

BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Uraian Umum

Uraian Umum Bendung ditempatkan melintang sungai, guna mengatur aliran air sungai yang melalui bendung tersebut. Berdasarkan fungsinya bendung dapat diklasifikasikan dalam bendung pembagi banjir, bendung air pasang dan bendung penyadap. Selain itu tergantung dari konstruksinya bendung dapat diklasifikasikan dalam bendung tetap dan bendung gerak (Suyono Sosrodarsono & Masateru Tominaga, 1984). Untuk menunjang proses perencanaan bendung maka berbagai teori dan rumus-rumus dari berbagai studi pustaka sangatlah diperlukan, terutama ketika pengolahan data maupun desain rencana bangunan air.

2.2 Irigasi Dan Sistem Irigasi

Menurut (Wulandari dan Tarigan, 2013) irigasi adalah sistem pemberian air yang baik agar jumlah air yang tersedia dapat mencukupi kebutuhan air yang diperlukan oleh tanaman. Dalam peningkatan produksi pangan, irigasi mempunyai peranan untuk menyediakan air tersebut. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi ketersediaan air antara lain, cara pemberian air, banyaknya hujan yang turun, waktu penanaman, pengolahan tanah, pengaturan pola tanam, dan cara pengelolaan serta pemeliharaan saluran dan bangunan yang ada.

Sistem jaringan irigasi yang ada di dunia ini sangat beragam bentuknya dan pada umumnya dipengaruhi oleh kondisi dan situasi setempat sebagai faktor internal dan pengaruh usaha-usaha manusia sebagai faktor eksternal. Faktor-faktor internal dalam jaringan irigasi antara lain adalah kondisi topografi, hidrologi, hidrolika dan tanah. Faktor eksternal yang berpengaruh adalah usaha manusia untuk memanfaatkan sumber daya alam yang ada semaksimal mungkin

untuk mencapai tujuannya. Oleh karena itu untuk mendukung pemanfaatan sumber daya alam yang ada maka diperlukan pengetahuan tentang sistem yang ada atau yang akan diadakan guna menunjang kegiatan pertanian yang berkelanjutan. Suatu sistem jaringan irigasi akan mempengaruhi usaha manusia dalam pemanfaatan sumber daya alam pada umumnya dan sumber daya air pada khususnya untuk budi daya tanaman pangan (Nurrochmad F, 1998).

Menurut (Hadihardjaja et al., 1999), Tujuan irigasi pada suatu daerah adalah upaya untuk penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian, dari sumber air kedaerah yang memerlukan dan mendistribusikan secara teknis dan sistematis. Adapun manfaat suatu sistem irigasi adalah:

- a. Untuk membasahi tanah, yaitu membantu pembasahan tanah pada daerah yang curah hujannya kurang atau tidak menentu.
- b. Untuk mengatur pembasahan tanah, yang dimaksudkan agar daerah pertanian dapat diairi sepanjang waktu, baik pada musim kemarau maupun pada musim penghujan.
- c. Untuk menyuburkan tanah, yaitu dengan mengalirkan air yang mengandung lumpur pada daerah pertanian sehingga tanah dapat menerima unsur-unsur penyubur.
- d. Untuk kolmatase, yaitu meninggikan tanah yang rendah (rawa) dengan endapan lumpur yang dikandung oleh air irigasi.
- e. Untuk penggelontoran air dikota, yaitu dengan menggunakan air irigasi, kotoran/sampah dikota digelontor ketempat yang telah disediakan selanjutnya dibasmi secara alamiah.
- f. Pada daerah dingin, dengan mengalirkan air yang suhunya lebih tinggi dari pada tanah, dimungkinkan untuk mengadakan pertanian juga pada musim tersebut.

2.3 Bendung

Bendung yaitu suatu bangunan yang melintang pada aliran sungai (palung sungai), yang terbuat dari pasangan batu kali, bronjong, atau beton, yang berfungsi untuk meninggikan muka air agar dapat dialirkan ke tempat yang diperlukan (Agustiawan dan Utami, 2012).

Menurut macamnya bendung dibagi dua, yaitu bendung gerak dan bendung tetap (Mangore et al., 2013). Bendung gerak berfungsi mengatur tinggi muka air sekaligus untuk menggelontor sedimen yang mengendap (Apriliansyah et al. 2014). Sedangkan bendung tetap adalah bendung yang terdiri dari ambang tetap, sehingga muka air banjir tidak dapat diatur elevasinya, dibangun umumnya di sungai-sungai ruas hulu dan tengah (Agustiawan dan Utami, 2012)

Bendung Besum merupakan bendung yang termasuk bendung gerak. Bendung gerak berfungsi mengatur tinggi muka air sekaligus untuk menggelontor sedimen yang mengendap. Bendung gerak terdiri dari lantai pilar bendung, pilar pintu, daur pintu, mekanisme pengaturan pintu, panel pengaturan pintu, ruang operasi pintu dan jembatan inspeksi. Lantai, pilar bendung dan pilar pintu bendung gerak umumnya terbuat dari beton bertulang dan harus aman terhadap guling dan gelincir (Apriliansyah et al., 2014).

Ada beberapa jenis bendung berdasarkan fungsi dan berdasarkan tipe konstruksinya (Sosrodarsono, 2008).

Jenis bendung berdasarkan fungsinya, yaitu sebagai berikut:

a. Bendung pembagi banjir

Didirikan pada percabangan sungai untuk mengatur muka air, sehingga terjadi pemisahan antara debit banjir dan debit rendah sesuai dengan kapasitas yang telah ditetapkan sebelumnya.

b. Bendung penahan air pasang

Dibangun di bagian sungai yang dipengaruhi pasang-surut air laut untuk mencegah masuknya air asin dan menjamin agar aliran air sungai senantiasa dalam kondisi normal.

c. Bendung penadap

Digunakan untuk mengatur muka air sungai agar memudahkan penadapan air untuk kebutuhan irigasi, pembangkit listrik, dan sebagainya.

Jenis bendung berdasarkan tipe konstruksinya, yaitu sebagai berikut:

1 Bendung tetap

Bendung ini tidak dapat mengatur tinggi dan debit air sungai.

2 Bendung gerak

Bendung ini dapat dipergunakan untuk mengatur tinggi dan debit air sungai dengan pembukaan pintu-pintu air yang terdapat pada bendung tersebut.

