

Model Hak Guna Air dan Insentif / Disinsentif Bagi Pemerintah Otonomi Kabupaten / Kota di Jawa Barat (Studi Kasus DAS Cimanuk – Jawa Barat)

Suardi Natasaputra.¹⁾
Hang Tuah²⁾
Sri Legowo³⁾
Indratmo Soekarno³⁾

Abstrak

Penelitian ini mempelajari model hak guna air (HGA) dan model insentif / disinsentif bagi daerah otonom kabupaten yang diformulasikan berdasarkan kondisi tataguna lahan dan karakteristik alamiah daerah aliran sungai (DAS). Tujuannya untuk meningkatkan sinergitas dan keterpaduan pengelolaan SDA secara keseluruhan DAS.

Karena air merupakan komoditas yang vital dan esensial serta rawan konflik dalam kehidupan manusia, model HGA pada masing-masing daerah otonom didasarkan atas ketersediaan air pada setiap kabupaten/kota berdasarkan hujan rata-rata tahunan yang jatuh pada wilayah kabupaten/kota (daerah otonom) dikurangi debit minimum untuk menjaga kelestarian biota sungai.

Model insentif/disinsentif didasarkan pada parameter sisa HGA suatu daerah otonom yang dapat dimanfaatkan oleh daerah otonom lainnya. Parameter tersebut dalam model diinterpretasikan sebagai koefisien manfaat (C_m), koefisien sisa (C_s), dan koefisien bobot (C_b). Besarnya insentif bagi kabupaten surplus air adalah perkalian dari koefisien-koefisien tadi dengan jumlah pendapatan daerah seluruh DAS (hasil hak guna usaha air).

Simulasi model pada DAS Cimanuk, menunjukan Kabupaten Garut, Sumedang, dan Majalengka memiliki HGA lebih besar dari jumlah pemakaiannya (surplus), sedangkan kabupaten Indramayu mengalami kekurangan (defisit). Kelebihan air dari 3 (tiga) kabupaten tersebut dimanfaatkan selain untuk memenuhi kebutuhan air di kabupaten Indramayu, juga untuk kabupaten Cirebon dan kota Cirebon sebagai tetangga terdekat.

Daerah yang mendapat insentif pada DAS Cimanuk, adalah kabupaten Garut, Sumedang, dan Majalengka, dan yang mendapat disinsentif adalah kabupaten Indramayu, Cirebon, dan Kota Cirebon. Upaya konservasi seperti perubahan pola tata guna lahan dan pembangunan waduk seperti waduk Jatigede di Kabupaten Sumedang, sangat berpengaruh terhadap peningkatan penghasilan masing-masing daerah otonom. Model insentif bermafaat untuk mengatur pembagian peran dan bagi hasil pajak antara propinsi dan kabupaten didalam DAS.

Kata-kata Kunci: *Hak Guna Air, Insentif, Disinsentif, Otonomi daerah, DAS lintas Kabupaten/Kota, Konservasi, Pembagian peran, Bagi hasil.*

Abstract

This study observed water rights and incentive/disincentive models for autonomous kabupaten/kota which are formulated based on land management condition and natural characteristics of the related river basin. The objective of this research is to improve river basin management integratedly and synergically.

As water is a vital and essential commodity yet a sources a conflict in human life, water rights model in every autonomous government is based on the water availability in the related autonomous region (kabupaten/kota) taken from annual rainfall minus minimum discharge in order to keep river biota conservation.

Incentive/disintencive model is based on the parameter of the remaining water rights in one autonomous region able to be benefited by other autonomous regions. This parameter is interpreted as beneficial coefficient (C_m),

1. Mahasiswa Program Doktor (S3) Prodi Teknik Sipil FTSL-ITB.
2. Guru Besar Prodi Teknik Sipil FTSL-ITB.
3. Staf Pengajar Prodi Teknik Sipil FTSL-ITB.

remaining coefficient (C_s), and weight coefficient (C_b). The amount of incentive for kabupaten with water surplus is the multiplication of the above mentioned coefficients with the total number of income throughout those river basins (water rights outcome).

Model simulation in the Cimanuk river basin showed that Kabupaten Garut, Sumedang, and Majalengka possess greater water rights from the point of view of their usage (surplus), whereas Kabupaten Indramayu experienced deficit. Water excesses from those three kabupaten is benefited to meet water requirement not only by Kabupaten Indramayu, but by Kabupaten Cirebon and Kota Cirebon as well as the nearest neighbours.

The areas obtaining incentive from the Cimanuk river basin are Kabupaten Garut, Sumedang, and Majalengka, and those which obtaining disincentive are Kabupaten Indramayu, Cirebon and Kota Cirebon. The conservation efforts such as changing in land management pattern and dam construction like Jatigede dam at kabupaten Sumedang, strongly influenced to the increase of income of the related autonomous governments. The incentive model is very beneficial to arrange the distribution of role and tax sharing between provincial and the kabupaten governments within river basin.

Keywords : *Water rights, Incentive, Disincentive, Autonomous region, Kabupaten/kota-crossing river basin, Conservation, Role sharing, Profit sharing*

1. Pendahuluan

Air hujan yang sebagian besar menjadi air permukaan dan air tanah, dalam perilakunya tidak mengenal batas administrasi kabupaten, kota, propinsi, bahkan negara. Batas aliran air adalah batas-batas hidrologi yang dikenal sebagai daerah aliran sungai (DAS), yang mana beberapa daerah otonom bisa berada didalam suatu DAS tertentu, baik sebagian maupun seluruh wilayahnya.

Salah satu persepsi tentang otonomi daerah adalah semua sumber daya alam yang berada dalam wilayah administrasinya menjadi hak mutlak pemerintahan daerah otonom. Namun tidak demikian halnya untuk air yang mengalir pada alur sungai dan dalam lapisan tanah (aquifer). Sumber daya air (SDA) merupakan karunia Tuhan Yang Maha Esa yang harus dimanfaatkan untuk mewujudkan kesejahteraan seluruh umat.

Belum adanya peraturan perundangan (PP ataupun Perda) yang menjelaskan besaran hak air atas suatu daerah otonom, dapat memicu terjadi kerawanan konflik kepentingan penguasaan air yang ada disumbernya (sungai, danau, mata air dll). Pada kenyataan dibeberapa daerah kabupaten/kota di Jawa Barat, potensi konflik tersebut sudah muncul.

Sejalan dengan semangat demokratisasi, desentralisasi, dan keterbukaan dalam tatanan kehidupan bermasyarakat, berbangsa, dan bernegara, masyarakat perlu diberi peran dalam pengelolaan SDA. Oleh karena itu pengelolaan SDA perlu diarahkan untuk mewujudkan sinergi dan keterpaduan yang harmonis antarwilayah, antarsektor, dan antar generasi (UU. No. 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air).

Untuk merespon kondisi tersebut di atas, undang-undang SDA memunculkan konsep Hak Guna Air

(HGA) sebagaimana tercantum pada pasal 6 ayat (1) dan ayat (4) yang intinya adalah SDA dikuasai negara untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat, dan atas dasar penguasaan dimaksud ditentukan hak guna air. Dengan adanya HGA, negara menjamin setiap warga negara baik perorangan maupun kelompok/masyarakat untuk memperoleh, memakai, dan mengusahakan air yang berada di daerahnya dalam rangka meningkatkan kesejahteraan.

Mengingat biaya yang diperlukan untuk menjaga kelestarian air sedemikian besar, maka pada dasarnya ada nilai dasar air pada setiap satuan volume air yang tersedia atau yang dimanfaatkan. Dengan adanya nilai dasar air, maka pembagian air, hak dan nilai air tiap perolehannya dapat dilakukan secara proporsional dan berkeadilan.

Pertanyaan yang timbul kemudian adalah seberapa besar hak guna air dan berapa sebenarnya nilai dasar air yang dapat dimanfaatkan, serta pembagian perolehan air oleh setiap pemerintahan otonom. Bagaimana pembagian air di sungai atau sumber air lainnya dirumuskan bagi daerah kabupaten/kota otonom yang harus melindungi warganya untuk memperoleh, memakai dan mengusahakan air. Untuk menjawab semua itu, dalam tulisan ini penulis mencoba memformulasikan apa itu hak guna air dan berapa nilai dasar air serta pembagian perolehan air, dilihat dari aspek alamiah secara kuantitatif, sehingga akan mudah dipahami dan diaplikasikan di lapangan.

2. Model HGA, HGP, dan HGU Bagi Daerah Otonom Kabupaten

2.1 Formulasi debit hak guna air (hga)

Ketersediaan air dalam DAS dipengaruhi beberapa aspek, seperti aspek geografis, ekosistem, pemanfaat, serta aspek waktu dan siklus alaminya. Secara

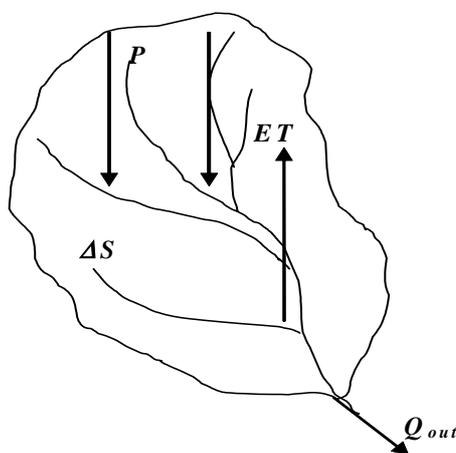
geografis untuk DAS yang besar dapat meliputi beberapa daerah administrasi pemerintahan (lintas Kabupaten/Kota). Keterkaitan ekosistem bagian hulu dan bagian hilir, *instream* dan *offstream*, air permukaan dan air tanah, juga sangat berpengaruh terhadap ketersediaan air baik segi kuantitas maupun kualitasnya.

Dengan demikian maka paling tidak ada tiga jenis sumber air yang dominan yang perlu dikaji dalam pengelolaan DAS, yaitu: (i) air permukaan yang mengalir, (ii) air permukaan yang berada di cekungan seperti situ-situ, dan (iii) air yang mengalir di bawah tanah. Air yang mengalir di sungai dan dalam tanah tidak mengenal batas administrasi pemerintahan, oleh karenanya tidak menjadi hak mutlak daerah otonomi yang dilaluinya.

Mengacu pada Undang-Undang SDA dan Undang-Undang Pemerintahan Daerah (UU. No. 32/2004), penulis merumuskan konsep hak guna air untuk pemerintah kabupaten/kota, *adalah hak penguasaan SDA oleh pemerintah kabupaten/kota untuk memperoleh, memakai dan mengusahakan air yang ada di daerah administrasinya untuk kepentingan masyarakat daerah tersebut tanpa merugikan daerah lainnya*. Air di daerah kabupaten/kota otonom yaitu jumlah air hujan dalam setahun (rata-rata hujan tahunan) adalah merupakan potensi dari hak daerah kabupaten otonom atas air.

Menurut Hukum Kekekalan Massa, dalam alam berlaku hukum di mana massa jumlahnya tetap, tidak bertambah dan tidak berkurang. Berdasar hukum tersebut maka dalam keseimbangan air (neraca air) pada DAS, air yang masuk kedalam DAS harus sama dengan air yang keluar dari DAS. Dari **Gambar 1**, dapat dirumuskan bahwa besarnya aliran air meninggalkan DAS sama dengan curah hujan dikurangi evapotranspirasi ditambah perubahan air tampungan (*storage*).

