

**INTEGRASI TATA RUANG DAN TATA AIR UNTUK MENGURANGI BANJIR DI
SURABAYA
UNTUK SEMINAR NASIONAL ARSITEKTUR [DI] KOTA:
“Hidup dan Berkehidupan di Surabaya”**

Tanuwidjaja, Gunawan¹, dan Widjaya, Joyce Martha²

¹ MSc. Urban Planner & Researcher, Green Impact Indonesia, Integrated Urban, Drainage and Environmental - Planning & Design Studio

²Peneliti Senior, PUSAIR dan Puslitbang Sebranmas, Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Pekerjaan Umum, Republik Indonesia; Dosen Luar Biasa Jurusan Teknik Sipil UK. Petra.

gunteitb@yahoo.com, joyce_widjaya@yahoo.com

Abstrak

1 Kota – kota besar di Indonesia yang rata – rata terletak di tepi air (“waterfront cities”) menampung sekitar 43%
2 penduduk Indonesia. Laju urbanisasi yang cepat menyebabkan terjadinya kesenjangan antara kebutuhan
3 perumahan yang besar terhadap keterbatasan suplai lahan dan penyediaan infrastruktur, terutama tata air.
4 Kesenjangan dan praktek spekulasi lahan yang berlebihan akhirnya menyebabkan “urban sprawling” dan
5 berbagai masalah keberlanjutan di kota - kota tsb seperti banjir.

6
7 Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia sekaligus kawasan strategis nasional yang juga merupakan
8 “waterfront city”. Tetapi di sisi lain masalah banjir Surabaya makin parah karena kondisi topografi, sifat tanah,
9 tingginya curah hujan, meningkatnya pasang naik dan perubahan tata guna lahan yang ekstrim. Karena itulah
10 masalah banjir patut diperhatikan dengan serius karena sangat mempengaruhi keberlanjutan Kota Surabaya.

11
12 Pemerintah Kota Surabaya sebenarnya telah melakukan upaya – upaya untuk mengurangi banjir ini di antaranya
13 dengan Surabaya Drainage Master Plan (SDMP). Tetapi hasilnya diduga belum optimal karena keterbatasan
14 dalam pendekatan maupun implementasinya.

15
16 Kami memandang bahwa strategi Integrasi Tata Ruang dan Tata Air yang komprehensif tetap dibutuhkan untuk
17 mengurangi dampak dari banjir ini. Strategi ini dapat dilakukan dengan menerapkan Perencanaan Tata Ruang
18 Komprehensif yang Berbasis Ekologis; menerapkan *Integrated Water Resource Management (IWRM)* dan *Low*
19 *Impact Development (LID)*; serta menerapkan sistem Polder di Kawasan Utara dan Timur Surabaya. Sehingga
20 diharapkan maka visi berkurangnya banjir Surabaya dan Surabaya sebagai Kota yang Berkelanjutan dapat
21 tercapai.

22
23 **Kata kunci:** Integrasi Tata Ruang dan Tata Air, *Integrated Water Resource Management, IWRM, Low Impact*
24 *Development, LID, Sistem Polder Berkelanjutan, Visi berkurangnya banjir di Surabaya*

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah Banjir di Kota – Kota Pesisir (Waterfront Cities) di Indonesia

Kota – kota besar di Indonesia yang rata – rata terletak di tepi air (“waterfront cities”) menampung lebih dari 43% penduduk Indonesia (2000). Hal ini disebabkan oleh laju urbanisasi yang cepat. Selanjutnya karena perkembangan ini kebutuhan akan perumahan yang terjangkau juga meningkat.ⁱ Di sisi lain, terbatasnya suplai lahan di dalam kota; terbatasnya kemampuan pemerintah untuk membangun infrastruktur (seperti tata air), praktek spekulasi tanah yang berlebihan; dan pembangunan

perumahan secara ekspansif menyebabkan terjadinya “Urban Sprawling” dan konversi lahan secara besar – besaran di berbagai “waterfront cities” ini. Fenomena ini di antaranya terjadi di kawasan perkotaan seperti Jakarta – Bogor – Depok – Tangerang – Bekasi – Cianjur (JABODETABEKJUR) yang tidak berkelanjutan.ⁱⁱ



Gambar 1. Perubahan tata guna lahan di kawasan JABODETABEKJUR dari tahun 1972 – 2005. ⁱⁱⁱ

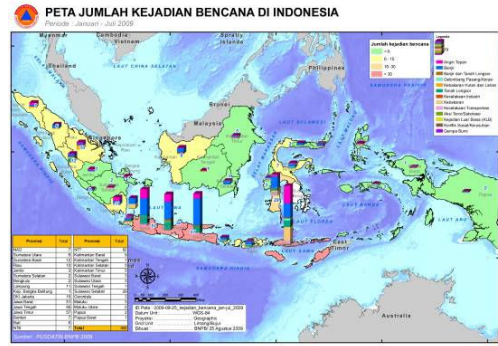
Sementara itu bencana alam pun tercatat meningkat di Indonesia, terutama banjir. Kami percaya bahwa ini juga berkaitan dengan “urban sprawling” dan konversi lahan yang tidak berkelanjutan. Di antara tahun 1998 – 2009 telah terjadi peningkatan frekuensi banjir sejumlah 400% secara nasional (dari 43 tahun 1998 jadi 215 tahun 2009 versi BNPB). ^{iv} Di samping itu telah terjadi eskalasi kerugian mencapai 149% dari catatan tahun 1998, versi BNPB. Tentu saja ada data – data ini dapat menggambarkan betapa besarnya kerugian yang dialami setiap tahun itu meningkat secara nasional.



Gambar 2. Jumlah Bencana Banjir di Indonesia 1998 – 2009 ^v

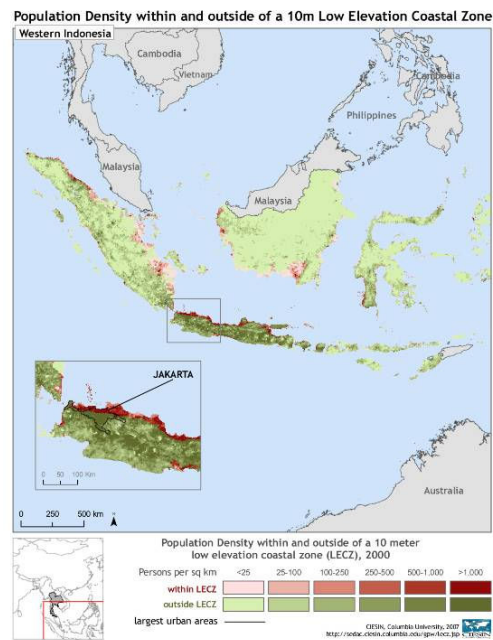


Gambar 3. Jumlah Kerugian akibat Bencana Banjir di Indonesia 1998 – 2009 ^{vi}



Gambar 4. Distribusi Bencana, termasuk Banjir, di Indonesia 1998 – 2009 ^{vii}

Banjir merupakan bencana alam yang serius karena jumlahnya yang signifikan di Indonesia, terutama di Pulau Jawa.



Gambar 5. Lokasi dari Kota – Kota Tepi Air (Waterfront Cities) di Wilayah Pesisir Indonesia. ^{viii}

Terlihat kerugian akibat banjir berlipat ganda karena kepadatan yang tinggi, khususnya di Kota – Kota Pesisir Laut Utara Jawa.

Permasalahan banjir adalah masalah utama di “waterfront cities.” Hal ini terjadi karena pembangunan kota – kota tsb telah melampaui daya dukung kawasannya. Praktek ekstraksi air tanah secara ekstrim; pembebanan pondasi bangunan yang berlebihan; serta tidak terencananya infrastruktur yang memadai (terutama drainase dan pencegah banjir) menyebabkan kerusakan lingkungan kota – kota tsb. Dan akhirnya hal ini menyebabkan ancaman banjir serius di kota - kota tsb.



Gambar 6. Banjir Besar Jakarta (2007)^x



Gambar 7. Banjir Besar Jakarta (2007)^x



Gambar 8. Banjir karena Pasang Naik (Jakarta, 2007)^{xi}



Gambar 9. Banjir karena Pasang Naik (Jakarta, 2008)^{xii}

Kota – kota pesisir ini semakin rentan terhadap badai, gelombang pasang dan banjir, abrasi pantai dan kenaikan permukaan laut karena dampak perubahan iklim global (Nicholls 1995, Rosenzweig & Solecki 2001).^{xiii} Kombinasi kompleksitas inilah

yang telah menjadikan banjir sebagai momok yang menakutkan bagi “waterfront city” di Indonesia.

Menurut hemat kami, penyebab utama dari masalah di atas ialah:

- Lemahnya visi pembangunan jangka panjang untuk Kota Berkelanjutan (Sustainable Urban Development)
- Tidak terimplementasinya kerangka tata ruang, tata air dan tata lingkungan secara holistik.
- Pendekatan pembangunan terutama infrastruktur yang dilakukan secara sektoral.
- Lemahnya institusi dan koordinasi manajemen pembangunan.
- Rendahnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam implementasi Tata Ruang dan Tata Air yang berkelanjutan.
- Tidak adanya studi kelayakan lahan (evaluasi lahan) yang komprehensif sebelum perencanaan dan pembangunan.
- Tidak adanya studi kelayakan ekonomi dalam pembangunan, terutama infrastruktur tata air.

Latar Belakang Masalah Banjir di Surabaya

Surabaya, kota terbesar kedua di Indonesia, merupakan kawasan strategis nasional dengan dukungan fasilitas perindustrian, perdagangan, pelabuhan dan bandar udara internasional. Surabaya memiliki jumlah penduduk mencapai 3 juta jiwa pada 2006. Surabaya juga merupakan pusat pertumbuhan dari kawasan strategis nasional yang disebut sebagai “Gerbang Kertosusila” atau Kabupaten Gresik, Bangkalan, Mojokerto, Surabaya, Sidoarjo dan Lamongan. Tercatat pada tahun 1995, jumlah penduduk GKS sekitar 7,8 juta jiwa. Dan diperkirakan pada tahun 2018, populasi kawasan ini akan mencapai 10,8 juta.^{xiv}

Tabel 1. Jumlah Penduduk dan Kepadatan Penduduk di Kota Surabaya^{xv}

No	Thn	Penduduk Laki-laki (jiwa)	Penduduk Perempuan (jiwa)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)
1	2002	1.263.284	1.256.184	2.529.468	7.750
2	2003	1.337.982	1.321.584	2.659.566	8.149
3	2004	1.353.386	1.337.780	2.691.666	8.247
4	2005	1.377.951	1.362.539	2.740.490	8.397
5	2006	1.399.385	1.384.811	2.784.196	8.531

Sementara itu Pemerintah Kota Surabaya telah menetapkan Visi Surabaya 2025 sebagai Kota Jasa yang Nyaman, Berdaya, Berbudaya dan Berkeadilan. Peningkatan populasi Surabaya ini merupakan bukti keberhasilan pembangunan sekaligus dapat

mengancam keberlanjutan Kota Surabaya. Hal ini akan terjadi jika proses pembangunan kota ini mengabaikan kondisi lingkungannya. Dalam hal ini terlihat pada memburuknya kondisi banjir di Surabaya secara umum. Kami mencoba mengumpulkan dan memaparkan data - data literatur penyebab banjir di Kota Surabaya.

