

DINAMIKA PENDUDUK DAN KEBUTUHAN AIR¹

Astrid Damayanti² dan Firman Hidayat³

Abstrak

Dinamika kependudukan dan sumber daya air ternyata menunjukkan hubungan timbal balik. Dinamika penduduk sangat berpengaruh dalam menentukan lokasi dan jenis proyek pengelolaan sumber daya air disesuaikan dengan karakteristik fungsional, skala dari proyek, perkiraan biayanya, serta manfaat dari proyek tersebut. Makalah ini menunjukkan bagaimana hubungan kebutuhan air dan dinamika penduduk diestimasi dengan pendekatan matematis. Model matematis ini kerap memperhitungkan kegiatan ekonomi terkait, selain faktor lain yaitu dampak harga permintaan, konservasi air dan pendekatan nonstruktural lainnya, serta keterkaitan air dan energi. Dalam makalah ini, akan dibahas mengenai hal-hal yang terkait dengan studi demografi sebagai sebuah ilmu yang digunakan untuk melakukan estimasi dinamika penduduk dan bagaimana hubungannya terkait dengan perhitungan kebutuhan akan sumber daya air.

Kata kunci: dinamika, kebutuhan, penduduk, sumber daya air

PENDAHULUAN

Pengelolaan sumber daya air semakin hari, semakin bertambah masalah. Seiring dengan dinamika kependudukan dan bertambahnya kebutuhan sosial dan ekonomi penduduk, menimbulkan peningkatan kebutuhan air yang pada gilirannya telah menimbulkan eksploitasi sumber daya air secara berlebihan. Antara 1960 dan 1999, jumlah penduduk bumi berlipat ganda dari 3 milyar menjadi 6 milyar, dan pada tahun 2000 jumlah penduduk sudah menjadi 6.1 milyar. PBB memprediksi bahwa penduduk dunia pada tahun 2050 akan mencapai

¹ Disampaikan pada saat Seminar Nasional dan Kongres MKTI VII dengan tema "Konservasi Tanah dan Air Menjamin Keanekaragaman Hayati dan Kehidupan Masa Depan Bersama" pada tanggal 24-25 Nopember 2010 di Ratu Convention Center, Jambi

² Staf pengajar Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia

³ Staf pengajar Departemen Kehutanan Universitas Muhammadiyah, Padang

antara 7.9 milyar sampai 10.9 milyar.⁴ Untuk itu data jumlah penduduk dan kebutuhan air sangat diperlukan sebagai bahan perencanaan kebutuhan air dalam rangka mencapai pembangunan yang berkelanjutan. Pertambahan dan pertumbuhan penduduk yang terus kian melaju dengan kecepatan tinggi, membutuhkan upaya sadar, disengaja dan berkelanjutan untuk menyediakan sumber air yang mencukupi, baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya.

Permasalahan umum pengelolaan air pada dasarnya terdiri atas 3 aspek, yakni terlalu banyak air, kekurangan air dan pencemaran lingkungan. Sementara itu pengelolaan kebutuhan air tidak saja untuk pertanian, domestik, perkotaan, industri dan kebutuhan lainnya, akan tetapi juga untuk komoditas ekonomi. Pengelolaan air untuk kebutuhan pembangunan agar berkelanjutan, juga harus memiliki fungsi sosial yang berwawasan lingkungan. Dengan demikian keberadaan air dalam kualitas terbaik masih dapat dirasakan oleh generasi yang akan datang.

Sumber daya air dan dinamika kependudukan ternyata menunjukkan hubungan timbal balik. Dinamika penduduk, artinya suatu kondisi kependudukan yang senantiasa berubah sesuai dengan keadaan atau kondisi zaman. Perubahan tersebut dapat bertambah ataupun berkurang. Masalah kependudukan merupakan masalah umum yang dimiliki oleh setiap negara di dunia ini. Secara umum, masalah kependudukan di berbagai negara dapat dibedakan dalam hal kuantitas, kualitas dan distribusi penduduknya. Dinamika penduduk sangat berpengaruh dalam menentukan lokasi dan jenis proyek pengelolaan sumber daya air disesuaikan dengan karakteristik fungsional, skala dari proyek, perkiraan biayanya, serta manfaat dari proyek tersebut. Perkiraan jumlah penduduk dan kebutuhan air dapat didasarkan pada interpretasi kecenderungan historis data. Jika data tersebut tidak tersedia atau tidak memadai, kebutuhan air harus diperkirakan dengan pendekatan lain, untuk mengadaptasi tuntutan yang telah disusun oleh berbagai pihak berwenang. Ilmu yang mempelajari dinamika kependudukan dikenal sebagai Ilmu Demografi.⁵

Makalah ini menunjukkan bagaimana hubungan kebutuhan air dan dinamika penduduk diestimasi dengan pendekatan matematis. Model matematis ini kerap memperhitungkan kegiatan ekonomi terkait, selain faktor lain yaitu dampak harga permintaan, konservasi air dan pendekatan nonstruktural lainnya, serta keterkaitan air dan energi. Dalam makalah ini, akan dibahas mengenai hal-hal yang terkait dengan studi demografi sebagai sebuah ilmu yang digunakan untuk melakukan estimasi dinamika penduduk dan bagaimana hubungannya terkait dengan perhitungan

⁴ Pertumbuhan Penduduk: Ancaman Terbesar Masalah Lingkungan, 4 Mei, 2008, http://akuinginijau.org/2008/05/04/pertumbuhan_penduduk/

⁵ <http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Demografi&action=historysubmit&diff=2674790&oldid=2615201>

kebutuhan akan sumber daya air, dengan sumber informasi utama yang berasal dari buku yang ditulis oleh Alvin S. Goodman yang berjudul *Principles of Water Resources Planning (1984)* dengan judul *Estimates of Population and Water Needs*.

ESTIMASI DINAMIKA PENDUDUK

Studi Demografi

Demografi adalah ilmu yg mempelajari tentang besar, komposisi, distribusi, dan perubahan penduduk karena fertilitas, mortalitas, migrasi, dan mobilitas sosial (Donald J. Bogue, 1885; Philip M. Hauser dan Dudley Duncan). Selanjutnya Shryock et al. (1976) memperjelasnya sebagai ilmu yang merujuk kepada jumlah orang dan sebarannya dalam ruang; struktur (misalnya, jenis kelamin dan usia pengelompokan); pertumbuhan atau penurunan jumlah penduduk (total atau salah satu unit); komponen perubahan dalam hal kelahiran, kematian, dan migrasi; dan karakteristik ekonomi seperti kegiatan ekonomi, status pekerjaan, pekerjaan, industri, dan pendapatan. Analisis kependudukan dapat merujuk masyarakat secara keseluruhan atau kelompok tertentu yang didasarkan kriteria seperti pendidikan, kewarganegaraan, agama, atau etnisitas tertentu.⁶

Faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran penduduk (United Nations, 1973 dalam Goodman, 1984) yaitu Iklim (suhu, curah hujan); Bentang alam (topografi, termasuk ketinggian dan lereng, rawa-rawa, dan gurun); Tanah; Sumber daya energi dan mineral bahan baku; Hubungan keruangan (aksesibilitas seperti dipengaruhi oleh jarak dari pantai, pelabuhan alam, sungai yang dapat dilayari dan jalur air terjun, hulu sungai yang dapat dilayari) serta faktor budaya, demografi dan karakteristik ekonomi.

Data tentang penduduk tersebut dapat diketahui melalui beberapa cara, diantaranya melalui metode sensus, registrasi, dan survei penduduk. Sensus adalah penghitungan jumlah penduduk, ekonomi, dan sebagainya yang dilakukan oleh pemerintah dalam jangka waktu tertentu, dilakukan secara serentak, dan bersifat menyeluruh dalam suatu batas negara untuk kepentingan demografi negara yang bersangkutan. Selain melalui sensus data kependudukan juga dapat diperoleh melalui registrasi. Sistem registrasi penduduk merupakan suatu sistem registrasi yang dilaksanakan oleh pemerintah setempat yang meliputi pencatatan kelahiran, kematian, perkawinan, perceraian, perubahan tempat tinggal atau perubahan pekerjaan. Tujuan registrasi penduduk yaitu sebagai suatu catatan resmi dari peristiwa tertentu dan sebagai sumber yang berharga bagi penyusunan yang langsung dapat digunakan dalam proses perencanaan

⁶ BSE. *Dinamika Penduduk. Bab 2*. http://www.crayonpedia.org/mw/BSE:Dinamika_Penduduk_8.1_BAB_2 [15:06, 27 Agustus 2009].

kemasyarakatan. Hasil sensus dan registrasi penduduk masih mempunyai keterbatasan karena hanya menyediakan data statistik kependudukan dan kurang memberikan informasi, tentang sifat dan perilaku penduduk tersebut. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, maka perlu dilaksanakan survai penduduk yang sifatnya lebih terbatas dan informasi yang dikumpulkan lebih luas dan lebih mendalam. Pada umumnya survai kependudukan ini dilaksanakan dengan sistem sampel atau dalam bentuk studi kasus.

