

UNDERGROUND FOREST: INOVASI HUTAN BAWAH TANAH SEBAGAI SOLUSI PENCEMARAN UDARA DAN BANJIR IBUKOTA JAKARTA TAHUN 2025

Masliana¹⁾, Wildan Ari Rachman²⁾,
Hestin Dwi Anjarwati³⁾, Umi Tri Ruhana⁴⁾,
Dian Astri Rahmawati⁵⁾

¹⁾ S1 Fisika, Fakultas Sains Teknologi,
Universitas Airlangga

Email: masliana@gmail.com

²⁾ S1 Ilmu Teknologi Lingkungan, Fakultas Sains
Teknologi, Universitas Airlangga

Email: wildanixc@yahoo.co.id

³⁾ D3 Sistem Informasi, Fakultas Sains Teknologi,
Universitas Airlangga

Email: hestin.dwi_12@fst.unair.ac.id

⁴⁾ SI Statistika, Fakultas Sains Teknologi,
Universitas Airlangga

Email: Ruhana_umi@gmail.com

⁵⁾ SI Biologi, Fakultas Sains Teknologi, Universitas
Airlangga

Email: Dianastrirahmawati@yahoo.com

Abstract

Flooding and pollution are serious problem for metropolitan cities like Jakarta. Population density in Jakarta is considered as the second cause of the problem and the wrong attitude like habit of throwing garbage in rivers that triggered the closure irrigation and the use of fossil fuels for transportation and pollution of industry causing global warming. Urban forest planting is still minimal compared to the level of air pollution in Jakarta. Planting city forests requires large area, so we offer a new concept of urban forest that is effective and efficient place so it will not reduce development and community activities metropolitan. Underground Forest made by utilizing the concept of forest land for the construction of the underground by utilizing watershed and catchment water for hydroelectric energy and water uptake artificial lighting is collected in artificial lake, so to addressing the problem of air pollution are also addressing the problem of flooding. This forest is a commercial forest which has a production forest, forest Trembesi also has more economic value in terms of tourism.

Keywords: City Forest, water power,
artificial lake, commercial Forest,

1. PENDAHULUAN

Pada Pasal 9 Undang-undang nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan menetapkan bahwa Hutan Kota memiliki persentase luas hutan lahan paling sedikit 10% (sepuluh per seratus) dari wilayah perkotaan dan atau disesuaikan dengan kondisi setempat atau Luas hutan kota dalam satu hamparan yang kompak paling sedikit 0,25 (dua puluh lima per seratus) hektar, Sedangkan dalam Hutan kota dalam UU 41 Tahun 1999 diatur dalam pasal 9 ayat (1) bahwa untuk kepentingan pengaturan iklim mikro, estetika dan resapan air, disetiap kota ditetapkan kawasan tertentu sebagai hutan kota. Penyediaan hutan kota tidak lain adalah untuk mengurangi dan mengatasi masalah ekologi yaitu keberadaan hutan kota di Jakarta tidak sepenuhnya dimaksimalkan oleh masyarakat maupun pemerintah. Padahal hutan memiliki manfaat yang luar biasa bagi kehidupan masyarakat. Para peneliti memperkirakan bahwa hutan kota dapat mencegah rata-rata satu kematian per tahun akibat pencemaran udara atau polusi. Perkembangan volume lalu lintas di perkotaan Indonesia mencapai 15% pertahun. Transportasi di kota-kota besar merupakan sumber pencemaran udara yang terbesar, dimana 70% pencemaran udara diperkotaan disebabkan oleh aktivitas kendaraan bermotor.

Parameter polusi udara dari karbon monoksida (CO), Nitrogen oksida (NO_x), Methane (CH₄), Nonmethane (Non CH₄), Sulfur dioksida (SO_x) dan Partikel (SPM₁₀) dapat menimbulkan efek terhadap pemanasan global (Gunawan, 1997).

Pohon di kota bekerja dengan cara membantu membersihkan udara dari partikel halus dan kecil yang dilepaskan ketika terjadi pembakaran pada bahan bakar dari knalpot, dan pembangkit listrik (Health, 2013). Selain pencemaran udara atau (polusi), banjir juga menjadi agenda tahunan di Ibukota Jakarta. Hal ini dikarenakan luas lahan hijau (RTH) sebagai tempat peresapan air tidak sebanding dengan luas wilayah yang digunakan untuk pemukiman dan gedung bertingkat di Ibukota Jakarta.

