



LAPORAN AKHIR PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

**BRICKPORI : ALTERNATIF PENGGANTI PAVING SEMEN
DARI BATU KAPUR GUNA MENINGKATKAN AREA RESAPAN AIR DI
PERKOTAAN**

BIDANG KEGIATAN :

Program Kreativitas Mahasiswa Penelitian

Disusun oleh :

NAMA	NRP	TAHUN MASUK
I Made Teguh Wirayudha	A14090012	2009
Dhaniyanto Mayrendra Rasyid	C24080053	2008
I Gede Mahendra Wijaya	C54080004	2008

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2013

I PENDAHULUAN

Latar belakang masalah

Air yang mencapai dua per tiga bagian permukaan bumi jumlahnya tidak pernah berubah, hanya bentuknya berubah dalam siklus hidrologi yang terus-menerus, yakni air di daratan-air laut-uap air-air hujan). Tetapi perlu diperhatikan dari seluruh air yang terdapat di muka bumi, 97,5% diantaranya merupakan air asin yang terdapat di laut. Dan hanya 2,5% saja yang berupa air tawar. Dari jumlah 2,5 persen air tawar (*freshwater*) yang dimiliki bumi pun hanya sebanyak 0,4 persen yang terdapat di permukaan tanah (*surface*) dan atmosfer (*atmospheric water*). 0,4 persen air tawar inilah yang sering diperebutkan dan dikonsumsi oleh milyaran penduduk bumi. Selebihnya berupa glasier (gletser; bongkahan es) yakni sebesar 68,7%, ada pula yang tersimpan di dalam tanah dalam bentuk airtanah (*groundwater*) sebesar 30,1 % dan sebanyak 0,8% tersimpan dalam bentuk tanah beku (*permafrost*).

Kecilnya komposisi air tawar yang bisa kita konsumsi, serta daya *renewable* (perbaharuan) air yang sangat lama (Kecepatan *renewable* air adalah sepuluh pangkat minus dua cm per detik). Dengan kecepatan itu dibutuhkan waktu hingga beberapa generasi bagi air untuk memperbaharui dirinya), maka sudah saatnya kita menjadi bijak dalam menggunakan air. Langkah-langkah seperti membuat sumur resapan atau menabung air hujan dapat dijadikan alternative dalam menjaga ketersediaan air bersih demi kehidupan kita dan generasi penerus kita kelak.

Jumlah air yang ada didunia sebenarnya tidak berubah, namun wujudnya saja yang berubah dan memiliki jumlah tertentu. Secara umum siklus air dimulai dari penguapan air laut yang kemudian menjadi awan, awan akan tertiuip oleh angin lalu terkumpul dan menjadi hitam, awan hitam inilah yang kemudian terkondensasi menjadi hujan yang jatuh ke daratan ataupun kelautan. Air hujan yang jatuh ke daratan ada yang masuk ketanah kemudian disimpan didalam tanah ada juga yang masuk kedalam tanah lalu mengalir pada sungai bawah tanah, air akan mengalir ke sungai, ada yang menguap dan ada juga yang kembali kelautan.

Air hujan yang jatuh pada hutan hujan tropis akan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk kembali kelautan. Pada hutan hujan tropis, air yang jatuh membutuhkan waktu untuk menyentuh dan meresap kedalam tanah. pasalnya air yang jatuh akan ada yang tertahan di daun, batang dan humus-humus yang menutupi tanah. air yang masuk kedalam pori-pori tanah dan ada yang tersimpan ada pula yang mengalir pada sungai bawah tanah. air yang tidak masuk kedalam tanah akan mengalir ke sungai, masuk ke danau dan ada juga yang menguap. Dengan keadaan seperti ini air hujan akan membutuhkan waktu yang lama untuk masuk kedalam sungai yang pada akhirnya terakumulasi di laut dan mengalami siklus yang terus-menerus.

Laju pertumbuhan penduduk yang semakin cepat tentu berpengaruh pula pada meningkatnya kebutuhan akan air bersih. Padahal ketersediaan air di muka bumi ini sangat terbatas menurut ruang dan waktu, baik secara kuantitas maupun secara kualitas. Penggunaan air tanah merupakan salah satu alternatif yang dilakukan manusia guna memenuhi kebutuhan akan air, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun kebutuhan industri. Masalah yang kemudian muncul adalah

penyedotan air tanah secara besar-besaran dapat mempengaruhi kualitas lingkungan, dalam hal ini air dan permukaan tanah.

Percepatan laju pembangunan yang tidak memperhatikan kondisi lingkungan berakibat semakin besarnya air larian yang akhirnya mempengaruhi jumlah air tanah. Berkurangnya tanah sebagai daerah resapan air serta pohon-pohon yang menahan air mendukung semakin besarnya volume air larian. Air tersebut menggenang di permukaan dalam jumlah yang berlebihan, yang kita sebut banjir.

Terdapat beberapa penyebab yang menjadikan banjir di Jakarta sering kali terjadi selain *climate change* dan kebiasaan masyarakat membuang sampah sembarangan, banjir juga disebabkan oleh berkurangnya daerah resapan air di daerah bogor. Penurunan daerah resapan air salah satunya diakibatkan oleh maraknya pembangunan perumahan atau vila di daerah resapan air. Bogor yang memiliki wilayah yang sangat indah dan dekat dengan Jakarta menjadi daya tarik bagi warga Jakarta untuk mendirikan tempat istirahat. Pengembang perumahan khususnya di wilayah bogor sangat gencar melakukan promosi dan pembangunan secara besar-besaran. Dengan adanya pembangunan perumahan ini dikhawatirkan akan semakin mengurangi daerah resapan air yang entah seperti apa dampak kedepannya. Survei yang dilakukan oleh Pusat Studi Properti Indonesia (PSPI) di tahun 2001 menyebutkan bahwa perumahan di wilayah Bogor umumnya lebih banyak berfungsi sebagai rumah kedua.

Wilayah Bogor yang memiliki curah hujan tinggi sebesar 3.201,8 mm per tahun menyebabkan hampir setiap hari turun hujan dalam setahun (70%) sehingga dijuluki sebagai "Kota Hujan". Wilayah Bogor sangat berpengaruh terhadap ketersediaan air warga Jabotabek, bisa dikatakan apabila dengan semakin berkurangnya daerah resapan air di bogor maka krisis air akan terjadi di wilayah jabodetabek tersebut. Oleh sebab itu dibutuhkan sejumlah tindakan efektif untuk dapat menanggulangi dan mengantisipasi dari berkurangnya area resapan air yang ada.

