1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perencanaan tata ruang merupakan suatu elemen kunci pada pembangunan berkelanjutan disetiap negara (Bydlosz dan Hanus 2013). Terdapat berbagai definisi tentang perencanaan tata ruang. *Compendium of European Spatial Planning* mendefinisikan perencanaan tata ruang sebagai metode yang banyak digunakan oleh sektor publik untuk mempengaruhi dimasa yang akan datang distribusi berbagai aktivitas dalam ruang (European Commision 1997). Perencanaan tata ruang diartikan sebagai bentuk pengkajian yang sistematis dari aspek fisik, sosial, dan ekonomi untuk mendukung dan mengarahkan pemanfaatan ruang dalam memilih cara yang terbaik untuk meningkatkan produktivitas agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat (Rustiadi *et al* 2006). Nichersu dan Iacoboea (2011) mengatakan, pengertian perencanaan tata ruang yang saat ini diterima secara luas di negara-negara Eropa yaitu sekelompok metode yang digunakan oleh sektor publik untuk memastikan pengorganisasian rasional wilayah, lingkungan dan tujuan ekonomi dan sosial (dalam keseimbangan, menurut prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan).

Perencanaan tata ruang merupakan suatu instrumen yang bertujuan untuk menjaga keseimbangan antara hak-hak kepemilikan atau yang disebut kepentingan pribadi dan kepentingan publik yang lebih besar (Krajewska *et al.* 2014). Perencanaan tata ruang dilakukan dengan tujuan untuk membuat pengorganisasian wilayah lebih rasional menyangkut penggunaan lahan dan keterkaitan di antara penggunaan lahan, untuk keseimbangan permintaan pembangunan dengan kebutuhan perlindungan lingkungan dan untuk pencapaian sasaran pengembangan ekonomi dan sosial. Perencanaan tata ruang mencakup langkah-langkah pengkordinasian dampak ruang pada kebijakan sektoral lainnya untuk mencapai pendistribusian pengembangan ekonomi yang lebih merata antara wilayah daripada yang dibuat oleh kekuatan pasar, dan untuk mengatur konversi lahan dan penggunaan kepemilikan lahan (UNECE 2008). Lebih lanjut dijelaskan bahwa perencanaan tata ruang mempunyai peran kunci dalam menyediakan kerangka jangka panjang untuk kebijakan pembangunan dan kordinasi lintas sektor.

Demikian pula, perencanaan tata ruang penting untuk memberikan manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan. Sedangkan, tujuan perencanaan tata ruang sebagai suatu instrumen lingkungan adalah untuk merubah faktor-faktor disekitar/dilingkungan kita untuk memperbaiki kondisi dan prasyarat untuk perilaku yang ramah lingkungan (The Swedish Environmental Protection Agency 2013).

Perencanaan tata ruang membahas adanya kontradiksi dan ketidaksesuaian antara kebijakan sektoral, misalnya konflik antara pengembangan ekonomi, lingkungan dan kebijakan kohesi sosial. Peran kunci perencanaan tata ruang adalah meningkatkan pengaturan yang lebih rasional aktivitas-aktivitas dan merekonsiliasi persaingan tujuan kebijakan (UNECE 2008). Perencanaan tata ruang merupakan interpretasi yang merefleksikan kedinamisan dan antarhubungan faktor lingkungan dan sosio-ekonomi dengan bentuk-bentuk fisik (Wilson dan Jake 2010). Inti dasar perencanaan tata ruang adalah kaidah-kaidah fisik lahan-ruang dan kaidah-kaidah *behavioural* yang menerangkan motivasi dan pola kegiatan manusia ditinjau dari aspek sosial-ekonomi dan budaya (Soegijoko 2011). Perencanaan pengelolaan DAS perlu mengintegrasikan faktor-faktor biofisik, sosial ekonomi dan kelembagaan untuk mencapai kelestarian berbagai macam penggunaan lahan di dalam DAS yang secara teknis aman dan tepat, secara lingkungan sehat, secara ekonomi layak, dan secara sosial dapat diterima masyarakat (Brooks *et al.* 1990 dalam Paimin 2012).