Proyeksi Penduduk

Pertumbuhan penduduk secara umum dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu pertumbuhan alami, pertumbuhan migrasi, dan pertumbuhan penduduk total. Persamaan dasar keseimbangan dalam studi kependudukan secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut (Goodman, 1984):

$$P1 = P0 + B - D + I - O \dots\dots\dots(1)$$

Di mana :

- P1 = jumlah penduduk pada akhir periode
- P0 = penduduk pada awal periode
- B = Kelahiran
- D = Kematian
- I = migrasi masuk
- O = migrasi keluar

Hampir setiap proyek sumber daya air, memerlukan proyeksi atau estimasi penduduk (total dan areal distribusi) yang berguna untuk menyelesaikan beberapa masalah seperti:

- Perkiraan kebutuhan untuk output dari proyek sumber daya air (penyediaan air perkotaan, listrik, rekreasi, dll).
- Menilai kemungkinan pasar yang memadai atas sebuah proyek eksploitasi sumber daya air.
- Jadwal pelaksanaan, termasuk tahap pengembangan, proyek-proyek sumber daya air.
- Menyediakan data komponen penduduk dalam mengembangkan model ekonomi regional yang dipakai untuk memprediksi beberapa hal seperti: kebutuhan untuk berbagai jenis keluaran proyek, dampak ekonomi terkait dengan pengembangan sumber daya air, dan fasilitas masyarakat yang dibutuhkan untuk proyek konstruksi dan penduduk.

Proyeksi penduduk adalah perkiraan penduduk antar sensus atau segera setelah sensus. Dua cara yang biasa digunakan dalam estimasi penduduk adalah metode matematik dan metode komponen. Proyeksi penduduk bukan merupakan ramalan jumlah penduduk tetapi suatu perhitungan ilmiah yang didasarkan pada asumsi dari komponen-komponen laju pertumbuhan penduduk, yaitu kelahiran, kematian, dan perpindahan (migrasi).

Tahapan pekerjaannya adalah :

- Perhitungan proyeksi penduduk dilakukan secara berjenjang. Mula-mula dihitung proyeksi penduduk tingkat pusat, kemudian per propinsi, baru per kabupaten/kota.
- Jumlah penduduk hasil proyeksi per propinsi harus sama dengan jumlah penduduk hasil proyeksi negara. Begitu juga jumlah penduduk hasil proyeksi kabupaten/kota harus sama dengan jumlah penduduk hasil proyeksi untuk propinsi yang bersangkutan.
- Untuk menyamakan jumlah penduduk dari hasil setiap proyeksi harus dilakukan iterasi.

Metode matematika adalah sebuah cara yang menggunakan *fitting curve* data sensus untuk menggambarkan perubahan penduduk antara dua sensus. Perubahan penduduk digunakan untuk mengestimasi jumlah penduduk antara dua sensus atau setelah sensus dilaksanakan, dan pola pertambahan penduduk yang sering dipakai adalah pola pertambahan penduduk menurut kurva geometrik dan eksponensial. Cara Geometrik adalah sebagai berikut:

$$P_t = P_o (1+r)^t \dots\dots\dots(2)$$

dimana $r = 1 - \text{anti log } \{(\log P_t/P_o)/t\}$

Sedangkan cara Eksponensial adalah sebagai berikut:

$$P_t = P_o e^{rt} \dots\dots\dots(3)$$

dimana $r = 1 / t (2.3026) * \log (P_t/P_o)$

Sementara itu metode komponen adalah sebuah cara yang menggunakan perhitungan berdasarkan komponen dasar penduduk, yakni:

$$P_1 = P_o + B_1 - D_1 + I_1 - O_1 \dots\dots\dots(4)$$

Di mana :

P₀ = Penduduk pada tahun 0 (tahun dasar)

B₁ = Kelahiran selama 1 tahun

D₁ = Kematian selama 1 tahun

I₁ = Migrasi masuk selama 1 tahun dan

O₁ = Migrasi keluar selama 1 tahun

Ada cara lain untuk melakukan proyeksi penduduk yakni dengan program “Fivsin” yakni: Proyeksi Penduduk menurut kelompok umur dan jenis kelamin. Parameter demografi yang digunakan untuk menghitung proyeksi ini adalah: a) *Total Fertility Rate (TFR)* b), *Infant Mortality Rate (IMR)* menurut jenis kelamin, c) *Expectation of Life at birth (E0)* per jenis kelamin, d) *Crude Birth Rate (CBR)*, e) *Crude Death Rate (CDR)* dan , f) *Rate of Natural Increase (RNI)*.

Proyeksi penduduk harus dibuat untuk kebutuhan jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang (25 tahun atau lebih). Ramalan yang tidak akurat hanya akan mengakibatkan jadwal pelaksanaan sebuah proyek secara bertahap harus dipercepat atau diperlambat. Dalam kasus lain, sebuah proyek dapat menemui kegagalan secara finansial (atau

ekonomi) jika pendapatan (atau manfaat) tidak diwujudkan secara memadai karena proyeksi jangka panjang yang terlalu optimis.

Menurut Shryock et al. (1976) dalam Goodman (1984) ada beberapa prinsip umum tentang proyeksi, antara lain:

- Proyeksi yang dibuat untuk seluruh negara lebih akurat daripada untuk propinsi/kabupaten.
- Proyeksi yang dibuat untuk jumlah penduduk suatu wilayah lebih akurat daripada untuk karakteristik demografis penduduk daerah.
- Jika dilihat dari sudut pandang akurasi proyeksi, dengan asumsi bahwa data yang tersedia berkualitas baik, maka data langsung lebih disukai daripada data tidak langsung, baik dalam mempersiapkan proyeksi secara terpisah atau dalam mengelaborasi satu proyeksi.
- Proyeksi dapat diperiksa dengan membandingkannya dengan perkiraan lain diturunkan dengan metode akurat yang sama dengan menggunakan data dan asumsi yang berbeda.
- Interpolasi lebih dapat diandalkan daripada ekstrapolasi.
- Kualitas data dasar yang digunakan memungkinkan untuk mengubah basis data, selain itu periode waktu yang lalu memiliki pengaruh yang besar dalam akurasi perkiraan akhir.

Ada beberapa metode proyeksi penduduk, ada yang didasarkan pada analisis data *time-series* untuk jumlah penduduk secara keseluruhan atau untuk masing-masing komponen. Ada pendekatan umum yang lain yakni membuat hubungan tren historis dan proyeksi untuk suatu negara secara keseluruhan atau untuk wilayah yang ditetapkan, dengan demikian proyeksi yang dilakukan lembaga-lembaga pemerintahan dapat diandalkan. Ada yang membuat pemisahan atau "kelompok/kohort" (misalnya, semua orang yang lahir pada tahun tertentu).

