

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air dan Sumber Daya Air

Menurut UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, Air adalah semua air yang terdapat pada, di atas maupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat. Air permukaan adalah semua air yang terdapat di permukaan tanah. Sedangkan air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah.

Karakteristik sumber daya air sangat dipengaruhi aspek topografi dan geologi, keragaman penggunaan, keterkaitan (hulu-hilir, *instream-offstream*, kuantitas-kualitas), waktu serta siklus alamnya. Oleh karena faktor topografi dan geologi, maka sumber daya air dapat bersifat lintas wilayah administrasi. Dengan demikian, kuantitas dan kualitas air amat bergantung pada tingkat pengelolaan sumber daya air masing-masing daerah (Sunaryo dkk, 2007 : 19).

Pengertian sumber daya air adalah kemampuan dan kapasitas potensi air yang dapat dimanfaatkan oleh kegiatan manusia untuk kegiatan sosial ekonomi. Terdapat berbagai jenis sumber air yang umumnya dimanfaatkan oleh masyarakat, seperti air laut, air hujan, air tanah, dan air permukaan. Dari keempat jenis air tersebut, sejauh ini air permukaan merupakan sumber air tawar yang terbesar digunakan oleh masyarakat.

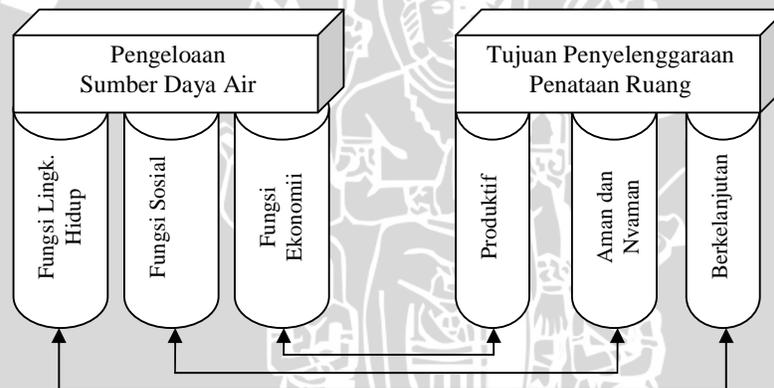
2.1.1. Hubungan Penataan Ruang dan Pengelolaan Sumber Daya Air

Hal-hal substansi spesifik mengharuskan adanya harmonisasi dan integrasi penataan ruang dan pengelolaan sumber daya air. Dibanding sumber daya yang lain, air mempunyai ciri khas dan unik yang menyebabkan air menjadi spesial untuk dikelola. Di sisi lain kebutuhan ruang baik perkotaan dan pedesaan makin meningkat karena pertumbuhan penduduk. Adanya hubungan peningkatan penduduk, penataan ruang dan pengelolaan sumber daya air mengharuskan adanya harmonisasi dan integrasi antara penataan ruang dan pengelolaan sumber daya air serta pengelolaan aspek-aspek lainnya.

Penataan ruang dan pengelolaan sumber daya air adalah saling tergantung dan saling mempengaruhi. Oleh karena itu dalam integrasi dan harmoni antara Penataan Ruang dan Pengelolaan Sumber Daya Air perlu memperhatikan beberapa substansi penting berikut ini (Albertson, 1999 dalam Kodoatie dan Sjarief, 2010 : 470)

- *Environmental sustainability* : perlindungan lingkungan yang berkelanjutan untuk generasi mendatang, tujuan utama adalah air tidak hanya *renewable* (terbarukan) namun dapat *sustainable* (berkelanjutan)
 - *Economic sustainability* : setiap pengembangan *viabile* secara ekonomi
 - *Sosio-cultural sustainability* : setiap inovasi harus harmoni antara pengetahuan sosial dan budaya, praktek, pengetahuan dan teknologi tepat guna
 - *Political sustainability* : *link* birokrasi (pemerintah) dan masyarakat. Para pemimpin formal dan informal untuk suatu sektor tertentu dalam masyarakat lokal harus mampu menjalin komunikasi dengan struktur politik dan birokrasi.
- Missing link* terjadi karena tidak adanya perantara
- Teknologi tepat guna

Mengacu kepada UU No. 7 Tahun 2004 dan UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, maka ada kesamaan dasar antara pengelolaan sumber daya air maupun penyelenggaraan tata ruang.



Gambar 2. 1. Kesamaan Dasar Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air dan Penataan Ruang (Kodoatie dan Sjarief, 2007 : 471)

Sumber daya air mempunyai fungsi sosial yang berarti kepentingan umum lebih diutamakan daripada kepentingan individu. Pilar lingkungan hidup berarti bahwa sumber daya air menjadi bagian dari ekosistem sekaligus sebagai tempat kelangsungan hidup flora dan fauna, dan pilar ekonomi berarti bahwa sumber daya air dapat didayagunakan untuk menunjang kegiatan usaha yang diselenggarakan dan diwujudkan secara selaras. Sedangkan pengertian aman, nyaman, produktif dan berkelanjutan ditunjukkan dalam tujuan tata ruang.

Secara simultan penentuan Rencana Tata Ruang Wilayah dan Pengelolaan Sumber Daya Air harus dilakukan bersama. Keterkaitan antara Penyelenggaraan Penataan Tata Ruang dan Pola Pengelolaan Sumber Daya Air merupakan hal yang

mutlak untuk pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan. Di dalam hubungan masing-masing bagian (aspek) dari penataan ruang maupun PSDA perlu dikompromikan dalam bentuk kesepakatan dan kesepakatan bersama.

2.1.2. Pengertian Mata Air

Mata air adalah salah satu pengeluaran air tanah di permukaan tanah. Mata air dapat berupa rembesan yang keluar secara perlahan-lahan dan menyebar pada permukaan mata air sangat tergantung pada kondisi akuifer pada daerah penelitian, karena akuifer merupakan tempat bergerak dan terdapat air tanah. Mata air yang berasal dari dalam tanah hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan air tanah dalam. Berdasarkan keluarnya (muncul ke permukaan tanah) mata air, dapat dibedakan menjadi: mata air rembesan, yaitu mata air yang keluar dari lereng-lereng dan mata air umbul, yaitu mata air keluar dari suatu daratan.

Menurut Bisri (2009 : 27), munculnya air tanah ke permukaan dapat disebabkan oleh bermacam factor diantaranya adalah terpotongnya muka air tanah oleh topografi dan perbedaan sifat fisik batuan. Oleh karena itu, mata air banyak ditemukan di daerah pegunungan karena pada daerah dengan topografi tinggi.

Suatu mata air terbentuk oleh perbedaan sifat fisik batuan sebagai materi penyusun akuifer, akuitard maupun akuiklud. Pada zona saturasi atau jenuh akan terbentuk muka airtanah yang terjebak, sehingga airtanah tersebut tidak dapat mengalir secara vertical, maka aliran airtanah tersebut akan mendatar atau bersifat lateral dan akan membentuk mata air bila alirannya terpotong oleh topografi.

Batuan yang bertindak sebagai media aliran airtanah mempunyai sifat kelulusan air, kapasitas jenis, keterusan air, dan daya simpan air. (Suharyadi,1984 dalam Bisri, 2009 : 12)

Tabel 2. 1. Nilai Porositas dan Permeabilitas Lapisan

Lapisan Tanah	Porositas (%)	Porositas Efektif (%)	Koefisien Permeabilitas (m ² /det)
Lempung (Alluvium)	45-50	5,00-10,00	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁵
Silt (Alluvium)	35-45	5,00-8,00	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁵
Pasir (Alluvium)	30-45	20,00-25,00	10 ⁻¹ -10 ⁻⁶
Pasir dan Kerikil (Alluvium)	25-30	15,00-20,00	10 ⁻¹ -10 ⁻⁶
Lempung (Dillivium)	50-60	3,00-5,00	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁶
Silt (Dillivium)	40-50	5,00-10,00	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁶
Pasir (Dillivium)	35-40	15,00-20,00	10 ⁻² -10 ⁻³
Pasir dan Kerikil (Dillivium)	30-35	10,00-20,00	10 ⁻² -10 ⁻³
Batu Lumpur (Neo-Tersier)	55-65	3,00-5,00	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁶
Batu Pasir (Neo-Tersier)	40-50	5,00-10,00	10 ⁻³ -10 ⁻⁴

Lapisan Tanah	Porositas (%)	Porositas Efektif (%)	Koefisien Permeabilitas (m ² /det)
Tufa (Neo-Tersier)	30-65	3,00-10,00	10 ⁻³ -10 ⁻⁶

Sumber: (Sosrodarsono dan Takeda, 1976 dalam Bisri, 2009 : 14)

Dalam Asdak (2002 : 229) dijelaskan bahwa, Infiltrasi adalah proses aliran air (umumnya berasal dari curah hujan) masuk ke dalam tanah. Sedangkan perkolasi merupakan proses kelanjutan aliran air tersebut ke tanah yang lebih dalam. Laju maksimal gerakan air yang masuk ke dalam tanah dinamakan kapasitas infiltrasi. Kapasitas infiltrasi terjadi ketika intensitas hujan melebihi kemampuan tanah dalam menyerap kelembapan tanah.