Pertumbuhan penduduk dan peningkatan aktivitas ekonomi setiap waktu membutuhkan peningkatan kebutuhan ruang. Di sisi lain ruang sifatnya tetap dalam arti luas, namun selalu berubah seiring dengan perubahan pemanfaatan ruang. Perubahan pemanfaatan ruang yang tidak memperhitungkan keseimbangan geobiofisik akan berakibat kepada kemubaziran atau sebaliknya bencana alam yang terjadi (P4W 2006).

Setiap kegiatan pada kawasan yang berada di dalam DAS akan mempengaruhi kawasan lainnya di DAS tersebut. Penebangan hutan, usaha-usaha budidaya pertanian, perkebunan, pertambangan, transportasi atau industri di bagian hulu akan menyebabkan berbagai akibat di bagian hilirnya seperti banjir, terjadi erosi, pencemaran dan pendangkalan sungai, yang tentunya mempengaruhi ekosistem di hilir, berkurangnya populasi ikan, pencemaran dan berkurangnya lapangan usaha masyarakat. Terhambatnya kehidupan ekonomi di kawasan hilir,

juga selanjutnya akan mempengaruhi kehidupan ekonomi di wilayah hulunya. Terhambatnya pertumbuhan ekonomi di bagian hilir, juga mempunyai implikasi kepada kemampuan pertumbuhan ekonomi di wilayah hulunya (Departemen Pekerjaan Umum 2005).

Daerah Aliran Sungai yang selanjutnya disebut DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Pasal 1 angka 1 Undang-Undang Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai). DAS bagian hulu seringkali menjadi fokus perencanaan pengelolaan DAS karena selain fungsinya yang sangat penting sebagai daerah tangkapan air (*water catchment area*) juga adanya keterkaitan biofisik dengan daerah tengah dan hilir. Segala bentuk kerusakan yang terjadi di daerah hulu pada akhirnya tidak hanya akan membawa dampak bagi daerah hulu saja namun akhirnya juga berdampak pada daerah tengah dan terutama daerah hilir (Arini *et al.* 2007). Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi (RTRW) Provinsi Jawa Barat, kawasan hulu Sungai Citarum diarahkan menjadi kawasan lindung. Penetapan kawasan lindung sendiri telah ditetapkan oleh Kementerian Kehutanan dan mempunyai fungsi untuk melindungi kelestarian lingkungan hidup (Balai Besar Wilayah Sungai Citarum, [www. Citarum.org](http://www.citarum.org). diakses 7 Mei 2015).

DAS Citarum merupakan salah satu DAS terbesar di Provinsi Jawa Barat (Poerbandono *et al.* 2006). DAS Citarum Hulu mempunyai luas sebesar 181.027 ha (Haryanto *et al* 2010) dan terletak di 4 (empat) kecamatan yaitu Kecamatan Pacet, Kecamatan Ibum, Kecamatan Kertasari, dan Kecamatan Paseh. Secara administrasi, ke 4 (empat) kecamatan tersebut berada di Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat (Rencana Tata Ruang Hulu Sungai Citarum 2013). Menurut Wangsaatmaja *et al* (2006) DAS (Daerah Aliran Sungai) Citarum Hulu merupakan salah satu DAS di Indonesia yang mempunyai fungsi penting bagi masyarakat Jawa Barat maupun Jakarta. Di Kawasan DAS Citarum Hulu mengalir sungai utama, yaitu Citarum. Air sungai ini digunakan sebagai sumber air minum, pertanian, perikanan, serta

merupakan sumber air bagi tiga waduk (volume total 6.147 juta m³) untuk keperluan irigasi seluas 300.000 ha dan pembangkit tenaga listrik Pulau Jawa dan Bali dengan daya total 5.000 giga watt *hours*.