Berdasarkan atas sejumlah hal tersebut, maka dengan ini penulis mengembangkan sebuah inovasi berupa *brickpori* sebagai alternatif pengganti *paving* semen dari batu kapur yang berguna untuk meningkatkan area resapan air di perkotaan.

Perumusan masalah

Adapun sejumlah masalah yang akan dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Apa urgensi dari daerah resapan air?
- Bagaimana upaya konservasi daerah resapan air?
- Apakah *brickpori* efektif meningkatkan dan mempertahankan daerah resapan air di perkotaan?
- Kenapa *paving* (betonisasi) semen di perkotaan perlu diganti menggunakan *brickpori*?
- Bagaimana proses pembuatan *brickpori* ini dan apa kelebihanannya?

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji seberapa efektifnya penggunaan *brickpori* dalam meningkatkan dan membantu mempertahankan sistem drainase pada daerah resapan air, khususnya dalam penerapannya di perkotaan dengan mengganti *paving* menjadi *brickpori*.

Luaran yang diharapkan

Luaran yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebuah model pembuatan sistem drainase baru pengganti *paving* semen yaitu berupa *brickpori* dengan bentuk persegi panjang dan tersusun secara sistematis menyerupai keramik dengan memiliki dimensi 60x60x60 cm.

Kegunaan

a) Bagi Pemerintah

Pemerintah dapat menggunakan hal ini (*Brickpori*) di perkotaan terutama di sentra penting, padat penduduk, daerah rawan banjir dengan hanya mengganti sejumlah areal *paving* semen menggunakan *brickpori* yang lebih ramah lingkungan serta mampu mempertahankan sistem drainase air guna meningkatkan daerah resapan air. Hal ini tentunya seperti di daerah Jakarta yang sangat rawan banjir, penggunaan *brickpori* ini akan mampu mengurangi titik-titik rawan banjir dengan fungsi sistematis yang di desain untuk dapat tetap mempertahankan daerah resapan air.

b) Bagi mahasiswa

Penelitian ini merupakan salah satu hal yang dapat memberikan sejumlah kompleksitas ilmu yang didapatkan selama mengikuti kegiatan perkuliahan di kampus. Mahasiswa dapat mendesain sejumlah ide dan gagasan dari konsep baru berupa *brickpori* yang lebih efisien serta ramah lingkungan dan berguna untuk meningkatkan daerah resapan air di perkotaan.

c) Bagi Masyarakat

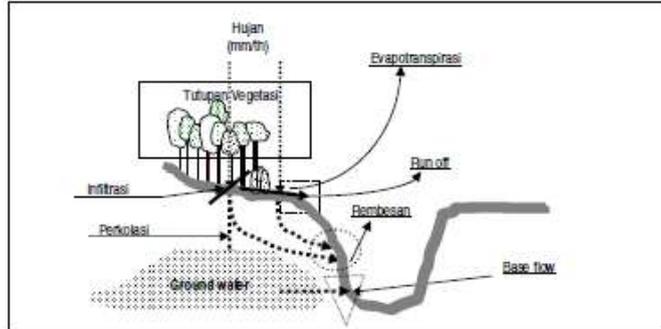
Output atau luaran dari penelitian ini dapat digunakan secara luas oleh masyarakat Indonesia, khususnya di kota-kota besar sebagai pengganti *paving* semen yang selama ini tidak efisien dan sangat tidak konservatif dalam mempertahankan sistem drainase air sehingga sangat rawan terhadap bencana banjir.

II TINJAUAN PUSTAKA

Mekanisme Distribusi Hujan

Distribusi hujan dalam daur hidrologis, secara rinci diilustrasikan pada Gambar-1 (halaman berikut). Air hujan yang meresap kedalam tanah, melalui dua tahapan yaitu infiltrasi, dan perkolasi. Infiltrasi merupakan proses meresapnya air ke lapisan tanah, dan dalam perjalanannya (perkolasi) ada yang sebagian menyimpang kearah samping menjadi air rembesan, sedangkan lainnya menuju ke arah air bawah tanah (ground water). Kemampuan vegetasi dasar, dan kondisi lapisan top soil yang kaya dengan bahan organik dan humus, sangat efektif dalam meresapkan air kedalam tanah. Berbeda halnya dengan proses perkolasi yang

sangat ditentukan oleh struktur dan tektur tanah, dan bukan oleh jenis tanahnya. Lapisan tanah pada horizon A, dan B (zona perakaran tumbuhan), dengan kandungan pasir tinggi, memiliki porositas dan premabilitas yang tinggi dalam melajukan air kedalam tanah. Proses perembesan kearah samping, terjadi karena kurang mampunya sistem perakaran dalam menahan dan menyerap air.



Gambar 1. Ilustrasi Daur Hidrologis.

Secara matematis bahwa debit air perkolasi (Y), merupakan faktor dari variabelvariabel besaran intensitas hujan (X1), porositas dan premabilitas tanah (X2), konfigurasi lapang (X3), olah tanah (X4), dan penutupan vegetasinya (X5). Kemampuan manusia sangat tidak mungkin dalam mengatur alam (hujan, sifat fisik tanah, dan konfigurasi lapang), bahkan aktivitas terhadap olah tanah maupun perlakuan terhadap vegetasi alam, menyebabkan terdegradasinya lahan. Padahal vegetasi merupakan kunci masuknya air kedalam tanah.

Mencermati efektifitas proses masuknya air kedalam tanah, ada dua faktor utama yaitu tutupan vegetasi dan struktur tanahnya. Dengan demikian terdegradasinya tata air di pulau Jawa yang kini telah menunjukkan ketidak seimbangan antara potensi ketersediaan air tanah pada musim kemarau dan penghujan, ada kecenderungan disebabkan oleh tutupan vegetasi dan perubahan struktur tanahnya.

Pada musim kemarau hampir semua sungai kering (Ciujung, Ciliwung, Cimanuk, Citanduy, Serayu, Progo, Bengawan Solo, dan Brantas). Namun sebaliknya pada musim penghujan dimana-mana muncul kelebihan air bahkan banjir, khususnya di muara-muara sungai. Hasil penelusuran terhadap daur hidrologi (global), pada beberapa DAS bagian hulu, di pulau Jawa secara rinci disajikan pada tabel berikut.

Tabel-1. Daur Hidrologis Beberapa DAS Bagian Hulu di Pulau Jawa

No.	Komponen hidrologi	Ciliwung (hulu)	Citanduy (hulu)	Serayu (hulu)	Brantas (hulu)
1.	Hujan (mm/th)	3.700	3.500	3.350	3.200
2.	Infiltrasi (%)	9,13	11,04	10,65	11,14
3.	Evapotranspirasi (%)	12,09	14,32	12,53	11,08
4.	Limpasan (%)	72,31	67,43	70,09	68,54
5.	Lain-lain (%)	6,47	7,21	6,73	9,24

Sumber : Penelitian Jurusan geografi FMIPA-UI (1994, 1997 dan 1999).

