

## BAB VIII

### KINERJA LAYANAN TANGGUL DAN PENILAIAN KEAMANAN TANGGUL

#### 8.1 Sistem Penilaian Kinerja Layanan Tanggul

Sistem penilaian kinerja layanan tanggul merupakan kesatuan penilaian yang terdiri atas penilaian komponen kondisi fisik tanggul, sedimentasi dan kapasitas tampung sungai. Hasil pembobot kriteria kinerja layanan tanggul berdasarkan hasil *Analytic Hierarchy Process* (AHP), menunjukkan bahwa kapasitas tampung merupakan faktor paling berpengaruh terhadap kinerja layanan tanggul dengan bobot 39,50%, diikuti kondisi fisik tanggul dengan bobot 36,37% dan sedimentasi dengan bobot 24,13%. Hasil analisa ini menunjukkan bahwa jika kapasitas tampung masih sesuai dengan rencana, dan kondisi fisik tanggul masih dalam keadaan baik, maka kinerja layanan tanggul berada dalam kategori baik sedangkan sedimentasi yang terjadi pada lokasi penelitian tidak terlalu berdampak pada kinerja layanan tanggul.

##### 8.1.1 Kondisi Fisik Tanggul

Penilaian kondisi fisik tanggul merupakan hasil penilaian rata-rata pada setiap bagian tanggul yaitu puncak tanggul, lereng hulu dan lereng hilir serta kaki hulu dan kaki hilir berdasarkan gejala kerusakan yang terjadi pada bagian tanggul tersebut. Penilaian dilakukan pada tanggul sepanjang 50 meter atau per patok pengamatan. Hasil penilaian dikelompokkan atas kondisi baik, rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat. Kategori kondisi baik menunjukkan bahwa kondisi baik tanggul 90%-100% atau tinggi kerusakan 0% - 10%, kategori rusak ringan menunjukkan bahwa kondisi baik bagian tanggul 80% - <90% atau tingkat kerusakan 10% < - 20%, kategori rusak sedang menunjukkan bahwa kondisi baik bagian tanggul 60% - < 80%, atau tingkat kerusakan 20% < - 40%, dan kategori rusak berat menunjukkan bahwa kondisi baik bagian tanggul <60%, atau tingkat kerusakan > 40%. Kategori penilaian kondisi fisik ini diolah dan disusun dengan mengacu kepada tata cara penilaian kondisi fisik jaringan irigasi (Kementerian PUPR, 2015). Kategori kondisi tanggul disajikan pada Tabel 8.1

*commit to user*

Tabel 8.1 Kategori Kondisi Fisik Tanggul

Kondisi	% Kondisi Baik	% Tingkat Kerusakan
Baik	$90 \% \leq B \leq 100 \%$	$0 \% \leq R \leq 10 \%$
Rusak Ringan	$80 \% \leq B < 90 \%$	$10 \% < R \leq 20 \%$
Rusak Sedang	$60 \% \leq B < 80 \%$	$20 \% < R \leq 40 \%$
Rusak Berat	$B < 60 \%$	$R > 40 \%$

Sumber: Hasil Analisa, 2020

dengan :

B = prosentase nilai kondisi fisik tanggul dalam kondisi baik (%),

R = prosentase nilai kondisi fisik tanggul dalam kondisi rusak (%).

Adapun kategori gejala kerusakan pada bagian tanggul, dikelompokkan atas kategori baik jika kondisi baik tanggul 90%-100% atau tinggi kerusakan 0% - 10%, kategori rusak ringan menunjukkan bahwa kondisi baik bagian tanggul  $80\% \leq B < 90\%$  atau tingkat kerusakan  $10\% < R \leq 20\%$ , kategori rusak sedang menunjukkan bahwa kondisi baik bagian tanggul  $60\% \leq B < 80\%$ , atau tingkat kerusakan  $20\% < R \leq 40\%$ , dan kategori rusak berat menunjukkan bahwa kondisi baik bagian tanggul  $< 60\%$ , atau tingkat kerusakan  $> 40\%$ . Penilaian kondisi bagian tanggul berdasarkan gejala kerusakan dapat dilihat pada Tabel 8.2.

Tabel 8.2 Penilaian Kondisi Fisik Tanggul Berdasarkan Gejala Kerusakan Pada Bagian Tanggul

Bagian Tanggul	Gejala	Tingkat Kerusakan			
		Baik (0 % ≤ R ≤ 10 %)	Rusak Ringan (10 % < R ≤ 20 %)	Rusak Sedang (20 % < R ≤ 40 %)	Rusak Berat (R > 40 %)
<b>Puncak Tanggul</b>	1. Penurunan/ambblas	Tidak tampak penurunan/ambblas, puncak tanggul dalam kondisi rata.	Terjadi penurunan kecil dengan kisaran 0,2% sampai dengan 0,5% dari tinggi tanggul di atas elevasi pondasi.	Terjadi penurunan sedang dengan kisaran 0,5% sampai dengan 1% dari tinggi tanggul di atas elevasi pondasi.	Puncak tanggul ambblas. Terjadi penurunan dalam lebih dari 1% dari tinggi tanggul di atas elevasi pondasi,
	2. Lubang ( <i>sinkhole</i> )	Tidak terdapat lubang, puncak tanggul dalam kondisi baik dan drainase lancar	Terdapat lubang dangkal kecil. Penampang tanggul dalam kondisi cukup baik dan drainase cukup lancar	Terdapat lubang atau cekungan cukup dalam yang mempengaruhi drainase puncak tanggul.	Terdapat lubang dalam pada puncak yang membentuk kolam air dan kemungkinan besar akan mempengaruhi fungsi tanggul
	3. Lendutan ( <i>crest alignment</i> )	Tidak terdapat lendutan, permukaan rata.	Terdapat lendutan kecil. Permukaan puncak tanggul dalam kondisi cukup baik dan drainase cukup lancar	Terdapat lendutan cukup dalam dan memanjang sepanjang puncak tanggul dan menghambat drainase.	Terdapat lendutan/cekungan dalam dan memanjang sepanjang puncak tanggul serta membentuk kolam air di puncak tanggul.