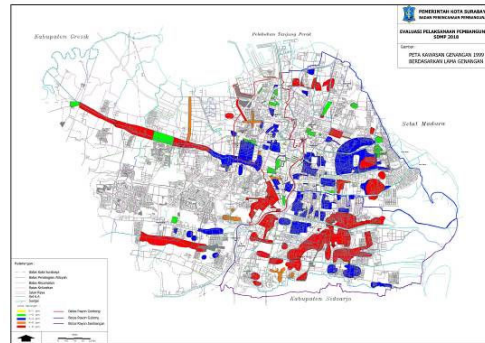
Dari hasil diskusi Forum Reboan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Januari 2009, kami dapat menyimpulkan bahwa Surabaya memang mengalami permasalahan banjir yang cukup serius.^{xvi} Kepala Dinas Bina Marga dan Tata Kota Surabaya, Sri Mulyono mencatat banjir yang serius pada 31 Januari 2009. Di antaranya kawasan Desa Warugunung, Kecamatan Karangpilang mengalami genangan antara 50 -100 cm. Sedangkan berbagai jalan protokol dilaporkan tergenang sehingga mengakibatkan kemacetan yang cukup parah. Lebih lanjut, pola banjir Surabaya dapat dilihat pada Peta Kawasan Genangan Banjir dari SDMP 2018.

Ternyata laporan lain dari Stasiun Meteorologi Klas I Juanda Sidoarjo menyatakan bahwa pada Januari – Februari 2009, terjadi hujan terus menerus bervariasi antara 20-100 mm curah hujan per hari. Saat itu juga tercatat kecepatan angin antara 5-35 km per jam, suhu udara 23-32 derajat Celcius, dan kelembaban relatif antara 68-98 persen.^{xvii} Hal ini menunjukkan bahwa betapa cuaca Surabaya cukup ekstrim pada awal Februari 2009 dan dapat mengakibatkan terjadinya banjir yang cukup parah.

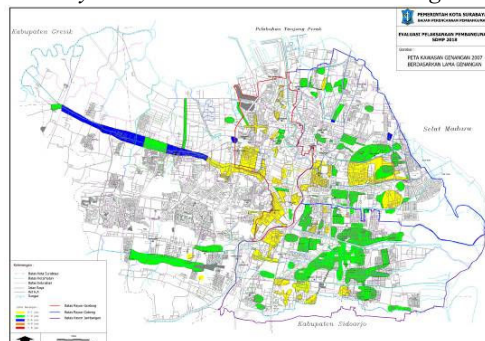
Sedangkan, Ir Anggrahini MSc., seorang ahli drainase dari ITS, menyatakan bahwa permasalahan banjir di Surabaya disebabkan oleh faktor statis dan dinamis. Faktor statis yang dimaksud ialah kondisi alam, kontur dan sifat tanah yang menyebabkan mudahnya genangan. Sedangkan faktor dinamis yang mempengaruhi banjir Surabaya ialah tingginya curah hujan, meningkatnya permukaan air laut pasang dan aktivitas manusia. Beliau juga menambahkan bahwa absennya perencanaan drainase, rendahnya resapan dan perkembangan tata kota di Surabaya menambah parahnya permasalahan banjir di Surabaya. Beliau juga menyampaikan untuk mengubah sistem drainase kota Surabaya untuk mengatasi banjir diperlukan dana lebih dari Rp 70 triliun dan hal ini cukup sulit untuk diimplementasikan.^{xviii}

Dinas Bina Marga dan Pematuan Kota Surabaya sebenarnya telah melakukan upaya – upaya untuk mengurangi banjir di Surabaya. Hal ini terlihat dalam penyusunan Surabaya Drainage Master Plan (SDMP).^{xix} Menurut catatan pemerintah sejak 2000 - 2007 luas genangan banjir yang ada sudah berkurang hingga 29,3 persen. Secara detail pada tahun 2000, luas wilayah genangan mencapai 4.000 hektar dengan lama genangan 6 jam dan tinggi genangan hingga 60 cm. Sedangkan pada tahun 2007, genangan mencakup 2.825 hektar terjadi selama 3 jam, setinggi maksimal 27 cm. SDMP menerapkan konsep

pengoperasian rumah pompa dan sejumlah boezem penampungan air buangan dari saluran pipa primer sebelum akhirnya air itu dibuang ke laut.



Gambar 10. Peta Kawasan Genangan Banjir di Surabaya 1999 berdasarkan Lama Genangan.^{xx}



Gambar 11. Peta Kawasan Genangan Banjir di Surabaya 2007 berdasarkan Lama Genangan.^{xxi}

Dari berbagai data, ditemukan ternyata SDMP juga belum dapat diterapkan secara maksimal karena baru ada 33 pompa dari total 66 pompa menurut Dinas Bina Marga. Di antaranya ditempatkan lima pompa berskala penyedot 1,5 m³ per detik dan dua pompa pegas berskala 0,5 m³ per detik di boezem Morokrengan. Juga penempatan dua pompa 1,5 m³ per detik diletakkan di boezem Wonorejo. Satu pompa 0,25 m³ per detik ditempatkan di Kali Rungkut dan tiga pompa 2,5 m³ per detik ditempatkan di Kebun Agung. Selain itu, Pemerintah Kota juga melakukan normalisasi sejumlah saluran primer, seperti Kalidami dan Kalibokor. Saringan sampah (*mechanical screen*) bernilai miliaran rupiah juga diusulkan pada SDMP.

Dapat kami simpulkan bahwa permasalahan banjir di Surabaya disebabkan oleh hal – hal sebagai berikut:^{xxii}

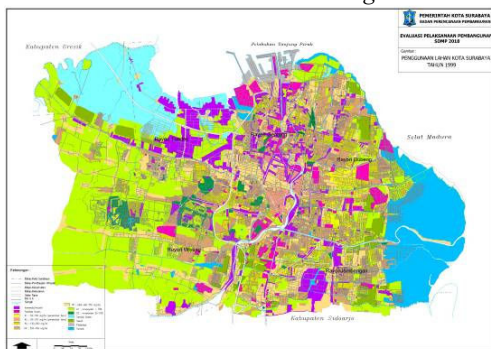
- Surabaya terdiri dari tiga wilayah dengan kondisi geologis sangat berlainan, yaitu wilayah pantai yang tersusun terutama oleh endapan pasir, wilayah rawa yang hampir seluruhnya tersusun oleh lempung dan wilayah pedataran bergelombang yang tersusun oleh batu pasir, batu lempung dan napal. Kondisi wilayah pantai dan rawa ini rawan terhadap banjir.

- Topografi Surabaya yang merupakan kota pesisir, dengan mayoritas 1-3 meter mean-sea-level (m.MSL) yang sangat datar dan cekung menyebabkan air menggenang di sejumlah lokasi. Bahkan SDMP juga melaporkan bahwa sebagian daerah pantai ternyata lebih rendah dari muka air laut. Sehingga kawasan tersebut rentan terhadap genangan banjir pada saat pasang naik. Hal inilah yang menyebabkan diperlukannya Sistem Polder di kawasan – kawasan ini.
- Jenis Tanah yang terdapat di Wilayah Kota Surabaya terdiri atas Alluvial (Alluvial Hidromorf, Alluvial Kelabu Tua dan Alluvial Kelabu) dan Grumosol menyebabkan terjadinya penurunan tanah terutama di sisi Utara dan Timur serta menambah beban sedimen pada drainase.
- Alih fungsi kawasan rawa dan pesisir menjadi kawasan industri dan perumahan yang mengurangi fungsi retensi. Hal ini terlihat pada gambar perubahan tata guna lahan 1950 - 2007.
- Kurang terkoordinasinya pengoperasian pompa dan boezem yang menyebabkan genangan tidak langsung dapat teratasi.
- Sedimentasi parah dan berkurangnya kapasitas berbagai saluran primer menyebabkan genangan banjir makin parah.



Gambar 12. Peta Topografi Surabaya pada tahun 1950-an.^{xxiii}

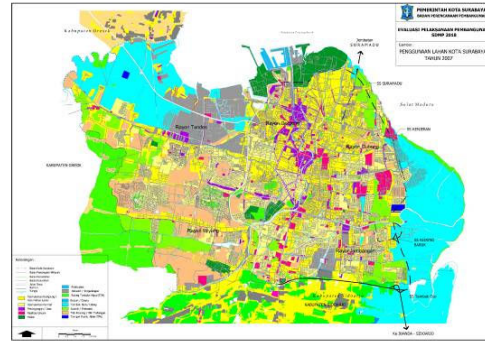
Terlihat tata guna lahan Surabaya saat itu didominasi oleh rawa dan tegalan.



Gambar 13. Tata Guna Lahan Surabaya pada tahun 1999.^{xxiv}

Peta ini yang menunjukkan konversi lahan rawa,

tegalan menjadi perumahan dan industri secara ekstensif.



Gambar 14. Tata Guna Lahan Surabaya pada tahun 2007.^{xxv}

Perubahan tata guna lahan ini makin dipercepat dengan pertumbuhan populasi dan berkembangnya nilai properti di Surabaya.

Berkaitan dengan masalah banjir di atas, kami memandang diperlukannya beberapa solusi integrasi tata ruang dan tata air untuk mengurangi masalah banjir yang di antaranya ialah;

- Menerapkan Perencanaan Tata Ruang Komprehensif yang Berbasis Ekologis untuk Revitalisasi Surabaya yang memperhatikan Tata Air (Master Plan Drainase) yang menyeluruh.
- Menerapkan *Integrated Water Resource Management (IWRM)* dan *Low Impact Development (LID)* pada Daerah Aliran Sungai yang mempengaruhi Surabaya yang akan mendukung keberhasilan SDMP 2018.
 - Studi Kasus Singapura untuk implementasi *IWRM* dan *LID*.
- Menerapkan sistem Polder di Kawasan Utara dan Timur Surabaya untuk mengurangi dampak banjir dan mengoptimalkan penanganan banjir.
 - Studi Kasus Belanda untuk implementasi *Urban Polder*.

