemarwoto, 1983). Ekosistem sendiri juga memuat 'struktur' dan 'fungsi', struktur mengindikasikan sistem interaksi sedangkan fungsi menunjukkan peran masing-masing elemen dalam sistem itu (Tansley, 1935; Pickett, 2002).

Berdasarkan prinsip ekuilibrium dan non-ekuilibrium, sebenarnya perencanaan kota juga menerapkan dua prinsip tersebut. Rencana tata ruang di Indonesia selalu dievaluasi setiap 5 tahun sekali, ini merupakan upaya untuk 'beradaptasi' dengan dinamika perkembangan di lapangan. Setiap ada penyimpangan antara pembangunan dan rencana tata ruang, selalu dievaluasi untuk dikembalikan sesuai dengan tujuan perencanaan dan pembangunan yang telah ditetapkan. Prinsip *equilibrium* berlaku untuk keadaan yang terukur dan terekam oleh data. *Namun bagaimana untuk fenomena yang membutuhkan respon cepat?* Seperti bahaya banjir, kenaikan muka air laut, dan timbulnya wabah penyakit akibat perubahan iklim. Sangat sulit jika kebijakan kota mengikuti dokumen perencanaan yang dievaluasi setiap 5 tahun sekali. Ini mengindikasikan perlunya kebijakan jangka pendek yang cepat dan berdasarkan data dan informasi rasional dan akurat di lapangan. Memerlukan informasi *real time* untuk memantau stabilitas kota agar kota bisa beradaptasi dan tetap menjalankan fungsinya. Ini menunjukkan bahwa prinsip *non-equilibrium* diperlukan sebagai upaya perumusan kebijakan cepat dan akurat.

Informasi *real time* sebagai 'jembatan' untuk mengurangi gap antara kebijakan dengan kondisi di

lapangan ditawarkan oleh konsep *smart city*. Konsep kota pintar (*smart city*) pada dasarnya juga membangun sistem perkotaan berupa sistem infrastruktur, sistem komunikasi, dan pelibatan masyarakat kota dalam kebijakan perencanaan dan pengelolaan kota (Navarrete dkk., 2009; Vicini, 2012). Konsep ini diyakini mampu mewujudkan kota tangguh melalui proses pemberian informasi *real time*. ESCAP (2008) menyusun model masyarakat tangguh dengan mengintegrasikan tiga komponen yaitu *preparedness*, *mitigation*, dan *recovery*. Sistem peringatan dini sendiri merupakan bagian dari *preparedness* atau kesiapsiagaan.

4. Sistem Peringatan Dini dan *Smart City*

Ungkapan peringatan dini digunakan di banyak aspek yang mengindikasikan pemberian/ penyediaan informasi untuk bersiaga menghadapi bahaya, dimana informasi ini mudah ditangkap masyarakat guna melakukan persiapan (Basher, 2006). Definisi sistem peringatan dini merujuk pada ISDR (2004) yang mengartikan sistem peringatan dini sebagai penyediaan informasi yang tepat dan efektif melalui lembaga terpercaya yang memungkinkan seseorang dalam kondisi bahaya untuk mengambil tindakan menghindari atau mengurangi risiko. Sistem peringatan dini tidak harus bersifat *top-down*, tetapi bisa juga bersifat *bottom-up* melalui keterlibatan masyarakat (IFRC, 2012). Kearifan lokal perlu diakomodasi sebagai pengetahuan lokal yang berkembang di tengah-tengah masyarakat (Nakmofa dan Lassa, 2009). Begitu pula dengan sistem peringatan dini, masyarakat memiliki pengetahuan lokal yang sering disebut dengan *biodetektor* dan *geodetektor*. Pengetahuan ini mereka pelajari selama hidup mereka di tempat tinggalnya (Lassa, 2009) yang terbentuk dari hubungan/ interaksi antara masyarakat dengan lingkungannya atau sering disebut dengan *local ecological knowledge (LEK)* (Folke, 2006).

