

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)**

DAS merupakan wilayah daratan yang menerima, menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian disalurkan ke laut/danau melalui sungai utama (Maimunah et al., 2020), merupakan sistem orde ke tujuh yang dicirikan oleh pola drainase dendritik/bercabang menyerupai pohon (Odiji et al., 2021), menjadi unit lansekap yang eksplisit secara spasial berisi interaksi berbagai atribut fisik, ekologi dan sosial (Flotemersch et al., 2016), sebagai suatu wilayah bio-region memiliki arti semua komponen DAS saling terkait secara spasial, fungsional maupun waktu (Swandayani & Yuliantoro, 2022).

DAS menjadi bagian penting dari geografi lingkungan yang dapat menunjukkan wilayah/area pengelolaan sumber daya air (Chatewutthiprapa et al., 2020) menjadi unit pengelolaan ideal mewakili pendekatan multidisiplin untuk pengelolaan sumber daya, diyakini sebagai unit geografis dasar untuk mengembangkan rencana apapun dengan mengintegrasikan berbagai faktor dengan melibatkan ilmu pengetahuan modern (Pal et al., 2017).

DAS Mikro merupakan DAS yang berada di hulu DAS prioritas pada sungai orde satu yang secara administratif setara dengan wilayah desa (Nugroho, 2015). Salah satu karakter DAS hulu adalah memiliki kemiringan lereng lebih dari 15 % (Lesmana et al., 2021). DAS skala tapak dengan luas kurang dari 5.000 Ha disebut DAS mikro, sesuai Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial (Perdirjen RLPS) No. P. 15/V-SET/2009. Model DAS Mikro (MDM) merupakan suatu contoh pengelolaan yang digunakan sebagai tempat mempraktekkan proses partisipatif pengelolaan sumber daya alam, rehabilitasi hutan dan lahan, teknik konservasi tanah dan air, sistem usaha tani sesuai kemampuan lahan, sosial, ekonomi, budaya dan kelembagaan masyarakat (Swandayani & Yuliantoro, 2022). DAS Mikro di Pulau Jawa sebaiknya kurang

dari 1.000 Ha. Jika dipandang dari program kegiatannya maka lokasi DAS Mikro berada di hulu DAS dan sebaiknya dalam wilayah satu desa (maksimal dalam wilayah satu kabupaten/kota) agar proses pemberdayaan masyarakat dan pengembangan kelembagaan lebih mudah (Purwanto et al., 2016).

### **2.1.1. Morfometri.**

Morfometri merupakan ilmu yang terdiri dari analisis matematis dan pengukuran, bentuk lahan dan dimensi permukaan lahan. Aspek linear, areal dan relief DAS mewakili sifat morfometrik DAS (Bajirao et al., 2019). Morfometri DAS adalah istilah yang menyatakan kondisi jaringan sungai secara kuantitatif (Pattiselanno, 2017) (Nupus et al., 2018). Rahayu pada tahun 2009 menyatakan bahwa morfometri DAS pada dasarnya adalah karakteristik fisik DAS berhubungan dengan kondisi geologi dan geomorfologi. Hal ini berkaitan dengan proses infiltrasi hujan (A. Farida & Irnawati, 2020), sifat ini juga berkaitan dengan proses pengaliran air hujan yang jatuh di DAS meliputi bentuk, luas, kerapatan sungai dan pola aliran (Harisagustinawati et al., 2020).

### **2.1.2. Analisis DAS Mikro Prioritas.**

Karakterisasi dan penentuan DAS prioritas, penting untuk perencanaan dan pengelolaan sumber daya alam dalam pembangunan berkelanjutan (Abdeta et al., 2020) (Joshi et al., 2021), menjadi elemen penting dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air (A. Malik et al., 2019), membantu dalam mengidentifikasi lokasi yang cocok untuk menerapkan tindakan konservasi tanah dan air (Balasubramani et al., 2019) dan intervensi mitigasi (Singh et al., 2021), memfasilitasi penyelidikan hidrologi, seperti penilaian erosi tanah, debit limpasan, dan analisis lahan kritis (Prieto-Amparán et al., 2019). Analisis DAS menjadi pendekatan yang masuk akal dengan membuat urutan DAS mikro sesuai prioritas (Fadhlan et al., 2021).