Ketiga saran ini akan lebih lanjut dilanjutkan melalui sub-bab sbb

BAGIAN MAKALAH

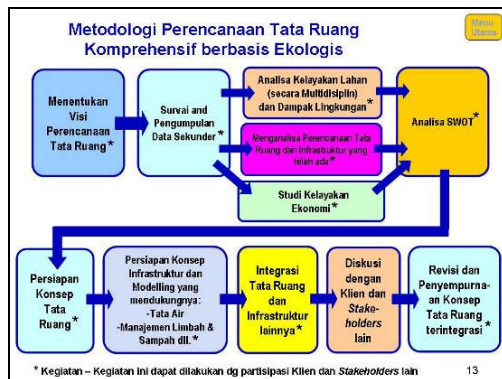
Saran Integrasi Tata Ruang dan Tata Air untuk Mengurangi Banjir di Surabaya

Perencanaan Tata Ruang Komprehensif yang Berbasis Ekologis

Kami mengamati bahwa perkembangan Surabaya saat ini ternyata mengalami permasalahan juga karena tata ruang. Karena itu kami mengusulkan untuk menerapkan **Perencanaan Tata Ruang Komprehensif berbasis Ekologis** untuk memecahkan masalah-masalah umum tata ruang di Surabaya. Definisi asli Perencanaan Ekologis (*Ecological Planning*) menurut Ian McHarg, ialah proses perencanaan tata ruang komprehensif yang mempertimbangkan faktor sosial, hukum, ekonomi,

kebutuhan, keinginan, dan persepsi penghuni perumahan di masa depan.^{xxvi}

Selanjutnya kami mengembangkan definisi di atas menjadi **Perencanaan Tata Ruang Komprehensif berbasis Ekologis** yaitu: “Perencanaan yang mempertimbangkan kondisi keanekaragaman hayati (kondisi ekologi), kapasitas atau daya dukung lingkungan (kondisi fisik lainnya) serta kondisi sosial-ekonomi yang mempengaruhi kawasan. Kemudian di dalam prosesnya perencanaan infrastruktur lainnya seperti tata air, transportasi masal, pengelolaan limbah dan sampah, konservasi energi, dan lain-lain harus diintegrasikan. Serta melibatkan peran serta para pemegang kepentingan (stakeholders) dlm penentuan tata ruang tsb.”



Gambar 15. Metode Perencanaan Tata Ruang Komprehensif berbasis Ekologis

Terutama berkaitan dengan banjir, kami menyarankan untuk mengintegrasikan Master Plan Drainase (SDMP 2018) ke dalam Rencana Tata Ruang Surabaya di masa mendatang. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi beban infrastruktur drainase yang ada.

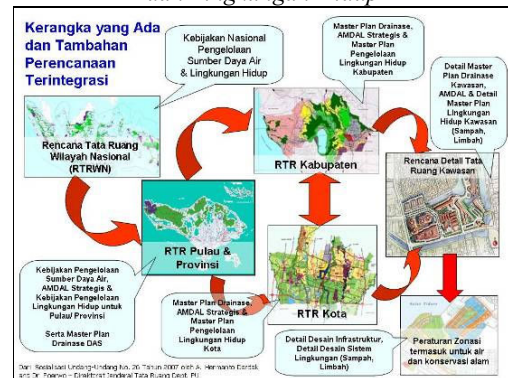
Artinya memang harus dilakukan pengendalian pembangunan sesuai dengan Rencana Tata Ruang dan Master Plan Drainase. Hal ini biasanya berupa konservasi pada kawasan hutan lindung, pantai dan rawa yang memiliki fungsi untuk mengurangi dampak banjir. Juga menetapkan bahwa setiap perumahan yang baru harus mempertimbangkan perubahan limpasan permukaan seminim mungkin dan memiliki infrastruktur drainase yang memadai. Terakhir, Ruang Terbuka Hijau dan Ruang Biru (Badan Air) juga harus dipertahankan dan didesain lebih efektif sebagai tampungan air (retensi).



Gambar 16. Konsep Kota Berkelanjutan (Sustainable Urban Development)



Gambar 17. Konsep Integrasi Tata Ruang, Tata Air dan Lingkungan Hidup



Gambar 18. Integrasi Tata Ruang, Tata Air dan Lingkungan Hidup dalam Sistem Tata Ruang Indonesia^{xxvii}

Kemudian metode perencanaan yang ada juga akan terjadi sebagai berikut:

- Menentukan Visi Perencanaan Tata Ruang
- Survei dan Pengumpulan Data Sekunder
- Analisa Kelayakan Lahan
- Analisa Perencanaan Tata Ruang dan Infrastruktur yang ada
- Studi Kelayakan Ekonomi
- Analisa *SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats)*
- Persiapan Konsep Tata Ruang
- Persiapan Konsep Infrastruktur (Terutama Master Plan Drainase)
- Integrasi Tata Ruang dan Infrastruktur lainnya
- Diskusi dengan Klien
- Revisi Konsep Tata Ruang Terintegrasi

Salah satu komponen penting dalam metode di atas ialah komponen survei dan analisa kelayakan lahan multidisiplin. Hal ini yang dapat didefinisikan sebagai Evaluasi Lahan. Evaluasi Lahan ini dapat digunakan untuk menentukan kecocokan lahan untuk suatu jenis pembangunan untuk mendapatkan keuntungan ekonomi tanpa menghancurkan kondisi lingkungan yang ada. Salah satu metode analisa ini ialah dengan **Evaluasi Lahan Adaptif ALiT (Adaptive Landscape Evaluation Tool)**. Metode ini didesain untuk menghasilkan rekomendasi kelayakan lahan berbasis ekologi dengan pendekatan multidisiplin, tetapi didesain untuk kecepatan eksekusi dan dana yang terbatas.^{xxviii}

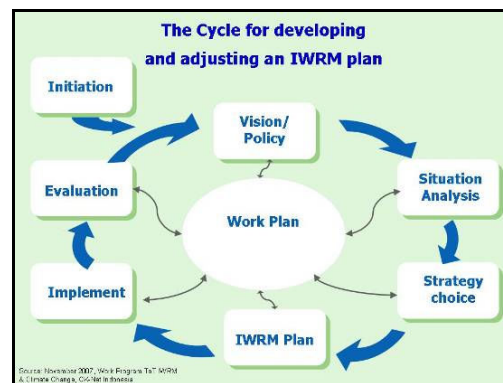
Hal ini diharapkan agar limpasan permukaan yang dihasilkan oleh pembangunan dapat dikurangi dengan menerapkan metode *LID (Low Impact Development)* sehingga seluruh Daerah Aliran Sungai (DAS) yang mempengaruhi Surabaya dapat dikelola dengan konsep *IWRM (Integrated Water Resource Management)*. Untuk memperjelas hal ini kami akan membawa studi kasus Singapura dalam penerapan *IWRM* dan *LID*.

Integrated Water Resource Management (IWRM) dan Low Impact Development (LID)

Selanjutnya penerapan *Integrated Water Resource Management (IWRM)* dan *Low Impact Development (LID)* memang sangat diperlukan mengingat masalah banjir Surabaya disebabkan oleh dugaan bahwa drainase saat ini tidak dapat menampung limpasan air permukaan Kota Surabaya.

Sebagai definisi, *IWRM* dapat dijelaskan dengan metodologi untuk mempersiapkan manajemen sumber daya air secara holistik yang dapat digambarkan dalam tahapan – tahapan sebagai berikut:

1. *Initiation* atau Inisiasi.
2. *Vision / Policy* atau Visi/ Kebijakan.
3. *Situation Analysis* atau Analisa Situasi.
4. *Strategy Choice* atau Pemilihan Strategi.
5. *IWRM Plan* atau Penyusunan Rencana Kerja *IWRM*.
6. *Implementation* atau Pelaksanaan.
7. *Evaluation* atau Evaluasi.



Gambar 19. Proses Integrated Water Resource Management (Manajemen Tata Air Terintegrasi).^{xxix}

Selanjutnya masing – masing proses dapat dijelaskan sbb:

Initiation atau Inisiasi diperlukan untuk mengumpulkan semua pihak yang berkepentingan dan berwenang dalam *IWRM*. Dalam langkah ini komitmen bersama harus disusun oleh seluruh pihak terkait (Pemerintah, Swasta dan Masyarakat). Sementara itu bentuk organisasi pengelola mulai dipikirkan dan dipersiapkan. Setelah *IWRM Plan* disusun organisasi ini akan menjalankan setiap fungsinya. Karena itu tahapan ini menjadi sangat penting untuk *IWRM* yang berhasil.

Vision / Policy atau Visi / Kebijakan merupakan prinsip – prinsip dan arahan – arahan untuk mengelola Sumber Daya Air yang berkelanjutan. Hal ini disusun berdasarkan komitmen semua pihak yang terkait dalam pengelolaan berkelanjutan sumber daya air dan kondisi ideal pengelolaan SDA dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) tersebut.

Situation Analysis atau Analisa Situasi dilakukan dengan memperhatikan permasalahan – permasalahan yang ada di lapangan berkaitan dengan

tata air dan tata ruang. Selain itu juga metode analisa SWOT perlu dilakukan untuk mempertajam hasil analisa tersebut. Analisa ini juga sebaiknya mengkaji berbagai peraturan, tujuan pembangunan serta prioritas pembangunan yang berkaitan dengan SDA dalam kawasan yang mencakup DAS tersebut.

Strategy Choice atau Pemilihan Strategi berkaitan dengan pencarian solusi yang mungkin dilakukan dalam penerapan *IWRM Plan*. Berbagai pilihan model pengelolaan SDA yang layak secara finansial, secara politik dan ramah lingkungan harus dipersiapkan dalam tahap ini. Karena terkadang solusi teknis tidak dapat diterapkan 100% disebabkan oleh masalah sosial yang ada. Selanjutnya berbagai kriteria pemilihan harus diperjelas sebelum strategi pemecahan masalah tsb diputuskan.

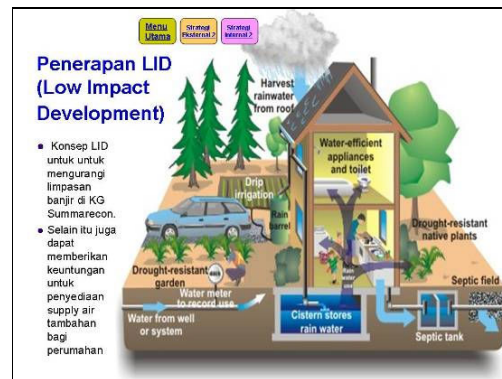
IWRM Plan atau Rencana IWRM disusun dengan persiapan draft manajemen SDA. Draft ini disusun juga berdasarkan komitmen bersama dari seluruh pihak, kesepakatan secara politik, dan hukum yang berlaku. *IWRM Plan* dapat bervariasi di berbagai tempat sesuai dengan lingkup dan kesepakatan para pihak. Tetapi tetap pendekatan holistik terhadap penggunaan air, pengolahan limbah serta tata ruang. Terakhir kerjasama seluruh pihak merupakan kata kunci penerapan *IWRM Plan*. Karena itu partisipasi seluruh pihak sangat diperlukan dalam setiap tahapan *IWRM*.