Perhatian internasional terhadap penelitian kearifan lokal terus meningkat (Steele dan Shackleton, 2010). Kelompok masyarakat ini acap kali berada diantara masyarakat miskin yang terus bertahan dari keterbatasan. Mereka memiliki populasi dominan terutama di negara berkembang dan memiliki berbagai pengetahuan lokal yang terus dikembangkan. Pada prinsipnya terminologi LEK digunakan untuk mendeskripsikan pengetahuan lokal yang dibangun oleh masyarakat dalam kaitannya dengan lingkungan sekitar dan menjadi suatu pengetahuan sangat penting.

LEK dibangun dari berbagai aspek lokal, digunakan sebagai dasar bagi masyarakat untuk mengelola lingkungan hidup dan memuat informasi yang sangat diperlukan untuk kelangsungan hidup mereka (*survival*). Secara umum, pengetahuan lokal ini terbentuk dari karakteristik sosial budaya masyarakat, politik, agama, gender, umur, tingkat pendidikan, ekonomi dan kepercayaan masyarakat. Merujuk pada pernyataan Briggs (2005) bahwa pengetahuan lokal merupakan sistem nilai-nilai

sederhana yang murni dan berlaku di masyarakat, LEK terus berkembang sesuai kebutuhan perubahan komunitas sebagai respons terhadap perubahan-perubahan yang bersifat internal maupun eksternal. LEK menjadi salah satu ukuran pengetahuan dan kemampuan masyarakat dalam merespon lingkungan hidup sebagai dasar penyusunan konsep pembangunan yang melibatkan masyarakat. Pengetahuan lokal terkadang justru menjadi satu norma yang efektif dalam mengatur perilaku masyarakat terhadap lingkungan. Pembangunan harus dimulai dari konstruksi lokal untuk mengetahui kehidupan mereka, sejarah, dan kondisi yang disebabkan oleh dan untuk suatu perubahan lingkungan hidup.

Gambaran di atas mengindikasikan bahwa pengetahuan yang diperlukan untuk membangun sistem peringatan dini tidak selamanya harus *top-down*. Perlu ada 'jembatan' untuk mengakomodasi *intellectual capital* yang telah ada dan tidak menggantikannya dengan sistem baru. 'Jembatan' pengetahuan dan informasi ini ditawarkan oleh *smart city*.

Smart City atau *Intelligent City* (kota pintar) menjadi jembatan koordinasi antara kebijakan *top-down* dari pemerintah dan partisipasi masyarakat secara *bottom-up* (Tomordy, 2010). Masyarakat kota secara langsung dapat berpartisipasi di dalam pengambilan kebijakan, manajemen kota, maupun memberikan informasi dan masukan. Koordinasi antara pemangku kebijakan dengan masyarakat dapat terjalin secara langsung dan *real time*. Seluruh data dari berbagai sumber dikompilasi dan diolah menjadi satu informasi besar (Batty, 2013). Hubungan dua arah yaitu *top-down* dan *bottom-up* diharapkan akan membentuk kesadaran masyarakat (*intellectual capital*) terhadap kota. Mereka memiliki rasa memiliki serta merasakan kondisi dan risiko bersama yang sangat diperlukan di dalam pembuatan sistem peringatan dini. Prinsip ini sangat penting untuk mewujudkan kota tangguh sesuai dengan model *non-equilibrium*.

Sistem peringatan dini diperlukan sebagai seperangkat informasi untuk memberikan informasi kepada masyarakat secara individu, komunitas maupun organisasi yang terancam oleh bencana agar mampu menyiapkan diri menghindari bencana (UNISDR, 2009). Sistem peringatan dini bukan hanya membangun teknologi informasi tetapi juga mengembangkan pengetahuan masyarakat terhadap bahaya bencana dan strategi-strategi yang bisa dilakukan untuk menyelamatkan diri (IFRC, 2012). Dalam lingkup ini, *smart city* tidak hanya bertindak satu arah yaitu *top-down* tetapi juga *bottom-up*. Konsep ini diyakini mendukung sistem peringatan dini berbasis komunitas. Sehingga nilai-nilai lokal yang sudah ada di masyarakat tidak hilang, justru bisa diakomodasi di dalam sistem peringatan dini.