3 Bendung kombinasi

Bendung ini berfungsi ganda, yaitu sebagai bendung tetap dan bendung gerak. Desain bangunan bendung sendiri memiliki berbagai macam bentuk ditinjau dari peletakannya, antara lain:

a. Bendung Cerucut Sederhana

Umumnya digunakan di desa karena pembuatannya dapat dilakukan sendiri oleh masyarakat dan biayanya murah. Bendung cerucut tersusun dari kayu atau bambu yang disusun sebagai tubuh bendung dan sayap bendung.

b. Bendung Bronjong

Sama seperti bendung cerucut, bendung bronjong dapat diterapkan di daerah pedesaan karena mudah dan tidak mahal. Material penyusunannya berupa bronjong kawat yang diisi batu kali.

c. Bendung Tyrol

Umumnya digunakan untuk penadapan air sungai, bendung Tyrol hanya cocok digunakan untuk sungai yang angkutan sedimennya didominasi fraksi kasar (batu gelundung) dan fluktuasinya tinggi.

d. Bendung Pelimpah Mercu Bulat

Salah satu model bendung yang sering dijumpai, bendung pelimpah mercu bulat dapat diterapkan pada sungai yang tidak rawan gerusan dan material yang hanyut disungai berfluktuasi.

e. Bendung Pelimpah Tipe Gergaji

Model ini tidak cocok untuk diterapkan pada sungai yang angkutan material dapat sungainya besar-besar (batu gelundung, gelombang kayu besar) karena konstruksinya yang ramping.

f. Bendung Gerak dengan Pintu

Bendung gerak digunakan jika debit air sungai tidak bisa dilewatkan dengan aman melalui bendung tetap. Selain itu, bendung gerak dengan pintu umumnya diletakkan pada sungai yang kemiringannya relatif kecil atau datar.

g. Bendung Karet

Merupakan alternatif desain bendung jika model bendung lain tidak dapat mencegah ancaman banjir. Bendung karet dibangun di lokasi yang sedimentasinya tidak terlalu berat sehingga tidak mengganggu mekanisme kembang-kempis karet.

Komponen bendung yang menjadi penyusun utama bangunan bendung sehingga dapat menjalankan fungsi bendung secara ideal adalah:

a. Mercu bendung

Mercu bendung merupakan salah satu komponen bendung yang memiliki fungsi utama pada bendung. Mercu bendung di bangun melintang pada sungai yang berfungsi untuk menaikkan muka air. Secara umum, mercu bendung dibangun dengan konstruksi beton dan pasangan batu.

b. Sayap Bendung

Sayap bendung merupakan bangunan yang berfungsi untuk mengarahkan arus air sungai mercu bendung sehingga tidak terjadi aliran samping yang berpotensi menggerus tebing pondasi tubuh bendung. Sayap bendung ini

terdapat pada kedua sisi mercu (mengapit mercu). Untuk menjaga stabilitas mercu bendung, sayap bendung difungsikan sebagai penahan tanah dalam mengamankan bendung dari longsoran tebing.

c. Kolam Olak

Air yang jatuh dari mercu bendung memiliki perubahan kecepatan aliran air yang diakibatkan kemiringan mercu bendung. Perubahan tersebut dapat menimbulkan penggerusan pada dasar sungai. Kolam olak merupakan bangunan yang berfungsi untuk meredam energi air limpasan dari mercu bendung sehingga kerusakan dasar sungai dapat dihindari.

d. Tanggul

Keberadaan bangunan bendung di sungai akan menyebabkan aliran normal menjadi terganggu, sehingga dapat menimbulkan pola aliran baru di sungai bagian hulu maupun hilir bangunan. Pola tersebut dapat menyebabkan penggerusan di didasar dan tepi sungai. Oleh karena itu perlu untuk dilakukan perlindungan terhadap bagian sungai tersebut dari pengaruh penggerusan. Selain itu, keberadaan tanggul pada sungai akan mampu meningkatkan kestabilan dari alur sungai.

e. Bangunan Pengambilan

Bangunan pengambilan merupakan bangunan yang berfungsi untuk mengambil air dari alur sungai untuk mencukupi kebutuhan air tanaman. Pintu pengambilan merupakan bagian utama dari bangunan pengambilan. Pengaturan jumlah debit air yang dialirkan ke saluran dilakukan dengan pengaturan pintu pengambilan. Selain untuk kepentingan pengaturan jumlah debit air yang masuk ke saluran, pintu pengambilan juga difungsikan sebagai pencegah endapan dan air banjir masuk ke dalam saluran.

f. Bangunan Penguras

Bangunan penguras merupakan bagian dari bendung yang berfungsi mencegah endapan masuk ke dalam saluran irigasi. Bangunan penguras dilengkapi dengan pintu penguras yang dibangun sebagai terusan dari tubuh

bendung dan terletak di sebelah hilir ambang pintu pengambilan. Tinggi pintu penguras dikondisikan sama dengan tinggi mercu sehingga dapat dilimpaskan air banjir. Ketika endapan yang terdapat di hulu mercu mengganggu jumlah air yang masuk ke pintu pengambilan, maka dilakukan pengurasan dan pembilasan endapan dengan cara pembukaan pintu penguras.

g. Bangunan Ukur

Pengukuran debit air yang masuk ke saluran primer merupakan hal yang perlu dilakukan sehingga pengelolaan air irigasi menjadi efektif. Oleh karena itu pengukuran debit dilakukan menggunakan bangunan ukur.

h. Bangunan pembilas dan kantong lumpur

Agar sedimen tidak masuk dalam saluran irigasi tindakan pencegahan perlu dilakukan dengan menyediakan kantong lumpur. Kantong lumpur ditempatkan pada bagian awal saluran primer, yaitu setelah pengambilan dari sungai. Pada kantong lumpur, kecepatan aliran dikondisikan cukup rendah sehingga proses pengendapan sedimen menjadi optimal. Pembersihan kantong lumpur dilakukan dengan menggelontorkan air ke kantong lumpur sehingga endapan dapat kembali ke sungai melalui bangunan pembilas.