Implementation atau Pelaksanaan merupakan intervensi secara nyata di bidang hukum, kelembagaan, manajemen dalam pengelolaan SDA. Hal ini dilakukan dengan membangun kapasitas Sumber Daya Manusia (SDM) pengelola sistem tersebut. Selain itu berbagai tujuan dan obyektif *IWRM Plan* juga harus dapat direalisasikan agar terjadi manfaat yang nyata. Biasanya harus dilakukan dengan memperhatikan hambatan – hambatan karena kurangnya komitmen politik, perencanaan yang tidak realistis, atau penerimaan masyarakat yang kurang baik terhadap *IWRM Plan*.

Evaluation atau Evaluasi harus dilakukan untuk melihat kemajuan serta mencegah kegagalan dari *IWRM Plan*. Hal ini juga diharapkan dapat memberikan masukan untuk memecahkan masalah dalam pengelolaan SDA. Juga dapat memberikan masukan untuk solusi yang lebih tepat dan adaptif terhadap kondisi setempat.

LID (Low Impact Development) merupakan sebuah konsep untuk mengurangi limpasan run-off atau limpasan permukaan serta dampak banjir. Hal ini diterapkan dengan menyimpan sebanyak mungkin air hujan serta menggunakannya untuk keperluan sehari – hari secara tepat guna. LID juga menyarankan berbagai konsep untuk menjaga keseimbangan siklus air di alam dengan menambah fungsi resapan, fungsi retensi atau penyimpanan air

dan fungsi pemurnian air limbah. Konsep LID ini dapat dijelaskan dengan gambar sbb: ^{xxx}



Gambar 20. Konsep Low Impact Development (LID) untuk Penyimpanan Air, Penggunaan Air dan Pengelolaan Limbah Cair



Gambar 21. Konsep Low Impact Development (LID) untuk Konservasi Air Secara Berkelanjutan

Untuk kemudahan pemahaman, kami mengambil studi kasus penerapan *IWRM dan LID* di Singapura dalam sub-bab sbb:

Studi Kasus Singapura untuk implementasi *IWRM dan LID*

Agar dapat mengerti bagaimana konsep *IWRM* dapat diterapkan secara optimal pada kasus Surabaya, kami membawa studi kasus Singapura. ^{xxxii}

Singapura diakui berhasil dalam pengelolaan SDA karena menerapkan setidaknya 4 langkah utama dalam pengelolaan SDA. Langkah – langkah tersebut ialah:

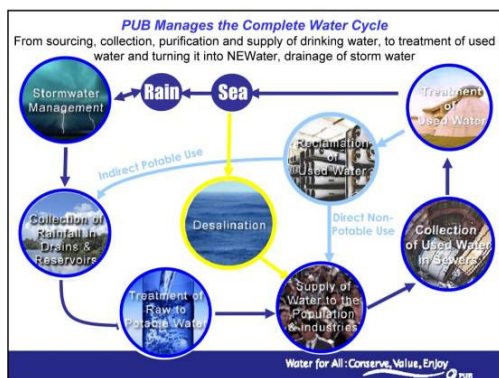
- Penyusunan Institusi Pengelola SDA dan Tata Ruang yang terkoordinasi
- Perencanaan Tata Ruang yang Komprehensif dengan Perencanaan Infrastruktur Drainase
- Implementasi *IWRM (Integrated Water Resource Management)* yang mencakup Pengadaan Air Bersih, Sistem Drainase, Pengelolaan Limbah Terpadu dan infrastruktur pendukungnya.

- Manajemen kebutuhan air dengan penerapan tarif berjenjang

Pertama, **Institusi Pengelola SDA dan Tata Ruang di Singapura** telah dibentuk sejak 1970-an dan terbukti berkoordinasi dalam pembangunan Singapura. *PUB (Public Utilities Board)* adalah sebuah State Board (atau BUMN), di bawah *Ministry of Environment and Water Resources* (Kementerian Lingkungan Hidup dan Sumber Daya Air) yang menangani keseluruhan proses manajemen SDA di Singapura. Sedangkan, *URA (Urban Redevelopment Authority)* merupakan agensi yang menangani tata ruang di Singapura. Kedua organisasi ini telah bekerjasama dalam penyusunan Master Plan Singapura yang terintegrasi serta implementasinya. Selain itu juga kedua lembaga ini memiliki kapasitas SDM yang tinggi dan sistem organisasi yang luar biasa karena *capacity building* secara reguler.

PUB didirikan untuk menjamin suplai air bersih secara efisien, memadai dan berkelanjutan untuk Singapura. Misi *PUB* adalah mencapai pelayanan yang terbaik dengan harga yang terendah. Hal ini yang menyebabkan *PUB* terus melakukan terobosan. Dan karena itulah *PUB* berhasil mendapatkan **Stockholm Water Prize pada tahun 2007**. Organisasi ini sesungguhnya bertanggung jawab untuk:

- Pengumpulan air baku dan impor air;
- Produksi dan distribusi air bersih;
- Koleksi dan pengolahan air kotor;
- Reklamasi air dan desalinasi air laut di Singapura.^{xxxii}



Gambar 22. Konsep *IWRM* oleh *PUB* di Singapura^{xxxiii}

Untuk **koleksi air baku**, air hujan dikumpulkan melalui sungai, sungai, kanal dan saluran pembuangan, dan disimpan pada 15 buah waduk. Berbagai waduk dihubungkan oleh jaringan pipa agar kelebihan air dapat dipompa dari satu reservoir ke yang lain dan mengoptimalkan kapasitas penyimpanan. Selain itu terdapat *PUB* juga

mengelola sumber air impor dari Malaysia yang masih menunjang kebutuhan air di Singapura.

Pengolahan air bersih dilakukan di berbagai *Water Treatment Plan* modern di Singapura yang dikelola oleh *PUB*. Selanjutnya setelah pengolahan, air disimpan dalam reservoir atau kolam tertutup sebelum didistribusikan ke pelanggan.

Dalam proses **distribusi**, air baku kemudian disalurkan melalui pipa air ke instalasi pengolahan air bersih untuk proses pengolahan. Instalasi ini dikenal sangat handal karena terencana dan terimplementasi dengan baik.

Dalam proses **koleksi air kotor**, air yang telah digunakan oleh pelanggan yang dikumpulkan melalui sistem instalasi air kotor yang luas dan diolah dalam pabrik reklamasi air. Air kotor ini adalah juga merupakan sumber daya berharga juga. Karena itu air kotor ini juga diolah menggunakan teknologi modern menjadi air dari reklamasi yang bermutu baik, proses ini juga dikenal sebagai **NEWater treatment**.

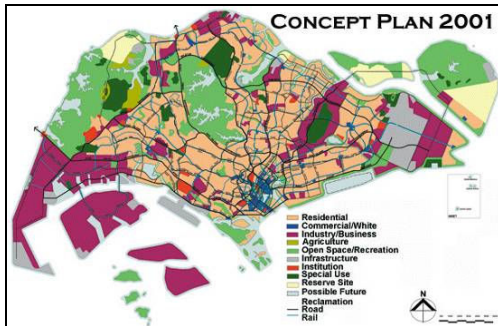
Dengan berpandangan ke masa depan, *PUB* juga telah membangun **Deep Tunnel Sewerage System (DTSS)** untuk keberlanjutannya di masa depan. Sebagai bagian penting dari siklus air, DTSS adalah **super-highway yang akan mengumpulkan air kotor** untuk diolah di pabrik reklamasi air terpusat. Air yang digunakan yang dirawat kemudian akan dibuang ke laut atau dimurnikan lebih lanjut ke **NEWater**. Selain itu beberapa pabrik **desalinasi air laut** juga telah dibangun untuk menambah suplai air baku di Singapura.

Dengan pengelolaan daerah aliran sungai yang baik, proses pengolahan air yang efektif dan investasi yang kontinu di R & D, Singapura telah menikmati air berkualitas baik untuk 40 tahun terakhir. Sehingga air keran Singapura dapat diminum karena sesuai dengan standard kesehatan yang ditetapkan oleh *WHO (World Health Organisation)*.^{xxxiv}

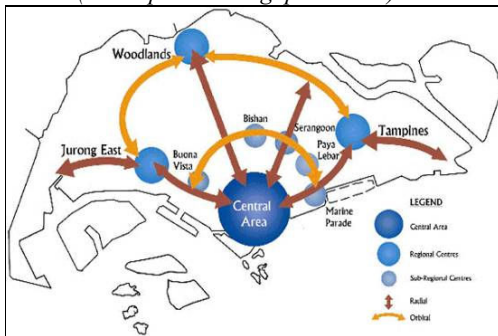
Berkaitan dengan solusi Tata Ruang dan Tata Air terintegrasi, Singapura telah berhasil menerapkan hal ini sejak awal penerapan Master Plan tahun 1970-an. Hal ini diterapkan dengan menetapkan 4 strategi manajemen DAS.

- **Daerah DAS yang dilindungi (Protected Catchment Areas)** di tengah Singapura merupakan hutan lindung dan tidak boleh dibangun kecuali untuk lapangan golf dan militer. Ini dimaksudkan untuk menjamin suplai air bersih dan konservasi lingkungan hidup.
- **Daerah DAS yang tidak dilindungi (Unprotected Catchment Areas)** dapat dibangun untuk perumahan dan industri non-polutif. Dengan syarat dilengkapi dengan infrastruktur pengolahan air kotor dan limbah lainnya.

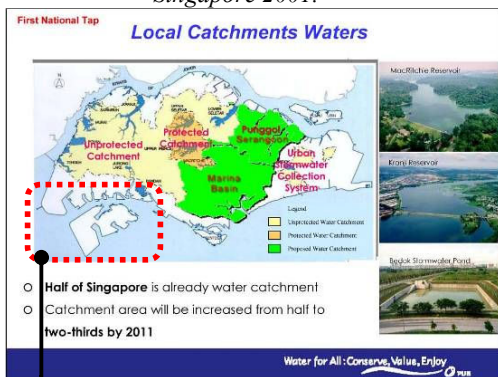
- **Daerah Koleksi dari Perkotaan seperti Sungai Seletar/ Bedok Scheme dan Marina Barrage** juga dimanfaatkan untuk suplai air bersih. Tetapi dilengkapi dengan instalasi pengolahan air yang lebih modern.
- **Dan industri polutif** hanya boleh dibangun pada kawasan yang tidak termasuk pada kawasan DAS yang berpotensi untuk tangkapan air minum. Tetapi tetap kawasan ini juga harus dilayani oleh sistem koleksi limbah yang modern untuk mencegah polusi industri yang parah.



