

# I. PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Unsur paling esensial dalam kehidupan makhluk hidup adalah air. Air memegang peranan penting dalam kehidupan setiap makhluk hidup. Upaya untuk memperoleh air telah banyak dilakukan, mulai dari mengambil langsung di mata air, menggali sumur, pengeboran, membuat penampungan air sampai pembuatan danau. Air yang berada di daratan (air tawar) pada dasarnya merupakan hasil dari siklus hidrologi di mana air dari atmosfer ke bumi dalam bentuk hujan dan kembali lagi ke atmosfer dalam bentuk penguapan. Volume air yang tertangkap atau tertampung oleh mata air, sumur (akuifer), embung maupun danau sangat tergantung pada daerah tangkapan air hujan yang ada. Dalam siklus hidrologi selain hujan, faktor paling penting dalam menjaga ketersediaan air di bumi (mata air, akuifer, danau dll) adalah kondisi Daerah Tangkapan Air (DTA). Pada saat hujan jatuh di DTA yang relatif kedap air, maka hujan tersebut langsung membentuk aliran permukaan yang segera mengalir ke laut, akan tetapi apabila DTANYA mempunyai kapasitas infiltrasi yang besar, air akan masuk ke lapisan-lapisan tanah dan sampai ke akifer yang akan muncul sebagai mata air, baik di sungai ataupun di sumur-sumur.

Dari tahun ke tahun, kebutuhan akan air bersih semakin meningkat, sedangkan ketersediaannya semakin menurun, hal tersebut menimbulkan konflik yang berkepanjangan. Sekjen PBB pada hari air sedunia 2 Maret 2002

menyatakan bahwa masalah air merupakan isu sangat serius. Dinyatakan bahwa 1,1 milyar penduduk tidak bisa memperoleh air minum dengan aman, 2,5 milyar penduduk tidak mendapat sanitasi yang layak. Tahun 2025, 2/3 penduduk dunia akan hidup dengan kekurangan air dari kondisi sedang sampai sangat kekurangan air. Gambaran ini menunjukkan seriusnya permasalahan air. Air merupakan syarat untuk hidup. Apabila perkembangan saat ini berlangsung kurang baik, sesungguhnya sebagian besar manusia akan menemui risiko yang besar. Isu itu sangat krusial dan harus dicari solusinya (Irianto dan Rejekiingrum, 2008, : 105-106).

Seperti telah diketahui, komponen utama dalam menjaga ketersediaan air suatu DAS adalah kondisi Daerah Tangkapan Air (DTA). Dengan pertumbuhan penduduk yang sedemikian pesat diperlukan ruang baru untuk melakukan kegiatan serta menjaga kelangsungan hidupnya. Ruang yang sebelumnya tidak terjamah karena sulitnya akses atau lokasinya terpencil, dalam beberapa dekade ini mulai dimanfaatkan secara besar-besaran. Selain karena daerahnya berudara segar juga mempunyai pemandangan yang indah, daerah tersebut mempunyai harga yang relatif murah dibandingkan daerah perkotaan dimana mereka tinggal. Mulailah orang menanam tembok beton dan berbagai bangunan lainnya tanpa memperdulikan dampak lanjutannya, sehingga banyak kita lihat Daerah Tangkapan Air menjadi perkampungan baru dengan berbagai konsep pengembangan mulai dari hunian terbatas sampai kampung wisata. Semua itu dalam rangka memperoleh nilai tambah baik berupa rupiah maupun dollar dengan

alasan meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD), yang dalam 10 tahun terakhir ini sangat populer.

Dalam upaya meningkatkan PAD tersebut, setiap daerah menyusun RTRW yang dapat mengakomodir kebutuhan akan ruang warganya dalam menjalankan kegiatan ekonomi, yang disusun mulai dari tingkat kabupaten sampai tingkat nasional. Karena sebagian besar RTRW disusun berdasarkan batas administrasi maka sering bertentangan dengan konsep pengembangan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang menggunakan batas hidrologis, sebagai acuan perencanaannya. Perlu diketahui bahwa banyak daerah aliran sungai yang berada dalam 2 kabupaten bahkan lebih, atau berada dalam 2 provinsi. Walaupun sudah ditetapkan apabila berada dalam 2 kabupaten atau lebih menjadi kewenangan provinsi dan apabila berada dalam 2 provinsi atau lebih akan menjadi kewenangan tingkat pusat. Akan tetapi konflik antara daerah hulu dan hilir selalu mengemuka khususnya dalam rangka pemanfaatan air dan pengendalian banjir. Apabila terjadi kelangkaan air atau hilangnya mata air dan terjadinya banjir, maka daerah hulu yang dituduh sebagai penyebabnya, karena gundulnya hutan dan mengecilnya daerah resapan air. Sedangkan daerah hulu dalam rangka mensejahterakan warganya diperlukan pembangunan prasarana yang diperlukan, tidak perlu menunggu kontribusi yang belum tentu ada dari daerah hilir sebagai daerah pemanfaat untuk keperluan tersebut. Sehingga banyak daerah tangkapan air yang menjadi daerah pemukiman, perkantoran dan wisata yang jauh dari konsep konservasi sumberdaya air.

Laju kerusakan hutan di masa Orde Baru mencapai 1,6 juta hektar per tahun dan meningkat menjadi 2,5 juta ha per tahun di masa reformasi (Hadi, 2014).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hansen dkk. (2013) dari University of Maryland, menemukan bahwa Indonesia kehilangan 15,8 juta hektar antara Tahun 2000 dan 2012, peringkat kelima di belakang Rusia, Brasil, Amerika Serikat, dan Kanada dalam hal hilangnya hutan. Adapun sekitar 7 juta hektar hutan ditanam selama periode tersebut. Hasil penelitian yang dilakukan Wuryanto dan Pramono (2002) prosentase luas hutan terhadap pulau atau DAS saat sekarang menunjukkan kecenderungan semakin menurun, terhadap DAS umumnya kurang dari 20%. Berdasarkan hasil interpretasi citra satelit Tahun 2000, luas kawasan hutan di daerah tangkapan air Waduk Gajah Mungkur Wonogiri hanya 25%, padahal kegiatan rehabilitasi lahan dan konservasi tanah yang dilakukan secara luas telah dilakukan sejak 1989. Persoalan yang terjadi jika standar minimal luas kawasan hutan 30% sebagai daerah resapan air dari DAS yang ada tidak terpenuhi adalah timbulnya bencana banjir, kekeringan, dan sedimentasi. Seperti bencana banjir yang terjadi di Kota Manado, Sulawesi Utara, salah satu penyebabnya adalah gundulnya daerah tangkapan air DAS Tondano. Data dari BP-DAS Tondano Kementerian Kehutanan menyebutkan dari total luas DAS Tondano 49.415,76 ha, hutannya tinggal 7,53 persen (Sinar Harapan, 2014).