Berdasarkan kajian mengenai bendung tersebut dapat diketahui bahwa setiap komponen bendung memiliki intensitas keberfungsian yang berbeda pada kompleks bangunan bendung, sehingga dapat berfungsi sesuai perencanaan yang sudah direncanakan. Intensitas keberfungsian tersebut ditunjukkan melalui bobot fungsi dan kondisi bendung.

2.3.1 Survey Bendung

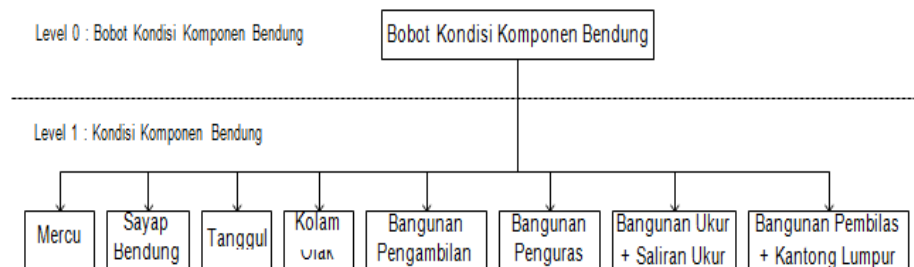
Survei bendung dilakukan untuk mengidentifikasi komponen bendung. Komponen tersebut meliputi: (1) debit, (2) sedimentasi, (3) mercu, (4) bangunan pengambilan, dan (5) bangunan pembilas. Identifikasi komponen bendung dilakukan menggunakan formulir penilaian kondisi dan fungsi bendung berbasis metode AHP.

2.3.2 Penentuan Bobot Kondisi dan fungsi Komponen Bendung

Penentuan bobot kondisi dan fungsi komponen bendung dilakukan menggunakan metode AHP. Penentuan bobot kondisi dan fungsi komponen bendung berbasis metode AHP dilakukan bersama semua juru pengairan UPT Pengairan Kalisat yang berperan sebagai *expert*. Bobot kondisi dan fungsi bendung yang dihasilkan merupakan hasil kesepakatan bersama juru pengairan dalam memberikan bobot terhadap komponen aset. Bobot kondisi dan fungsikomponen bendung dapat diterima dengan rasio konsistensi kurang dari 10 %.

a. Bobot Kondisi Komponen Bendung ($C_{i,j}$)

Penentuan bobot kondisi komponen bendung dilakukan untuk mendapatkan bobot komponen bendung berdasarkan kondisi komponen bendung. Hierarki analitik dalam penentuan bobot kondisi komponen bendung disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Hieraeki Analitik Penentuan Bobot Kondisi Komponen Bendung D.I Besum

Knsistensi bobot komponen bendung berdasarkan ukuran konsistensi CR persamaan:

$$CI = \frac{\lambda_{Maksimum} - n}{n - 1} \quad (2.1)$$

Dengan:

CI : Konsisten indeks

λ Maksimum : Nilai Maksimum Eigen

n : Jumlah Kriteria

Dimana CI adalah Indeks Konsistensi dengan λ Maksimum adalah nilai *Eigen* terbesar matriks berorder n. nilai eigen terbesar dari jumlah hasil perkalian jumlah kolom dengan *eigen factor* utama yang dapat diperoleh dengan persamaan:

$$\lambda \text{ Maksimum} = \frac{1}{n} \times \sum \frac{\sum_{m=1}^n (\sum_{r=1}^n a_{r,k} \times X_{rn})}{X_n} \quad (2.2)$$

2.4 Komponen dan Kinerja Bendung

Komponen kinerja bendung adalah suatu yang menjadi faktor yang menunjang kinerja dari suatu bendung, yang berfungsi untuk perbaikan, pengaturan, pemanfaatan maupun pemeliharaan bendung. Komponen kinerja bendung sebagai indikator kondisi bendung dibagi menjadi tujuh komponen, yaitu Debit, Sedimen, Mercu, Bangunan Pengambilan, Bangunan Pembilas. Pemilihan komponen ini didasarkan atas faktor yang dominan terhadap kinerja dan kondisi bendung, kemudahan dalam pengamatan visual di lapangan dan keberadaan komponen bendung yang mudah ditemui pada bendung-bendung di Indonesia.

2.5 Kriteria Penilaian Fungsi dan Kondisi Bendung

Kriteria penilaian kondisi bendung dibuat untuk masing-masing komponen bendung. Kriteria pada masing-masing komponen bendung kemudian dikelompokkan berdasarkan tinjauan kerusakan struktur komponennya, yang disebut Indikator. Setiap indikator memiliki beberapa kondisi yang dapat dibedakan menjadi tiga kriteria kerusakan yang disajikan pada tabel 2.1

Tabel 2. 12 Kriteria Struktur Komponen Bendung

Kriteria	Uraian
runtuh	struktur aset tidak utuh, sebagian terlepas dari struktur aset
bocor	struktur aset utuh, terdapat kerusakan berupa kebocoran pada struktur aset
lapisan terkelupas	struktur aset utuh, terdapat retakan atau lapisan terkelupas pada struktur aset

Sumber:Skripsi paryogi (2016)

Penilaian kerusakan pada jenis bocor dan lapisan terkelupas dilakukan dengan melihat presentase luas kerusakan dari luas desain awal bangunan. Sedangkan pada jenis kerusakan runtuh, merupakan persentase panjang bangunan yang rusak dari total panjang bangunan. Kriteria penilaian kerusakan struktur komponen bendung diambil berdasarkan OP01 (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Nomor, 05/SE/D/2016). Setelah persentase kerusakan di analisa, hasil dari analisa tersebut kemudian dimasukkan dalam klasifikasi kondisi komponen. Klasifikasi kondisi komponen mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 32/PRT/M/2007, dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13/PRT/M/2012.

2.6 Kondisi Aset

Penilaian kondisi aset dilakukan dengan memisahkan komponen-komponen bendung sehingga bendung dapat dinilai per komponen aset. Penilaian kondisi banyak bergantung pada pengamatan visual (foto berwarna). Penggunaan foto yang menggambarkan kelas kondisi bendung tersebut dapat meminimalkan subjektifitas dalam menilai kondisi aset. Klasifikasi kondisi aset di Indonesia disajikan pada tabel 2.2 .