Banjir dalam hidrologi dapat didefinisikan sebagai suatu keadaan dimana debit air sungai melebihi debit aliran dasar (*base flow*) sebagai akibat dari hujan yang jatuh pada vegetasi, buatan, permukaan tanah,

permukaan air, dan saluran sungai. Hujan yang jatuh diatas permukaan tanah sebagian mengalami *intersepsi* atau jatuh langsung kepermukaan tanah. Air hujan yang jatuh mula mula akan membasahi tanah, bangunan, batuan dan vegetasi. Berikutnya akan membentuk lapisan tipis air dipermukaan tanah yang dikenal dengan *surface detention*, kemudian membentuk aliran linear. Karena ketebalan bertambah, kecepatan airnya bertambah, maka aliran air menjadi apa yang disebut limpasan permukaan. Limpasan limpasan permukaan ini akhirnya masuk ke aliran sungai (Indriatmoko, 2010).

Hutan dan pepohonan pada kasus ini dapat mengurangi hal tersebut sebab akar tanaman masih dapat menyerap aliran air yang harusnya mengalir ke laut. Volume air hujan dapat ditampung saat musim hujan sehingga tidak terjadi peningkatan drastis yang memicu air bah. Dari dua masalah ekologi diatas, hutan adalah solusi tepat penanggulangan.

Konsep Hutan Bawah tanah adalah konsep yang tepat dalam menangani masalah polusi dan banjir di kota metropolitan padat penduduk dan minim lahan kosong untuk pembangunan taman kota tanpa dihalangi oleh ketersediaan lahan yang semakin lama semakin menipis di berbagai daerah, terutama di kota-kota besar di Indonesia, yaitu dengan mengisi ruang angkasa yang kosong. Selain itu untuk “menghadang” dominasi “hutan beton” di kota-kota besar.

Tujuan dari pengajuan gagasan ini adalah:

1. Untuk menangani masalah ekologi berupa banjir dan polusi udara dengan penanaman hutan bawah tanah yang dilengkapi dengan sistem irigasi dan penampungan udara terpadu.
2. Membuat hutan yang bernilai pendidikan dan ekonomi, baik dari sektor produksi maupun pariwisata.
3. Mengembangkan hutan kearah lahan tumpang sari sebagai keberlanjutan gagasan hingga pada akhirnya dapat menjadi sistem mandiri yang mampu berswasembada dalam hal pembiayaan dan operasional.

2. METODE

Dari seluruh lahan di Indonesia yang dialokasikan untuk 4 (empat) fungsi hutan, yakni fungsi lindung, fungsi produksi, fungsi

wisata, serta fungsi suaka, fungsi produksi menempati posisi terluas dengan 64 juta Ha (Maman Sutisna, 2001). Sisanya adalah pembangunan yang didominasi oleh bangunan beton yang menjadi penghalang resapan air kedalam tanah.. Sedangkan , polusi udara di Jakarta di dominasi oleh hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti solar dan bensin yang merupakan bahan transportasi dan batubara untuk industri.

Hasil uji emisi gas buang kendaraan bermotor tahun 2001 yang dilakukan di kota Bandung oleh Badan Pengelola Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) dari jumlah kendaraan sebanyak 1468 buah yang berbahan bakar bensin dan solar, adalah sebagai berikut :berbahan bakar bensin sekitar 56% melampaui Baku Mutu yang ditetapkan, dan berbahan bakar solar sekitar 90% tidak memenuhi Baku Mutu yang ditetapkan. *Second National Communication* juga menyebutkan bahwa emisi CO₂ dari konsumsi bahan bakar fosil dari tahun 2000-2005, naik hingga 6,4% per tahunnya. Sumber bahan bakar utama dari kategori emisi ini berasal dari listrik, penyulingan minyak bumi dan gas (35%), transportasi (23%); permukiman (9%) dan industri manufaktur serta konstruksi (27%). Di tahun 2000, emisi gas rumah kaca melalui pembakaran bahan bakar fosil beranjak dari 240,877 Ggram di tahun 2000 sampai 333,438 Ggram di tahun 2005. Berdasarkan data yang diperoleh dari *Second National Communication*, dapat dikatakan bahwa emisi nasional Indonesia di tahun 2005 mencapai 1,13 kg CO₂-ek/kapita/hari (1130 gCO₂-ek/kapita2005 mencapai 1,13 kg CO₂-ek/kapita/hari (1130 gCO₂-ek/kapita).