Mencermati tabel di atas, potensi sumber air memiliki kisaran yang sama, dan besaran volume hujan tergantung luas tangkapannya. Terhadap besaran infiltrasi (Ciliwung) menunjukkan nilai terendah, demikian halnya dengan distribusi lain-lain. Besaran evapotranspirasi nampaknya juga memperlihatkan kemampuan yang hampir seragam. Namun sebaliknya terhadap besaran air limpasan, bahwa Ciliwung dan Serayu menunjukkan potensi lebih tinggi dibanding kedua sungai lainnya. Kondisi ini nampaknya dipengaruhi oleh distribusi besaran lain-lain,

dimana Citanduy dan Brantas menunjukkan nilai lebih besar. Besaran lain-lain, berdasarkan analisis nampaknya >70% terdistribusi sebagai air intersepsi (vegetasi dan canopi bangunan). Dengan demikian untuk meningkatkan besaran infiltrasi dan menekan laju limpasan air kata kuncinya adalah pengaturan penutupan vegetasi dan lantai bangunan sebagai salah satu tindakan alternatifnya.

Karakteristik Daerah Resapan Air

Berdasarkan karakteristiknya litologinya, daerah resapan potenssial secara spesifik ditandai oleh jalur-jalur biru yang merupakan satuan batuan, terbentuk akibat evolusi bumi pada zaman tersier (200 juta tahun lalu), dan dikenal sebagai alur-alur endapan alluvial sungai purba. Endapan ini memiliki ketebalan ± 10 meter, terdiri atas batuan pasir, lempung, dan lanau, yang sangat poros terhadap pekolasi air. Alur-alur biru (sungai purba) berdasarkan bentang alamnya, lebih mendominasi wilayah cekungan (lembah), dan secara alami memiliki ciri (a) kondisi tanahnya yang poros, (porositas dan premabilitas tinggi), (b) berkemampuan dalam meresapkan air (infiltrasi) kedalam tanah, serta (c) perbedaan air tanah dangkal yang relatif mencolok pada musim kemarau dan penghujan.

Dengan demikian, pemahaman makna daerah resapan dalam hamparan bentang alam, paling tidak ada lima unsur utama sebagai penciri yang harus dipenuhi yaitu: (a) kondisi tanahnya poros, (b) kemampuan dalam meresapkan air, (c) memiliki perbedaan tinggi air tanah dangkal, dan (d) berada pada wilayah dengan curah hujan cukup tinggi >2500 mm/tahun, serta (e) berpenutupan vegetasi dengan sistem perakaran dalam serta memiliki strata (pelapisan) tajuk dan tumbuhan bawah. Porositas dan premabilitas tanah, dipengaruhi oleh struktur dan tektur tanahnya; dimana kandungan pasir dalam tanah sangat menentukan. Semakin tinggi kandungan pasir dalam tanah, maka kesarangan tanah akan semakin tinggi, dan berarti akan memacu terhadap peresapan air kedalam tanah, termasuk laju perkolasinya.

Perbedaan (delta) tinggi/rendahnya air tanah dangkal pada musim kemarau dan penghujan, dimaksudkan sebagai bukti adanya sirkulasi tata air baik kearah samping maupun kearah dalam. Aliran sirkulasi kearah samping berperan untuk mensuplai daerah sekitarnya (sumur), dan atau daerah yang air tanahnya lebih dalam, sedangkan kearah dalam erat kaitannya dengan suplai air ke persediaan air bawah tanah atau air tanah dalam (ground water). Pentingnya daerah yang memiliki curuh hujan tinggi, dimaksudkan agar potensi air yang dapat dimanfaatkan masuk kedalam tanah cukup besar. Adapun penutupan vegetasi dengan strata tajuk, sistem perakaran dalam, dan vegetasi dasar, memiliki peranan fungsi sebagai bio-filter baik terhadap sifat fisik-kimia tanah dan air, maupun kemampuannya dalam mengendalikan besaran laju air limpasan.

Neraca Air

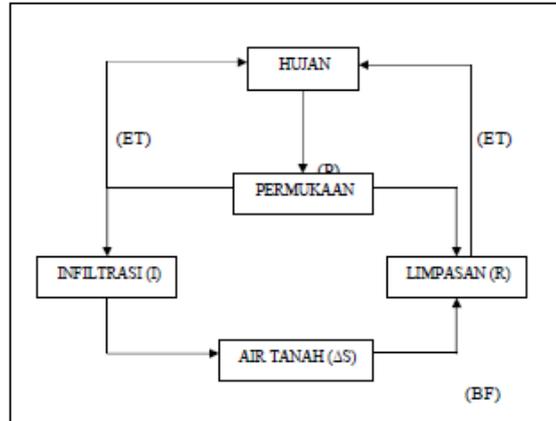
Neraca air menunjukkan hubungan antara komponen-komponen siklus hidrologi yang dapat dinyatakan sebagai suatu persamaan sebagai berikut.

$$P = R+T+E+I+\Delta S$$

Dimana :

P : Curah hujan

- R : Limpasan (*Run-off*)
- ET : *Evapotranspirasi*
- I : iInfiltrasi
- ΔS : Cadangan air tanah

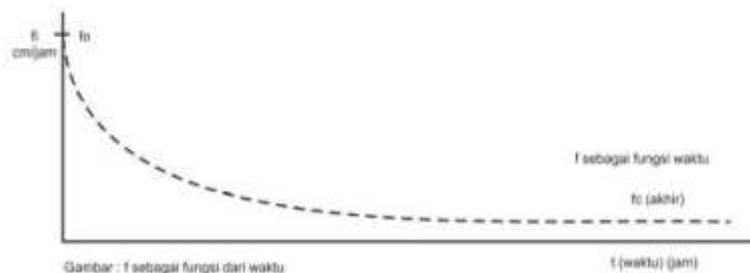


Gambar 2. Konsep Neraca Air.

Infiltrasi Air Tanah

Proses masuknya air hujan ke dalam lapisan permukaan tanah dan turun ke permukaan air tanah disebut infiltrasi. Air yang menginfiltrasi pertama-tama diabsorpsi untuk meningkatkan kelembaban tanah, selebihnya akan turun ke permukaan air tanah dan mengalir ke samping. Dalam beberapa hal tertentu, infiltrasi itu berubah-ubah sesuai dengan intensitas curah hujan. Akan tetapi setelah mencapai limitnya, banyaknya infiltrasi akan berlangsung sesuai dengan kecepatan absorpsi maximum setiap tanah yang terkait.