Tabel 8.2 Penilaian Kondisi Fisik Tanggul Berdasarkan Gejala Kerusakan pada Bagian Tanggul (lanjutan)

Bagian Tanggul	Gejala	Tingkat Kerusakan			
		Baik (0 % ≤ R ≤ 10 %)	Rusak Ringan (10 % < R ≤ 20 %)	Rusak Sedang (20 % < R ≤ 40 %)	Rusak Berat (R > 40 %)
	4. Retakan melintang	Tidak terdapat retak melintang	Terdapat retakan melintang dangkal, tanpa gerakan vertikal di sepanjang retakan.	Terdapat retakan melintang cukup dalam tanpa gerakan vertikal sepanjang retakan tetapi tidak menerus melewati puncak tanggul.	Terdapat banyak retakan melintang dalam dan meluas ke seluruh puncak tanggul dengan gerakan vertikal sepanjang retakan.
	5. Retakan memanjang	Tidak terdapat retak memanjang	Terdapat retakan memanjang dangkal, tanpa gerakan vertikal di sepanjang retakan	Terdapat retakan memanjang cukup dalam tanpa gerakan vertikal sepanjang retakan. Tidak ada retakan yang terus menerus sepanjang puncak tanggul.	Terdapat banyak retakan memanjang yang dalam dan meluas ke seluruh panjang tanggul dengan gerakan vertikal sepanjang retakan.
	6. Tumbuh pohon/semak belukar	Tidak terdapat vegetasi tegak kecuali rumput pelindung puncak tanggul	Terdapat vegetasi tegak yang jarang dengan diameter batang kurang dari 5 cm diukur pada ketinggian 15 cm di atas permukaan tanah	Terdapat vegetasi tegak agak rapat dengan diameter batang lebih dari 5 cm diukur pada ketinggian 15 cm di atas permukaan tanah	Terdapat vegetasi rapat dengan diameter lebih dari 5 cm menutupi puncak tanggul sehingga puncak tanggul tidak tampak
	7. Kerusakan akibat jalur lalu lintas	Tidak terdapat bekas roda kendaraan, puncak tanggul rata.	Terdapat bekas roda kendaraan, permukaan tanggul sedikit bergelombang.	Terdapat bekas roda kendaraan sepanjang tanggul, permukaan tanggul sedikit bergelombang dan menimbulkan genangan	Terdapat bekas roda kendaraan sepanjang tanggul, permukaan tanggul bergelombang dan menimbulkan genangan di puncak tanggul.

Tabel 8.2 Penilaian Kondisi Fisik Tanggul Berdasarkan Gejala Kerusakan pada Bagian Tanggul (lanjutan)

Bagian Tanggul	Gejala	Tingkat Kerusakan			
		Baik (0 % ≤ R ≤ 10 %)	Rusak Ringan (10 % < R ≤ 20 %)	Rusak Sedang (20 % < R ≤ 40 %)	Rusak Berat (R > 40 %)
Lereng Hulu	1. Longsor	Lereng hulu dalam kondisi baik, tidak terdapat longsor.	Terdapat longsor kecil, bentuk lereng masih tampak utuh	Terdapat longsor cukup dalam dan memotong lereng tanggul.	Terdapat longsor dalam dan lebar sepanjang lereng, permukaan lereng tidak berbentuk
	2. Gerusan	Lereng hulu dalam kondisi baik, tidak terdapat gerusan	Lereng hulu dalam kondisi cukup baik, terdapat gerusan kecil akibat aliran sungai atau hujan	Terdapat gerusan sedang dan melebar di sepanjang lereng akibat aliran sungai atau hujan	Terdapat gerusan dalam dan melebar di sepanjang lereng
	3. Retakan (memanjang/melintang)	Tidak terdapat retakan pada lereng	Terdapat retakan dangkal, tanpa gerakan vertikal di sepanjang retakan. Tidak ada retakan yang terus menerus melewati lereng tanggul.	Terdapat retakan memanjang cukup dalam tanpa gerakan vertikal sepanjang retakan. Tidak ada retakan yang terus menerus sepanjang lereng tanggul.	Terdapat banyak retakan dalam, dengan gerakan vertikal sepanjang retakan dan meluas ke seluruh lereng tanggul.
	4. Lubang	Tidak terdapat lubang, lereng dalam kondisi baik dan drainase lancar	Terdapat lubang dangkal kecil yang tersebar, atau cekungan lain. Lereng tanggul dalam kondisi cukup baik dan drainase cukup lancar	Terdapat lubang atau cekungan sedang yang menghambat drainase lereng.	Terdapat lubang pada lereng yang membentuk kolam air dan kemungkinan besar akan mempengaruhi fungsi tanggul

Tabel 8.2 Penilaian Kondisi Fisik Tanggul Berdasarkan Gejala Kerusakan pada Bagian Tanggul (lanjutan)

