

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Karakteristik Sumberdaya Air di Kabupaten Gunung Kidul**

Air baku di wilayah Kabupaten Gunung Kidul bersumber dari air tanah (air tanah dangkal maupun air tanah dalam), air permukaan (mata air, sungai, telaga) dan air hujan. Potensi air permukaan di wilayah selatan yang merupakan daerah karst, umumnya sangat kecil. Beberapa tempat di wilayah selatan dijumpai sungai bawah tanah seperti: Bribin, Ngobaran, Baron dan Seropan. Selain itu terdapat telaga musiman yang multiguna bagi penduduk. Akan tetapi sebagian telaga kering pada musim kemarau. Telaga merupakan doline yang terisi oleh air hujan. Jadi telaga ini merupakan danau kecil yang luasnya antara 0,25 – 2 hektar yang terdapat hampir di seluruh Kabupaten Gunung Kidul. Di seluruh wilayah Kabupaten Gunung Kidul terdapat ±274 buah telaga yang dapat menampung air hujan 760.021 m<sup>3</sup> dengan asumsi jumlah curah hujan 3.087,46 mm/th dikalikan luas daerah tangkapan 4.932 ha dengan kehilangan air sebesar 50%. (Puwantara, dkk, 2012).

Air permukaan banyak ditemukan di Kabupaten Gunung Kidul wilayah utara dan tengah. Di wilayah tengah beberapa tempat memiliki air tanah yang cukup dangkal dan dimanfaatkan untuk sumur ladang. Potensi air permukaan yang cukup besar di wilayah Kabupaten Gunung Kidul adalah telaga. Di wilayah Kabupaten Gunung Kidul bagian tengah dan sebagian kecil wilayah selatan terdapat sumur bor yaitu dengan fungsi untuk irigasi pertanian dan untuk air minum penduduk setempat. Di samping sumber air tersebut diatas potensi air hujan juga dapat ditampung dalam Penampungan Air Hujan (PAH). Di wilayah Kabupaten Gunung Kidul ±29.530 buah PAH yang dapat menampung air hujan sebanyak 147.650 m<sup>3</sup> dengan asumsi setiap PAH menampung 5 m<sup>3</sup> air.

Banyak dari penduduk Kabupaten Gunung Kidul terutama di bagian selatan memanfaatkan air hujan yang jatuh di atas atap rumah penduduk dengan jalan ditampung dalam bak penampungan air yang terdiri atas 2 (dua) macam, yaitu:

1. Penampung normal, berupa cekungan kedap air, tetapi kehilangan air cukup besar dan kualitas air rendah akibat pencemaran; dan
2. Penampung buatan, berupa bak penampungan (PAH) yang bersifat per keluarga maupun secara berkelompok.

Air hujan yang ditampung dalam bak penampungan oleh penduduk dimanfaatkan sebagai sumber air bersih untuk memenuhi kebutuhan air minum dan kebutuhan rumah tangga lainnya pada saat musim kemarau. Di tegalan dapat ditemukan bak penampungan alami yang berupa telaga (danau doline) dan umumnya dimanfaatkan untuk mandi, mencuci, irigasi atau untuk memandikan ternak.

### **3.2 Kondisi Hidrologi**

Kondisi hidrologi yang umum terdapat pada Geo-ekosistem Perbukitan Karst meliputi hal-hal umum tentang sistem aliran permukaan (sungai), cadangan permukaan (*reservoir*), seperti: mata air dan telaga, cadangan dan aliran bawah permukaan berupa sistem sungai bawah tanah. Uraian ini didasarkan atas berbagai hasil kajian terdahulu.

#### **1. Aliran Permukaan**

Kondisi aliran permukaan di Kabupaten Gunung Kidul sangat dikontrol oleh kondisi geomorfologinya yang berupa struktur retakan dan patahan dengan batuan induk breksi vulkanik di bagian utara, struktur cekungan di bagian tengah dan struktur patahan serta diaklas pada formasi batu gamping di bagian selatan. Faktor-faktor inilah yang sangat menentukan dan selalu mengontrol keberadaan dan dinamika Sungai Oyo sebagai sungai utama di wilayah kajian.

Sungai Oyo merupakan sungai struktural yang mengalir pada perbatasan antara Perbukitan Baturagung dengan Basin Wonosari. Sungai ini dapat dikatakan mengalir sepanjang musim, sehingga pada musim kemarau tidak mengalami kekeringan walaupun debitnya sangat kecil. Fungsi utama Sungai Oyo sebagai sumber air irigasi lahan-lahan pertanian di sepanjang Daerah Aliran Sungai Oyo. Dasar Sungai Oyo sering muncul ke permukaan, jika aliran air sungai mempunyai debit kecil. Batuan penyusun dasar sungai ini termasuk dalam Formasi Oyo dengan batuan utama adalah batuan napal tufaan dan batu gamping. Material yang

sering dibawa oleh Sungai Oyo adalah endapan alluvium yang berasal dari Panggung Masif dan lereng-lereng Perbukitan Baturagung.