Berdasarkan permasalahan diatas, hutan bawah tanah dihadirkan dengan metode penyerapan CO₂ maksimal untuk kebutuhan hutan trembesi yang ditanam. Alasan pemilihan trembesi sebagai tanaman penyerap O₂ adalah kemampuan adaptasinya yang baik dan nilai produksi yang dihasilkan. Trembesi dapat bertahan pada daerah yang memiliki bulan kering 2-4 bulan, suhu 20-38°C dimana suhu maksimal saat musim kering 24-38°C dan suhu minimal saat musim basah 18-20°C. Pertumbuhan optimum pada kondisi basah dimana hujan terdistribusi merata sepanjang tahun. Trembesi dapat beradaptasi dalam kisaran tipe tanah dan pH

yang luas. Tumbuh di berbagai jenis tanah dengan pH tanah sedikit asam hingga netral (6,0-7,4) meskipun disebutkan toleran hingga pH 8,5 dan minimal pH 4,7. Pohon Trembesi memiliki daya serap gas CO₂ yang sangat tinggi. Satu batang pohon Trembesi mampu menyerap 28.488,39 kg karbondioksida setiap tahunnya (diameter tajuk 15 m) (Dahlan, 2010).

Lahan

Luas lahan yang diperlukan disesuaikan dengan tingkat polusi. Emisi Indonesia diperkirakan tumbuh 1,9% pertahun dan mencapai 2,9 Gt CO₂ pada tahun 2025. Jika dikalkulasi dengan penurunan karbon yang dihasilkan pohon Trembesi, maka jumlah pohon = prakiraan emisi karbon tahun 2025 (ton) ÷ penyerapan karbon perpohon (kg) = 2.900.000.000.000 ton CO₂ ÷ 28.488,39 Kg CO₂ = 101.795.854 pohon. Dengan asumsi lebar tajuk pohon trembesi 15m (kekiri dan kekanan), kita dapat menduga jarak tanam dari pohon tersebut. Sehingga luas area total yang dibutuhkan untuk menanam dapat kita duga: 1 Ha areal = 10.000m² ÷ (15x15) m² = 44 Pohon. Total yang dibutuhkan = 101.795.854 pohon ÷ 44 pohon x 1 Ha = 2.313.542 Ha = ± 2 Juta Ha (Teddy, 2010). Menghindari pertumbuhan akar pohon Trembesi yang besar dan berpotensi merusak, maka dilakukan penebangan pada usia sekitar 5 tahun dan dilakukan penanaman ulang. Dengan data diatas dapat disimpulkan bahwa 1 batang pohon trembesi dapat menangkap 0,077Kg CO₂ setiap harinya. Jika jumlah karbondioksida yang dihasilkan setiap harinya adalah 1,13 kg maka dari sana kita dapat membuat prakiraan mengenai besar tekanan tabung maksim yang akan dikeluarkan. Untuk jumlah pencemaran karbondioksida sebanyak 1,13/hari dibutuhkan 15 batang pohon Trembesi. Adapun lahan yang kami gunakan adalah dengan menggunakan lahan yang sudah ditempati sebelumnya (bukan lahan kosong) dengan syarat bangunan yang berada diatasnya adalah bangunan yang memiliki bobot ringan seperti ruko dan taman. Penulis menggunakan teknik pengeboran *Bored Pile* (Isnanto, 2009).

Langkah awal pembuatan hutan bawah tanah ini adalah pengeboran tanah seluas 2x3 sebagai pintu masuk hutan bawah tanah sedalam 2 meter secara serong. Selanjutnya pengeboran terus dilakukan hingga

kedalaman 10 meter dan luas kira kira 1Ha². Selanjutnya dilakukan rekayasa tanah untuk meningkatkan kekerasan tanah. Pembangunan hutan bawah tanah dimulai dengan melapisi seluruh lubang galian dengan baja. Sehingga baja yang diperlukan kira kira sebesar 1Ha². Setelah dilapisi baja maka tahap selanjutnya adalah pelapisan dengan beton dan tahap terakhir adalah pelapisan kembali dengan kerangka baja, Sehingga bangunan ini dijamin tahan gempa dan ambruk sebab konstruksinya yang dilapisi kerangka baja berlapis.



