

**TOLOK UKUR KINERJA TANGGUL RUAS JURUG
MOJO BERDASARKAN PENILAIAN KEANDALAN,
PENILAIAN PERMUKAAN TANGGUL DAN
STABILITAS TANGGUL**

T E S I S

Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Gelar Magister Teknik



Disusun oleh:

**CHITRA HERMAWAN
S.941208002**

**MAGISTER TEKNIK SIPIL
TEKNIK REHABILITASI DAN PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA
2015**



**TOLOK UKUR KINERJA TANGGUL RUAS JURUG
MOJO BERDASARKAN PENILAIAN KEANDALAN,
PENILAIAN PERMUKAAN TANGGUL DAN
STABILITAS TANGGUL**

Disusun oleh:

CHITRA HERMAWAN
S.941208002

Telah disetujui oleh Tim Pembimbing

Tim Pembimbing:

Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	<u>Dr. Ir. Mamok Suprpto, M.Eng.</u> NIP. 19510710 198103 1 003	
Pembimbing II	<u>Dr.Tech.Ir.Sholihin As'ad, MT</u> NIP. 19671001 199702 1 001	

Mengetahui:

Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil



Dr. Ir. Mamok Suprpto, M.Eng.
NIP. 19510710 198103 1 003

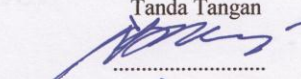

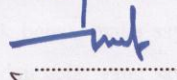
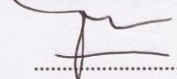
**TOLOK UKUR KINERJA TANGGUL RUAS JURUG
MOJO BERDASARKAN PENILAIAN KEANDALAN,
PENILAIAN PERMUKAAN TANGGUL DAN
STABILITAS TANGGUL**

Disusun oleh:

CHITRA HERMAWAN
S.941208002

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Tesis
Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta
pada hari, tanggal

Dewan Penguji:

<u>Jabatan</u>	<u>Nama</u>	<u>Tanda Tangan</u>
Ketua	<u>Dr. Ir. Agus P. Rahmadi, MS</u> NIP. 19590320 198803 1 002	
Sekretaris	<u>Dr. Dewi Handayani, ST.MT.</u> NIP. 19710919 199512 2 001	
Penguji I	<u>Dr. Ir. Mamok Suprpto, M.Eng</u> NIP. 19510710 198103 1 003	
Penguji II	<u>Dr. Tech. Ir. Sholihin As'ad, MT</u> NIP. 19671001 199702 1 001	

Mengetahui:


Direktur Program
Pascasarjana

Dr. Ir. Ahmad Yunus, M.S.
NIP. 19610717 198601 1 001

Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil



Dr. Ir. Mamok Suprpto, M.Eng.
NIP. 19510710 198103 1 003

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : CHITRA HERMAWAN
NIM : S.941208002

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang berjudul:

TOLOK UKUR KINERJA TANGGUL RUAS JURUG MOJO BERDASARKAN PENILAIAN KEANDALAN, PENILAIAN PERMUKAAN TANGGUL DAN STABILITAS TANGGUL

adalah betul-betul karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, tertulis dalam tesis tersebut diberi tanda *citasi* dan ditunjukkan dalam Daftar Pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan tesis dan gelar yang saya peroleh dari gelar tersebut.

Surakarta, November 2014

Yang membuat pernyataan

CHITRA HERMAWAN

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul *Tolak Ukur Kinerja Tanggul Ruas Jurug Mojo Berdasarkan Penilaian Keandalan, Penilaian Permukaan Tanggul dan Stabilitas Tanggul* dapat diselesaikan dengan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Sebelas Maret Surakarta
2. Direktur Program Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta
3. **Dr. Ir. Mamok Suprpto, M.Eng**, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta, sekaligus Pembimbing Utama.
4. **Dr. Tech. Ir. Sholihin As'ad. MT**, selaku Pembimbing Pendamping
5. Dr. Ir. Agus P. Rahmadi, MS selaku dosen penguji yang telah banyak memberi masukan, pemahaman serta saran untuk kesempurnaan penyusunan tesis.
6. **Dr. Dewi Handayani, ST.MT** selaku dosen penguji yang telah banyak memberi masukan dalam penyempurnaan tesis
7. Segenap Staf Pengajar Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah banyak membantu penulis selama kegiatan perkuliahan.
8. Istriku tercinta **Gusti Randayani, Amd.Keb**, orang tua ku tersayang **Heriyanto** dan **Armawati**, kedua adikku **Uci Ramadhani Amd. Keb** dan **Uly Ramadhanti**, serta bapak dan ibu mertua **Muchtarisah** dan **Bole** yang terus memanjatkan doa, memberikan semangat dan dukungan baik moril maupun materil dalam menyelesaikan pendidikan ini.
9. Rekan-rekan Mahasiswa Magister Teknik Rehabilitasi dan Pemeliharaan Bangunan Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta angkatan 2012, yang selama ini memberikan masukan, bantuan dan dorongan..

Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi civitas akademika, dan praktisi di bidang keairan. Atas segala bantuan yang telah bapak/ibu berikan mendapat anugrah dan berkah dari Allah S.W.T. Amin.

Surakarta, **Nopember 2014**

Penulis,

Chitra Hermawan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya jualah sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program Pascasarjana, jurusan Teknik Sipil.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya konstruktif untuk kesempurnaan tulisan mendatang sangat diharapkan.

Akhirnya harapan penulis semoga tesis ini dapat bermanfaat pada pengembangan ilmu, khususnya teknik sipil dan secara umum pada dunia pendidikan.

Surakarta, Nopember 2014

Penulis

ABSTRAK

Chitra Hermawan, 2014, Tolok Ukur Kinerja Tanggul Ruas Jurug Mojo Berdasarkan Penilaian Keandalan, Penilaian Permukaan Tanggul dan Stabilitas Tanggul, Tesis Magister Teknik Sipil Kosentrasi Teknik Rehabilitasi Dan Pemeliharaan Bangunan Sipil Program Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta

Banjir selama ini dipahami sebagai bencana yang terjadi secara berulang & acak, sehingga masyarakat kurang siap untuk menghadapinya. Sehingga, banyak kerugian materi bahkan korban jiwa. Sebagai antisipasi banjir, di beberapa sungai telah dibangun tanggul untuk menahan banjir.

Penelitian ini dilakukan pada ruas Bengawan Solo yaitu pada ruas Jurug-Mojo sepanjang 1.317 m yang dibagi menjadi 13 ruas dengan panjang tiap ruas 100 m. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah cross section, elevasi tanggul, dan data tanah dan variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah debit, percepatan gravitasi, elevasi muka air, angka pori tanah, gaya geser, berat jenis, dan sudut geser. Ada 3 (tiga) metode untuk menilai tolak ukur kinerja tanggul yaitu penilaian keandalan, permukaan tanggul (Metode *PCI*) dan stabilitas tanggul (Metode *Bishop*)

Hasil analisis merupakan melihat hubungan antara Keandalan, *PCI*, dan Stabilitas Tanggul. Debit maksimum yang dapat ditahan oleh tubuh tanggul adalah 1489 m³/dt, nilai keandalan 0.675, Nilai *PCI* 59.4 (baik), nilai stabilitas tanggul pada saat belum *overtopping* 2.771 (stabil), saat terjadi genangan tertinggi 1.075 (tidak stabil), pada saat air turun 0.5 m 1.706 (stabil), pada saat air turun 1 m 1.775 (stabil). Kinerja pada tanggul Bengawan Solo ruas Jurug-Mojo dengan penilaian keandalan, penilaian permukaan tanggul & stabilitas masih dalam keadaan baik dan mampu untuk menahan debit banjir Bengawan Solo dengan kala ulang 50th.

Kata Kunci: Tanggul, Indeks Keandalan, Stabilitas, PCI (Pavement Condition Index)

ABSTRACT

Chitra Hermawan. 2014. Benchmark of Dike Performance of Jurug-Mojo Portion Based on Reliability Assessment, Dike Surface Assessment and Dike Stability Assessment. Thesis. Master of Civil Engineering with Concentration on Rehabilitation and Maintenance of Civil Infrastructure. Post-graduate Program. Sebelas Maret University. Surakarta.

Flood is known as a disaster that usually comes suddenly, and therefore, people are not prepared. As a result, it causes a dead loss, both human and material. In order to anticipate flood, some dikes have been built.

Bengawan Solo dike has changed through time. Damages along the dike have been identified and followed-up by conducting some improvements to make it function well. However, since the repairs are carried out based on the occurrence of landslide or burst, there are many portions of the dike that are damaged but receive no rehabilitation. In fact, in some portions of the dike crossing densely populated settlements, there are many buildings cutting through the outside part of the dike base. Furthermore, portions of the dike in that area have been transformed to street with uncontrolled load. For example, it is found that some vehicles loading construction materials passing on the dike. But, in fact, this sort of loading has not been predicted in the planning. Hence, it is important to foreknow the benchmark of dike performance to assess the performance of dike before landslide or burst occurring.