Secara umum potensi air permukaan pada Geo-ekosistem Perbukitan Karst dikontrol oleh struktur geologi, seperti retakan dan diaklas, kondisi kekerasan batuan dan morfologi permukaan. Struktur geologi sangat menentukan besar kecilnya koefisien aliran dan cadangan air tanah. Sistem hidrologi permukaan pada Ekosistem Perbukitan Karst Kabupaten Gunung Kidul menurut *McDonald & Partners* (1984), dikenal dengan sistem *authigenic*. Air hujan yang jatuh di atas topografi karst sebagian menjadi limpasan permukaan dan sebagian meresap ke dalam tanah. Limpasan permukaan tersebut untuk selanjutnya berkumpul dan mengalir sebagai sistem sungai. Di samping menerima input dan air hujan, sistem sungai ini juga menerima input dan bawah tanah, yang kemudian mengalir menuju sistem aliran bawah permukaan, misalnya pada Kali Suci atau Kali Munggi.

Air hujan yang meresap ke dalam tanah masuk ke sistem perkolasi *authigenic* melalui zona rekahan. Sistem cekungan dan sistem rekahan tersebut akhirnya masuk ke dalam luweng menuju sistem sungai bawah tanah, yang pada akhirnya dapat muncul kembali ke permukaan sebagai mata air dan rembesan di sepanjang pantai.

Pada Geo-ekosistem Perbukitan Karst, sistem drainase permukaan sangat spesifik. Jarang sekali atau sangat sedikit dijumpai sungai-sungai permukaan. Suatu sungai permukaan dapat saja terjadi atau nampak di permukaan tanah, namun kemudian secara tiba-tiba menghilang masuk ke dalam luweng menuju sistem sungai bawah tanah, kemudian muncul atau keluar kembali ke permukaan (*resurgence*), dan masuk lagi, demikian seterusnya hingga jauh tak terhingga bermuara pada suatu pantai. Kondisi *authigenic* seperti ini dapat dijumpai pada sistem Kali Suci, Kali Nggremeng dan Sungai Prambutan. Beberapa sungai permukaan pada Geo-ekosistem Perbukitan Karst biasanya masuk ke dalam tanah (tenggelam) menjadi *sink river*, yang kemudian menjadi sistem sungai bawah tanah.

## 2. Cadangan Permukaan (Mata Air dan Telaga)

Bentuk cadangan air permukaan yang banyak dijumpai pada Geo-ekosistem Perbukitan Karst adalah telaga. Telaga merupakan suatu doline atau *sinkhole* yang memiliki ukuran lebih besar dan berisi air secara kontinyu (Von Bandat, 1962). Telaga atau danau karst ini terbentuk karena beberapa doline atau uvala bergabung, yang dasarnya tertutup oleh bahan kedap air. Bahan ini dapat berupa tanah *alvisol* atau lempung hasil rombakan lereng atau dan bahan abu vulkanik. Karena sifatnya yang kedap air (*impermeable*), maka dasar doline karst yang berupa batu gamping dengan penuh rekahan menjadi tertutup, dan air hujan yang jatuh di atas dapat tertampung. Doline yang luas dan dapat menampung air dinamakan danau doline (*doline pond*). Telaga biasanya dijumpai pada depresi lembah karst di antara kubah-kubah karst, yang biasanya dimanfaatkan oleh penduduk untuk memenuhi kebutuhan domestik, terutama mandi, mencuci dan memandikan ternak.

Di seluruh wilayah pada Geo-ekosistem Perbukitan Karst Gunung Kidul, sekurangnya terdapat 274 buah telaga yang tersebar di 10 kecamatan. Namun demikian, tidak semua telaga atau bahkan sebagian kecil saja yang dapat dimanfaatkan sepanjang tahun dengan kualitas air relatif rendah. Pemanfaatan air telaga digunakan untuk keperluan domestik, seperti mandi dan mencuci, serta untuk memenuhi kebutuhan air minum ternak. Pada beberapa telaga dimanfaatkan penduduk hanya sebagai tempat mandi ternak, karena kebutuhan air telah terpenuhi oleh air bersih yang berasal dari mata air atau gua-gua.

### 3. Sistem Aliran Bawah Permukaan (Sungai Bawah Tanah)

Sungai bawah tanah merupakan salah satu karakteristik khas topografi karst. Sungai bawah tanah juga mempunyai sistem aliran seperti yang terjadi pada sungai permukaan. Sungai bawah tanah yang banyak terdapat pada Geo-ekosistem Perbukitan Karst Gunung Kidul mengalir melalui jalur-jalur gua pelarutan batu gamping. Sungai-sungai bawah tanah ini merupakan potensi sumber daya air yang besar di ekosistem ini. Beberapa di antaranya belum dapat dimanfaatkan karena sulitnya menjangkau air dalam luweng-luweng yang dalam dan terjal. Namun beberapa di antaranya, seperti di Gua Bribin, sudah dapat dimanfaatkan dengan cara membendung dan memompa air ke atas.

Sistem sungai bawah tanah hampir mirip dengan sistem aliran permukaan atau biasa disebut Daerah Aliran Sungai. Sistem sungai bawah tanah yang paling lengkap (walaupun belum 100%) adalah sistem sungai bawah tanah yang bermuara di Baron dan sistem lainnya adalah sistem Ngobaran. Sistem Baron sendiri masih dapat dipilah-pilah menjadi beberapa sub sistem yang lebih kecil, diantaranya sub sistem Bribin.