Penentuan tangkapan air sebagai lokasi konservasi antara lain melalui kerentanan *Surface runoff* (Tikno et al., 2016). *Surface Runoff* menurut Asdak (2010) merupakan bagian curah hujan yang mengalir di permukaan tanah menuju danau, sungai dan lautan (Yasa et al., 2020), air hujan/salju dan atau air irigasi yang

mengalir di permukaan tanah menuju sungai. Aliran permukaan menjadi indikator kunci dalam evaluasi perubahan air permukaan (Environment and Climate Change Canada, 2022). Prioritas DAS berdasarkan analisis morfometri dan *surface runoff* lebih penting dalam konservasi tanah dan air dalam perencanaan lebih lanjut di tingkat mikro (Pathare & Pathare, 2020). *Surface runoff* menjadi salah satu bagian dalam siklus hidrologi. Presipitasi sebagian terintersepsi, sebagian lagi terinfiltrasi ke dalam tanah menjadi bagian air tanah, sedangkan yang tidak terinfiltrasi akan melimpas kemudian mengalir ke *outlet*/badan air terdekat. Besarnya *surface runoff* tergantung pada kondisi lahan dan jenis tanah suatu DAS. Terjadinya *surface runoff* akibat kurangnya kapasitas infiltrasi tanah sehingga pengendalian *surface runoff* perlu diperhatikan pada suatu DAS (Hidayat et al., 2021). Semakin kecil nilai *surface runoff*, semakin besar penyimpanan air di dalam tanah dan semakin kecil air permukaan yang mengalir (Yulianto et al., 2022). Berikut adalah parameter-parameter yang dipakai dalam menentukan DAS mikro prioritas berdasar kerentanan *surface runoff*:

#### 1. Tata Guna Lahan

Tata guna lahan diartikan pemanfaatan sebuah lahan guna mencapai kemajuan dan kesejahteraan masyarakat dan lingkungan (Arifin, 2018). Undang-undang Pokok Agraria menyatakan tata guna lahan adalah struktur dan pola pemanfaatan tanah, baik yang direncanakan maupun tidak, meliputi persediaan tanah, peruntukan tanah, penggunaan tanah dan pemeliharannya (Indonesia, 1990). Pertumbuhan perkotaan andil memicu alih fungsi lahan pertanian menjadi perumahan (Sari & Yuliani, 2022) pemenuhan kebutuhan penduduk memicu alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian (Jariyah, 2020). Meningkatnya penggunaan lahan dari hutan menjadi pertanian dan permukiman telah mengubah komponen neraca air yakni berkurang atau meningkatnya penguapan, aliran puncak banjir dan morfologi sungai (Kayitesi et al., 2022). Hulu DAS sebagai *recharge area* menjadi sumber air bagi daerah dibawahnya, sebaiknya bagian hulu didominasi oleh penutup berupa vegetasi hutan (Pratiwi et al., 2020). Konversi tipe tutupan lahan menjadi hutan di hulu dapat mengurangi risiko bencana banjir di hilir (Wang et al., 2019). Struktur tajuk hutan akan sangat berubah seiring bertambahnya usia hutan. Semakin banyak

daun menahan lebih banyak curah hujan, yang membuat evapotranspirasi secara bertahap meningkat dan limpasan serta kandungan air tanah berkurang. Dibandingkan dengan tumbuhan runjung yang selalu hijau, tumbuhan runjung yang gugur menumpuk lebih banyak serasah di permukaan tanah. Struktur yang longgar dan berpori menghasilkan kapasitas konservasi air yang lebih kuat (Pan et al., 2021).

## 2. Kemiringan lereng

Kemiringan Lereng diartikan sebagai ukuran kemiringan lahan relatif terhadap bidang datar, umumnya dinyatakan dalam derajat atau persen (Dengen et al., 2019). Kartasapoetra pada tahun 1986 menyatakan kemiringan lereng adalah perbedaan ketinggian titik yang disebabkan tenaga eksogen dan endogen sehingga menjadi ciri topografi suatu tempat (Risal Ardiansyah Putra et al., 2021). Kemiringan lereng mempengaruhi volume dan kecepatan limpasan permukaan, drainase permukaan, penggunaan lahan (Nuryanti et al., 2018), dan kestabilan tanah (Marani et al., 2018). DAS di bagian hulu berperan penting mengalirkan air menuju hilir. DAS hulu berpotensi erosi tinggi karena menyebabkan energi pada angkutan air semakin besar. Gaya berat akan semakin besar dengan semakin miringnya lereng (Lesmana et al., 2021).

## 3. Jenis Tanah

Tanah merupakan lapisan permukaan bumi yang berfungsi sebagai tempat tumbuh makhluk hidup, mengandung bahan mineral, air, udara, jasad hidup dan zat organik (Puspaningrum et al., 2020), dari segi teknik tanah adalah material yang terdiri dari agregat/butiran mineral padat yang tidak tersementasi/terikat secara kimia satu sama lain, berasal dari bahan organik yang melapuk disertai dengan zat cair dan gas sebagai pengisi antara ruang yang kosong (Anggraini, 2022). Sifat kepekaan tanah terhadap erosi disebut sebagai erodibilitas tanah (Badriah, 2015), Bryan (1989) menyatakan erodibilitas tanah merupakan besarnya jumlah kehilangan tanah per unit gaya eksogenik atau erosivitas curah hujan, aliran permukaan dan rembesan (Sandi et al., 2020). Erosi adalah proses perpindahan atau pengangkutan tanah dari suatu tempat menuju tempat lain yang menimbulkan kerugian bagi manusia dan

kerusakan lingkungan (Luwih, 2019). Menurut Arsyad (2010) erosi diartikan terlepasnya butiran tanah/bagian-bagian tanah dari tempat satu ke tempat lain karena terangkut oleh air atau angin (Arif et al., 2018), proses geomorfologi yang mengakibatkan perubahan bentuk permukaan bumi. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap erosi antara lain erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, vegetasi dan manusia (Hasan & Pahlevi, 2017).