5. Studi Kasus: Sistem Peringatan Dini Banjir Kota Semarang

Kota Semarang menjadi salah satu lokasi

proyek peningkatan ketahanan kota dalam program ACCCRN (*Asian Cities Climate Change Resilience Network*), didukung oleh Rockefeller Foundation dan MercyCorps Indonesia yang dimulai dari tahun 2009. Sepuluh kota di Asia Tenggara mendapatkan proyek ini, yaitu Semarang dan Bandar Lampung di Indonesia; Indore, Surat dan Gorakhpur di India; Chiang Rai dan Hat Yai di Thailand; dan Can Tho, Da Nang dan Quy Nhon di Vietnam. Program ini mendorong kebijakan nasional maupun lokal untuk meningkatkan ketahanan kota terhadap perubahan iklim. Proyek ini memprioritaskan 3 hasil (*outcomes*), yaitu (Brown dkk., 2012):

- Meningkatnya kemampuan kelembagaan (*capacity building*) melalui peningkatan kapasitas untuk merencanakan, mengatur pembiayaan, dan meningkatkan koordinasi dalam peningkatan ketahanan kota bersama ACCCRN.
- Membangun jaringan untuk meningkatkan pengetahuan dan pembelajaran melalui saling berbagi pengetahuan praktis terutama pada kualitas kesadaran terhadap bahaya, keterlibatan stakeholder
- Ekspansi dan perluasan program, diharapkan program ini bukan hanya dapat diterapkan di 10 kota target pertama tetapi juga dapat diterapkan untuk daerah lain melalui pembelajaran bersama.

Permasalahan di Kota Semarang yang cukup mendapatkan perhatian adalah rob dan banjir. Pesisir Kota Semarang menjadi salah satu yang paling terdampak akibat perubahan iklim berupa semakin luasnya genangan rob, penurunan tanah dan erosi (Dewi, 2007; Marfai, 2008). Masyarakat setempat 'terpaksa' harus bertahan dan menerima kondisi lingkungan yang terus memburuk. Dengan kemampuan terbatas, mereka harus hidup 'harmonis' dengan kondisi lingkungan, melalui peninggian bangunan, meninggikan lantai rumah dan menutup saluran air di saat air pasang (Marfai, 2008; Sariffuddin dan Susanti, 2011). Persoalan ini menjadi salah satu perhatian Kota Semarang untuk mewujudkan kota tangguh (*resilience city*) terutama dalam merespon perubahan iklim global (Azis dkk., 2010).

Selain rob, Kota Semarang juga menjadi daerah rawan banjir. Hujan kurang dari 1 jam sudah berpotensi banjir (Suara Merdeka, 2013). Banyak upaya telah dilakukan pemerintah kota yaitu dari penguatan kelembagaan hingga pembangunan infrastruktur drainase, namun belum sepenuhnya berhasil karena seluruh program penanggulangan banjir masih dalam proses pelaksanaan. Proyek penyusunan sistem peringatan dini ini menjadi salah satu bagian yang mendukung program penguatan kelembagaan penanggulangan banjir Kota Semarang (Suara Merdeka, 2012). Sistem peringatan dini banjir ini bukan hanya berorientasi sistem yang bersifat mekanistik tetapi juga pelibatan masyarakat aktif untuk mengenali karakteristik banjir di 7 kelurahan yaitu: Kelurahan Bringin, Wonosari, Tambak aji,

Wates, Gondoriyo, Mangunharjo dan Terboyo Wetan. Ketujuh kelurahan ini merupakan bagian dari sub drainase Mangkang yang dialiri oleh Sungai Bringin.

Ada 2 tipologi karakteristik banjir yaitu (1) banjir bandang dan (2) genangan lokal akibat banjir dan rob. Pola pengelolaan dan mekanisme penyelamatan juga berbeda antara masyarakat di pesisir pantai dengan masyarakat yang tinggal di perbukitan. Jalur evakuasi untuk masyarakat perbukitan sangat dibutuhkan sedangkan masyarakat pesisir tidak membutuhkannya karena masyarakat pesisir lebih cenderung memanfaatkan kapal-kapal mereka sebagai tempat berlindung (*flood shelter*). Genangan banjir lebih banyak terjadi di wilayah pesisir dan menggenang lebih lama dibandingkan daerah perbukitan. Tingkat ancaman banjir juga berbeda di dua karakter wilayah ini. Banjir di daerah perbukitan (Kelurahan Wates, Gondoriyo, Tambakaji, Wonosari, dan Bringin), pada kedalaman 1 meter sudah menghancurkan rumah dan berbahaya bagi keselamatan. Berbeda dengan banjir yang menggenang di kelurahan Mangunharjo dan Mangkang Wetan, banjir di dua kelurahan ini bersifat menggenang, kedalaman bisa mencapai 2 meter.