Jika melakukan proyeksi dengan memperpanjang riwayat data, maka metode yang paling mendekati akurasi adalah proyeksi pertumbuhan berbentuk pola S. Hal ini telah dianalisis oleh McJunkin berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Schmidt dan Crosetti (1953) dan Siegel et al. (1954). Kesalahan rata-rata dengan lima metode yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kesalahan dalam Perkiraan Penduduk

Metode Perkiraan	Kesalahan rata-rata (%)	
	Prakiraan 10 Thn	Prakiraan 20 Thn
Ekstrapolasi grafik pertumbuhan penduduk di masa lalu	34,9	61,9
Proyeksi didasarkan pada pola pertumbuhan eksponensial	33,0	61,0
Proyeksi didasarkan pada pola pertumbuhan linier	14,2	18,8
Proyeksi rasio didasarkan pada area penduduk yang diproyeksikan	9,3	15,6
Berdasarkan proyeksi pertumbuhan berbentuk pola-S	8,8	10,6

Sumber: M; McJunkin (1964)

Menurut Goodman (1984), proyeksi penduduk yang dilakukan dengan membuat hubungan tren historis dan proyeksi yang berorientasi pada tujuan pemberian stimulus ekonomi bagi peningkatan penduduk dan pendapatannya pernah dibuat untuk proyek-proyek sumber daya air yang dilaksanakan oleh US Department of the Army (1969). Dua set proyeksi sudah disiapkan, didasarkan pada dua "skenario" berbeda. Satu, oleh Kantor Bisnis Ekonomi (OBE) Departemen Perdagangan US, yang disebut "Sejarah dan Proyeksi" atas dasar perpanjangan tren sejarahnya. Yang lain, oleh OAS disebut sebagai "Pembangunan Benchmark" proyeksi penduduk didasarkan pada tren perubahan sejarah di wilayah tersebut. Survei Sumber Daya Air Appalachian (AWRS) tersebut dibuat berdasarkan pemisahan pekerjaan dari kelompok industri, pendapatan per kapita, dan keluaran bruto per karyawan. Data dan proyeksi dikelompokkan menjadi 27 sub-wilayah ekonomi, 28 daerah air, dan 59 negara sub-wilayah perencanaan. Secara historis, di wilayah Appalachian ada kecenderungan penurunan kependudukan dalam hal pekerjaan dan pendapatan dibandingkan dengan nilai-nilai untuk keseluruhan Amerika Serikat.

Untuk proyeksi berdasarkan tren historis, asumsi yang digunakan adalah untuk mengembangkan total penduduk dan pendapatan nasional dibedakan dari negara secara keseluruhan menjadi region utama negara-negara bagian. Sementara itu untuk proyeksi yang berorientasi pada tujuan sesuai Undang-Undang Pembangunan Daerah Appalachian, berasumsi: (i) Setelah tahun 1980, jumlah penduduk Amerika akan menjadi konstan; (ii) Partisipasi angkatan kerja akan meningkat ke tingkat nasional dan proyeksi penduduk per pekerja akan menurun dari 2,7 di 1960 menjadi 2,58 pada tahun 2020; dan (iii) Pendapatan per kapita akan meningkat menjadi sekurang-kurangnya 95% dari rata-rata nasional tahun 2020. Kedua asumsi tersebut mempengaruhi proyeksi penduduk, walaupun akhirnya proyeksi OBE dan OAS tahun 1980 hampir sama, tetapi ada perbedaan yang besar untuk tahun-tahun berikutnya.

Metode proyeksi yang membuat pemisahan atau "kelompok/kohort", menurut Goodman (1984), pernah dilakukan dalam kaitannya dengan kajian komparatif proyek-proyek penyediaan air oleh Tippetts-Abbett-McCarthy-Stratton dan Mattis, Demain, Beckford and Associates (TAMS, 1977) untuk Kingsto, Jamaika, dan wilayah sekitarnya. Untuk keperluan itu maka, Roberts (1976) dari Program Riset Sensus Universitas Hindia Barat dan oleh Departemen Perencanaan Kota (TPD) (Jamaika, 1973) dibuat proyeksi pertumbuhan penduduk.

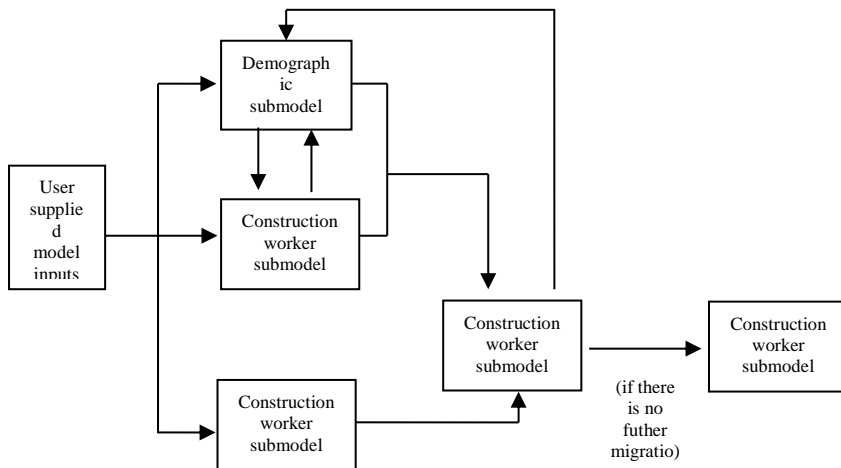
Roberts membuat proyeksi komponen penduduk (kohort) untuk negara secara keseluruhan dalam kaitannya dengan migrasi internal di antara ke-14 paroki Jamaika, dan secara khusus di Kingston, sebagai

sebuah ibukota, mengingat bahwa bahwa ibu kota "memiliki gaya tarik yang kuat dibandingkan semua populasi paroki lainnya". Robert mengasumsikan tiga skenario. Proyeksi I menggambarkan hasil pertumbuhan yang sepenuhnya tak terkendali dengan asumsi tidak ada pengurangan fertilitas dari tingkat tinggi diamati pada tahun 1970, angka kematian konstan, dan tidak ada migrasi eksternal. Proyeksi II memperkenalkan pertumbuhan yang menurun secara konstan karena penurunan tingkat kesuburan dan berganti level di tahun 1985 untuk selanjutnya konstan. Proyeksi III menambahkan kendala kedua pada pertumbuhan dalam bentuk migrasi eksternal yang berhubungan dengan tingkat yang cukup tinggi pada tahun 1960-an. Departemen Perencanaan Kota (TPD) juga membuat tiga proyeksi. Proyeksi I, yang tertinggi dilakukan oleh lembaga, didasarkan pada tingkat pertumbuhan fertilitas yang konstan dan stabil. Proyeksi II terendah dan memperhitungkan penurunan kesuburan. Proyeksi III adalah estimasi tingkat menengah. Berbagai proyeksi Roberts dan TPD disesuaikan sehingga mereka semua diperpanjang berdasarkan angka sensus penduduk tahun 1974, sehingga menunjukkan sebuah proyeksi "kecenderungan historis" yang diperoleh dari perpanjangan grafis tren pertumbuhan historis pada periode 1960-1974.

Suatu analisis dibuat untuk menentukan apakah kepadatan penduduk yang ditunjukkan oleh proyeksi masuk akal atau tidak. Tingginya laju pertumbuhan yang ditunjukkan oleh proyeksi Robert I (jumlah penduduk dua kali lipat dalam waktu 16 tahun) tampak tidak mungkin, karena kurangnya lahan ruang terbuka yang tersedia, kecuali tanah resmi disediakan untuk bangunan dan fasilitas publik. Jika populasi Kingston mencapai kerapatan seperti yang digambarkan dalam proyeksi Roberts I dan TPD I, maka harus ada perubahan yang segera dan radikal dalam pola pembangunan serta investasi yang signifikan dalam kepadatan perumahan umum yang tinggi. Asumsi proyeksi Roberts I dan TPD I yakni laju fertilitas yang konstan dan tidak ada migrasi eksternal dinilai tidak realistis. Untuk alasan ini, proyeksi ini dianggap tidak berada dalam kisaran pola pertumbuhan layak. Untuk berbagai pilihan tujuan studi pasokan air, maka diputuskan untuk mengadopsi proyeksi Roberts II sebagai proyeksi "tinggi" dan proyeksi TPD II sebagai proyeksi "rendah". Perluasan tren historis berada di antara proyeksi yang terbatas dengan proyeksi yang "paling mungkin". Setiap pertumbuhan di atas dan di bawah tren historis pertumbuhan cenderung akan "spillover" ke daerah pinggiran kota sekitar Kingston.

Biro Model Penilaian Reklamasi Ekonomi (BREAM) menjelaskan sebuah model dampak proyeksi secara ekonomi yang mengevaluasi konsistensi proyeksi penawaran tenaga kerja yang diperoleh dari analisis penduduk daerah tersebut dengan permintaan tenaga kerja yang ditunjukkan oleh analisis ekonomi daerah (West Mountain Research, Inc,

1978). Model ini dibuat berdasarkan hubungan sebab-akibat secara langsung, dan hubungan antar komponen utama BREAM terwakili secara skematik pada Gambar 1.