## **2.2. KONSERVASI AIR/WATER CONSERVATION**

Air adalah substansi kimia dimana setiap molekul terikat satu atom oksigen dan dua atom hidrogen (Azhar, 2020). Kodoatie (2005) dalam (Nainggolan et al., 2019) menyatakan air adalah materi/unsur/zat yang penting bagi semua bentuk kehidupan, air tidak ditemukan di planet lain hanya ditemukan di bumi. Air menutupi hampir 71 persen permukaan bumi, sekitar 1,4 triliun km<sup>3</sup>. Sumber Daya air menjadi bagian sumber daya tidak hidup (abiotik) yang dapat diperbarui (*renewable resources*). Air penting untuk makhluk hidup namun sering menjadi masalah pada keberadaan, sirkulasi dan penyebarannya. Air mudah terkontaminasi dengan zat kimia melalui pencemaran lingkungan. Oleh karena itu diperlukan upaya konservasi sehingga kemanfaatannya berkelanjutan sampai generasi mendatang (Sallata, 2015).

Perlindungan terhadap air di Indonesia sudah diatur dalam beberapa instrument peraturan. Diantaranya, UUD 1945 pasal 33 menyatakan Bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung didalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Kemudian, Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 menyatakan sumber daya air adalah air, sumber air dan daya air yang terkandung didalamnya. Sedangkan Konservasi Sumber Daya Air adalah upaya/usaha memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, sifat dan fungsi sumber daya air agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup, baik dalam waktu sekarang maupun yang akan datang (Indonesia, 2019).

Konservasi air mengacu pada proses dan meningkatkan kemampuan ekosistem untuk mempertahankan air dalam sistem melalui intersepsi, infiltrasi dan penyimpanan curah hujan melalui lapisan kanopi, lapisan serasah, lapisan tanah (Tiemann et al., 2018) dan badan air (waduk dan danau) pada waktu dan ruang tertentu sehingga tidak hanya kebutuhan masukan air dalam sistem tercukupi tetapi juga menyediakan sumber daya air ke bagian tengah, hilir DAS bahkan di luar DAS (Hue et al., 2022). Konservasi mampu mengurangi puncak banjir pada musim basah, meningkatkan aliran dasar (*baseflow*) pada musim kering, serta mengatur distribusi limpasan yang tidak merata pada skala temporal. Pada skala spasial bermanfaat mengubah curah hujan tersimpan pada media berbeda yaitu aliran/limpasan permukaan, limpasan tanah dan limpasan bawah tanah (M. Li et al., 2021).

### **2.2.1. Panduan Konservasi Tanah dan Air di Indonesia.**

Indonesia mengatur perihal konservasi air dan tanah dengan undang-undang nomor 37 tahun 2014, Pasal 3 menyebutkan penyelenggaraan Konservasi Tanah dan Air bertujuan : a. melindungi permukaan tanah dari pukulan air hujan yang jatuh, meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah, dan mencegah terjadinya konsentrasi aliran permukaan; menjamin fungsi tanah pada lahan agar mendukung kehidupan masyarakat; c. mengoptimalkan fungsi tanah pada lahan untuk mewujudkan manfaat ekonomi, sosial dan lingkungan hidup secara seimbang dan lestari; d. meningkatkan daya dukung DAS; e. meningkatkan kemampuan untuk mengembangkan kapasitas dan memberdayakan keikutsertaan masyarakat secara partisipatif dan menjamin kemanfaatan konservasi Tanah dan Air secara adil dan merata untuk kepentingan masyarakat.

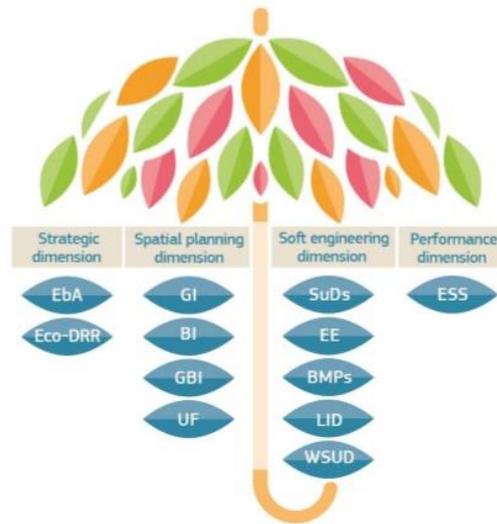
Selanjutnya di Pasal 10 menyebutkan Perencanaan konservasi tanah dan air harus memperhatikan rencana tata ruang wilayah dan rencana pembangunan nasional dan daerah sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Terkait dengan lokasi penyelenggaraan di bahas pada pasal 13 ayat 1 bahwa

penyelenggaraan konservasi Tanah dan Air dilaksanakan pada lahan: a. Kawasan Lindung; dan b. Kawasan Budidaya.