Meskipun terdapat perbedaan karakter banjir, masyarakat memiliki persamaan persepsi mengenai penyebab banjir dan mekanisme sistem peringatan dini yang mereka bangun sendiri. Perubahan guna lahan baik di daerah hulu maupun hilir menjadi 'diduga kuat' oleh masyarakat menjadi penyebab bencana banjir. Begitupula sistem peringatan dini yang mereka bangun, dengan mekanisme 'tepek tular' dengan memanfaatkan *hand phone*, kentongan, speaker masjid menjadi media masyarakat untuk menyebarkan informasi banjir. Masyarakat juga memiliki mekanisme prediksi banjir, dari pengalaman mereka jika hujan deras lebih dari setengah jam di daerah hulu maupun hilir maka dapat dipastikan banjir.

Sinyal lokal yang dipelajari masyarakat jika akan terjadi banjir adalah melalui perubahan perilaku hewan yang dipelihara oleh masyarakat. Perubahan perilaku hewan seperti ayam yang berkokok dan panik, banyak tikus berlarian sebagai instrumen *biodetektor* yang dipelajari oleh masyarakat sebagai media antisipasi terhadap bahaya banjir. Disamping melihat perubahan perilaku hewan, masyarakat juga melihat kenaikan air permukaan sungai. Biasanya masyarakat yang tinggal di sekitar bantaran sungai selalu meninjau muka air sungai ini setiap saat. Sinyal *geodetektor* ini mereka koordinasikan dengan masyarakat di hulu terutama untuk memantau curah hujan dan debit air sungai. Selama ini sistem informasi yang mereka gunakan sebatas menggunakan *hand phone*.

Pembuatan sistem peringatan dini banjir melibatkan pemerintah, masyarakat, NGO dan perguruan tinggi. Dinas pemerintah yang terlibat langsung adalah BPBD, BLH, PSDA, BMKG, dan Bappeda Kota Semarang. Koordinasi substansi proyek

berada di bawah tim kota (*city team*) yang dibentuk dari unsur pemerintah, NGO, dan perguruan tinggi. Perguruan tinggi bertindak sebagai peneliti dan membuat model dan instrumen sistem peringatan dini. SKPD bertindak sebagai pelaksana kegiatan dan pemberi informasi dan data terkait. Adapun LSM bertindak sebagai fasilitator penghubung antara masyarakat dengan tim kota. Proses *community development* dilakukan oleh LSM guna mengetahui karakteristik masyarakat dan upaya yang telah dilakukan oleh mereka.

Sistem peringatan dini ini meliputi pencatatan curah hujan dan pencatatan ketinggian muka air sungai yang kemudian ditransmisi menjadi kode sinyal oleh sensor yang terpasang. Sinyal ini ditransmisi ke server yang berada di PSDA (sebagai penanggung jawab alat) dan ke BPBD (sebagai penanggung jawab kebencanaan). Level kesiagaan bencana diputuskan oleh BPBD kemudian ditransmisi ke kecamatan, kelurahan dan KSB (kelompok sadar bencana).

6. Kesimpulan

Prinsip utama *smart city* adalah menjadi jembatan antara kebijakan pemerintah yang bersifat *top-down* dengan partisipasi masyarakat yang bersifat *bottom-up*. Prinsip ini mendukung pencapaian *intellectual capital* masyarakat kota untuk meningkatkan kesadaran mereka terhadap kota. Prinsip ini juga berlaku dalam penyusunan sistem peringatan dini, yaitu untuk meningkatkan kewaspadaan masyarakat terhadap bencana. Nilai-nilai lokal berupa pengetahuan lokal masyarakat mengenai bencana dan sistem peringatan dini berbasis komunitas perlu diakomodasi sebagai bentuk *feedback* yang bersifat *bottom-up*. Nilai pengetahuan lokal yang terbentuk melalui *social ecological knowledge* dalam sistem peringatan dini menjadi embrio *intellectual capital* masyarakat yang terus dikembangkan dan bukan dihilangkan serta digantikan menggunakan sistem baru. Merujuk pada pertanyaan penelitian: *apakah smart city mampu menjadi solusi untuk mewujudkan kota tangguh?* SmartCity mampu menjadi salah satu solusi kota tangguh karena konsepnya yang dibangun dari sistem informasi dan mampu bekerja dua arah (*bottom-up dan top-down*).