This research was conducted to the Jurug-Mojo portion of Bengawan Solo dike. It is 1.317 m long and is divided into 13 portions, each of which is 100 m long. The parameters applied in this research were cross-section, dike elevation and data about land, while the variables were debit, gravity acceleration, water surface elevation, soil pore index, shearing force, specific weight, and friction angle. There were 3 (three) methods proposed to assess the benchmark of the dike performance, including reliability assessment, dike surface assessment (PCI Mmethod) and dike stability assessment (Bishop Mmethod).

The findings of the research are as follows. The maximum debit that can be embanked by the dike is 1,489 m³/s; the reliability index is 0.675; the PCI index is 59.4 (good); the dike stability index before overtopping is 2.771 (stable); the dike stability index when overtopping is 1.075 (unstable), the water stability index when lowering 1 m is 1.775 (stable).

Keywords: dike, reliability index, stability, PCI (Pavement Condition Index)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.1.1 Debit Banjir.....	4
2.1.2 Indeks Keandalan dan PCI.....	5
2.1.3 Stabilitas Lereng Tanggul.....	8
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Debit Banjir.....	9
2.2.2 Indeks Keandalan dan LCI	10
2.2.3 Stabilitas Lereng Tanggul.....	11
BAB 3 METODE PENELITIAN	15
3.1 Lokasi Penelitian	15
3.2 Parameter Dan Variabel	18
3.3 Data.....	18
3.3.1 Jenis Data.....	18
3.3.2 Uji Data	19
3.4 Analisis.....	19
3.4.1 Debit Banjir Maksimal	19
3.4.2 Kinerja tanggul Sesuai dengan Indeks Keandalan dan PCI.....	20
3.4.3 Stabilitas tanggul pada bagian dengan PCI paling rendah.....	20
3.5 Tahapan Pelaksanaan Penelitian	21
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	22

4.1	Debit Banjir Maksimal	22
4.1.1	Tinggi Muka Air	22
4.1.2	Pengukuran Puncak Tanggul	26
4.2	Nilai Keandalan dan PCI	27
4.2.1	Keandalan Q_{50} (1419 m ³ /dt)	27
4.2.2	Keandalan $Q_{50} + 50$ m ³ /dt (1469 m ³ /dt)	28
4.2.3	Keandalan $Q_{50} + 70$ m ³ /dt (1489 m ³ /dt)	29
4.2.4	Keandalan $Q_{50} + 100$ m ³ /dt (1519 m ³ /dt)	29
4.2.5	Keandalan $Q_{50} + 150$ m ³ /dt (1569 m ³ /dt)	31
4.2.6	Penilaian Permukaan Tanggul Dengan Metode PCI	32
4.3	Stabilitas Tanggul	35
4.3.1	Perhitungan Stabilitas Menggunakan <i>Software SlopeW</i> dari <i>Geoslope</i>	36
4.3.2	Perhitungan Stabilitas Tanggul Jurug-Mojo	38
4.3.3	Hasil Perhitungan Stabilitas	38
4.4	Pembahasan	42
BAB 5 KESIMPULAN dan SARAN		44
5.1	KESIMPULAN	44
5.2	SARAN	44
DAFTAR PUSTAKA		xii
LAMPIRAN A		14
LAMPIRAN B		21
LAMPIRAN C		27