Secara matematik (lihat **Gambar 1**):



Gambar 1. Tipikal DAS

$$Q = P - ET \pm \Delta S \quad (1)$$

Dimana :

Q = aliran air

P = curah hujan

ET = evapotranspirasi

ΔS = perubahan *storage*

Apabila DAS dibagi menjadi beberapa “Subdas” berdasarkan batas administrasi kabupaten, maka hukum kekekalan massa pada kabupaten adalah (lihat **Gambar 2**):

$$Q_{in} - Q_{out} + P_k - ET_k = \Delta S_k \quad (2)$$

Dimana: Q_{in} = aliran air yang masuk

Q_{out} = aliran air yang keluar

P_k = curah hujan pada kabupaten k

ET_k = evapotranspirasi pada kabupaten k

ΔS_k = perubahan *storage* pada kabupaten k.

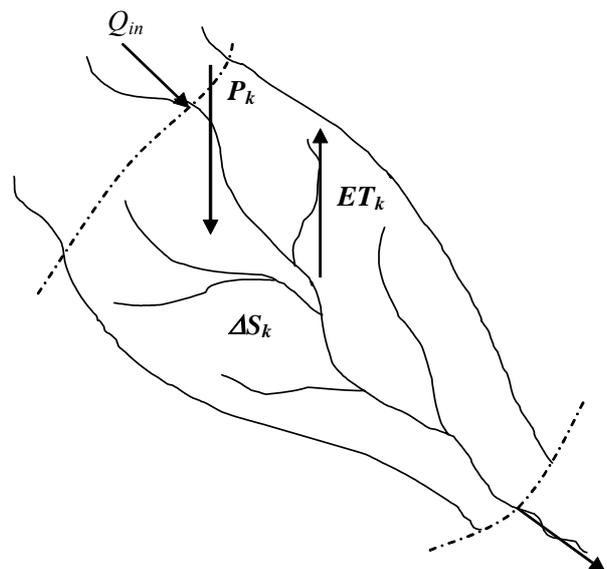
Sebagaimana telah didefinisikan di atas, maka Hak Guna Air kabupaten merupakan hak pemerintah kabupaten/kota otonom untuk mengelola potensi sumber daya air yang ada di daerahnya tanpa merugikan kabupaten lainnya. Dengan demikian maka identik dengan **Persamaan (1)**, aliran air kabupaten dapat diformulasikan :

$$Q_k = P_k - ET_k \pm \Delta S_k, \text{ Sehingga Persamaan (2) menjadi :}$$

$$Q_{in} - Q_{out} + Q_k = 0, \text{ atau}$$

$$Q_k + Q_{in} = Q_{out} \quad (3)$$

Untuk pemeliharaan lingkungan, sepanjang sungai diperlukan aliran minimal yang disebut debit pemeliharaan (*maintenance flow*), sehingga aliran keluar dari suatu kabupaten harus lebih besar atau



Gambar 2. Tipikal “Sub DAS” kabupaten

sama dengan debit pemeliharaan. Dengan demikian maka secara matematis :

$$Q_{out} \geq Q_m ; \text{ atau } Q_k + Q_{in} \geq Q_m$$

$$\text{Dalam bentuk lain : } Q_k + Q_{in} - Q_{use} = Q_m$$

$$\text{atau : } Q_{use} = (Q_k - Q_m) + Q_{in} \quad (4)$$

Dimana :

Q_m = debit pemeliharaan
 Q_{use} = air yang digunakan kabupaten bersangkutan

Sesuai definisi, maka hak guna air kabupaten adalah jumlah air maksimum yang dapat digunakan kabupaten, sehingga dengan demikian maka debit hak guna air adalah:

$$Q_{hga} = Q_k - Q_m \quad (5)$$

Dimana:

Q_{hga} = debit hak guna air kabupaten
 Q_k = debit kabupaten akibat hujan yang turun di kabupaten tertentu
 Q_m = debit minimum untuk kepentingan lingkungan

Dalam penelitian analisa debit minimum diambil berdasarkan 3 (tiga) metoda yaitu: (i) memenuhi kebutuhan evaporasi, penjumlahan, dan genangan sepanjang permukaan dasar sungai, (ii) menggunakan asumsi kebutuhan biota sungai sebesar 1,5 lt/dt/ha, (iii) berdasarkan debit minimum sungai hasil observasi.

2.2 Formulasi debit Hak Guna Pakai (HGP)

Menurut UU-SDA, hak guna air (HGA) berupa hak guna pakai (HGP) dan hak guna usaha air (HGU). HGP air diperoleh tanpa izin untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari bagi perseorangan dan bagi pertanian rakyat yang berada di dalam sistem irigasi, meliputi seluruh DAS. HGU air dapat diberikan kepada perseorangan atau badan usaha dengan izin dari pemerintah atau pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya.

HGU bagi suatu kabupaten dalam DAS dapat diizinkan apabila HGP seluruh kabupaten pemanfaat dalam satuan wilayah sungai sudah terpenuhi. Dengan demikian maka pada suatu kabupaten tertentu dalam suatu DAS yang memiliki HGA surplus, terdapat komponen HGP kabupaten bersangkutan dan HGP kabupaten lainnya yang memiliki HGA defisit. Oleh karena itu debit HGP kabupaten dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$Q_{hgp} = Q_{hgp}^k + Q_{hgp}^l \quad (6)$$

Dimana : Q_{hgp}^k = debit HGP pada kabupaten bersangkutan
 Q_{hgp}^l = debit HGP untuk kabupaten lainnya

Debit HGP kabupaten bersangkutan ditetapkan berdasarkan kebutuhan air untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari dan kebutuhan pertanian rakyat kabupaten tersebut. Sedangkan debit HGP kabupaten lainnya pada penelitian ini ditetapkan berdasarkan model matematik HGP yang dikembangkan dengan menggunakan metoda *Fair Pricing Strategy* (Ossenbruggen, 1984).

Kriteria dan kondisi yang diperlukan dalam pengembangan model berdasarkan metode *Fair Pricing Strategy* diantaranya adalah sebagai berikut:

- Kabupaten yang memiliki debit HGA surplus jumlahnya lebih dari satu kabupaten, sehingga perlu ditetapkan secara adil (*fair*), berapa alokasi HGP pada masing-masing kabupaten surplus tersebut.
- Dalam sistem alokasi air terdapat sifat atau karakteristik yang berbeda yang dapat menimbulkan dampak yang berbeda pula.
- Terdapat variabel kontrol yang dapat digunakan sebagai tolok ukur dalam menetapkan sifat berkeadilan.

Menurut metoda *Fair Pricing Strategy*, sistem alokasi adil (*fair system*) dalam pengembangan model HGP didapat dengan meminimize variansi (*variance*) harga dasar air baku di kabupaten sumber (kabupaten surplus). Persamaan variansi (*variance equation*) menurut Ossenbruggen, 1984 adalah:

$$V_r = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K n_i (r_i - \bar{r})^2 \quad (7)$$

Dimana :

V_r = variansi biaya alokasi air
 r_i = biaya alokasi air dari kabupaten i dalam [Rp/m³]
 \bar{r}_i = biaya alokasi air rata-rata semua kabupaten [Rp/m³]
 n_i = sisa HGA pada kabupaten i dalam [m³]
 N = total sisa HGA dalam [m³]

Dengan demikian maka untuk studi kasus DAS Cimanuk, model HGP dapat diformulasikan sebagai berikut:

Fungsi objektif :

Minimize

$$V_r = \frac{n_1}{N} (r_1 - \bar{r})^2 + \frac{n_2}{N} (r_2 - \bar{r})^2 + \frac{n_3}{N} (r_3 - \bar{r})^2 \quad (8)$$

$$\text{Konstrain : } p_1(n_1e_1) + p_2(n_2e_2) + p_3(n_3e_3) = \bar{r} \cdot N \quad (9)$$

$$p_1; p_2; p_3 \geq 0$$

Dimana : p_i = biaya alokasi air per satuan jarak (efisiensi) dari kabupaten i

e_i = efisiensi

Indek 1, 2, dan 3 menunjukkan kabupaten Garut, Sumedang, dan Majalengka.

2.3 Formulasi debit Hak Guna Usaha (HGU)

Yang dimaksud hak guna usaha menurut UU-SDA adalah hak untuk memperoleh dan mengusahakan air. Hak guna usaha dapat diberikan kepada perseorangan atau badan usaha dengan izin dari pemerintah atau pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya. Keberadaan *HGU* pada dasarnya selalu melekat pada *HGA*. Untuk keperluan usaha, air dapat dimanfaatkan baik sumber airnya (yang bersifat konsumtif) seperti usaha air minum dan industri, maupun daya airnya (non-konsumtif) seperti untuk navigasi, listrik, atau pariwisata.

Dalam penelitian ini analisis debit *HGU* hanya dimaksudkan untuk pengendalian usaha yang bersifat konsumtif, sehingga dapat diformulasikan bahwa debit *HGU* sama dengan debit *HGA* dikurangi debit *HGP* atau $Q_{hgu} = Q_{hga} - Q_{hgp}$.

3. Harga Dasar Air Baku (HDA)

Harga air tidak mudah untuk dikenalkan kepada masyarakat. Mengingat air merupakan karunia Tuhan Yang Maha Esa untuk semua makhluknya di bumi ini secara gratis. Tetapi karena ketersediaan air tergantung dari kondisi DAS, maka untuk memperoleh air yang siap dimanfaatkan, perlu ada upaya dan perlu biaya untuk kegiatan pengelolaan DAS.

Dengan demikian maka penulis mengajukan konsep bahwa harga dasar air baku adalah minimal sama dengan biaya konservasi (perlindungan, pengawetan), dan biaya pendayagunaan SDA per tahun dibagi dengan volume air per tahun yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi semua kebutuhan. Secara matematis dirumuskan :

$$HDA = \frac{BK_{DAS}}{V_{DAS}} \text{ untuk } V_{DAS} > 0 \quad (10)$$

Dimana :

HDA = Harga Dasar Air (*Base Water Pricing*)

BK_{DAS} = Biaya konservasi DAS

V_{DAS} = Volume air yang dapat dimanfaatkan.

Biaya konservasi DAS adalah semua biaya yang diperlukan untuk pengelolaan DAS dalam rangka melestarikan ketersediaan air baku secara berkelanjutan. Biaya konservasi di dalamnya termasuk biaya:

- Perlindungan SDA (*watershed management*), seperti biaya rehabilitasi hutan dan biaya rehabilitasi kawasan lindung non hutan.
- Pengawetan SDA seperti pemeliharaan kawasan lindung, pemeliharaan daerah sempadan sungai dan sumber air, pembinaan kawasan budidaya, operasi dan pemeliharaan (OP) jaringan sungai, OP situ-situ, dan biaya investasi pembangunan waduk.
- Operasi dan Pemeliharaan (O&P) infrastruktur SDA, meliputi O&P jaringan irigasi, jaringan air baku, prasarana perikanan dll.

Biaya konservasi dihitung untuk seluruh sektor meliputi seluruh DAS, kemudian dijumlahkan secara keseluruhan dalam satu tahun. Setiap sungai berbeda-beda biaya konservasinya tergantung dari tingkat kerusakan DAS dan prasarana yang diperlukan untuk pemanfaatannya. Dengan demikian maka HDA sifatnya dinamis. Pada suatu DAS tertentu setiap upaya pembangunan SDA akan berpengaruh terhadap harga dasar air. Prasarana yang dapat meningkatkan volume air yang dapat dimanfaatkan secara signifikan dapat menurunkan harga dasar air. Tetapi sebaliknya pembangunan prasarana yang tidak meningkatkan manfaat akan meningkatkan harga dasar air. Pembangunan yang menarik adalah pembangunan dengan biaya relatif kecil, tapi dapat meningkatkan pemanfaatan air yang tinggi.

Seperti telah diuraikan diatas, bahwa *HDA* dianalisis berdasarkan keperluan biaya pengelolaan DAS dan pemanfaatan air dalam kawasan wilayah sungai, sehingga *HDA* yang didapat merupakan harga dasar air rata-rata DAS. Tetapi dengan adanya dampak yang berbeda dari kegiatan guna pakai dan guna usaha air, maka sangat logis apabila *HDA* untuk guna pakai dibedakan dengan *HDA* untuk guna usaha.