Gambar1. Contoh Bangunan Kerangka Baja

Sumber Pencahayaan dan Sumber Nutrisi

Sumber pencahayaan yang kami usulkan hampir sama dengan pencahayaan pada sawah bawah tanah *Pasona 02* yang ada di Jepang, yaitu menggunakan lampu LED *led grow light*. Sebab cahaya matahari tidak bisa mencapai kedalam (*indoor*). Temperatur udara dikontrol lewat komputer yang berbeda dan sumber energi yang penulis usulkan berasal dari sungai yang ada di Jakarta, mengingat Jakarta memiliki sungai yang arusnya lumayan deras, maka dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin dan membangkitkan energi listrik sebagai sumber penerangan (LED). Sedangkan sumber nutrisi berasal dari pemberian garam mineral, air dan CO₂ yang didapat dari lingkungan luar diatur dengan system komputerisasi yang semuanya terpusat di ruang monitoring. Adapun untuk pengairan dan irigasi hutan, sumber air yang diambil berasal dari luar (sungai) dan sebagai solusi menghadapi banjir yang menerjang ibukota Jakarta setiap tahunnya, penulis telah mempersiapkan solusi yaitu dengan membuat lubang serapan disepanjang jalan yang disalurkan kedalam tanah sebagai sumber pengairan dan irigasi hutan bawah tanah.

Sehingga hutan bawah tanah ini berfungsi juga sebagai solusi banjir ketika musim hujan tiba. Adapun volume air hujan yang diterima ketika hujan ditampung dalam sebuah danau resapan yang akan mengeluarkan air menuju hutan sesuai kebutuhan hutan sedangkan sisa airnya digunakan untuk menggerakkan turbin dimana energi hasil penggerak turbin tersebut akan digunakan untuk membangkitkan energi Lampu LED. Adapun untuk musim kemarau dimana jumlah air resapan yang masuk tidak terlalu besar sehingga berdampak pada daya putar turbin untuk menyalakan lampu LED, penulis menggagaskan penyinaran dengan menggunakan teknologi bernama 'remote skylight' yang menangkap cahaya matahari dari atas dan menyalurkannya lewat kabel fiber optik ke bawah tanah.

Adapun banyaknya lampu LED *led grow light* yang digunakan tergantung dengan luas lahan hutan bawah tanah yang digunakan. Pemasangan lampu LED *led grow light* diletakkan dibagian atap bangunan dengan jarak yang diatur dengan pohon Trembesi. Pemilihan lampu LED sebagai penerangan dikarenakan lampu ini memiliki cahaya yang tidak panas, aman untuk tanaman serta hemat energi.

Pipa penangkap CO₂

Pipa ini juga dilengkapi dengan fan dan blower untuk memindahkan sejumlah volume udara atau gas melalui suatu saluran. Pada pipa penyalur CO₂ dilengkapi dengan sensor EPC (Electronic Pressure Controllers) yang bekerja mengumpulkan logam berat yang terkandung dalam udara berpolusi agar ketika terserap oleh tanaman tidak membahayakan. Sensor EPC bekerja dengan mengumpulkan logam berat yang terkandung dalam udara dengan teknik pemanasan dan tekanan pipa ini juga dilengkapi tabung yang berfungsi menampung jumlah CO₂ yang telah ditangkap dari lingkungan. Pengeluaran CO₂ dilakukan sesuai kebutuhan hutan bawah tanah. Tabung cadangan CO₂ ini dibuat dengan kapasitas penyimpanan diatas volume polusi udara setiap harinya. Adapun untuk tabung CO₂ dibuat diatas jumlah polusi karbon setiap harinya. Namun dikeluarkan ke hutan trembesi hanya sesuai tampungan CO₂ setiap hari, yakni sekitar 1,13 kg. Adapun untuk pengeluaran oksigen hasil fotosintesis

dilakukan secara alami melalui ventilasi yang dibuat.