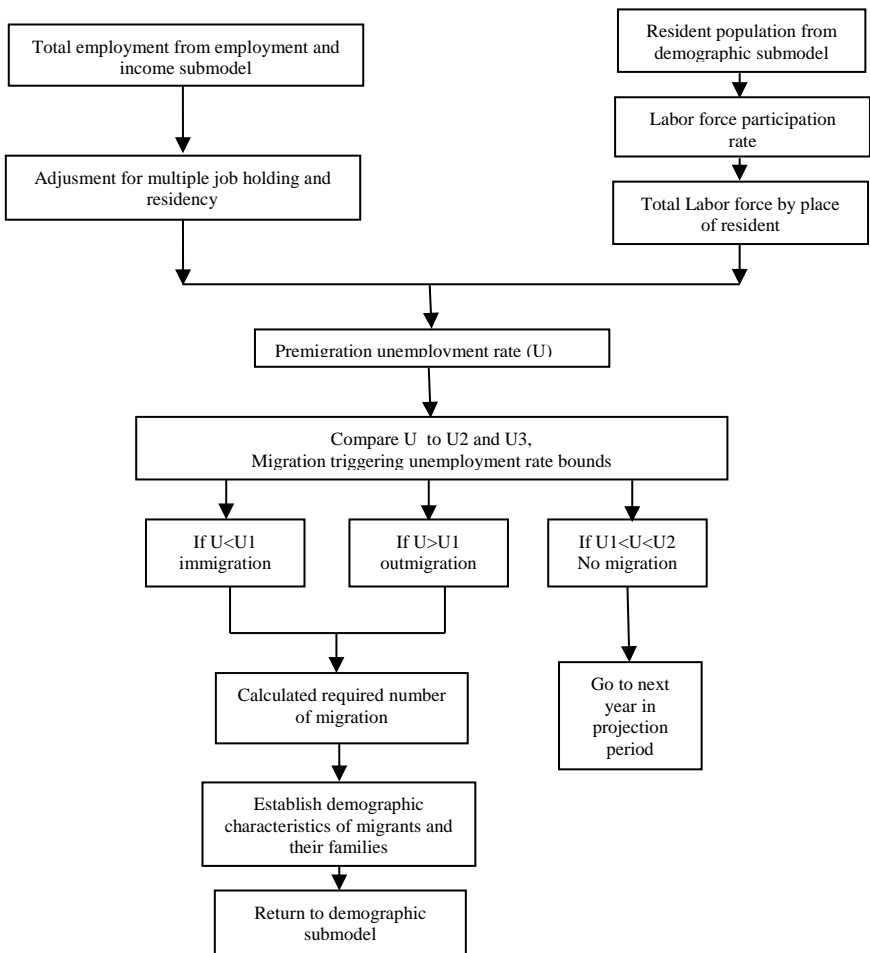
Gambar 1. Biro model penilaian reklamasi ekonomi, BREAM Dari *Mountain West Research, Inc.*, 1978. (Sumber: Goodman, 1984)

Dalam hal penawaran dan permintaan tenaga kerja yang tidak seimbang perlu dilakukan penyesuaian dengan asumsi untuk melengkapi migrasi, meskipun untuk perubahan jumlah pengangguran hal itu juga dapat dilakukan. Setelah keseimbangan dalam pasar tenaga kerja tercapai, tidak terjadi lagi migrasi dan tingkatan penduduk, pekerjaan dan pendapatan ditetapkan untuk setiap kabupaten di wilayah dampak setempat. Model kemudian memisahkan proyeksi penduduk kabupaten dan menempatkannya ke masyarakat dalam setiap wilayah. Lima komponen analisis model BREAM dijelaskan sebagai berikut (Goodman, 1984):

- (i) **Submodel demografis.** Masukan utama ke submodel demografis adalah penduduk kabupaten, dibedakan menurut umur dan jenis kelamin. Tingkat umur dan jenis kelamin diterapkan untuk setiap kohort/kelompok (seperti menurut kelompok umur/jenis kelamin tertentu) untuk menghitung efek kematian pada populasi kabupaten. Tingkat umur fertilitas yang spesifik diterapkan pada masing-masing kelompok usia perempuan untuk memperkirakan jumlah kelahiran. Prosedur ini menghasilkan estimasi populasi kabupaten yang "selamat". Penyesuaian selanjutnya yang dibuat dalam submodel demografis adalah untuk sub-populasi khusus seperti kondisi pasar tenaga kerja lokal yang independen (misalnya, migrasi pensiun), untuk populasi mahasiswa yang besar, atau untuk instalasi militer besar.

- (ii) **Submodel pekerja konstruksi.** Submodel para pekerja konstruksi digunakan setiap kali sebuah proyek mempertimbangkan beberapa bagian dari angkatan kerja konstruksi yang mungkin harus bermigrasi ke daerah studi karena permintaan tenaga kerja proyek melebihi pasokan pasar tenaga kerja lokal yang tersedia. Setelah persyaratan pekerja proyek telah ditetapkan, maka submodel dimulai dengan menentukan komposisi kekuatan konstruksi antara lokal dan non-pekerja lokal. Setelah jumlah pekerja lokal ditentukan (contohnya jumlah pekerja yang bermigrasi), maka estimasi sub-model pekerja konstruksi memperkirakan karakteristik demografis para pekerja yang akan disertai oleh keluarga mereka dan itu membuat perkiraan alokasi masyarakat pekerja yang bermigrasi.
- (iii) **Submodel ekonomi.** Submodel ekonomi adalah sebuah model berbasis ekspor yang menentukan pendapatan dan kesempatan kerja. Model berbasis ekspor untuk sebuah komunitas fokus pada pertumbuhan kegiatan ekonomi yang mempunyai output yang diekspor dari masyarakat, dan peningkatan pendapatan karyawan dan pribadi yang berkaitan dengan pertumbuhan tersebut.
- (iv) **Submodel pasar tenaga kerja.** Populasi dihitung dalam sub model demografis dan perhitungan estimasi total pekerja dalam sub-model ekonomi adalah input utama dalam kekuatan buruh dan proses migrasi. Pasokan tenaga kerja lokal yang tersedia dihitung dengan menerapkan tingkat partisipasi angkatan kerja menurut umur/jenis kelamin tertentu. Permintaan tenaga kerja diperkirakan dengan mengalikan total angka tenaga kerja dari sub-model ekonomi mengimplikasikan pekerjaan ganda dan tingkat commutations, dan hasilnya disebut penyesuaian pekerja. Jika penawaran tenaga kerja seimbang dengan permintaan tenaga kerja, tidak ada penyesuaian lebih lanjut terhadap populasi, pekerjaan, ataupun proyeksi pendapatan di tingkat kabupaten dan model tersebut membutuhkan kelanjutan proses alokasi masyarakat. Namun jika ada ketidakseimbangan dalam penawaran dan permintaan tenaga kerja, maka diasumsikan terjadi migrasi masuk atau keluar sampai ketidakseimbangan itu berkurang. Ketika terjadi migrasi, diperlukan pengetahuan sub-model demografis sehingga populasi daerah tersebut dapat disesuaikan dengan tepat. Hubungan mendasar dari submodel pasar tenaga kerja ditunjukkan oleh diagram pada gambar 2.
- (v) **Submodel alokasi komunitas.** Sekali kesetimbangan telah terbentuk dalam pasar tenaga kerja lokal, total populasi kabupaten, pekerjaan dan pendapatan tetap hanya dialokasikan untuk penduduk dalam setiap wilayah. Penduduk usia sekolah di komunitas masing-masing juga dialokasikan dan diperkirakan dari jumlah rumah tangga. Penduduk dialokasikan oleh komponen perubahan penduduk, yang memungkinkan penggunaan berbagai skema alokasi untuk penambahan alami (minus Kelahiran kematian), migrasi pensiun, migrasi tenaga kerja terkait, dan migrasi pekerja konstruksi non lokal. Submodel alokasi masyarakat digunakan pada setiap akhir periode

proyeksi setelah penduduk setiap kabupaten di wilayah dampak lokal ditentukan. Prosedur alokasi ditujukan pada masing-masing komponen utama perubahan penduduk secara individual. Perubahan populasi dari tahun sebelumnya adalah sama dengan peningkatan alami (minus Kelahiran Kematian) plus migrasi pensiun ditambah migrasi pekerja yang berhubungan. Migrasi pekerja dapat dibagi lagi menjadi pekerja konstruksi non-lokal dan semua komponen migrasi pekerjaan lainnya. Setiap komponen dialokasikan menurut salah satu dari empat distribusi komunitas yang dihasilkan oleh model. Tiga pilihan didasarkan pada populasi bagian dari masyarakat kabupaten pada tahun-tahun sebelumnya. Opsi keempat ini digunakan jika ada pekerja konstruksi non lokal beserta keluarganya kemudian dialokasikan pada sebuah proyek dengan dasar proyek sesuai dengan koefisien alokasi yang dihitung dalam sub-model pekerja konstruksi.