Tabel 2. 13 Klasifikasi Komponen Aset

Kondisi	Skor	Presentase Kerusakan	Uraian
baik	4	<10%	Aset menunjukkan kerusakan yang kecil, diperlukan pemeliharaannya rutin atau perbaikan kecil.
rusak ringan	3	10% - 20%	Aset pada kondisi rata-rata parah, diperlukan pemeliharaan berkala atau perbaikan kecil
rusak sedang	2	20% - 40%	Aset pada kondisi parah, pelayanan masih dapat dilakukan membutuhkan pekerja pemeliharaan cukup besar.
rusak berat	1	>40%	Aset yang mengalami kerusakan parah, permasalahan struktur serius, pelayanan tidak dapat dilakukan sepenuhnya diperlukan perbaikan besar atau penggantian.

Sumber: Pengaturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 32/PRT/M/2007

2.6.1 Fungsi Aset

Hasil yang diharapkan dari pekerjaan pemeliharaan adalah keberfungsian aset. Penilaian keberfungsian aset dimaksudkan untuk menunjukkan bagaimana aset dapat berfungsi sesuai dengan rencana dan pengaruh keberfungsian aset terhadap kinerja sistem irigasi. Klasifikasi keberfungsian aset di Indonesia disajikan pada tabel 2.3 .

Tabel 2. 14 Klasifikasi Kebefungsian Komponen Aset

kondisi	skor	presentase keberfungsian	uraian
baik	4	80%	aset mempunyai keberfungsian lebih dari

			80% ; seluruh daerah layanan terfasilitasi.
cukup	3	80%-40%	aset mempunyai kebefungsian 40%- 80% kesulitan dalam pembagian air, namun dapat teratasi dengan giliran
kurang	2	40%-20%	40% Giliran pembagian air tidak mencukupi kebutuhan
tidak berfungsi	1	<20%	aset tidak berfungsi, daerah layanan tidak terairi

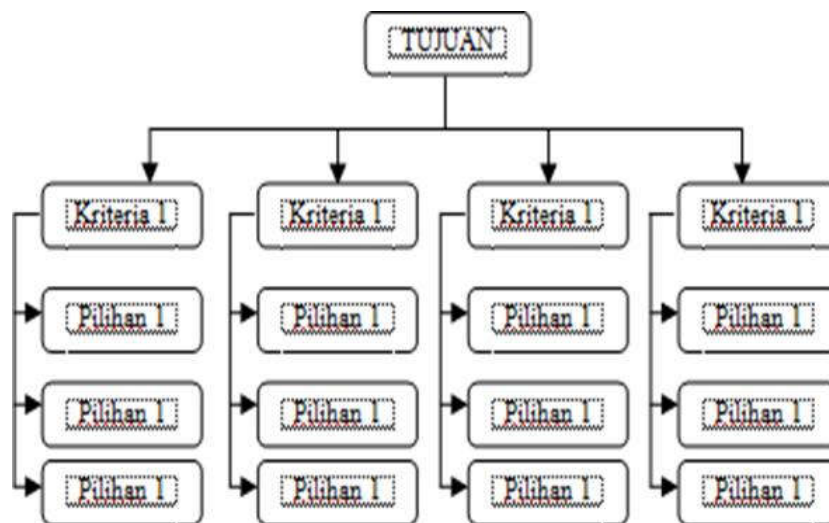
2. 7 AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

AHP adalah suatu metode pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Prof. Thomas L. Saaty. Metode AHP adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan suatu keputusan (decision maker) dari beberapa parameter yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Pada metode ini, suatu permasalahan dipecah menjadi beberapa kelompok parameter dan disusun ke dalam suatu hierarki. Di dalam penelitian ini, permasalahan multikriteria yang merupakan permasalahan penempatan bobot komponen bendung. Penentuan alternatif solusi dapat dibuktikan secara kuantitatif sehingga dapat ditetapkan komponen bendung yang memiliki tingkat kepentingan tertinggi berdasarkan kondisi dan fungsi komponen bendung. Terdapat tiga prinsip yang harus dipenuhi dalam pengambilan keputusan dengan AHP, yaitu:

a. Penyusunan Hierarki

Penyusunan hierarki bertujuan untuk memecah permasalahan kompleks di dalam suatu hierarki. Struktur hierarki dapat dibentuk 16 berdasarkan ide,

pengalaman, ataupun pendapat orang lain (saaty, dalam Paryogi 2015). Struktur hierarki tersebut tersusun oleh beberapa kriteria yang dibutuhkan dalam proses pengambilan keputusan. Setelah kriteria ditetapkan, langkah selanjutnya adalah menentukan alternatif atau pilihan penyelesaian masalah.



Gambar 2. 2 Struktur Hierarki

b. Penilaian pembobotan

untuk membandingkan elemen-elemen Penilaian prioritas dari setiap elemen dilakukan apabila proses penyusunan hierarki telah tersusun dengan baik, penilaian menggunakan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) antar *parameter* pada setiap elemen berdasarkan tingkat kepentingan relatifnya. Perbandingan tiap elemen dinyatakan dalam bentuk angka-angka yang menunjukanskala penilaian (tabel 2.4).

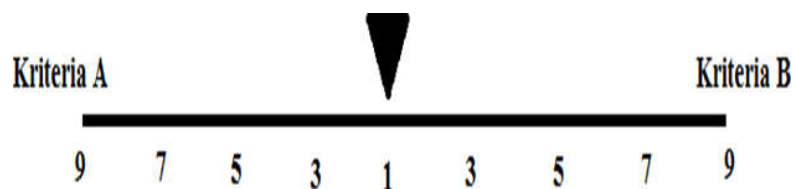
Tabel 2. 15 Skala Penilaian Perbandingan berpasangan AHP

INTENSITAS	DEFINISI	PENJELASAN
1	Kedua elemen sama	Dua elemen menyumbangnya

	pentingnya	sama besar pada sifat itu
3	Elemen yang satu lebih penting dari pada yang lain	Pengalaman dan pertimbangan dengan kuat menyongkong satu elemen atas yang lainnya
5	Elemen yang satu enesial atau sangat penting atau ketimbang elemen yang lainnya	Pengalaman dan pertimbangan yang kuat menyokong satu elemen atas elemen yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih penting dari elemen yang lainnya	Satu elemen yang kuat di songkong, dan dominannya telah terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak lebih penting ketimbang elemen yang lainnya	Bukti yang menyokong elemen yang satu atas yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua pertimbangan yang berdekatan	Kompromi di perlukan antara dua pertimbangan
Kebalikan	jika untuk aktivitas I mendapat satu angka bila dibandingkan dengan aktivitas J maka J mempunyai nilai kebalikannya bila dibandingkan dengan I	

Sumber: Saaty, dalam Paryogi(2015)

Dalam tahapan ini, dilakukan perbandingan antara parameter- parameter yang terkait. Perbandingan dilakukan dengan skala 1-9 ke kiri dan kanan, dimana angka yang lebih besar disalah satu sisi menentukan tingkat kepentingan lebih tinggi pada parameter yang berada di sisi tersebut. Jika perbandingan bernilai 1, maka kedua kriteria memiliki kepentingan yang sama.