Pada Geo-ekosistem Perbukitan Karst Kabupaten Gunung Kidul selain yang telah dijelaskan di atas, diperkirakan masih ada sistem sungai bawah tanah yang lain yang belum terdeteksi. Sistem Ngobaran, sampai saat ini belum diketahui dari mana asal-usul aliran airnya, mungkin juga akan ditemukan sistem sungai bawah tanah yang baru, misalnya sistem sungai bawah tanah yang bermuara di Gua Sundak.

### **3.3 Embung**

Embung adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk menampung kelebihan air pada saat debit tinggi dan melepaskannya pada saat dibutuhkan. Embung merupakan salah satu bagian dari proyek secara keseluruhan maka letaknya juga dipengaruhi oleh bangunan-bangunan lain seperti bangunan pelimpah, bangunan penyadap, bangunan pengeluaran, bangunan untuk pembelokan sungai dan lain-lain (Soediby, 1993).

Tujuan membuat embung yaitu menyediakan air untuk pengairan tanaman di musim kemarau, meningkatkan produktivitas lahan, masa pola tanam dan pendapatan petani di lahan tadah hujan, mengaktifkan tenaga kerja petani pada musim kemarau sehingga mengurangi urbanisasi dari desa ke kota, mencegah/mengurangi luapan air di musim hujan dan menekan resiko banjir, dan memperbesar peresapan air ke dalam tanah.

Untuk menentukan lokasi dan denah embung harus memperhatikan beberapa faktor yaitu:

1. Tempat embung merupakan cekungan yang cukup untuk menampung air, terutama pada lokasi yang keadaan geotekniknya tidak lulus air, sehingga kehilangan airnya hanya sedikit.

2. Lokasinya terletak di daerah manfaat yang memerlukan air sehingga jaringan distribusinya tidak begitu panjang dan tidak banyak kehilangan energi.
3. Lokasi embung terletak di dekat jalan, sehingga jalan masuk (*access road*) tidak begitu panjang dan lebih mudah ditempuh.

Sedangkan faktor yang menentukan di dalam pemilihan tipe embung adalah

1. Tujuan pembangunan proyek
2. Keadaan klimatologi setempat
3. Keadaan hidrologi setempat
4. Keadaan di daerah genangan
5. Keadaan geologi setempat
6. Tersedianya bahan bangunan
7. Hubungan dengan bangunan pelengkap
8. Keperluan untuk pengoperasian embung
9. Keadaan lingkungan setempat
10. Biaya proyek

### 3.3.1 Tipe Embung

Tipe embung dapat dikelompokkan menjadi empat keadaan yaitu (Soedibyo, 1993):

1. Tipe Embung Berdasar Tujuan Pembangunannya
  - a. Embung dengan tujuan tunggal (*single purpose dams*)

Adalah embung yang dibangun untuk memenuhi satu tujuan saja, misalnya untuk kebutuhan air baku atau irigasi (pengairan) atau perikanan darat atau tujuan lainnya tetapi hanya satu tujuan saja.
  - b. Embung serbaguna (*multipurpose dams*)

Adalah embung yang dibangun untuk memenuhi beberapa tujuan misalnya untuk irigasi (pengairan), air minum dan PLTA, pariwisata dan irigasi.
2. Tipe Embung Berdasar Penggunaannya
  - a. Embung penampung air (*storage dams*)

Adalah embung yang digunakan untuk menyimpan air pada masa surplus dan dipergunakan pada masa kekurangan. Termasuk dalam embung

penampung air adalah untuk tujuan rekreasi, perikanan, pengendalian banjir dan lain-lain.

b. Embung pembelok (*diversion dams*)

Adalah embung yang digunakan untuk meninggikan muka air, biasanya untuk keperluan mengalirkan air ke dalam sistem aliran menuju ke tempat yang memerlukan.

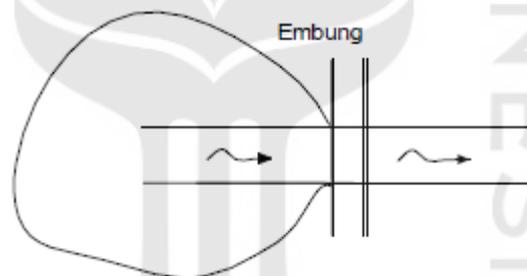
c. Embung penahan (*detention dams*)

Adalah embung yang digunakan untuk memperlambat dan mengusahakan seoptimal mungkin efek aliran banjir yang mendadak. Air ditampung secara berkala atau sementara, dialirkan melalui pelepasan (*outlet*). Air ditahan selama mungkin dan dibiarkan meresap ke daerah sekitarnya.

3. Tipe Embung Berdasar Letaknya Terhadap Aliran Air

a. Embung pada aliran air (*on stream*)

Adalah embung yang dibangun untuk menampung air, misalnya pada bangunan pelimpah (*spillway*).

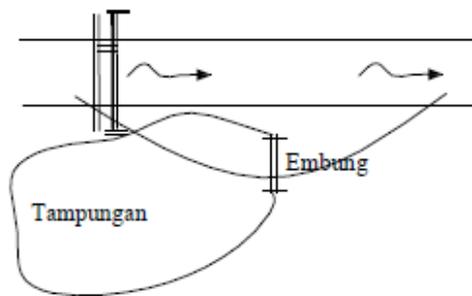


**Gambar 3. 1** Embung *On Stream*

Sumber: Soedibyo,1993

b. Embung di luar aliran air (*off stream*)

Adalah embung yang umumnya tidak dilengkapi *spillway*, karena biasanya air dibendung terlebih dahulu di *on stream*-nya baru disuplesi ke tampungan. Kedua tipe ini biasanya dibangun berbatasan dan dibuat dari beton, pasangan batu atau pasangan bata.