Di dalam upaya manajemen perkotaan, perencana kota dihadapkan pada kondisi jangka panjang dan jangka pendek yang harus perlu mendapatkan penanganan berdasarkan informasi *real time* di lapangan. Untuk mewujudkan kota tangguh bukan hanya model *equilibrium* tetapi juga perlu adanya dukungan model *non-equilibrium* sebagai upaya adaptasi kota. Konsep *SmartCity* memiliki kemampuan untuk memberikan informasi akurat, riil dan cepat sebagai dasar pengambilan kebijakan penanganan kota.

Merujuk pada tujuan pembangunan kota yaitu meningkatkan kualitas hidup masyarakat, maka perlu peningkatan modal intelektual (*intellectual capital*)

yang hanya tercapai melalui pemberdayaan masyarakat. Nilai-nilai lokal berupa pengetahuan lokal tidak semestinya dihapus dan digantikan di dalam kebijakan pembangunan kota termasuk di dalam penyusunan sistem peringatan dini. Justru nilai lokal ini menjadi embrio penguatan *intellectual capital* yang harus terus dikembangkan oleh seluruh stakeholder kota.

Ucapan Terima Kasih

Artikel ini tersusun atas kontribusi penulis di dalam proyek *flood forecasting and warning system as climate change adaptation measures in Semarang City* yang didukung oleh *The Rockefeller Foundation* dan *MercyCorps Indonesia*. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat di dalam proyek ini, terutama donatur dan para implementer.