Beberapa pertimbangan yang melandasi adanya perbedaan harga dasar air baku, diantaranya adalah:

1. Sebagian besar pemanfaat air guna pakai adalah masyarakat perdesaan dan pertanian rakyat yang luas kepemilikan lahannya relatif sangat kecil. Sedangkan pemanfaat air guna usaha sebagian besar adalah masyarakat industri dan perkotaan.
2. Kualitas limbah dari daerah pertanian masih relatif lebih baik dibanding limbah dari daerah industri.
3. Diharapkan *HDA* guna usaha lebih tinggi dibanding *HDA* guna pakai, sehingga akan terjadi subsidi silang diantara pengguna air.

Seperti analisis debit berdasarkan hak guna, analisis harga dasar air berdasarkan hak guna, dikembangkan model matematik berdasarkan metoda *Fair Pricing Strategy* sebagaimana berikut:

Fungsi objektif dari model adalah sama dengan variasi dari harga dasar menurut hak guna sesuai persamaan:

$$V_r = \frac{n_1}{N}(r_1 - \bar{r})^2 + \frac{n_2}{N}(r_2 - \bar{r})^2$$

Hubungan antara satuan *HDA* guna pakai dengan *HDA* guna usaha dapat diformulasikan :

$$r_i = p_i b_i$$

atau secara keseluruhan:

$$p_1 b_1 n_1 + p_2 b_2 n_2 = \bar{r} N \tag{11}$$

dimana :

p_i = harga satuan air per m^3 pada koefisien bobot i ,

b_i = koefisieb bobot.

n_i = volume air sesuai hak guna

\bar{r} = harga dasar air rata-rata DAS

N = jumlah debit *HGA* dalam DAS

4. Insentif dan Disinsentif Bagi Daerah Otonom

Dengan berlakunya UU. No. 32/2004 tentang Pemerintahan Daerah, dimana kewenangan yang luas ada pada tingkat pemerintahan daerah Kabupaten/ Kota, maka tanpa keterpaduan dalam manajemen SDA akan mendorong terjadinya konflik antar pemerintah daerah. Undang-Undang tersebut, mengatur secara garis besar peran (kewenangan) setiap pemerintahan dalam pengelolaan sumber daya yang ada di daerahnya masing-masing dalam kerangka Negara Kesatuan RI, termasuk dalam pengelolaan sumber daya air.

Daerah kabupaten kota yang berada di dalam DAS (sebagian atau seluruhnya) baik yang berada di hulu, di tengah, atau di hilir, pada umumnya memiliki karakteristik yang berbeda-beda terutama mengenai kondisi hidrologi, seperti curah hujan, topografi, ataupun fungsi kawasannya. Curah hujan di hulu biasanya lebih tinggi daripada di hilir. Dilihat secara topografis, ekosistem daerah hulu pada umumnya mempunyai fungsi perlindungan dan daerah hilir merupakan daerah manfaat. Daerah hulu memiliki peluang hak guna air yang lebih besar dibanding daerah hilir.

Sebaliknya dalam hal pemanfaatan, daerah hulu pada umumnya menggunakan air lebih kecil dari hak guna air (ada sisa hak guna air), dan daerah hilir pada umumnya memanfaatkan air lebih tinggi dari hak guna airnya (melebihi hak guna air). Kelebihan penggunaan air tersebut sudah pasti mengambil/memanfaatkan sisa hak guna air kabupaten di hulunya.

Berdasarkan kondisi tersebut, penulis mengajukan konsep bahwa pengguna air melebihi hak guna harus membayar insentif (terkena disinsentif) dari hasil pendayagunaan atau perusahaan air kepada kabupaten penghasil air di hulunya. Air yang berada di wilayahnya mengandung sisa hak guna air kabupaten yang ada di hulunya, yang apabila dimanfaatkan maka kabupaten tersebut wajib bayar insentif.

Besarnya insentif tergantung dari berapa sisa hak guna air kabupaten hulu yang dapat dimanfaatkan oleh kabupaten hilir. Atau secara matematis dapat dirumuskan sbb:

$$I_{N(k)} = C_b \left[\frac{(Q_{HGA(k)} - Q_{USE(k)})}{Q_{HGA(k)}} \right] \left[\frac{\sum Q_{HGA(k)}^n}{\sum Q_{HGA}} \right] [PB_{DAS}] \tag{12}$$

di mana:

PB_{DAS} = pendapatan bersih DAS [$PB_{DAS} = PA_{AS} - BK_{DAS}$] dalam Rp.

$I_{N(k)}$ = insentif kabupaten k dalam [Rp]

$Q_{HGA(k)}$ = debit hak guna air kabupaten k dalam [m^3]

$Q_{USE(k)}$ = debit yang dimanfaatkan kabupaten k alam [m^3]

NPA_{DAS} = nilai perolehan air seluruh kabupaten dalam DAS, [Rp]

BK_{DAS} = total biaya konservasi DAS dalam [Rp]

$Q_{HGA(k)}^n$ = hak guna air kabupaten k yang dimanfaatkan kab. n; $n \neq k$

$\sum Q_{HGA}$ = total hak guna air seluruh kabupaten dalam AS, dalam [m^3]

C_b = koefisien bobot

Apabila didefinisikan: $C_s = \frac{(Q_{HGA(k)} - Q_{USE(k)})}{Q_{HGA(k)}}$

maka C_s adalah koefisien sisa yang menunjukkan besarnya sisa HGA kabupaten k yang belum dimanfaatkan. Besarnya C_s berkisar antara 0 dan 1 atau ($0 \leq C_s \leq 1$). Semakin tinggi C_s semakin tinggi peluang untuk mendapat insentif, dan begitu juga sebaliknya.

Kemudian apabila didefinisikan:

$$C_m = \frac{\sum Q_{HGA(k)}^n}{\sum Q_{HGA}}$$

dimana C_m adalah koefisien manfaat, yang menunjukkan besarnya sisa HGA kabupaten penghasil air, yang dapat dimanfaatkan oleh kabupaten pemanfaat di hilirnya. Oleh karena itu semakin tinggi koefisien, C_m , semakin tinggi kabupaten k mendapat insentif. Nilai $C_m = 0$ menunjukkan semua sisa HGA tidak dapat dimanfaatkan oleh kabupaten lain di hilirnya. Untuk meningkatkan C_m , kabupaten penghasil air perlu kerjasama dengan kabupaten hilirnya untuk mengembangkan prasarannya. Dengan demikian maka diharapkan ada upaya kebersamaan dalam keseluruhan pengelolaan DAS. Sumber insentif atau disinsentif adalah kabupaten yang memanfaatkan hak guna air kabupaten lainnya.

Koefisien bobot, C_b , dimaksudkan untuk menyediakan anggaran dari hasil pajak atau retribusi nilai perolehan air untuk biaya operasional keperluan publik yang akan dikelola oleh pemerintah daerah propinsi. Menurut UU No. 34/2000 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah, bagian provinsi 30%. Dengan demikian, $C_b = 0,3$.

Besarnya disinsentif bagi kabupaten pemanfaat air dihitung secara proporsional dengan penggunaan airnya, atau dirumuskan sbb:

$$D_{IN(n)} = \frac{Q_n^{HGA(k)}}{\sum Q_n^{HGA(k)}} (\sum I_k) \quad (13)$$

Dimana : $D_{IN(n)}$ = disinsentif kabupaten, n.

Pendapatan daerah dari pemanfaatan air sementara ini yang perlu diatur oleh propinsi adalah dari pajak pemanfaatan air permukaan dan air tanah yang diatur dengan Perda No.6/2001 Tentang Pajak Pemanfaatan dan Pengambilan Air Permukaan dan Air Tanah, sebagai implementasi dari UU. No. 34/2000 tentang Perubahan atas UU. No.18/1997 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah. Besaran pajak daerah ditetapkan berdasarkan Nilai Perolehan Air (NPA).

NPA adalah nilai manfaat air yang didapat dari hasil upaya menggunakan air untuk berbagai kebutuhan. Apabila volume air yang digunakan untuk memproduksi sesuatu disebut volume efektif (V_{ef}), seperti penggunaan air untuk irigasi, air bersih, perikana dll, maka Nilai Perolehan Air (NPA) bagi kegiatan tersebut adalah perkalian antara volume efektif dengan harga dasar air baku (HDA). Secara matematis, formulasi NPA:

$$NPA_i = V_{ef}^i HDA \quad (14)$$

dimana:

NPA_i = Nilai Perolehan Air kegiatan i dalam [Rp.]

V_{ef}^i = Volume efektif air untuk kegiatan i [m^3 /tahun]

Dengan konsep insentif/disinsentif, pembagian hasil pajak oleh propinsi kepada kabupaten-kabupaten bersangkutan dapat dilaksanakan secara proporsional dan berkeadilan.

5. Penelitian pada DAS Cimanuk Jawa Barat

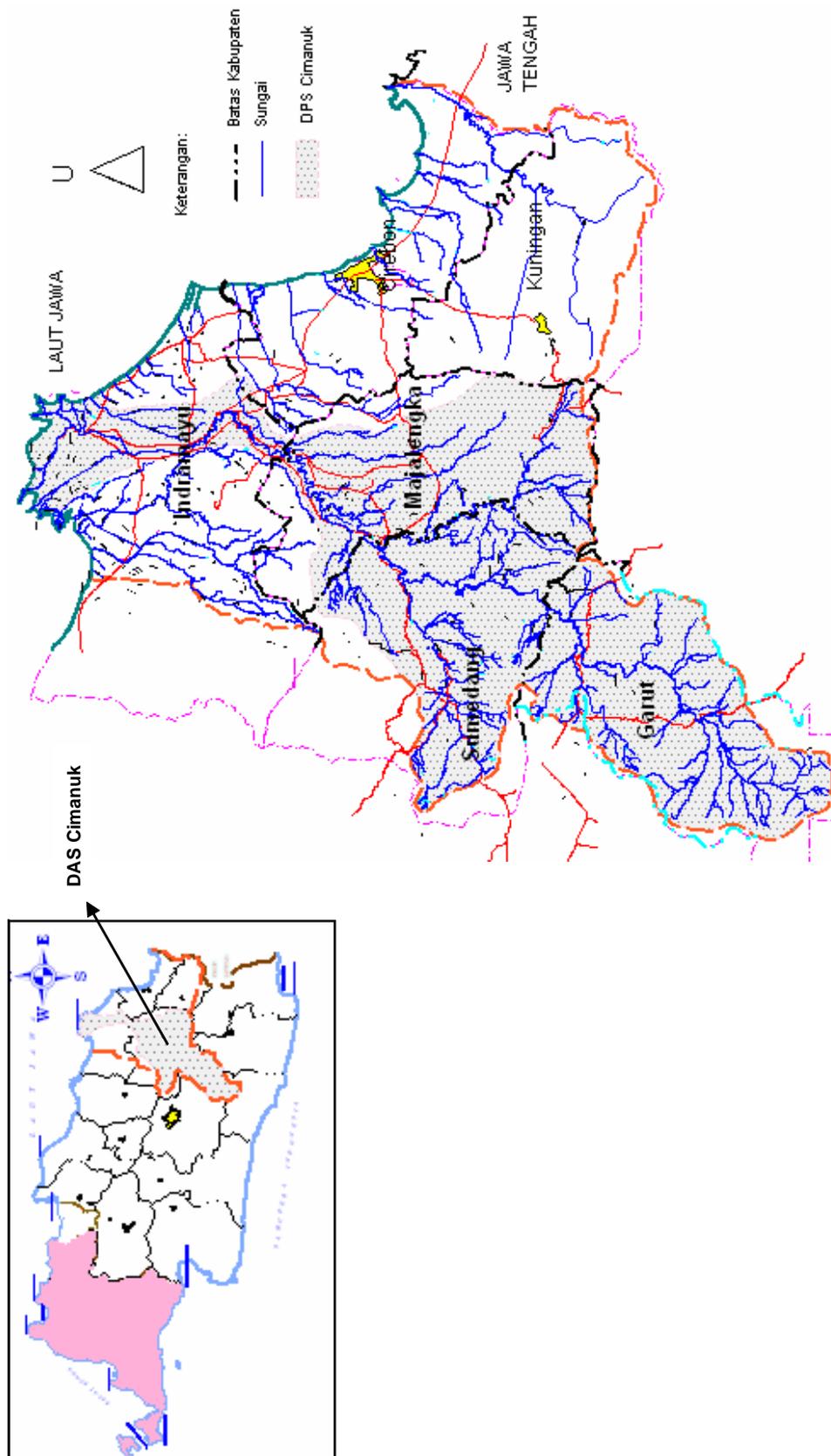
Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk terletak di bagian Timur Jawa Barat. Bagian hulu sungai terletak di Kabupaten Garut, mengalir melewati Kabupaten Sumedang, dan Majalengka sampai akhirnya bermuara di laut Jawa di daerah Kabupaten Indramayu. Luas DPS sekitar 3.483,67 km^2 meliputi Kabupaten Garut seluas 120,555 km^2 (34.58%), Kabupaten Sumedang seluas 107,430 km^2 (30.82%), Kabupaten Majalengka 940,970 km^2 (27%), dan Kabupaten Indramayu seluas 262,850 km^2 (7.28%), serta sedikit Kabupaten Bandung yaitu seluas 10.98 km^2 (0.32%).