Bagian Tanggul	Gejala	Tingkat Kerusakan			
		Baik (0 % ≤ R ≤ 10 %)	Rusak Ringan (10 % < R ≤ 20 %)	Rusak Sedang (20 % < R ≤ 40 %)	Rusak Berat (R > 40 %)
	5. Tumbuh pohon/semak belukar	Tidak terdapat vegetasi tegak kecuali rumput pelindung lereng tanggul	Terdapat vegetasi tegak yang jarang dengan diameter batang kurang dari 5 cm	Terdapat vegetasi tegak agak rapat dengan diameter batang lebih dari 5 cm.	Terdapat vegetasi rapat dengan diameter lebih dari 5 cm menutupi lereng hulu sehingga lereng hulu tidak tampak
<b>Lereng Hilir</b>	1. Longsor	Lereng hilir dalam kondisi baik, tidak terdapat longsor.	Terdapat longsor kecil, bentuk lereng masih tampak utuh	Terdapat longsor cukup dalam dan memotong lereng tanggul.	Terdapat longsor dalam dan lebar sepanjang lereng, permukaan lereng tidak berbentuk
	2. Gerusan	Lereng hilir dalam kondisi baik, tidak terdapat gerusan	Lereng hulu dalam kondisi cukup baik, terdapat gerusan kecil akibat hujan	Terdapat gerusan sedang dan melebar akibat hujan atau aktivitas manusia tetapi tidak menerus di sepanjang lereng	Terdapat gerusan dalam dan melebar serta menerus di sepanjang lereng



Tabel 8.2 Penilaian Kondisi Fisik Tanggul Berdasarkan Gejala Kerusakan pada Bagian Tanggul (lanjutan)

Bagian Tanggul	Gejala	Tingkat Kerusakan			
		Baik (0 % ≤ R ≤ 10 %)	Rusak Ringan (10 % < R ≤ 20 %)	Rusak Sedang (20 % < R ≤ 40 %)	Rusak Berat (R > 40 %)
	3. Retakan (memanjang/melintang)	Tidak terdapat retakan pada lereng	Terdapat retakan dangkal, tanpa gerakan vertikal di sepanjang retakan. Tidak ada retakan yang terus menerus melewati lereng tanggul.	Terdapat retakan memanjang cukup dalam tanpa gerakan vertikal sepanjang retakan. Tidak ada retakan yang terus menerus sepanjang lereng tanggul.	Terdapat banyak retakan dalam, dengan gerakan vertikal sepanjang retakan dan meluas ke seluruh lereng tanggul.
	4. Basah/Rembesan	Tidak terdapat areal basah/rembesan pada lereng tanggul	Terdapat areal basah/rembesan kecil pada lereng tanggul, air rembesan dalam keadaan jernih	Terdapat areal basah/rembesan cukup lebar pada lereng tanggul, air rembesan dalam keadaan cukup keruh	Terdapat areal basah/rembesan lebar dan meluas pada lereng tanggul, air rembesan dalam keadaan keruh.
	5. Lubang	Tidak terdapat lubang, lereng dalam kondisi baik dan drainase lancar	Terdapat lubang dangkal kecil yang tersebar, atau cekungan lain. Lereng tanggul dalam kondisi cukup baik dan drainase cukup lancar	Terdapat lubang atau cekungan sedang tersebar yang menggenangi lereng yang agak menghambat drainase lereng.	Terdapat lubang pada lereng yang membentuk kolam air, drainase terhambat.

Tabel 8.2 Penilaian Kondisi Fisik Tanggul Berdasarkan Gejala Kerusakan pada Bagian Tanggul (lanjutan)

Bagian Tanggul	Gejala	Tingkat Kerusakan			
		Baik (0 % ≤ R ≤ 10 %)	Rusak Ringan (10 % < R ≤ 20 %)	Rusak Sedang (20 % < R ≤ 40 %)	Rusak Berat (R > 40 %)
	6. Tumbuh pohon/semak belukar	Tidak terdapat vegetasi tegak kecuali rumput pelindung lereng tanggul	Terdapat vegetasi tegak yang jarang dengan diameter batang kurang dari 5 cm	Terdapat vegetasi tegak agak rapat dengan diameter batang lebih dari 5 cm.	Terdapat vegetasi rapat dengan diameter lebih dari 5 cm menutupi lereng hulu sehingga lereng hulu tidak tampak
Kaki Hulu	1. Gerusan	Kaki hulu dalam kondisi baik, tidak terdapat gerusan	Kaki hulu dalam kondisi cukup baik, terdapat gerusan kecil akibat aliran sungai atau hujan	Terdapat gerusan sedang dan melebar tetapi tidak menerus di sepanjang kaki hulu	Terdapat gerusan dalam dan melebar serta menerus di sepanjang kaki hulu
	2. Retakan	Tidak terdapat retakan pada kaki hulu	Terdapat retakan dangkal. Tidak ada retakan yang terus menerus melewati kaki tanggul.	Terdapat retakan cukup dalam tanpa gerakan vertikal sepanjang retakan dan menerus melewati kaki tanggul.	Terdapat banyak retakan dalam, dengan gerakan vertikal sepanjang retakan dan menerus ke seluruh kaki hulu.
	3. Tumbuh pohon/semak belukar	Tidak terdapat vegetasi tegak kecuali rumput pelindung kaki hulu	Terdapat vegetasi tegak yang jarang dengan diameter batang kurang dari 5 cm	Terdapat vegetasi tegak agak rapat dengan diameter batang lebih dari 5 cm.	Terdapat vegetasi rapat dengan diameter lebih dari 5 cm menutupi kaki hulu sehingga kaki hulu tidak tampak