Berkurangnya kawasan resapan air dan gundulnya daerah tangkapan air tidak terlepas dari tekanan jumlah penduduk yang semakin besar. Peningkatan jumlah penduduk dan aktifitas pembangunan menyebabkan pemanfaatan lahan yang berlebihan dan tidak sesuai penggunaannya. Fenomena perubahan tata guna lahan tersebut, menunjukkan perkembangan tata ruang tidak sesuai dengan harmonisasi lingkungan alamiah dan lingkungan buatan. Sehingga menurunnya potensi daya

dukung lingkungan DAS untuk mendukung kehidupan akan semakin cepat. Seperti diketahui berbagai peraturan yang terkait dengan pertanahan, kehutanan, pengelolaan DAS dan tata ruang telah tersedia, akan tetapi degradasi lingkungan masih saja terjadi dengan cepatnya. Selain kurangnya terkoordinasi penyebab semakin rendahnya daya dukung lingkungan DAS adalah tumpang tindihnya wewenang dalam kegiatan pengelolaan DAS. Hal tersebut mengindikasikan bahwa berbagai peraturan ataupun regulasi tersebut belum dapat menjawab berbagai permasalahan pengelolaan DAS.

Undang-undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang mengamanatkan terwujudnya harmonisasi antara lingkungan alamiah dan buatan, keterpaduan penggunaan sumberdaya alam dan sumberdaya buatan dengan memperhatikan sumberdaya manusia serta perlindungan lingkungan. Penyusunan tata ruang harus dapat melindungi lingkungan dari dampak negatif pemanfaatan ruang serta memperhatikan daya dukung dan daya tampung lingkungan. Akan tetapi pada kenyataannya banyak rencana tata ruang yang mengabaikan amanat undang-undang tersebut. Hadi (2014) pada prakteknya penyusunan rencana tata ruang lebih mengedepankan aspek fisik dan pertumbuhan ekonomi, tidak berlebihan apabila sejak lahirnya rencana tata ruang sudah dianggap cacat, karena lebih banyak mengakomodir kepentingan investor. Padahal aspek daya dukung serta daya tampung lingkungan juga diamankan di dalam Undang-undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Melihat kondisi daerah tangkapan air di beberapa DAS tersebut di atas, penyelamatan daerah tangkapan air harus segera dilakukan. Penyusunan rencana

tata ruang harus mengakomodir tujuan penyelamatan daerah tangkapan air, dengan tidak membuka hutan di kawasan tersebut. Pembukaan kawasan hutan menjadi kawasan terbangun akan memicu peningkatan debit banjir dan kekeringan di kawasan hilirnya. Dari tahun ke tahun kondisi tersebut terus berlangsung, sehingga tingkat ketersediaan air semakin menurun dan kerugian akibat kejadian banjir semakin meningkat. Krisis air semakin lama semakin terasa, tidak hanya di Indonesia bahkan krisis ini sudah mendunia, semakin lama krisis air semakin parah mengarah menjadi sebuah bencana yang penyelesaiannya harus segera dilakukan. Pembangunan pada suatu daerah tangkapan air secara serampangan akan menurunkan daya dukung kawasan tersebut dalam memenuhi kebutuhan hidup saat ini maupun masa depan, khususnya kebutuhan air.

Permasalahan sumberdaya air merupakan masalah seluruh makhluk hidup dimuka bumi ini, sehingga penanganannya harus dilakukan secara terpadu dengan melibatkan semua *stakeholder*. Untuk menyelesaikan persoalan sumberdaya air, maka persoalan pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) harus diselesaikan terlebih dahulu. DAS harus dipandang sebagai suatu ekosistem yang mempunyai batas wilayah melewati lebih dari satu kabupaten/kota bahkan melebihi satu provinsi. Sehingga pengelolaan DAS harus melibatkan kerja sama antara kabupaten/kota atau antara provinsi satu dengan provinsi lainnya.

Pengelolaan DAS selain memerlukan waktu yang sangat panjang dan terus menerus, juga memerlukan biaya yang sangat besar. Apabila hanya mengandalkan alokasi dana pembangunan dari APBD/N yang terbatas, maka pengelolaan sumberdaya air hanya dapat dilakukan secara parsial dengan kerangka waktu yang

terbatas. Keterbatasan anggaran pengelolaan DAS tersebut merupakan faktor dominan dalam upaya menekan laju degradasi kawasan DAS. Sehingga diperlukan alternatif lain pendanaan pengelolaan sumberdaya air, salah satunya adalah dengan memberi tarif bagi para pengguna atau pemanfaat jasa lingkungan. Pelibatan para pengguna jasa lingkungan atau pemanfaat air di daerah hilir suatu DAS, seperti daerah irigasi, rumah tangga, PDAM dan PLTA dalam menyediakan dana kegiatan konservasi daerah tangkapan air suatu DAS, merupakan langkah maju dalam upaya pengelolaan DAS. Upaya pemberian tarif tersebut dikenal dengan konsep PES (*Paymant Environmetal Services*) atau imbal jasa lingkungan.

Sampai saat ini pembayaran jasa lingkungan belum menunjukkan hasil yang memadai dalam upaya menjaga degradasi kualitas lingkungan. Para pengguna jasa lingkungan (perusahaan) masih menggunakan restribusi dan CSR sebagai realisasi pembayaran jasa lingkungan. Hal ini jelas tidak sesuai dengan nilai jasa yang mereka nikmati dan tidak cukup untuk melakukan kegiatan konservasi di daerah tangkapan air. Menurut Tampubolon (2009), sampai saat ini belum ada mekanisme pembayaran jasa lingkungan antara pengguna dan penyedia dan lembaga atau instansi formal serta regulasinya baik undang-undang maupun perda. Selain belum adanya mekanisme dan regulasi pembayaran jasa lingkungan, rendahnya realisasi PES juga disebabkan tidak adanya kepastian timbal balik bagi pengguna jasa lingkungan. Pengguna jasa lingkungan sumberdaya air, selama ini PLTA dan PDAM merasa sudah membayar restribusi, akan tetapi ketersediaan air tidak dapat mereka andalkan, dari tahun ke tahun justru semakin mengecil debitnya. Distribusi debit yang bisa dimanfaatkan manusia semakin tidak merata,

kekurangan pada saat musim kemarau dan berlebihan pada saat musim hujan. Kondisi tersebut semakin membuat enggan para pengusaha untuk membayar jasa lingkungan yang mereka harus bayarkan sesuai hasil valuasi ekonomi yang telah dilakukan.

Salah satu contoh sistem sumberdaya air yang mengalami kondisi tersebut di atas adalah Danau Rawapening. Rawapening adalah danau yang berada di dalam DAS Tuntang, danau tersebut menjadi sumber mata air bagi Sungai Tuntang. Batas hidrologis DAS Tuntang dimulai dari Kecamatan Ambarawa, Banyubiru, Tuntang dan Bawen di Kabupaten Semarang sampai ke Kecamatan Gubug, Tegowanu dan Dempet di Kabupaten Demak. Daerah Tangkapan Air (DTA) DAS Rawapening terbentuk dari 9 (sembilan) DAS kecil yang aliran sungainya masuk ke dalam Danau Rawapening, sebelum masuk Sungai Tuntang. Sembilan anak sungai yang masuk ke Rawapening tersebut mengairi sawah pasang surut yang berada dipinggiran Rawapening. Kemudian air dari Rawapening mengalir ke Sungai Tuntang, yang dibendung di Bendung Jelok untuk keperluan PLTA Jelok dan PLTA Timo, di bawah Bendung Jelok air dimanfaatkan oleh Daerah Irigasi (DI) Susukan dan DI Slomot, kemudian sampai di Kabupaten Demak, air Sungai Tuntang dimanfaatkan juga untuk mengairi DI Glapan Timur dan DI Glapan Barat, terus ke laut. Selain untuk keperluan irigasi dan PLTA, air Sungai Tuntang juga dimanfaatkan untuk keperluan air baku PT Sari Tirta Ungaran (PT STU), dengan *intake* di hulu Bendung Jelok. Sedangkan daerah genangan Rawapening banyak dimanfaatkan warga untuk budidaya ikan air tawar dan rekreasi.