Permasalahan di daerah Citarum Hulu disebabkan oleh berkurangnya fungsi kawasan lindung (hutan dan non hutan), berkembangnya permukiman tanpa perencanaan yang baik, dan budi daya pertanian yang tidak sesuai dengan kaidah konservasi yang menyebabkan banyaknya lahan kritis, kadar erosi yang semakin tinggi yang mengakibatkan sedimentasi di palung sungai, waduk, bahkan masuk ke jaringan prasarana air. Sungai tercemar limbah permukiman, industri dan pertanian karena perilaku masyarakat, baik industri ataupun rumah tangga yang menjadikan sungai sebagai tempat pembuangan air limbah dikarenakan pengelolaan limbah belum tertata dengan baik sehingga sungai Citarum dominan akan genangan banjir, sampah, dan limbah industri dan domestik. Permasalahan utama lainnya di bagian hulu DAS Citarum meliputi degradasi fungsi konservasi sumber daya air seperti luas lahan kritis mencapai 26.022,47 ha, yang mengakibatkan *run off* aliran permukaan sebesar 3.632,50 juta m³/tahun serta sedimentasi sebesar 7.898,59 ton/ha (<http://ppejawa.com/ekoregion/das-citarum/>, diakses 7 Mei 2015).

Permasalahan lainnya adalah tingkat pengambilan air tanah yang diluar kendali dimana sebagian besar pengambilan air tanah tidak teregistrasi. Diperkirakan pengambilan air tanah mencapai tiga kali lipat dari jumlah yang dilaporkan oleh pemerintah. Diperkirakan 90 % penduduk dan 98 % industri di Cekungan Bandung menggantungkan kebutuhan air sehari – hari pada air tanah. Pengambilan air tanah yang berlebih dan tidak terkendali dapat mengakibatkan penurunan muka tanah dan kerusakan struktur pada bangunan gedung serta memperbesar potensi daerah rawan banjir. Semua permasalahan di Citarum Hulu tersebut berakibat hampir setiap tahun luapan Sungai Citarum menyebabkan banjir. Banjir-banjir besar di Bandung dan sekitarnya tercatat pada tahun 1931, 1945, 1977, 1982, 1984, 1986, 1998, 2005, 2010 dan akan tetap terjadi pada tahun berikutnya bila tidak segera dilakukan penanganan (<http://ppejawa.com/ekoregion/das-citarum/>, diakses 7 Mei 2015).

Begitu strategis dan besarnya perhatian terhadap DAS Citarum ini, ditetapkan serangkain kebijakan dalam bentuk regulasi pengelolaan DAS Citarum.

Keputusan Bersama 3 (tiga) menteri yaitu Menteri Dalam Negeri, Menteri Kehutanan dan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 19 Tahun 1984–Nomor 059/Kpts-II/1984–Nomor 124/Kpts/1984 tanggal 4 April 1984 tentang Penanganan Konservasi Tanah dalam Rangka Pengamanan Daerah Aliran Sungai Prioritas, Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 284/KPTS–II/1999, Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: SK. 328/Menhut-II/2009 tentang Penetapan Daerah Aliran Sungai (DAS) Prioritas Dalam Rangka Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) Tahun 2010-2014, selalu menempatkan DAS Citarum yang merupakan salah satu DAS prioritas di Indonesia. Demikian pula, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 39 Tahun 1989, DAS Citarum Hulu merupakan salah satu DAS Utama di antara 9 (Sembilan) DAS di Provinsi Jawa Barat dan Banten. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat Nomor 22 Tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Barat Tahun 2009-2029, Hulu Sungai Citarum merupakan salah satu Kawasan Strategis Provinsi (KSP) yang arah pengembangannya menitikberatkan penanganan pada aspek lingkungan hidup, yaitu rehabilitasi dan revitalisasi fungsi konservasi kawasan. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, pada pasal 17 ayat (5) menyebutkan bahwa dalam rangka pelestarian lingkungan, dalam rencana tata ruang wilayah ditetapkan kawasan hutan paling sedikit 30 (tiga puluh) persen dari luas daerah aliran sungai.

Diberlakukannya berbagai peraturan perundang-undangan sebagaimana telah disebutkan di atas, realitas menunjukkan bahwa berbagai upaya tersebut belum menunjukkan hasil yang memuaskan. DAS Citarum Hulu yang merupakan DAS utama di Jawa Barat mempunyai luasan lahan kritis paling tinggi. Luas lahan yang perlu direhabilitasi dalam kawasan hutan pada DAS Citarum Hulu mencapai 1.197,78 ha, sedangkan pada kawasan non hutan pada wilayah daerah tangkapan air (*catchment area*) wilayah Sub DAS Citarik, Cikapundung, Cirasea, Cisangkuy, Ciwidey dan Ciminyak (bagian DAS Citarum) mencapai luas 22.326,12 ha. Padahal sebagian besar kawasan Hulu Citarum telah ditetapkan sebagai kawasan lindung (Balai Besar Wilayah Sungai Citarum, www.Citarum.org, diakses 7 Mei 2015). Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan pasal 18 ayat (2) menjelaskan bahwa luas kawasan hutan dalam setiap daerah aliran sungai (DAS) minimal 30% (tiga puluh persen) dari luas daratan.