Tabel 8.2 Penilaian Kondisi Fisik Tanggul Berdasarkan Gejala Kerusakan pada Bagian Tanggul (lanjutan)

Bagian Tanggul	Gejala	Tingkat Kerusakan			
		Baik (0 % ≤ R ≤ 10 %)	Rusak Ringan (10 % < R ≤ 20 %)	Rusak Sedang (20 % < R ≤ 40 %)	Rusak Berat (R > 40 %)
Kaki Hilir	1. Gerusan	Kaki hilir dalam kondisi baik, tidak terdapat gerusan	Kaki hilir dalam kondisi cukup baik, terdapat gerusan kecil	Terdapat gerusan sedang dan melebar tetapi tidak menerus di sepanjang kaki hilir	Terdapat gerusan dalam dan melebar serta menerus di sepanjang kaki hilir
	2. Retakan	Tidak terdapat retakan pada kaki hilir	Terdapat retakan dangkal. Tidak ada retakan yang terus menerus melewati kaki hilir.	Terdapat retakan cukup dalam tanpa gerakan vertikal sepanjang retakan dan menerus melewati kaki hilir	Terdapat banyak retakan dalam, dengan gerakan vertikal sepanjang retakan dan menerus ke seluruh kaki hulu.
	3. Basah/rembesan	Tidak terdapat areal basah/rembesan pada kaki hilir	Terdapat areal basah/rembesan kecil pada kaki hilir, air dalam keadaan jernih	Terdapat areal basah/rembesan cukup lebar pada kaki hilir, air dalam keadaan agak keruh.	Terdapat areal basah/rembesan lebar dan meluas pada kaki hilir, air dalam keadaan keruh.

Tabel 8.2 Penilaian Kondisi Fisik Tanggul Berdasarkan Gejala Kerusakan pada Bagian Tanggul (lanjutan)

Bagian Tanggul	Gejala	Tingkat Kerusakan			
		Baik (0 % ≤ R ≤ 10 %)	Rusak Ringan (10 % < R ≤ 20 %)	Rusak Sedang (20 % < R ≤ 40 %)	Rusak Berat (R > 40 %)
	4. Gelembung air	Tidak terdapat gelembung air pada kaki hilir	Terdapat gelembung air kecil pada kaki hilir, air dalam keadaan jernih	Terdapat gelembung air cukup besar dan menyebar pada kaki hilir, air dalam keadaan agak keruh.	Terdapat gelembung air lebar dan meluas pada lereng tanggul, air dalam keadaan keruh dan membawa sedimen
	5. Tumbuh pohon/semak belukar	Tidak terdapat vegetasi tegak kecuali rumput pelindung kaki hilir	Terdapat vegetasi tegak yang jarang dengan diameter batang kurang dari 5 cm	Terdapat vegetasi tegak agak rapat dengan diameter batang lebih dari 5 cm.	Terdapat vegetasi rapat dengan diameter lebih dari 5 cm menutupi kaki hilir sehingga kaki hilir tidak tampak

Sumber: Hasil Analisa, 2020

### 8.1.2 Sedimentasi

Penilaian kinerja layanan tanggul ditinjau dari sedimentasi dikategorikan berdasarkan dampak sedimentasi terhadap luas penampang sungai dan pengaruhnya terhadap tinggi jagaan. Berdasarkan hasil analisa transpor sedimen, selisih nilai debit sedimen antar titik dan prosentase sedimen pada ruas penampang sungai maka untuk debit rencana 500-2000 m<sup>3</sup>/det, sedimentasi dikategorikan rendah dengan nilai 75%-100% jika penambahan sedimentasi pada ruas penampang sungai bertanggung sebagaimana *as-built drawing*  $\leq 15\%$ . Hal ini disebabkan penambahan prosentase sedimen pada ruas tanggul tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi jagaan dimana tinggi jagaan pada kategori tersebut  $> 1,5$  m. Sedimentasi dikategorikan sedang dengan nilai 60%-<75% jika penambahan sedimentasi pada ruas penampang sungai bertanggung sebagaimana *as-built drawing* 15%-25% karena pada kategori prosentase tersebut tinggi jagaan berada pada 1-1,5 meter dan sedimentasi dikategorikan tinggi jika penambahan sedimentasi pada ruas penampang sungai bertanggung sebagaimana *as-built drawing*  $> 25\%$  karena pada kategori prosentase tersebut tinggi jagaan tersebut kurang dari 1 meter atau tidak aman sehingga diberi 0%.