Daftar Pustaka

- Abdoullaev, A. (2011). A Smart World: A Development Model For Intelligent Cities. *The 11th Ieee International Conference On Computer And Information Technology (Cit-2011)*. [Http://www.Cs.Ucy.Ac.Cy/Cit2011/Files/Smartworld.Pdf](http://www.cs.ucy.ac.cy/cit2011/files/smartworld.pdf)
- Azis, A., Adji, B. S., Fadjar, W., Hadi, T. S., Hardhiyanto, G., Hardono, T., Istini, N. M., K, S., Miswan, Pasimin, Rohmatulloh, M. A., E.S, S. M., Sasongko, P. D., Setio, H., Suhardjono, Siswanto, Suwarno, D., Sari, A. D., Yoppy. (2010). *City Resilience Strategy: Semarang's Adaptation Plan In Responding To Climate Change*. Semarang: Tahta Undip.
- Balis, B., Kasztelnik, M., Bubak, M., Bartynski, T., Gubała, T., Nowakowski, P. Dan Broekhuijsen, J. (2011). The Urbanflood Common Information Space For Early Warning Systems. *Procedia Computer Science*, 4, 96-105. [Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Procs.2011.04.011](http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2011.04.011)
- Basher, R. (2006). Global Early Warning Systems For Natural Hazards: Systematic And People-Centred. *Philosophical Transactions Of The Royal Society A: Mathematical, Physical And Engineering Sciences*, 364, 2167-2182. [Http://Dx.Doi.Org/10.1098/Rsta.2006.1819](http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2006.1819)
- Batty, M. (2013). Big Data, Smart Cities And City Planning. *Dialogues In Human Geography*, 3, 274-279. [Http://Dx.Doi.Org/10.1177/2043820613513390](http://dx.doi.org/10.1177/2043820613513390)
- Briggs, J. (2005). The Use Of Indigenous Knowledge In Development: Problems And Challenges. *Progress In Development Studies*, 5, 99-114. [Http://Dx.Doi.Org/10.1191/1464993405ps1050a](http://dx.doi.org/10.1191/1464993405ps1050a)
- Brown, A., Dayal, A., Rie, C. R. D. (2012). From Practice To Theory: Emerging Lessons From Asia For Building Urban Climate Change Resilience. *Environment And Urbanization*, 24, 531-556. [Http://Dx.Doi.Org/10.1177/0956247812456490](http://dx.doi.org/10.1177/0956247812456490)
- Calthorpe, P. (2011). *Urbanism In The Age Of Climate Change*. Washington, Covelo, London: Island Press.
- Capello, R., Faggian, A. (2002). An Economic-Ecological Model Of Urban Growth And Urban Externalities: Empirical Evidence From Italy. *Ecological Economics*, 40, 181-198. [Http://Dx.Doi.Org/10.1016/S0921-8009\(01\)00252-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00252-X)
- Dewi, A. (2007). *Community-Based Analysis Of Coping With Urban Flooding: A Case Study In Semarang, Indonesia*. Master Of Science, ITC.
- Eregno, F. E., Xu, C. Y., Kitterød, N. O. (2013). Modeling Hydrological Impacts Of Climate Change In Different Climatic Zones. *International Journal Of Climate Change Strategies And Management*, 5, 344-365. [Http://Dx.Doi.Org/10.1108/Ijccsm-04-2012-0024](http://dx.doi.org/10.1108/Ijccsm-04-2012-0024)
- ESCAP. (2008). *Building Community Resilience To Natural Disasters Through Partnership: Sharing Experience And Expertise In The Region*. New York: United Nations.
- Folke, C. (2006). Resilience: The Emergence Of A Perspective For Social-Ecological Systems Analyses. *Global Environmental Change*, 16, 253-267. [Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Gloenvcha.2006.04.002](http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002)
- Harger, J. R. E. (1995). Air-Temperature Variations And Enso Effects In Indonesia, The Philippines And El Salvador. Enso Patterns And Changes From 1866-1993. *Atmospheric Environment*, 29, 1919-1942. [Http://Dx.Doi.Org/10.1016/1352-2310\(95\)00017-S](http://dx.doi.org/10.1016/1352-2310(95)00017-S)
- IFRC. (2012). *Community Early Warning System. Geneva: The International Federation Of Red Cross And Red Crescent Societies (Ifrc)*.
- ISDR. (2004). *Terminology: Basic Terms Of Disaster Risk Reduction* [Online]. Geneva: International Strategy For Disaster Reduction Secretariat. Available: [Http://Www.Unisdr.Org/Eng/Library/Lib-Terminology-Eng%20home.Htm](http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng%20home.htm) [Accessed 26 Maret 2015].
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2012). *Draft Technical Report On Semarang Metropolitan Area (Kedungsepur)*. In: Ruang, D. J. P. (Ed.). Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kundu, A. (2011). *Trends And Processes Of Urbanisation In India*. New York: Iied And Unfpa.
- Lassa, J. P., Puji, P., Pristiyanto, D., Paripurno, E.T., Magatani, A., Purwati, H. (2009). *Pengurangan Risiko Bencana Berbasis Komunitas*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Leaning, J., Guha-Sapir, D. (2013). Natural Disaster, Armed Conflict, And Public Health. *The New*