Panduan konservasi Tanah dan Air untuk penanggulangan degradasi lahan diatur dalam SNI 7943-2014. Kategori mengenai teknik konservasi tanah dan air diklasifikasikan menjadi lima kategori. Pertama kategori vegetatif, yaitu teknik yang menggunakan vegetasi melalui upaya penanaman pohon, tanaman perdu, legum penutup tanah dan rumput permanen. Kedua adalah kategori agronomi yang berfokus pada peningkatan produksi, antara lain melalui pemilihan jenis tanaman, pengaturan pola tanam dan jarak tanam, pemupukan, serta pemberian pembenah fisik tanah (*soil conditioner*) dan pembenah kimia tanah (*soil ameliorant*). c. kategori struktur/sipil teknis dengan pembuatan bangunan fisik. Selanjutnya kategori manajemen melalui perlindungan dan pengamanan lahan prima serta pengendalian konversi dan pengaturan penggunaan lahan dan pengaturan pemanenan kayu. Terakhir adalah kategori kombinasi yakni dengan mengombinasikan dua atau lebih dari kategori vegetatif, agronomi, sipil teknis dan manajemen.

### **2.2.2. Solusi Berbasis Alam/Nature Base Solution.**

NBS merupakan intervensi sistemik yang berorientasi pada tindakan/*action oriented*, hemat biaya, mudah diadaptasi secara lokal, sesuai dan mendukung kondisi alam untuk penyediaan manfaat lingkungan, sosial dan ekonomi, sehingga secara simultan akan membangun ketahanan (Babi Almenar et al., 2021). NBS dipahami sebagai istilah umum terkait pengembangan konsep hidup bertetangga, hutan kota, *Urban Green Space* (UGS), *Green Blue Infrastructure* (GBI) dan layanan ekosistem (European Commision, 2020). Mell (2008) mengidentikkan NBS dengan *Green Blue Infrastructure* (Deely & Hynes, 2020). *Green Blue Infrastructure* merupakan jaringan interkoneksi dari komponen alami maupun buatan, termasuk di dalamnya badan air, Ruang Terbuka Hijau (RTH) dengan fungsi antara lain: menyimpan air untuk industri dan irigasi, pengendali banjir, lahan basah untuk habitat satwa liar, penjernihan, dll (Ghofrani et al., 2017).



Gambar 2. 1. NBS sebagai konsep payung dan hubungan NBS dengan konsep utama

Keterangan : EbA = *Ecosystem Based Adaption*, Eco-DRR = *Ecosystem based Disaster Risk Reduction*, GI = *Green Infrastructure*, BI = *Blue Infrastructure*, GBI = *Green Blue Infrastructure*, UF = *Urban Forestry*, SuDs = *Sustainable Urban Drainage System*, EE = *Ecological Engineering*, BMPs = *Best Management Practices*, LID = *Low Impact Design*, WSUD = *Water Sensity Urban Design*, ESS = *Ecosystem Services* (European Commision, 2020).

Infrastruktur abu-abu menjadi bagian dari peningkatan lingkungan perkotaan. Modernisasi arsitektur, perkembangan konstruksi, rute/jalur maupun peningkatan layanan berimbas pada bertambahnya infrastruktur abu-abu (Pluto-Kossakowska, 2020). Konsep sistem drainase terintegrasi Hijau-Abu-abu-Biru/*Integrated green-grey-blue* dipercaya berpotensi besar diperkotaan sebab menggabungkan ketahanan dan keberlanjutan infrastruktur hijau dan biru, sekaligus keandalan infrastruktur abu-abu pada drainase air hujan (Q. Huang et al., 2021). *Sponge city* atau kota spon mengembangkan sistem gabungan hijau-abu-biru menjadikan infrastruktur hijau di hulu/sumber air, infrastruktur abu-abu berupa sistem drainase dan infrastruktur biru berupa badan air diujung daerah tangkapan sebagai terminal (Leng et al., 2020). Kesadaran mengenai konsep hijau-biru pada *sponge watershed/DAS* spon sama pentingnya dengan infrastruktur sosial dan

teknis pada kelayakan huni, keberlanjutan dan ketahanan kota/permukiman (J. Wang et al., 2021).