Akan tetapi keberlanjutan sistem Rawapening tersebut di atas mulai terganggu, beberapa kali kawasan budaya padi sawah pasang surut di sekitar Rawapening tenggelam di terjang banjir, demikian juga kawasan pemukiman yang dekat tidak luput dari terjangan banjir. Menurut data dari Dinas Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan (Distanbunhut) Kabupaten Semarang meningkatnya elevasi Rawapening telah merendam sedikitnya 313 ha lahan pertanian di sekitarnya (Espos, 2010). Lokasi paling parah terjadi di wilayah Banyubiru yang mencapai 166 ha. Sawah yang terendam itu ada di Desa Rowoboni, Banyubiru, Kebondowo, Kebumen, Tegeran dan Ngrapah. Sedangkan hasil pemantauan Kompas pada Agustus 2006, berkurangnya debit air Sungai Tuntang pada musim kemarau membuat PLTA Jelok dan Timo hanya mampu mengoperasikan sebagian mesin pembangkitnya. Dari hasil penelitian yang dilakukan Royke R Siahainenia, peneliti Pusat Studi Pengembangan Rawapening, Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW) Salatiga. Usia danau alami Rawapening di Kabupaten Semarang, Jawa Tengah, semakin pendek akibat akumulasi tingginya sedimen dan pencemaran air. Tanpa ada upaya terpadu, danau seluas 2.600 ha itu diperkirakan mengering dan berubah menjadi dataran pada Tahun 2015 atau 2020 (Kompas, 2010).

Berdasarkan faktor curah hujan, penggunaan lahan, jenis tanah, serta kemiringan lereng, maka laju erosi di kawasan Danau Rawapening juga bervariasi dari kategori ringan sampai sangat berat. Total potensi sedimen yang masuk ke Danau Rawapening diperkirakan 743,459 m<sup>3</sup>/tahun atau setara dengan laju kehilangan tanah sebesar 1,976 mm/tahun. (Fakultas Teknik Undip dan Balitbang

Provinsi Jawa Tengah, 2003). Sedangkan apabila kita lihat tata guna lahannya, daerah tangkapan air Danau Rawapening hanya memiliki 3,66% yang ditutupi oleh kawasan hutan, angka tersebut setara dengan data citra satelit yang diinterpretasikan Badan Planologi Departemen Kehutanan, dimana kawasan yang masih ditutupi pepohonan di Pulau Jawa Tahun 1999/2000 hanya sebesar 4%. Menurut Undang-Undang No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan untuk mendukung keseimbangan ekosistem luas minimal kawasan hutan adalah 30% dari luas wilayah. (Fakultas Teknik Undip dan Balitbang Provinsi Jawa Tengah 2004).

## **B. Perumusan Masalah**

Komponen penyusun DAS yang rentan terhadap tekanan pembangunan adalah tata guna lahan. Pesatnya permintaan akan ruang, khususnya di Daerah Tangkapan Air (DTA) yang mempunyai fungsi hidrologi dalam menjaga ketersediaan air, sering dilupakan dampaknya terhadap ketersediaan air tersebut. Sehingga rendahnya ketersediaan dan sulitnya memperoleh air semakin dirasakan oleh masyarakat. Memperoleh air merupakan hak setiap orang di muka bumi ini, sehingga kegiatan yang mempersulit setiap orang untuk memperoleh air, baik disadari maupun tidak merupakan pelanggaran hak asasi. Tingginya permintaan akan ruang, dalam mekanisme pasar merupakan faktor tertinggi dalam memperoleh keuntungan ekonomi. Sehingga pelepasan hak atas fungsi hidrologi dilupakan demi memperoleh keuntungan ekonomi sesaat.

Perubahan tata guna lahan di hulu Rawapening atau DTA Sungai Tuntang, yang semakin didominasi oleh pemukiman dan industri, menyebabkan meningkatnya debit aliran permukaan pada saat musim hujan. Pada saat debit aliran permukaan meningkat, kemampuan Rawapening sebagai penampung air menurun, dikarenakan tingginya tingkat sedimentasi yang terjadi. Fungsi Rawapening sebagai danau penahan banjir menjadi berkurang, yang pada akhirnya air akan langsung dialirkan ke Sungai Tuntang, sehingga kejadian banjir dibagian hilir tidak terhindarkan. Menurunnya kemampuan Rawapening menampung debit banjir, juga mempengaruhi areal tanam di seputar rawa tersebut. Saat debit banjir masuk maka elevasi muka air rawa akan naik, sehingga beberapa hektar sawah yang akan tenggelam.

Melihat kondisi DTA Danau Rawapening tersebut di atas, maka untuk menjaga semakin besarnya fluktuasi debit pada musim kemarau dan musim penghujan diperlukan kegiatan konservasi tanah dan air. Kegiatan konservasi tersebut diharapkan dapat mengembalikan ketersediaan air untuk memutar turbin PLTA Jelok dan PLTA Timo, mengurangi kerugian akibat banjir dan meningkatkan intensitas tanam lahan persawahan. Menurut manajemen PLTA Jelok, tiap tahun terjadi penurunan produksi karena aliran air dari Rawapening berkurang. Tahun 2001, produksi PLTA 186 Gigawatt (GW), Tahun 2002 turun menjadi 126 GW, dan 2007 hanya menyumbang 79 GW untuk interkoneksi jaringan Jawa-Bali. Sehingga kegiatan konservasi di DTA Rawapening diharapkan dapat memperbaiki dan memulihkan kualitas sumberdaya air yang

dihasilkan, agar laju kerugian yang dialami PLTA Jelok dan Timo dapat dikurangi bahkan dihilangkan.

Menurunnya kualitas jasa lingkungan yang dapat dinikmati selama ini, disebabkan lemahnya dukungan terhadap keberadaan dan peningkatan kualitas ekosistem DAS sebagai pendukung kehidupan, bahkan tindakan untuk merubah fungsi ekosistem DAS menjadi kawasan komersial menjadi lebih diutamakan. Pemahaman yang relatif rendah terhadap keberadaan ekosistem DAS sebagai pendukung kehidupan tersebut, dikarenakan rendahnya upaya penilaian ekonomi ketersediaan air, sehingga menimbulkan kurangnya perhatian terhadap keberadaannya, yaitu ekosistem DAS. Sebagian besar masyarakat menganggap bahwa air yang tersedia di sungai dan air tanah merupakan barang bebas, yang dapat dipergunakan kapanpun tanpa membayar pada pihak yang menghasilkan barang tersebut (ekosistem DAS).