Fenomena yang terjadi di DAS Citarum Hulu pada saat ini adalah ketika musim kemarau terjadi kekeringan, dan sebaliknya pada musim hujan terjadi banjir disertai dengan buruknya kualitas air. Terganggunya fungsi hidrologis di DAS Citarum ini karena banyaknya konversi lahan di daerah tangkapan air, yakni dari lahan resapan air menjadi lahan terbangun (permukiman, industri, jalan, dan fasilitas lainnya), sehingga air yang meresap ke dalam tanah semakin berkurang. Meningkatnya perkembangan penduduk dan krisis ekonomi sejak tahun 1997 telah berdampak cukup signifikan terhadap kondisi lingkungan. Tidak terkendalinya konversi lahan dari lahan resapan air menjadi lahan terbangun merupakan awal kerusakan lingkungan yang terjadi di DAS Citarum Hulu, walaupun sejak tahun 1982 Pemda Propinsi Jawa Barat telah mengeluarkan SK Gubernur No. 81.1/SK.1624-Bapp/1982 tentang Peruntukan Lahan di Wilayah Inti Bandung Raya Bagian Utara (Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah Jawa Barat, 2004). Penggunaan lahan DAS Citarum Hulu tahun 2010 didominasi oleh lahan sawah (28%) baik sawah tadah hujan ataupun sawah irigasi. Penggunaan lahan kedua adalah permukiman (20%), yang diikuti oleh pertanian lahan kering seperti tegalan atau ladang (19%), kebun campuran/perkebunan (12%), hutan tanaman (11%), hutan sekunder dan primer lahan kering (5%), dan semak belukar sekitar 1%. Konversi lahan hutan menjadi lahan pertanian dan konversi turunannya ke penggunaan lahan lainnya sangat intensif. Dibandingkan penggunaan lahan tahun 1997, penggunaan lahan tahun 2010 menunjukkan penurunan luas lahan hutan (11.968 ha) dan perkebunan (33.258 ha) serta peningkatan lahan permukiman (5.803 ha) dan ladang/tegalan (35.428 ha). Pengembangan kota metropolitan Bandung Raya menyebabkan pada tahun 2029 sekitar 41% DAS Citarum Hulu akan berubah menjadi wilayah perkotaan dan permukiman (Bappeda Jawa Barat 2012 dalam Hidayat *et al.* 2013)

Meningkatnya aktivitas pemukiman dan industri serta aktivitas penduduk lainnya juga telah menimbulkan permasalahan khususnya terhadap kualitas air Citarum. Memburuknya kualitas air sungai ini diakibatkan masih banyaknya aktivitas industri, perumahan maupun perternakan yang membuang limbahnya langsung ke Citarum maupun anak-anak sungainya tanpa diolah terlebih dahulu, termasuk di dalamnya limbah padat/sampah (Wangsaatmaja *et al.* 2006). Media

populer Amerika Serikat, *Huffington Post* pada 2010 menempatkan Citarum termasuk dalam daftar sungai terkotor dan tercemar di dunia (Putra 2013). Data Greenpeace menyebutkan sekitar 500 pabrik berdiri di daerah hulu. Mirisnya, hanya sekitar 20 persen pabrik yang mengelola limbah, sedangkan sisanya membuang limbah ke Citarum. Tak aneh jika tingkat ketercemaran sungai ini tergolong tinggi. Bahkan organisasi nirlaba Blacksmith Institute, yang berbasis di New York, dan Green Cross, Swiss, menyebutkan bahwa Sungai Citarum merupakan satu dari 10 sungai paling tercemar di dunia tahun ini. Sungai ini masuk dalam daftar akibat pencemaran limbah industri dan bahan kimia pada 2013 (CNN Indonesia 2016).