Gambar 23. Konsep Tata Ruang Singapura 2001 (Concept Plan Singapore 2001).^{xxxv}

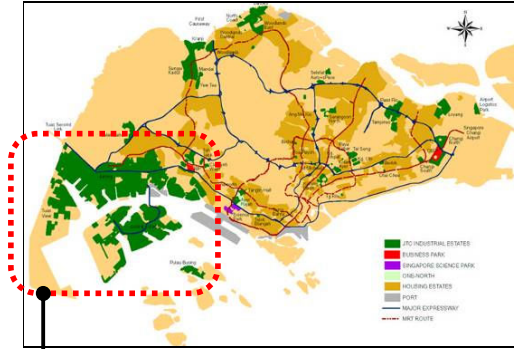


Gambar 24. Konsep Sirkulasi Concept Plan Singapore 2001.^{xxxvi}



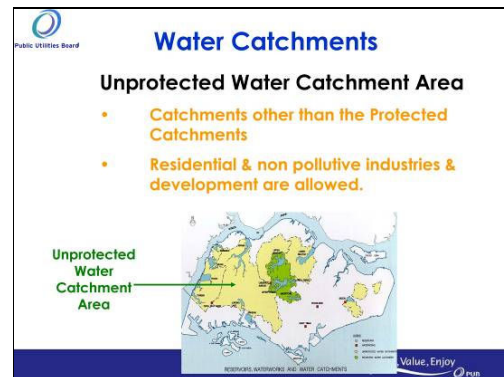
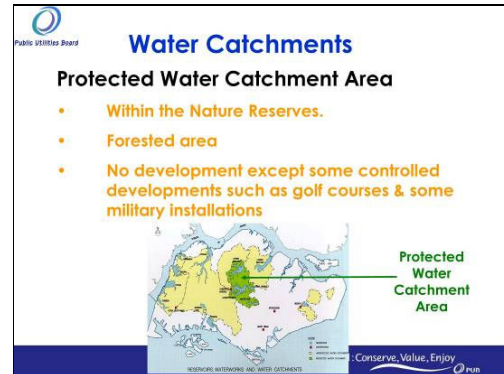
Gambar 25. Konsep Manajemen DAS terintegrasi dengan Tata Ruang di Singapura, dengan Batas DAS (Daerah Aliran Sungai atau Catchments) di Singapura.^{xxxvii}

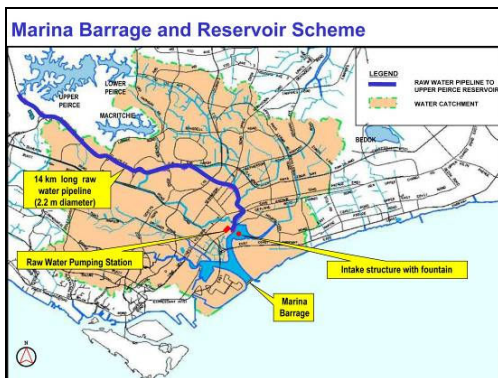
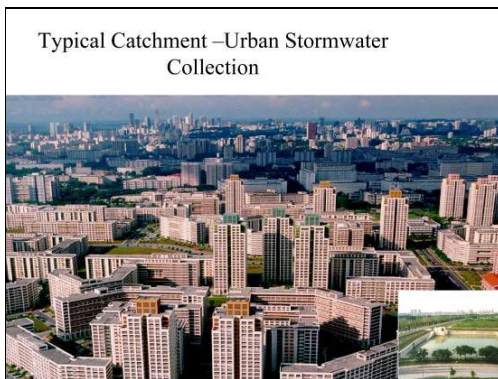
Industri berat berada di luar kawasan konservasi dan DAS untuk air bersih.



Gambar 26. Kawasan Industri di Singapura.^{xxxviii}

Kawasan industri berat direncanakan di kawasan Jurong Industrial Area, yang terletak di luar kawasan konservasi dan DAS untuk air bersih.





Gambar 27. Detail Konsep Manajemen DAS terintegrasi dengan Tata Ruang di Singapura. xxxix

Terlihat betapa terintegrasinya Tata Ruang dan Tata Air di Singapura. Kami percaya hal ini juga mungkin diterapkan di masa depan dengan masa dan metode transisi secara bertahap.

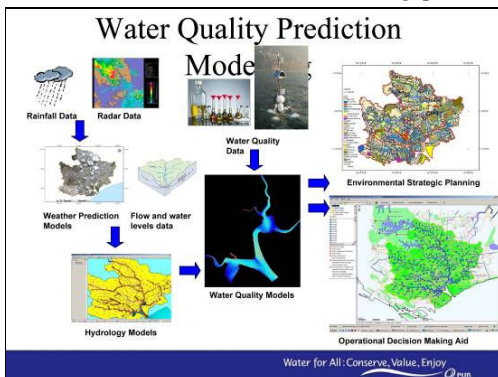
Selain itu pencegahan polusi dan manajemen DAS juga dilakukan oleh PUB dengan NEA (National Environmental Agency – Otoritas Lingkungan Hidup), JTC (Jurong Town Corporation - Otoritas Kawasan Industri) and HDB (Housing Development Board – Otoritas Perumahan Rakyat). Hal ini dilakukan dengan upaya mengontrol dan pencegahan polusi dalam seluruh pembangunan. Hal inilah yang menyebabkan keberhasilan pengelolaan DAS di Singapura.

Berikutnya untuk implementasi IWRM yang berhasil di Singapura, PUB mengadopsi strategi **Drainage Planning and Management (Perencanaan dan Manajemen Drainase yang Berkelanjutan)**. Hal ini dimulai dengan proses persiapan dan up-date master plan drainase secara berkala; serta pengaturan pembangunan (development control). Master plan drainase ini akan selalu mengikuti perkembangan Master Plan Singapura yang terbaru.

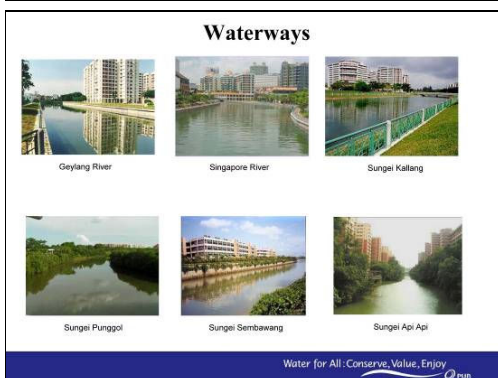
Dalam master plan drainase, kebutuhan untuk infrastruktur drainase harus diperhitungkan dan direalisasikan. Caranya ditempuh dengan menjamin bahwa setiap pembangunan akan mengikuti master plan ini. Sebaliknya, pembangunan tsb tidak akan diijinkan jika tidak sesuai persyaratan master plan di atas. Hal ini juga dicek dengan metode simulasi drainase dengan software yang modern.



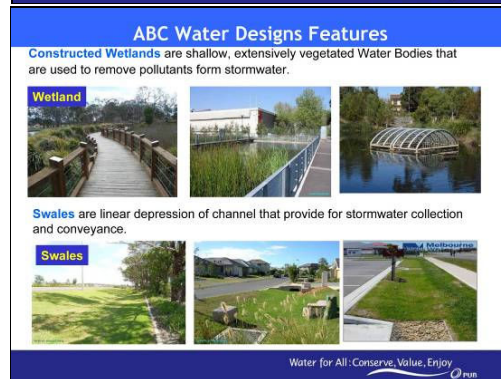
Gambar 28. Master Plan Drainase Singapura. ^{x1}



Gambar 29. Proses Simulasi Drainase Singapura secara umum. ^{xli}



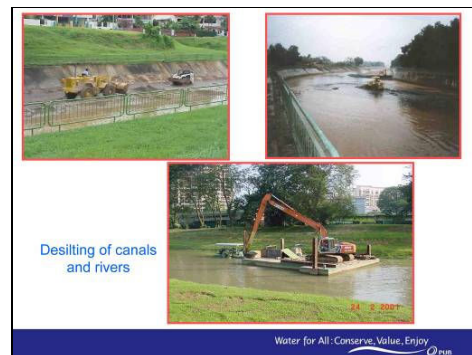
Gambar 30. Berbagai Infrastruktur Drainase Singapura. ^{xliii}



Gambar 31. Implementasi LID di Singapura. ^{xliiii}

Elemen – elemen ini akan mengurangi limpasan air permukaan yang dapat mengakibatkan banjir. Perumahan – perumahan baru di Surabaya dapat menerapkan hal ini.

Selain itu, berbagai program perbaikan dan pemeliharaan infrastruktur drainase dilakukan secara reguler dan terpadu. Program ini dilakukan secara berkala sesuai dengan kondisi drainase yang ada. Di samping itu, diterapkan program penegakkan hukum untuk perijinan polusi serta ambang batas polutan yang diijinkan. Upaya ini dilakukan oleh PUB bersama NEA secara terpadu.





Gambar 32. Langkah perbaikan dan pemeliharaan infrastruktur drainase.^{xliv}

Langkah terakhir yang dilakukan untuk menghemat SDA ialah dengan penerapan tarif berjenjang. PUB menerapkan tarif yang berjenjang untuk beberapa jenis penggunaan air sbb:

Tabel 2. Water Tariff atau Tarif Air oleh PUB.^{xlv}

Tariff Category	Consumption Block (m ³ per month)	Tariff(\$/m ³) [before GST]	Water Conservation Tax (% of tariff) [before GST]
Domestic	0 to 40	1.17	30
	Above 40	1.40	45
Non-Domestic	All units	1.17	30
Shipping	All units	1.92	30

Tabel 3. Water Tariff atau Tarif Air oleh PUB (Lanjutan)

Tariff Category	Consumption Block (m ³ per month)	Water-borne Fee (\$/m ³) [before GST]	Water-borne Fee (\$/m ³) * [after GST]	Sanitary Appliance Fee [before GST]	Sanitary Appliance Fee * [after GST]
Domestic	All units	0.2803	0.30	\$2.803 7/- per chargeable fitting per month	\$3.00/- per chargeable fitting per month
Non-Domestic	All units	0.5607	0.60		
Shipping	All units	-	-	-	-

Tabel 4. Industrial Water Tariffs (inclusive of GST) atau Tarif Air Industri.^{xlvi}

Tariff Category	Consumption Block (m ³ per month)	Tariff (cents/m ³)	WCT (% of tariff)	WBF (cents/m ³)
Industrial Water	All units	43	-	-

Semua ini diterapkan PUB untuk memperkuat pesan konservasi air kepada seluruh pihak terutama masyarakat dalam bentuk **Water Conservation Tax** atau **Pajak Konservasi Air**. Di samping itu, **Sanitary Appliance Fee and Waterborne Fees (Biaya untuk pengolahan air)** tetap harus dibayarkan kepada Public Utilities Board (PUB) berdasarkan **the Sewerage and Drainage (Sanitary Appliances and Water Charges) Regulations** untuk mendukung ongkos pengolahan air kotor dan pemeliharaan instalasi air kotor.