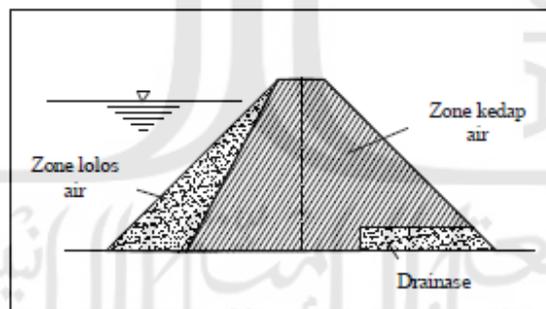


**Gambar 3. 2** Embung *Off Stream*  
Sumber: Soedibyo,1993

4. Tipe Embung Berdasar Material Pembentuknya

a. Embung Urugan (*Fill Dams, Embankment Dams*)

Embung urugan adalah embung yang dibangun dari penggalian bahan (material) tanpa tambahan bahan lain bersifat campuran secara kimia jadi bahan pembentuk embung asli. Embung ini dibagi menjadi dua yaitu embung urugan serba sama (*homogeneous dams*) adalah embung apabila bahan yang membentuk tubuh embung tersebut terdiri dari tanah sejenis dan gradasinya (susunan ukuran butirannya) hampir seragam. Yang kedua adalah embung zonal adalah embung apabila timbunan terdiri dari batuan dengan gradasi (susunan ukuran butiran) yang berbeda-beda dalam urutan-urutan pelapisan tertentu.

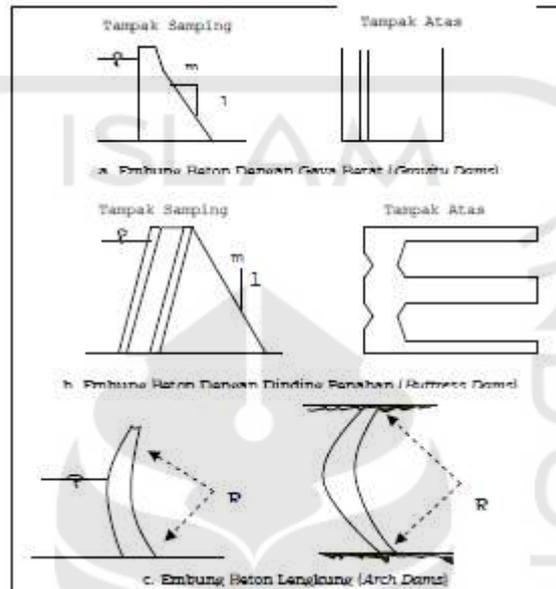


**Gambar 3. 3** Embung Urugan  
Sumber: Soedibyo,1993

b. Embung Beton (*Concrete Dam*)

Embung beton adalah embung yang dibuat dari konstruksi beton baik dengan tulangan maupun tidak. Kemiringan permukaan hulu dan hilir tidak sama pada umumnya bagian hilir lebih landai dan bagian hulu mendekati vertikal dan bentuknya lebih ramping. Embung ini masih dibagi

lagi menjadi embung beton berdasar berat sendiri stabilitas tergantung pada massanya, embung beton dengan penyangga (*buttress dam*) permukaan hulu menerus dan dihilirnya pada jarak tertentu ditahan, embung beton berbentuk lengkung dan embung beton kombinasi.



**Gambar 3. 4** Tipe-tipe Embung Beton  
Sumber: Soediby,1993

### 3.3.2 Penilaian Kinerja Bangunan Embung

Penilaian kinerja dilakukan untuk mengetahui kondisi dan fungsi dari suatu bangunan dengan melakukan pengamatan dan penilaian terhadap aspek komponen bangunan yang ditinjau. Pada bangunan embung terdapat 3 aspek yang sangat penting yaitu aspek fisik, aspek pemanfaatan, dan aspek operasi dan pemeliharaan, setiap aspek terdiri dari beberapa variabel (Sisda, 2017).

#### 1. Aspek Fisik

Aspek fisik yang ditinjau terdiri dari 5 bagian yaitu Tanggul, pelimpah, kolam tampungan, pipa jaringan distribusi, bak layanan, setiap bagian terdiri dari beberapa variable, antara lain:

Variabel pada tanggul:

- a. Daerah basah karena rembesan melalui tubuh embung atau fondasi yang menyebabkan terjadinya longsor lokal karena tanah jenuh
- b. Daerah basahan memanjang di tubuh embung dan menimbulkan rembesan

- c. Retakan melintang di tubuh embung
- d. Retakan memanjang di tubuh embung pada bagian puncak (bisa lurus/melengkung)
- e. Retakan susut, retakan biasanya pendek, dangkal, sempit, banyak dan berarah tidak teratur
- f. Erosi alur ditubuh embung
- g. Tumbuhan tinggi di tubuh embung

Variabel pada Pelimpah:

- a. Runtuhan di saluran pelimpah
- b. Erosi alur di saluran pelimpah
- c. Gerusan lokal di pelimpah
- d. Tumbuhan tinggi di sepanjang pelimpah