Berbagai pendekatan telah dilakukan dalam menangani berbagai permasalahan di DAS Citarum hulu. Pada pendekatan struktural, dilakukan pembangunan sumur resapan/imbuhan dan biopori, perencanaan dan pembangunan waduk, penataan kawasan peternakan, pengelolaan limbah ternak, dan pembangunan IPAL Domestik Komunal. Non struktural, berfokus pada pengelolaan limbah industri dan melakukan pembinaan, pengawasan ketaatan industri, serta penegakan hukum (www.pikiran-rakyat.com, diakses Kamis, 25 Juni 2015). Selain itu pula, Wangsaatmadja (2007) menjelaskan bahwa Pemerintah Propinsi Jawa Barat bersama seluruh pemangku kepentingan telah mencanangkan program Citarum Bergetar (bersih, *geulis* dan lestari) pada tanggal 15 Agustus 2001 di Gunung Wayang sebagai mata air Sungai Citarum. Hal ini tentunya merupakan perwujudan dari *one river basin, one plan* dan *one integrated management*. Sejauh ini upaya tersebut masih belum memperlihatkan hasil yang memuaskan sehingga diperlukan pendekatan lain terhadap area yang lebih spesifik dan terukur. Selain itu pula menurut Nugroho (2003), pengelolaan DAS bukan semata-mata aspek fisik saja. Pengelolaan DAS yang hanya menekankan pada aspek fisik saja tanpa membenahi sosial, ekonomi dan penguatan kelembagaan di masyarakat terbukti telah gagal di Indonesia.

Pendekatan sistem menawarkan suatu dukungan perencanaan dari bawah yang mencakup interaksi antara berbagai bio-fisik, sektor sosial-ekonomi dan kelembagaan, untuk tujuan menciptakan kapasitas yang dibutuhkan bagi efektif dan terintegrasinya manajemen sumber daya air (Nicole *et al.* 2012).

Pendekatan spasial dinamik merupakan pendekatan yang mencakup baik dimensi spasial dan temporal. Pendekatan spasial dinamik didasarkan pada kekuatan teori sistem dinamik dan alat pemodelan spasial geografik. Pendekatan spasial dinamik menghubungkan *software* sistem dinamik (simulasi temporal) dan GIS (visualisasi dan analisis spasial) (Neuwirth dan Peck 2013). Spasial dinamik dihasilkan berdasarkan pada penggabungan teknik antara *software* Sistem Dinamik (SD) dan Sistem Informasi Geografis (SIG) (Neuwirth *et al.* 2015).

Mekanisme spasial dinamik menunjukkan suatu rantai interaksi antara perilaku pilihan spasial, proses spasial (yaitu perubahan penggunaan lahan), dan pola-pola spasial (yaitu pola-pola penggunaan lahan). Perilaku pilihan spasial digabung dengan faktor-faktor penggerak pembentuk proses spasial. Proses spasial membentuk kembali pola-pola spasial. Pada gilirannya, pola-pola spasial mempunyai umpan balik yang berdampak pada perilaku pilihan spasial (Zhang dan He 1997 dalam Zhang dan Wang 2001)

Pengukuran struktur dan penggunaan struktur sebagai umpan balik dalam model, fungsi analisis spasial GIS dapat diadopsi dalam aplikasi spasial dinamik. Hingga saat ini, penggunaan GIS dalam aplikasi spasial dinamik biasanya dibatasi pada visualisasi dan manajemen data, karena fungsi analisis spasial GIS tidak dibutuhkan untuk proses *spatiotemporal* yang secara khusus dimodelkan dengan spasial dinamik (Neuwirth *et al.* 2015).

1.2 Perumusan Masalah

Pasal 1 Ayat Angka 1 Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang menyebutkan bahwa ruang adalah wadah yang meliputi ruang daratan, ruang lautan dan ruang udara sebagai satu kesatuan wilayah, tempat manusia dan makhluk lainnya hidup dan melakukan kegiatan serta memelihara kelangsungan hidupnya. Dardak (2006) menjelaskan bahwa, ruang itu terbatas dan jumlahnya relatif tetap. Sedangkan aktivitas manusia dan pesatnya perkembangan penduduk memerlukan ketersediaan ruang untuk beraktivitas senantiasa berkembang setiap hari. Hal ini mengakibatkan kebutuhan akan ruang semakin tinggi.

