

TEKNOLOGI KONSERVASI UNTUK PENANGANAN KAWASAN RESAPAN AIR DALAM SUATU DAERAH ALIRAN SUNGAI

Mardi Wibowo

Peneliti di Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta

Abstrak

Perkembangan pembangunan dan pertumbuhan penduduk yang sangat pesat mengakibatkan kebutuhan akan air juga akan meningkat. Kebutuhan air bersih saat ini umumnya dipenuhi dari air tanah, padahal jumlah air tanah relatif tetap dan cenderung menurun karena berkurangnya resapan air ke dalam air tanah, sehingga terjadi ketidakseimbangan antara pemasukan dengan pengambilan air tanah. Untuk itulah perlu dilakukan usaha-usaha untuk meningkatkan pemasukan (recharge) air tanah. Salah satu cara yang umum dilakukan adalah dengan menetapkan kawasan-kawasan resapan air sebagai kawasan lindung selain itu perlu dikembangkan pula berbagai macam teknologi konservasi yang lebih pro-aktif baik yang bersifat vegetatif maupun non-vegetatif. Beberapa alternatif teknologi konservasi untuk meningkatkan imbuhan/resapan air ke dalam tanah adalah :

- 1. Melakukan upaya rehabilitasi lahan dan konservasi tanah baik secara vegetatif seperti : reboisasi, hutan kemasyarakatan, strip cropping system, tumpangsari, dll; maupun secara mekanis/teknis seperti : terasering, saluran/parit jebakan, bangunan bendung penahan, dll*
- 2. Melakukan imbuhan buatan, dengan cara sistem imbas, injeksi, ditch and forrow dan spreading recharge.*
- 3. Pembuatan sistem peresapan air hujan seperti sumur resapan atau parit resapan.*

Kata kunci: teknologi konservasi, daerah resapan air

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini kota-kota di Indonesia mengalami perkembangan pembangunan dan pertumbuhan penduduk yang sangat pesat. Akibat pertumbuhan tersebut kebutuhan akan air bersih sebagai salah satu kebutuhan pokok manusia terpenting juga akan meningkat. Kebutuhan air bersih saat ini umumnya dipenuhi dari air tanah, padahal jumlah air tanah relatif tetap dan cenderung menurun karena berkurangnya resapan air ke dalam air tanah. Akibat ketidakseimbangan antara pemasukan dengan pengambilan air tanah akan mengakibatkan hal-hal sebagai berikut: terjadinya penurunan muka air tanah, debit maksimum tahunan sungai meningkat, debit minimum tahunan sungai menurun serta frekuensi banjir dan kekeringan semakin meningkat pula. Untuk itulah perlu dilakukan usaha-usaha untuk meningkatkan pemasukan

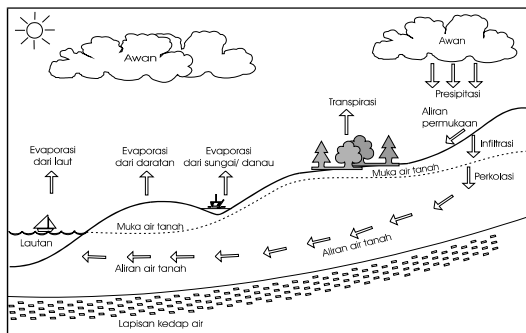
(recharge) air tanah. Salah satu cara yang umum dilakukan adalah dengan menetapkan kawasan-kawasan resapan air sebagai kawasan lindung yang ditetapkan dengan peraturan perundangan. Cara tersebut adalah merupakan cara yang pasif artinya hanya untuk mempertahankan *recharge* alami yang pernah ada. Untuk lebih meningkatkan *recharge* tersebut maka perlu dikembangkan berbagai macam teknologi konservasi yang lebih pro-aktif baik yang vegetatif dan non-vegetatif.

1.2. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan daur perjalanan air dari suatu tempat kembali ke tempat tersebut. Secara skematik siklus hidrologi dapat dilihat pada Gambar 1.