Kesimpulan Studi Kasus Singapura

Dengan Perencanaan Tata Ruang yang terintegrasi dengan IWRM dan LID, Singapura dapat mengurangi potensi banjir di pulau ini. Hal ini dapat dilakukan dengan partisipasi seluruh komponen yang berkepentingan (Pemerintah, Swasta dan Masyarakat atau **3P/ Public-Private-People Approach**).



Gambar 33. Contoh Kemitraan antara Pemerintah, Swasta dan Masyarakat dalam Pengelolaan SDA di Kawasan Kolam Ayer, Singapura. ^{xlvii}

Dengan penerapan integrasi perencanaan, diharapkan agar di masa depan pembangunan perkotaan khususnya perkotaan tepi air atau “waterfront cities” dapat dikembangkan dengan memperhatikan daya dukung lingkungan, kondisi sosial-ekonomi dan partisipasi seluruh pihak yang berkepentingan di dalamnya.

Selain itu, perlu diperhatikan bahwa pengendalian tata ruang, tata air dan lingkungan harus dilakukan secara sinergis dalam tataran makro sampai mikro (dari lingkup Daerah Aliran Sungai sampai drainase mikro lingkungan). Integrasi sistem tata ruang – tata air – tata lingkungan dari level makro sampai mikro adalah mutlak dilakukan untuk mewujudkan Kota yang Berkelanjutan.

Sistem Polder di Kawasan Utara dan Timur Surabaya

Sistem Polder sangat diperlukan untuk diterapkan pada Kawasan Utara dan Timur Surabaya karena sifat alami kawasan ini di antaranya:

- Kondisi geologis endapan pasir dan wilayah rawa yang hampir seluruhnya tersusun oleh lempung.
- Topografi dengan 1-3 meter mean-sea-level yang sangat datar dan cekung.
- Jenis Tanah yang terdapat di Wilayah Kota Surabaya terdiri atas Jenis Tanah Alluvial (Alluvial Hidromorf, Alluvial Kelabu Tua dan Alluvial Kelabu) dan Grumosol.
- Penurunan tanah ekstrim terutama di sisi Utara dan Timur Surabaya karena jenis tanah di atas dan kemungkinan ekstraksi air tanah.
- Tingginya limpasan permukaan akibat perubahan tata guna lahan di bagian hulu (sebalah Barat dan Selatan).
- Berkurangnya rawa yang berfungsi sebagai retensi atau tampungan air di kawasan pantai.

Kami mengakui bahwa diperlukan evaluasi lebih detail mengenai kelayakan teknis dan ekonomi penerapan Polder di Kawasan Surabaya Timur dan Utara. Tetapi kami melihat bahwa secara umum pola

banjir yang terjadi rupanya berkaitan dengan jenis tanah serta topografi kawasan Utara dan Timur. Sehingga SDMP 2018 tidak akan dapat memecahkan masalah banjir yang ada.

Selanjutnya, kami akan memperkenalkan Konsep Polder. Polder merupakan sebuah Sistem Tata Air tertutup dengan elemen sebagai berikut:

- Tanggul
- Pompa
- Saluran
- Kolam atau Waduk Retensi
- Pengaturan lansekap atau peil lahan (di mana kolam dan saluran diletakkan paling rendah dalam kawasan)
- Saluran dan instalasi air kotor terpisah yang diperlukan karena topografi kawasan pinggir laut landai dan pengaruh pasang surut.

Hal ini dapat diilustrasikan dalam gambar sbb:



Gambar 34. Ilustrasi Definisi Sistem Polder

Hal ini menunjukkan bahwa memang satu-satunya konsep yang dapat memecahkan masalah banjir di kawasan Surabaya Utara dan Timur ialah Polder. Sedangkan tentu saja penerapan polder ini harus memperhatikan master plan drainase makro yang telah dimulai dalam SDMP 2018. Tetapi menurut hemat kami master plan ini perlu disempurnakan agar dapat mengurangi banjir dengan efektif.

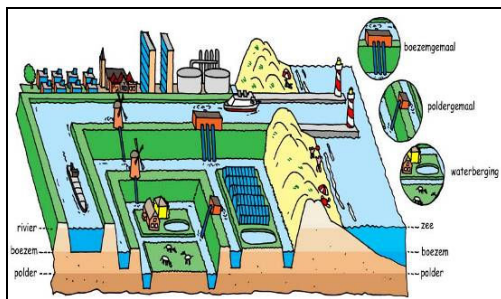
Studi Kasus Belanda untuk Polder

Polder awalnya dikenal di Belanda, karena negara ini secara 20% dari seluruh luas geografis terletak di bawah permukaan laut, yang dihuni oleh 21% dari populasi warga negaranya. Negara ini reklamasi lahan dan menerapkan melalui sistem yang polder yang rumit untuk mempertahankan kawasan ini dari ancaman banjir dan air pasang. Belanda juga pernah mengalami permasalahan banjir dan badai yang besar di antaranya pada 1287, 1421, dan 1953. Sehingga akhirnya Pemerintah Belanda menetapkan

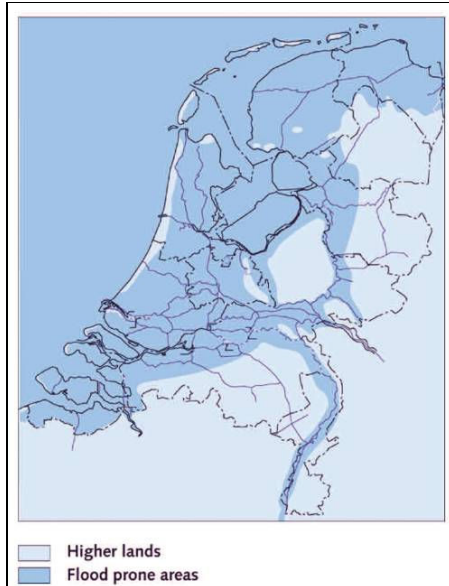
“Delta Works” yaitu pembangunan infrastruktur polder strategis.^{xlviii}

Sesungguhnya Polder di Belanda telah diterapkan sejak abad ke-12 dengan m "waterschappen" (dewan polder/ *water board*) atau "hoogheemraadschappen" ("dewan rumah tinggi/ high home councils"). Dewan ini bertugas untuk menjaga tingkat air dan untuk melindungi daerah dari banjir. Kemudian system polder ini disempurnakan dengan penggunaan kincir angin pada abad ke-13 untuk memompa air keluar dari daerah di bawah permukaan laut.^{xlix}

Sebuah polder strategis yang diterapkan di Belanda ialah Proyek Delta (1953). Konsepnya ialah untuk mengurangi risiko banjir di South Holland dan Zeeland untuk sekali per 10.000 tahun. Upaya ini dilakukan dengan membuat tanggul sepanjang 3.000 kilometer dari tanggul laut dan 10.000 kilometer saluran mikro, kanal, dan tanggul sungai dan menutup dari muara laut dari provinsi Zeeland. Proyek Delta merupakan salah satu upaya pembangunan terbesar dalam sejarah manusia yang diselesaikan pada 1997 dengan penyelesaian Maeslantkering (*storm surge barrier/* pintu perlindungan terhadap pasang akibat badai).¹



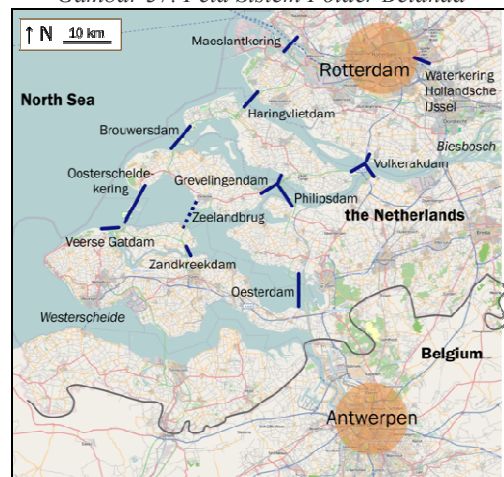
Gambar 35. Ilustrasi Sistem Polder di Belanda^{li}



Gambar 36. Peta Daerah yang dipengaruhi Banjir dan Pasang di Belanda tanpa Sistem Polder.^{lii}



Gambar 37. Peta Sistem Polder Belanda



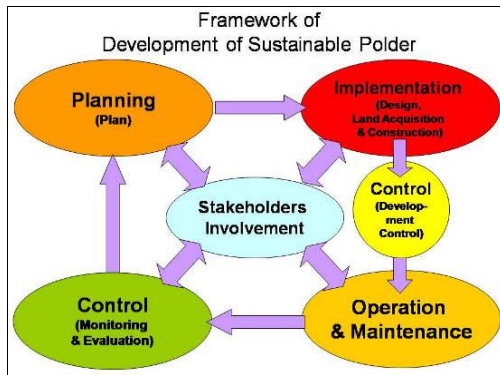
Gambar 38. Gambar Proyek Makro Polder Delta^{liii}

Kesimpulan Kasus Polder Belanda

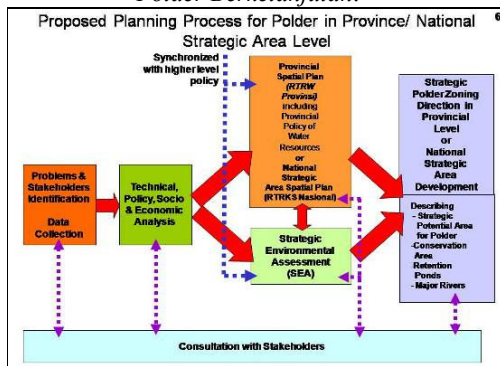
Dalam riset kerjasama dengan Pemerintah Belanda, UNESCO-IHE dan Pemerintah Indonesia, kami menemukan berbagai aspek – aspek penting untuk mewujudkan polder yang berhasil ialah sbb:^{liv}

- Aspek Perencanaan
- Aspek Desain
- Aspek Akuisisi Lahan
- Aspek Pengendalian Pembangunan (Development Control)
- Aspek Konstruksi
- Aspek Operasi, Pemeliharaan dan Manajemen
- Aspek Monitoring dan Evaluasi
- Aspek Institusional Polder