Masalah yang selalu timbul dalam pengelolaan ruang adalah mempertahankan keseimbangan antara komitmen dan fleksibilitas kebijakan. Komitmen dalam bentuk kebijakan yang jelas sangat bermanfaat mendorong pembangunan karena dapat berkontribusi untuk membuat kepastian dan mengurangi resiko bagi penanaman modal. Juga penting untuk mempertahankan keberadaan sumber daya seperti lahan pertanian berkualitas tinggi. Dipihak lain, kebijakan perencanaan tata ruang juga harus fleksibel untuk beradaptasi pada perubahan teknologi, ekonomi, dan sosial, serta merangsang inovasi (UNECE 2008). Untuk itu, perencanaan pengelolaan DAS bersifat dinamis karena dinamika proses yang terjadi di dalam DAS, baik proses alam, politik, sosial ekonomi kelembagaan, maupun teknologi yang terus berkembang (Paimin *et al.* 2012).

Menurut Bappenas (2013), secara umum, hambatan yang dihadapi Wilayah Sungai Citarum terkait dengan tata ruang dan lingkungan adalah sebagai berikut:

- a. Perluasan permukiman perkotaan dan penurunan luas daerah hutan dan pertanian menghasilkan peningkatan *run-off* ke sungai. Hasil *tren* ini di sungai meningkat puncak-arus, yang menyebabkan banjir, dan penurunan debit pada musim kemarau;
- b. Deforestasi juga menyebabkan peningkatan tanah longsor, erosi dan sedimentasi, dan penurunan keanekaragaman hayati;
- c. Eksploitasi berlebihan air tanah mengakibatkan penurunan tanah, terutama eksploitasi air tanah dalam oleh industri menyebabkan penurunan tanah yang signifikan;
- d. Kualitas air Sungai Citarum rendah dan masih mengalami penurunan, akibat polusi dengan air limbah domestik, industri dan pertanian yang tidak atau kurang diolah.

Daerah Aliran Sungai (DAS) didefinisikan sebagai suatu sistem (Chen *et al.* 2012). DAS merupakan sistem yang kompleks dimana air tanah, geologi, flora, fauna, sumber daya alam dan manusia dalam praktek penggunaannya saling berinteraksi. Oleh karena itu, degradasi DAS memiliki dampak pada lingkungan dan sosial ekonomi dan berdampak pada hilir. Perubahan pada DAS merupakan hasil dari sejumlah faktor alam dan antropogenik, mencakup erosi tanah alami, perubahan sistem pertanian, abstraksi air yang berlebihan, peternakan yang

melampaui kapasitas, penebangan hutan, dan polusi (Darghouth *et al.* 2008). Prinsip dasar dari DAS sebagai *bio-region* adalah keterkaitan berbagai komponen dalam DAS secara spasial (ruang), fungsional, dan temporal (waktu) (Sinukaban (2007). Aktivitas perubahan tataguna lahan, dan pembuatan bangunan konservasi yang dilaksanakan di daerah hulu dapat memberikan dampak di daerah hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi debit air dan transpor sedimen serta material terlarut lainnya atau *non-point pollution*. Dengan keterkaitan hulu-hilir tersebut maka DAS dapat digunakan sebagai suatu *unit perencanaan* (Djakapermana 2009).