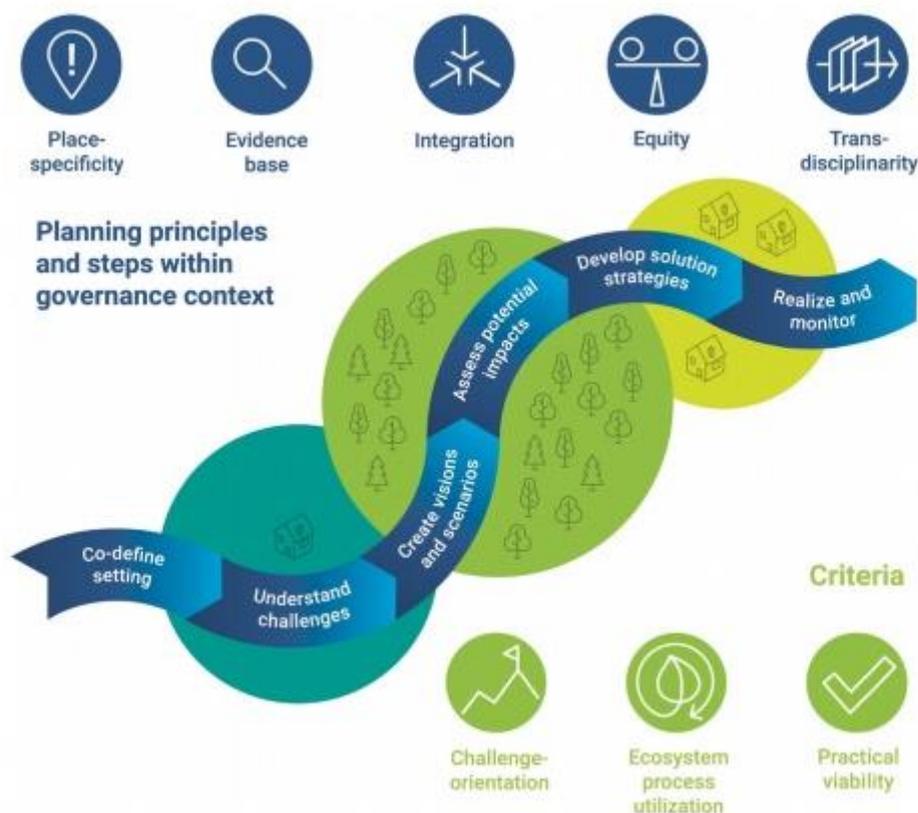
Agroekosistem di wilayah tropis berpotensi tinggi membawa keberhasilan ekologis, karena suhu di wilayah tropis mendukung laju pertumbuhan tanaman lebih cepat (Crouzeilles et al., 2017), selain itu, habitat alami masih banyak bertahan di wilayah tropis dibandingkan wilayah lain (Pugh et al., 2019). Strategi pemulihan agroekosistem tropis dapat dilakukan dengan intensifikasi ekologi di lahan pertanian (misalnya, penanaman bunga liar) (Garibaldi et al., 2016), hingga mengubah lahan budidaya menjadi habitat alami (Ward et al., 2021). Agroekosistem terdiri dari tiga sub sistem: sub sistem produktif, mengacu pada lahan pertanian yang dikelola; sub sistem habitat semi alami yaitu alam disekitar lahan; dan sub sistem manusia yang terdiri dari pemukiman dan infrastruktur. Ketiga subsistem ini menyatu dan berinteraksi kuat. Sub sistem semi alami berfokus pada konservasi keanekaragaman hayati, sedangkan sub sistem produktif seringkali berdampak negative pada keanekaragaman hayati. Sub sistem manusia merupakan unit pengambil keputusan, yang menentukan praktik pertanian yang mempengaruhi dua sistem lainnya (Moonen & Barberi, 2008). Oleh karena itu, agroekosistem dipandang sebagai ekosistem semi alami yang memiliki unsur alami dan buatan yang bertujuan mencapai produksi pertanian dengan kendali manusia dan alam (Liu et al., 2022).

Lanskap berkapasitas seperti saluran yang dapat mengurangi limpasan dan aliran puncak, sekaligus menyediakan jasa ekosistem seperti perbaikan lingkungan, manfaat keindahan dan kesehatan melalui ruang terbuka hijau (Zhai et al., 2021). Ruang Terbuka Hijau meningkatkan kualitas ekologi perkotaan sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan, area ideal RTH adalah 30% dari luas perkotaan yang terdiri dari 10 % RTH Privat dan 20 % RTH Publik (Syafitri & Rochani, 2022).

Atap hijau juga dikenal sebagai atap bervegetasi, memainkan peran penting dalam meningkatkan ketahanan kawasan perkotaan dalam menghadapi perubahan

iklim, tantangan lingkungan dan sosial kontemporer lainnya (Meyer & Trandafir, 2023). Pertanian atap menjadi salah satu bagian dari atap hijau, salah satu solusi futuristik yang menjanjikan karena atap merupakan seperempat dari seluruh permukaan perkotaan (Costanzo et al., 2016). Pertanian atap mengoptimalkan penggunaan lahan, meningkatkan keuntungan bagi pemilik bangunan, memberikan hasil yang baik per satuan luas, meningkatkan efisiensi penggunaan air, dan mengurangi penggunaan energi sekaligus memitigasi efek pulau panas perkotaan (Drottberger et al., 2023).