Tabel 8.3 Kategori Sedimentasi

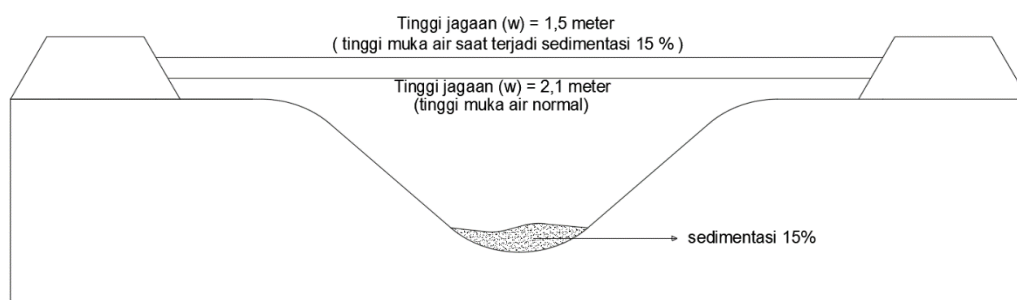
Kategori Sedimentasi	Penambahan Sedimentasi (%)	Keterangan
Rendah (75%-100%)	$S \leq 15\%$	Tinggi jagaan $> 1,5$ m
Sedang (60%-<75%)	$15\% < S \leq 25\%$	Tinggi jagaan $> 1-1.5$ m
Tinggi (<60%)	$S > 25\%$	Tinggi jagaan $< 1,0$ m

Sumber : Hasil analisa, 2020

dengan :

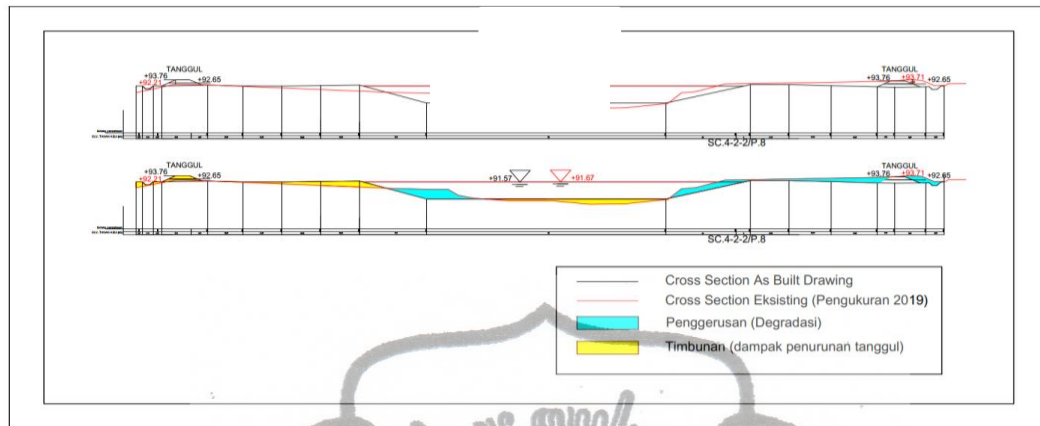
$S$  = prosentase penambahan sedimentasi (%).

Sketsa contoh perubahan luas penampang dapat dilihat pada Gambar 8.1.



*commit to user*

Gambar 8.1 Sketsa Perubahan Luas Penampang Akibat Sedimentasi



Gambar 8.2 Perubahan Penampang Sungai P.8

### 8.1.3. Kapasitas Tampung Sungai

Kapasitas tampung sungai disusun berdasarkan tinggi jagaan tanggul. Berdasarkan hasil tinjauan pustaka dan analisa lapangan, maka kategori tinggi jagaan tanggul disusun dengan memperhatikan debit banjir rencana dan penurunan tanggul. Beberapa referensi tambahan tinggi jagaan antara lain adalah sebesar + 10% (Sosrodarsono dkk, 1993) atau 0,3 meter (Kementerian PUPR, 2017). Pada penelitian ini, tambahan tinggi jagaan adalah sebesar 50% dari standar tinggi jagaan yang disusun oleh Sosrodarsono dkk (1993) dimana tambahan ketinggian tersebut bervariasi mulai dari 0,3 meter sampai dengan 1 meter sesuai debit banjir rencana. Tambahan ketinggian diberikan dengan pertimbangan faktor konsolidasi tanah serta perubahan debit akibat perubahan tata guna lahan dihilu sungai.

Tabel 8.4 Kategori Penilaian Kapasitas Tampung Sungai

No.	Debit Banjir Rencana (m <sup>3</sup> /det)	Tinggi Jagaan/w (m)		
		Baik (100%)	Cukup (60%-99%)	Jelek (<60%)
1	< 200	w>0,9	0,9≤w≤0,6	w<0,6
2	200-500	w>1,2	1,2≤w≤0,8	w<0,8
3	500-2.000	w>1,5	1,5≤w≤1,0	w<1,0
4	2.000-5.000	w>1,8	1,8≤w≤1,2	w<1,2
5	5.000-10.000	w>2,3	2,3≤w≤1,5	w<1,5
6	>10.000	w>3,0	3,0≤w≤2,0	w<2,0

Sumber : Sosrodarsono dkk, 1993, diolah

Kategori penilaian kapasitas tampung sungai pada Tabel 8.4 menunjukkan bahwa untuk Sungai Bengawan Solo ruas Dengkeng-Pusur, maka diperlukan tinggi jagaan lebih besar dari 1.5 meter sebagai batas aman.

#### 8.1.4. Kinerja Layanan Tanggul

Sistem penilaian kinerja layanan tanggul merupakan kesatuan penilaian yang terdiri atas penilaian komponen kondisi fisik tanggul, sedimentasi dan kapasitas tampung sungai bertanggul. Berdasarkan hasil iterasi terhadap kondisi fisik tanggul, sedimentasi dan kapasitas tampung sungai bertanggul ditemukan bahwa jika kondisi tanggul dalam kategori rusak berat dan/atau sedimentasi tinggi dan/atau kapasitas tampung sungai tidak berfungsi maka batas atas nilai kinerja layanan adalah 75,87% sedangkan jika kondisi tanggul dalam kategori rusak sedang dan/atau sedimentasi sedang dan/atau kapasitas tampung sungai kurang nilai kinerja layanan tertinggi adalah 87,94%. Hasil iterasi dapat dilihat pada Tabel 8.5.