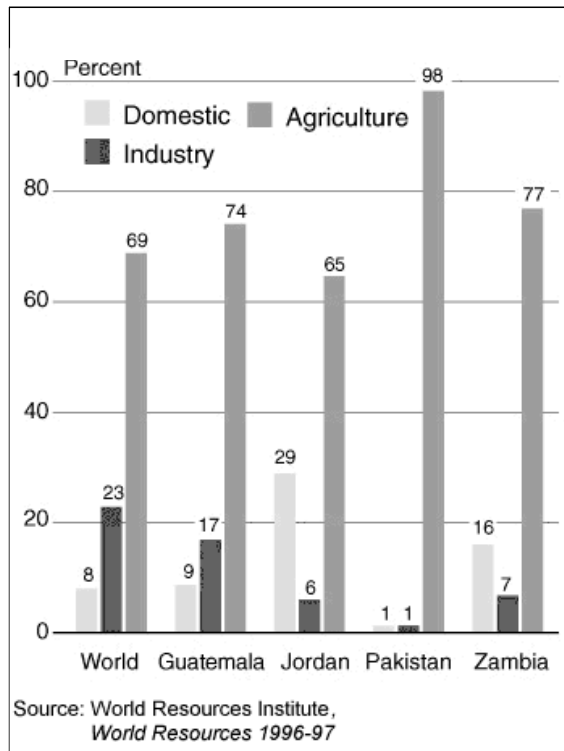
Gambar 2. Submodel pasar tenaga kerja untuk BREAM, 1978 (Sumber: Goodman, 1984)

KEBUTUHAN AIR DAN PROYEKSI EKONOMI KETERSEDIAANNYA

Dalam paruh terakhir abad ini, pertumbuhan penduduk dan urbanisasi, bersama dengan perubahan dalam produksi dan konsumsi, telah menuntut ketersediaan sumber daya air. Jumlah penduduk dunia sekarang lebih kurang 6 milyar, dan 2.6 milyar adalah penduduk perkotaan. Proporsi ini diperkirakan meningkat menjadi 70 persen pada tahun 2025, dengan demikian mengurangi kuantitas dan kualitas air yang tersedia untuk ekosistem perairan (Postel et al, 1996). Peningkatan penduduk perkotaan di dunia pada tahun 2025, akan membutuhkan air bersih hingga mencapai 61 %, sehingga diperkirakan permintaan air bersih dunia akan mencapai 6 milyar m³ saat sekarang dan 12 milyar m³ tahun 2025. Pertumbuhan penduduk perkotaan mempengaruhi permintaan air. Pada daerah perkotaan, permintaan terhadap sumber daya air cenderung tumbuh karena populasi perkotaan, rata-rata, menggunakan lebih banyak air untuk keperluan domestik dan industri dari populasi pedesaan. Sementara itu pada tahun 2000 telah terjadi peningkatan kebutuhan air secara regional yang diperkirakan lebih kurang 3187 km³ untuk permintaan air Asia, 317 km³ untuk Afrika, 796 km³ untuk Amerika Utara, 216 km³ Amerika Latin dan 673 km³ untuk Eropa.

Di lain pihak, secara fisik ada keterbatasan ketersediaan air. Potensi air bersih (*fresh water*) yang dapat diakses manusia di dunia ini saat ini hanyalah sebanyak 60 ribu km³ per tahun, yang hanya 1,26 % dari air bersih dunia yang tersedia, selebihnya kembali ke atmosfer (Shiklomanov, 1993, dalam Ansofino, 2006) Lebih dari 1 milyar orang saat ini kurang memiliki akses terhadap pasokan air bersih yang cukup untuk keperluan rumah tangga. Manusia telah menggunakan lebih dari satu setengah limpasan air permukaan yang dapat diakses. Dalam 30 tahun, sebanyak 5,5 miliar orang tinggal di daerah yang menderita tekanan sedang hingga berat pada sumber daya air, bahkan sulit untuk penyediaan air bersih dan aman (United Nations, 1997).⁷ Sementara itu penggunaan air tawar di seluruh dunia untuk produksi pertanian rata-rata sebesar 69 persen, sedangkan industri menggunakan 23 persen dan rumah tangga memanfaatkan 8 persen (Gambar 3).

⁷ De Sherbinin, Alex, 1996. Introduction: *Water and Population Dynamics: Local Approaches to a Global Challenge*, IUCN-The World Conservation Union, <http://www.aaas.org/international/ehn/waterpop/desherb.htm>



Gambar 3. Penggunaan air tawar untuk berbagai sektor (Sumber: de Sherbinin, 1996)

Standar kelayakan kebutuhan air bersih adalah 49,5 liter/kapita/hari. Untuk kebutuhan tubuh manusia air yang diperlukan adalah 2,5 lt perhari. Standar kebutuhan air pada manusia biasanya mengikuti rumus 30 cc per kilo gram berat badan per hari. Artinya, jika seseorang dengan berat badan 60 kg, maka kebutuhan air tiap harinya sebanyak 1.800 cc atau 1,8 liter. Badan dunia UNESCO sendiri pada tahun 2002 telah menetapkan hak dasar manusia atas air yaitu sebesar 60 ltr/org/hari. Ukuran tersebut juga digunakan sebagai Standar Kebutuhan Pokok Air Minum di Indonesia sebagaimana tercantum dalam Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 23 Tahun 2006 tentang Pedoman Teknis dan Tata Cara Pengaturan Tarif Air Minum pada Perusahaan Daerah Air Minum, atau sejumlah 10 meter kubik/kepala keluarga/bulan. Untuk kebutuhan air minum nasional data dari Departemen Pekerjaan Umum menunjukkan, bahwa kebutuhan air minum nasional sebanyak 272.107 liter per detik, sedangkan kapasitas air minum eksistingnya sebanyak 105.000 liter perdetik. Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan

Umum membagi lagi standar kebutuhan air minum tersebut berdasarkan lokasi wilayah sebagai berikut ⁸:

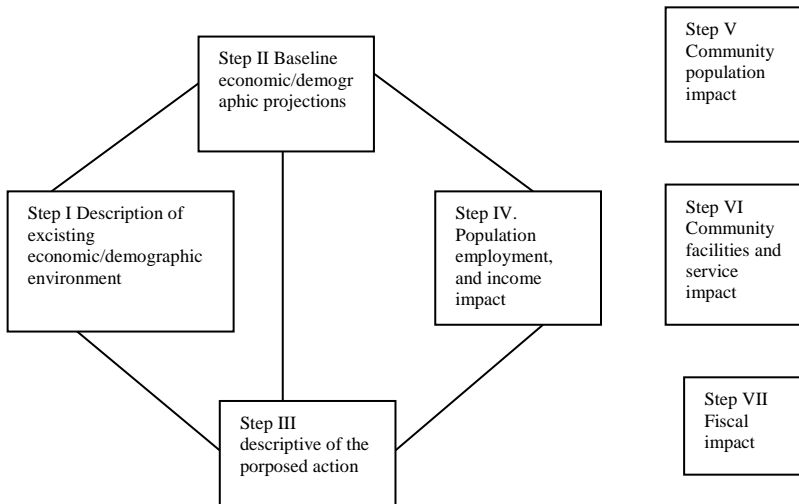
- a. Pedesaan dengan kebutuhan 60 liter / per kapita / hari.
- b. Kota Kecil dengan kebutuhan 90 liter / per kapita / hari.
- c. Kota Sedang dengan kebutuhan 110 liter / per kapita / hari.
- d. Kota Besar dengan kebutuhan 130 liter / per kapita / hari.
- e. Kota Metropolitan dengan kebutuhan 150 liter / per kapita / hari.