Tabel 2. 2. Kapasitas Infiltrasi Pada Tanah

Tekstur tanah	Kapasitas infiltrasi (mm/jam)	Kapasitas infiltrasi (mm/hari)
Pasir	21,01	504
Pasir berlempung	6,12	147
Lempung berpasir	2,59	62
Lempung	1,32	32
Lempung berdebu	0,69	16
Lempung liat berpasir	0,43	10
Lempung berliat	0,23	5
Lempung liat berdebu	0,15	4
Liat berpasir	0,13	3
Liat berdebu	0,10	2
Liat	0,05	1

Sumber : Rawls et al (1982) dalam Prijono (2009)

Tolman (1937) dalam Rahardjo (2010) dijelaskan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi keadaan mata air meliputi:

1. Curah hujan

Curah hujan merupakan sumber utama dari air tanah. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi sebagian akan mengalir ke sungai. Besarnya air hujan yang menyerap ke dalam tanah tergantung pada kondisi geologi, tanah, topografi dan penggunaan lahannya. Curah hujan juga mempengaruhi persediaan air pada pengumpulan air yang berasal dari mata air sehingga fluktuasi kuantitas air dapat diketahui untuk menentukan apakah mata air tersebut dapat digunakan dalam penyediaan air bersih komunal atau individual.

2. Karakteristik hidrologi permukaan tanah

Karakteristik hidrologi permukaan tanah yang berpengaruh terhadap pembentukan air tanah adalah kelulusan (permeabilitas) tanah. Tanah yang permeabilitasnya semakin besar, maka air yang masuk dalam akuifer akan

semakin besar, hal ini disebabkan air yang diloloskan dalam batuan atau tanah tersebut dalam jumlah besar. Dan sebaliknya, batuan atau tanah yang permeabilitasnya kecil, air yang diloloskan juga semakin kecil. Karakteristik hidrologi permukaan tanah ini dapat menentukan cara pengumpulan air baku yang digunakan.

3. Topografi

Pengaruh topografi yang paling penting dalam pembentukan air tanah adalah kemiringan lereng. Tempat yang topografinya curam maka kondisi air tanahnya relative rendah karena air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan cepat mengalir sehingga kesempatan air hujan meresap ke dalam tanah relative sedikit, kecuali pada daerah perubahan lereng yang curam banyak terdapat mata air karena pada bagian tersebut lapisan air tanah atau akuifer terpotong.

4. Karakteristik hidrologi dan fenomena akuifer

Karakteristik hidrologi dan fenomena akuifer yang berpengaruh terhadap pemunculan mata air antara lain adalah muka air tanah. Bila muka air tanah terpyong oleh permukaan tanah, maka akan muncul mata air sebagai mata air depresi, kecuali jika factor kemampuan akuifer meloloskan air berpengaruh terhadap pemunculan mata air

5. Struktur geologi

Pada daerah patahan sering dijumpai pembentukan mata air sebagai akibat terpotongnya lapisan akuifer karena perpindahan atau pergeseran batuan atau tanah. Pada batuan kapur banyak terdapat mata air atau rembesan, karena pada batuan ini terdapat banyak retakan atau celah-celah.

Berdasarkan mata air ada dua macam yaitu: *gravity springs* yaitu mata air yang muncul kepermukaan tanah karena gaya gravitasi dan *artisien springs* yaitu mata air muncul kepermukaan tanah karena artesis atau tekanan (Sanropie, 1984).

Berikut merupakan klasifikasi mata air:

a. Klasifikasi mata air berdasarkan sifat pengaliran

1. Mata air menahun (*perennial spings*), yaitu mata air yang mengeluarkan air sepanjang tahun dan tidak dipengaruhi oleh curah hujan
2. Mata air musiman (*intermitent springs*), yaitu mata air yang mengeluarkan air pada musim-musim tertentu dan sangat tergantung pada curah hujan
3. Mata air periodik (*periodic springs*), yaitu mata air yang mengeluarkan air pada periode tertentu, faktor penyebabnya adalah evapotranspirasi pada

malam hari, perubahan tekanan udara, pasang surut, dan pemanasan air oleh batuan.

b. Klasifikasi mata air berdasarkan debit

Meinzer mengemukakan delapan kelas mata air berdasarkan debit

Tabel 2. 3. Klasifikasi Mata Air Berdasarkan Debit

Klas	Debit rata-Rata
I	> 10 m ³ /detik
II	1 – 10 m ³ /detik
III	0,1 – 1 m ³ /detik
IV	10 – 100 liter/detik
V	1 – 10 liter/detik
VI	0,1 – 1 liter/detik
VII	10 – 100 ml ³ /detik
VIII	< 10 ml ³ /detik

Sumber : Meinzer (1937) dalam Raharjo (2010)

c. Klasifikasi mata air berdasarkan suhu air

1. Mata air dingin, yaitu mata air yang suhu airnya rendah. Air berasal dari pencairan salju atau es.
2. Mata air normal, yaitu mataair yang suhu airnya hampir sama dengan suhu udara sekitarnya.
3. Mata air panas, yaitu mata air yang suhu airnya lebih tinggi dengan dari suhu udara di sekitarnya.

d. Klasifikasi mata air berdasarkan tenaga penyebabnya, (Bryan dan Todd, 1980 dalam Raharjo, 2010).

- *Tenaga non gravitasi* (biasanya merupakan mataair panas)
 - Mata air vulkanik
 - Mata air celah
- *Tenaga gravitasi*
 - Mata air cekungan, biasanya disebabkan permukaan tanah yang memotong muka air tanah
 - Mata air kontak, muncul pada daerah kontak antara batuan lulus air dan kedap air
 - Mata air artesis, berasal dari air tanah tertekan
 - Mata air pada batuan kedap, terjadi pada saluran atau retakan di batuan kedap
 - Mata air retakan atau pipa, mataair yang terjadi dari pipa lava, pelarutan atau retakan batuan yang berhubungan dengan air tanah.

- e. Klasifikasi mata air berdasarkan tipe material pembawa air
 1. Mata air yang muncul dari material lulus air yang tipis (mata air *perched*, mata air dari tanah tua di bagian atas gunung, mata air talus, mata air *landslide*, mata air dari aluvium, mata air *pocket*, mata air *mesa*, mata air pada lubang di gurun, mata air *barrier*).
 2. Mata air yang muncul dari material lulus air yang tebal (mata air *chanel*, mata air *valley*, mata air *cliff*, mata air *dimple*, mata air *boundary*/lereng aluvial).
 3. Mata air yang muncul pada perselingan batuan lulus dan kedap air (mata air monoklinal, mata air sinklinal, mata air antiklinal, mata air ketidakselarasan)
 4. Mata air yang muncul dari saluran pelarutan (mata air yang muncul di lubang batuan gamping)
 5. Mata air pada lava
 6. Mata air yang muncul dari retakan batuan.

2.1.3. Kualitas Air

Berdasarkan Kepmen Kesehatan Republik Indonesia No. 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum, Kriteria mata air dapat dilihat dari warna, bau, rasa, kekeruhan, pH, DO, kesadahan, kandungan kimia dalam air (nitrit, nitrat, besi, mangan, kromium dan timbal). Selain itu juga dapat dilihat dari debit mata air, struktur geologi, dan jenis vegetasi yang berada di sekitar mata air.