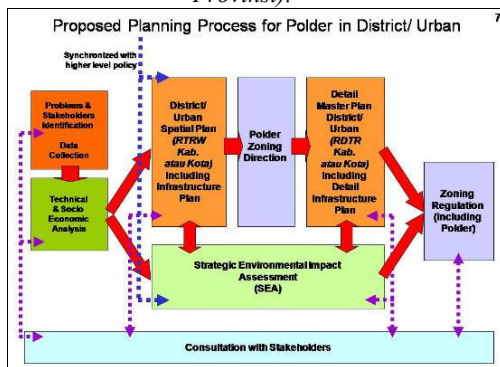
Metode pembangunan polder juga harus dilakukan seideal kerangka penyusunan polder sebagai berikut:^{lv}



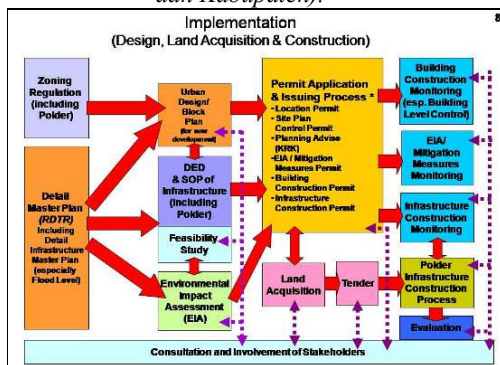
Gambar 39. Kerangka Umum Proses Penyusunan Polder Berkelanjutan.^{lvi}



Gambar 40. Kerangka Perencanaan Polder Berkelanjutan (Skala Makro di Level Nasional atau Provinsi).^{lvii}

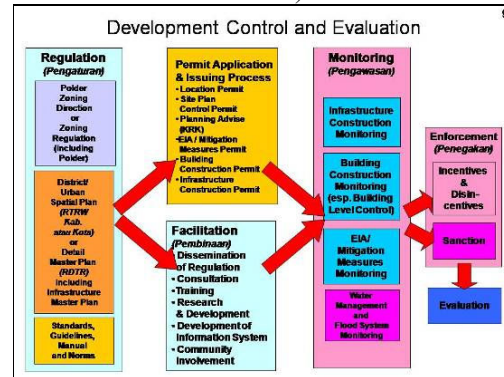


Gambar 41. Kerangka Perencanaan Polder Berkelanjutan (Skala Meso dan Mikro di Level Kota dan Kabupaten).^{lviii}

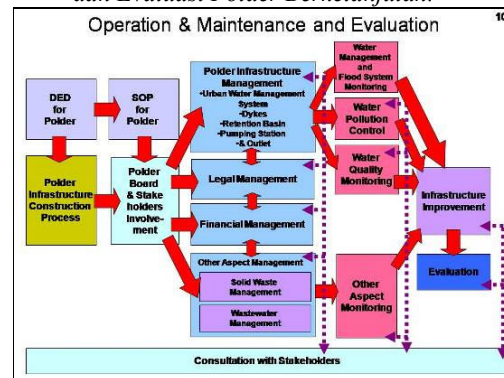


Gambar 42. Kerangka Implementasi Polder Berkelanjutan (Desain, Akuisisi Lahan dan

Konstruksi).^{lix}



Gambar 43. Kerangka Pengendalian Pembangunan dan Evaluasi Polder Berkelanjutan.^{lx}



Gambar 44. Kerangka Operasi, Pemeliharaan dan Evaluasi Polder Berkelanjutan.^{lxi}

Serupa dengan IWRM, untuk menjamin keberlanjutan system Polder maka diperlukan sebuah lembaga pengelola polder. Dewan Polder ini bertugas untuk mengelola sistem polder terutama pengelolaan air dan perlindungan banjir. Polder ini berasal dari elemen pemerintah, swasta atau masyarakat secara sukarela. Tetapi perlu disusun dasar hukum yang mendukung keberadaan lembaga ini.^{lxii}

Untuk menjamin keberhasilan implementasi Polder ada beberapa hal yang harus diperhatikan di antaranya ialah:

- Kesamaan visi organisasi pengelola dan kejelasan mekanisme pengelolaan polder
- Kualifikasi ahli perencana, desainer, tenaga konstruksi, operator dan manajemen yang baik
- Kelengkapan dan keakuratan data awal perencanaan dan desain sangat penting
- Proses perencanaan dan desain polder yang dilakukan sesuai dengan Norma Standar Petunjuk dan Manual (NSPM) yang berlaku
- Proses akuisisi lahan yang dilakukan secara partisipatif
- Proses pengendalian pembangunan (development control) yang ketat oleh PEMDA dan instansi terkait

- Proses konstruksi yang handal sesuai dengan NSPM yang berlaku
- Proses monitoring konstruksi yang ketat
- Proses operasi polder yang partisipatif dan jelas secara mekanisme
- Proses pemeliharaan secara berkala untuk menjamin keberlanjutan polder
- Proses evaluasi secara berkala baik internal maupun eksternal terhadap kinerja Dewan Polder.

Selanjutnya detail kunci keberhasilan penerapan Polder Berkelanjutan di atas dapat dipelajari lebih lanjut dalam Urban Polder Guidelines 2009 (PU dan the Netherlands Ministries of Transport, Public Works and Water Management, and of Spatial Planning, Housing and Environment).^{lxiii}

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa Integrasi Tata Ruang dan Tata Air sangat dibutuhkan oleh Pemerintah Kota Surabaya untuk mengurangi dampak banjir setempat. **Perencanaan Tata Ruang Komprehensif berbasis Ekologis** sangat diperlukan terutama memperhatikan tata air di Surabaya. Selain itu partisipasi para pemegang kepentingan (stakeholders) harus juga diwadahi di dalamnya.

Kedua, *Integrated Water Resource Management (IWRM) Plan* sangat dibutuhkan untuk mencapai visi berkurangnya banjir di Surabaya. *IWRM Plan* ini harus disusun secara komprehensif dengan kolaborasi semua pihak terkait seperti studi kasus *IWRM* Singapura. Tetapi kondisi kelembagaan dan teknis juga harus diperhatikan dalam *IWRM Plan Surabaya*. Kemudian, diperlukan peningkatan kapasitas SDM dan mekanisme organisasi untuk menyusun, menjalankan dan mengevaluasi *IWRM Plan*.

Selain itu Polder diduga dibutuhkan untuk kawasan Surabaya Utara dan Timur untuk mengurangi permasalahan genangan banjir karena air hujan dan pasang naik. Polder merupakan sebuah Sistem Tata Air tertutup dengan elemen – elemen tanggul, pompa, saluran, waduk retensi, pengaturan lansekap, saluran dan instalasi air kotor terpisah. Dengan catatan Polder ini harus bekerja sebagai sebuah kesatuan sistem dan terintegrasi dengan master plan drainase yang lebih makro.

Diharapkan dengan 3 saran di atas maka banjir Surabaya akan dapat dikurangi dan Kota Surabaya dapat menjadi Kota yang Berkelanjutan dan mencapai Visi Surabaya 2025 sebagai Kota Jasa yang Nyaman, Berdaya, Berbudaya dan Berkeadilan

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada pihak – pihak yang telah memberikan bahan – bahan untuk penulisan paper ini.

- Public Utilities Board dan Urban Redevelopment Authority, Singapore.
- Netherlands Ministries of Transport, Public Works and Water Management, and of Spatial Planning, Housing and Environment, Partners for Water, Rijkswaterstaat, dan UNESCO-IHE.
- School of Design and Environment, MSc. Environmental Management Program.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air.
- Direktorat Jenderal Tata Ruang, Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya & Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya.
- CK-Net Indonesia.
- Forum Masyarakat Peduli Lingkungan Pluit.

DAFTAR PUSTAKA

Buku & Presentasi:

- Dardak, H. and Poerwo, I.F. , Direktorat Jenderal Tata Ruang, Departemen PU, (2007), Sosialisasi Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya (2008), Laporan Akhir Evaluasi Pelaksanaan Pembangunan Surabaya Drainage Master Plan (SDMP) 2018 Kota Surabaya
- BPS Surabaya, Surabaya Dalam Angka 2007
- CK-Net Indonesia (2007), Work Program of ToT IWRM & Climate Change
- Dinas PU Provinsi DKI Jakarta (2008), Materi Presentasi Banjir Jakarta 2007
- Forum Masyarakat Peduli Lingkungan Pluit, Dokumentasi Banjir (2008)
- Indonesian Ministries of Public Works and the Netherlands Ministries of Transport, Public Works and Water Management, and of Spatial Planning, Housing and Environment, Partners for Water, Rijkswaterstaat.(2009), Guidelines on Urban Polder Development
- Kuswartojo T dkk., Perumahan dan Permukiman Indonesia, Penerbit ITB, Bandung 2005
- McHarg I. (1992), Design With Nature, John Wileys & Sons, Inc, New York.
- McHarg I. (1998), Steiner Frederick R. (ed) To Heal the Earth, Selected Writings of Ian L. McHarg, Island Press, Washington D.C.
- Public Utilities Board, Singapore (2007), Material of Singapore Water Resource Management Training for Senior Expert of Developing Countries
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air (PUSAIR), Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Pekerjaan Umum (2007), Laporan Akhir Kegiatan Pengembangan Teknologi Pengendalian Banjir Perkotaan Menuju Waterfront City