Variabel pada Kolam Tampungan:

- a. Endapan lumpur
- b. Kotoran/ranting pohon lapuk pada kolam
- c. Pagar disekeliling kolam
- d. Papan duga
- e. Pelampung
- f. Ketersediaan air

Variabel pada Pipa Jaringan Distribusi:

- a. Pipa Transmisi
- b. Pipa Distribusi

Variabel pada Bak Layanan:

- a. Bak air bersih / bak air keperluan manusia
- b. Bak air keperluan ternak
- c. Bak air keperluan kebun

## 2. Aspek Pemanfaatan, operasional dan pemeliharaan.

Variabel yang ditinjau pada Aspek pemanfaatan, operasi dan pemeliharaan (Dep. PU, Pedoman Perencanaan Embung Kecil), meliputi:

Variabel pada Aspek Pemanfaatan

- a. Pembagian air
- b. Rasa nyaman dengan adanya jaminan air embung

- c. Peningkatan kualitas hidup/kesehatan
- Variabel pada Aspek Operasi dan Pemeliharaan
- a. Ketaatan melaksanakan Operasi dan Pemeliharaan
  - b. Ketersediaan sarana dan dana O dan P
  - c. Subsidi
  - d. Kegiatan pelatihan O dan P

### **3.4 Landasan Peraturan**

Berdasarkan Pasal 3, Pasal 10, dan Pasal 13 Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan, Menteri Pekerjaan Umum selaku menteri yang diserahi urusan pengairan diberikan wewenang dan tanggung jawab untuk melakukan usaha penyelamatan tanah dan air serta mengatur dan melaksanakan pengelolaan air dan/atau sumber-sumber air.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 09/PRT/M/2015 tentang penggunaan sumber daya air, penggunaan sumber daya air dan prasarannya dilakukan berdasarkan prinsip:

1. Penghematan penggunaan
2. Ketertiban dan keadilan
3. Ketepatan penggunaan
4. Keberlanjutan penggunaan, dan
5. Penggunaan yang saling menunjang antara air permukaan dan air tanah dengan memprioritaskan penggunaan air permukaan.

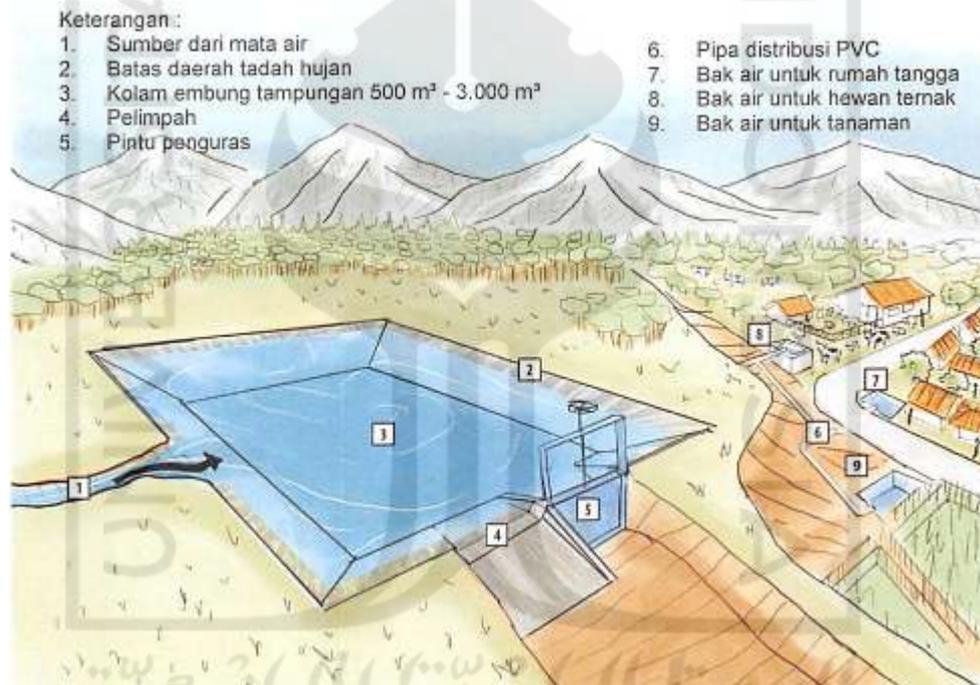
Pengawetan kelebihan air oleh pengelola sumber daya air diwujudkan dengan cara menyimpan air yang berlebihan pada saat hujan agar dapat dimanfaatkan pada waktu diperlukan dengan membuat penampung air hujan (PAH) baik di atap bangunan, di permukaan atau di dalam tanah, kolam, embung, maupun waduk.

### **3.5 Peraturan Pedoman Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air**

Berdasarkan Diktum Ketiga Instruksi Presiden Nomor 1 Tahun 2018 tentang Percepatan Penyediaan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya di Desa, Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat diinstruksikan untuk

menetapkan Pedoman Perencanaan, Spesifikasi Teknis dan Perhitungan Standar Harga Satuan untuk Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air lainnya. Pedoman tersebut diperlukan untuk percepatan pembangunan embung kecil dan bangunan penampung air lainnya untuk memenuhi kebutuhan air baku pertanian guna meningkatkan produksi pertanian di desa.