Kualitas air dari mata air akan sangat tergantung dari lapisan mineral tanah yang dilaluinya. Hal ini menunjukkan karakter-karakter khusus dari mata air tersebut. Kebanyakan air yang bersumber dari mata air kualitasnya baik sehingga umumnya digunakan sebagai sumber air minum oleh masyarakat sekitarnya.

Berikut ini adalah beberapa karakteristik atau indikator kualitas air yang disarankan untuk dikaji dalam analisis pemanfaatan sumberdaya air untuk berbagai keperluan, terutama untuk penelitian kualitas air (Asdak, 2002 : 504),

1. Muatan sedimen. Kualitas fisik perairan sebagian besar ditentukan oleh jumlah konsentrasi sedimen yang terdapat di perairan tersebut. Muatan sedimen total yang terdapat dalam aliran air terdiri atas sedimen merayap (*bedload*) dan sedimen melayang (*suspended sedimen*). Untuk suatu system daerah aliran air, terutama yang terletak di daerah hulu, jumlah muatan sedimen yang terlarut

dalam aliran air mempunyai pengaruh yang menentukan terhadap kualitas air di tempat tersebut. Pengaruh tersebut diwujudkan dalam bentuk pengaruh muatan sedimen pada besar-kecilnya dan kedalaman cahaya matahari yang masuk ke dalam aliran air.

2. Tingkat kekeruhan. Kekeruhan biasanya menunjukkan tingkat kejernihan aliran air atau kekeruhan aliran air yang diakibatkan oleh unsur-unsur muatan sedimen, baik yang bersifat mineral maupun organik. Kekeruhan air dapat dianggap sebagai indikator kemampuan air dalam meloloskan cahaya yang jatuh di atas badan air, apakah cahaya tersebut kemudian disebar atau diserap oleh air tersebut. Semakin kecil atau rendah tingkat kekeruhan air, semakin dalam cahaya dapat masuk ke dalam badan air, dan dengan demikian, semakin besar kesempatan bagi vegetasi akuatis untuk melakukan proses fotosintesis. Dan semakin meningkatnya proses fotosintesis, maka semakin besar persediaan oksigen dalam air.
3. Gas terurai. Kandungan gas oksigen terurai dalam air mempunyai peranan menentukan untuk kelangsungan hidup organism akuatis dan untuk berlangsungnya proses reaksi kimia yang terjadi di dalam badan air. Gas terurai dalam aliran air yang perlu mendapat perhatian adalah oksigen (O), karbondioksida (CO₂), dan nitrogen (N).

Indicator kualitas air lain yang dianggap penting untuk dikaji adalah logam berat, yang meliputi komponen kimia Cu, Cd, Pb, Zn, dan Hg. Indikator kimia kualitas air yang berkaitan dengan pemanfaatan pestisida (*organochlorin*), H₂S, NO₂, dan NH₃. Sementara untuk aspek biotic kualitas air yang umum di evaluasi adalah *coliform*, *benthos* dan *plankton*.

4. Suhu air. Merupakan faktor penenti atau pengendali kehidupan flora dan fauna akuatis, terutama suhu dalam air yang telah melampaui ambang batas (terlalu hangat atau terlalu dingin) bagi kehidupan flora dan fauna akuatis tersebut di atas. Jenis, jumlah dan keberadaan flora dan fauna akuatis seringkali berubah dengan adanya perubahan suhu air, terutama kenaikan suhu perairan yang mengakibatkan kenaikan aktivitas biologi dan pada gilirannya memerlukan banyak oksigen di dalam perairan tersebut. Kenaikan suhu suatu perairan alamiah umumnya disebabkan oleh aktivitas penebangan vegetasi di sepanjang tebing aliran air tersebut.

5. pH air. Dimanfaatkan untuk menentukan indeks pencemaran dengan melihat tingkat keasaman atau kebasaan air yang dikaji, terutama oksidasi sulfur dan nitrogen pada proses pengasaman dan oksidasi kalsium dan magnesium pada proses pembasaan. Angka pH 7 adalah netral, sedangkan angka pH lebih besar dari 7 menunjukkan air bersifat basa dan terjadi ketika ion-ion karbon dominan. Sedangkan pH lebih kecil dari 7 menunjukkan air bersifat asam.

2.2. Penggunaan Lahan

Menurut Arsyad (2010 : 311), penggunaan lahan (*Land Use*) diartikan sebagai setiap bentuk intervensi (campur tangan) manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik material maupun spiritual. Penggunaan lahan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu penggunaan lahan pertanian dan penggunaan lahan bukan pertanian. Penggunaan lahan pertanian dibedakan berdasarkan atas penyediaan air dan komoditi yang diusahakan dan dimanfaatkan atau atas jenis tumbuhan atau tanaman yang terdapat di atas lahan tersebut. Berdasarkan hal ini dikenal macam penggunaan lahan seperti tegalan (pertanian lahan kering atau pertanian pada lahan tidak beririgasi), sawah, kebun kopi, kebun karet, padang rumput, hutan produksi, hutan lindung, padang alang-alang dan sebagainya. Penggunaan lahan bukan pertanian dapat dibedakan ke dalam lahan kota atau desa (permukiman), industri, rekreasi, pertambangan dan sebagainya.

Perubahan penggunaan lahan adalah bertambahnya suatu penggunaan lahan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lainnya diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada kurun waktu yang berbeda (Wahyunto et al., 2001). Perubahan penggunaan lahan dalam pelaksanaan pembangunan tidak dapat dihindari. Perubahan tersebut terjadi karena dua hal, pertama adanya keperluan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang makin meningkat jumlahnya dan kedua berkaitan dengan meningkatnya tuntutan akan mutu kehidupan yang lebih baik.

2.2.1. Hubungan Perubahan Guna Lahan Dengan Mata Air

Pergerakan airtanah pada berbagai tempat akan mengakibatkan airtanah keluar ke permukaan bumi sebagai mataair (*spring*) ataupun rembesan (*seepage*) dengan debit yang bervariasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik dan persebaran mataair antara lain: perubahan morfologi lereng, proses geomorfologis, jenis batuan, dan struktur geologis penyusunnya. Perubahan morfologi yang ditandai oleh adanya tekuk

lereng atau pemotongan topografi, akan menyebabkan pemunculan aliran airtanah dari dalam akuifer ke permukaan bumi, baik secara terpusat maupun rembesan.

Perlapisan antara batuan yang bersifat porous, seperti bahan-bahan piroklastis atau bahan-bahan aluvium di bagian atas, dengan batuan yang bersifat kedap air, seperti batuan beku di bagian bawah yang relatif kompak, juga akan menyebabkan mengalirnya airtanah melalui batas perlapisan tersebut, dan muncul sebagai mataair kontak. Demikian juga kedudukan antara satu perlapisan batuan dengan perlapisan yang lain, dan struktur geologis yang menyusunnya, seperti patahan, retakan, maupun pelipatan, merupakan faktor lain pengontrol pemunculan dan pola sebaran mataair. Pemunculan mataair di suatu tempat, juga tidak terlepas dari kedudukan lokasi itu sendiri, kaitannya dengan tenaga gravitatif yang mempengaruhinya maupun energi-energi lain, seperti tekanan hidrostatik yang kuat akibat struktur perlapisan batuan yang sangat tebal (*geyser*), atau akibat dorongan energi magma pada daerah vulkanik.