Kecepatan infiltrasi yang berubah-ubah sesuai dengan intensitas curah hujan umumnya disebut laju infiltrasi. Laju maksimum yang terjadi pada suatu kondisi tertentu disebut dengan kapasitas infiltrasi (f). Kapasitas infiltrasi memiliki nilai yang berbeda-beda tergantung dari kondisi permukaan tanah, struktur tanah, tumbuhan, suhu, dan lain-lain.



Gambar 3. Laju Infiltrasi Air Tanah.

$$F = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

Dimana rumus ini berlaku apabila $i > f$

- f : Kapasitas infiltrasi saat waktu t
- f_c : Nilai infiltrasi setelah mencapai nilai grafik konstan
- f_0 : Kapasitas infiltrasi saat mulai

k : konstanta
t : waktu

Aspek Pengelolaan Kawasan Resapan Air

Aplikasi pengelolaan kawasan resapan air dan pengembangan ekosistem perairan pada dasarnya harus dirancang secara jelas, melalui penyusunan rencana tapak, sebagai langkah awal. Penyusunan rencana tapak ini dimaksudkan sebagai penjabaran dari rencana detail ruang berdasarkan hasil penyerasian antara IPR dan kondisi eksis pada kawasan-kawasan strategis yang memiliki potensi sumberdaya air yang perlu dipertahankan; dipaduserasikan dengan Rencana Rinci Tata Ruang Wilayah (RRTRW).

Mencermati belum tersedianya data IPR wilayah DKI Jakarta, seyogianya dapat diantisipasi melalui pemaduserasian berdasarkan potensi tata air tanahnya. Demikian halnya terhadap pengembangan kawasan ekosistem perairan (situ-situ), pengukuhan kawasan menjadi syarat mutlak untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya okupasi. Langkah berikutnya, perlu dukungan atas peranan fungsi jasa penutupan vegetasi; selain berfungsi sebagai penyaring (filter) baik sifat fisik maupun kimia air dan tanah, juga merupakan penopang dan dukungan nilai-nilai estetika pengembangan ekosistem perairan yang erat kaitannya dengan siklus geohidrologi tata air resapan.

Didasari atas konsepsi dasar pengelolaan kawasan resapan air dan pengembangan lingkungan situ-situ secara terpadu berkelanjutan, seperti uraian di atas, dengan memperhatikan aspek daya dukung fisik wilayahnya, untuk itu dalam perencanaan pengelolannya perlu memperhatikan beberapa aspek yang erat kaitannya dengan keterpaduan, kelembagaan dan pendanaannya.

Studi Kasus Pengelolaan Daerah Resapan DKI Jakarta

Wilayah DKI Jakarta tercatat 65.000 ha, berdasarkan karakteristik kondisi fisik bentang alamnya tercatat $\pm 43,53\%$ (28.300 ha) yang dinilai efektif sebagai daerah resapan air. Wilayah ini memiliki kisaran curah hujan antara 2000 dan 2.500 mm/tahun, prorositas dan premabilitas tanahnya mampu mendukung terhadap distribusi air kedalam tanah (infiltrasi), serta mampu mendukung kebutuhan air tanah dangkal lebih dari 5 juta penduduk.

Hamparan kawasan resapan air berdasarkan proses terbentuknya (pesesaran) pada masa meosen awal, merupakan hamparan bentuk medan mulai dari Bogor-Depok hingga sebagian Wilayah DKI Jakarta.

Menurut Waryono (2000), wilayah resapan potensial di wilayah DKI Jakarta, meliputi Wilayah Kotamadya, Jakarta Selatan (87,72%), Jakarta Timur (64,34%), Jakarta Barat (23,78%), dan Jakarta Pusat (7,21%). Lebih jauh dikemukakan bahwa karakteristik kawasan resapan ini dicirikan oleh pengaruh air permukaan dangkal, bersumber dari air hujan, dan laju besaran air perkolasi yang tersimpan pada zona ground water (air tanah dalam). Hasil penelitian Waryono (2000), yang dilakukan secara acak pada beberapa lokasi di sekitar bantaran sungai (wilayah kikisan) DKI Jakarta, tercatat besaran hujan rata-rata 2.100 mm/tahun, terdistribusi menjadi evapotranspirasi (12,04%), infiltrasi (10,35%), dan air limpasan (77,61%).

Telaah lebih jauh menginformasikan bahwa kenaikan dan penurunan daur hidrologis di wilayah kikisan DKI Jakarta, selama kurun waktu 10 tahun disebabkan meningkatnya alih fungsi penggunaan tanah untuk kepentingan

pengembang permukiman 4,97% dari luas wilayah kikisan. Terganggunya peranan fungsi jasa komunitas vegetasi sebagai akibat dari alih fungsi penggunaan tanah, semakin terdesaknya kawasan-kawasan resapan atau tandon air, baik diwilayah Jakarta Timur, maupun Jakarta Selatan.

Berdasarkan Kepres No. 32 tahun 1990, tentang pengelolaan kawasan lindung secara jelas dituangkan bahwa pentingnya perlindungan terhadap sumberdaya di bawahnya, yang memiliki manfaat besar terhadap kepentingan umum (masyarakat luas). Perlindungan terhadap kawasan sempadan sungai, secara jelas diberikan batasannya, demikian halnya terhadap sumber-sumber mata air. Namun demikian terhadap hamparan medan yang luas dan merupakan kawasan resapan air nampaknya masih kurang tegas ketentuan aturannya.

Persepsi perlindungan terhadap kawasan resapan air nampaknya diantisipasi melalui pengaturan koefisien dasar bangunan (KDB). Dalam implementasinya belum memperlihatkan kekuatan hukum yang jelas. Sebagai contoh Wilayah Jakarta Selatan, ditetapkan sebagai kawasan resapan air; dan KDB yang ditetapkan bersifat kualitatif yaitu "*wilayah dengan KDB rendah*". Lebih jauh dalam antisipasinya dianjurkan bahwa pemanfaatan lahan untuk bangunan disarankan untuk menyisakan seluas 30%, yang dipergunakan sebagai kawasan hijau privat.

Kondisi fisik kawasan resapan air dan kawasan tandon air (situ-situ), pada hakekatnya merupakan kunci dasar pendekatan sebagai bahan pertimbangan dalam manajemen penanganannya. Potensi daya dukung kawasan resapan air dan lingkungan situ-situ seperti penutupan vegetasi, selain memiliki peranan fungsi jasa bio-hidro-logis, juga berperan sebagai pendukung nilai estetika pada lingkungan situ-situ. Perlunya perlindungan kawasan resapan air selain berperan dalam untuk mengendalikan kuantitas (persediaan air tanah) juga terhadap kualitas airnya.