Pembangunan embung kecil dan bangunan penampung air lainnya ini dilaksanakan di desa dengan menggunakan dana desa yang bersumber dari Anggaran Pendapatan Belanja Negara (APBN) dengan prioritas pada pembangunan desa yang melalui sistem padat karya. Alat berat dapat digunakan atau disewa apabila anggaran masih tersedia setelah upah pekerja  $\geq 30\%$  sudah terpenuhi.



**Gambar 3. 5** Ilustrasi Embung Kecil  
(Sumber : SE Menteri No.07)

Tahap konstruksi atau tahap pelaksanaan embung kecil dan bangunan penampung air lainnya akan dilakukan setelah tahap perencanaannya selesai dilakukan. Pekerjaan-pekerjaan yang dilaksanakan dalam tahap konstruksi terdiri atas:

1. Pekerjaan persiapan yang meliputi:
  - a. Mobilisasi dan demobilisasi tenaga kerja dan alat

- b. Pembangunan gudang, dan bedeng (bila diperlukan)
  - c. Pembuatan papan nama proyek
  - d. Pengukuran kembali (*uitzet*)
  - e. Pembersihan lahan
  - f. Penentuan lokasi pembuangan galian
2. Kegiatan konstruksi bangunan penampung air dan fasilitas-fasilitas pendukungnya meliputi:
    - a. Pekerjaan galian
    - b. Pekerjaan timbunan
    - c. Pekerjaan pemadatan tanah
    - d. Pekerjaan bangunan pelengkap
    - e. Dokumentasi

### 3.6 Operasi dan Pemeliharaan

Secara umum aktivitas operasi dan pemeliharaan embung terdiri dari tiga bagian, yaitu :

1. Pelaksanaan pengoperasian embung.

Mengingat terbatasnya volume air yang ada pada tampungan, maka sebelum dioperasikan perlu dibuat rencana pengoperasian. Kegiatan ini dimulai dengan penentuan distribusi air untuk penduduk, berdasarkan perhitungan kebutuhan air.

2. Pelaksanaan monitoring dan inspeksi.

Monitoring rutin perlu dilakukan guna mendapatkan data dengan baik dan akurat. Hal ini untuk penyusunan operasional embung dan inspeksi secara dini terhadap karakteristik dan keselamatan embung.

Data–data yang perlu diambil meliputi: (a) data curah hujan pada areal embung, (b) data debit yang melimpas pada *spillway*, (c) data debit suplai air baku pada *valve house*, (d) data elevasi muka air pada bagian *up stream* tanggul, dan (e) data debit rembesan (*seepage*) pada bagian *down stream* tanggul. Disamping data–data tersebut, perlu dilakukan inspeksi terhadap kondisi secara keseluruhan dari bangunan embung.

3. Pemeliharaan dan perbaikan

Dalam rangka untuk mempertahankan keberlangsungan fungsi dari bangunan embung, maka komponen–komponen dan kelengkapan dari bangunan embung perlu adanya pemeliharaan secara rutin. Kegiatan pemeliharaan rutin, meliputi:

- a. Pemeliharaan tanggul. Rumput–rumput yang ditanam pada tanggul perlu disiram pada musim kemarau dan pemotongan rumput untuk mengetahui kerusakan yang mungkin terjadi pada tanggul. Jenis kerusakan berupa retak, longsor, bocor dan sebagainya. Pada tanggul diharapkan untuk tidak ditanami tanaman keras, hal ini dapat mempengaruhi stabilitas tanggul.
- b. Pemeliharaan *storage*. Aliran air yang masuk pada kolam tampungan sering membawa sampah termasuk pohon–pohon, oleh karena itu perlu dilakukan pembersihan.
- c. Pemeliharaan saluran pelimpah (*spillway*). Sampah dan pohon–pohon yang terbawah oleh air limpasan perlu dibersihkan dan mencegah agar tanaman keras tidak tumbuh sepanjang saluran atau tepi saluran.
- d. Pemeliharaan terhadap jaringan distribusi dan bangunan pelengkapanya penting dilakukan agar tidak terjadi kerusakan atau bocoran yang akan mengakibatkan pemborosan air dan juga distribusi air yang tidak merata.

### **3.7 Perhitungan Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan (AKNOP)**

Besarnya biaya OP prasarana embung serta pemeliharaan embung sangat tergantung pada intensitas pemanfaatan/pendayagunaan sumber daya yang terdapat di bangunan embung termasuk airnya serta banyaknya prasarana embung yang ada, serta potensi dampak dari aktivitas yang terjadi di lingkungan di luar embung. Berdasarkan Diklat Teknis Operasi dan Pemeliharaan Irigasi Tingkat Dasar (2016), yaitu semakin banyak sumber daya sungai didayagunakan, semakin besar pula biaya yang diperlukan untuk mengatur pengalokasian dan penyediaan air sungai (Semakin banyak prasarana embung yang dioperasikan, semakin besar pula biaya OP-nya. Semakin padat pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah sungai, semakin banyak pula properti dan lingkungan yang rentan terhadap bahaya banjir

dan kekeringan, dan semakin besar pula kebutuhan OP prasarana embung guna mencegah resiko kerugian yang timbul.

Peningkatan kebutuhan OP prasarana embung yang berkaitan dengan penyediaan air, pengaturan, pengendalian dan pemeliharaan sungai dan prasarana sungai tidak akan dapat berjalan sebagaimana yang diharapkan tanpa memperoleh dukungan pembiayaan yang memadai dan menerus.