Proses-proses geomorfologis yang bekerja pada suatu daerah, sangat menentukan dinamika bentang lahan di wilayah tersebut. Hal ini secara langsung maupun tidak langsung, dalam jangka waktu yang lama akan mempengaruhi keberadaan dan karakteristik mataair di daerah tersebut. Munculnya mataair di daerah vulkanik lebih disebabkan oleh tenaga dari dalam bumi, sebagai mataair non gravitasi. Pada daerah yang berumur Kuartar terdiri atas material lepas hasil erupsi gunungapi berupa pasir dan kerikil, dan kemungkinan mempunyai air tanah tertekan, sehingga terdapat akumulasi air yang muncul secara melimpah ke permukaan berupa mataair (Hertanto, 2011)

Selain itu penggunaan lahan juga mempunyai pengaruh besar terhadap kondisi air tanah, hal ini akan mempengaruhi kondisi tanah dan batuan yang pada akhirnya juga akan mempengaruhi keseimbangan lereng. Pengaruhnya dapat bersifat memperbesar atau memperkecil kekuatan geser tanah pembentuk lereng (Misdiyanto, 1992 dalam Sahab, 2009). Berdasarkan penelitian Sahab (2009) yang dilakukan di Desa Megamendung, Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor, Propinsi Jawa Barat dengan judul “Hubungan Rehabilitasi Lahan Dengan Hasil Air”, menunjukkan bahwa mengalirnya kembali mata air disebabkan karena adanya peningkatan laju infiltrasi pada lahan yang mengalami perubahan jenis vegetasi. Peningkatan laju infiltrasi tersebut disebabkan karena adanya perbaikan sifat-sifat tanah dari bahan organik tanah, porositas dan kapasitas lapang pada lahan. Peningkatan sifat-sifat tanah tersebut merupakan pengaruh dari adanya vegetasi yang menghasilkan lebih banyak serasah yang

meningkatkan kandungan bahan organik, porositas tanah, dan kapasitas lapang tanah.

Sedangkan dalam jurnal penelitian karya Suryani dan Agus (2005) dikatakan bahwa, penggunaan lahan suatu kawasan sangat mempengaruhi kondisi hidrologi kawasan tersebut begitu juga sebaliknya. Kegiatan yang bersifat merubah tipe maupun jenis penggunaan lahan dapat memperbesar atau memperkecil hasil air (*water yield*) (Asdak, 1995). Pawitan (2002) dalam Erna (2005) mengemukakan bahwa perubahan penggunaan lahan dengan memperluas permukaan kedap air menyebabkan berkurangnya infiltrasi, menurunkan pengisian air bawah tanah (*recharge*) dan meningkatkan aliran permukaan (*runoff*). Penurunan muka air tanah secara langsung mempengaruhi penurunan debit. Begitu juga sebaliknya, peningkatan *runoff* secara langsung mempengaruhi peningkatan debit. Fenomena perubahan penggunaan lahan dan dampak yang ditimbulkan merupakan kejadian di alam yang perlu dipahami guna menentukan tindakan yang perlu dilakukan di masa yang akan datang.

2.3. Perlindungan Mata Air

Menurut Sanropie (1984), salah satu air tanah yang mempunyai debit air yang cukup baik dalam jumlah dan kualitas adalah mata air. Sesuai dengan kondisi mata air ini yang muncul di permukaan tanah, maka akan mudah mengalami kontaminasi yang berasal dari luar. Bahwa munculnya mata air ini dari dalam tanah sangat bervariasi untuk itu dalam membuat perlindungan mata air perlu disesuaikan dengan munculnya mata air tersebut.

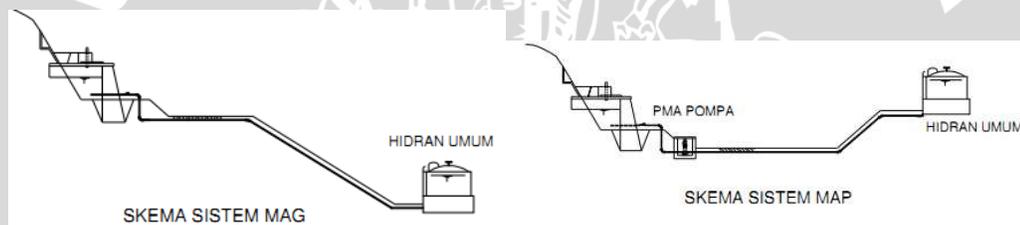
Ada dua hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan perlindungan mata air antara lain:

1. Peningkatan baik jumlah maupun mutu air yang ada setelah diadakan perlindungan .
2. Mencegah pengotoran yang mungkin timbul yang berasal dari luar. Sebelum mata air dikaptering atau ditangkap, hendaknya diadakan penyelidikan yang luas terlebih dahulu yang meliputi:
 - a. Asal air, Mata air di tebing setelah diselidiki ternyata mendapatkan airnya dari air rembesan berasal dari sawah sebelah atas. Apabila sawahnya ditiadakan untuk bangunan-bangunan industri, mata air tidak mengeluarkan air. Mata air demikian disebut mata air palsu.
 - b. Debit mata air, baik dimusim hujan maupun di musim kemarau konstan.

- c. Kualitas air, pengambilan sampel untuk pemeriksaan kualitas air.
- d. Keadaan topografi sekelilingnya.
- e. Keadaan vegetasi disekitar mata air, sebab tumbuh-tumbuhan dapat merupakan penahan air yang jatuh dan mempengaruhi debit, seringkali terdapat pohon-pohon besar yang bertugas dalam rangka *water conservation*.
- f. Kemungkinan-kemungkinan pengotoran oleh air dari permukaan atau dari kegiatan masyarakat.

2.3.1. Perlindungan Fisik Mata Air

Perlindungan fisik mata air berupa perlindungan secara struktur terhadap bangunan mata air. Berdasarkan Modul Petunjuk Praktis Pembangunan Penangkap Mata Air, bangunan PMA (Penangkap Mata Air) adalah bangunan untuk menangkap dan melindungi mata air terhadap pencemaran dan dapat juga dilengkapi dengan bak penampung.



Gambar 2. 2. Skema Sistem Bangunan Mata Air

Berdasarkan cara pengalirannya terdapat dua jenis pengaliran yaitu pengaliran mata air dengan cara gravitasi (MAG) dan perngaliran mata air dengan cara pompa (MAP). Sedangkan dalam perencanaan bangunan perlindungan mata air perlu diperhatikan:

1. Segi fungsional, bahwa bangunan *captering*/penangkap akan memberikan debit yang cukup dan berfungsi sebagaimana mestinya.
2. Segi konstruksi, bangunan *captering*/penangkap: kuat, awet bagian-bagian yang memerlukan rapat air dan sebagainya.
3. Segi higienis, harus bebas dari kemungkinan-kemungkinan pengotoran, untuk itu perlu diperhartikan hal-hal sebagai berikut :
 - a. Letak dan perencanaan bangunan kaptering harus dibuat sedimikian rupa sehingga air permukaan harus melewati tanah setelah paling sedikit 3 meter sebelum mencapai air tanah.

- b. Sekeliling atas bangunan dibuat selokan pengeringan (*drainage*) untuk mencegah masuknya air permukaan ke daerah bangunan.
- c. Sekeliling bangunan harus dibuat pagar agar binatang-binatang tidak dapat masuk ke daerah ini, demikian pula orang-orang yang tidak berkepentingan.
- d. Bangunan-bangunan pengumpul air harus dibuat sedemikian rupa sehingga sinar matahari tidak dapat masuk, sehingga pertumbuhan *algae* dapat dihindari.
- e. Pipa peluap harus terletak sedemikian rupa sehingga air permukaan tidak dapat masuk, pada waktu musim hujan.
- f. Lubang pemeriksaan (*manhole*) yang ada harus ditutup rapat.
- g. Permukaan tembok bagian dalam desinfeksi terlebih dahulu dengan mencucinya dengan air yang mengandung khlor sebelum bangunan digunakan.
- h. Ada tidaknya perlakuan fisik yang dilakukan yang mampu memperbaiki kualitas air seperti penambahan kaporit atau tawas dan sebagainya.

2.3.2. Zona Perlindungan Sumber Air Baku

Menurut Hendrayana dalam modulnya yang berjudul Zona Perlindungan Air Baku, Sumber air yang dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat harus dilindungi dari proses pencemaran. Penentuan zona Perlindungan Sumber Air Baku didasarkan pada faktor-faktor kesehatan dan biologis. Di negara Jerman dan negara-negara Eropa secara umum dikenal 3 macam zona Perlindungan Sumber Air Baku :

Zona Perlindungan I : yaitu daerah perlindungan yang bertujuan untuk melindungi air dari semua zat pencemar yang secara langsung atau tidak langsung menyebabkan degradasi kualitas air, dengan radius ditentukan sejauh 10 – 15 meter dari sumber air.

Zona Perlindungan II : yaitu daerah perlindungan yang bertujuan untuk melindungi sumber air baku dari bahaya pencemaran bakteri pathogen yang dapat menyebabkan degradasi kualitas air, dengan luas yang diperhitungkan berdasarkan jarak tempuh bakteri colli selama 50 (lima puluh) hari kesumber air baku.