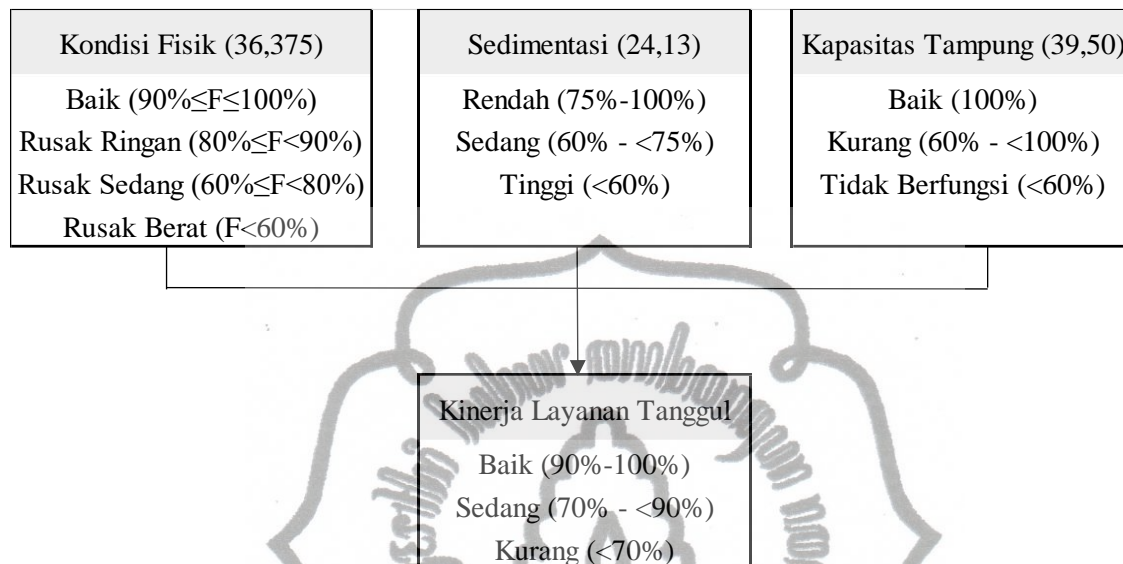
Tabel 8.5 Iterasi Kinerja Layanan Tanggul

Sedimentasi		Kondisi Fisik Tanggul					Kapasitas Tampung	
		Klasifikasi						
		Baik (90%-100%)	Rusak Ringan (80% - <90%)	Rusak Sedang (60% - <80%)	Rusak Berat (<60%)			
		Nilai bobot						
Klasifikasi	Nilai Bobot	36,37	32,73	29,10	21,82	0,00	Nilai Bobot	Klasifikasi
Rendah (75%-100%)	24,13	100,00	96,36	92,73	85,45	63,63	39,50	Baik (100%)
		80,25	76,61	72,98	65,70	43,88		
		60,50	56,86	53,23	45,95	24,13		
Sedang (60%-<75%)	12,07	87,94	64,55	60,91	53,64	31,82	19,75	Kurang (60%-<100%)
		68,19	64,55	60,91	53,64	31,82		
		48,44	44,80	41,16	33,89	12,07		
Tinggi (<60%)	0,00	75,87	72,23	68,60	61,32	39,50	0,00	Tidak Berfungsi (<60%)
		56,12	52,48	48,85	41,57	19,75		
		36,37	32,73	29,10	21,82	0,00		

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Berdasarkan hasil iterasi di atas diketahui bahwa kinerja layanan tanggul dikategorikan Baik jika nilai kinerja lebih besar dari 87,94 %, kategori jelek jika nilai kinerja kurang atau sama dengan 75,87 % dan dalam kategori sedang jika berada pada rentang lebih besar dari

75, 87 % sampai dengan 87,94%. Struktur hirarki desain kriteria kinerja layanan tanggul disajikan pada Gambar 8.3.



Gambar 8.3 Struktur Hirarki Penilaian Kinerja Layanan Tanggul

## 8.2 Penilaian Keamanan Tanggul

Penilaian keamanan tanggul disusun dengan memperhatikan penilaian kinerja layanan tanggul. Tanggul dikategorikan tidak aman jika salah satu dari kriteria kinerja layanan tanggul berada pada kategori terbawah yaitu kondisi tanggul dalam kategori rusak berat dan/atau sedimentasi tinggi dan/atau kapasitas tampung sungai tidak berfungsi. Tanggul dikategorikan kurang aman jika kondisi tanggul dalam kategori rusak sedang dan/atau sedimentasi sedang dan/atau kapasitas tampung sungai kurang. Berdasarkan hasil iterasi kinerja layanan tanggul maka untuk memenuhi ambang batas aman, maka untuk keperluan praktis penilaian di lapangan ditetapkan kategori tanggul Tidak Aman jika nilai kinerja layanan tanggul kurang dari 70 %, tanggul dikategorikan Kurang Aman jika nilai kinerja layanan tanggul 70 % sampai dengan kurang dari 90 % dan tanggul dikategorikan Aman jika nilai kinerja layanan tanggul 90 % sampai dengan 100 %. Hubungan penilaian kinerja layanan tanggul dan keamanan tanggul disajikan pada Tabel 8.6.