Sungai Cimanuk bersumber dari gunung Papandayan di daerah Kabupaten Garut pada ketinggian \pm 2000 m di atas permukaan laut, mengalir kearah timur laut dengan panjang total dari hulu sampai ke muara laut Jawa sekitar 233,5 Km. Sepanjang alirannya sungai Cimanuk memiliki dua anak sungai besar yaitu sungai Cipeles di kabupaten Sumedang dan sungai Cilutung di kabupaten Majalengka serta sekitar 42 buah anak sungai yang relatif kecil-kecil. Peta lokasi sebagaimana pada **Gambar 3**.

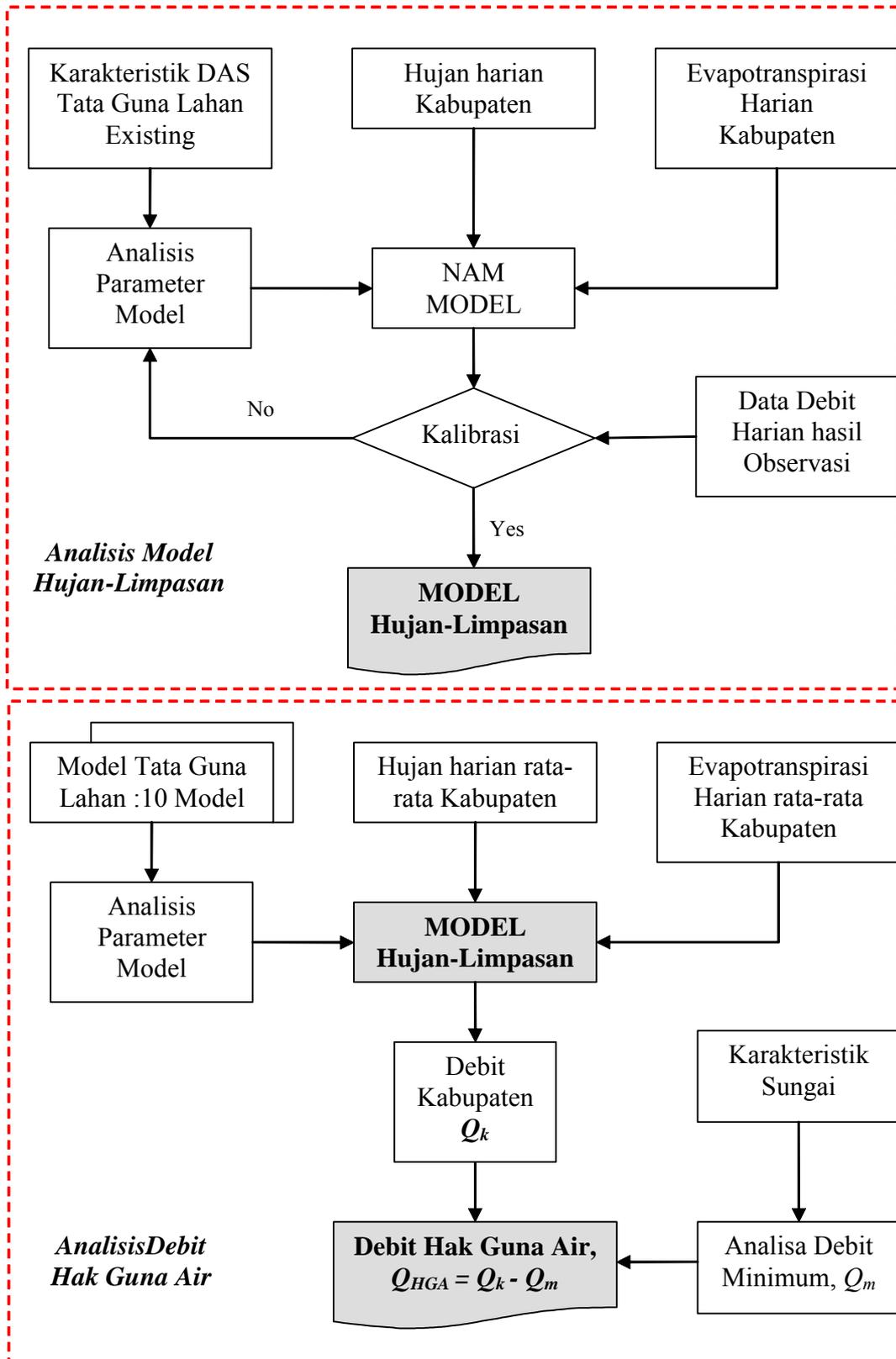
Dalam kajian model belum membahas secara ekplisit mengenai potensi air tanah, mengingat menurut hasil studi pembangunan Waduk Jatigede tahun 2000, penggunaan air tanah sudah mencapai ambang batas, sehingga tidak boleh dikembangkan dan penggunaan air tanah yang sudah ada secara bertahap harus diganti dengan air permukaan (sesuai Perda No. 16/2001 tentang Pengelolaan Air Tanah Jawa Barat).

5.1 Metodologi penelitian

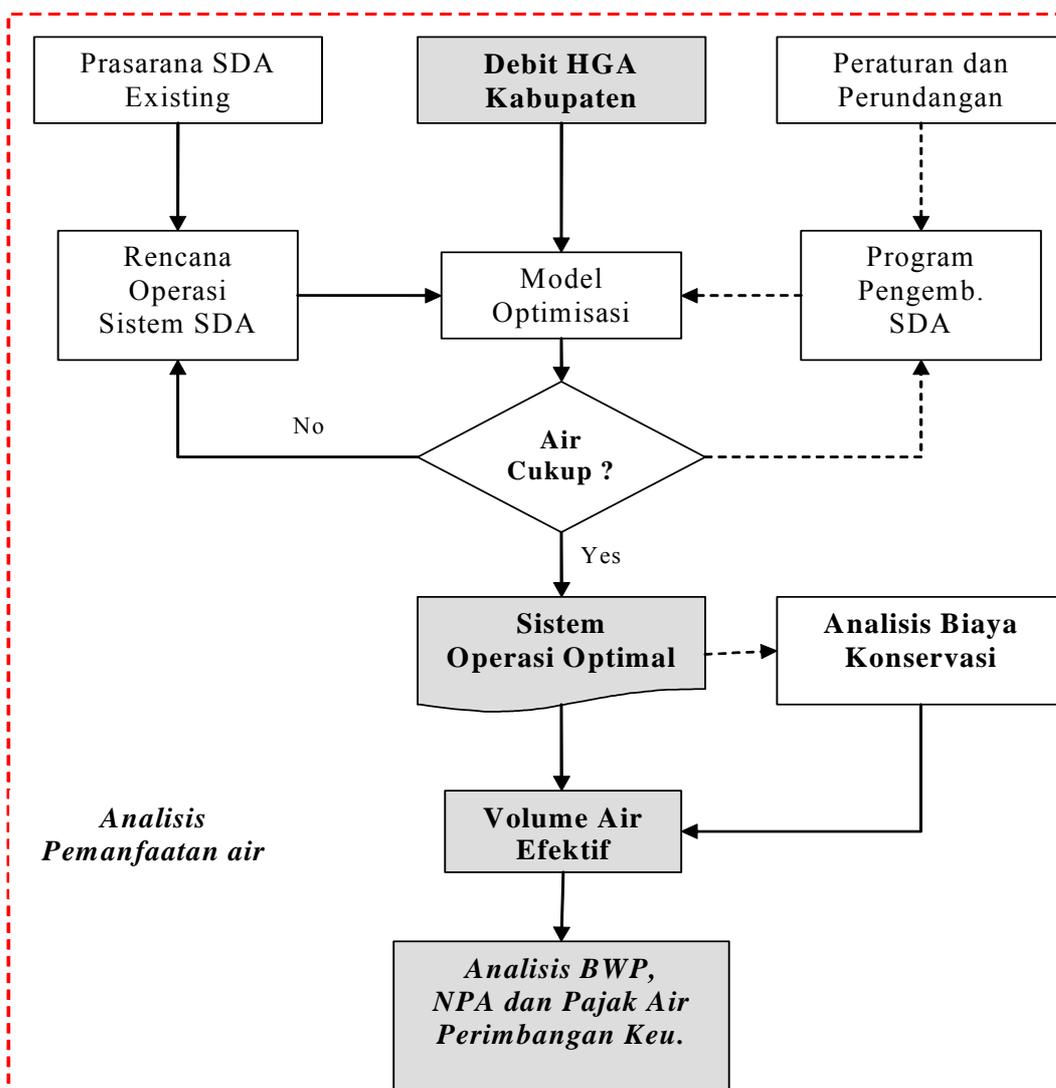
Langkah-langkah analisis yang dilaksanakan sebagai metodologi penelitian, meliputi: (i) analisis model hujan-limpasan, (ii) analisis debit hak guna air, (iii) analisis pemanfaatan SDA/alokasi air, (iv) analisis harga dasar air, nilai perolehan air dan pajak pemanfaatan air, dan (v) analisis perimbangan keuangan dengan model insentif/disinsentif. Secara grafis, metodologi penelitian digambarkan dalam bentuk Bagan Alir (*Flow-Chart*) sebagaimana tercantum pada **Gambar 4**.