Hasil penelitian Hendrawan dan Waryono (1993), menginformasikan kualitas air tanah dangkal pada berbagai tipe permukiman di wilayah Jakarta Selatan memperlihatkan kecenderungan terganggunya kualitas air tanah, dan dipengaruhi oleh pembuangan limbah rumah tangga yang tidak terkontrol. Lebih jauh dikemukakan bahwa cemaran ditergen pada saat musim kemarau turun kedalam tanah mengikuti turunnya kondisi air tanah dangkal, dan sekaligus mencemari tanah-tanah pada kedalaman tertentu walaupun air tanah saat itu telah kembali (naik kembali) karena suplai air hujan.

Mencermati fonemena permasalahan di atas, harapan munculnya kebijakan sebagai kaidah dan rambu-rambu untuk tujuan penyelamatan, pelestarian dan pemanfaatan secara optimal terhadap baik terhadap kawasan resapan air maupun kawasan tandon air, akan mendudukan posisi strategis atas kepeduliannya dalam mempertahankan fenomena spesifik daerah resapan.

III METODE PENELITIAN

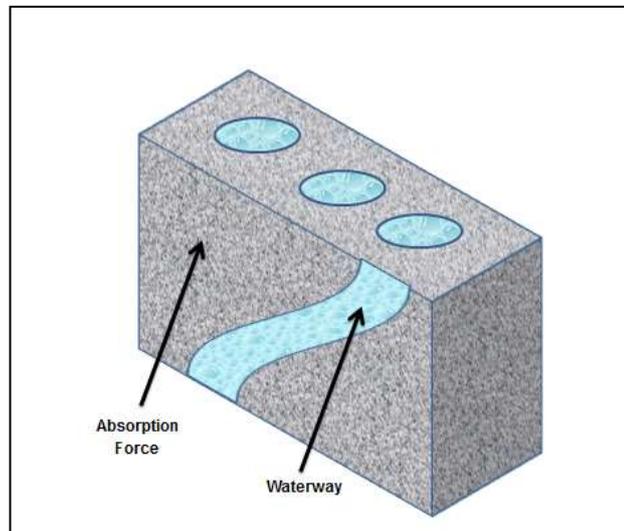
Variable Penelitian

- 1) Variable tak bebas : Jumlah air dan kualitas air hasil infiltrasi, serta luasan *brickpori* (m^2)
- 2) Variabel bebas : Porositas batuan yang digunakan sebagai

campuran *brickpori*

Model yang Digunakan

Model yang digunakan seperti digambarkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Rancangan *Brickpori*.

Pada model tersebut dibuat dengan menggunakan pemampatan bahan berupa batuan kapur yang dibentuk menyerupai kubus. Pada potongan melintang tersebut, daerah absorpsi yang tersusun oleh kapur, sedangkan bagian tengah dibolongkan membentuk sirkulasi 'S'. Sirkulasi yang terbentuk memanfaatkan gaya gravitasi sebagai pemicu terjadinya aliran air sehingga sampai ke tanah.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini secara deskriptif membagi mikroskala dari hasil ayakan batu kapur sehingga pengaturan porositas yang dihasilkan pada cetakan nanti dapat digunakan sebagai pembanding.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah berupa data kecepatan infiltrasi air melalui rembesan yang dihasilkan. Jadi akan didapatkan perbandingan parameter volume awal air sebelum dan sesudah memasuki *brickpori*. Selain itu, nilai absorpsi penyerapan limbah dianalisis dengan menggunakan uji lab antara sebelum dan sesudah melewati celah air dari *brickpori* ini.

Teknik Analisis Data

Analisis data yang dilakukan adalah dengan menggunakan Analisis dasar neraca air mengikuti kaidah pengukuran umum, yaitu:

$$P = R+T+E+I+\Delta S$$

Dimana :

P : Curah hujan
R : Limpasan (*Run-off*)
ET : *Evapotranspirasi*
I : iInfiltrasi

ΔS: Cadangan air tanah

Sedangkan untuk laju infiltrasi digunakan rumus :

$$F = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

Dimana rumus ini berlaku apabila $i > f$

f : Kapasitas infiltrasi saat waktu t
 f_c : Nilai infiltrasi setelah mencapai nilai grafik konstan
 f_0 : Kapasitas infiltrasi saat mulai
k : konstanta
t : waktu

Selanjutnya untuk uji kualitas air menggunakan uji laboratorium dengan menggunakan pedoman standar baku mutu air tanah. Serta untuk analisis kekuatan bahan dasar *brickpori* dilakukan analisis kekuatan *press* dari pemampatan kapur menggunakan mesin *press*.

Cara Penyimpulan dan Penafsiran Hasil Penelitian

Hasil yang didapatkan nanti akan dianalisis seberapa efektifnya nilai infiltrasi, absorpsi dari air yang melewati *brickpori* ini. Selain itu untuk menunjukkan efektifitas peran kapur ini sebagai filter kimia, maka hasil identifikasi dan analisis kualitas air digunakan sebagai data pendukung dari keefektifan penggunaan *brickpori*.

IV JADWAL KEGIATAN

Tabel 2. Jadwal Kegiatan

No	Jenis Kegiatan	Bulan ke-1				Bulan ke-2				Bulan ke-3				Bulan ke-4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Bahan Dasar Pembuatan <i>Brickpori</i>	■	■	■	■												
2	Pembuatan Desain			■	■												
3	Uji Ketahanan <i>Brickpori</i>			■	■												
4	Analisis Laboratorium dan Lapangan				■	■	■	■	■	■	■	■	■				
5	Analisis Data Lanjutan											■	■	■	■	■	■
6	Interpretasi Hasil Penelitian															■	■
7	Pembuatan Laporan akhir																■