Lubang resapan

Lubang resapan yang penulis sarankan adalah parit yang diatasnya memiliki lubang berdiameter sekitar 30 cm dan ditutup dengan kasa besi yang berfungsi penyaring agar sampah, daun dan kotoran lain tidak masuk dan menyumbat lubang. Parit tersebut didalamnya memiliki lubang yang jika air yang tertampung telah melewati batas tertentu, maka air tersebut akan masuk kedalam lubang tersebut dan disalurkan menuju lubang bawah tanah melalui pipa. Sedangkan jika air yang tertampung tidak mencapai ketinggian lubang, maka air akan diserap kedalam tanah, sebab bagian parit yang disemen hanya bagian sisi saja, sedangkan dasarnya tidak. Untuk menanggulangi saat musim banjir tiba, penulis menggagaskan adanya danau serapan yang dibuat sesuai perhitungan resmi dari SK Gubernur No.28 Tahun 2005, yaitu untuk setiap luas atap bangunan 1m², maka wajib membuat daerah resapan dengan volume 40 liter. Oleh karena itu jika luas atap sebuah bangunan seluas 100 m² maka volume sumur serapan yang harus dibangun adalah 100x 40 liter yaitu 4000 liter atau 4 m³. Jika lahan yang dimiliki mempunyai luas lebih besar atau sama dengan 500 m², maka diwajibkan memiliki kolam resapan yang luasnya adalah 1% dari luas lahan yang dimiliki. Dari perhitungan diatas, jika seluruh permukaan jakarta ditutupi oleh bangunan, maka jakarta memiliki luas utuh sebanyak 661,524 m² maka luasnya danau resapan yang wajib dibuat adalah 66,1524 m².

Adapun air hasil serapan tersebut dialirkan sehingga mengairi hutan. Kapasitas air yang dapat ditampung disesuaikan dengan luas hutan. Awalnya air dari lubang lubang serapan yang tertanam dipermukaan tanah kemudian dialirkan menuju danau resapan. Dari danau resapan kemudian dialirkan menuju hutan dengan menggunakan pipa besar yang dilengkapi dengan pengatur otomatis yang akan menutup pintu masuk air sehingga air yang masuk ke hutan sesuai dengan kebutuhan hutan. Karena air yang masuk ke hutan tidak seluruhnya diterima oleh hutan sementara air dari resapan yang mengalir ke danau resapan terus mengalir maka tekanan yang diberikan pun semakin

besar hingga diawal permukaan pipa kita tanamkan turbin yang digunakan untuk menyalakan lampu LED yang hanya digunakan ketika musim hujan tiba saat cahaya matahari tidak dapat maksimal tertangkap oleh fiber optik. Sedangkan untuk pembangunan terowongan dan menghindari tanah amruk, digunakan teknik rekayasa tanah dengan menggunakan zat additive kapur. Hasil uji sifat fisik, memperlihatkan bahwa sampel tanah termasuk klasifikasi tanah lempung lunak (AASHTO dan Unified). Hasil lain yang didapat adalah bahwa penggunaan kapur memberikan pengaruh terhadap pengembangan tanah dan tekanan pengembangan. Penambahan kapur akan dapat menurunkan nilai pengembangan tanah dan tekanan pengembangan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kapur dapat digunakan pada stabilisasi tanah. (*Jurnal Rekayasa Vol. 13 No. 3, Desember 2009*).

Desain Bangunan

Kedalaman penggalian bangunan hutan bawah tanah diperkirakan maksimal 10 meter. Hal ini berdasarkan kemampuan watertable kota Jakarta yang memiliki watertable 30-40 meter. Namun, untuk menghindari terjadinya luapan mata air kecil yang dapat mengganggu jalannya pembangunan hutan bawah tanah, maka penulis menggagaskan untuk membuat terowongan dengan maksimal kedalaman 10 meter. Berdasarkan tingkat nya, air tanah dibedakan menjadi: Air Bawah tanah, Geiser, Travertin, Sungai Bawah Tanah. Untuk menghindari penyemburan air dari sumbernya, maka penulis memperkirakan dalam bangunan yang akan dibangun adalah 10 meter. Luas bangunan bawah tanah yang akan dibangun sekitar 1 Ha untuk penanaman 44 pohon dengan produksi O₂ total perhari sebanyak 16,94 Kg sementara jumlah polusi di Jakarta hanya 1,13 kg perhari. Itu artinya surplus O₂ yang dihasilkan sebanyak 15,81 Kg O₂ Sedangkan, besarnya danau serapan yang akan dibuat adalah 66,1524 m².