Presipitasi mungkin terbentuk sebagai hujan, salju atau hujan es. Sebagian atau seluruh hasil presipitasi tersebut dapat

menguap sebelum mencapai permukaan tanah. Hasil presipitasi yang mencapai permukaan tanah mungkin diintersepsi oleh vegetasi atau meresap ke dalam permukaan tanah atau menguap atau menjadi limpasan permukaan. Penguapan dapat terjadi dari permukaan tanah, air atau daun tumbuhan melalui proses transpirasi. Air hujan yang bergerak di permukaan bumi disebut limpasan permukaan sedangkan yang bergerak ke dalam permukaan tanah disebut infiltrasi.



Gambar 1. Siklus Hidrologi ⁽¹⁾

2. RESAPAN AIR TANAH

2.1. Konsep Dasar

Secara umum proses resapan air tanah ini terjadi melalui 2 proses berurutan, yaitu infiltrasi (pergerakan air dari atas ke dalam permukaan tanah) dan perkolasi yaitu gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh ke dalam zona jenuh air. Daya infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum yang mungkin, yang ditentukan oleh kondisi permukaan tanah. Daya perkolasi adalah laju perkolasi maksimum yang mungkin, yang besarnya ditentukan oleh kondisi tanah di zona tidak jenuh. Laju infiltrasi akan sama dengan intensitas hujan jika laju infiltrasi masih lebih kecil dari daya infiltrasinya. Perkolasi tidak akan terjadi jika porositas dalam zona tidak jenuh belum mengandung air secara maksimum.

Proses infiltrasi berperan penting dalam pengisian kembali lensa tanah dan air tanah. Pengisian kembali lensa tanah sama dengan selisih antara infiltrasi dan perkolasi (jika ada).

Pengisian kembali air tanah sama dengan perkolasi dikurangi kenaikan kapiler (jika ada). Resapan air tanah akan menentukan besarnya aliran dasar yang merupakan debit minimum sungai di musim kemarau.

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya infiltrasi air adalah ⁽¹⁾ :

1. Dalamnya genangan di permukaan tanah, semakin tinggi genangan maka tekanan air untuk meresap ke dalam tanah semakin besar pula.
2. Kadar air dalam tanah, semakin kering tanah infiltrasi semakin besar.
3. Pemampatan tanah, akan memperkecil porositas, pemampatan dapat terjadi karena pukulan butir-butir hujan, penyumbatan pori oleh butir halus, karena injakan manusia, binatang dan lain sebagainya.
4. Tumbuh-tumbuhan, jika tertutup oleh tumbuhan akan semakin besar.
5. Struktur tanah, yaitu ada rekahan daya infiltrasi akan memperbesar.
6. Kemiringan lahan dan temperatur air (mempengaruhi kekentalan).

2.2. Kawasan Konservasi dan Daerah Resapan Air

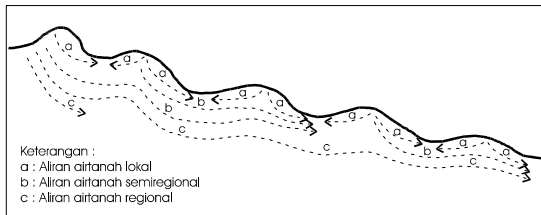
Kawasan lindung adalah suatu wilayah yang karena keadaan dan sifat fisiknya mempunyai fungsi lindung untuk kelestarian sumber daya alam, sumber daya air, flora dan fauna ⁽²⁾. Sedangkan kawasan konservasi umumnya dikaitkan dengan fungsi perlindungan terhadap tata air dan tanah. Sehingga kawasan konservasi merupakan bagian dari kawasan lindung.

Daerah resapan air adalah daerah tempat meresapnya air hujan ke dalam tanah yang selanjutnya menjadi air tanah. Kenyataannya semua daratan di muka bumi dapat meresapkan air hujan. Umumnya pengertian daerah resapan air berkaitan dengan aliran air tanah secara regional. Daerah resapan regional berarti daerah tersebut meresapkan air hujan dan akan mensuplai air tanah ke seluruh cekungan, tidak hanya mensuplai secara lokal dimana air tersebut meresap ⁽³⁾. Pembagian sistem aliran tanah terlihat pada Gambar 2.