Ahern dkk (2014) menyebutkan enam langkah dalam perencanaan NBS seperti pada Gambar 2. 2 (Albert et al., 2021).



Gambar 2.2. Kerangka konseptual prinsip dan langkah untuk merencanakan NBS

Sumber : (Albert et al., 2021)

Pengaturan *Co-define* menjadi langkah pertama dalam perencanaan NBS, termasuk diantaranya proses *kick-off* (menyampaikan tujuan dan menyamakan

persepsi), dilakukan oleh perencana dengan pembuat keputusan atau pemangku kepentingan utama (Izydorczyk et al., 2019). Penyamaan persepsi dengan pemangku kepentingan utama dilakukan di akhir setelah penelitian selesai karena tujuan akhir dari penelitian berupa usulan dari integrasi semua sasaran perencanaan konservasi air pada DAS skala mikro.

Selanjutnya langkah kedua, memahami tantangan sosial berkaitan kriteria-kriteria NBS, misalnya peluang lintas spasial dan temporal, pengelolaan air atau kesehatan dan kesejahteraan masyarakat (Raymond et al., 2017). Tantangan sosial penelitian ini adalah praktek pertanian eksisting penduduk di DAS mikro prioritas.

Langkah ketiga adalah membuat visi dan skenario, terdiri dari identifikasi dan opsi spasial untuk penentuan lokasi NBS dalam konteks lanskap tertentu. Aspek inti dari tahap ini adalah mengidentifikasi solusi yang sesuai dengan tantangan sosial (Sarabi et al., 2019). Langkah ketiga diadaptasi dengan menentukan lokasi prioritas berdasarkan jenis kerentanan biofisik.

Langkah selanjutnya adalah menilai dampak potensial multidimensi contoh evaluasi potensi biaya, manfaat implementasi NBS, serta alternatif lainnya. Tujuan dari langkah ini adalah menyediakan bukti NBS sah oleh sains (Raymond et al., 2017). Bukti sah oleh sains diwujudkan dengan studi literatur mengenai GBI khususnya tentang agroekosistem.

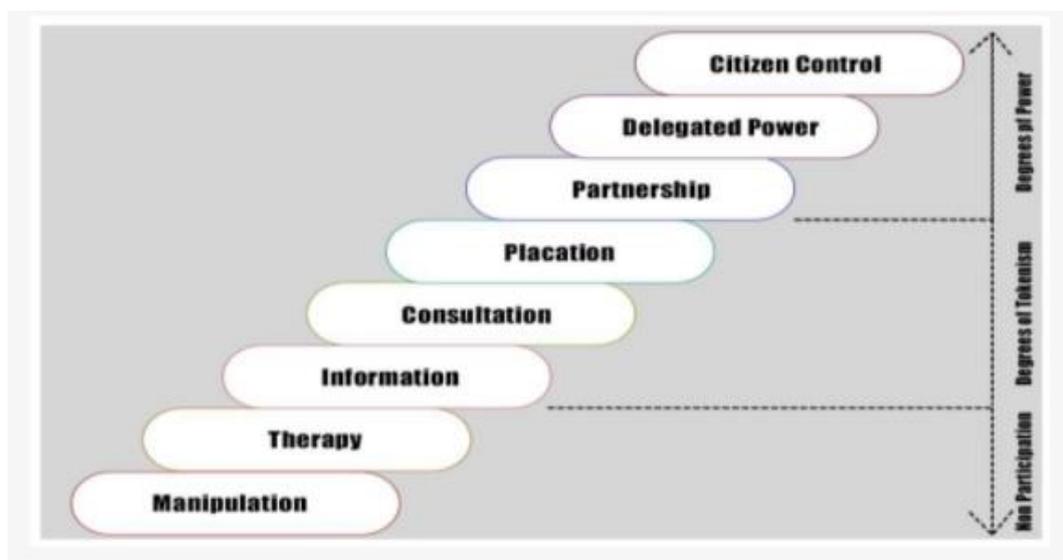
Langkah kelima mengembangkan strategi solusi terkait desain tata kelola yang layak dan model bisnis untuk diterapkan sebagai skenario yang diminati, termasuk penimbangan yang adil, alternatif pro dan kontra. Strategi perlu menargetkan tempat spesifik dan mengatasi berbagai hambatan implementasi contohnya sumber daya keuangan, peraturan yang tidak memadahi, kelembagaan fragmentasi, ketidakpastian tentang implementasi dan efektivitas, ketersediaan lahan dan waktu (Sarabi et al., 2019). Strategi yang dikembangkan adalah mengadopsi agroekosistem dengan praktik sederhana dan mempertimbangkan spesies tumbuhan lokal yang mampu bertahan. Minat masyarakat menjadi pertimbangan dalam pengembangan subsistem dalam agroekosistem.