Berdasarkan Penelitian yang dilakukan oleh Hartwell (1967-1971) di Venezuela, pohon Trembesi mampu manampung 900 meter kubik pertahun dan mampu menyalurkan (mentransfer) 4000 liter air perhari. Dengan jumlah pipa serapan diperkirakan 1.000 buah yang bermuara pada sebuah pipa besar yang dilengkapi dengan turbin untuk menghasilkan energi saat pintu

air ditutup sehingga tekanan yang dihasilkan maksimal dan menimbulkan energi untuk menghidupkan LED sebagai pencahayaan saat musim penghujan tiba sebagai pengganti teknologi *sky light* dan fiber optik. Adapun batas maksimal yang akan mejadi penanda agar pintu air menutup otomatis adalah saat volume air mencapai volume sebanyak 108,24 m³ sebab 1 pohon trembesi mampu menampung air sebesar 2,46, sehingga jika 44 pohon maka volume air maksimal yang dapat diedarkan ke hutan adalah 108,24 m³selebihnya akan ditampung dalam danau resapan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Solusi Yang Pernah Ditawarkan

Sampai saat ini, solusi hutan bawah tanah belum pernah ada ditawarkan. Adapun untuk menjadi rujukan dari desain bangunan dan keamanan, terdapat 2 rujukan yakni taman *Lownline* di New York dan *Pasonna '02* di Tokyo. Adapun inovasi yang dimunculkan dalam Hutan Bawah Tanah ini adalah sistem irigasi terpadu dan Penampungan CO₂ yang diserap semaksimal mungkin pada siang hari dan digunakan pada malam harinya.

Solusi Yang Kami Tawarkan

Solusi yang kami tawarkan merupakan solusi dalam menangani masalah lingkungan dengan sistem terintegrasi dan berkelanjutan. Jika taman *Lowline* memanfaatkan bekas tambang garam maka kami memiliki keunggulan hutanyang dididrikan dibawah tanah untuk menangani masalah polusi dan air serapan. Jika dibanding dengan taman *Pasonna O₂*, kita juga menanam tanaman seperti buah, padi dan sayuran sama seperti yang ditawarkan oleh Jepang sebagai tahap keberlanjutan dari gagasan ini. Hutan Bawah tanah ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan taman yang sudah ada sebelumnya. Keunggulan dari sistem yang kami buat adalah Hutan bawah tanah yang multifungsi, tidak hanya menangani masalah lingkungan seperti polusi udara dan air, namun juga berfungsi sebagai penghasil pangan. Keunggulan pertanian tumpang sari dari hutan ini adalah sisitem pencahayaan yang dapat diatur serta nutrisi yang terjamin dan teratur serta terbebas dari hama karena segala sistem yang ada baik pencahayaan, nutrisi dan pemberantasan hama dilakukan secara terpadu. Selain itu, adanya sistem tumpang

sari membuat adanya sirkulasi dan pemugaran unsur hara sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Hutan Bawah Tanah Sebagai solusi Inovatif penanganan masalah Polusi dan Rehabilitasi Air Serapan di Jakarta

Hutan bawah tanah adalah konsep baru dalam menangani masalah polusi di Jakarta dan membantu memperbaiki sumber resapan air di Jakarta terutama saat musim hujan tiba. Pembangunan ini merupakan solusi tepat seban Jakarta dengan tingkat polusi udara yang sangat tinggi yakni sekitar 70% dari transportasi, 20% dari industri dan 10 % dari rumah tangga. Sementara luas hutan kota di Jakarta hanya 10% dari luas lahan keseluruhan. Hutan bawah tanah hadir dengan konsep pengairan terpadu yang membantu mengatasi dan memperbaiki kualitas air dan hemat tempat dalam pembangunannya sebab pembangunan hutan dilakukan dibawah tanah dengan kedalaman yang aman. Adapun desain pembuatan bangunan dan teknologi yang diterapkan dalam pembangunan hutan bawah tanah ini mengadopsi teknologi pembuatan taman bawah tanah Lowline dan teknologi penyinarannya yang menggunakan skylight dan fiber optik. Sementara untuk danau serapan dan penggunaan turbin, teknologi yang digunakan mengadopsi taman bawah tanah singapura.

Pihak Implementasi Gagasan

- Pemerintah

Dalam hal ini pemerintah hanya berfungsi sebagai regulator namun bukan sebagai pemegang kendali dalam pendanaan. Peran pemerintah dalam hal ini adalah sebagai penyelenggara lelang tender yang diikuti oleh perusahaan konstruksi dan non konstruksi

- Pihak Swasta Pemenang Tender

Ketika semua persiapan telah terlaksana, maka pihak swasta pemenang tender segera melakukan pembangunan hutan bawah tanah dengan menerapkan teknologi dan desain yang diarahkan oleh Amerika Serikat, Jepang dan Singapura.