Undang-Undang Nomor 26 tahun 2007, menyebutkan bahwa jangka waktu rencana tata ruang adalah 20 tahun, dan ditinjau kembali dalam 1 (satu) kali dalam 5 (lima) tahun. Pada pasal 82 ayat (2) Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2010 tentang Penyelenggaraan Tata Ruang, menjelaskan bahwa peninjauan kembali rencana tata ruang dapat dilakukan lebih dari 1 (satu) kali dalam 5 (lima) tahun apabila terjadi perubahan lingkungan strategis yang ditetapkan dengan peraturan perundang-undangan berupa: bencana alam skala besar, perubahan batas teritorial negara, perubahan batas wilayah daerah. Walaupun peraturan perundang-undangan tersebut, memungkinkan adanya peninjauan kembali rencana tata ruang lebih dari 1 (satu) kali dalam 5 tahun, akan tetapi peninjaun tersebut hanya dapat dilakukan apabila terjadi perubahan lingkungan strategis. Sementara itu, aktivitas manusia, baik sosial maupun ekonomi merupakan sumber perubahan dalam pemanfaatan ruang atau kawasan. Dinamika sosial yang diikuti oleh dinamika aktivitas ekonomi akan selalu membawa perubahan tata ruang yang dinamis pula. Oleh karena itu, sifat dinamis tersebut perlu dipertimbangkan dalam pendekatan optimalisasi pemanfaatan ruang (P4W 2006). Dinamik berhubungan dengan perubahan terhadap waktu. Jika sesuatu adalah dinamik, terdapat perubahan secara terus menerus. Oleh karena itu, suatu sistem dinamik merupakan suatu sistem yang unsur-unsurnya berinteraksi untuk merangsang perubahan terhadap waktu (Martin 1997a). Kinerja sistem dalam waktu dipengaruhi oleh perubahan kondisi dalam ruang (Ahmad dan Simonovic 2004).

Pendekatan spasial dinamik merupakan pendekatan yang mencakup baik dimensi spasial dan temporal. Pendekatan spasial dinamik didasarkan pada kekuatan teori sistem dinamik dan alat pemodelan spasial geografik. Pendekatan

spasial dinamik menghubungkan *software* sistem dinamik (simulasi temporal) dan GIS (visualisasi dan analisis spasial) (Neuwirth dan Peck 2013). Model spasial dinamik adalah mesin sistem pendukung keputusan spasial yang dihubungkan dengan model dan data dasar GIS (Zhang dan Wang 2001). Secara umum, tampilan spasial pada proses dihasilkan dengan menduplikasi komponen-komponen sistem dinamik dan menempatkannya pada elemen-elemen dalam model data spasial sebagaimana disediakan dengan *software GIS* (Neuwirth *et al* 2015).

Suatu pendekatan baru disebut spasial dinamik ditunjukkan pada model proses dinamik yang didasarkan umpan balik. Sistem dinamik (*system dynamics*) dan sistem informasi geografis (*geographic information system*) digabungkan untuk membangun pendekatan model ini. Pendekatan pemodelan spasial dinamik menawarkan suatu kerangka kerja pemodelan tunggal untuk pengembangan model yang secara konseptual berbeda. Pendekatan pemodelan spasial dinamik juga menyediakan kemampuan kebutuhan yang banyak untuk umpan balik model, berdasarkan proses dinamik kompleks dalam waktu dan ruang dalam interaksi antara perbedaan komponen-komponen sistem. Pendekatan spasial dinamik dapat digunakan pada berbagai model proses fisik dan alam dengan kepentingan utama adalah interaksi waktu-ruang, misalnya proses lingkungan/sumber daya air, manajemen sumber daya alam, perubahan iklim, manajemen bencana (Ahmad dan Simonovic 2004).

Hasil pemodelan spasial dinamik difokuskan untuk memperoleh pengalokasian ketersediaan lahan dimana tiap *grid* dilakukan berdasarkan pada penggunaan lahan eksisting (hasil interpretasi peta satelit dan peta tematik) dengan menggunakan metode peluang yang mempertimbangkan beberapa faktor penggerak. Analisis spasial dinamik dapat menunjukkan waktu perubahan *grid* (alokasi *grid*) terhadap waktu yang juga dapat digunakan untuk meramalkan dan memprediksi diwaktu yang akan datang (Pinem dan Purnomo).

Mengacu pada uraian yang telah dikemukakan di atas, maka permasalahan penelitian yang dapat dirumuskan yaitu :

- a. Bagaimana kesesuaian antara rencana tata ruang dengan pemanfaatan ruang eksisting DAS Citarum Hulu?