Upaya pengelolaan DAS terpadu selain memerlukan koordinasi dan waktu yang cukup lama, diperlukan juga pembiayaan yang sangat besar. Menurut Tampubolon (2009) keterbatasan pembiayaan pemerintah untuk pengelolaan DAS merupakan faktor yang dominan dalam upaya menekan laju degradasi kualitas lingkungan. Pendekatan pembiayaan pengelolaan lingkungan yang selama ini didasarkan pada *polluters pay principle* belum memadai sehingga perlu dikembangkan pemberian *charge* kepada pengguna jasa lingkungan (*user pay principle*). Dengan demikian pembiayaan pengelolaan lingkungan merupakan tanggung jawab semua pihak (*multi stakeholders*). Memperkuat pernyataan tersebut, Bambang (2004:2) menyatakan bahwa untuk mempermudah pemahaman

pentingnya suatu ekosistem, salah satu tolok ukur yang relatif mudah dan bisa dijadikan persepsi bersama antara berbagai disiplin ilmu adalah dengan memberikan "price" atau "harga" terhadap barang dan jasa yang dihasilkan dari sumberdaya dan lingkungan.

Pembayaran jasa lingkungan yang dilakukan oleh PT Krakatau Tirta Industri (KTI) secara sukarela ke masyarakat hulu melalui Forum Komunikasi DAS Cidanau, dalam upaya membangun hubungan hulu–hilir pengelolaan DAS Cidanau merupakan contoh sukses pembayaran jasa lingkungan dengan dukungan dari LP3ES dan *International Institute for Environment and Development* (IIED). Forum Komunikasi DAS Cidanau (FKCD) menerima pembayaran dari KIT sebesar Rp 175.000.000,- (*seratus tujuh lima juta rupiah*) per tahun dengan jangka waktu perjanjian pembayaran jasa lingkungan selama 5 (lima) tahun. Dana tersebut oleh FKDC diserahkan kepada masyarakat yang membangun dan mempertahankan hutan di dua lokasi di Desa Citaman–Ciomas dan Desa Cibojong Kecamatan Padarincang, dengan lahan seluas 50 ha dengan jangka waktu perjanjian pembayaran jasa lingkungan juga selama 5 tahun. ([www.kabarbhumi.blogspot](http://www.kabarbhumi.blogspot), 2008).

Konsep pembiayaan pengelolaan DAS dengan pembayaran jasa lingkungan, sampai saat ini realisasinya masih sangat rendah apabila dibandingkan dengan kebutuhan biaya untuk mencegah semakin cepatnya degradasi lingkungan yang terjadi. Pembayaran seperti yang dilakukan oleh PT KTI untuk membantu menjaga kawasan hutan dalam suatu DAS sampai saat ini tidak berkembang untuk dilaksanakan di DAS lain. Hal ini disebabkan oleh belum adanya mekanisme dan

regulasi yang mengatur pembayaran jasa lingkungan. Selain itu imbal balik atau *benefit* dari pembayaran jasa lingkungan tersebut terhadap kegiatan usaha atau pengusaha tersebut belum jelas dan tidak terukur. PT KTI sebagai pembayar jasa lingkungan tidak dapat memastikan berapa air yang akan diperoleh dengan biaya yang telah dikeluarkan.

Untuk meningkatkan realisasi pembayaran jasa lingkungan tersebut, penelitian ini mengusulkan penggunaan mekanisme investasi dalam pembayaran jasa lingkungan. Investasi merupakan kegiatan ekonomi yang bertujuan untuk memperoleh atau mempertahankan keuntungan dari modal atau biaya yang dikeluarkan. Sehingga perhitungan biaya (*cost*) dan manfaat (*benefit*) harus jelas dan terukur agar dapat ditentukan rencana keuntungan dan kelayakan kegiatan investasi tersebut. Dalam hubungannya dengan pengelolaan DAS, investasi yang dilakukan adalah investasi kegiatan konservasi sumberdaya air, yaitu konservasi yang bertujuan menjaga dan meningkatkan ketersediaan air bagi para pengguna jasa lingkungan. Untuk mengetahui tingkat ketersediaan air dapat dilakukan dengan pendekatan permodelan kesetimbangan air.

Model yang umum digunakan untuk mengkuantifikasi kesetimbangan air adalah Model Neraca Air. Model ini dikembangkan berdasarkan siklus hidrologi dengan dasar prinsip konservasi massa, komponen yang dianalisis meliputi ketersediaan dan kebutuhan air. Dalam upaya meningkatkan eksistensi ekosistem DAS, kuantifikasi Model Neraca Air dapat dilakukan dengan prinsip Ekonomi, dengan DAS sebagai produsen dan PLTA, PDAM, dan Daerah Irigasi sebagai konsumen penerima jasa lingkungan. Sebagai pihak yang berhak atas jasa atau

barang yang dihasilkan, DAS tidak akan menerima uang yang dibayarkan, akan tetapi harga yang diterima akan digunakan untuk meningkatkan eksistensi dengan jalan meningkatkan kualitas dan kuantitas jasa dapat dinikmati, melalui kegiatan konservasi.

Pembiayaan kegiatan konservasi yang dibayarkan melalui mekanisme imbal jasa lingkungan dapat dipandang sebagai investasi dari para pengguna jasa lingkungan dalam upaya menjaga keberlanjutan sistem yang dimiliki (PLTA, PDAM, Daerah Irigasi, dan lain-lain). Mekanisme investasi lingkungan akan mempermudah setiap pengguna jasa lingkungan untuk mempertanggungjawabkan setiap rupiah dana yang dikeluarkan dalam menjaga keberlanjutan sistem usahanya. Dengan memandang pembayaran imbal jasa lingkungan sebagai investasi masa depan, diharapkan realisasi pembayaran imbal jasa lingkungan dapat meningkat dan keberlanjutan suatu sistem sumberdaya air (lingkungan) dapat terwujud, sehingga daya dukung DAS sebagai penyedia ketersediaan air dapat terjaga, baik untuk memenuhi kebutuhan saat ini maupun kebutuhan air akan datang.

Memperhatikan penjelasan diatas serta upaya mempertahankan daya dukung Daerah Aliran Sungai (DAS) dalam menjaga ketersediaan air, maka dalam penelitian ini beberapa pertanyaan yang harus di jawab adalah :

1. Bagaimana hubungan interrelasi komponen penyusun DAS terhadap daya dukung kawasan tersebut dalam menjaga ketersediaan air ?

2. Apakah perubahan hubungan interrelasi komponen penyusun DAS juga berpengaruh terhadap nilai ekonomi jasa lingkungan yang diperoleh para pengguna air ?
3. Apakah model imbal jasa lingkungan dapat memberi manfaat bagi yang membayar (*cost*) dan seberapa besar manfaat (*benefit*) yang diperoleh ?
4. Apakah model neraca air berbasis ekonomi lingkungan dapat mengukur besarnya manfaat (*benefit*) dan biaya (*cost*) bagi pembayar imbal jasa lingkungan ?
5. Apakah dengan menerapkan model neraca air berbasis ekonomi lingkungan tersebut kondisi daya dukung kawasan dalam menjaga ketersediaan air akan terjaga dan apakah akan menguntungkan bagi investornya (pembayar imbal jasa lingkungan) ?