Rancangan biaya

Tabel 3. Rincian Biaya

Alat dan Bahan	Jumlah/Durasi	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
Biaya pembelian Alat dan Bahan			
Semen	2 sak	49000	98000
Pasir halus	5 karung	50000	250000
Batu kerikil kecil	5 karung	45000	225000
Batu Kapur	20 Karung	20000	400000
Ruble	5 karung	15000	75000
Mesin Press (<i>Press Machine</i>)	1 set	1000000	1000000
Centong	1 buah	7500	7500
Plastik tahan panas	1 pak	15000	15000
Botol sampel 500 ml	10 buah	25000	250000
Pipet tetes	5 buah	2000	10000
Kertas tissue gulung	2 gulung	3750	7500
Lap kain	1 buah	5000	5000
Bacto agar	100 gram	4000	400000
Peptone	100 gram	4000	400000
Yeast extract	100 gram	4000	400000
Glicerol	50 ml	4000	200000
Air laut	10 liter	100	10000
Air destilata	10 liter	4000	40000
Papper disk	100 biji	2000	200000
Objek glass	1 pak	75000	75000
Alkohol 70%	5 liter	18000	90000
Larutan pemutih	2 botol	5000	10000
Kayu cetakan	10 buah	5000	50000
Internet	4 bulan	10000	400000
Transportasi	4 bulan	250000	500000
Biaya Penggunaan Jasa			
Identifikasi air sample	-	800000	800000
Uji ketahanan bahan <i>Brickpori</i>	-	800000	800000
Analisis Kualitas air	10 sampel	200000	2000000
Pelaporan (Print + copy)	-	350000	350000
TOTAL			9.068.000

V HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengerjaan program penelitian ini hingga saat ini mencapai skala maksimal 100%. Pengerjaan yang semula direncanakan akan berjalan dari awal bulan Januari 2013 ternyata mengalami pengunduran program hingga akhirnya merubah rencana yang telah ditetapkan dalam pengerjaan PKM ini. Pada tahap pertama, team melakukan survey dan kajian terhadap beberapa lokasi pembuatan *paving*, batako press, batako manual dan pengrajin batako sederhana yang dilakukan di beberapa tempat di Bogor. Hasil survey ini mendeskripsikan masing-masing tingkat kerumitan dan pengerjaan pembuatan sebuah batako, paving ataupun model yang digunakan sebagai bahan uji yang direncanakan dalam pengerjaan PKM ini.

Desain umum yang telah ada di masyarakat dan memiliki tingkat pemasaran yang cukup banyak sehingga mudah untuk didapatkan, namun karena desain dari model yang kami ajukan ini memiliki perbedaan tentunya hal ini menjadi sebuah pertimbangan dalam pengerjaan kami selanjutnya. Bentuk umum yang didapati adalah balok dengan panjang maksimal 15x30 cm, sedangkan desain yang kami inginkan 60x60 cm. Karena hal paling mendasar dalam menciptakan sebuah model yang kami inginkan adalah menggunakan sirkulasi "S" pada tengah saluran desain, maka hal ini pula yang menjadi sebuah permasalahan mendasar dan sangat rumit untuk dikerjakan. Hampir dari beberapa lokasi yang di survey, menjawab hal ini sangat susah untuk dibuat, bukan masalah dari *user* / pembuatnya, namun lebih ke arah teknis dari desain cetakan yang akan digunakan. Hal ini dikarenakan merubah cetakan akan merubah seluruh total sistem yang akan digunakan dalam pembuatan batako atau paving tersebut.

Pengerjaan yang dilakukan dengan bentuk desain paving berukuran 60x60 cm ini tidak dapat dilakukan sekaligus, mengingat biaya yang digunakan nanti dalam pembuatan cetakan sangat mahal karena memiliki ketebalan besi cetakan yang tebal dan tentunya pengeluaran biaya dalam hal cetakan ini tidak dapat sepenuhnya dikeluarkan mengingat bahwa masih banyak terdapat kebutuhan biaya yang nantinya akan dikeluarkan selama penelitian ini. Sehingga kami membagi tahap pengerjaan menjadi 2 kali pembuatan untuk satu kali proses pembuatan batako yang dibuat (Karena desain sirkulasi "S" ini sangatlah rumit untuk dikerjakan dengan menggunakan cetakan yang sudah dibuat). Uji coba manual yang dilakukan menggunakan cetakan standar, dapat menghasilkan sebuah batako press dengan ukuran yang sangat kecil dan desain sirkulasi "S" yang diinginkan belum dapat dibuat karena membutuhkan proses pengerjaan manual setelah batako tersebut jadi.

Selanjutnya setelah bentuk dari desain yang kami rencanakan jadi, kami membutuhkan studi literatur terkait uji Instron ataupun uji kelayakan bahan yang kami hasilkan, yaitu uji tekan material. Konsultasi ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin IPB, Laboratorium Kimia Lingkungan IPB, Laboratorium Litbang Kementerian Kehutanan, dan Laboratorium Departemen Hasil Hutan (Fahutan-IPB). Hasilnya menunjukkan bahwa desain yang kami buat ini harus dikonsultasikan kepada pihak yang mengerti hidrologi. Hal ini dimaksudkan untuk dapat membuktikan secara teoritik apakah desain yang kami tawarkan ini akan mempengaruhi drainasi ataupun sistem hidrologi terutama apabila

difungsikan di kota Jakarta. Sehingga uji kelayakan terhadap desain ini masih sangat panjang.

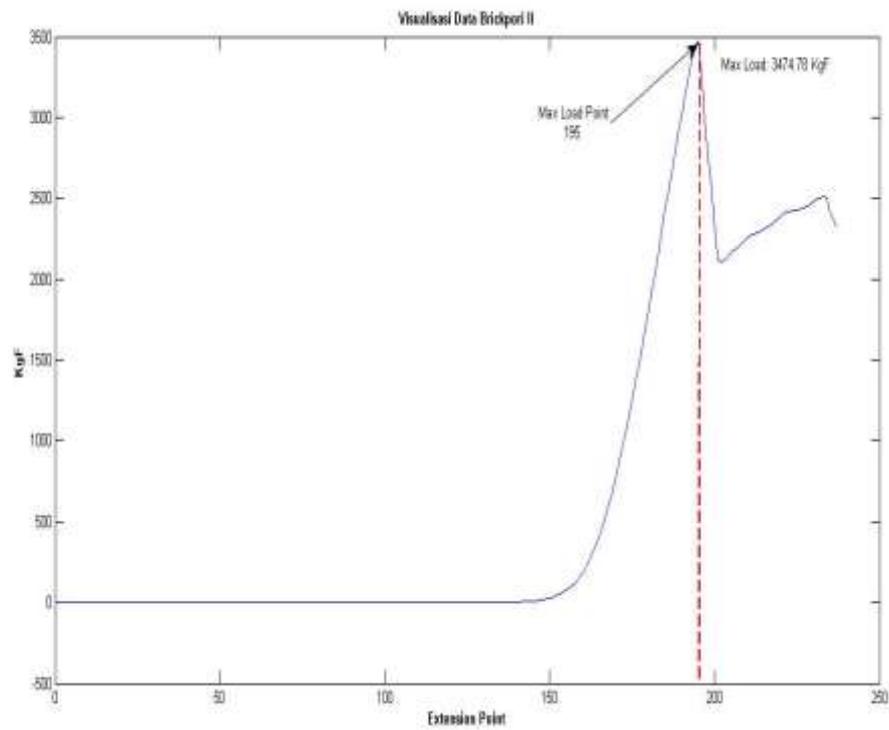
Saat ini pengerjaan masih sampai pada uji sederhana mengenai konsep desain yang telah dihasilkan. Selanjutnya yang akan dilakukan adalah uji terhadap kualitas air input dan output yang dihasilkan dari sistem atau desain yang kami buat ini. Dari uji air, kami akan melakukan kuantifikasi perubahan air per skala liter masukan dan keluaran, selain itu akan dilakukan uji sample air input output dengan menggunakan titrasi sederhana logam berat yang akan dicampur sehingga nantinya dapat dilihat seberapa besar alat ini berfungsi secara maksimal apabila digunakan untuk jenis limbah logam berat (Persentase limbah logam berat sebelum dan sesudah memasuki sistem dari desain yang kami buat).