- BMKG

Dalam hal ini peran BMKG adalah memperhitungkan semua gejala alam untuk persiapan pembangunan hutan dan perkiraan semua kemungkinan terjadinya bencana alam.

- Menteri dalam Negeri dan Menteri Luar Negeri

Peran mereka dalam hal ini adalah menjembatani kerjasama yang dilakukan dengan pihak Amerika Serikat, Jepang dan Singapura yang memiliki teknologi yang akan kita terapkan dalam pemnangan hutan bawah tanah ini

- PT. Perhutani

Dalam hal ini memiliki peran dalam penyediaan bibit trembesi yang akan digunakan termasuk juga peralatan pendukung lainnya seperti pupuk dan peralatan pertanian.

Teknik Implementasi Gagasan

- Pengajuan dana pembangunan awal hutan bawah tanah melalui lelang tender kepada perusahaan swasta konstruksi dan non konstruksi
- BMKG dan badan terkait melakukan analisis lahan yang dipilih sebagai pembangunan lahan berdasarkan penilaian bencana dan keamanan.
- Identifikasi lahan dari sisi lingkungan, keamanan, dan sosial
- Pemerintah melakukan pembebasan lahan yang akan digunakan sebagai tempat pembangunan hutan bawah tanah dari kepemilikan swasta
- Menteri Luar Negeri melakukan kerjasama multilateral dengan pihak Amerika Serikat, Jepang dan Singapura untuk menerapkan teknologi dan desain bangunan yang pernah ada di negara mereka.
- Penyediaan bibit Trembesi oleh PT. Perhutani
- Perusahaan swasta pemenang tender melakukan pembangunan hutan bawah tanah.

Mulai melakukan proses keberlanjutan gagasan dengan mendirikan pertanian bawah tanah sebagai pemanfaatan lahan sisa yang berguna untuk keberlanjutan gagasan dan pendanaan untuk operasional hutan bawah tanah. Adapun tanaman yang kami pilih adalah tanaman palawija seperti padi, sayuran dan buah buahan. Adapun alasan pemilihan tanaman palawija adalah karena jangka panen yang pendek sehingga hasil panen yang diperoleh dapat digunakan sebagai dana operasional hutan bawah tanah dalam hal perawatan.

4. KESIMPULAN

Keberhasilan pembagunan hutan bawah tanah memberi dampak luar biasa bagi Indonesia khususnya kota Jakarta. Masalah lingkungan seperti polusi udara akan terselesaikan selain itu hutan bawah tanah ini juga memperbaiki kondisi air tanah Jakarta melalui penyediaan lubang resapan. Hutan bawah tanah ini juga berfungsi sebagai Biokonfenter yang mengubah kondisi air tanah menjadi lebih bersih sebab pohon trembesi yang ditanam memiliki kemampuan menyerap air yang cukup besar serta kemampuannya untuk kembali mengeluarkan air hasil respirasinya melalui akar yang akan menghasilkan air tanah yang bersih. Dengan suksesnya pembuatan hutan bawah tanah ini, maka Jakarta yang sejuk dan asri akan tercipta. Penggunaan AC akan berkurang bahkan tidak ada lagi, Jakarta akan menjadi kota baru yang berhawa pedesaan yang sejuk.

Adapun keuntungan-keuntungan yang dapat diambil dengan pendirian hutan bawah tanah ini adalah:

a. Lingkungan

Pembangunan hutan bawah tanah akan memperbaiki kondisi lingkungan akibat polusi udara serta memperbaiki kondisi air resapan di Jakarta karena keberadaan tanaman trembesi dapat menyerap air dalam jumlah banyak serta menghasilkan air hasil fotosintesis yang segar dan bersih.

b. Ekonomi.