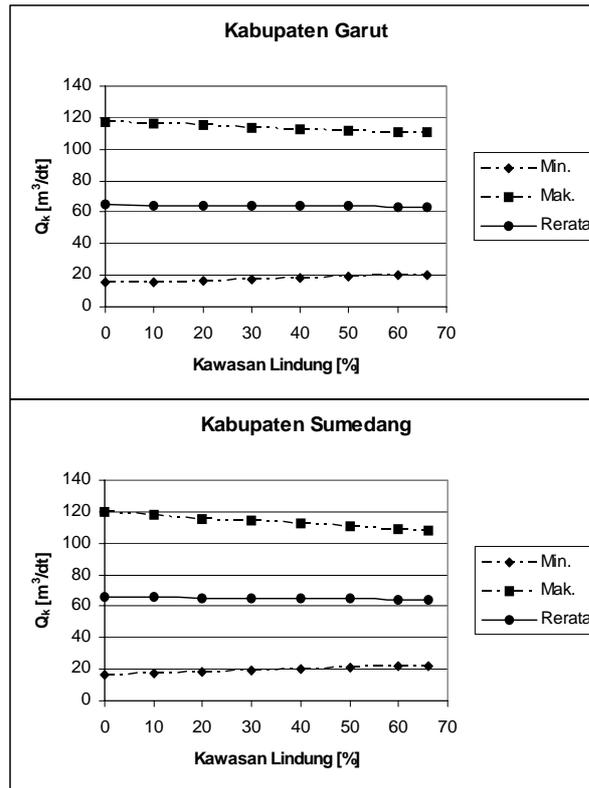
Gambar 3. Peta Lokasi DAS Cimanuk, Jawa Barat



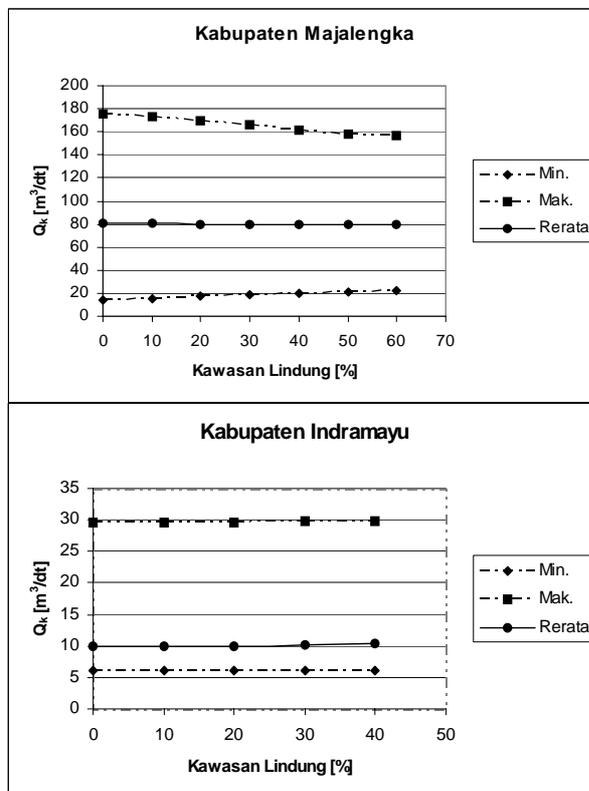
Gambar 4. Bagan alir metodologi penelitian



Gambar 4. Bagan alir..... (lanjutan)



Gambar 5. Hubungan debit kabupaten (Qk) dgn kawasan lindung (%) Kabupaten Garut dan Kabupaten Sumedang



Gambar 6. Hubungan debit kabupaten (Qk) dgn kawasan lindung (%) Kabupaten Majalengka dan Kabupaten Indramayu

5.2 Hak Guna Air kabupaten (HGA)

Debit kabupaten sebagai dasar dalam menentukan HGA tiap kabupaten (Garut, Sumedang, Majalengka, dan Indramayu) dianalisa dengan menggunakan model Hujan-Limpasan metoda "NAM Model", dari paket program Mike 11. Dengan model tersebut didapat hubungan antara debit atau jumlah air di tiap kabupaten dengan curah hujan, berdasarkan kondisi tata guna lahan tiap kabupaten. Hasil analisis untuk kondisi tata guna lahan tahun 2005, dan rencana tata guna lahan tahun 2010, adalah sbb: (lihat **Tabel 1**).

Debit HGA adalah debit kabupaten dikurangi debit minimum yaitu debit air yang harus selalu ada di sungai untuk menjaga kelestarian biota sungai. Hasil analisis didapat debit minimum untuk kabupaten Garut, Sumedang, Majalengka, dan Indramayu berturut-turut adalah 1,2 m³/dt, 1,66 m³/dt, 3,03 m³/dt, dan 3,03 m³/dt. Perhitungan debit minimum dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Debit HGA hasil analisis untuk tataguna lahan 2005 (kawasan lindung 30%) dan rencana 2010 (kawasan lindung 45%) berturut-turut dapat dilihat pada **Tabel 3**, dan **Tabel 4**. Dari tabel tersebut, dapat dilihat bahwa HGA setiap kabupaten tergantung dari kondisi tataguna lahan. Dengan perubahan tata guna lahan yaitu dari kawasan lindung 30% (2005) menjadi kawasan lindung 45% (rencana thn 2010), terjadi peningkatan keandalan debit air yang ditunjukkan dengan meningkatnya debit minimum dan menurunnya debit maksimum. Secara matematis peningkatan keandalan debit air dapat dilihat pula pada persamaan regresi sebagaimana pada **Tabel 1**.

Untuk melihat kecenderungan dari perilaku DAS dilihat dari aspek ketersediaan air tiap kabupaten, dilakukan simulasi model untuk beberapa alternatif tataguna lahan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada setiap peningkatan 10% kawasan lindung, di setiap kabupaten terjadi peningkatan debit andalan. Untuk kabupaten Garut, terjadi peningkatan debit andalan sebesar rata-rata 0,82 m³/dt atau 4,8%. Sedangkan untuk kabupaten Sumedang, setiap peningkatan 10% kawasan lindung, akan meningkatkan debit andalan rata-rata 0,84 m³/dt atau 4,5%, dan untuk kabupaten Majalengka akan meningkatkan debit andalan rata-rata 1,42 m³/dt atau 8,4%. Dalam bentuk grafik, hubungan luas kawasan lindung dengan debit kabupaten (Q_k) dapat dilihat pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**.

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa secara keseluruhan, dengan peningkatan lindung, ketersediaan air rata-rata sedikit menurun (lihat Q_k rata-rata). Hal ini disebabkan karena peningkatan vegetasi, akan meningkatkan penguapan, sehingga dengan curah hujan yang sama akan terjadi penurunan debit.

5.3 Debit hak guna usaha (Q_{hgu}) dan hak guna pakai (Q_{hgp})

Debit HGA berupa debit HGU dan HGP. Hak guna usaha dapat diberikan kepada perseorangan atau badan usaha dengan izin dari pemerintah atau pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya. Keberadaan HGU pada dasarnya selalu melekat pada HGA. Untuk keperluan usaha, air dapat dimanfaatkan baik sumber airnya (yang bersifat konsumtif) seperti usaha air minum dan industri, maupun daya airnya (non-konsumtif) seperti untuk navigasi, listrik, atau pariwisata.

Dalam penelitian ini analisis debit HGU hanya dimaksudkan untuk pengendalian usaha yang bersifat konsumtif, sehingga dapat diformulasikan bahwa debit HGU sama dengan debit HGA dikurangi debit HGP atau $Q_{hgu} = Q_{hga} - Q_{hgp}$. Sesuai UU-SDA, dapat diinterpretasikan bahwa hak guna pakai (HGP) harus diprioritaskan untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari dan kebutuhan pertanian rakyat seluruh kawasan satuan wilayah sungai. Dengan demikian maka pada hak guna air kabupaten Garut, Sumedang, dan Majalengka ada komponen HGP untuk memenuhi kebutuhan pokok dan irigasi di kabupaten Indramayu dan kabupaten Cirebon, atau $Q_{hgp} = Q^k_{hgp} + Q^l_{hgp}$, di mana: Q^k_{hgp} = debit HGP kabupaten bersangkutan dan Q^l_{hgp} = debit HGP kabupaten lainnya.

Dalam periode tahunan, untuk kondisi tataguna lahan model 2005, debit HGA dan debit HGP kabupaten bersangkutan hasil analisis adalah sebagaimana tercantum pada **Tabel 5**. Dari **Tabel 5** dapat dilihat bahwa kabupaten Indramayu dan Cirebon untuk memenuhi kebutuhan irigasi mengalami defisit total sebanyak 1.255,14 juta m³/th. Kekurangan tersebut harus dialokasikan sebagai HGP pada kabupaten Garut, Sumedang, dan Majalengka.

Untuk alokasi HGP tersebut digunakan model yang dikembangkan berdasarkan metode *Fair Pricing Strategy* sebagai berikut:

Sesuai **Persamaan (8)**, fungsi objektif adalah:

Minimize

$$V_r = \frac{n_1}{N} (r_1 - \bar{r})^2 + \frac{n_2}{N} (r_2 - \bar{r})^2 + \frac{n_3}{N} (r_3 - \bar{r})^2$$

Dimana n_1 adalah potensi HGP dari kabupaten Garut, yaitu HGA dikurangi kebutuhan HGP kabupaten Garut, n_2 dan n_3 adalah potensi HGP dari kabupaten Sumedang dan Majalengka. Dengan demikian maka (lihat **Tabel 5**):

$$\begin{aligned} n_1 &= 1445,3 \text{ Juta } m^3 \\ n_2 &= 1428,0 \text{ Juta } m^3 \\ n_3 &= 1792,7 \text{ Juta } m^3 \\ N &= \sum n_i = 4666,0 \text{ Juta } m^3 \end{aligned}$$

Tabel 1. Hubungan Debit Kabupaten dengan Hujan dua mingguan

Kabupaten	2005	2010	Keterangan
Garut	$Q_k = 14,59 + 0,55 R_{14}$	$Q_k = 16,68 + 0,53 R_{14}$	Q_k = debit kab. Rata-rata dua mingguan [m^3/dt]
Sumedang	$Q_k = 16,25 + 0,44 R_{14}$	$Q_k = 18,21 + 0,43 R_{14}$	
Majalengka	$Q_k = 12,97 + 0,50 R_{14}$	$Q_k = 20,42 + 0,44 R_{14}$	R_{14} = hujan dua mingguan [mm]
Indramayu	$Q_k = 4,106 + 0,09 R_{14}$	$Q_k = 4,06 + 0,09 R_{14}$	

Tabel 2. Analisa debit minimum kabupaten

No	Item	Sat.	Kabupaten				Total
			Garut	Smd	Maja	Indra	
Panjang Sungai							
1	Cimanuk	km	56.81	42.55	34.9	70	204.26
2	Cipeles	km		39			39
3	Cilutung	km			45.5		45.5
	Jumlah	km	56.81	81.55	80.4	70	288.76
Lebar dasar rerata							
1	Cimanuk	m	15	31	90	90	
2	Cipeles	m		8			
3	Cilutung	m			35		
Luas dasar sungai							
1	Cimanuk	ha	85.22	131.91	314.10	630.00	1161.22
2	Cipeles	ha		31.20			31.2
3	Cilutung	ha			159.25		159.25
	Jumlah		85.22	163.11	473.35	630.00	1351.67
Metoda-1: Kebutuhan evaporasi, penjenjuran, dan genangan dipenuhi:							
1	Evaporasi	mm	1,380.0	1,361.0	1,595.0	1,644.0	
2	Penjenjuran	mm	2,555.0	2,555.0	2,555.0	2,555.0	
3	Genangan	mm	10,950.0	10,950.0	10,950.0	10,950.0	
	Jumlah/thn	mm	14,885.0	14,866.0	15,100.0	15,149.0	
4	Volume/thn	Juta m^3	12.68	24.25	71.48	95.44	203.846
5	Debit, Q_{min}	m^3/dt	0.40	0.77	2.27	3.03	
Metoda-2: Asumsi kebutuhan total:							
				1.5	lt/dt/ha		
	Debit, Q_{min}	m^3/dt	0.13	0.24	0.71	0.95	
Metoda-3: Berdasarkan debit min. obsevasi							
	- Leuwigoong	m^3/dt	0.7				
	- Wado	m^3/dt	2.49				
	- Tomo	m^3/dt		2.56			
	- Rentang	m^3/dt			3.8		
	- Indramayu	m^3/dt				0	
Debit min. (Q_{min})		m^3/dt	1.20	1.66	3.03	3.03	