Selain itu pengerjaan selanjutnya yang kami prioritaskan adalah uji ISO terhadap standarisasi bahan bangunan, karena desain dan hasil yang kami kerjakan ini masuk dalam kategori bahan bangunan. Oleh sebab itu kajian literatur lanjutan diperlukan mengingat dalamnya materi yang akan kami eksplorasi lebih lanjut. Uji ISO ini merupakan uji lanjutan dari standarisasi desain yang kami hasilkan. Hal ini dimaksudkan untuk memvalidasikan apakah bentuk desain yang kami buat ini nantinya apabila ingin digunakan oleh masyarakat luas memiliki tingkat keamanan dan keawetan dalam masa penggunaannya.

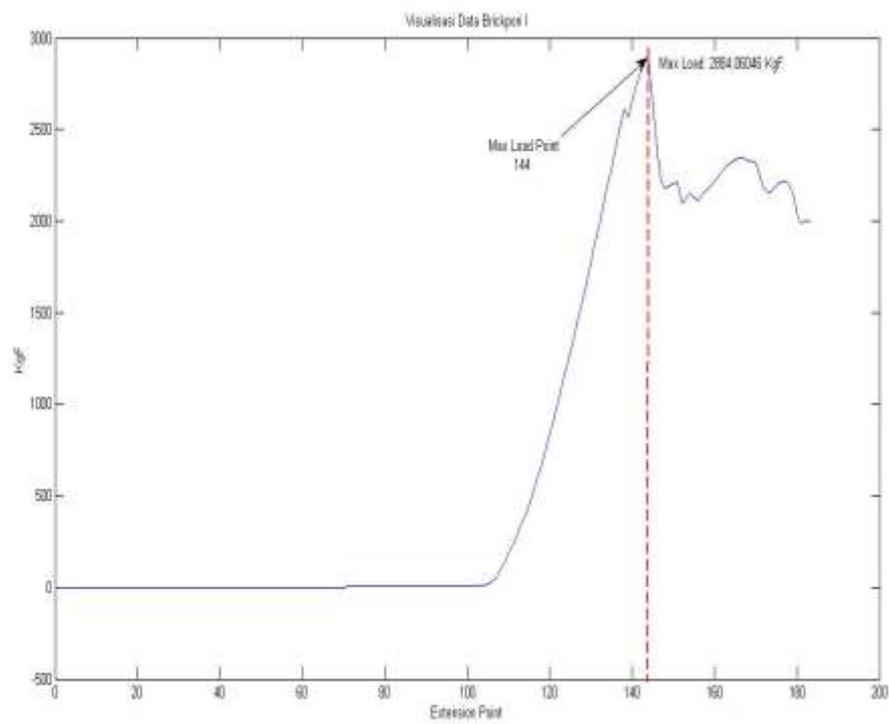
Hasil Uji Instron

Tabel 4. Hasil Uji Instron

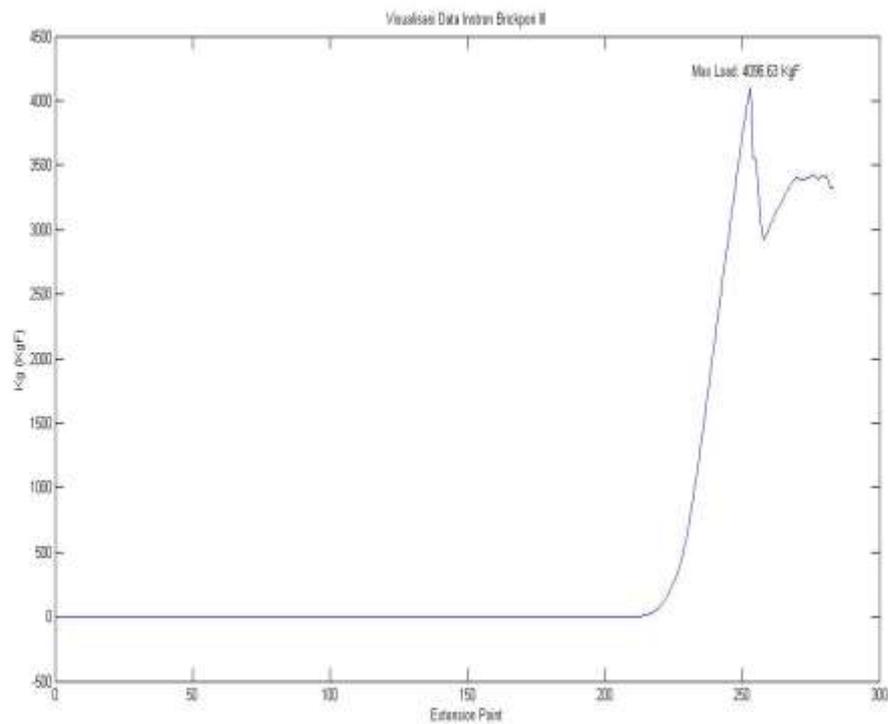
Diameter (cm)	Maximum Load (KgF)
15	2884.06046
10	3474.78459
5	4096.62986



Gambar 4. Visualisasi Data Brickpori I.



Gambar 5. Visualisasi Data Brickpori II.



Gambar 6. Visualisasi Data Brickpori III.