- b. Bagaimana kondisi optimal perencanaan tata ruang DAS Citarum Hulu dengan pendekatan yang memperhitungkan dimensi temporal dan spasial?
- c. Bagaimana analisis kebijakan alternatif perencanaan tata ruang DAS Citarum Hulu?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu :

- a. Menganalisis kesesuaian antar rencana tata ruang dengan pemanfaatan ruang eksisting DAS Citarum Hulu.
- b. Memperoleh perencanaan tata ruang optimal DAS Citarum Hulu dengan pendekatan yang memperhitungkan dimensi temporal dan spasial.
- c. Menganalisis perumusan kebijakan alternatif perencanaan tata ruang DAS Citarum Hulu

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa :

- a. Sebagai bahan evaluasi dalam kebijakan perencanaan tata ruang di DAS Citarum Hulu secara komprehensif, dengan memperhatikan unsur-unsur dan hubungan interaksi antar unsur dalam perencanaan tata ruang DAS Citarum Hulu.
- b. Sebagai masukan bagi Pemerintah Daerah Jawa Barat untuk memperoleh perencanaan tata ruang optimal DAS Citarum Hulu, dengan pendekatan yang memperhitungkan dimensi temporal dan spasial.
- c. Sebagai masukan bagi Pemerintah Daerah Jawa Barat dalam perumusan kebijakan alternatif perencanaan tata ruang DAS Citarum Hulu

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada DAS Citrum Hulu yang berlokasi di 4 (empat) kecamatan yaitu Kecamatan Pacet, Kecamatan Ibum, Kecamatan Kertasari, dan Kecamatan Paseh. Secara administrasi, ke 4 (empat) kecamatan tersebut berada di Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat. Analisis perencanaan tata ruang DAS Citarum Hulu dilakukan dengan menggunakan pendekatan sistem dinamik (SD) karena kemampuannya yang memperhitungkan aspek temporal, sedangkan pendekatan sistem informasi geografis (GIS) karena kemampuannya yang memperhitungkan aspek spasial.

Kajian dilakukan dengan menggunakan pendekatan spasial dinamik, merupakan penggabungan antara pendekatan sistem dinamik dengan sistem informasi geografis. Dengan pendekatan spasial dinamik akan diperoleh perencanaan tata ruang optimal DAS Citarum Hulu yang memperhitungkan aspek temporal dan spasial. Selanjutnya dilakukan analisis untuk merumuskan kebijakan alternatif perencanaan tata ruang DAS Citarum Hulu.

1.6 Kebaharuan Penelitian

Kebaharuan (*novelty*) yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu aplikasi spasial dinamik yang merupakan penggabungan antara sistem dinamik (*system dynamics*) dan sistem informasi geografis (*geographic information system*), dalam menganalisis perencanaan tata ruang optimal DAS Citarum Hulu.

Aplikasi sistem dinamik dapat menggambarkan hubungan interaksi antara unsur-unsur dalam perencanaan tata ruang DAS Citarum Hulu, sesuai hasil identifikasi unsur-unsur yang terkait dalam perencanaan tata ruang DAS Citarum Hulu. Berdasarkan hubungan interaksi antara unsur-unsur tersebut, maka suatu unsur dapat diketahui pengaruhnya terhadap unsur-unsur lainnya, dengan memperhitungkan dimensi temporal (waktu). Sedangkan aplikasi sistem informasi geografis (GIS) dapat menganalisis penggunaan spasial (ruang) dari hasil pengolahan data geografis, untuk menghasilkan visualisasi spasial berbasis peta.

Spasial dinamik merupakan penggabungan antara pendekatan sistem dinamik (SD) dengan sistem informasi geografis (SIG). Oleh karena unsur-unsur yang terkait dalam perencanaan tata ruang bersifat dinamis, maka aplikasi spasial dinamik dapat menganalisis perubahan unsur-unsur yang terkait dalam perencanaan tata ruang DAS Citarum Hulu secara terus menerus, sehingga jangka waktu rencana tata ruang tidak hanya dapat ditinjau kembali 1 (satu) kali dalam 5 (lima) tahun. Selain itu dengan aplikasi spasial dinamik, maka perubahan unsur-unsur perencanaan tata ruang yang bersifat dinamis tersebut dapat divisualkan dengan tidak statik, sehingga dapat diketahui pengaruhnya pada pemanfaatan ruang sesuai perubahan unsur-unsur perencanaan tata ruang yang bersifat dinamis. Dengan demikian, melalui aplikasi spasial dinamik akan diperoleh perencanaan tata ruang optimal DAS Citarum Hulu yang memperhitungkan dimensi temporal dan spasial.