Catatan : Kebutuhan penjenjuran : 7 mm/hari
Kebutuhan genangan : 30 mm/hari

Tabel 3. Debit kabuapten dan hak guna air kabupaten kondisi existing

No	Bulan	Kab. Garut				Kab. Sumedang				Kab. Majalengka				Kab. Indramayu			
		Hujan	Q _k	Q _m	Q _{HGA}	Hujan	Q _k	Q _m	Q _{HGA}	Hujan	Q _k	Q _m	Q _{HGA}	Hujan	Q _k	Q _m	Q _{HGA}
		[mm]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[mm]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[mm]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[mm]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]
1	Jan. 1	184.50	113.7	1.20	112.54	196.70	106.6	1.66	104.91	339.2	148.00	3.03	144.97	165.20	29.10	3.03	26.07
2	Jan. 2	156.40	108.2	1.20	106.99	187.50	100.9	1.66	99.19	321.1	164.31	3.03	161.28	176.11	17.33	3.03	14.30
3	Peb. 1	143.40	105.9	1.20	104.67	200.80	111.4	1.66	109.76	301.3	173.91	3.03	170.88	98.92	15.30	3.03	12.27
4	Peb. 2	136.20	106.3	1.20	105.12	161.50	103.5	1.66	101.86	240.1	146.34	3.03	143.31	114.92	12.73	3.03	9.70
5	Mar. 1	157.00	105.5	1.20	104.33	244.30	107.4	1.66	105.78	300.9	162.40	3.03	159.37	86.27	12.73	3.03	9.70
6	Mar. 2	148.30	107.5	1.20	106.29	173.00	107.6	1.66	105.97	166.8	107.02	3.03	103.99	87.70	10.61	3.03	7.58
7	Apr. 1	136.60	102.7	1.20	101.52	163.10	91.8	1.66	90.16	207.0	124.22	3.03	121.19	92.09	10.82	3.03	7.79
8	Apr. 2	95.50	89.6	1.20	88.45	117.70	89.2	1.66	87.54	110.7	87.77	3.03	84.74	70.04	10.59	3.03	7.56
9	Mei. 1	67.20	72.5	1.20	71.29	93.90	70.7	1.66	69.01	67.8	68.13	3.03	65.10	52.61	7.31	3.03	4.28
10	Mei. 2	49.30	57.6	1.20	56.39	59.90	61.9	1.66	60.27	50.0	57.40	3.03	54.37	33.10	6.99	3.03	3.96
11	Jun. 1	37.20	55.6	1.20	54.35	51.10	54.0	1.66	52.30	46.9	46.35	3.03	43.32	30.29	6.87	3.03	3.84
12	Jun. 2	45.80	57.7	1.20	56.55	38.90	51.9	1.66	50.20	30.9	35.94	3.03	32.91	31.14	6.76	3.03	3.73
13	Jul. 1	18.20	36.9	1.20	35.70	25.40	31.4	1.66	29.74	29.3	17.71	3.03	14.68	21.46	6.65	3.03	3.62
14	Jul. 2	13.60	19.0	1.20	17.77	16.40	20.2	1.66	18.55	14.3	15.83	3.03	12.80	8.98	6.54	3.03	3.51
15	Ags. 1	22.90	18.5	1.20	17.35	20.30	20.1	1.66	18.45	12.2	15.58	3.03	12.55	10.77	6.44	3.03	3.41
16	Ags. 2	40.40	20.9	1.20	19.70	23.10	19.8	1.66	18.10	21.0	15.56	3.03	12.53	7.82	6.35	3.03	3.32
17	Sep. 1	17.10	18.1	1.20	16.94	18.90	19.6	1.66	17.95	14.0	15.10	3.03	12.07	11.32	6.26	3.03	3.23
18	Sep. 2	15.60	17.8	1.20	16.59	32.20	20.2	1.66	18.54	20.1	15.03	3.03	12.00	7.14	6.18	3.03	3.15
19	Okt. 1	58.10	19.9	1.20	18.71	49.40	21.5	1.66	19.84	51.0	15.06	3.03	12.03	18.44	6.10	3.03	3.07
20	Okt. 2	63.00	25.3	1.20	24.08	80.80	26.8	1.66	25.10	83.3	21.49	3.03	18.46	46.13	6.02	3.03	2.99
21	Nop. 1	109.80	40.5	1.20	39.31	114.70	42.0	1.66	40.33	121.0	71.08	3.03	68.05	61.46	5.96	3.03	2.93
22	Nop. 2	152.20	69.3	1.20	68.11	160.70	69.6	1.66	67.92	234.2	131.02	3.03	127.99	100.66	7.17	3.03	4.14
23	Des. 1	148.70	85.0	1.20	83.85	175.20	85.2	1.66	83.54	217.7	128.07	3.03	125.04	113.20	9.30	3.03	6.27
24	Des. 2	122.10	81.0	1.20	79.77	180.70	92.2	1.66	90.59	241.5	133.69	3.03	130.66	108.63	11.21	3.03	8.18
Tahunan																	
	- mm	2139.10				2586.20				3242.30				1554.40			
	- juta m ³	2578.79	2017.22	37.84	1979.38	2778.35	2004.44	52.35	1952.09	3050.91	2518.95	95.55	2423.39	408.57	303.96	95.55	208.41
	- m ³ /dt	81.77	63.97	1.20	62.77	88.10	63.56	1.66	61.90	96.74	79.88	3.03	76.85	12.96	9.64	3.03	6.61
	μ = Ratio Q _{HGA} /Q _{hjn}				77%				70%				79%				51%

Tabel 4. Debit kabupaten dan hak guna air kabupaten rencana tahun 2010

No	Bulan	Kabupaten Garut				Kabupaten Sumedang				Kabupaten Majalengka				Kabupaten Indramayu			
		Hujan	Q _k	Q _m	Q _{HGA}	Hujan	Q _k	Q _m	Q _{HGA}	Hujan	Q _k	Q _m	Q _{HGA}	Hujan	Q _k	Q _m	Q _{HGA}
		[mm]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[mm]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[mm]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[mm]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]	[m ³ /dt]
1	Jan. 1	184.50	111.91	1.20	110.71	196.70	106.87	1.66	105.21	339.2	140.69	3.03	137.66	165.20	30.56	3.03	27.53
2	Jan. 2	156.40	105.36	1.20	104.16	187.50	100.91	1.66	99.25	321.1	153.38	3.03	150.35	176.11	18.58	3.03	15.55
3	Peb. 1	143.40	103.20	1.20	102.00	200.80	111.09	1.66	109.43	301.3	161.73	3.03	158.70	98.92	16.42	3.03	13.39
4	Peb. 2	136.20	103.64	1.20	102.44	161.50	103.46	1.66	101.80	240.1	138.68	3.03	135.65	114.92	13.83	3.03	10.80
5	Mar. 1	157.00	102.92	1.20	101.72	244.30	107.23	1.66	105.57	300.9	152.38	3.03	149.35	86.27	13.58	3.03	10.55
6	Mar. 2	148.30	104.77	1.20	103.57	173.00	107.41	1.66	105.75	166.8	105.84	3.03	102.81	87.70	11.63	3.03	8.60
7	Apr. 1	136.60	100.34	1.20	99.14	163.10	92.16	1.66	90.50	207.0	120.40	3.03	117.37	92.09	11.67	3.03	8.64
8	Apr. 2	95.50	88.18	1.20	86.98	117.70	89.65	1.66	87.99	110.7	89.56	3.03	86.53	70.04	11.51	3.03	8.48
9	Mei. 1	67.20	72.18	1.20	70.98	93.90	71.74	1.66	70.08	67.8	72.99	3.03	69.96	52.61	7.49	3.03	4.46
10	Mei. 2	49.30	58.25	1.20	57.05	59.90	63.31	1.66	61.65	50.0	63.14	3.03	60.11	33.10	7.04	3.03	4.01
11	Jun. 1	37.20	56.27	1.20	55.07	51.10	55.61	1.66	53.95	46.9	52.21	3.03	49.18	30.29	6.92	3.03	3.89
12	Jun. 2	45.80	58.34	1.20	57.14	38.90	53.64	1.66	51.98	30.9	41.71	3.03	38.68	31.14	6.81	3.03	3.78
13	Jul. 1	18.20	37.95	1.20	36.75	25.40	34.36	1.66	32.70	29.3	23.39	3.03	20.36	21.46	6.70	3.03	3.67
14	Jul. 2	13.60	20.60	1.20	19.40	16.40	22.00	1.66	20.34	14.3	21.42	3.03	18.39	8.98	6.59	3.03	3.56
15	Ags. 1	22.90	20.15	1.20	18.95	20.30	21.19	1.66	19.53	12.2	21.09	3.03	18.06	10.77	6.49	3.03	3.46
16	Ags. 2	40.40	22.60	1.20	21.40	23.10	20.81	1.66	19.15	21.0	20.98	3.03	17.95	7.82	6.39	3.03	3.36
17	Sep. 1	17.10	19.72	1.20	18.52	18.90	20.66	1.66	19.00	14.0	20.44	3.03	17.41	11.32	6.30	3.03	3.27
18	Sep. 2	15.60	19.34	1.20	18.14	32.20	21.33	1.66	19.67	20.1	20.30	3.03	17.27	7.14	6.22	3.03	3.19
19	Okt. 1	58.10	21.50	1.20	20.30	49.40	23.17	1.66	21.51	51.0	20.24	3.03	17.21	18.44	6.14	3.03	3.11
20	Okt. 2	63.00	26.99	1.20	25.79	80.80	29.13	1.66	27.47	83.3	26.59	3.03	23.56	46.13	6.07	3.03	3.04
21	Nop. 1	109.80	41.62	1.20	40.42	114.70	44.82	1.66	43.16	121.0	73.89	3.03	70.86	61.46	6.01	3.03	2.98
22	Nop. 2	152.20	69.08	1.20	67.88	160.70	71.46	1.66	69.80	234.2	125.06	3.03	122.03	100.66	7.79	3.03	4.76
23	Des. 1	148.70	84.01	1.20	82.81	175.20	86.22	1.66	84.56	217.7	122.35	3.03	119.32	113.20	10.58	3.03	7.55
24	Des. 2	122.10	80.18	1.20	78.98	180.70	92.81	1.66	91.15	241.5	127.23	3.03	124.20	108.63	12.20	3.03	9.17
Tahunan																	
	- mm	2139.10				2586.20				3242.30				1554.40			
	- juta m ³	2578.79	2009.25	37.8432	1971.4	2778.35	2038.05	52.3498	1985.7	3050.91	2517.24	95.5541	2421.69	408.57	319.995	95.5541	224.441
	- m ³ /dt	81.77	63.71	1.20	62.51	88.10	64.63	1.66	62.97	96.74	79.82	3.03	76.79	12.96	10.15	3.03	7.12
	μ = Rasio Q _{HGA} /Q _{hjn} [%]				76%				71%				79%				55%

Tabel 5. Debit HGA dan keperluan HGP kabupaten bersangkutan Th 2005

Dalam [Juta m³/th]

Kabupaten	HGA	Kebutuhan HGP	Keterangan
Garut	1.979,51	534,20	Surplus
Sumedang	1.952,08	524,06	Surplus
Majalengka	2.423,54	630,80	Surplus
Indramayu	208,45	1.113,14	Defisit
Cirebon	-	350,45	Kab diluar DAS Cimanuk
Jumlah	6.563,59	3.152,69	Surplus

Tabel 6. Alokasi debit HGP dan debit HGU pada DAS Cimanuk tahun 2005

Dalam Juta m³/thn

Kabupaten	HGA	HGP	HGU	Keterangan
Garut	1.979,51	924,30	1.055,21	Penghasil air
Sumedang	1.952,08	921,50	1.030,58	Penghasil air
Majalengka	2.423,54	1.098,30	1.325,14	Penghasil air
Indramayu	208,45	208,45	-	Pengguna air
Cirebon	-	-	-	Pengguna air
Jumlah	6.563,59	3.152,55	3.410,93	

Untuk memberikan air dari kabupaten Garut, Sumedang, dan Majalengka ke lokasi pengguna (Bendung Rentang), memiliki jarak yang berbeda yang dalam model diinterpretasikan dalam efisiensi (ada kehilangan air). Dari model hujan-limpasan, di dapat efisiensi sungai Cimanuk dari Garut, Sumedang, dan Majalengka, berturut-turut adalah $e_1 = 0,8$; $e_2 = 0,9$; dan $e_3 = 0,95$.