Permintaan air ini berkaitan dengan peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan skala aktifitas ekonomi. Proyeksi ekonomi/demografis diperlukan untuk perkiraan berbagai anggaran Pembangunan Ekonomi Nasional sebuah proyek pengelolaan sumber daya air. Proyeksi ini penting untuk mengevaluasi dampak regional pembangunan ekonomi dan sosial lainnya. Studi dasar ekonomi adalah prasyarat untuk menyiapkan pengendalian kualitas air dan program-program pengembangan sumber daya air. Ada tiga komponen utama dalam studi tersebut yakni: analisis struktur ekonomi, identifikasi dan analisis kekuatan pertumbuhan, dan proyeksi pertumbuhan ekonomi. Secara tidak langsung juga mempengaruhi, penduduk, industri, dan karakteristik unsur lainnya juga mempengaruhi perubahan dalam anggaran yang mendukung kualitas lingkungan. Ukuran pembangunan ekonomi dalam Studi Pengelolaan Sumber daya Air Berbasis Ekonomi menurut National Planning Association (1967) antara lain ⁹:

1. Penduduk daerah; (a) Perkotaan dan pedesaan; (b) Tenaga dan (c) Keluarga;
2. Pengembangan industri; (a) Pekerjaan oleh kategori industri (untuk industri menggunakan air pokok, pekerjaan yang diberikan oleh tiga atau empat digit klasifikasi industri; kategori industri lainnya dapat dikelompokkan bersama-sama); (b) Output produk untuk industri yang menggunakan air pokok sedapat mungkin;
3. Pertanian; (a) Jumlah pertanian/peternakan; (b) Jumlah ternak; (c) Lahan irigasi oleh tanaman yang diklasifikasi; (d) Produksi untuk berbagai jenis pengolahan makanan; (e) Kuantitas air diperlukan;
4. Rekreasi; (a) Jenis penggunaan air; (b) Beberapa ukuran jumlah penggunaan menurut jenis
5. Tanggal/Jadwal proyeksi; tahun dasar untuk semua proyeksi; proyeksi jangka pendek; tahun pertama proyeksi jangka panjang; tahun akhir proyeksi jangka panjang.

⁸ Standar kebutuhan air. <http://tapaklangit.blogspot.com/2009/02/standar-kebutuhan-air.html>. [12 Februari 2009]

⁹ Goodman, Alvin S., 1984. *Principles of Water Resources Planning* : Estimates of Population and Water Needs. Chapter 4. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 07362.



Gambar 4. Langkah-langkah dalam proses penilaian ekonomi/demografis menurut Chalmers dan Anderson, 1977 (Sumber: Goodman, 1984)

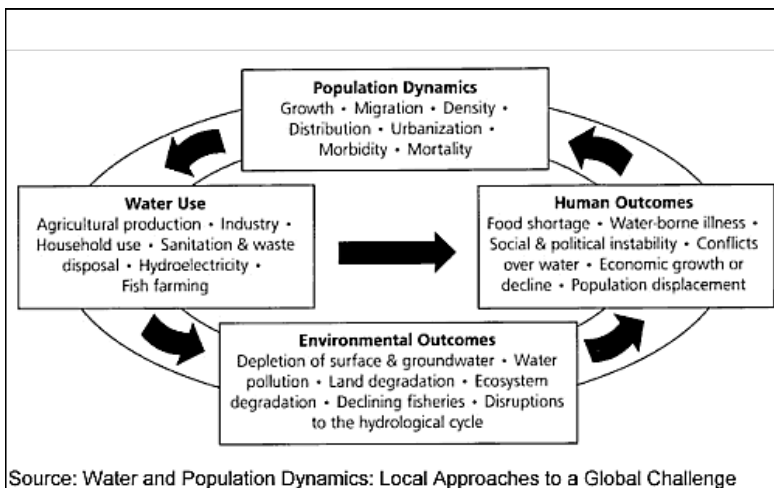
Selanjutnya Chalmers dan Anderson (1977) menggambarkan tujuh langkah proses penilaian di bidang ekonomi/ demografis (Gambar 4). Empat langkah pertama sesuai dengan penilaian atas penduduk, pekerjaan, dan dampak pendapatan dari tindakan yang diusulkan. Tiga langkah terakhir untuk analisis dampak ke fasilitas masyarakat dan implikasi fiskal dari tindakan (Goodman, 1984).

PERMASALAHAN PEMENUHAN KEBUTUHAN AIR

Dinamika penduduk dan sumber daya air berinteraksi melalui penggunaan air oleh manusia. Hubungan antara dinamika populasi dan sumber daya air digambarkan secara sederhana oleh Alex de Sherbinin pada gambar 5, meliputi dinamika pertumbuhan penduduk, distribusi, migrasi, dan karakteristik lainnya. Sebagai contoh, pertumbuhan penduduk menyebabkan peningkatan penggunaan air untuk produksi makanan dan rumah tangga, yang pada gilirannya, dapat memperburuk kekurangan air, kerawanan pangan, dan pada akhirnya mengarah pada krisis ekonomi dan sosial. Sebaliknya, tentu kelangkaan pasokan air, kualitas air yang buruk, atau tidak meratanya distribusi sumber daya air dapat berdampak buruk pada kesehatan dan akhirnya berpengaruh pada pertumbuhan dan distribusi penduduk.

Urbanisasi yang cepat dan kurangnya sumber daya keuangan di negara berkembang telah membuat sulit bagi perencana kota untuk menanggapi tuntutan pertumbuhan infrastruktur sanitasi. Permukiman liar yang mengelilingi banyak kota sering kekurangan air ledeng atau segala jenis pembuangan limbah, sehingga membuat warga mereka rentan terhadap diare dan penyakit lainnya. Bendungan yang dibangun untuk

pembangkit listrik tenaga air, pada kenyataannya juga digunakan untuk mengalihkan air untuk irigasi atau domestik dan pasokan air untuk mengendalikan banjir. Dampak pembangunan bendungan juga telah menjadi penyebab perpindahan penduduk lebih kurang 30 juta orang karena waduk dan 60 juta orang karena irigasi (McCully, 1996 dalam de Sherbinin). Sebaliknya pembangunan bendungan dapat juga menarik migrasi, terutama jika air dialirkan ke daerah-daerah kering atau jika relokasi industri memanfaatkan tenaga air yang dihasilkan. Bendungan juga dapat mempengaruhi perikanan dan ekosistem air (misalnya, sungai, dataran banjir, delta, dan bakau). Gangguan dalam siklus banjir alami bisa berdampak kepada masyarakat miskin di pedesaan, yang mata pencahariannya sering bergantung pada lahan basah, perikanan, dan banjir yang bergantung pada pertanian. Jika ekosistem perairan diubah, penduduk pedesaan ini mungkin terpaksa bermigrasi ke daerah lain.



Gambar 5. Air dan dinamika penduduk (Sumber: de Sherbinin, 1996)

Pertumbuhan penduduk dan migrasi sering menyebabkan perubahan tutupan lahan yang dapat mempengaruhi sumber daya air. Sebagai contoh, pertumbuhan penduduk memberikan kontribusi bagi peningkatan permintaan untuk tanah pertanian, kayu bakar dan kayu, mengakibatkan deforestasi. Hutan bertindak sebagai regulator air dengan mengurangi limpasan air dan erosi tanah, dan dengan membantu mengisi kembali air tanah. Mereka juga melepaskan uap air ke atmosfer. Oleh karena itu, ketika hutan ditebang, maka siklus hidrologis berubah kecuali jika regenerasi terjadi. Transformasi dari hutan menjadi padang rumput atau lahan pertanian, terutama di daerah berbukit, dapat mengakibatkan erosi tanah, penimbunan air besar kursus, banjir, dan penurunan cadangan air

tanah. Pada saat yang sama, kelangkaan air telah merangsang outmigration cepat ke wilayah perkotaan.