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Rating Penilaian PCI.....	6
Tabel 2-2. Tabel Sandingan PCI dan PCI Pada Tanggul	7
Tabel 3-1. Parameter dan Variabel	18
Tabel 4-1 Tinggi Muka Air.....	23
Tabel 4-2 Tinggi Muka Air.....	24
Tabel 4-3 Tinggi Muka Air.....	25
Tabel 4-4 Hasil Pengukuran Puncak Tanggul.....	26
Tabel 4-5 Nilai Keandalan Ruas Tanggul	28
Tabel 4-6 Nilai Keandalan Ruas Tanggul Nilai Debit $Q_{50} + 100$	30
Tabel 4-7 Nilai Keandalan Ruas Tanggul	31
Tabel 4-8 Penilaian Kondisi Tanggul	33
Tabel 4-9 Nilai TDV	34
Tabel 4-10 Nilai PCI.....	34
Tabel 4-11 Nilai PCI Tiap Ruas	34
Tabel 4-12. Parameter berat volume dan kuat geser material Tanggul Jurug-Mojo.....	38
Tabel 4-13. Angka Keamanan Lereng Tanggul Perhitungan <i>Slope/W</i>	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Pembagian irisan	12
Gambar 2-2. Gaya-gaya pada irisan menurut <i>Bishop</i> yang disederhanakan	12
Gambar 3-1. Lokasi Penelitian	16
Gambar 3-1. Lokasi Penelitian	17
Gambar 3-2. Diagram Alir Tahapan Penelitian	21
Gambar 4-1. Visualisasi Tinggi Muka Air Sungai Bengawan Solo Ruas Jurug-Mojo Q Kala Ulang 50 Tahun	22
Gambar 4-2. Visualisasi Tinggi Muka Air Sungai Bengawan Solo Ruas Jurug-Mojo....	23
Gambar 4-3. Visualisasi Tinggi Muka Air Sungai Bengawan Solo Ruas Jurug-Mojo Q Kala Ulang 50 + 100 m ³ /dt.	24
Gambar 4-4. Visualisasi Tinggi Muka Air Sungai Bengawan Solo Ruas Jurug-Mojo Q Kala Ulang 50 Tahun Penambahan 150 m ³ /dt.	25
Gambar 4-5. Elevasi Puncak Tanggul Ruas Jurug-Mojo	26
Gambar 4-6. Perbandingan Elevasi Puncak Tanggul dan Tinggi Muka Air.	27
Gambar 4-7. Perbandingan Elevasi Puncak Tanggul dan Tinggi Muka Air	28
Gambar 4-8. Perbandingan Elevasi Puncak Tanggul dan Tinggi Muka Air.	29
Gambar 4-9. Perbandingan Elevasi Puncak Tanggul dan Tinggi Muka Air.	29
Gambar 4-10. Keandalan Tubuh Tanggul Dengan Debit 1519 m ³ /dt.	30
Gambar 4-11. Perbandingan Elevasi Puncak Tanggul dan Tinggi Muka Air.	31
Gambar 4-12. Keandalan Tubuh Tanggul Dengan Debit 1519 m ³ /dt.	32
Gambar 4-13. Perbandingan Nilai PCI dan Indeks Keandalan	35
Gambar 4-14. Tampilan Gambar Sketsa	36
Gambar 4-15. Tampilan Pemilihan Metode Analisis	37
Gambar 4-16. Tampilan <i>Slope/w Solve</i>	37
Gambar 4-17. Tampilan <i>slope/w contour</i>	37
Gambar 4-18. a) Saat Tanggul Belum <i>Overtopping</i>	39
Gambar 4-19. b) Saat Terjadi Genangan Tertinggi	40
Gambar 4-20. b) Saat Air Mulai Turun 0.5 M	40
Gambar 4-21. b) Saat Air Mulai Turun 1 m	41
Gambar 4-22. Grafik Angka Aman Tanggul Jurug-Mojo	42

Gambar L-1. <i>Long Section</i> Sungai Bengawan Solo.....	15
Gambar L-2. <i>Cross Section</i> Pada RS 25.....	16
Gambar L-3. <i>Cross Section</i> Pada RS 24,23,22	17
Gambar L-4. <i>Cross Section</i> Pada RS 21,20,19	17
Gambar L-5. <i>Cross Section</i> Pada RS 18,17	18
Gambar L-6. <i>Cross Section</i> Pada RS 16,15	18
Gambar L-7. <i>Cross Section</i> Pada RS 14.....	19
Gambar L-8. <i>Cross Section</i> Pada RS 13.....	19
Gambar L-9. <i>Cross Section</i> Pada RS 12,11	20

DAFTAR NOTASI

Z_1 & Z_2	elevasi saluran utama
Y_1 & Y_2	tinggi muka air pada tiap <i>cross section</i> .
V_1 & V_2	kecepatan
a_1 & a_2	koefisien kecepatan
g	gravitasi
h_e	kehilangan energi.
L	perbandingan debit pada tiap Jarak <i>crosssection</i>
S_f	perwakilan kemiringan antara dua <i>section</i>
C	koefisien perubahan bentuk <i>crosssection</i>
F	angka aman
S_a	kekuatan geser yang tersedia ($C+N' \tan \Phi$)
S_m	kekuatan geser yang terjadi
U_α	gaya air pori
U_β	gaya air di permukaan irisan
W	berat irisan
N	gaya normal efektif
Q	gaya tambahan dari luar
k_v	koefisien gempa arah vertikal
k_h	koefisien gempa arah horizontal
Z_L	gaya antar irisan dari kiri
Z_R	gaya antar irisan dari kanan
θ_L	sudut gaya antar irisan dari kiri
θ_R	sudut gaya antar irisan dari kanan
h_L	tinggi Z_L
h_R	tinggi Z_R
α	sudut dasar irisan
β	sudut atas irisan
b	lebar irisan
h	tinggi rata-rata irisan
h_c	tinggi titik tengah irisan
A_d	luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan
L_d	panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan
A_s	luas total unit segmen