Anggap biaya satuan transport air pada kondisi tanpa ada losses adalah p_i , maka biaya transport air per m³ dari kabupaten i , adalah . Dengan demikian maka total keperluan biaya transport air dari ke tiga kabupaten Garut, Sumedang, dan Majalengka adalah: $p_1e_1n_1 + p_2e_2n_2 + p_3e_3n_3 = \bar{r} D$, \bar{r} adalah biaya satuan rata-rata transport air dari ketiga kabupaten, yang dalam model diambil sama dengan harga dasar air baku yaitu untuk model tahun 2005 adalah sebesar Rp 92,43/m³. D adalah total defisit air yaitu 1.255,14 Juta m³.

Dengan memasukan besaran-besaran hasil analisis tersebut pada fungsi objektif dan pada **Persamaan (9)**, maka model matematik **HGP** adalah:

Fungsi Objektif:

$$\text{Min } V_r = 0,31(0,8p_1 - 92,43)^2 + 0,31(0,9p_2 - 92,43)^2 + 0,38(0,95p_3 - 92,43)^2 \quad (15)$$

Subject to :

$$1156,2p_1 + 1285,2p_2 + 1703,1p_3 = 116012 \quad (16)$$

$$p_1; p_2; p_3 \geq 0$$

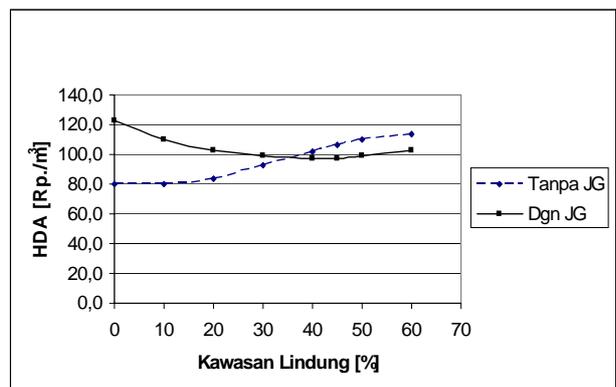
Penyelesaian model di atas digunakan *Lagrange multipliers method*. Alokasi debit hasil analisis untuk setiap kabupaten adalah sebagaimana tercantum pada **Tabel 6**.

5.4 Harga Dasar Air Baku (HDA)

Harga dasar air baku (*HDA*) sifatnya dinamis tergantung dari kondisi DAS. Pada kondisi tataguna lahan existing dan rencana 2010, harga dasar air berturut-turut adalah sebesar Rp. 92,43/m³ dan Rp. 106,38/m³ (lihat **Tabel 7**). Apabila dibangun waduk Jatigede, harga dasar air menurun menjadi Rp.98,31/m³. Kemudian untuk melihat kecenderungan *HDA* pada setiap kondisi tataguna lahan, analisis dilakukan pada kondisi tataguna lahan yang berbeda. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada setiap peningkatan 10% kawasan lindung terjadi peningkatan *HDA*. Hal ini terjadi karena peningkatan biaya rehabilitasi hutan lindung dan kawasan lindung non hutan, relatif lebih tinggi dibanding dengan peningkatan volume air yang dapat dimanfaatkan. Lihat grafik hubungan antara *HDA* dengan luas kawasan lindung pada **Gambar 7**.

Sedangkan apabila pada setiap model tataguna lahan tersebut dikombinasikan dengan waduk Jatigede, terjadi perubahan *HDA* yang berlawanan apabila dibandingkan dengan *HDA* tanpa waduk Jatigede. Lokasi waduk Jatigede adalah di kabupaten Sumedang, maka sebagian besar catchment area waduk adalah kabupaten Garut dan hanya sebagian kecil ada di kabupaten Sumedang.

Apabila kawasan lindung di kabupaten Garut rusak (sampai 0%), maka laju sedimentasi ke waduk Jatigede akan tinggi, sehingga umur ekonomis waduk akan berkurang. Hal ini menyebabkan biaya investasi tahunan waduk tinggi dan biaya konservasi DAS (BKDAS) tinggi, sehingga efeknya harga dasar air baku tinggi. Sedangkan apabila kawasan lindung meningkat, laju sedimentasi akan menurun dan umur ekonomis waduk meningkat, sehingga biaya investasi tahunan waduk menurun, dan harga dasar air baku juga menurun. Lihat grafik pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Harga dasar air baku

Dari **Gambar 7** dapat diinterpretasikan bahwa pembangunan waduk Jatigede akan efektif apabila kawasan lindung DAS Cimanuk minimal 40%. Hal ini dapat ditunjukkan dengan harga dasar air baku yang lebih rendah dan relatif konstan.

Pada analisis *HDA* berdasarkan hak guna, dikembangkan model berdasarkan metoda *fair pricing strategy* sebagai berikut :

Fungsi objektif :

$$V_r = \frac{n_1}{N} (r_1 - \bar{r})^2 + \frac{n_2}{N} (r_2 - \bar{r})^2$$

Hubungan antara satuan *HDA* guna pakai dengan *HDA* guna usaha dapat diformulasikan : $r_i = p_i b_i$; atau secara keseluruhan dapat diformulasikan:

$$p_1 b_1 n_1 + p_2 b_2 n_2 = \bar{r} N$$

dimana :

p_i = harga satuan air per m³ pada koefisien bobot i ,

b_i = koefisien bobot.

n_i = volume air sesuai hak guna

\bar{r} = harga dasar air rata-rata DAS

N = jumlah debit HGA dalam DAS

Harga n_i dapat dilihat pada **Tabel (6)**, adalah $n_1 = 3.152,55$; $n_2 = 3.410,93$ Juta m³/tahun, dan $N = 6.563,59$ Juta m³/tahun. Harga dasar air rata-rata DAS didapat dari hasil analisis *HDA* adalah Rp. 92,43/m³.

Untuk menetapkan koefisien bobot, pada dasarnya sangat kompleks, banyak parameter yang harus dipertimbangkan, diantaranya adalah: (i) kebijakan pemerintah dalam membentuk iklim investasi, (ii) kebijakan pemerintah dalam ketahanan pangan nasional, (iii) keandalan ketersediaan air DAS, dan (iv) karakteristik dari sistem prasarana yang ada. Dalam penelitian ini koefisien bobot hanya dipertimbangkan dari kondisi ketersediaan air dan tingkat efisiensi prasarana yang ada.

Pada analisis hak guna pakai, penggunaan air untuk pertanian diperhitungkan 100%, dan dengan tingkat efisiensi 50%, maka bobot guna pakai $b_1 = 1/0,5 = 2$. Sedangkan debit *HGU* baru terpakai sekitar 50%, dengan tingkat efisiensi 70%, didapat bobot guna usaha $b_2 = 0,5/0,7 = 0,71$. Dengan mensubstitusikan besaran-besaran hasil analisis, maka model harga dasar air dapat diformulasikan sbb:

Fungsi Objektif :

$$\text{Min } V_r = 0,48(2p_1 - 92,43)^2 + 0,52(0,71p_2 - 92,43)^2 \tag{V.11}$$

Konstrain :

$$2(3152,55)p_1 + 0,71(3410,53)p_2 = (92,43)(6563,59)$$

Disederhanakan :

$$p_1 + 0,38p_2 = 96,22 ; \text{ dan } p_1 ; p_2 \geq 0$$

Penyelesaian model digunakan metoda *Lagrange multiplier*.

Didapat : $p_1 = 46,15$; dan $p_2 = 131,75$. Dengan demikian maka harga dasar air baku rata-rata DAS untuk air guna pakai adalah $HDA_{\text{hgp}} = \text{Rp.} 46,15/\text{m}^3$, dan untuk air guna usaha $HDA_{\text{hgu}} = \text{Rp.} 131,75/\text{m}^3$.

5.5 Insentif / disinsentif

Insentif /Disinsentif adalah suatu mekanisme pembagian peran dan tanggung jawab bagi masing-masing pemerintah kabupaten otonom yang mendapat manfaat dari kegiatan pengelolaan SDA yang terpadu dalam kawasan DAS lintas kabupaten /kota. Tujuan insentif adalah upaya penyediaan anggaran dari penghasilan pajak pemanfaatan air yang diperoleh provinsi untuk dialokasikan kepada kabupaten-kabupaten terutama dalam rangka konservasi.

Pada DAS Cimanuk, hasil analisis HGA menunjukkan bahwa kabupaten hulu (Garut, Sumedang, dan Majalengka), memiliki HGA yang surplus (HGA lebih besar dari air yang dimanfaatkan), dan kabupaten hilir (Indramayu) memiliki HGA yang defisit. Dengan demikian maka kelebihan HGA ketiga kabupaten hulu dapat dimanfaatkan oleh kabupaten Indramayu yang mengalami defisit air.

Selain dimanfaatkan oleh Indramayu, sesuai dengan sistem SDA yang ada, kelebihan HGA ketiga kabupaten hulu, juga dapat dimanfaatkan oleh kabupaten hilir lainnya yaitu Kabupaten Cirebon dan Kota Cirebon. Dengan demikian maka kabupaten Garut, Sumedang, dan Majalengka memiliki peluang dapat insentif, dan kabupaten Indramayu, Cirebon, dan Kota Cirebon dapat peluang kena disinsentif.

Hasil analisis pada kondisi tataguna lahan existing, menunjukkan bahwa dengan pola tanam optimal, penggunaan air baku mencapai total sebanyak 3.765,44 Juta m³ per tahun yaitu untuk pertanian padi sebanyak 3.152,69 Juta m³, untuk air bersih (domestik dan industri) sebanyak 218,33 Juta m³, dan untuk perikanan sebanyak 278,6 Juta m³/tahun. Dari total penggunaan air tersebut, volume pemakaian air kena pajak hanya 496,93 Juta m³/tahun yaitu untuk air bersih dan untuk perikanan. Sehingga dengan harga dasar air baku Rp. 92,43/m³ (lihat Tabel.7), didapat total nilai perolehan air sebesar Rp. 45,93 Milyar per tahun. Pajak air adalah 10% NPA atau sekitar Rp. 4,59 Milyar per tahun (lihat **Tabel 8**).

Dengan model insentif/disinsentif, dari total penghasilan pajak sebesar Rp. 4,59 Milyar, diperoleh insentif untuk biaya konservasi sebesar Rp. 245,92 Juta atau sekitar 5,4%, yang harus dialokasikan oleh propinsi untuk kabupaten Garut, Sumedang, dan Majalengka. Proporsional dengan sisa HGA yang dimanfaatkan kabupaten hilir, maka pembagian insentif untuk Garut, Sumedang, dan Majalengka, berturut-turut adalah Rp. 87,07 Juta, Rp. 82,82 Juta, dan Rp. 76,03 Juta. Untuk lebih jelasnya perhitungan alokasi pajak dan insentif dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Pada kondisi tataguna lahan rencana 2010, terjadi peningkatan volume air efektif yang dapat dimanfaatkan. Dari total penggunaan air, volume pemakaian air kena pajak meningkat menjadi 651,83 Juta m³/tahun yaitu untuk air bersih dan untuk perikanan. Sehingga dengan harga dasar air baku Rp. 106,37/m³, didapat total nilai perolehan air sebesar Rp. 69,33 Milyar per tahun. Pajak air adalah 10% NPA atau sekitar Rp. 6,93 Milyar per tahun (lihat **Tabel 9**).