- Rossiter D.C. (1994), Lecture Notes "Land Evaluation", Cornell University, College of Agriculture and Life Sciences, Department of Soil, Crop, and Atmospheric Sciences.
- Tanuwidjaja G. (2006), Pengembangan Perangkat Evaluasi Lahan (Alit) Untuk Negara-Negara Berkembang, Dengan Studi Kasus Pulau Bintan, Indonesia. Ringkasan Disertasi Master of Science Environmental Management, National University of Singapore.
- Zuiderzee floods (Netherlands history). Britannica Online Encyclopedia.
- Website:**
- "Kerngegevens gemeente Wieringermeer".
www.sdu.nl.
<http://www.sdu.nl/staatscourant/gemeentes/gem533nh.htm>. diakses pada 2008-01-21.
- "Kerngegevens provincie Flevoland". www.sdu.nl.
<http://www.sdu.nl/staatscourant/PROVINCIES/flevoland.htm>. diakses pada 2008-01-21.
- "Milieurekeningen 2008". Centraal Bureau voor de Statistiek.
<http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/D2CE63F9-D210-4006-B68B-98BE079EA9B6/0/2008c167pub.pdf>. diakses pada 2010-02-04
- CIESIN, Columbia University (2007),
<http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/lecz.jsp>
<http://ciptakarya.pu.go.id/profil/profil/barat/jatim/surabaya.pdf>
<http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbsi-gdl-s1-2005-mochamadru-1446>
http://digilib-ampl.net/detail/detail.php?row=3&tp=artikel&ktg=banjirluar&kd_link=&kode=2186
<http://en.wikipedia.org/wiki/Netherlands>
<http://geospasial.bnpb.go.id/category/peta-tematik/statistik-bencana/>
<http://potensidaerah.ugm.ac.id/data/Keadaan%20Ummum%20Daerah%20Jawa%20Timur.doc>
http://www.bnpb.go.id/website/index.php?option=com_content&task=view&id=2101
<http://www.dirgantara-lapan.or.id/moklim/publikasi/2006/Periode%20Curah%20%20Hujan%20Dominan.pdf>
<http://www.docstoc.com/docs/26130687/Kenaikan-muka-air-laut-akibat-efek-dari-pemanasan-bumi>
<http://www.epa.gov/owow/nps/lid/>
<http://www.eupedia.com/netherlands/trivia.shtml>
<http://www.jtc.gov.sg/industrycluster/pages/index.aspx>
<http://www.kas.de/upload/dokumente/megacities/VulnerabilityofGlobalCities.pdf>
<http://www.lib.utexas.edu/maps/indonesia.html>
<http://www.lid-stormwater.net/>
<http://www.life-m3.eu/index.php?id=11148>
<http://www.lowimpactdevelopment.org/>
<http://www.pub.gov.sg/about/Pages/default.aspx>
<http://www.safecoast.org/editor/databank/File/folder%20engels%20def%201%20febr07.pdf>
<http://www.surya.co.id/2009/02/02/surabaya-roya-hujan-terus-menerus-sampai-selasa-dini-hari.html>
<http://www.ura.gov.sg/conceptplan2001/>
Nickerson, Colin (2005-12-05). "Netherlands relinquishes some of itself to the waters". Boston Globe.
http://www.boston.com/news/world/europe/articles/2005/12/05/holland_goes_beyond_holding_back_the_tide/. Diakses pada 2007-10-10.
- Olsthoorn, A.A.; Richard S.J. Tol (February 2001). "Floods, flood management and climate change in The Netherlands". Institute for Environmental Studies (Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit).
<http://de.scientificcommons.org/16816958>. Diakses pada 2007-10-10.
- Tol, Richard S. J.; Nicolien van der Grijp, Alexander A. Olsthoorn, Peter E. van der Werff (2003). "Adapting to Climate: A Case Study on Riverine Flood Risks in the Netherlands". Risk Analysis (Blackwell-Synergy) 23 (3): 575–583. doi:10.1111/1539-6924.00338.
<http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/1539-6924.00338>. Diakses pada 2007-10-10
- www.dgtl.esdm.go.id/index.php?option=com_docman&task..

- ⁱ Kuswartojo T dkk.,(2005). Perumahan dan Permukiman Indonesia, Penerbit ITB, Bandung.
- ⁱⁱ A. Hermanto Dardak and Dr Poerwo, Direktorat Jenderal Tata Ruang, Departemen PU, (2007), Sosialisasi Undang-Undang No. 26 Tahun 2007
- ⁱⁱⁱ Ibid.
- ^{iv} http://www.bnpb.go.id/website/index.php?option=com_content&task=view&id=2101
<http://geospasial.bnpb.go.id/category/peta-tematik/statistik-bencana/>
- ^v Ibid.
- ^{vi} Ibid.
- ^{vii} Ibid.
- ^{viii} CIESIN, Columbia University (2007), <http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/lecj.jsp>
- ^{ix} Dinas PU Provinsi DKI Jakarta (2008), Materi Presentasi Banjir Jakarta 2007
- ^x Ibid.
- ^{xi} Ibid.
- ^{xii} Forum Masyarakat Peduli Lingkungan Pluit, Dokumentasi Banjir 2008
- ^{xiii} <http://www.kas.de/upload/dokumente/megacities/VulnerabilityofGlobalCities.pdf>
- ^{xiv} www.dgtl.esdm.go.id/index.php?option=com_docman&task..
BPS Surabaya, Surabaya Dalam Angka 2007
- ^{xv} BPS Surabaya, Surabaya Dalam Angka 2007
- ^{xvi} http://digilib-ampl.net/detail/detail.php?row=3&tp=artikel&ktg=banjirluar&kd_link=&kode=2186
- ^{xvii} <http://www.surya.co.id/2009/02/02/surabaya-rama-hujan-terus-menerus-sampai-selasa-dini-hari.html>
- ^{xviii} Op.cit. 16.
- ^{xix} Op.cit. 16.
- ^{xx} Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya (2008), Laporan Akhir Evaluasi Pelaksanaan Pembangunan Surabaya Drainage Master Plan (SDMP) 2018 Kota Surabaya
- ^{xxi} Ibid.
- ^{xxii} <http://ciptakarya.pu.go.id/profil/profil/barat/jatim/surabaya.pdf>
<http://www.dirgantara-lapan.or.id/moklim/publikasi/2006/Periode%20Curah%20Hujan%20Dominan.pdf>
http://digilib-ampl.net/detail/detail.php?row=3&tp=artikel&ktg=banjirluar&kd_link=&kode=2186
<http://potensidaerah.ugm.ac.id/data/Keadaan%20Umum%20Daerah%20Jawa%20Timur.doc>
www.dgtl.esdm.go.id/index.php?option=com_docman&task..
<http://www.docstoc.com/docs/26130687/Kenaikan-muka-air-laut-akibat-efek-dari-pemanasan-bumi>
<http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbsi-gdl-s1-2005-mochamadru-1446>
- ^{xxiii} <http://www.lib.utexas.edu/maps/indonesia.html>
- ^{xxiv} Op.cit. 20.
- ^{xxv} Op.cit. 20.
- ^{xxvi} McHarg I. (1992), Design With Nature, John Wileys & Sons, Inc, New York.
- McHarg I. (1998), Steiner Frederick R. (ed) To Heal the Earth, Selected Writings of Ian L. McHarg, Island Press, Washington D.C.
- ^{xxvii} A. Hermanto Dardak and Dr Poerwo, Direktorat Jenderal Tata Ruang, Departemen PU, (2007), Sosialisasi Undang-Undang No. 26 Tahun 2007
Indonesian Ministries of Public Works and the Netherlands Ministries of Transport, Public Works and Water Management, and of Spatial Planning, Housing and Environment, Partners for Water, Rijkswaterstaat.(2009), Guidelines on Urban Polder Development
- ^{xxviii} McHarg. I. (1992), Design With Nature, John Wileys & Sons, Inc, New York
- Rossiter. D.C. (1994), Lecture Notes "Land Evaluation", Cornell University, College of Agriculture and Life Sciences, Department of Soil, Crop, and Atmospheric Sciences.
- Tanuwidjaja. G. (2006), Pengembangan Perangkat Evaluasi Lahan (Alit) Untuk Negara-Negara Berkembang, Dengan Studi Kasus Pulau Bintan, Indonesia. Ringkasan Disertasi Master of Science Environmental Management, National University of Singapore.
- ^{xxix} CK-Net Indonesia. (2007), Work Program of ToT IWRM & Climate Change
- ^{xxx} <http://www.lowimpactdevelopment.org/>
<http://www.epa.gov/owow/nps/lid/>
<http://www.lid-stormwater.net/>
- ^{xxxi} Public Utilities Board, Singapore, (2007), Material of Singapore Water Resource Management Training for Senior Expert of Developing Countries
- ^{xxxii} <http://www.pub.gov.sg/about/Pages/default.aspx>
- ^{xxxiii} Op.cit. 31.
- ^{xxxiv} Op.cit. 31.
- ^{xxxv} <http://www.ura.gov.sg/conceptplan2001/>
- ^{xxxvi} Ibid.
- ^{xxxvii} Op.cit. 31.
- ^{xxxviii} <http://www.jtc.gov.sg/industrycluster/pages/index.aspx>
- ^{xxxix} Op.cit. 31.
- ^{xl} Op.cit. 31.
- ^{xli} Op.cit. 31.

-
- xlii Op.cit. 31.
- xliiii Op.cit. 31.
- xliv Op.cit. 31.
- xlvi Op.cit. 31.
- xlvii Op.cit. 31.
- xlviii <http://en.wikipedia.org/wiki/Netherlands>
- "Milieurekeningen 2008". Centraal Bureau voor de Statistiek. <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/D2CE63F9-D210-4006-B68B-98BE079EA9B6/0/2008c167pub.pdf>. diakses pada 2010-02-04.
- <http://www.eupedia.com/netherlands/trivia.shtml>
- Zuiderzee floods (Netherlands history). Britannica Online Encyclopedia.
- "Kerngegevens gemeente Wieringermeer". www.sdu.nl. <http://www.sdu.nl/staatscourant/gemeentes/gem533nh.htm>. diakses pada 2008-01-21.
- "Kerngegevens provincie Flevoland". www.sdu.nl. <http://www.sdu.nl/staatscourant/PROVINCIES/flevoland.htm>. diakses pada 2008-01-21.
- xlix Ibid.
- ¹ <http://en.wikipedia.org/wiki/Netherlands>
- Nickerson, Colin (2005-12-05). "Netherlands relinquishes some of itself to the waters". Boston Globe. http://www.boston.com/news/world/europe/articles/2005/12/05/holland_goes_beyond_holding_back_the_tide/. Diakses pada 2007-10-10.
- Olsthoorn, A.A.; Richard S.J. Tol (February 2001). "Floods, flood management and climate change in The Netherlands". *Institute for Environmental Studies* (Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit). <http://de.scientificcommons.org/16816958>. Diakses pada 2007-10-10.
- Tol, Richard S. J.; Nicolien van der Grijp, Alexander A. Olsthoorn, Peter E. van der Werff (2003). "Adapting to Climate: A Case Study on Riverine Flood Risks in the Netherlands". *Risk Analysis* (Blackwell-Synergy) **23** (3): 575–583. doi:10.1111/1539-6924.00338. <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/1539-6924.00338>. Diakses pada 2007-10-10.
- ⁱⁱ <http://www.life-m3.eu/index.php?id=11148>
- ⁱⁱⁱ <http://www.safecoast.org/editor/databank/File/folder%20engels%20def%201%20febr07.pdf>
- ^{liii} Op.cit. 50.
- ^{liv} Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air (PUSAIR), Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Pekerjaan Umum (2007), Laporan Akhir Kegiatan Pengembangan Teknologi Pengendalian Banjir Perkotaan Menuju Waterfront City
- Indonesian Ministries of Public Works and the Netherlands Ministries of Transport, Public Works and Water Management, and of Spatial Planning, Housing and Environment, Partners for Water, Rijkswaterstaat, and UNESCO-IHE (2009), Guidelines on Urban Polder Development
- lv Ibid.
- lvi Ibid.
- lvii Ibid.
- lviii Ibid.
- lix Ibid.
- lx Ibid.
- lxi Ibid.
- lxii Ibid.
- lxiii Ibid.