### **C. Orisinalitas**

Orisinalitas penelitian ini terletak pada mekanisme pembayaran imbal jasa lingkungan dari para pengguna jasa lingkungan melalui mekanisme investasi. Karena menggunakan mekanisme investasi semua biaya dan manfaat harus dapat terukur. Perhitungan biaya mengacu kuantifikasi imbal jasa lingkungan dengan metode *replacement cost*, sedangkan perhitungan manfaat menggunakan model Mock yang dimodifikasi. Modifikasi Model Mock untuk menghitung manfaat dari suatu kegiatan konservasi yang dibiayai melalui imbal jasa lingkungan tersebut merupakan orisinalitas kedua dalam penelitian ini.

Sampai saat ini penelitian pengembangan sumberdaya air berbasis ekonomi lingkungan yang sudah dilakukan antara lain adalah; (1) Evaluasi dampak erosi tanah model pendekatan ekonomi lingkungan dalam perlindungan DAS: kasus subDAS Besai DAS Tulang Bawang Lampung (Sihite, 2001), pengelolaan sumber air minum lintas wilayah di kawasan Gunung Ciremai Provinsi Jawa Barat (Ramdan, 2006), (3) Model alokasi air dan nilai air pada sistem sungai multi danau (Rispingtati, 2006), (4) Pengaruh kualitas lingkungan terhadap biaya eksternalitas pengguna air Citarum (Tampubolon, 2007), (5) Pengelolaan daerah aliran sungai harus dilakukan secara terpadu dengan memperhitungkan harga air sebagai bentuk pembayaran jasa lingkungan (Ratnaningsih, 2008).

Sedangkan penelitian permodelan yang pernah dilakukan di Danau Rawapening dilakukan oleh Jayadi Tahun 1995 dengan topik model simulasi neraca air untuk menyusun garis eksploitasi Rawapening. Sedangkan model yang disusun penulis merupakan model neraca air berbasis ekonomi lingkungan berimbang, konsep ini merupakan pengembangan dari konsep konservasi sumberdaya air. Penelitian lain yang dilakukan di Danau Rawapening yang terkait dengan topik yang diambil adalah penelitian yang dilakukan oleh Hakim (2010), melakukan penilaian nilai ekonomi kawasan wisata Danau Rawa pening.

**Tabel 1.1.** Review Penelitian yang Terkait dengan Topik Ekonomi Lingkungan dan Daerah Aliran Sungai ( DAS )

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil
1	Rahmad Jayadi, Jurnal Media Teknik, Fakultas Teknik UGM	1999	Model Simulasi Neraca Air Untuk Menyusun Garis Eksploitasi Rawapening	Hasil penelitian berupa usulan alternatif garis Eksploitasi Rawapening yang memberikan unjuk hasil lebih baik dari garis eksploitasi yang selama ini digunakan. Metode yang digunakan adalah dengan simulasi Model Neraca Air yang dikembangkan berdasarkan data historis ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi dan non irigasi
2	Jamartim Sihile, Disertasi Pascasarjana IPB	2001	Evaluasi Dampak Erosi Tanah, Model Pendekatan Ekonomi Lingkungan dalam Perilindungan DAS: Kasus Sub-DAS Besar DAS Tulang Bawang Lampung	Menyusun pola penggunaan lahan yang dapat menjamin keseimbangan lingkungan (debit sungai merata, erosi dan sedimen kecil) dan secara ekonomis menguntungkan dan mengembangkan model ekonomi dan biofisik sebagai bagian dari perhitungan dampak lingkungan secara moneter
3	Hikman Ramdan, Desertasi Pascasarjana IPB	2006	Pengelolaan Sumber Air Minum Lintas Wilayah Di Kawasan Gunung Ciremai Provinsi Jawa Barat	Hasil penelitian menunjukkan bahwa konflik penggunaan air akan terjadi apabila kebutuhan air minum lebih besar dari pada potensi ketersediaan air minum yang ada. Upaya resolusi konflik yang dilakukan di kawasan Gunung

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil
				Cermai adalah melalui penataan mekanisme alokasi air minum lintas wilayah, kelembagaan dan pengelolaan sumber air minum, dan mengestimasi nilai dana kompensasi konservasi dan penggunaan air minum.
4	Rispiningtati, Disertasi, Pascasarjana, Universitas Brawijaya	2006	Model Alokasi dan Nilai Air Pada Sistem Sungai Multi Danau	Pengembangan model optimasi linier pada sistem sungai yang mempunyai 13 danau besar. Model ini mempunyai Hasil model berupa tabel dan grafik yang dapat digunakan secara langsung untuk mengetahui besaran alokasi bersamaan dengan harga air per m <sup>3</sup> pada semua bendungan
5	Radjab Tampubolon, Disertasi, Sekolah Pascasarjana, IPB	2007	Pengaruh Kualitas Lingkungan Terhadap Biaya Ekstenalitas Pengguna Air Citarum	Perubahan tata guna lahan DTA Citarum menyebabkan penurunan debit air masuk lokal (DAML), volume air masuk lokal (VAML), rasio $Q_{\max-\min}$ , sedimentasi dan penurunan kualitas kimiawi air. Hal tersebut menyebabkan kerugian ekonomi ("keuntungan yang hilang")
6	Maria Ratnaningsih, Desertasi Pascasarjana UI	2008	Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Harus Dilakukan Secara Terpadu Dengan Memperhitungkan Harga Air Sebagai Bentuk Pembayaran Jasa Lingkungan	Penelitian ini menggunakan harga air sebagai indikator pembayaran jasa lingkungan hutan sebagai fungsi tata air. Ada tiga pendekatan yang digunakan untuk menilai harga air yaitu kesediaan membayar harga air, menilai harga air

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil
				sebagai faktor produksi, dan dengan pendekatan <i>full cost pricing</i> yang memasukkan unsur biaya penggunaan sumberdaya alam dan biaya lingkungan
7	Kari Goran Maler, Sara Aniyar, Asa Jonson, Environ Resource Econ, No.42,:39-51	2009	Accounting for Ecosystems	Penelitian ini berupaya menjawab berbagai pertanyaan yang menyangkut penerapan sistem akuntansi jasa lingkungan dalam sistem akuntansi nasional. Permasalahan utama yang ditemukan adalah kurang dan tidak tepatnya informasi yang digunakan pada model dinamis suatu sistem dalam rangka penerapan jasa lingkungan. Para ekonom dan ekolog harus menetapkan prioritas ekosistem utama yang akan digunakan sebagai dasar penentuan kerangka akuntansi, penentuan dinamika sistem yang diterapkan serta pengembangan teknik penilaian yang tepat untuk jasa lingkungan.
8	Kirk Hamilton dan Giovanni Ruta, Environ Resource Econ, No.42, p-.53.64	2009	Wealth Accounting, Exhaustible Resources and Social Welfare	Penelitian ini mengkaji suatu pemisah yang jelas antara teori kekayaan, kesejahteraan sosial dan pembangunan berkelanjutan serta praktek akuntansi nasional hijau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sumberdaya dalam model optimal dan non optimal