Zona Perlindungan III : yaitu daerah perlindungan yang bertujuan untuk melindungi sumber air baku dari pencemaran kimiawi dan radioaktif yang tidak

dapat mengalami degradasi dalam waktu singkat, dengan luas yang ditentukan berdasarkan luas tangkapan air.

Berdasarkan kriteria dan tata cara yang ditetapkan dalam Buku Petunjuk Penyusunan Pola RLKT. Fungsi berdasarkan kriteria dapat dibagi menjadi:

a. Kawasan lindung

Adalah suatu wilayah yang keadaan sumber daya alam air, flora dan fauna seperti hutan lindung, hutan suaka, hutan wisata, daerah sekitar mata air, alur sungai dan kawasan lindung lainnya sebagaimana diatur dalam Kepres 32 Tahun 1990. Dan memiliki beberapa syarat berikut:

- Mempunyai kemiringan lahan lebih dari 40 %
- Jenis tanahnya sangat peka terhadap erosi (regosol, litosol, organosol dan renzina) dengan kemiringan lapangan lebih dari 15 %
- Merupakan jalur pengaman aliran air atau sungai yaitu sekurang-kurangnya 100 meter di kiri-kanan sungai besar dan 50 meter kiri-kanan anak sungai
- Merupakan perlindungan mata air, yaitu sekurang-kurangnya radius 200 meter di sekeliling mata air
- Mempunyai perlindungan danau atau waduk, yaitu 50-100 meter sekeliling danau atau waduk
- Mempunyai ketinggian 2000 meter atau lebih di atas permukaan laut
- Merupakan kawasan Taman Nasional yang lokasinya telah ditetapkan oleh pemerintah
- Guna keperluan khusus dan ditetapkan sebagai kawasan lindung

b. Kawasan penyangga

Adalah suatu wilayah yang dapat berfungsi lindung dan berfungsi budidaya, terletak diantara kawasan fungsi lindung dan kawasan fungsi budidaya seperti hutan produksi terbatas, perkebunan (tanaman keras), kebun campur dan lain yang sejenis.

Suatu satuan lahan ditetapkan sebagai kawasan fungsi penyangga apabila memenuhi kriteria umum sebagai berikut:

- Keadaan fisik satuan lahan memungkinkan untuk dilakukan budidaya secara ekonomis
- Lokasinya secara ekonomis mudah dikembangkan sebagai kawasan penyangga

- Tidak merugikan dilihat dari segi ekologi atau lingkungan hidup bila dikembangkan sebagai kawasan penyangga
- c. Kawasan budidaya tanaman tahunan
Adalah kawasan budidaya yang diusahakan dengan tanaman tahunan seperti hutan produksi tetap, hutan tanaman industri, hutan rakyat, perkebunan (tanaman keras) dan tanaman buah-buahan.
Suatu satuan lahan ditetapkan sebagai kawasan dengan fungsi budidaya tanaman tahunan, apabila mempunyai tingkat kemiringan lahan 15 – 40 % dan memiliki kriteria umum seperti pada kawasan fungsi penyangga.
- d. Kawasan budidaya tanaman semusim
Adalah kawasan yang mempunyai fungsi budidaya dan diusahakan dengan tanaman semusim terutama tanaman pangan atau untuk permukiman. Untuk memelihara kelestarian kawasan fungsi budidaya tanaman semusim, pemilihan jenis komoditi harus mempertimbangkan kesesuaian fisik terhadap komoditi yang akan dikembangkan. Untuk kawasan permukiman, memenuhi kriteria tersebut diatas, secara mikro lahannya mempunyai kemiringan tidak lebih dari 8 %.

2.4. Konservasi Tanah

Konservasi tanah dapat diartikan sebagai penempatan setiap bidang tanah pada cara penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukannya sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan (Arsyad, 2010 : 167)

Tujuan utama konservasi tanah adalah untuk mendapatkan tingkat keberlanjutan produksi lahan dengan menjaga laju kehilangan tanah tetap dibawah ambang batas yang diperkenankan.

2.4.1. Konservasi Secara Vegetatif

Metode vegetative memanfaatkan bagian-bagian dari tanaman untuk menahan air hujan agar tidak langsung mengenai tanah, misalnya daun, batang, dan ranting. Selain itu akar tanaman juga berfungsi untuk memperbesar kapasitas infiltrasi tanah. Metode vegetative dalam pelaksanaannya meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut: (Bisri, 2009 : 132)

1. Reboisasi dan penghijauan

Reboisasi adalah penghutanan kembali tanah-tanah hutan milik Negara yang gundul dengan tanaman-tanaman keras, misalnya pohon pinus, jati, mahoni. Sedangkan penghijauan adalah penanaman kembali tanah-tanah selain tanah hutan negara antara lain dengan cengkeh, jambu, durian dan nangka.

2. Penanaman secara kontur

Penanaman secara kontur adalah penanaman tanaman yang searah garis kontur atau tegak lurus lereng. Semua tindakan pengolahan tanah harus searah kontur. Metode ini sangat cocok untuk tanah yang memiliki lereng dengan kemiringan 3-8%.

3. Penanaman tanaman dalam larikan

Metode ini menggunakan beberapa tanaman yang ditanam dalam strip yang berselang-seling dan searah garis kontur. Cara yang efektif adalah dengan membuat larikan-larikan secukupnya. Larikan pertama ditanami tanaman penutup tanah, misalnya rumput-rumputan sedangkan larikan kedua ditanami palawija, begitu seterusnya. Hal ini dimaksudkan untuk memperlambat laju aliran permukaan. Biasanya terdiri dari tanaman pangan atau tanaman semusim yang digunakan untuk lereng dengan kemiringan antara 6-15% dengan lebar strip 20-50 cm.

4. Pergiliran tanaman

Pergiliran tanaman adalah suatu system bercocok tanam pada sebidang tanah, terdiri dari beberapa tanaman yang ditanam secara berturut-turut pada waktu tertentu kemudian setelah masa panennya kembali lagi pada tanaman semula. Hal ini bertujuan untuk mencegah erosi, meningkatkan produksi pertanian, memberantas tumbuhan pengganggu, serta memperbaiki sifat tanah dan kesuburan tanah.

5. Tumpang gilir (*Relay Cropping*)

Tumpang gilir adalah system bercocok tanam dengan menggunakan dua atau lebih jenis tanaman dalam satu bidang tanah, dimana tanaman kedua ditanam setelah tanaman pertama berbunga. Selain untuk mencegah erosi, tumpang gilir juga bermanfaat untuk mempertinggi intensitas penggunaan tanah.

6. Tanaman lorong (*Alley Cropping*)

Tanaman lorong adalah system bercocok tanam dengan menggunakan dua atau lebih jenis tanaman dalam satu bidang tanah, dimana salah satu jenis tanaman yang ditanam adalah tanaman legume non pangan.

7. Pemulsaan

Pemulsaan adalah menutupi permukaan tanah dengan sisa-sisa tanaman. Pemulsaan berfungsi untuk melindungi tanah permukaan dari daya pukul butir-butir hujan dan dari daya kikis aliran permukaan.

Menurut Arsyad (2010 : 275) Tanaman penutup tanah adalah tumbuhan atau tanaman yang khusus ditanam untuk melindungi tanah dari ancaman kerusakan oleh erosi dan untuk memperbaiki sifat kimia dan fisik tanah. Tanaman penutupan tanah berperan :

1. Menahan atau mengurangi daya perusak butir-butir hujan yang jatuh dan aliran air diatas permukaan tanah.
2. Menambah bahan organik tanah melalui batang, ranting, dan daun mati yang jatuh.
3. Melakukan tranpirasi, yang mengurangi kandungan air tanah.