Untuk keperluan praktis aspek-aspek yang harus diperhatikan dalam menentukan daerah resapan air adalah ⁽³⁾ :

1. Kondisi hidrogeologi yang serasi, meliputi : arah aliran air tanah, adanya lapisan pembawa air, kondisi tanah penutup, curah hujan.
2. Kondisi morfologi/ medan/ topografi, semakin tinggi dan datar lahan semakin baik sebagai daerah resapan air.

3. Tataguna lahan, lahan yang tertutup tumbuhan lebih baik.



Gambar 2. Sistem aliran air tanah ⁽³⁾

Supriyo, 1992 menyatakan bahwa tingkat peresapan air ke dalam tanah tergantung pada curah hujan, limpasan air, tipe tanah, kemiringan lereng, tipe vegetasi dan penggunaan lahan ⁽⁴⁾.

Keputusan MENEG Lingkungan Hidup No.39/MENLH/8/1996 menggolongkan kawasan resapan air sebagai kawasan lindung. Kriteria umum kawasan lindung adalah ⁽⁵⁾ :

1. Ketinggian > 1500 m di atas permukaan laut.
2. Kemiringan lahan > 40 %
3. Tanah sangat peka atau peka terhadap erosi.
4. Curah hujan > 1500 mm/tahun
5. Penggunaan lahan sebagai hutan.

Kawasan konservasi umumnya terletak di kawasan pegunungan, curah hujan tinggi, daerah pemasok aliran mantap, kemiringan tanah relatif tinggi dan mempunyai kerentanan sedang - tinggi terhadap bahaya longsor ⁽⁶⁾. Keterkaitan antara variabel-variabel tersebut dapat diekspresikan dengan persamaan :

$$Y = aX_1 + bX_2 + cX_3 + d$$

dan

$$R^2 = 1 - d^2$$

dimana :

- Y = kisaran peruntukan lahan (variabel tergantung)
 X_1 = kisaran tatanan air (variabel bebas)
 X_2 = kisaran kemiringan lahan (variabel bebas)
 X_3 = kisaran kerentanan tanah (variabel bebas)
a,b,c = koefisien parsial
 R^2 = koefisien determinasi keterkaitan variabel ($0 < R < 1$)

Secara lengkap aspek yang berkaitan dengan kawasan konservasi ini adalah :

1. Aspek Geologi
 - a. Topografi bergelombang kasar dengan kemiringan relatif besar.
 - b. Tersusun dari batuan deposit vulkanik muda sehingga belum terkonsolidasi sempurna (peka terhadap erosi dan longsor).
 - c. Dikelilingi oleh pegunungan dan sering ditemukan mata air.
2. Aspek Hidrologi

Dari sudut pandang pengendalian kualitas ruang hidrologi, kawasan konservasi mempunyai fungsi-fungsi antara lain : sebagai kawasan resapan air, memperlambat akumulasi air di kawasan kerja sehingga mengurangi frekuensi banjir, mempertahankan aliran mantap (air tanah & air permukaan), mencegah erosi, dan sumber air bersih.

3. Alternatif Teknologi Konservasi Penanganan Kawasan Resapan Air

3.1. Aspek Non-Teknis

1. Pemantapan peraturan dan kebijaksanaan tentang sumberdaya air

Hal yang perlu diperhatikan dalam pemantapan peraturan ini adalah dibuatnya pedoman yang jelas dan tegas tentang kriteria dan persyaratan dalam pembangunan di kawasan resapan air dan sebaiknya disertai dengan deliniasi yang jelas pada peta skala besar (1 : 5.000).

2. Pemantapan institusi

Yaitu pengembangan sistem dan kemampuan sumber daya manusia dalam pengawasan dan pelaksanaan peraturan di lapangan. Perlu adanya koordinasi antar instansi terkait sehingga efisiensi dan efektivitas penanganan daerah resapan air ini dapat tercapai dan hasilnya lebih optimal.

3. Pembinaan dan peningkatan partisipasi seluruh lapisan masyarakat

Yaitu meningkatkan kesadaran seluruh lapisan masyarakat agar secara sukarela melaksanakan peraturan yang ada serta berupaya untuk melakukan konservasi lahan yang ada di sekitarnya.