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil
				memperlihatkan bahwa perubahan kekayaan total melebihi kekayaan nyata. Hal ini menunjukkan bahwa penilaian perubahan kesejahteraan sosial terlalu tinggi saat digunakan sebagai penilaian deplesi perubahan aktiva sumberdaya total.
9	Mustafa YM, MSM Amin, TS Lee dan ARM of Spatial Shariff, Journal Hydrology Fall, Vol 5, No.2	2009	<i>Evaluation of Land Development Impact on a tropical Watershed Hydrology Using Remote Sensing and GIS</i>	Penelitian ini melakukan evaluasi perubahan tata guna lahan karena pembangunan terhadap DAS dengan memanfaatkan penginderaan jarak jauh dan GIS. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa penggunaan data penginderaan jauh dan GIS meningkatkan ketelitian dan Secara hidrologis perubahan tata kecepatan analisis perubahan lahan guna lahan meningkatkan aliran permukaan, disebabkan meningkatnya jumlah kawasan kedap air.
10	Seong-Hoon Cho, Steven T. Yen, J.M. Bowker, dan David H. Newman, Journal of Agricultural and Applied Economics, 40,1 (April 2008):267-	2008	Modeling Willingness to Pay for Land Conservation Easements: Treatment of Zero and Protest Bids and Application and Policy Implications	Studi ini membandingkan <i>Ordered Probit Selection (OPS) Model</i> dan <i>Tobit with Binary Sample (TBS) Model</i> untuk analisis kesediaan membayar ( <i>willingness to pay = WTP</i> ) konservasi di Macon County, NC. Dan hasil perbandingan diketahui bahwa model OPS

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil
	285			lebih representatif dibandingkan model TBS, keberhasilan WTP dipengaruhi secara positif oleh faktor pendidikan dan besarnya penghasilan, sedangkan faktor lamanya tinggal dan tingkat kemiskinan berpengaruh negatif terhadap keberhasilan WTP.
11	Allison H Roy & William D Shuster, Journal of The American Water Resources Association, Pebruari2009	2009	Assesing Impervious Surface Connectivity and applications for Watershed Management	Pada umumnya luas total permukaan kedap ( <i>TIA=Total Impervious Area</i> ) digunakan sebagai indikator kerusakan daerah perkotaan. Dalam studi ini indikator kerusakan dihitung dengan menggunakan luasan permukaan kedap per ruas saluran air, yang dikenal dengan <i>DCIA (Directly Connected Impervious Area)</i> . Untuk membandingkan kedua metode tersebut, TIA dan DCIA akan digunakan untuk mengevaluasi kondisi DTA Sungai Shepherd yang merupakan sub-DAS Cincinati di Ohio, dengan luas 1,85 km <sup>2</sup> . Untuk melakukan analisis luasan permukaan kedap dilakukan dengan GIS serta verifikasi data lapangan langsung sesuai skala per blok yang ditentukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DCIA lebih tepat dibandingkan TIA apabila skala per blok lebih kecil

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil
				sehingga verifikasi lapangan dapat dilakukan
12	Frank A. Ward, Environmental IV modelling & Software 24 (2009) 948-958	2009	Economics in integrated water management	Penerapan analisis biaya dan manfaat ( <i>CBA = Cost Benefit Analysis</i> ) pada berbagai kegiatan pembangunan telah banyak mendukung pengambil keputusan berbagai proyek. Apabila dilakukan secara holistik timbul keraguan para pengambil keputusan. Penelitian ini mengajukan model ekonomi hidrologi untuk mempermudah analisis pengembangan sumberdaya air secara terpadu dengan berbagai sudut pandang, baik ekonomi, proses hidrologi, institusi dan juga lingkungan.
13	Timothy O. Randhir dan Ashley G. Hawes, Journal of Hydrology 364 (2009) 182-199	2009	Watershed land use and aquatic ecosystem response: Ecohydrologi approach to conservation policy	Studi ini bertujuan menggabungkan dinamika proses di darat dan perairan untuk menilai dampaknya terhadap suatu DAS, serta mengidentifikasi strategi spasial untuk mengurangi dampak penggunaan lahan terhadap kualitas air dan ekosistem air. Sebagai indikator kualitas lingkungan digunakan remis, penurunan jumlah populasi remis terjadi pada saat jumlah sedimen terlarut meningkat.
14	Harald Kling dan Hans Peter	2009	A method for the regional estimation of runoff	Kunci keberhasilan penggunaan model hujan aliran adalah

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil
	Nachtnebel, Journal of Hydrology 364(2009)163-174		separation parameters for hydrological modelling	pemisahan parameter aliran dasar ( <i>base flow</i> ) dan airan permukaan ( <i>runoff</i> ) serta ketersediaan data pengamatan langsung sebagai dasar kalibrasi model. Penelitian ini mengajukan metode pemisahan aliran permukaan daerah aliran sungai yang tidak memiliki stasiun pengamat debit. Metode yang dikembangkan dengan memasukkan <i>base flow index</i> dan karakteristik daerah permukaan (jenis tanah) ke dalam model, hasil penelitian menunjukkan metode ini dapat digunakan,
15	Arif R Hakim Journal of American Science 2010;6(10) p:791 794	2010	Measuring The Economic Value of Natural Attractions in Rawapening, Semarang District, Indonesia	Penelitian ini bertujuan untuk mengukur nilai ekonomi di Rawapening sebagai kawasan wisata yang ramah lingkungan. Karena manfaat dari wisata alam biasanya memiliki berbagai sumberdaya alam seperti keanekaragaman hayati, manfaat langsung dan tidak langsung berkaitan dengan fungsi ekologis penting yang tidak hanya dianggap sebagai obyek wisata. Sumber data diperoleh dari survei lapangan ke pelaku yang sedang berkunjung ke Rawapening. Metode analisis yang digunakan adalah metode

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil
				estimasi logis persegi dan terkecil. Studi ini menemukan bahwa nilai konsumen surplus tahunan lebih besar dari total nilai manfaat per tahun.

Sihile (2001) melakukan analisis pola penggunaan lahan dalam suatu DAS dengan pendekatan ekonomi lingkungan dan dampak secara biofisik. Penilaian terhadap dampak penggunaan lahan dilakukan dengan memanfaatkan model ANSWER dengan meninjau nilai erosi, sedimentasi, dan debit dari berbagai skenario tata guna lahan. Sedangkan untuk menilai dampak ekonomi dari setiap alternatif dilakukan dengan mengukur produktifitas atau nilai pasar, biaya kerugian tanaman akibat banjir atau kekeringan, penghasilan penduduk yang hilang serta survei dengan metode *WTP (willingness to pay)* terhadap hilangnya manfaat keanekaragaman hayati, spesies langka, estetika, dan habitat.