Tumbuhan atau tanaman yang sesuai untuk digunakan sebagai penutup tanah dan digunakan dalam system pergiliran tanaman harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Mudah diperbanyak, sebaiknya dengan biji
2. Mempunyai sistem perakaran yang tidak menimbulkan kompetisi berat bagi tanaman pokok, tetapi mempunyai sifat pengikat tanah yang baik dan tidak mensyaratkan tingkat kesuburan tanah yang tinggi
3. Tumbuh cepat dan banyak menghasilkan daun
4. Toleransi terhadap pemangkasan
5. Resisten terhadap hama, penyakit, dan kekeringan
6. Mampu menekan pertumbuhan gulma
7. Mudah diberantas jika tanah akan digunakan untuk penanaman tanaman semusim atau tanaman pokok lainnya
8. Sesuai dengan kegunaan atau reklamasi tanah
9. Tidak mempunyai sifat-sifat yang tidak menyenangkan seperti duri dan sulur-sulur yang membelit

Tabel 2. 4. Penggunaan dan Jenis Tanaman Penutup Tanah

Golongan	Penggunaan	Jenis Tanaman	Keterangan
Tanaman penutup tanah rendah	Pola pertanaman rapat	<i>Calapogonium muconoides</i> Desv.	Tumbuh pada ketinggian 300 m, pada perkebunan karet yang masih muda
		<i>Centrosema pubescens</i> Benth	Tumbuh pada ketinggian 250 m, pada perkebunan karet tua
		<i>Mimosa invisa</i> Mart	Berduri banyak, tidak cocok untuk perkebunan
	Pola pertanaman barisan	<i>Eupatorium triplinerve</i> Vahl	Dapat tumbuh baik pada tanah miskin, sebagai pelindung teras
		<i>Salvia occidentalis</i> Schwartz	Banyak dipakai pada perkebunan kopi dan karet, juga di tepi teras
		<i>Ageratum mexicanum</i> Sims	Dapat tumbuh pada hamper seluruh jenis tanah, lebih baik di lahan basah
	Perlindungan teras atau saluran-saluran air	<i>Indigofera endecaphylla</i> Jacq	Tumbuh sebagai semak, di berbagai kondisi tanah, iklim dan peneduh
		<i>Ageratum conyzoides</i> L	Tumbuh pada ketinggian 1750 m, cocok untuk tempat yang teduh
		<i>Erechtites valerianifolia</i> Rasim	Tumbuh pada ketinggian 0-2200 m, ditemukan pada kebun teh tua
		<i>Borreria latifolia</i> Schum	Dapat tumbuh pada tanah-tanah miskin
<i>Oxalis corymbosa</i> DC dan <i>Oxalis latifolia</i> HBK		Dijumpai pada perkebunan teh	
Tanaman penutup tanah sedang	Pola pertanaman teratur di antara baris tanaman pokok	<i>Clibadium surinamense</i> var <i>asperum</i> baker	Merupakan tanaman komposit, digunakan pada perkebunan muda
		<i>Aeupatorium pallessens</i> DC	Dapat tumbuh di daerah masam, dimana <i>Clabadium</i> tidak dapat tumbuh
	Pola pertanaman pagar	<i>Lantana camara</i> L	Banyak ditanam di antara barisan tanaman karet pada perkebunan karet di Sumatera
		<i>Crotalaria anagyroides</i> HBK	Dapat tumbuh cepat, daunnya dapat untuk makan ternak
		<i>Tephrosia candida</i> DC	Banyak tumbuh di sepanjang pantai Pulau Jawa sampai ketinggian 1650 m
Ditanam di luar areal pertanaman utama, penguat tebing / teras	<i>Desmodium gyroides</i> DC	Dapat tumbuh baik pada ketinggian kurang dari 800 m	
	<i>Leucaena glauca</i> (L) Benth	Merupakan sumber bahan organik atau mulsa. Ditanam bercampur dengan jenis leguminosa yang merambat atau berbentuk pohon tahan pangkasan	
	<i>Titonia tagetiflora</i> Desp		
Tanaman penutup tanah tinggi	Di antara baris tanaman utama	<i>Albizia falcate</i>	Tumbuh di ketinggian 1600 m, ditanam secara teratur diantara tanaman pokok
	Dalam barisan	<i>Leucaena glauca</i>	Tumbuh pada ketinggian 1500 m, perakarannya sangat dalam. Dipakai sebagai pagar

Golongan	Penggunaan	Jenis Tanaman	Keterangan
	Melindungi jurang, tebing	<i>Albizia falcate</i> dan <i>Leucaena glauca</i>	Dapat ditanam pada pagar
Tumbuhan yang tidak disukai		<i>Imperata cylindrica</i> BEAU, <i>Pacium repens</i> L	Dapat berfungsi sebagai penutup tanah tetapi tidak disukai karena merugikan tanaman pokok

Sumber: Suripin (2003 : 105)

2.4.2. Konservasi Secara Mekanik

Penerapan teknik konservasi mekanis akan lebih efektif dan efisien jika dikombinasikan dengan teknik konservasi vegetatif. Seperti penggunaan rumput atau *legume* sebagai tanaman penguat teras, pemulsaan maupun pengaturan pola tanam.

Menurut Bisri (2009 : 133) usaha konservasi dengan mekanik bertujuan untuk memperkecil laju limpasan permukaan, sehingga daya rusaknya berkurang untuk menampung limpasan permukaan kemudian mengalirkannya melalui bangunan atau saluran yang telah dipersiapkan. Ada beberapa metode yang dapat digunakan (Utomo, 1994) dalam (Bisri 2009 : 134):

1. Pembuatan saluran pemisah

Saluran ini berfungsi agar limpasan permukaan dari lahan atas tidak masuk ke lahan, kemudian limpasan tersebut dialirkan melalui jalan air

2. Saluran Pembuangan Air (SPA)

Saluran pembuangan air adalah saluran pembuangan untuk menampung dan mengalirkan limpasan permukaan. Saluran ini dibangun searah lereng. Agar dasar saluran tidak terkikis, maka dasar saluran dilengkapi dengan pasangan batu-batuan atau dengan *vegetative lining*

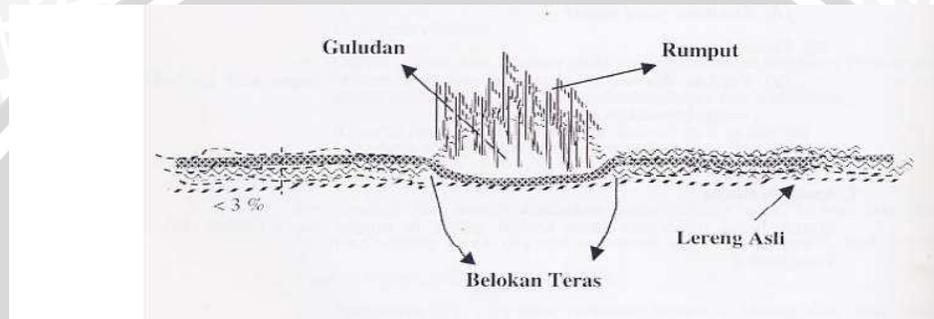
3. Pembuatan teras

Pembuatan teras dimaksudkan untuk mengurangi panjang dan kemiringan lereng, sehingga dapat memperkecil limpasan permukaan. Berdasarkan bentuk dan fungsinya ada beberapa macam teras, yaitu:

- a. Teras Saluran (*Channel Terrace*)

Teras saluran dibangun untuk mengumpulkan air aliran permukaan pada saluran yang telah dipersiapkan, kemudian dialirkan ke jalan air. Teras ini dibuat searah lereng dengan membuat tanggul dengan saluran di atasnya. Tanah untuk tanggul diambil dari kedua sisi tanggul. Ada tiga macam teras saluran:

- Teras datar. Teras datar digunakan untuk tanah dengan kemiringan kurang dari 3% dan untuk tanah dengan permeabilitas tinggi dan jenis tanah yang kering. Menurut Arsyad (2010), teras datar dibuat tepat menurut arah garis kontur dan pada tanah-tanah yang permeabilitasnya cukup besar sehingga tidak terjadi penggenangan dan tidak terjadi aliran air melalui tebing teras. Teras datar pada dasarnya berfungsi menahan dan menyerap air, dan juga sangat efektif dalam konservasi air di daerah beriklim agak kering pada lereng sekitar dua persen.