Langkah akhir adalah proses pengawasan dan monitoring, menurut Nassauer dan Opdame (2008) mencakup penerapan dan pemantauan, kritis terhadap manfaat dan dampak dari implementasi. Desain rencana mampu memberikan landasan yang menghubungkan siklus ilmiah dan perubahan lansekap setelah implementasi (Albert et al., 2021). Jenis praktik konservasi air secara tidak langsung menggunakan praktik yang dalam jangka panjang memberikan perubahan terhadap bentuk geomorfologi kawasan dan penggunaan lahan. Perkembangan fungsi hidrologi pasca konservasi dapat dipantau melalui perkembangan *baseflow* di *outlet* DAS.

Perencanaan NBS mengacu pada lima prinsip yang meningkatkan keberhasilan implementasi yaitu kekhususan tempat/*place specificity*, berbasis bukti/*evidence base*, integrasi/*integration*, ekuitas/*equitas* dan transdisiplin/*transdiscipline* (Albert et al., 2021). Kekhususan tempat sangat penting karena terkait potensi spesifik dan tantangan sosial. NBS mengacu pada tempat tertentu (Albert et al., 2021). Prinsip berbasis bukti adalah berdasar pengetahuan dan informasi yang tersedia sesuai peraturan yang berlaku untuk menyimpulkan rekomendasi dan tindakan yang andal (Calliari et al., 2019). Integrasi bermakna mempertimbangkan tema-tema terkait pendekatan, sangat penting untuk memberikan manfaat sosial dan ekologis dalam menghadapi tantangan (Cohen-Shacham et al., 2019). Ekuitas dipahami sebagai keterkaitan antara empat hal yaitu pengenalan, prosedur, distribusi dan konteks penyelesaian. Ekuitas mengakui hak, nilai dan kepentingan pelaku yang berbeda, membangun partisipasi pelaku yang inklusif dan efektif, pemerataan biaya dan manfaat, mempertimbangkan konteks pembentuk tindakan yang diciptakan oleh kondisi politik, ekonomi dan sosial yang sudah ada sebelumnya (Friedman et al., 2018). Transdisiplin diwakili oleh fungsi NBS sebagai objek batas yang kuat tetapi cukup fleksibel untuk memungkinkan pemangku kepentingan yang berbeda untuk pengembangan kerjasama (Dorst et al., 2019).

### 2.3. PARTISIPASI MASYARAKAT

UU Nomor 25 Tahun 2004 menjelaskan partisipasi masyarakat yaitu keikutsertaan masyarakat dalam mengakomodasi kepentingan dalam proses penyusunan rencana pembangunan (Indriani et al., 2021). Yang dan Pandey (2011) mengartikan partisipasi masyarakat sebagai pengambil keputusan dan proses manajemen, yaitu pendekatan *bottom-up* untuk pengambil keputusan. Dasar pemikiran dari partisipasi masyarakat adalah medesain dan membangun kegiatan yang disesuaikan dengan kebutuhan sosial. Arnstein (1969) menyatakan partisipasi masyarakat adalah pilar kontribusi terhadap kebijakan dan tata kelola untuk mengembangkan kota berkelanjutan. Partisipasi masyarakat memiliki delapan tingkatan (Gambar 2. 3) tingkat partisipasi dari bawah ke atas yaitu: manipulasi (permainan oleh pemerintah), terapi (sekedar agar masyarakat tenang/sosialisasi), informasi (sekedar pemberitahuan searah), konsultasi (mendengarkan masyarakat tetapi tidak selalu dipakai sarannya), penentruman (saran masyarakat diterima tetapi tidak selalu dilaksanakan), kemitraan (timbang balik dinegosiasikan), kekuasaan yang didelegasikan (masyarakat diberi kekuasaan sebagian atau keseluruhan program), kontrol masyarakat (sepenuhnya dikuasai masyarakat) (Alamoudi et al., 2022).