Tabel 8. 6 Hubungan Kinerja Layanan dan Keamanan Tanggul

Kinerja Layanan Tanggul	Tingkat Keamanan Tanggul
Baik ( $90\% \leq K \leq 100\%$ )	Aman
Sedang ( $70\% \leq K < 90\%$ )	Kurang Aman
Jelek ( $K < 70\%$ )	Tidak Aman

### 8.3 Penerapan Penilaian Kinerja Layanan Tanggul dan Keamanan Tanggul

Penerapan kriteria penilaian kinerja layanan tanggul pada wilayah studi di Sungai Bengawan Solo ruas Dengkang-Pusur, dilakukan mulai patok P.1 sampai dengan P.14. Contoh penerapan penilaian keamanan tanggul pada patok P.10-P.11 dapat dilihat pada Tabel 8.7.

Tabel 8.7 Contoh Penerapan Penilaian Keamanan Tanggul pada P.1-P.2 pada Q<sub>25</sub>

Ruas Pengamatan	Kriteria	Bobot Kriteria (%)	Nilai Kriteria (%)	Nilai Kinerja (%)	Tingkat Keamanan Tanggul
P1-P2	Kondisi Fisik	36,37			
	- Tanggul Kiri		74,04	26,93	
	- Tanggul Kanan		75,41	27,43	
	Sedimentasi (Agradasi/Degradasi)	24,13	100,00	24,13	
	Kapasitas Tampung	39,5			
	- Tanggul Kiri		88,08	34,79	
	- Tanggul Kanan		81,06	32,02	
	Jumlah	100			
	- Tanggul Kiri			85,85	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan			83,57	Kurang Aman

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Tabel 8.7 menunjukkan bahwa kinerja layanan tanggul Sungai Bengawan Solo ruas Dengkeng Pusur pada patok P.1 sampai P.2 dalam kategori sedang dengan nilai kinerja pada tanggul kiri 85,85% dan tanggul kanan 83,57%. Nilai kinerja tersebut menunjukkan bahwa tanggul dalam kategori kurang aman yang artinya tanggul pada patok tersebut kurang mampu mengendalikan tinggi muka air pada debit periode ulang 25 Tahun (Q<sub>25</sub>) rencana sebesar 1.193,22 m<sup>3</sup>/detik sehingga terdapat resiko kegagalan tanggul. Adapun rekapitulasi penilaian kriteria kinerja layanan tanggul dan keamanan tanggul Sungai Bengawan Solo ruas Dengkeng Pusur P.1 sampai dengan P.14 pada debit periode ulang 25 Tahun (Q<sub>25</sub>) dapat dilihat pada Tabel 8.8.

*commit to user*

Tabel 8.8 Rekapitulasi Penilaian Keamanan Tanggul P.1-P.14 pada Q<sub>25</sub> Tahun 1.193,22 m<sup>3</sup>/detik

Ruas Pengamatan		Kinerja Layanan Tanggul		Tingkat Keamanan Tanggul
		Nilai (%)	Kategori	
P1-P2	- Tanggul Kiri	85,85	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	83,57	Sedang	Kurang Aman
P2-P3	- Tanggul Kiri	82,31	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	88,97	Sedang	Kurang Aman
P3-P4	- Tanggul Kiri	75,78	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	91,24	Sedang	Kurang Aman
P4-P5	- Tanggul Kiri	85,79	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	92,09	Baik	Aman
P5-P6	- Tanggul Kiri	78,35	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	92,41	Baik	Aman
P6-P7	- Tanggul Kiri	86,85	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	93,17	Baik	Aman
P7-P8	- Tanggul Kiri	92,51	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	93,39	Baik	Aman
P8-P9	- Tanggul Kiri	66,99	Jelek	Tidak Aman
	- Tanggul Kanan	88,07	Sedang	Kurang Aman
P9-P10	- Tanggul Kiri	94,32	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	93,62	Baik	Aman
P10-P11	- Tanggul Kiri	90,76	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	91,73	Baik	Aman
P11-P12	- Tanggul Kiri	92,80	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	93,14	Baik	Aman
P12-P13	- Tanggul Kiri	94,90	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	93,32	Baik	Aman
P13-P14	- Tanggul Kiri	85,84	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	89,65	Sedang	Kurang Aman

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Tabel 8.8 menunjukkan bahwa kinerja layanan tanggul P.1 sampai dengan P.14 pada debit rencana 25 Tahun (Q<sub>25</sub>) sebesar 1.193,22 m<sup>3</sup>/detik bervariasi mulai dari baik sampai dengan jelek dan tingkat keamanan tanggul Sungai Bengawan Solo ruas Dengkeng-Pusur berada pada kategori aman sampai dengan tidak aman. Ruas tanggul dalam kategori aman adalah 50%, kurang aman 46% dan tidak aman 4%.