Agar pembiayaan OP prasarana embung serta pemeliharaan embung dapat direncanakan secara optimal dan efisien, diperlukan dukungan informasi yang akurat mengenai kondisi terkini sungai dan bangunan sungai. Informasi ini diperoleh dari hasil inspeksi dan penelusuran di lapangan. Inspeksi dan penelusuran lapangan merupakan bagian penting dalam proses perencanaan tindakan pemeliharaan dan pembiayaan OP yang efektif dan efisien. Melalui kegiatan inspeksi dan penelusuran embung serta prasarana embung, proses evaluasi dan penilaian (*assesment*) mengenai kondisi embung dan prasarana embung dapat dilakukan. Hasil evaluasi dan penilaian atas kondisi embung dan prasarana embung akan memberikan kesimpulan yang penting dalam menetapkan pilihan tindakan pemeliharaan yang paling efektif dan efisien. Berdasarkan penilaian itu, bentuk tindakan pemeliharaan yang akan dilakukan terhadap bangunan embung dan prasarananya akan ditentukan dan dihitung volume pekerjaannya menurut angka kebutuhan biaya nyata yang selanjutnya dikenal dengan istilah Angka Kebutuhan Nyata OP (AKNOP). AKNOP meliputi biaya:

1. Operasi prasarana embung
2. Pemeliharaan embung dan bangunan embung
3. OP bangunan/pos pemantau kondisi hidrologi, hidroklimatologi dan kualitas air.
4. OP Peralatan berat dan peralatan transportasi
5. OP Bangunan kantor, gudang, bengkel, pos jaga dan rambu-rambu keamanan
6. OP Peralatan informasi dan telekomunikasi.

Dalam pemeliharaan preventif, AKNOP prasarana embung serta pemeliharaan sungai dihitung sesuai dengan uraian pekerjaan OP yang perlu dilaksanakan dan dibiayai berdasarkan keadaan riil suatu embung dan/atau

prasarana embung. Uraian pekerjaan OP yang merupakan sumber pengeluaran biaya dimaksud dapat dilihat dalam beberapa tabel 3.1.

**Tabel 3. 1** Uraian Pengeluaran Untuk Membiayai Pelaksanaan Operasi Prasarana Embung

No	Komponen Pengeluaran	Uraian Pengeluaran	Satuan Volume	Frekuensi
1	Penyusunan rencana alokasi air	Pembuatan RAAT	1 embung	Satu kali/tahun
		Rapat koordinasi		
		Pembuatan RAAR		
2	Pengendalian dan pengawasan terhadap aktivitas pendayagunaan embung	Perjalanan dinas	Hari perjalanan	Enam kali/th
3	Penelusuran embung untuk persiapan menghadapi banjir	Perjalanan dinas	Km perjalanan per hari kerja	Dua kali/th (pra dan paska banjir)
4	Pengukuran morfologi embung	Pengukuran topografi	Meter panjang	Minimum satu kali/ 3 tahun
		Upah pekerja lepas harian	Jumlah hari kerja	
		Biaya perjalanan surveyor	Hari perjalanan	
		Pembuatan dan pemasangan patok	Jumlah patok	
		Perhitungan dan pembuatan peta hasil pengukuran	Sepanjang embung	
5	Pemuthakiran <i>rating curve</i> pada bangunan pengukur debit embung	Pengukuran debit dan tinggi muka air embung	Jumlah bangunan ukur	Minimum satu kali/tahun
6	Pemantauan kondisi curah hujan, muka air embung, dan cuaca	Upah tenaga operator per bulan	Jumlah pos pantau	Sepanjang tahun

Lanjutan Tabel 3.1

No	Komponen Pengeluaran	Uraian Pengeluaran	Satuan Volume	Frekuensi
7	Pemantauan kualitas air	Pengambilan <i>sample</i> air	Jumlah <i>sample</i>	Minimum dua kali/tahun
		Pengujian <i>sample</i>	Jumlah parameter/ <i>sample</i>	Tiap kali <i>sampling</i>
		Analisis <i>sample</i>		
		Pembuatan laporan	<i>Lump sum</i>	
8	Sampling dan pengujian limbah	Pengambilan <i>sample</i> air	Jumlah <i>sample</i>	Tiap kali <i>sampling</i>
9	Pengukuran sedimen	Pengujian <i>sample</i> di lab	Jumlah parameter/ <i>sample</i>	Tiap kali <i>sampling</i>
		Analisis <i>sample</i>		
		Pembuatan laporan	<i>Lump sum</i>	
		Pengambilan <i>sample</i> air	Jumlah <i>sample</i>	Tiga kali/tahun
		Analisis <i>sample</i>	Jumlah <i>sample</i>	
		Pembuatan laporan	<i>Lump sum</i>	
10	Prakiraan kebutuhan operasi peralatan	Kebutuhan bahan bakar	Jumlah dan jenis peralatan	Jam operasi alat
		Gaji/upah operator	Jumlah hari kerja	
11	Prakiraan kebutuhan bahan banjir	Karung plastic	Jumlah lembar	Berdasarkan rata rata kebutuhan satu tahun
		Kawat bronjong	Jumlah lembar	
		Batu dan pasir	M3	
		Gedek/sesek bambu	Jumlah lembar	
		Kayu dolken/ bambu	Batang	
		Biaya angkut bahan	Km	
12	Berdasarkan rata rata kebutuhan satu tahun	Biaya listrik	Tiap bulan	Selama satu tahun
13	Pengoperasian bendung	Bahan bakar <i>standby</i> genset	Jam operasi	