Penelitian Sihile dipertegas lagi oleh Tampubolon (2007) dalam penelitiannya di Danau Citarum, bahwa rusaknya tata guna lahan akan meningkatkan sedimentasi, debit banjir dan kekeringan. Hal ini menyebabkan bertambahnya biaya produksi PDAM dan PLTA sehingga tingkat keuntungan menjadi menurun. Selain menurunnya tingkat keuntungan, Randhir dan Hawes (2009:90) menyatakan bahwa kondisi ekosistem di hilir atau di dalam danau juga akan menurun, hal tersebut dapat dilihat dengan menurunnya jumlah populasi remis. Untuk memperbaiki kondisi lingkungan tersebut (DTA) Ramdan (2006:87) menyusulkan pembebanan biaya konservasi kepada pengguna air minum. Hal

tersebut untuk menurunkan potensi konflik pengguna air lintas wilayah, khususnya daerah hulu dan hilir yang mempunyai perbedaan batas administrasi.

Ratnaningsih (2008) mengusulkan harga air sebagai acuan pembayaran jasa lingkungan kawasan hutan sebagai fungsi tata air dalam suatu DAS. Dana yang diperoleh akan digunakan untuk membiayai kondisi ekosistem DAS melalui pengelolaan DAS terpadu agar fungsi tata air berkelanjutan. Sedangkan pendekatan yang digunakan untuk menilai harga air yaitu kesediaan membayar harga air, menilai harga air sebagai faktor produksi, dan dengan pendekatan *full cost pricing* yang memasukkan unsur biaya penggunaan sumberdaya alam dan biaya lingkungan. Sedangkan Rispingtati (2006:20-26) untuk menetapkan harga air mengusulkan model optimasi linier pada suatu sistem sungai yang mempunyai 13 danau seri. Untuk mengatasi perbedaan harga hasil perhitungan harga air menurut Ratnaningsih (2008), dapat dilakukan dengan memberikan subsidi silang antara harga air di sektor pertanian dengan harga air di sektor lain maupun dengan subsidi pemerintah, sebagai patokan digunakan harga berdasarkan *full cost pricing* untuk menjaga efisiensi penggunaan air.

Peneliti lain yang mendekati konsep ekonomi lingkungan dan sumberdaya air adalah Ward (2009), Ward mengusulkan penggunaan analisis *CBA (Cost Benefit Analysis)* pada pengembangan sumberdaya air harus mengacu pada model *hydroeconomy*, yaitu model terpadu yang memasukkan sudut pandang ekonomi, sosial, proses hidrologi dan juga lingkungan. Dari sudut pandang ekonomi lingkungan Hamilton dan Ruta (2009) menyatakan bahwa penilaian kekayaan total dapat melebihi kekayaan nyata, hal ini berarti *benefit* yang digunakan dalam

analisis CBA secara nyata tidak sebesar yang terungkap, sebab kerugian lingkungan atau biaya lingkungan tidak dimasukkan dalam perhitungan tersebut. Maler, Aniyar dan Jonson (2009) mengusulkan dimasukkannya sistem akuntansi jasa lingkungan ke dalam sistem akuntansi nasional. Alternatif yang paling memungkinkan dalam sistem akuntansi nasional, khususnya Indonesia adalah melalui penerapan mekanisme investasi dalam pengembangan sumberdaya air. Agar dalam proses pengembangan tidak terjadi *over* eksploitasi, maka pendekatan investasi harus pengembangan yang berkelanjutan.

Sedangkan peneliti lain dalam Tabel 1.1. lebih banyak meneliti dalam bidang hidrologi dan erosi lahan, seperti misalnya Mustafa, Amin, Lee, dan Sharif (2009) memanfaatkan GIS untuk melakukan analisis perubahan kawasan kedap dalam suatu DAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin luas kawasan kedap dalam suatu DAS, akan meningkatkan aliran permukaan. Sedangkan Roy dan Shuster (2009) memanfaatkan GIS untuk menentukan kawasan kedap air total (*TIA= Total Impervios Area*) dan kawasan kedap air per ruas saluran (*DCIA=Directly Connected Impevios Area*), hasil penelitian juga menunjukkan peningkatan aliran permukaan seiring dengan peningkatan lapisan kedap. Disisi lain dari hasil kalibrasi konsep DCIA lebih tepat dari TIA.

Dari hasil penelitian harga air dan ekonomi lingkungan tersebut di atas, para peneliti sepakat menyatakan bahwa pembayaran jasa lingkungan merupakan salah satu komponen penting dalam pengelolaan DAS. Akan tetapi konsekuensi logis yang akan diterima para pengguna jasa lingkungan (pembayar jasa lingkungan) belum terjawabkan. Dengan menambah mekanisme pembayaran jasa lingkungan

sebagai investasi, maka konsekuensi logis dari sebuah kegiatan investasi harus terukur, dalam hal ini kegiatan konservasi sumberdaya air. Sedangkan pengaruhnya terhadap ketersediaan air yang menjadi dasar perhitungan jasa lingkungan dalam penelitian ini akan digunakan Model Mock. Model Mock adalah model hujan aliran didalam analisisnya dilakukan pemisahan aliran, menurut Kling dan Nachtnebel (2009) kunci keberhasilan dalam penggunaan model hujan aliran adalah dilakukannya pemisahan parameter aliran dasar (*base flow*) dan aliran permukaan (*runoff*), serta ketersediaan data langsung sebagai dasar kalibrasi model.

Sehingga kebaruan (*Novelty*) dalam penelitian ini adalah pada penambahan mekanisme investasi dalam pembayaran jasa lingkungan dan metode pendekatan yang digunakan. Metode pendekatan dilakukan secara komprehensif meliputi : (1) analisis konservasi lahan dan air dengan Metode USLE, analisis ini bertujuan mengetahui perubahan tata guna lahan terhadap perkiraan kejadian erosi. (2) Analisis ketersediaan air dengan Model Mock, analisis ini bertujuan untuk mengetahui ketersediaan air di Danau dan parameter DTA Danau Rawapening. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan modifikasi Model Mock dengan penambahan variabel tampungan danau sebagai salah satu parameter yang harus ditentukan nilainya. (3) Analisis kebutuhan air bertujuan untuk mengetahui kebutuhan optimum dan realisasi debit yang terlayani pada PLTA, PT STU dan Daerah Irigasi. (4) Valuasi Jasa Lingkungan, bertujuan untuk mengetahui jasa lingkungan yang telah dinikmati oleh PLTA, PT STU dan Daerah Irigasi. (5) Formulasi Model Neraca Air berbasis Ekonomi Lingkungan, dari keempat analisis

tersebut di atas akan diformulasikan model neraca air berbasis ekonomi lingkungan (Model Akuntansi Air), untuk mengetahui kelayakan model dilakukan kalibrasi dengan mencari besaran-besaran statistik Koefisien Korelasi (RE) dan *Volume Error* (VE). (6) Simulasi Model Akuntansi Air, setelah kalibrasi dilakukan simulasi dengan berbagai alternatif kegiatan.