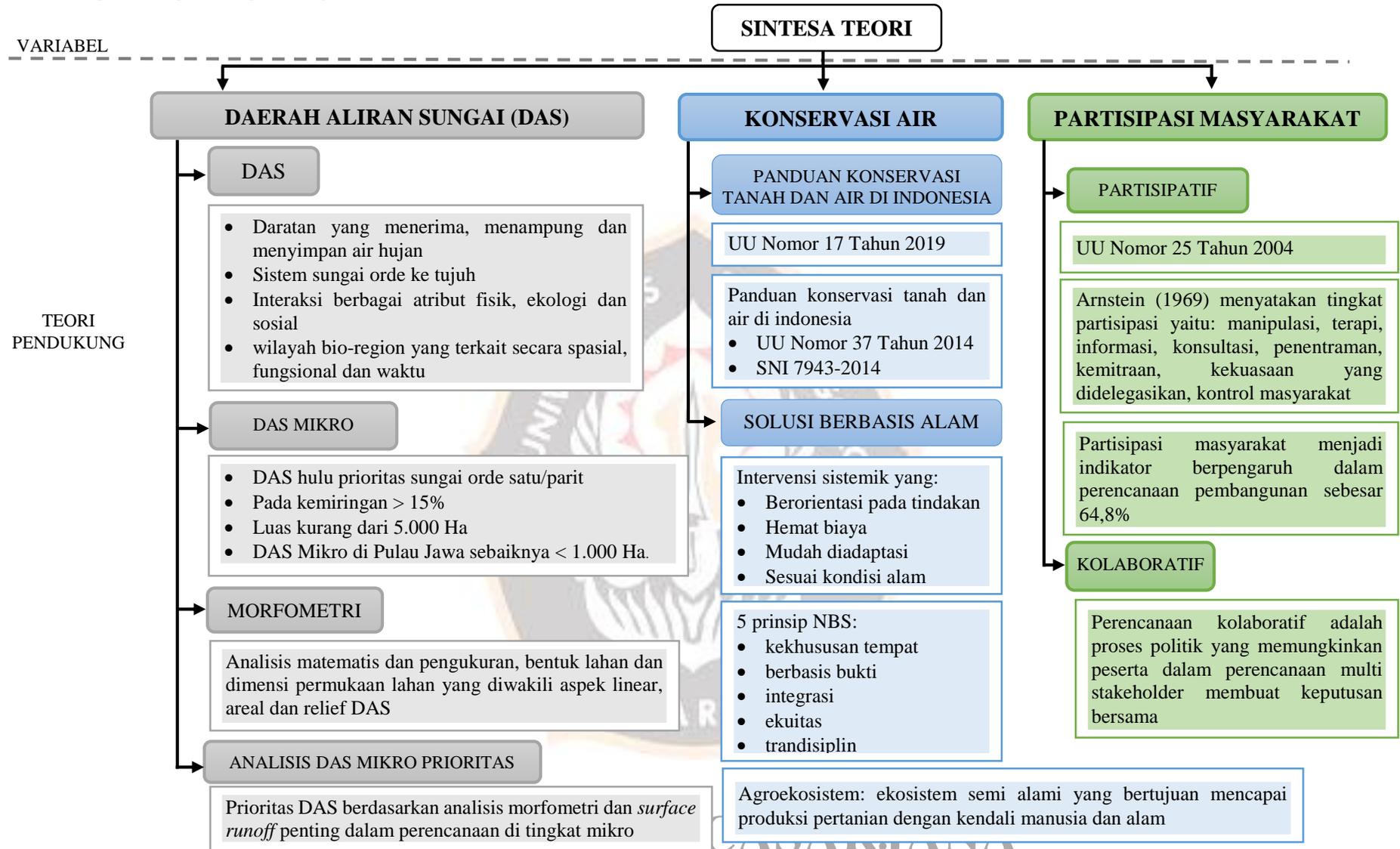


Gambar 2. 3. Tangga Partisipasi Masyarakat, berdasar Arnstein (1969)  
Sumber : (Alamoudi et al., 2022)

Perencanaan partisipatif dimaknai sebagai perencanaan yang menekankan peran aktif masyarakat dalam perencanaan pembangunan mulai dari pengenalan wilayah, pengidentifikasian masalah sampai penentuan skala prioritas (Prakasa & Ilmiah, 2021). Penelitian di Kabupaten Sidenreng Rappang menunjukkan indikator yang paling berpengaruh dalam perencanaan pembangunan adalah partisipasi masyarakat yaitu sebesar 64,8% (Irwan et al., 2021). Partisipasi masyarakat sebagai faktor penting penggerak pengelolaan DAS harus dicapai dengan penguatan kesadaran masyarakat akan vitalnya DAS yang berkelanjutan dan memberikan akses bagi masyarakat andil dalam setiap tahap pengelolaan DAS (Narendra et al., 2021).

Perencanaan kolaboratif menurut Innes dan Booher (2000) dalam (Bozdağ & İnam, 2021) adalah proses politik yang memungkinkan peserta dalam perencanaan multi *stakeholder* membuat keputusan bersama. Perencanaan kolaboratif menjadi model perencanaan efektif dibanding model perencanaan lain untuk pengembangan dan pelaksanaan kepentingan umum (Bjørger et al., 2019). *Comission on Global Governance* dalam laporan penelitian *Our Global Neighbourhood* tahun 1995 mengartikan *Governance* atau tata kelola adalah gabungan antara individu/masyarakat, publik/pemerintah dan swasta dalam menangani masalah bersama. Proses berkelanjutan di mana kepentingan yang beragam dapat diakomodasi, dan tindakan kooperatif dapat diambil (Keping, 2018). Pengelolaan kolaboratif dipahami sebagai pendekatan pengelolaan dengan pertimbangan berbagai aktor, untuk mencapai konsensus dalam mengambil keputusan (Galvez et al., 2020).

## 2.4. DIAGRAM SINTESA TEORI



Gambar 2. 4. Diagram Sintesa Teori