Tabel 8.9 Rekapitulasi Penilaian Keamanan Tanggul P.1-P.14 pada Debit Rencana 1.240 m<sup>3</sup>/detik

Ruas Pengamatan		Kinerja Layanan Tanggul		Tingkat Keamanan Tanggul
		Nilai (%)	Kategori	
P1-P2	- Tanggul Kiri	80,85	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	78,58	Sedang	Kurang Aman
P2-P3	- Tanggul Kiri	77,31	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	83,98	Sedang	Kurang Aman
P3-P4	- Tanggul Kiri	48,31	Jelek	Tidak Aman
	- Tanggul Kanan	88,62	Sedang	Kurang Aman
P4-P5	- Tanggul Kiri	80,79	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	90,80	Baik	Aman
P5-P6	- Tanggul Kiri	53,12	Jelek	Tidak Aman
	- Tanggul Kanan	90,80	Baik	Aman
P6-P7	- Tanggul Kiri	83,47	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	93,18	Baik	Aman
P7-P8	- Tanggul Kiri	92,52	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	93,40	Baik	Aman
P8-P9	- Tanggul Kiri	54,39	Jelek	Tidak Aman
	- Tanggul Kanan	94,47	Baik	Aman
P9-P10	- Tanggul Kiri	94,33	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	93,63	Baik	Aman
P10-P11	- Tanggul Kiri	90,77	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	91,74	Baik	Aman
P11-P12	- Tanggul Kiri	92,81	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	93,15	Baik	Aman
P12-P13	- Tanggul Kiri	94,90	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	93,32	Baik	Aman
P13-P14	- Tanggul Kiri	83,37	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	89,65	Sedang	Kurang Aman

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Tabel 8.10 Rekapitulasi Penilaian Keamanan Tanggul P.1-P.14 pada Q50 Tahun 1.311,96 m<sup>3</sup>/detik

Ruas Pengamatan		Kinerja Layanan Tanggul		Tingkat Keamanan Tanggul
		Nilai (%)	Kategori	
P1-P2	- Tanggul Kiri	76,61	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	74,33	Sedang	Kurang Aman
P2-P3	- Tanggul Kiri	73,06	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	79,73	Sedang	Kurang Aman
P3-P4	- Tanggul Kiri	66,84	Jelek	Tidak Aman
	- Tanggul Kanan	84,68	Sedang	Kurang Aman
P4-P5	- Tanggul Kiri	76,86	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	92,09	Baik	Aman
P5-P6	- Tanggul Kiri	69,26	Jelek	Tidak Aman
	- Tanggul Kanan	85,39	Sedang	Kurang Aman
P6-P7	- Tanggul Kiri	78,38	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	93,01	Baik	Aman
P7-P8	- Tanggul Kiri	92,27	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	93,23	Baik	Aman
P8-P9	- Tanggul Kiri	59,13	Jelek	Tidak Aman
	- Tanggul Kanan	87,92	Sedang	Kurang Aman
P9-P10	- Tanggul Kiri	92,54	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	93,46	Baik	Aman
P10-P11	- Tanggul Kiri	85,90	Sedang	Aman
	- Tanggul Kanan	91,57	Baik	Aman
P11-P12	- Tanggul Kiri	90,40	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	92,99	Baik	Aman
P12-P13	- Tanggul Kiri	94,90	Baik	Aman
	- Tanggul Kanan	93,32	Baik	Aman
P13-P14	- Tanggul Kiri	79,06	Sedang	Kurang Aman
	- Tanggul Kanan	89,25	Sedang	Kurang Aman

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Tabel 8.9 sampai dengan Tabel 8.10 menunjukkan kinerja layanan tanggul dan keamanan tanggul pada debit desain 1.240 m<sup>3</sup>/det dan debit periode ulang 50 Tahun (Q50) sebesar 1.311,96 m<sup>3</sup>/detik. Dari Tabel tersebut terlihat bahwa kinerja layanan tanggul pada P.1 sampai dengan P.14 bervariasi mulai dari baik sampai dengan jelek. Kinerja layanan

*commit to user*

tanggul dalam kategori sedang dan jelek umumnya berada pada tanggul kiri. Penilaian kinerja layanan tanggul tersebut menunjukkan bahwa tingkat keamanan tanggul Sungai Bengawan Solo ruas Dengkeng-Pusur berada pada kategori aman sampai dengan tidak aman. Tanggul dalam kategori tidak aman dan kurang aman sebagian besar berada pada tanggul kiri.

#### 8.4 Kebaruan dan Keterbatasan Penelitian

##### a. Kebaruan Penelitian

1. Penilaian keamanan tanggul berdasarkan kinerja layanan tanggul merupakan kebaruan penelitian ini karena sampai saat belum ada penelitian yang mendasari penilaian keamanan tanggul berdasarkan kinerja layanan tanggul dari (tiga) kriteria yaitu kondisi fisik tanggul, sedimentasi dan kapasitas tampung sungai bertanggul.
2. Kebaruan penelitian ini secara praktis dapat digunakan oleh pengelola tanggul sehingga pengelola tanggul dapat melakukan penilaian tingkat keamanan tanggul tanah yang menjadi tanggungjawabnya dan dapat diambil langkah-langkah antisipatif untuk mencegah terjadinya kegagalan tanggul.

##### b. Keterbatasan Penelitian

1. Dalam penelitian ini, kondisi tanggul dinilai berdasarkan pengamatan gejala pada bagian tanggul dan tidak dilakukan validasi kuantitatif terhadap stabilitas lereng untuk menghitung angka keamanan terhadap kekuatan tanah atau *safety factor* ( $F_s$ ), penilaian faktor keamanan terhadap *piping* (SF) maupun perhitungan debit rembesan. Demikian pula aspek sedimentasi dibatasi pada dampak aggradasi terhadap berkurangnya kapasitas tampung sungai dan mengkaji dampak degradasi terhadap kinerja tanggul.
2. Untuk meningkatkan keakuratan hasil penilaian maka keterbatasan penelitian ini perlu ditindaklanjuti dengan penelitian lanjut dengan melakukan validasi terhadap hasil pengamatan visual.