3.2. Teknologi Penanganan Kawasan Resapan Air

Maksud utama dari teknologi penanganan kawasan resapan air adalah

untuk meningkatkan imbuhan/ resapan air ke dalam tanah

Tujuannya adalah untuk menambah besarnya cadangan air tanah yang dilakukan pada musim hujan yang kemudian dimanfaatkan pada musim kemarau, mengurangi beban saluran drainase karena volume genangan air berkurang (mencegah banjir), menaikkan tinggi muka air tanah sehingga pemompaan lebih mudah dan murah, serta dapat menambah debit aliran dasar dan mata air yang merupakan sumber utama aliran mantap. Beberapa metode yang dapat dilakukan untuk meningkatkan besarnya resapan air ke dalam tanah adalah :

3.2.1. Melakukan upaya rehabilitasi lahan dan konservasi tanah

a. Cara Vegetatif

Merupakan cara terbaik dalam mengkonservasi lahan karena dengan adanya vegetasi, tanah akan terlindung dari pukulan air hujan dan yang terpenting akan sangat memperbesar kemampuan lahan untuk meresapkan air ke dalam tanah. Cara ini dapat dilaksanakan baik secara lokal maupun regional. Semakin pendek, kuat batang, rimbun, kecil daun, kuat-panjang-banyak akar dan padat tanaman umumnya semakin baik. Cara vegetatif ini meliputi reboisasi kawasan hutan, pengembangan hutan masyarakat (sutera alam, lebah madu, jamur kayu) jalur hijau, perkebunan, *agroforestry*, perumputan, pertamanan, pagar hidup, *strip cropping*, *contour farming*, *multiple cropping* (tumpang sari), tumpang gilir, dll. Menurut Nakano, 1976 kapasitas infiltrasi pada hutan konifer adalah 246 mm/jam, hutan daun lebar 272 mm/jam dan rumput 191 mm/jam ⁽⁴⁾. Selain meningkatkan besarnya resapan air, vegetasi dapat juga mengurangi erosi dan menghasilkan air yang berkualitas baik, menghasilkan oksigen (udara segar), Menjadikan lahan lebih produktif, memperindah pemandangan, dan membangun kembali neraca unsur hara.

b. Cara Mekanis/ Teknis

Bertujuan untuk memperkecil dan memperlambat aliran permukaan dan menyalurkan aliran ke tempat yang tersedia yang ketiganya secara otomatis akan memperbesar jumlah air yang meresap ke dalam tanah. Cara mekanis/ teknis ini antara lain :

1. Membuat teras/ sengkedan

Untuk menciptakan fungsi datar pada lahan yang miring karena umumnya daerah resapan air berada pada morfologi bergelombang yang kemiringannya cukup besar, beberapa jenis teras adalah ⁽⁴⁾ :

- Teras datar : undakan relatif panjang dan cocok untuk daerah yang relatif datar (kemiringan < 3%)
- Teras kridit : panjang tiap undakan 5 - 12 m dan diterapkan pada daerah yang berrcurah hujan tinggi dan kemiringan lahan 3 - 10% dimana lapisan tanahnya agak kedap air.
- Teras pematang/ guludan : panjang undakan 2 - 3 m dan cocok untuk daerah dengan slope 10 - 40%.
- Teras bangku : undakan relatif pendek dan cocok untuk daerah dengan kemiringan lahan antara 15 - 50%.

Teknologi terasering dapat meningkatkan peresapan air sampai 75% untuk teras bangku dan 68% untuk teras guludan dan mengurangi erosi sampai 99% ⁽⁷⁾.

2. Membuat saluran air/ parit jebakan

Dimaksudkan untuk menahan air di parit sehingga mempertinggi kelembaban tanah di bagian hilirnya. Cara ini dilaksanakan secara lokal ataupun regional dalam suatu kawasan tertentu.