Gambar 2. 3 Analitik Hierarki Proses

c. Penyusunan matriks dan uji konsistensi

Apabila proses pembobotan telah selesai, langkah berikutnya adalah normalisasi bobot tingkat kepentingan pada tiap-tiap elemen pada hierarkinya masing-masing. Sebelum melakukan penetapan prioritas, sebelumnya dilakukan terlebih dahulu uji konsistensi. Uji konsistensi dilakukan menggunakan tolak ukur CI (*Consistency Index*) Berbanding RI (*Ratio Index*) atau CR (*Consistency Ratio*). (RI) yang digunakan untuk matriks perbandingan berpasangan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 16 Indeks Konsistensi Random

Urutan Matriks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Sumber: Saaty, dalam Paryogi(2015)

Ketidak konsistenan pendapat dianggap dapat diterima bila nilai CR lebih kecil dari 10% ($CR < 10\%$). Jika $CR > 10\%$ maka terdapat ketidak konsistenan saat menetapkan skala perbandingan berpasangan pada kriteria. Jika hal ini terjadi, dapat dipastikan solusi hasil metode AHP menjadi tidak berguna (Saaty, dalam Paryogi 2015).

Uji konsistensi terlebih dahulu dilakukan dengan menyusun tingkat kepentingan relatif pada masing-masing kriteria atau alternatif yang dinyatakan sebagai bobot relatif ternormalisasi (*normalized relative weight*). Bobot relatif yang dinormalkan ini merupakan suatu bobot nilai relatif untuk masing-masing elemen pada setiap kolom yang dibandingkan dengan jumlah masing-masing elemen (Bagas Mahardika Abri Putra, 2016).

Dalam pembobotan tingkat kepentingan atau penilaian perbandingan berpasangan ini berlaku hukum *reciprocal axiom*, artinya apabila suatu elemen A

dinilai lebih esensial (5) dibandingkan dengan elemen B, maka B lebih esensial 1/5 dibandingkan dengan elemen A. Apabila elemen A sama pentingnya dengan B maka masing-masing bernilai 1.

Tabel 2. 17 Penjumlahan Bobot Relatif

Kriteria / Alternatif	A	B	C	N
A	1	nr12	nr13	nr1k
B	nr21	1	nr23	nr2k
C	nr31	nr32	1	nr3k
N	nrbk	nrbk	nrbk	1
Σ	nr11-bk	nr12-bk	nr13-bk	nr1k-bk

Sumber: Saaty, dalam Paryogi(2015)

Maka bobot relatif ternormalisasi adalah:

Tabel 2. 18 Bobot Relatif Ternormalisasi

Kriteria / Alternatif	A	B	C	N
A	$1 / \text{nr11-bk}$	$\text{nr12} / \text{nr12-bk}$	$\text{nr12} / \text{nr13-bk}$	$\text{nr1k} / \text{nr1k-bk}$
B	$\text{nr21} / \text{nr11-bk}$	$1 / \text{nr12-bk}$	$\text{nr23} / \text{nr13-bk}$	$\text{nr2k} / \text{nr1k-bk}$
C	$\text{nr31} / \text{nr11-bk}$	$\text{nr32} / \text{nr12-bk}$	$1 / \text{nr13-bk}$	$\text{nr3k} / \text{nr1k-bk}$
N	$\text{nrbk} / \text{nr11-bk}$	$\text{nrbk} / \text{nr12-bk}$	$\text{nrbk} / \text{nr13-bk}$	$1 / \text{nr1k-bk}$

Sumber: Saaty, dalam Paryogi(2015)

Selanjutnya dicari *eigen* faktor hasil normalisasi dengan merata-rata penjumlahan dari tiap baris matriks diatas.

Tabel 2. 19 Perhitungan Bobot Eigen factor

Kriteria / Alternatif	A	B	C	N	Eigen Faktor
					Xn

A	1/ nr11-bk	nr12/ nr12-bk	nr12/ nr13-bk	nr1k / nr1k-bk	$\frac{\sum \text{baris A}}{4}$
B	nr21/ nr11-bk	1/ nr12-bk	nr23/ nr13-bk	nr2k/ nr1k-bk	$\frac{\sum \text{baris B}}{4}$
C	nr31/ nr11-bk	nr32/ nr12-bk	1 / nr13-bk	nr3k/ nr1k-bk	$\frac{\sum \text{baris C}}{4}$
N	nrbk/ nr11-bk	nrbk/ nr12-bk	nrbk/ nr13-bk	1 / nr1k-bk	$\frac{\sum \text{baris N}}{4}$

Sumber: Saaty, dalam Paryogi(2015)

Selanjutnya tentukan nilai CI (Consistency Indeks) dengan menggunakan persamaan:

$$CI = \frac{\lambda_{\text{Maksimum}} - n}{n-1} \quad (2.6)$$

Dengan:

CI : Konsisten indiks

$\lambda_{\text{Maksimum}}$: Nilai Maksimum Eigen

n : Jumlah Kriteria

Dimana CI adalah Indeks Konsistensi dengan $\lambda_{\text{Maksimum}}$ adalah nilai *Eigen* terbesar matriks berorder n. nilai eigen terbesar dari jumlah hasil perkalian jumlah kolom dengan *eigen factor* utama yang dapat diperoleh dengan persamaan:

$$\lambda_{\text{Maksimum}} = \frac{1}{n} \times \sum \frac{\sum_{m=1}^n (\sum nrb_{,k-bk} \times Xn)}{Xn} \quad (2.7)$$

Dimana:

$\lambda_{\text{Maksimum}}$: nilai maksimum Eigen

$\sum nrb_{,k-bk}$: Jumlah nilai matriks bobot relative

λ_n : Eigen factor

Setelah memperoleh nilai λ maksimum selanjutnya dapat ditentukan nilai CI. Apabila nilai CI bernilai nol (0) berarti matriks konsisten. Jika nilai CI yang diperoleh lebih besar dari 0 ($CI > 0$) selanjutnya diuji batas ketidak konsistenan yang diterapkan oleh Saaty. Pengujian diukur dengan menggunakan *Consistency Ratio* (CR), yaitu nilai indeks, atau perbandingan antara CI dan RI.