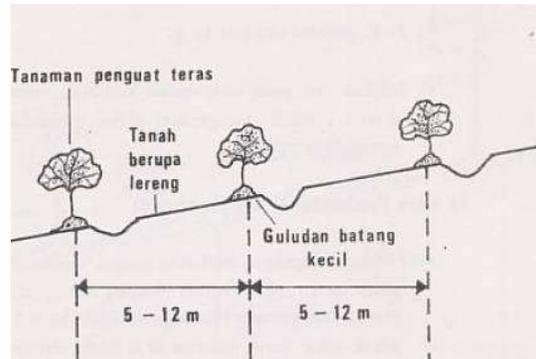
Gambar 2.3. Sketsa Penampang Samping Teras Datar

Sumber : Panduan Kehutanan Indonesia, 1999 dalam Priyono et al., 2002

Cara pembuatan teras datar adalah: (a) tanah digali menurut garis kontur dan tanah galiannya ditimbunkan ke tepi luar, (b) teras dibuat sejajar dengan garis kontur, (c) lebar guludan atas 0,37 – 0,5 m, lebar dasar guludan bawah menyesuaikan kemiringan guludan, (e) jarak tepi bawah saluran di bawah guludan terhadap tengah guludan 2,5 – 3,5 m, sedang jarak tepi atas saluran di atas guludan terhadap tengah guludan 3 – 6 m, (f) guludan ditanami rumput makanan ternak (Priyono, et al, 2002)

- Teras kredit. Merupakan bangunan konservasi tanah berupa guludan tanah atau batu sejajar kontur, bidang olah tidak diubah dari kelerengan tanah asli. Teras kredit merupakan gabungan antara saluran dan guludan menjadi satu (Priyono, et al., 2002). Teras kredit biasanya dibuat pada tempat dengan kemiringan lereng antara 3 sampai 10 persen, dengan cara membuat jalur tanaman penguat teras (lamtoro, kaliandra, gamal) yang ditanam mengikuti kontur. Jarak antara larikan 5 sampai 12 meter. Tanaman pada larikan teras berfungsi untuk menahan butir-butir tanah akibat erosi dari sebelah atas larikan. Lama kelamaan permukaan tanah bagian atas akan menurun, sedangkan bagian bawah yang mendekati

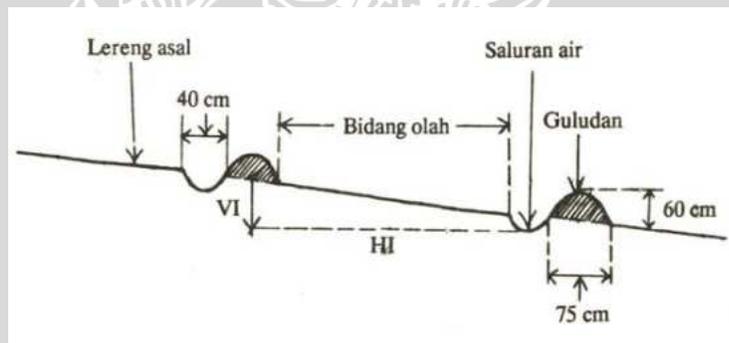
dengan jalur tanaman akan semakin tinggi. Proses ini berlangsung terus-menerus sehingga bidang olah menjadi datar atau mendekati datar. (Sukartaatmadja, 2004).



Gambar 2. 4 Penampang Teras Kredit

Sumber : Panduan Kehutanan Indonesia, 1999 dalam Priyono et al., 2002

- Teras gulud adalah barisan guludan yang dilengkapi dengan saluran air di bagian belakang gulud. Metode ini dikenal pula dengan istilah guludan bersaluran. Bagian-bagian dari teras gulud terdiri atas guludan, saluran air, dan bidang olah **Gambar 2.5.**



Gambar 2. 5. Sketsa Penampang Samping Teras Gulud

Sumber : Pedoman Umum Budidaya Pertanian di Lahan Pegunungan

Fungsi dari teras gulud yaitu untuk menahan laju aliran permukaan dan meningkatkan penyerapan air ke dalam tanah. Saluran air dibuat untuk mengalirkan aliran permukaan dari bidang olah ke saluran pembuangan air. Untuk meningkatkan efektivitas teras gulud dalam menanggulangi erosi dan aliran permukaan, guludan diperkuat dengan tanaman penguat teras. Jenis tanaman yang dapat digunakan sebagai penguat teras bangku juga dapat digunakan sebagai tanaman penguat teras gulud. Sebagai kompensasi dari kehilangan luas bidang olah, bidang teras gulud dapat pula ditanami dengan tanaman bernilai ekonomi (*cash crops*), misalnya

tanaman katuk, cabai rawit, dan sebagainya. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan teras gulud:

- Teras gulud cocok diterapkan pada lahan dengan kemiringan 10-40%, dapat juga pada lahan dengan kemiringan 40-60% namun relatif kurang efektif
- Pada tanah yang permeabilitasnya tinggi, guludan dapat dibuat menurut arah kontur. Pada tanah yang permeabilitasnya rendah, guludan dibuat miring terhadap kontur, tidak lebih dari 1% ke arah saluran pembuangan. Hal ini ditujukan agar air yang tidak segera terinfiltrasi ke dalam tanah dapat tersalurkan ke luar ladang dengan kecepatan rendah.

- Teras bangku berlawanan lereng atau teras tajam (*steep terrace*)
- Teras pengairan (*irrigation terrace*). Dibangun dengan cara membuat tanggul di ujung teras agar air dapat tersimpan di teras tersebut.

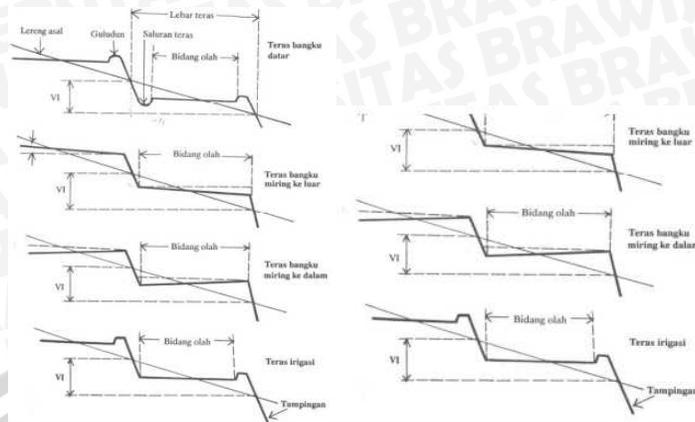
b. Teras Bangku atau Tangga (*Bench Terrace*)

Teras bangku dimaksudkan untuk mengurangi panjang lereng, dengan jalan memotong lereng dan meratakan tanah di bawahnya, sehingga terbentuk deretan bangku atau tangga. Teras bangku dibangun pada tanah dengan kemiringan antara 20-30% dan mempunyai solum tanah yang cukup dalam. Ada berbagai macam teras bangku yang dapat ditemukan di lapangan:

- Teras bangku datar (*level terrace*)
- Teras bangku miring (*slope terrace*)

Teras bangku dapat dibuat datar (bidang olah datar, membentuk sudut 0° dengan bidang horizontal), miring ke dalam atau goler kampak (bidang olah miring beberapa derajat ke arah yang berlawanan dengan lereng asli), dan miring keluar (bidang olah miring ke arah lereng asli). Teras biasanya dibangun di ekosistem lahan sawah tadah hujan, lahan tegalan, dan berbagai sistem wanatani. Tipe teras bangku dapat dilihat dalam

Gambar 2.6.



Gambar 2. 6. Sketsa Empat Tipe Teras Bangku
Sumber : Pedoman Umum Budidaya Pertanian di Lahan Pegunungan

Teras bangku miring ke dalam (goler kampak) dibangun pada tanah yang permeabilitasnya rendah, dengan tujuan agar air yang tidak segera terinfiltrasi menggenangi bidang olah dan tidak mengalir ke luar melalui talud di bibir teras. Teras bangku miring ke luar diterapkan di areal di mana aliran permukaan dan infiltrasi dikendalikan secara bersamaan, misalnya di areal rawan longsor. Teras bangku goler kampak memerlukan biaya relatif lebih mahal dibandingkan dengan teras bangku datar atau teras bangku miring ke luar, karena memerlukan lebih banyak penggalian bidang olah.