- England Journal of Medicine, 369, 1836-1842.
<http://dx.doi.org/10.1056/nejmra1109877>
- Marfai, M. A. K., Lorenz, L., Sartohadi, J., Sudrajat, S., Budiani, S.R., Yulianto, F. (2008). The Impact Of Tidal Flooding On A Coastal Community In Semarang, Indonesia. *Environmentalist*, 28, 237-248. <http://dx.doi.org/10.1007/S10669-007-9134-4>
- Mcdonald, R. I., Green, P., Balk, D., Fekete, B. M., Revenga, C., Todd, M., Montgomery, M. (2011). Urban Growth, Climate Change, And Freshwater Availability. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, 108, 6312-6317. <http://dx.doi.org/10.1073/Pnas.1011615108>
- Musacchio, L. W. J. (2002). Cities Of Resilience: Four Themes Of The Symposium (Abstracts). *Symposium #19: Cities Of Resilience: Integrating Ecology Into Urban Planning, Design, Policy, And Management*. Washington, Dc: Ecological Society Of America.
- Nakmofa, Y., Lassa, J. (2009). Community Based Approach To Disaster Risk Reduction And Climate Change Adaptation Towards Sustainable Livelihood: Ten Years Experiences From Pmpb Kupang. *Journal Of Ntt Studies*, 1, 136-145. <http://Ntt-Academia.Org/Nttstudies/Nakmofa2009.Pdf>
- Nam, T. P., Theresa A. (2011) Smart City As Urban Innovation: Focusing On Management, Policy, And Context (Icegov2011). 5th International Conference On Theory And Practice Of Electronic Governance 2011 New York. 185-194. <http://dx.doi.org/10.1145/2072069.2072100>
- Navarrete, A. C., Mellouli, S., Pardo, T. A., Gil-Garcia, J. R. (2009). Information Sharing At National Borders: Extending The Utility Of Border Theory. *System Sciences*. Hicss '09. 42nd Hawaii International Conference On, 5-8 Jan. 2009 2009 Big Island, Hi. 1-10. <http://dx.doi.org/10.1109/Hicss.2009.257>
- Pelling, M. (2003). *The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience*, Earthscan.
- Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., Grove, J. M. (2004). Resilient Cities: Meaning, Models, And Metaphor For Integrating The Ecological, Socio-Economic, And Planning Realms. *Landscape And Urban Planning*, 69, 369-384. <http://dx.doi.org/10.1016/J.Landurbplan.2003.10.035>
- Pickett, S. T. A. C., M.L. (2002). The Ecosystem As A Multidimensional Concept: Meaning, Model, And Metaphor. *Ecosystems*, 5, 1 - 10. <http://dx.doi.org/10.1007/S10021-001-0051-Y>
- Sariffuddin, S., Susanti, R. (2011). Penilaian Kesejahteraan Masyarakat Untuk Mendukung Permukiman Berkelanjutan Di Kelurahan Terboyo Wetan, Semarang. *Makara Seri Sosial Humaniora*, 15, 29 - 42. <http://dx.doi.org/10.7454/Mssh.V15i1.892>
- Shaw, R., Srinivas, H., Sharma, A. (2009). *Urban Risk Reduction: An Perspective*. United Kingdom: Emerald.
- Simmie, J., Martin, R. (2010). The Economic Resilience Of Regions: Towards An Evolutionary Approach. *Cambridge Journal Of Regions, Economy And Society*, 3, 27-43. <http://dx.doi.org/10.1093/Cjres/Rsp029>
- Soemarwoto, O. (1983). *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta: Djambatan.
- Steele, M. Z., Shackleton, C. M. (2010). Using Local Experts As Benchmarks For Household Local Ecological Knowledge: Scoring In South African Savannas. *Journal Of Environmental Management*, 91, 1641-1646. <http://dx.doi.org/10.1016/J.Jenvman.2010.02.031>
- Suara Merdeka. (2012). Kendalikan Banjir Beringin, Semarang Tiru Vietnam. *Suara Merdeka*.
- Suara Merdeka. (2013). Semarang Lumpuh, Banjir Menjebak Pengguna Jalan.
- Tansley, A. G. (1935). The Use And Abuse Of Vegetational Concepts And Terms. *Ecology*, 16, 284-307. <http://dx.doi.org/10.2307/1930070>
- Tomordy, M. (2010). *Smart Cities Transforming The 21st Century City Via The Creative Use Of Technology*, London, Hong Kong, San Francisco, Sydney, Arup.
- UNISDR. (2009). *Terminology On Disaster Risk Reduction*. Geneva: United Nations International Strategy For Disaster Reduction (Unisdr).
- Vicini, S. B. S., Sanna, A. (2012). The City Of The Future Living Lab. *International Journal Of Automation And Smart Technology*, 2, 201-208. <http://dx.doi.org/10.5875/Ausmt.V2i3.134>
- World Bank. (2009). *World Development Report*.
- Yuen, B., Kumssa, A. (2011). *Climate Change And Sustainable Urban Development In Africa And Asia*. New York: Springer.
- Zhang, Z., Xu, C.-Y., Yong, B., Hu, J., Sun, Z. (2012). Understanding The Changing Characteristics Of Droughts In Sudan And The Corresponding Components Of The Hydrologic Cycle. *Journal Of Hydrometeorology*, 13, 1520-1535. <http://dx.doi.org/10.1175/Jhm-D-11-0109.1>