Lanjutan Tabel 3.1

No	Komponen Pengeluaran	Uraian Pengeluaran	Satuan Volume	Frekuensi
14	Pengoperasian pompa	Gaji/upah operator	Tes kesiapan operasi mingguan	
			Tiap bulan	

(Sumber: Dirjen SDA, 2017)

**Tabel 3. 2** Uraian Pengeluaran Untuk Membiayai Pelaksanaan Pekerjaan Pemeliharaan Embung Dan Bangunan Embung

No	Nama bangunan	Uraian pengeluaran	Satuan volume	Frekuensi
1	Embung banjir atau danau paparan banjir	Pelumasan sistem penggerak pintu <i>inlet/outlet</i>	unit	
		Pengecatan pintu <i>inlet/outlet</i>	m <sup>2</sup>	
		Perbaikan unit pintu <i>inlet</i> dan <i>outlet</i>	unit	
		Pemeliharaan tanggul sekeliling embung	m <sup>3</sup>	
		Pemangkasan semak dan tanaman liar	m <sup>2</sup>	
		Pengerukan sedimen berkala	m <sup>3</sup>	
		Pembersihan sampah di embung	m <sup>3</sup>	
		Pengerukan sedimen yg menumpuk di depan pintu <i>inlet</i> dan <i>outlet</i>	m <sup>3</sup>	
		Perawatan dan pengecatan staf <i>gauge</i>	m <sup>2</sup>	

(Sumber: Dirjen SDA, 2017)

### 3.8 Penyusunan Rencana Anggaran Biaya

Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Analisa Kebutuhan Nyata Operasi & Pemeliharaan (AKNOP) dan spesifikasi teknis. Rincian AKNOP bangunan terdiri dari biaya operasi rutin, pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, dan biaya rehabilitasi. Uraian lebih lengkap sebagai berikut :

1. Biaya Operasi Rutin

Untuk operasional dibutuhkan pembiayaan berupa insentif (honor atau upah) dan perjalanan dinas (bagi pengamat, juru, PPA /staf) serta biaya operasional kantor dan peralatan seperti kebutuhan ATK, bahan survei dan sebagainya.

2. Biaya Pemeliharaan Rutin

Pemeliharaan rutin adalah upaya menjaga dan mengamankan agar selalu dapat berfungsi dengan baik guna memperlancar operasi dan mempertahankan keberlanjutan fungsi serta manfaat prasarana yang dilakukan secara terus menerus.

3. Biaya Pemeliharaan Berkala

Biaya pemeliharaan ini bersifat rutin, misalnya seminggu sekali, sebulan sekali, dan seterusnya. Pemeliharaan ini dibutuhkan misalnya untuk perbaikan pintu, talud, pembersihan tanaman dan lain-lain, dimana kerusakan ini tidak bersifat rusak berat.

4. Biaya Rehabilitasi

Biaya rehabilitasi ini adalah biaya yang dibutuhkan untuk mengembalikan fungsi bangunan embung yang rusak agar kembali minimal seperti sedia kala.

Koefisien analisa harga satuan adalah angka – angka jumlah kebutuhan bahan maupun tenaga yang diperlukan untuk mengerjakan suatu pekerjaan dalam satu satuan tertentu. koefisien analisa harga satuan berfungsi sebagai pedoman awal perhitungan rencana anggaran biaya bangunan, kondisi tersebut membuat koefisien analisa harga satuan menjadi kunci menghitung dengan tepat perkiraan anggaran biaya bangunan. Adapun cara untuk mencari koefisien analisa harga satuan rencana anggaran biaya bangunan adalah :

1. Melihat Buku Analisa BOW

Koefisien analisa harga satuan BOW ini berasal dari penelitian zaman belanda dahulu, untuk sekarang ini sudah jarang digunakan karena adanya pembengkakan biaya pada koefisien tenaga.

2. Melihat Standar Nasional Indonesia (SNI)

Standar nasional (SNI) ini di keluarkan resmi oleh badan standarisasi nasional, dikeluarkan secara berkala sehigga SNI tahun terbaru merupakan

revisi edisi SNI sebelumnya. untuk memudahkan mengetahui edisi yang terbaru, SNI ini diberi nama sesuai tahun terbitnya misal: SNI 1998, SNI 2002 , SNI 2008, Permen No 28 tahun 2016.

3. Melihat Standar Perusahaan

Pada perusahaan tertentu menerbitkan koefisien analisa harga satuan tersendiri sebagai pedoman kerja karyawan, koefisien analisa harga satuan perusahaan ini biasanya merupakan rahasia perusahaan.

4. Pengamatan dan Penelitian Langsung di Lapangan

Cara ini cukup merepotkan dan membutuhkan cukup banyak waktu, tapi hasilnya akan mendekati ketepatan karena diambil langsung dari pengalaman kita dilapangan, caranya dengan meneliti kebutuhan bahan, waktu dan tenaga pada suatu pekerjaan yang sedang dilaksanakan.