Pemahaman yang lebih baik mengenai hubungan antara dinamika populasi dan sumber daya air adalah langkah pertama untuk merancang kebijakan yang dapat membuat hubungan ini lebih berkelanjutan. Ada empat kriteria kebijakan yang digunakan untuk tujuan ini yaitu kebijakan harus:

- a) Memperhitungkan potensi dampak timbal balik dan tanggapan;
- b) Peka terhadap konteks lokal, menggambar pada pengetahuan multidisiplin, dan menerapkan strategi multisektoral dalam analisis masalah, kebijakan, rancangan proyek, pelaksanaan, pemantauan, dan evaluasi;
- c) Pengaruh hulu dan hilir dapat dihitung sebagai sifat sumber daya air milik bersama;
- d) Menggunakan pengelolaan adaptif yang cukup fleksibel untuk menyesuaikan dengan perubahan sifat air dan hubungan penduduk dari waktu ke waktu.

Untuk menciptakan hubungan antara sumber daya air dan penduduk yang berkelanjutan, maka perlu diperhatikan: (1) pertumbuhan penduduk yang bergantung pada air dan ekosistem; (2) penawaran dan permintaan air tawar, dan (3) partisipasi masyarakat dalam pengelolaan air. Stabilisasi penduduk menjadi penting untuk mengurangi tekanan terhadap sumber daya air dan berfungsi untuk memperbaiki pengelolaan air, sesuai kebijakan dan kelembagaan. Pertumbuhan penduduk dapat diperlambat dengan mengambil tindakan terkait kebijakan kependudukan, kesehatan reproduksi, pelayanan keluarga berencana, peningkatan pendidikan dan kesempatan kerja bagi perempuan. Keterlibatan masyarakat sangat penting untuk pengelolaan air yang efektif, terutama untuk memahami kondisi lokal, menciptakan rasa kepemilikan, penguatan kapasitas masyarakat, dan memastikan pengelolaan sumber daya air.

Akses ke air adalah masalah hak asasi manusia. Keberadaan air sering ditangkap oleh kepentingan ekonomi kuat, sehingga merugikan orang miskin. Pengelolaan sumber daya air secara kolaboratif yakni, pembagian tanggung jawab antara masyarakat dan penguasa negara dapat menjadi salah satu mekanisme untuk meningkatkan akses lokal, terutama dalam skema irigasi. Pengelolaan sumber daya air dapat memperoleh manfaat dari pendekatan tim multidisipliner yang melibatkan ahli hidrologi, insinyur, ilmuwan sosial, dan ekologi yang bersama-sama dengan para pemangku kepentingan lokal, berkolaborasi dalam semua tahap identifikasi dan analisis masalah, dialog dan perumusan kebijakan, program desain dan implementasi, penegakan hukum, serta monitoring dan evaluasi. Seperti halnya di India, para ahli sumber daya alam dan ilmuwan sosial bekerja sama dengan komunitas lokal untuk mengelola sumber daya air yang langka melalui pendekatan daerah aliran sungai

yang meliputi konservasi tanah, reboisasi, dan pemulihan sistem penyimpanan air tradisional.

Lembaga pengelolaan air dapat mencegah konflik atas sumber daya air. Membuat komisi air nasional atau internasional untuk mengelola sumber daya bersama seperti sungai dapat mengurangi ancaman konflik dan berbagi air secara adil. Peningkatan kapasitas kelembagaan akan melibatkan undang-undang formal, perjanjian internasional, dan perjanjian lokal. Pembuat kebijakan dan masyarakat umum perlu dididik tentang sumber daya air dan dinamika penduduk, dengan penekanan pada keberlanjutan pada kegiatan manusia yang berkaitan dengan ketersediaan air.

Kerangka kebijakan pengelolaan sumber daya air itu harus terkait dengan sistem perekonomian nasional secara keseluruhan, karena masalah penawaran dan permintaan air tidak dapat dipertimbangkan secara terpisah, tetapi harus dianalisis secara umum dari segi sosial ekonomi. Kebijakan dan perencanaan penawaran dan permintaan terhadap air harus dikembangkan dengan beberapa kerangka kerja logis yakni secara: (i) Holistik (dalam konteks perekonomian nasional); (ii) Realistik (didasarkan kepada kapasitas aktual dari pemerintah khususnya dalam hal manajemen, keahlian, sumber daya manusia, finansial dan ketersediaan sumber daya air secara fisik, serta (iii) Partisipatif (dengan memberikan perhatian khusus pada desain, implementasi dan proyek serta program monitoring untuk meyakinkan keterlibatan masyarakat yang maksimum dan distribusi keuntungan yang adil khususnya pada wilayah yang berpendapatan rendah).

Agar kerangka kerja ini bisa dilaksanakan, maka dibutuhkan perencanaan sumber daya air yang terpadu, baik secara makro maupun secara mikro dan secara nasional, daerah maupun lokal. Adapun tujuan perencanaan dan kebijakan sumber daya air itu secara nasional adalah untuk menentukan dan memenuhi kebutuhan air secara rinci dalam sistem perekonomian (*rest of economics*) guna mencapai pertumbuhan dan tujuan pembangunan. Hal itu perlu diupayakan dengan berbagai cara seperti: biaya yang lebih rendah, sedapat mungkin meminimalkan pengangguran, mengkonservasi sumber daya air dan menghilangkan konsumsi yang berlebihan, memperbanyak penawaran dan mengurangi ketergantungan pada sumber luar negeri, memenuhi kebutuhan keamanan Nasional, melayani kebutuhan air bagi masyarakat miskin, mengidentifikasi permintaan air secara khusus, mengukur penawaran untuk berkontribusi kepada prioritas pembangunan dari wilayah tertentu (khususnya pedesaan dan perkotaan yang dikendalikan), meningkatkan revenue yang cukup dari penjualan air untuk membiayai pembangunan sektor air, stabilitas harga air, dan melindungi lingkungan. Selain itu perlu memperhatikan sumber daya air selain air permukaan, yaitu air bawah tanah yang terbarukan dan tak terbarukan, mengingat air bawah

tanah yang tersembunyi dari pandangan, sering diabaikan dalam kebijakan komprehensif. Di beberapa negara air tanah telah diperlakukan sebagai barang publik untuk memenuhi kebutuhan di masa depan.

Akibat dari banyaknya interaksi dan kekuatan non pasar yang membentuk dan mempengaruhi sektor air dalam perekonomian, maka pembuatan keputusan dalam investasi sektor air, harus melakukannya dalam kerangka kerja perencanaan sumber daya air yang terpadu dengan penentuan harga dan manajemen. Hal ini harus ditekankan bahwa ketika perencanaan sumber daya air mungkin dibawa secara terpusat, tetapi implementasi kebijakan harus lebih banyak didasarkan kepada kemungkinan penggunaan desentralisasi kekuatan pasar, khususnya harga.

Perencanaan sumber daya air untuk level mikro meliputi perencanaan investasi, operasional, optimalisasi kualitas penawaran, semuanya adalah pada sisi penawaran, sedangkan pada sisi permintaan adalah kebijakan perencanaan harga, kontrol fisik, pengembangan teknologi, pendidikan dan propaganda penggunaan air yang efisien. Maka dalam kondisi saat ini, basis perencanaan kebijakan harga menjadi sorotan pertama.

Pemanfaatan sumber daya air, juga melibatkan wilayah, dan harus terintegrasi. Namun, sebelum kerjasama antar regional dapat diwujudkan, maka pemetaan terhadap kebutuhan air masing masing sektor dalam satu wilayah terasa sangat penting mengingat kebutuhan air saat sekarang, tidak hanya untuk kebutuhan domestik, yang meliputi air bagi kebutuhan rumah tangga, sanitasi, tetapi juga kebutuhan bagi pertanian dan industri, bahkan saat sekarang meningkat menjadi keperluan untuk rekreasi dan amenitas.

Dalam pada itu, beragam pula kelompok konsumen yang membutuhkan air, seperti konsumen perkotaan yakni, rumah tangga, industri dan rekreasi dan pedesaan untuk kebutuhan rumah tangga dan pertanian. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis bagi penggunaan antar sektor dan antar konsumen ini, sehingga penggunaan air akan lebih efisien, Sektor yang paling banyak menggunakan air harus mampu mengkompensasi sektor yang sedikit menggunakan air dalam suatu konteks wilayah.