Dimana:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.8)$$

Dengan:

CR : Konsisten Rasio

CI : Konsisten Indeks

RI : Random Indeks

Nilai RI yang digunakan sesuai ordo n matriks. Apabila CR matriks lebih kecil dari atau 10% (0,1) berarti bahwa ketidak konsistensian pendapat masih dianggap diterima.

d. Penetapan prioritas dan sintetis

pada masing-masing hierarki Penetapan prioritas dan sintesis pada tiap-tiap hierarki dilakukan melalui proses iterasi (perkalian matriks). Langkah pertama yang dilakukan adalah mengubah bentuk fraksi nilai-nilai pembobotan pada matriks sebelumnya kedalam bentuk desimal. Setelah itu, lakukan iterasi 1 dengan mengkuadratkan matriks pada langkah pertama. Selanjutnya jumlahkan akan dalam matriks menurut barisnya. Langkah berikutnya adalah melakukan iterasi 2 pada matriks lainnya, kemudian jumlahkan kembali hasil perkalian silang matriks berdasarkan baris. Selanjutnya dihitung selisih antara vector matriks 1 dan 2 dalam iterasi 2. Lakukan iterasi untuk matriks 3. Langkah ini diulang, hingga nilai selisih antar iterasi tidak mengalami perubahan ($= 0$), nilai iterasi yang diperoleh tersebut selanjutnya menjadi urutan prioritas.

e. Pengambilan atau penetapan

keputusan Penarikan kesimpulan dilakukan dengan mengakumulasi nilai atau bobot global yang merupakan nilai sensitivitas masing-masing elemen.

2.8 Metode Inspeksi

Inspeksi kelaikan bangunan D.I Besum dilaksanakan dengan cara pengukuran yang dilakukan secara obyektif dan penilaian yang dilakukan secara subyektif.

- 1 Metode inspeksi dilakukan secara visual, pengukuran sederhana, dan pengambilan sampel.
- 2 Inspeksi dapat dilakukan tidak hanya terbatas pada satu bangunan D.I Besum, tetapi jika dipandang perlu atau berdasarkan skala prioritas dapat pula dilakukan pada beberapa bangunan D.I Besum sekaligus.
- 3 Inspeksi kelaikan bangunan D.I Besum dapat dilakukan pada bangunan D.I Besum yang sudah dibangun (baik bangunan lama maupun bangunan baru).
- 4 Metode pengukuran bangunan D.I Besum dilakukan secara obyektif dan kesesuaiannya dicocokkan dengan gambar desain.
- 5 Metode penilaian dilakukan secara subyektif. Oleh karena itu, penilaian sedapat mungkin dilakukan oleh tiga orang petugas dibawah pengawasan inspektur dan hasilnya direratakan.

2.9 Prosedur Penilaian Inpeksi

Adalah suatu proses untuk mengambil keputusan dengan menggunakan informasi yang diperoleh melalui pengukuran bangunan sabo dilapangan baik yang menggunakan metode obyektif maupun metode subyektif.

1 Penilaian Kondisi Bangunan bendung D.i Besum

Tabel 2. 20 Klasifikasi Kebrfungan Bendung D.i Besum

NO	NILAI	DALAM(%)	KETERANGAN
1	1	20%	Kondisi bagian bangunan yang di tinjau sudah rusak berat tapi masih dapat diidentifikasi.
2	2	40%	Kondisi bagian bangunan yang ditinjau rusak sedang, masih dapat diidentifikasi, tapi sudah tidak terlalu berfungsi dengan baik.
3	3	60%	Kondisi bagian bangunan yang ditinjau rusak sedang, masih dapat diidentifikasi dan masih berfungsi dengan baik
4	4	80%	Kondisi bagian bangunan yang ditinjau rusak ringan, masih dapat diidentifikasi, dan masih berfungsi dengan baik.

Sumber : Peraturan Kementerian PUPR No. 13 Tahun 2012

2 Klafisikasi kerusakan leh Kementerian Pekerjaan Umum

Tabel 2. 21 Klasifikasi Kerusakan

No	Kondisi	Deskripsi	Rekomendasi
1	BAIK	Tingkat kerusakan dibawah 10% dari kondisi awal	Pemeliharaan Preventif
2	RUSAK RINGAN	Tingkat kerusakan 10% sampai dibawah 20% dari kondisi awal bangunan masih berdiri Sebagian kecil struktur bangunan rusak ringan retak-retak pada struktur bangunan	Pemeliharaan Korektif

		Sebagian kecil komponen penunjang rusak ringan dan masih bisa difungsikan	
3	RUSAK SEDANG	Tingkat kerusakan 20% sampai dibawah 40% dari kondisi awal bangunan berdiri	Pemeliharaan Korektif
		Sebagian kecil struktur utama bangunan rusak	
		Sebagian besar komponen penunjang lainnya rusak	
4	RUSAK BERAT	Tingkat kerusakan $\geq 40\%$ dari kondisi awal bangunan roboh/terguling total	Pemeliharaan Rehabilitas
		Sebagian besar struktur utama bangunan rusak	
		Sebagian besar dinding dan lantai bangunan patah/retak	
		Komponen penunjang lainnya rusak total	

Sumber : (Peraturan Menteri PU PR no 13/PRT/M/2015)

3 Rumus Kriteria penilaian kinerja

Total skor hasil penilaian kinerja : penjumlahan total keseluruhan skor

Total item kondisi bangunan : jumlah keseluruhan bagian bangunan
D.I Besum (n)

Total skor terbesar : 5 x total item kondisi bangunan

Total skor keseluruhan item : $(1 \times n) + (2 \times n) + (3 \times n) + (4 \times n) + (5 \times n)$

Total penilaian kinerja (%) :

$$\frac{\text{total skor hasil penilaian kinerja}}{\text{total skor keseluruhan item}} \times \frac{i}{\frac{\text{total skor terbesar}}{\text{total skor seluruh item}}} \times 100$$

2.10 Identifikasi dan analisis tingkat kerusakan

Kegiatan identifikasi adalah tindak lanjut dari hasil penelusuran, dengan tujuan untuk mendapatkan tingkat kerusakan dan permasalahan serta prioritas kebutuhan pemeliharaan.