Dari total perolehan pajak tersebut, dengan model, diperoleh insentif sebesar Rp. 355,42 Juta atau sekitar 5,1%, yang dialokasikan untuk kabupaten Garut, Sumedang, dan Majalengka, berturut-turut sebesar Rp. 126,75 Juta, Rp. 117,13 Juta, dan Rp. 111,54 Juta. Lihat **Tabel 9**.

Apabila kondisi tataguna lahan 2010 dikombinasikan dengan waduk Jatigede, terjadi peningkatan signifikan dalam ketersediaan air yang dapat dimanfaatkan. Dibandingkan dengan kondisi tahun 2010 tanpa waduk, dengan waduk terjadi peningkatan volume efektif air yang dapat dimanfaatkan dari 3.928 Juta m³/tahun menjadi 5.662,7 Juta m³/tahun. Dari total pemanfaatan tersebut, volume air kena pajak adalah sebesar 671,2 Juta m³/tahun, sehingga dengan harga dasar air sebesar Rp. 98,31 /m³, didapat NPA kena pajak sebesar Rp. 106,03 milyar per tahun. Dengan demikian maka diperoleh pajak air sebesar Rp. 10,6 milyar per tahun. Dari total penghasilan pajak tersebut, didapat insentif sebesar Rp. 1,06 Milyar yang dialokasikan oleh propinsi untuk kabupaten Garut, Sumedang, dan Majalengka, berturut-turut sebesar Rp. 293,0 Juta, Rp. 522,2 Juta, dan Rp. 246,1 Juta. Lihat **Tabel 10**.

6. Kesimpulan

- Hak Guna Air (HGA) bagi daerah otonom pada DAS lintas kabupaten/kota, yang dianalisis berdasarkan curah hujan dan karakteristik DAS, dapat digunakan sebagai dasar dalam pengaturan bagi hasil dan alokasi dana konservasi sehingga pengelolaan SDA sesuai UU. No.7/2004 dapat dilaksanakan secara menyeluruh. Dari hasil analisis dengan menggunakan model Rainfall-Runoff, debit hak guna air kabupaten pada DAS Cimanuk berkisar

antara 70% – 80% dari besarnya curah hujan tahunan pada daerah kabupaten bersangkutan.

- Harga dasar air baku (*HDA*) dapat digunakan sebagai instrumen dan indikator dalam evaluasi upaya perlindungan dan pendayagunaan SDA. Hasil analisis *HDA* pada DAS Cimanuk menunjukkan bahwa pembangunan kawasan lindung 45% sesuai RTRW Jawa Barat Tahun 2010 merupakan upaya perlindungan terbaik.
- Model insentif dapat digunakan untuk mengatur pembagian peran dan bagi hasil pajak antara propinsi dan kabupaten didalam DAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada konsistensi mengenai besarnya insentif pada semua kondisi tataguna lahan, yaitu sebesar 5% dari total penerimaan hasil pajak air seluruh DAS. Dana insentif dapat dialokasikan oleh provinsi kepada kabupaten daerah hulu DAS dalam rangka konservasi.
- Dengan model insentif, pembangunan waduk Jatigede di Kabupaten Sumedang akan bermanfaat bagi semua kabupaten, tidak hanya kabupaten yang berlokasi dihilir waduk, tapi juga bagi kabupaten Garut yang berlokasi di hulu waduk.

Daftar Pustaka

- Amirwandi, S., 2000, “*Analisis Hubungan Hujan-Aliran Model Sacramento*”, *Jurnal Teknik Hidraulik*, 15 (23) : 56 – 60.
- Anonymous, 2000, “*Environmental Assesment Report and Environmental Management Plan, dalam Jatigede Multipurpose Reservoir Project Implementation Preparation Review Study*”, The Government of The Republic of Indonesia.
- Anonymous, 2000, “*Hydrology and Flood Studies, dalam Jatigede Multipurpose Reservoir Project Implementation Preparation Review Study*”, C 3, The Government of The Republic of Indonesia.
- Anonymous, 2000, “*Watershed Management, dalam Jatigede Multipurpose Reservoir Project Implementation Preparation Review Study*”, C 5, The Government of The Republic of Indonesia.
- Anonymous, 2000, “*Power, dalam Jatigede Multipurpose Reservoir Project Implementation Preparation Review Study*”, C 8, The Government of The Republic of Indonesia.
- Anonymous, 2003, “*Flood Warning Pilot Project*”, *North Java Flood Control Sector Project*, Directorate General of Water Resources, Ministry of Public Works, Indonesia.

- Biswas, A.K., 1996, "Water for The Developing World in The 21st Century: Issues and Implication", *ICID Journal*, 45 (2) : 1-12.
- Briscoe, J., 1997, "Managing Water as an Economic Goods, dalam *Water: Economics, Management and Demand*", Oxford, U.K., Kay, M., Franks, T., and Smith, L., Editors, E & FN Spon, 339 – 358.
- Burton, M.A., Chiza, C.K., 1997, "Water, Conflict and The Environment: A Case Study from Tanzania, dalam *Water: Economics, Management and Demand*", Oxford, U.K., Kay, M., Franks, T., and Smith, L., Editors, E & FN Spon, 173 – 179.
- Chatib, B., 1999, "Pengusahaan Sumber Daya Air Secara Terpadu dan Berkesinambungan dalam Rangka Otonomi Daerah", Seminar Nasional Desentralisasi Pengelolaan Sumberdaya Air di Indonesia, Institut Teknologi Bandung.
- Creswell, J.W., 1994, "Research Design, Qualitative & Quantitative Approach", SAGE Publication, Inc, USA.
- Cohon, J.L., 1998, "Generating Multiobjective Trade-Off: An Algorithm for Bicriterion Problems", Baltimore.
- Dukhovny, V.A., 1998, "The Regional Water Strategy As Mechanism and Set of Measures for Sustainable Water Management of The Aral Sea Basin", Proceeding of The Tenth Afro-Asian Conference on Water and Land Resources Development and Management for Sustainable Use, II-A, Bali, Indonesia, A-24.1 – A-24.7.
- Guritno, I., 1998, "Penetapan Standar dan Kriteria Sungai yang Berkelanjutan Melalui Penetapan Indeks Kinerja Sungai dan Indeks Daya Dukung Lingkungan Wilayah Sungainya", Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) XV HATHI , 2, Bandung, 744 – 751.
- Haimes, Y.Y., 1977, "Hierarchical Analyses of Water Resources Systems, Modeling and Optimization of Large-Scale Systems", The United States of America, McGraw-Hill.
- Hargreaves, G.H., 1996, "Making Irrigation More Profitable and Competitive in The Developing Countries", *ICID Journal*, 45 (2) : 13 – 20.
- Hasanudin, A., 2004, "Pengaruh Tata Guna Lahan dan Kondisi Permukaan Tanah Terhadap Aliran Permukaan Menggunakan Model Parameter Terdistribusi", Disertasi Program Doktor, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, 105 – 106.
- Hatmoko, W., Sudono, I., 1998, "Perkembangan DSS-Ribasim dan Aplikasinya pada Beberapa Wilayah Sungai di Indonesia", Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) XV HATHI , 2, Bandung, 718-727.
- Ilyas, M.A., Effendi, R., 1994, "Monitoring dan Evaluasi Sedimentasi di DPS Cimanuk dan Perkiraan Distribusi Sedimentasi pada Rencana Waduk Jatigede", *Jurnal Informasi Teknik*, 12, 74-88.
- Ilyas, M.A., Effendi, R., 1998, "Distributed Hydrologic Modeling for Planning Water Resources Conservation", *Proceeding of the tenth Afro-Asian Regional Conference on Water and Land Resources Development and Management for Sustainable Use*, II-A, Denpasar – Bali, Indonesia, A-1.1 – A-1.10.
- Kessler, P., 1997, "Economic Instruments in Water Management, dalam *Water: Economics, Management and Demand*", Oxford, U.K., Kay, M., Franks, T., and Smith, L., Editors, E & FN Spon, 321 – 327.
- Kodoatie, R.J., 2004, "Kajian Undang-undang Sumber Daya Air", Semarang, 20 – 80.
- Kodoatie, R.J., 1996, "Pengantar Hidrogeologi", Andi Yogyakarta, Yogyakarta, 63-98.
- Laslett, R., 1997, "The Economics of Regulation in Water Supply, Irrigation and Drainage, dalam *Water: Economics, Management and Demand*", Oxford, U.K., Kay, M., Franks, T., and Smith, L., Editors, E & FN Spon, 287 – 295.
- Louck, D.P., Stedinger, J.R., Haith, D.A., 1981, "Water Resources Systems Planning and Analysis", New Jersey, Prentice-Hall, Inc.
- Lobrecht, A.H., 1997, "Dynamic Water-System Control: Design and Operation of Regional Water-Resources System", Disertasi, IHE Delf, Amsterdam.
- Linsley, R.K., Franzini, J.B., 1979, "Water Resources Engineering", 3d ed, McGraw-Hill, Tokyo, Japan.

- Linsley, R.K., Kohler, M.A., Paulhus, J.L.H., 1983, "*Hydrology for Engineers*", McGraw-Hill, Tokyo, Japan.
- Malano, H.M., Hofwegen, P.J.M., 1999, "*Management of Irrigation and Drainage Systems – A Service Approach*", A.A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.
- Mahida, U.N., 1984, "*Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*", Tata McGraw-Hill, New Delhi, India.
- Meinzen-Dick, R., Rosegrant, M.W., 1997, "*Water as an Economic Good: Incentives, Institutions, and Infrastructure*, Dalam *Water: Economics, Management And Demand*", Oxford, U.K., Kay, M., Franks, T., and Smith, L., Editors, E & FN Spon, 312 – 320.
- Michael, K., 1996, "*Economic Regulation of Water Companies*", *Policy research Working Paper*, Private Sector Development Department, The World Bank.
- Perry, C.J., Rock, M., Seckler, D., 1997, "Water as an Economic Goods : A Solution or a Problem, dalam *Water: Economics, Management and Demand*", Oxford, U.K., Kay, M., Franks, T., and Smith, L., Editors, E & FN Spon, 3-10.
- Riggs, J.L., Rentz, W.F., Kahl, A.L., 1982, "*Essentials of Engineering Economics*", McGraw-Hill Ryerson Limited, Toronto, Canada.
- Saragih, B., 1999, "*Pengembangan Agribisnis Merupakan Bentuk Industrialisasi Pertanian Sekaligus Strategi Pembangunan Daerah*", Seminar Pembangunan Pengairan Jawa Barat dalam Tatanan Kebijakan Otonomi Daerah, Bandung.
- Schiffler, M., 1997, "Intersectoral Water Markets: A Solution for The Water Crisis in Arid Areas?, dalam *Water: Economics, Management and Demand*", Oxford, U.K., Kay, M., Franks, T., and Smith, L., Editors, E & FN Spon, 362 – 370.
- Sepandji, K.T., 2000, "*Manajemen Pemerintahan Daerah Era Reformasi Menuju Pembangunan Otonomi Daerah*", Universal Offset, Bandung, 50 – 66.
- Sjarief, R., 2002, "*Konsep dan Peran Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah dalam Pengelolaan Aset Prasarana dan Sarana Sumber Daya Air*", dalam *Proceedings of Workshop on The Asset Management for Hydraulic Infrastructure*, Denpasar-Bali, Indonesia, Santoso, B., Chief Editor, The XYZ, 29-51.