Pendekatan kuantifikasi dengan model neraca air bertujuan untuk menjaga ekstraksi berlebihan sumberdaya air yang tersedia melebihi daya dukung yang dimiliki sumberdaya air tersebut. Peningkatan kebutuhan air seiring dengan penambahan penduduk, akan memicu peningkatan ekstraksi sumberdaya air dalam upaya meningkatkan volume ketersediaan air, baik air permukaan maupun air tanah. Pada titik tertentu, upaya meningkatkan volume ketersediaan air akan mencapai titik maksimum sesuai siklus hidrologi. Sehingga walaupun nilai air akan melambung tinggi dan upaya konservasi telah dilakukan, akan tetapi kalau ketersediaannya sudah pada batas maksimum, volume air yang diharapkan tidak akan diperoleh. Ketika ketersediaan air tidak mencukupi dan upaya mengekstraksi sumberdaya air sudah maksimum, maka konservasi penggunaan atau pemanfaatan harus dilakukan.

Dengan demikian berapapun biaya yang disediakan, jika daya dukung sumberdaya air yang dimiliki sudah pada batas maksimum, ekstraksi sumberdaya tersebut tidak berguna. Karena ketersediaan air menyangkut dalam suatu kawasan yang disebut DAS, yang terdiri dari daerah hulu dan hilir maka peran serta semua komponen dalam kawasan tersebut sangat diperlukan.

Sampai saat ini, penelitian valuasi ekonomi jasa lingkungan dalam suatu DAS terbatas pada memperoleh nilai air sebagai komponen untuk pembiayaan pengelolaan DAS yang harus dibayarkan oleh para pengguna air di daerah hilir. Pada penelitian ini, pembayaran jasa lingkungan yang harus dibayarkan diasumsikan sebagai investasi pembiayaan kegiatan konservasi dalam upaya menjaga keberlanjutan sistem sumberdaya air yang telah dibangun (PLTA, PDAM, Daerah Irigasi, dan lain-lain). Keberlanjutan sistem tersebut sangat tergantung kepada ketersediaan air, maka investasi kegiatan konservasi yang diusulkan adalah kegiatan yang bertujuan mengembalikan fungsi hidrologis Daerah Tangkapan Air (DTA). Untuk memprediksi distribusi ketersediaan air karena kegiatan konservasi tersebut digunakan Model Mock dengan parameter yang diperoleh dari data historis.

Pencapaian distribusi ketersediaan air yang diperoleh tergantung kepada volume kegiatan konservasi yang dibangun dari pembayaran jasa lingkungan. Pemilihan kegiatan konservasi harus disesuaikan dengan dasar perhitungan jasa lingkungan, dalam hal ini adalah kegiatan konservasi sumberdaya air. Kegiatan tersebut harus dapat meningkatkan, mengembalikan serta mempertahankan ketersediaan air, seperti pada saat kondisi optimum. Kondisi tersebut dapat diambil berdasarkan tahun awal perencanaan atau di saat produksi maksimum diperoleh dari suatu pemanfaatan sistem sumberdaya air. Untuk mengetahui distribusi ketersediaan air terhadap kecukupan pemenuhan kebutuhan air, dilakukan simulasi Model Mock yang dikembangkan dengan beberapa alternatif kegiatan konservasi.

Untuk menilai kelayakan investasi kegiatan konservasi terhadap pengembangan sistem sumberdaya air yang ditinjau digunakan kriteria ekonomi IRR, BCR, dan NPV. Pendekatan pembayaran jasa lingkungan dengan mekanisme investasi ini diharapkan akan meningkatkan realisasi pembayaran jasa lingkungan, pembiayaan dalam kerangka investasi lebih mudah dipahami.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tuntang dengan tujuan :

1. Mengidentifikasi hubungan interrelasi komponen penyusun DAS terhadap daya dukung kawasan tersebut dalam menjaga ketersediaan air.
2. Mengidentifikasi hubungan interrelasi komponen penyusun DAS juga berpengaruh terhadap nilai ekonomi jasa lingkungan yang diperoleh para pengguna air.
3. Melakukan analisis manfaat (*benefit*) dan biaya (*cost*) model imbal jasa lingkungan bagi pembayarannya.
4. Menyusun model neraca air berbasis ekonomi lingkungan sebagai alternatif model pembayaran imbal jasa lingkungan.
5. Melakukan simulasi dengan model neraca air berbasis ekonomi lingkungan, dengan berbagai alternatif dan mempelajari pengaruhnya terhadap daya dukung kawasan dalam menjaga ketersediaan air pengaruhnya bagi investornya (pembayar imbal jasa lingkungan)

## E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat secara teoritis penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan kontribusi pemikiran yang positif dalam tatanan teoritis maupun empiris dalam pengembangan ilmu yang berhubungan dengan keberlanjutan suatu sistem sumberdaya air khususnya bendungan atau danau, antara lain pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS), konservasi Daerah Tangkapan Air (DTA), ketersediaan air, kejadian banjir dan kekeringan, pembayaran jasa lingkungan dan investasi konservasi, sehingga kelangsungan suatu sistem sumberdaya air dapat terjaga. Mengacu kepada landasan teori yang telah dibangun berdasarkan permasalahan yang ditemukan dapat diformulasikan model neraca air berbasis ekonomi lingkungan sebagai salah satu upaya meningkatkan realisasi pembayaran jasa lingkungan.
2. Manfaat praktis penelitian adalah diharapkan hasil penelitian ini merupakan sumbangan yang berharga bagi *stakeholder* sumberdaya air, mulai dari masyarakat umum, pengelola (Balai Pengelola DAS, Balai Besar Wilayah Sungai dan Balai Sungai), Pemerintah kabupaten dan kota, pengguna air (PDAM, PLTA, P3A), praktisi dan ilmuwan yang memerlukan alternatif pembiayaan pengelolaan DAS khususnya DTA dalam upaya mempertahankan fungsi hidrologis kawasan tersebut. Sehingga distribusi ketersediaan air dapat merata sepanjang tahun dan tingkat kejadian banjir dan kekeringan semakin kecil, sehingga keberlanjutan suatu sistem sumberdaya air dapat dipertahan dari waktu ke waktu. Studi kasus penelitian ini sengaja diambil di Danau Rawapening, yang keberadaannya semakin lama semakin

mengkhawatirkan. Diharapkan dengan mekanisme investasi melalui model neraca air berbasis lingkungan ini, para pengguna air Danau Rawapening seperti PLTA Jelok, PT Sari Tirta Ungaran, Petani Pemakai Air (P3A) di Daerah Irigasi, serta masyarakat yang merasa menerima manfaat dapat dengan sukarela membayar jasa lingkungan yang telah diterima. Model yang dikembangkan diharapkan dapat dipergunakan untuk melakukan simulasi berbagai alternatif yang akan diterapkan di Kawasan Danau Rawapening, sehingga konsekuensi logis alternatif yang ditetapkan dapat diprediksi sebelumnya.

3. Manfaat secara akademisi penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi pemikiran untuk pengembangan ilmu dan pengetahuan serta meningkatkan peran penelitian ilmu lingkungan dalam rangka mewujudkan pembangunan berkelanjutan. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat ditindaklanjuti peneliti lain sehingga berbagai variabel atau indikator dalam pengelolaan sumberdaya air, khususnya pembayaran jasa lingkungan yang belum terungkap dalam penelitian ini dapat ditemukan. Sehingga keberlanjutan suatu sistem sumberdaya air atau lingkungan hidup dalam menunjang kehidupan semua makhluk dimuka bumi ini dapat tercapai.