Di dalam perencanaan sumber daya air di tingkat makro akan dilihat interaksi antara sektor air dengan keseluruhan aktifitas, maka sektor yang utama yang harus diperhatikan adalah sektor industri, transportasi, energi, kesehatan dan pertanian. Penggunaan sumber daya air masing masing sektor ini terutama dibandingkan dengan sektor perekonomian yang berbasis di perkotaan dengan sektor ekonomi yang berbasis di wilayah pedesaan (irigasi pertanian) akan dapat menentukan kecenderungan penggunaan sumber daya air itu diprioritaskan ke arah mana, apakah ke arah yang paling banyak menguntungkan. Sebab dalam prinsip penggunaan sumber daya air yang efisien adalah diarahkan ke arah yang

lebih besar memberikan keuntungannya dari penggunaan sumber daya air tersebut (Ansofino, 2006).

KESIMPULAN

Kedudukan penduduk sangat berpengaruh pada dinamika pembangunan suatu negara. Hal ini dikarenakan penduduk merupakan titik sentral dari seluruh kebijakan dan program pembangunan yang sedang dan akan dilakukan oleh pemerintah. Dengan kata lain, dalam konsep pembangunan, penduduk adalah subjek dan sekaligus objek pembangunan. Sebagai subjek pembangunan, penduduk bertindak sebagai pelaku dan pelaksana pembangunan. Adapun sebagai objek pembangunan, penduduk merupakan sasaran pembangunan. Permasalahan penduduk baik dari jumlah penduduk (kuantitas) maupun mutu (kualitas) merupakan suatu masalah yang dilematis dan kontradiktif.

Memperhatikan tren peningkatan kebutuhan air yang terjadi, maka pendekatan-pendekatan baru sangat dibutuhkan untuk mengelola sumber daya air secara rasional dan adil. Hal ini memerlukan upaya yang harus memperhatikan dinamika penduduk, pola konsumsi, dan konservasi lingkungan. Untuk menyeimbangkan kebutuhan berbagai sektor, stakeholder, dan lingkungan maka terdapat berbagai strategi yang akan sering melibatkan kombinasi dari satu atau lebih dari pilihan strategi berikut: (i) Mengubah pola penggunaan air melalui lembaga-lembaga, harga air, pengelolaan terpadu, pendidikan, dan teknologi tepat guna; (ii) Mengubah dinamika populasi melalui kebijakan-kebijakan untuk mengurangi pertumbuhan penduduk dan bentuk tren migrasi dan distribusi dan (iii) Mengubah pasokan, kualitas, atau distribusi sumber daya air melalui konservasi ekosistem atau pengelolaan air terpadu yang mempertimbangkan hubungan air dan jumlah penduduk.

Perencanaan pembangunan ekonomi harus memperhitungkan proyeksi pertumbuhan penduduk dan sumber daya air yang terbatas. Rencana pertumbuhan di sektor pertanian dan industri harus diimbangi dengan kebutuhan air bersih yang cukup untuk digunakan dalam negeri dan untuk menjaga kesehatan ekosistem. Untuk tujuan perencanaan, proyeksi penduduk di masa mendatang juga harus mempertimbangkan distribusi. Pertumbuhan perkotaan di masa depan akan menimbulkan tantangan yang berbeda daripada pertumbuhan pedesaan. Dampak lingkungan dari penggunaan air perkotaan sangat besar, mengingat kebutuhan waduk dan infrastruktur lainnya untuk ekstraksi, penyimpanan, dan pengiriman air ke wilayah perkotaan.

Kebijakan kependudukan nasional yang peka terhadap kebutuhan masyarakat dan individu, dapat memberikan kontribusi penting untuk mengurangi tekanan terhadap sumber daya air. Komisi Nasional untuk air dan sungai berwenang harus ditetapkan untuk memantau dan

mengkoordinasikan penggunaan air, dan menjadi penengah antara kepentingan yang bertentangan dan harus menjamin pemerataan hak guna air. Komisi tersebut harus memiliki kekuasaan untuk membuat dan menegakkan kebijakan, dan mereka harus bertanggungjawab kepada publik dan responsif terhadap kebutuhan lokal. Untuk itu perlu memperkuat kapasitas teknis dan kelangsungan hidup lembaga pengelola air yang sudah ada.

Sumber daya air sebagai barang publik dapat ditingkatkan manfaatnya melalui kebijakan yang sehat dan mekanisme harga yang sesuai. Untuk itu pengelolaan kolaboratif sesuai kesepakatan antara pemerintah dan masyarakat lokal harus didorong. Masyarakat akan mengambil tanggung jawab untuk pengelolaan sebagai imbalan atas hak untuk menggunakan air. Design, pelaksanaan, dan evaluasi proyek-proyek air harus memperoleh manfaat dari partisipasi masyarakat. Masyarakat harus diadvokasi untuk terlibat dalam pengelolaan DAS dan melakukan kontrol yang lebih besar dari sumber daya air setempat. Selain itu juga masyarakat harus terlibat dalam desain dan pelaksanaan proyek-proyek yang berkaitan dengan kependudukan dan pelayanan kesehatan yang terkait. Hak dan tanggung jawab hulu dan hilir harus diakui dalam satu pengelolaan DAS. Hak-hak dan tanggung jawab harus tercermin dalam perjanjian atau kesepakatan.

Para pembuat kebijakan harus didorong untuk belajar dari keberhasilan (dan kegagalan) dalam pengelolaan sumber daya air. Masyarakat dan organisasi akar rumput memerlukan bahan-bahan pendidikan dan pelatihan untuk meningkatkan pemahaman dan kemampuan untuk mengelola sumber daya air. Kampanye melalui media massa dapat digunakan untuk menyampaikan tujuan untuk meningkatkan pengelolaan air dan stabilisasi penduduk.

Para perencana juga harus mempertimbangkan penggunaan teknologi baik modern maupun tradisional dalam desain dan pelaksanaan proyek-proyek air. Keadaan setempat harus membantu menentukan pilihan teknologi tepat guna. Di masa mendatang, pasokan air akan lebih berkelanjutan melalui pengelolaan permintaan. Teknologi tepat guna dan metode-metode baru untuk konservasi air, daur ulang, dan pemeliharaan atau pemulihan kualitas air harus dikejar dengan penuh semangat.

Penelitian tentang dinamika penduduk dan sumber daya air harus multidisiplin. Meskipun tidak mungkin untuk melibatkan semua aktor, menciptakan koalisi untuk mengembangkan respon kebijakan praktis akan menjadi bagian penting dari setiap kegiatan yang bertujuan untuk menyatukan berbagai disiplin ilmu dan pendekatan kritis. Hal tersebut menjadi langkah pertama ke arah penemuan solusi untuk menciptakan hubungan yang lebih berkelanjutan antara dinamika penduduk dan sumber daya air. Berbagai rekomendasi ini menunjukkan bahwa tidak ada satu pendekatan untuk menyeimbangkan kebutuhan manusia, pasokan air,

dan konservasi lingkungan. Pengelolaan sumber daya air yang sukses akan bergantung pada pendekatan praktis dan partisipatif, dan mengembangkan kesadaran akan adanya hubungan kompleks antara dinamika populasi dan sumber daya air, baik lokal maupun global.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansofino, 2006. *Arti penting penilaian ekonomi sumber daya air untuk pembangunan sumber daya air berkelanjutan*. P5SDA. UMSB. Padang
- BSE. *Dinamika Penduduk*. Bab 2. http://www.crayonpedia.org/mw/BSE:Dinamika_Penduduk_8.1_BAB_2 [15:06, 27 Agustus 2009].
- de Sherbinin, Alex. 1996. Introduction: *Water and Population Dynamics: Local Approaches to a Global Challenge*, IUCN-The World Conservation Union, <http://www.aaas.org/international/ehn/waterpop/desherb.htm>
- Goodman, Alvin S., 1984. *Principles of Water Resources Planning : Estimates of Population and Water Needs*. Chapter 4. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 07362.
- http://akuinginhijau.org/2008/05/04/pertumbuhan_penduduk/. [4 Mei, 2008] *Pertumbuhan Penduduk: Ancaman Terbesar MasalahLingkungan, 2008*.
- <http://tapaklangit.blogspot.com/2009/02/standar-kebutuhan-air.html>. [12 Februari 2009] *Standar kebutuhan air*.
- Sjarief , Roestam, 2002. Pengelolaan Sumber daya Air. *Jurnal desain dan konstruksi*, Vol 1 No 1 Juni 2002, hlm. 44-56.