3. Membuat dam penahan/ pengendali

Bendungan/ reservoir/ waduk dapat dimanfaatkan sebagai penyedia air irigasi, PLTA, air industri dan domestik, pengendali banjir, serta untuk pariwisata. *Checkdam* merupakan bangunan melintang sungai untuk menahan bahan sedimen serta melandaikan kemiringan dasar sungai. Cara ini dilaksanakan secara regional.

c. Penataan kapling perumahan

Hal ini dapat dilakukan dengan membatasi luas bangunan (BCR), pada batas kapling dibuat saluran terbuka dan dasarnya tidak ditembok serta lahan yang kosong ditutup dengan vegetasi. Cara ini dilaksanakan dalam skala lokal.

3.2.2. Melakukan imbuhan buatan (*artificial recharge*)

Cara ini dapat dilakukan dengan berbagai metode, antara lain :

a. Imbas

Untuk memperbesar resapan air ke dalam tanah dengan cara membendung dan memperlambat aliran sungai sehingga kesempatan air untuk meresap ke dalam tanah semakin lama.

b. Injeksi

Untuk memperbesar simpanan air tanah dalam akifer tertekan dengan cara memompakan air bersih ke dalam tanah. Metode ini sangat mahal karena diperlukan energi yang sangat besar.

c. Ditch and Forrow

Air dialirkan pada serangkaian parit yang dangkal dengan dasar yang landai serta jarak yang rapat sehingga diperoleh luas kontak yang semakin besar sehingga air yang meresap semakin banyak.

d. Imbuhan sebaran (spreading recharge)

Metode ini dipakai untuk skala regional. Caranya dengan menampung air dalam telaga, kolam, situ ataupun saluran drainase dan irigasi. Metode ini dapat diterapkan juga pada daerah bekas lokasi penambangan bahan galian C yang biasanya meninggalkan lubang galian yang besar dengan tetap memperhatikan kelayakannya teknis maupun ekonomis.

3.2.3. Pembuatan Sistem Peresapan Air Hujan

Sistem ini sangat efektif jika lapisan tanah cukup tebal dan kedap air. Metode ini disarankan untuk memperbesar resapan pada skala lokal di lingkungan perumahan, perkantoran, sekolah baik secara individual ataupun komunal. Lokasi sistem peresapan sebaiknya jauh dari tempat penimbunan sampah dan *septic tank*, sebaiknya diberi tutup, tidak dibangun pada daerah berlereng curam dan mudah longsor. Untuk menghemat lahan sistem peresapan ini dapat dibuat di bawah bangunan dengan catatan penutup harus kuat dan tidak mengganggu kekuatan bangunan. Dimensi dari sistem peresapan ini sangat ditentukan oleh tinggi muka air tanah, debit air yang masuk, permeabilitas tanah dan durasi dominan hujan. Dengan sistem peresapan yang menampung air hujan yang jatuh di atap bangunan dapat meningkatkan besarnya imbuhan sekitar 40% dibandingkan imbuhan alami dan jika menampung air hujan dari atap dan pekarangan yang tersemen dapat

meningkat sekitar 90%⁽⁸⁾. Sistem peresapan ini ada 2 cara :

a. Sumur peresapan (infiltration well)

Dimensi vertikal lebih besar dari dimensi lateralnya. Cara ini digunakan pada daerah dengan muka air tanah yang relatif dalam ($> 3\text{m}$). Cara ini cocok diterapkan pada daerah yang padat penduduk (lahan yang tersedia relatif sempit). Bentuk sumur dapat bulat atau kotak dengan diameter antara 0,8 - 1m dan kedalaman tergantung tinggi mat setempat. Dimensi sumur resapan dihitung dengan persamaan ini⁽⁹⁾ :

$$H = \frac{Q}{FK} \left\{ 1 - \exp \left(\frac{-FKT}{\pi R^2} \right) \right\}$$

dimana :

H : tinggi muka air dalam sumur (m)
 Q : debit air masuk (m^3/jam)
 F : faktor geometrik (m)
 K : koef. permeabilitas tanah (m/jam)
 T : durasi dominan hujan (jam)
 R : radius sumur (m)

b. Parit peresapan (infiltration trench)