Efektivitas teras bangku sebagai pengendali erosi akan meningkat bila ditanami dengan tanaman penguat teras di bibir dan tampungan teras. Rumput dan legum pohon merupakan tanaman yang baik untuk digunakan sebagai penguat teras. Tanaman murbei sebagai tanaman penguat teras banyak ditanam di daerah pengembangan ulat sutera. Teras bangku adakalanya dapat diperkuat dengan batu yang disusun, khususnya pada tampungan. Model seperti ini banyak diterapkan di kawasan yang berbatu.

Beberapa hal yang perlu mendapat perhatian dalam pembuatan teras bangku adalah:

- Dapat diterapkan pada lahan dengan kemiringan 10-40%, tidak dianjurkan pada lahan dengan kemiringan >40% karena bidang olah akan menjadi terlalu sempit.
- Tidak cocok pada tanah dangkal (<40 cm)

- Tidak cocok pada lahan usaha pertanian yang menggunakan mesin pertanian.
- Tidak dianjurkan pada tanah dengan kandungan aluminium dan besi tinggi.
- Tidak dianjurkan pada tanah-tanah yang mudah longsor.

2.5. Studi Terdahulu

Studi terdahulu dengan tema yang sama dengan studi yang diambil oleh peneliti dengan lokasi yang berbeda antara lain oleh :

1. Jurnal penelitian oleh Adipandang Yudono, Arief Rachmansyah, Sri Sudaryanti dan Sudarto (2011) dengan Judul “*Comprehensive Social Participatory Model for Water Springs Conservation Management in Indonesia*”
2. Jurnal penelitian oleh Erna Suryani dan Fahmuddin Agus (2005) dengan Judul “Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya Terhadap Karakteristik Hidrologi (Studi Kasus DAS Cijalupang, Bandung, Jawa Barat)”
3. Tesis oleh M. Khoirul Rizal (2009) dengan Judul “Analisis Pemetaan Zonasi Resapan Air Untuk Kawasan Perlindungan Sumberdaya Air Tanah (*Groundwater*) PDAM Tirtanadi Sibolangit Kabupaten Deli Serdang Propinsi Sumatera Utara”
4. Skripsi oleh Ahmad Sahab (2009) dengan Judul “Hubungan Rehabilitasi Lahan Dengan Hasil Air (Studi Kasus di Blok S Cipendawa, Desa Megamendung, Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor, Propinsi Jawa Barat)”

Tabel 2.5. berikut ini menunjukkan perbedaan antara studi terdahulu dengan studi yang akan dilaksanakan oleh peneliti. Hal yang perlu dilihat perbedaannya meliputi lokasi studi, variabel penelitian, metode analisis dan hasil studi.

Tabel 2. 5. Studi Terdahulu

No.	Penelitian	Variabel	Metode Analisis	Hasil Penelitian	Perbedaan
1.	Adipandang Yudono dkk (2011) "Comprehensive Social Participatory Model for Water Springs Conservation Management in Indonesia"	1. Karakteristik lahan 2. Kondisi sekitar mata air 3. Masyarakat 4. Partisipasi publik 5. Konservasi	Focus Group Discussion (FGD)	Perencanaan pengelolaan mata air dan rekomendasi untuk pengguna mata air	Variabel dan metode yang digunakan dalam penelitian terdahulu meliputi aspek sosial berupa partisipasi masyarakat dalam pengelolaan konservasi mata air. Sedangkan dalam penelitian ini variabel yang digunakan hanya sampai konservasi daerah mata air tanpa memasukkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaannya.
2.	Erna Suryani dan Fahmuddin Agustus (2005) Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya Terhadap Karakteristik Hidrologi (Studi Kasus DAS Cijalupang, Bandung, Jawa Barat)	1. Penggunaan lahan 2. Perubahan Guna Lahan 3. Karakteristik hidrologi	1. Analisis penggunaan lahan 2. Analisis SWAT	1. Dalam periode 1991-2002 di DAS Cilajupang (2.792 ha) telah terjadi pengurangan luas kebun campuran dan hutan. Seiring dengan pengurangan luas kebun campuran dan hutan terjadi peningkatan luas tegalan dan permukiman. 2. Perubahan penggunaan lahan meningkatkan total hasil air tahunan meskipun tidak signifikan. Perubahan yang signifikan terjadi pada komponen aliran. 3. Meningkatnya aliran permukaan disebabkan menurunnya kemampuan tanah meretensi air.	Dalam penelitian terdahulu digunakan analisis SWAT untuk mengetahui hubungan antara perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik hidrologi DAS sehingga hasil yang didapat sifatnya lebih detail. Sedangkan dalam penelitian ini analisis yang digunakan untuk mengetahui perubahan guna lahan terhadap mata air dilakukan dengan analisis deskriptif-evaluasi, sehingga hasilnya lebih bersifat umum.
3.	M. Khoirul Rizal (2009) Analisis Pemetaan Zonasi Resapan Air Untuk	1. Bentang alam (<i>land scape</i>) 2. Topografi wilayah	1. Metoda deskriptif untuk menghimpun data dasar dengan membuat gambaran	1. Dari analisis topografi dengan peta kontur yang dideliniasi menjadi zonasi	Dalam studi terdahulu dilakukan penelitian air tanah milik PDAM Tirtanadi. Sedangkan dalam

No.	Penelitian	Variabel	Metode Analisis	Hasil Penelitian	Perbedaan
	Kawasan Perlindungan Sumberdaya Air Tanah (<i>Groundwater</i>) PDAM Tirtanadi Sibolangit Kabupaten Deli Serdang Propinsi Sumatera Utara	untuk menentukan batas-batas alami dari suatu kawasan daerah resapan (<i>recharge area</i>) 3. Sebaran batuan berdasarkan peta geologi 4. Sebaran vegetasi (tutupan lahan) berdasarkan peta landsat	mengenai situasi, kondisi, atau kejadian 2. Analisis infiltrasi, perkolasi, permeabilitas, kerapatan lindak, curah hujan, tutupan lahan dan pengelolaan lahan. 3. Analisis SIG. Lokasi titik-titik pengukuran dipetakan dengan menggunakan alat GPS untuk diplot pada peta dasar yang dikutip dari Peta Rupa Bumi Indonesia (1998) lembar Sibolangit skala 1:50.000.	resapan dengan melihat karakteristik dan keseragaman sebaran kontur diperoleh tiga zona. 2. Dari hasil analisis Sistem Informasi Geografis diperoleh luas struktur geologi dan hidrogeologi tiap zonasi, sedangkan dari hasil pengamatan diperoleh laju infiltrasi, laju perkolasi, permeabilitas dan kerapatan lindak yang tertinggi dan terendah dari keseluruhan zonasi.	penelitian ini dilakukan terhadap mata air. Selain itu dalam penelitian terdahulu metode yang diambil hingga perhitungan secara detail mengenai infiltrasi dll. Namun pada penelitian ini hanya dilakukan sebatas pembuatan zonasi disekitar mata air hingga penentuan upaya konservasi dan penggunaan lahan yang sesuai berdasarkan zona.
4.	Ahmad Sahab (2009) Hubungan Rehabilitasi Lahan Dengan Hasil Air (Studi Kasus di Blok S Cipendawa, Desa Megamendung, Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor, Propinsi Jawa Barat)	1. Jenis vegetasi 2. Infiltrasi 3. Sifat tanah 4. Curah hujan 5. Debit mata air	1. Analisis Regresi Linier untuk melihat korelasi antara debit mata air dan curah hujan 2. Analisis Keseimbangan Air dengan <i>Tank Model</i>	Kegiatan rehabilitasi lahan di Blok S Cipendawa Megamendung berpengaruh terhadap peningkatan air tanah (debit mata air).	Penelitian terdahulu dilakukan untuk mengetahui hubungan rehabilitasi terhadap hasil air, sehingga variabel yang digunakan cenderung untuk mengetahui jenis vegetasi yang dapat digunakan untuk meningkatkan hasil air, dengan melihat daya infiltrasi yang dihasilkan oleh tanaman tertentu. Sedangkan dalam penelitian ini jenis vegetasi yang digunakan di daerah sekitar mata air disesuaikan dengan pembagian kawasan berdasarkan SK Menhut Nomor 83/KPTS/UM/8/1981 dan beberapa jenis tanaman yang biasa digunakan di daerah sekitar mata air.