Nilai Indeks Kinerja bangunan Bendung D.I Besum diperoleh dengan menjumlahkan keseluruhan nilai dari keenam aspek tersebut. Berdasarkan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 12/PRT/2015 sebagai berikut:

Tabel 2. 22 Bobot Penilaian Secara fisik

No	Bobot (%)	Kinerja	Penanganan
1	80-90	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
2	70-79	Baik	Pemeliharaan Rutin & Berkala
3	55-69	Kurang & Perlu Perhatian	Pemeliharaan Rutin, Pemeliharaan Berkala & Rehabilitasi
4	<55	Buruk & Perlu Perhatian Segera	Rehabilitasi Total atau desain ulang

(Sumber :Permen PU No.12/PRT/2015)

Pada proses ini penilaian kinerja sistem bangunan Bendung D.I Besum utama dilakukan dengan pengisian form indeks kinerja (terlampir), yang mengacu pada pedoman Penilaian Kinerja Sistem Operasi dan Pemeliharaan Bendung D.I Besum

2.11 Operasi dan pemeliharaan Sungai

Operasi jaringan irigasi adalah kegiatan pengaturan air dan jaringan irigasi yang meliputi penyediaan, pembagian, penggunaan, dan pembuangannya, termasuk usaha mempertahankan kondisi jaringan irigasi agar tetap berfungsi dengan baik. Tujuan dari operasi jaringan irigasi adalah untuk membantu masyarakat pedesaan dalam melakukan pengembangan irigasi desa dengan pendekatan partisipatif, serta pemberdayaan masyarakat melalui perkumpulan petani pemakai air. Sesuai dengan Peraturan Menteri PUPR No. 12/PRT/M/2015 tentang Pedoman Operasi dan Eksploitasi Jaringan Irigasi, operasi jaringan irigasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a, merupakan upaya pengaturan air irigasi dan pembuangannya, termasuk kegiatan membuka menutup pintu bangunan irigasi, menyusun rencana tata tanam, menyusun sistem golongan, menyusun rencana pembagian air, melaksanakan kalibrasi pintu/bangunan, mengumpulkan data, memantau, dan mengevaluasi. Tahapan kegiatan operasi jaringan irigasi adalah perencanaan, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi. Kegiatan monitoring dan evaluasi meliputi monitoring pelaksanaan operasi, kalibrasi alat ukur dan monitoring kinerja daerah irigasi. Eksploitasi dan pemeliharaan jaringan irigasi adalah serangkaian upaya pengaturan air irigasi termasuk pembuangannya dan upaya menjaga serta mengamankan jaringan irigasi agar selalu dapat berfungsi dengan baik. Rehabilitasi jaringan irigasi adalah kegiatan perbaikan jaringan irigasi guna mengembalikan fungsi dan pelayanan irigasi seperti semula.

Menurut peraturan menteri pekerjaan umum No. 32/PRT/M/2007, disebutkan bahwa operasi jaringan irigasi adalah upaya pengaturan air irigasi dan pembuangannya, termasuk kegiatan membuka dan menutup pintu bangunan irigasi, menyusun rencana tata tanam, menyusun sistem golongan, menyusun rencana pembagian air, melaksanakan kalibrasi pintu/bangunan, mengumpulkan data, memantau, dan mengevaluasi. Sedangkan pemeliharaan jaringan adalah upaya

menjaga dan mengamankan jaringan irigasi agar selalu berfungsi dengan baik guna memperlancar pelaksanaan operasi dan mempertahankan kelestariannya. Beberapa kajian empiris menunjukkan bahwa salah satu kendala terpenting yang dihadapi untuk memacu pertumbuhan produksi pangan khususnya padi adalah turunnya kapasitas lahan.

2.11.1 Jenis pemeliharaan Bangunan

Pemeliharaan bangunan Bendung meliputi:

- 1 Pemeliharaan preventif;
 - a. Pemeliharaan preventif atau pecegahan menjaga agar bangunan pengendali sedimen tetap dapat berfungsi secara optimal sesuai tingkat kegunaan atau kinerja yang direncanakan.
 - b. Kegiatan bersifat preventif terdiri dari beberapa jenis kegiatan pemeliharaan, yaitu:
 - 1) Pemeliharaan rutin, dilaksanakan secara terus-menerus, seperti pengaturan alur sungai agar aliran tetap di tengah menjauhi kaki tanggul;
 - 2) Pemeliharaan berkala, dilaksanakan menurut tenggang waktu tertentu;
 - 3) Pemeliharaan bersifat reparasi, bersifat perbaikan ringan, seperti kerusakan kecil pada dinding tepi dam pengendali sedimen.
- 2 Pemeliharaan korektif;

Pemeliharaan korektif bertujuan untuk memperbaiki kerusakan bangunan pengendali sedimen atau melakukan tindakan koreksi terhadap kekurangan yang ada pada bangunan tersebut tanpa merubah tujuan dan sistem bangunan tersebut. Jenis kegiatan pemeliharaan yang bersifat korektif, yaitu:

- a. Kegiatan memperbaiki kerusakan bangunan yang kinerjanya dibawah 70% hingga 50%; 14
- b. Pemeliharaan rektifikasi, dilakukan untuk menyempurnakan fungsi dan kinerja bangunan pengendali sedimen dengan melakukan koreksi dalam skala terbatas;
- c. Pemeliharaan darurat, dilakukan untuk memperbaiki kerusakan yang harus dilakukan secepatnya, apabila tidak segera diperbaiki akan mengalami kerusakan yang lebih parah.