Uji Kualitas Air

Tabel 5. Hasil Uji Kualitas Air

Parameter	Metode	Satuan	Konsentrasi awal	Konsentrasi akhir	EFISIENSI
DO	DO-METER	mg/lit	7,2	6,6	0,083333
Ph	pH-METER		5,08	6,14	-0,20866
TDS	TDS-METER	mg/lit	182	156	0,142857
KEKERUHAN	TUBIDYMETR	NTU	0,4	1,5	-2,75
ALKALINITAS	TITRASI BCG-MR	mg/lit Ca CO ₃	16	6	0,625
FOSFAT	MOLYBDATE	mg/lit	0,629	0,385	0,387917
NITRIT	SILFANILAMIDE	mg/lit	0,054	0,0737	-0,36481

NITRAT	BRUCINE	mg/lt	0,8007	0,654	0,183215
--------	---------	-------	--------	-------	----------

Kecepatan Infiltrasi

Nilai kecepatan infiltrasi untuk diameter 5 cm adalah sebesar 4.3633 liter/second, diameter 10 cm adalah 17.453 liter/second, dan untuk diameter 15 cm adalah 39.27 liter/second.

VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian yang didapatkan, maka dapat disimpulkan bahwa degan semakin kecil diameter sirkulasi brickpori yang dibuat maka akan memiliki maksimum *load* yang semakin besar dengan penurunan kecepatan infiltrasi dan begitu pula sebaliknya. Pemanfaatan brickpori ini mampu meningkatkan pH, kekeruhan, dan Nitrit, serta mampu menurunkan kadar DO, TDS, Alkalinitas, Fosfat, dan Nitrat. Jadi secara umum memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alkadri., CS., 1999. *Manajemen Teknologi Untuk Pengembangan Wilayah*. Direktorat Kebijakan. Teknologi Pengembangan Wilayah, BPPT Jakarta.
- [2] Anonim, 1999. Peraturan Daerah No. 6 tahun 1999, Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Propinsi. Daerah Khusus Ibukota Jakarta tahun 2010.
- [3] Bapedalda, 1996. *Kajian Spatial Kawasan Kumuh Berdasarkan Kriteria Desa/ Kelurahan Miskin di Wilayah DKI Jakarta*. Kerjasama Badan Pengelola Dampak Lingkungan Daerah dengan Pusat Pengkajian Geografi Terapan Fakultas MIPA-Universitas Indonesia. Dinas Tata Kota Propinsi DKI Jakarta, 2001. Penyusunan Strategi dan Rencana Pengembangan RTH DKI Jakarta.
- [4] Gunawan dan Waryono., T., 1987. *Kajian dan Prediksi Besaran Air Infiltrasi dan Limpasan di Sekitar Kampus Universitas Indonesia*. Jurusan Geografi Universitas Indonesia.
- [5] Hendrawan dan Waryono., Tarsoen., 1993. *Studi Kualitas Air Tanah Dangkal di Beberapa Lokasi Strategis Resapan Air di Wilayah Kotatip Depok*. Jurusan Geografi Universitas Indonesia.
- [6] Narwanto dan Waryono., T., 1994. *Prediksi Besaran Air Limpasan, Infiltrasi dan Evapotranspirasi di Sekitar Kampus Universitas Indonesia*. Jurusan Geografi Universitas Indonesia.
- [7] Soerjani., M., 1987. *Lingkungan Sumberdaya Alam dan Kependudukan Dalam Pembangunan*. Universitas Indonesia. Jakarta. UI Press 1087.
- [8] Salim., E, 1986. *Pembangunan Berwawasan Lingkungan*. LP3S. Jakarta.
- [9] Wolf., JCM., 1996. *Urban Geomorphology in dry lands*, pp. 234-253, Clarendon Prees, Oxford.
- [10] Waryono., T, 1996. *Aspek Lingkungan Fisik Kritis Perkotaan dan Upaya Pengendaliannya (Studi kasus DKI Jakarta)*. Diskusi panel Program Pasca Sarjana Biologi Konservasi Universitas Indonesia.

- [11] _____, 1997. *Fenomena Kutub-kutub Panas Kota dan Upaya Pengendaliannya (Studi kasus DKI Jakarta)*. Diskusi panel Program Pasca Sarjana Biologi Konservasi Universitas Indonesia.
- [12] _____, 1998. *Peranan Fungsi Jasa Bio-Eko-Hidrologis Kawasan Hijau Dalam Kancah Pembangunan Wilayah Perkotaan*. Diskusi panel Program Pasca Sarjana Biologi Konservasi Universitas Indonesia.
- [13] _____, 2001. *Beberapa Aspek Pengelolaan dan pengembangan Situ-situ Sebagai Wahana Rekreasi dan Sumber PAD*. Diskusi terbatas pengembangan situ-situ di kota Depok, dalam Rangka Peringatan Hari Lingkungan Hidup Sedunia; Pemda Kota Depok, Juni 2001.
- [14] _____, 2001. *Antisipasi Krisis Air Tanah pada Pertengahan Abad XXI*. Paparan Akademis dalam rangka Peringatan Hari Air Sedunia Kota Depok, Oktober 2001.
- [15] _____, 2002. *Aspek Pengelolaan Wilayah Resapan Berbasis Ramah Lingkungan*. Warta Pembangunan Kota Depok. Edisi-1 tahun 2002.
- [16] _____, 2002. *Fungsi Jasa Hidrologis Vegetasi Riparian*. Seminar Dalam rangka Peringatan hari Jadi Air Sedunia tahun 2003. Dept. Kimpraswil Jakarta, April 2003.
- [17] _____, 2002. *Bentuk Struktur dan Lingkungan bio-fisik sungai*. Seminar dan Kongres Geografi Nasional. Universitas Pendidikan Indonesia Bandung. Oktober 2002.
- [18] _____, 2002. *Pemberdayaan Masyarakat Squatter Situ Rawa Besar Kota Depok. Paparan Akademis dalam rangka pemberdayaan peranan fungsi situ-situ*. Pemda Kota Depok, Oktober 2002.
- [19] _____, 2002. *Peremberdayaan Teknologi sumur resapan di wilayah Kotamadya Jakarta Selatan*. Penelitian pemberdayaan teknologi tepat guna. BPLHD Jakarta Selatan Tahun anggaran 2002.
- [20] _____, 2002. *Konsepsi pengelolaan DAS berbasis manajemen bioregional. Paparan akademik dalam diskusi manajemen pengelolaan air Kota depok*, April 2002.
- [21] _____, 2002. *Peremberdayaan Teknologi sumur resapan di wilayah Kotamadya Jakarta Selatan*. Penelitian pemberdayaan teknologi tepat guna. BPLHD Jakarta Selatan Tahun Anggaran 2002.
- [22] _____, 2003. *Konsepsi Restorasi Ekologi Kawasan Penyangga Sempadan sungai di DKI Jakarta*. Seminar Evaluasi Pasca dan Rancang Tindak Pengendalian Banjir. Wilayah Perkotaan. Dept. Kimpraswil, Jakarta April, 2003.