Dimensi lateral lebih besar dari dimensi vertikal. Cara ini digunakan untuk daerah dengan muka air tanah yang relatif dangkal ($< 3\text{m}$). Metode ini memerlukan lahan yang lebih luas. Dimensi parit resapan dapat ditentukan dengan persamaan di bawah ini⁽⁹⁾ :

$$B = -fKT \left\{ b \ln \left(1 - \frac{fKH}{Q} \right) \right\}^{-1}$$

dimana :

B : panjang parit (m)
 b : lebar parit (m)
 H : tinggi air dalam parit (m)
 f : faktor geometrik parit (m)
 K : koefisien permeabilitas tanah (m/jam)
 T : durasi dominan hujan (jam)
 Q : debit air masuk (m^3/jam)

4. PENUTUP

1. Untuk menjaga kesetimbangan antara pasokan dan pengambilan air tanah selain dilakukan dengan penetapan kawasan resapan sebagai kawasan lindung juga perlu dilakukan pengembangan teknologi konservasi daerah resapan yang bersifat pro-aktif.

2. Beberapa alternatif teknologi konservasi untuk meningkatkan imbuhan/resapan air ke dalam tanah adalah :
 - a. Melakukan upaya rehabilitasi lahan dan konservasi tanah baik secara vegetatif seperti : reboisasi, hutan kemasyarakatan, *strip cropping system*, tumpangsari, dll; maupun secara mekanis/teknis seperti : terasering, saluran/parit jebakan, bangunan bendung penahan, dll
 - b. Melakukan imbuhan buatan, dengan cara sistem imbas, injeksi, *ditch and furrow* dan *spreading recharge*.
 - c. Pembuatan sistem peresapan air hujan seperti sumur resapan atau parit resapan.
2. Agar penerapan teknologi-teknologi tersebut di atas bisa optimal maka penentuan lokasi sangatlah penting, maka perlu adanya kajian pemetaan potensi resapan air tanah di suatu daerah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Soemarto, C.D., *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya, 1987, 80 - 93
2. BRLKT Wil. IV Jabar, *Pola Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah DAS Citarum*, Dep. Kehutanan, Bandung, 1986, 1 – 18
3. Sudadi, P., Menentukan Parameter Daerah Resapan Air Dalam Kaitannya dengan Kep. Menteri Negera Lingkungan Hidup No. 39/ MENLH/ 8/ 1996, *Buletin Geologi Tata Lingkungan* No. 17, Des 1996, Dit. GTL, Dep. Pertambangan dan Energi, Bandung, 1996, 1-14.
4. Dinas Pertambangan Dati I Jabar dan LPM ITB, *Pengkajian Pemulihan Muka Air Tanah di Kab. Bandung, Bogor, Tangerang dan Bekasi (Final Report)*, Dinas Pertambangan Dati I Jabar dan LPM ITB, 1998.
5. Hartanto, S., dan A. Karsidi, Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu Yang Memprihatinkan - Suatu Hasil Analisis Citra Dalam Pembagian Kelas DAS, *Remote Sensing and Geographic Information Systems Year Book 95/96*, BPPT, Jakarta, 1995, 134 - 145
6. Sabar, A., dan Bandono, Strategi Pengambilan Air Tanah di Cekungan Bandung, *Prosiding Seminar Air Tanah Cekungan Bandung 1995*, Satgas PSDA, ITB, Bandung, 1995, II-59 - II-73.
7. Wibowo, S., dan Yulianto, Penanganan Resapan Air Cekungan Bandung Ditinjau Dari Sisi Pandang Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah DAS, *Prosiding Seminar Air Tanah Cekungan Bandung 1995*, Satgas PSDA, ITB, Bandung, 1995, II-1 - II-7
8. Soenarto, B., Rekayasa Peresapan Buatan Untuk Mengatasi Susutnya Peresapan Air Alami Akibat Konversi Lahan Alami Menjadi Lahan Pemukiman, *Prosiding Seminar Air Tanah Cekungan Bandung 1995*, Satgas PSDA, ITB, Bandung, 1995, II-41 - II-58.
9. Sunjoto, Sistem Peresapan Air Hujan di Kawasan Pesisir, *Prosiding Seminar Pengelolaan dan Pemanfaatan Airtanah Berwawasan Lingkungan di Daerah Pesisir*, BPPT, Jakarta, 1995, 157 - 170.