3 Pemeliharaan Rehabilitatif

Pemeliharaan rehabilitatif bertujuan untuk mengembalikan fungsi bangunan pada kondisi semula tanpa merubah sistem dan tingkat layanan bangunan. Jenis kegiatan pemeliharaan yang bersifat rehabilitatif, yaitu:

- a. Pemeliharaan rehabilitasi, dilakukan untuk memperbaiki kerusakan bagian dan/atau seluruh bagian bangunan berdasarkan pertimbangan keamanan harus segera mungkin diperbaiki, karena fungsi atau nilai kinerjanya kurang dari 50% dari kinerja rencana;
- b. Pembangunan kembali adalah membangun kembali bangunan berdasarkan pertimbangan keamanan harus segera dibangun kembali, karena seluruh bagian prasarana rusak berat dan tidak berfungsi.

2.11.2 Tata Cara Pemeliharaan Bangunan Bendung D.I Besum

1 Pemeliharaan Preventif

- a. Pemeliharaan Rutin

Pemeliharaan yang dilaksanakan secara rutin yang dilaksanakan satu kali dalam satu tahun untuk merawat bangunan Bendung. Kegiatan yang dilakukan antara lain:

- 1) Memberi minyak pelumas pada bagian pintu pengambilan air;
- 2) Membersihkan kotoran, rumput, semak belukar, tanaman liar, sampah dan gulma yang ada di tubuh maupun di sekitar bangunan;
- 15
- 3) Memelihara gebalan rumput pelindung permukaan tubuh tanggul;
- 4) Menebang pohon dan membongkar bangunan liar yang mengganggu fungsi bangunan;
- 5) Memperbaiki bagian bangunan termasuk jalan masuk ke lokasi bangunan yang mengalami kerusakan; dan
- 6) Melakukan pembersihan sampah untuk memelihara dan menjaga alur sungai, terutama di bagian hilir agar tetap dapat mengalirkan banjir lahar sesuai dengan kapasitas yang direncanakan.

b. Kegiatan Pemeliharaan Berkala

Pemeliharaan berkala dilaksanakan pada musim kemarau. Dengan kegiatan antara lain:

- 1) Mengecat; peralatan pemantau lahar, pintu air, saringan sampah, marka jalan, dan lain sebagainya;

2) Membersihkan saluran pengambilan air, lubang slit dan lubang conduit yang tersumbat oleh lumpur, pasir, kerikil, dan batu-batu serta hanyutan batang pohon tumbang;

3) Membersihkan permukaan jembatan bendung, setelah terjadi banjir lahar dari lumpur, pasir, kerikil, dan dan lain-lain yang menumpuk di permukaan jembatan bendung, setelah terjadi banjir lahar.

c. Kegiatan Pemeliharaan Bersifat Perbaikan Ringan dan Reparasi

Perbaikan ringan dan reparasi dilakukan untuk memperbaiki dan mereparasi bagian bangunan yang mengalami rusak ringan akibat pelaksanaan operasi maupun akibat sifat alami dari komponen bangunannya, dan merupakan pekerjaan sederhana dan tidak memerlukan perencanaan teknis detail. Kegiatannya antara lain:

1) Perbaikan pintu pengambilan air;

2) Perbaikan fasilitas pendukung seperti kantor, rumah jaga dan reparasi peralatannya; 16

3) Menambal lubang jalan masuk dan memperbaiki serta memperlancar drainasi jalan masuk;

4) Perbaikan untuk menutup rembesan kecil-kecil di tubuh bangunan;

5) Perbaikan selimut beton yang mengalami retak dangkal atau sedikit terkelupas;

- 6) Perbaiki permukaan lubang slit atau conduit yang mengalami abrasi atau retak retak dangkal.

2 Pemeliharaan Korektif

a. Bersifat Pemeliharaan Khusus

Pemeliharaan khusus adalah kegiatan memperbaiki kerusakan bagian dan/atau seluruh bagian bangunan berdasarkan pertimbangan keamanan harus segera mungkin diperbaiki, karena fungsi atau nilai kinerjanya kurang dari 80% dan masih diatas 60% dari kinerja rencana. Kegiatannya antara lain:

- 1) Perbaiki bagian lantai apron yang bolong sebagian;
- 2) Perbaiki bagian dinding apron yang runtuh sebagian;
- 3) Perbaiki bagian sayap dam yang retak dalam atau patah;
- 4) Perbaiki bagian badan tanggul yang mengalami longsor; dan
- 5) Perbaiki bagian talud yang patah.

b. Pemeliharaan Rektifikasi

Pemeliharaan rektifikasi adalah pemeliharaan yang dilakukan untuk menyempurnakan bagian bangunan atau seluruh bagian bangunan Sabo Kegiatan pemeliharaan rektifikasi antara lain:

- 1) Penambahan sub-dam untuk mengamankan pondasi terhadap gerusan lokal yang terus berkembang semakin dalam;
- 2) Peninggian sayap Sabodam untuk pengamanan tebing sungai agar tidak longsor ketika terjadi banjir lahar;
- 3) Pemotongan sayap Sabodam agar banjir lahar tidak meluap keluar palung sungai, karena kedalaman palung sungai relatif pendek; 17
- 4) Pelobangan Sabodam agar pasokan sedimen ke daerah hilir tetap seimbang;

- 5) Pengubahan bendung menjadi Sabodam dengan tetap mempertahankan fungsi bendung sebagai bangunan untuk menaikkan elevasi muka air normal dalam rangka pemberian air irigasi; dan
- 6) Peninggian tanggul karena debit banjir lahar semakin besar akibat terjadi erupsi baru

2.12 Evaluasi pemeliharaan

Evaluasi bertujuan untuk membandingkan antara perencanaan pemeliharaan dan pelaksanaannya. Evaluasi meliputi efektifitas pemeliharaan (kesesuaian tujuan) dan efisiensi (pemanfaatan sumberdaya) dalam pemeliharaan. Evaluasi dilakukan secara menyeluruh terhadap :

1. Kegiatan Pemeliharaan yang akan dikerjakan (*pre-project evaluation*);
2. Kegiatan Pemeliharaan yang sedang dikerjakan (*on-construction project evaluation*);
3. Kegiatan Pemeliharaan yang telah selesai dikerjakan (*post-project evaluation study*)