Keberadaan pohon trembesi sebagai tanaman hutan menjadikan hutan bernilai ekonomi tinggi. Reboisasi dilakukan untuk mencegah tumbuhnya pohon trembesi terlalu tinggi sehingga akan membahayakan konstruksi bangunan. Namun reboisasi hanya dilakukan pada musim kemarau sehingga tidak mengganggu resapan air yang seharusnya diserap oleh pohon trembesi. Pada saat belum memasuki musim kemarau, hanya dilakukan pemangkasan pada pohon trembesi untuk menyesuaikan tingginya dengan tinggi konstruksi bangunan (pembonsaian). Hasil kayu dari hutan trembesi mempunyai banyak keuntungan ekonomi karena dapat digunakan untuk kayu lapis (*pollywood*), bahan pembuatan kertas dan lain-lain. Selain itu, sistem hutan bawah tanah yang berkelanjutan dengan pembuatan lahan tumpang sari sebagai pemanfaatan lahan sisa yang ada dibawah hutan juga memberikan

kontribusi besar dalam bidang ekonomi terutama untuk swasembada pangan.

c. Sosial

Adanya hutan bawah tanah dengan sistem berkelanjutan dan tumpang sari memiliki fungsi dalam bidang sosial meliputi tenaga kerja yang dibutuhkan sehingga dapat mengurangi pengangguran. Tenaga kerja sangat dibutuhkan terutama dalam mengurus tanaman tumpang sari

d. Pendidikan

Dengan dibangunnya hutan bawah tanah, maka Indonesia khususnya kota Jakarta dapat menjadi kiblat ilmu pengetahuan dan teknologi bagi warga Indonesia sendiri maupun dari pihak asing. Adanya perpaduan berbagai teknologi dan keunikan hutan bawah tanah ini menjadikan minat wisata dan edukasi dari anak-anak khususnya daerah Jakarta meningkat pesat.

e. Pangan

Dimanfaatkannya lahan kosong disela-sela pohon Trembesi sebagai lahan pertanian sayuran, buah-buahan dan padi memiliki peran luar biasa. Pembangunan hutan bawah tanah ini selain menangani masalah polusi dan resapan air, juga memiliki lahan perkebunan tumpang sari seperti lahan padi, sayuran atau buah-buahan sehingga memiliki keuntungan dalam pangan. Diharapkan minimal 10 tahun yang akan datang akan terlaksana hutan bawah tanah yang mampu menangani masalah polusi air dan udara dan mampu berswasembada dalam hal operasional dan pembiayaan demi keberlanjutannya melalui produksi hasil hutan dan pertanian tumpang sari yang bukan hanya mampu memenuhi kebutuhan masyarakat Jakarta secara umum namun masyarakat Indonesia secara keseluruhan.

5. REFERENSI

- Arumenda, A.P. dkk. 2013. Analisis Rombesan Pada Bendungan. *Jurnal Konstruksi 1* (2):
- Berutu, B. 2009. *Efisiensi dan Optimalisasi Pemakaian Baja Sebagai Bahan Konstruksi*. USU Repository.
- Dahlan, E. 2010. *Trembesi dahulu nya Asing namun sekarang tidak lagi*. Bogor: IPB Press.
- Djufry, F. 2012. Perancangan dan Pemodelan Air Untuk Mengatasi Surplus dan Defisit Air Untuk Perumbuhan Tanaman

- Pangan di Merauke, Papua. *Jurnal Informatika Pertanian*. 21 (1)
- Gudanginfo. 2011. Manfaat Pohon Trembesi. http://gudanginfoinfo.blogspot.com/2011/07/manfaat-pohon-trembesi_05.html
- Indriatmoko, R. H. 2010. Penerapan Prinsip Kebijakan Zero Delta Q dalam Pembangunan Wilayah. *JAI*, 6 (1):
- Johnherft. 2008. Biopori sebagai Peresapan Air yang Mengatasi Banjir dan Sampah.
- Kusminingrum, N. 2008. Potensi Tanaman Dalam Menyerap CO₂ dan O₂ Untuk Mengurangi Dampak Pemanasan Global. *Jurnal Permukiman*. 3 (2).
- Notonegoro. 1974. Ilmu Politik dan Pengembangan Agraria di Indonesia, Bina Aksara, Jakarta.
- Prastumi, H. H.S dan F.Y. Pratama. 2011. Studi Perencanaan Bentuk Bangunan Beton Sederhana yang Paling Efisien. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 5 (3):
- Rusolono, T. 2010. Pengukuran Karbon: Bahan Kuliah Biometrika Hutan. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
- Susandi. 2009. *Perubahan Iklim Wilayah DKI Jakarta: Studi Masa Lalu Untuk Proyeksi Mendatang*. Bandung .Institut Teknologi Bandung.
- Tim Biopori, 2007. Biopori: Teknologi Tepat Guna Ramah Lingkungan. <http://www.biopori.com/index.php>