



Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP)

Alamat Prosiding : snip . eng . uni la . ac . id



Penanganan Kerusakan Box Culvert Saluran Primer Raman Utara Pada D.I Way Sekampung

N. Yuliati^a D. Despa^b Armijon^c

Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung , Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Sumber Daya Air,
Jalan Gatot Subroto No 57 Bandar Lampung
Program Profesi Insinyur. Jln. Prof.Dr. Brojo Sumantri No 1 Bandar Lampung

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterima 6 Februari 2023

Kata kunci:

Daerah Irigasi, Saluran
Irigasi, Box Culvert

Daerah Irigasi Raman Utara dibangun tahun 1959 dengan rencana luas sawah baku 6.304 ha dan luas sawah fungsional sebesar 4.207 ha, yang sumber airnya berasal dari Way Raman serta mendapat suplesi dari Way Sekampung. Terdapat alur sungai kecil pada subdas di area saluran Primer Raman Utara yang diindikasikan memiliki akumulasi debit yang cukup besar dan mempengaruhi kekuatan tanggul irigasi BRU. 1b di STA 5,375, dilokasi ini terdapat box culvert yang melintang tegak lurus di bawah Saluran Primer Raman Utara namun tidak dapat mengalirkan air sungai/alur dengan debit besar karena memiliki kapasitas kecil dan kondisi yang tidak terpelihara, sehingga tanggul dan dinding penahan tanggul diatasnya terus terkikis serta mengurangi kekuatan tanggul Saluran Primer Irigasi Raman Utara. Kapasitas box culvert eksisting mempunyai kapasitas sebesar 16.145 m³/dt. Sedangkan berdasarkan perhitungan hidrologi debit banjir rancangan yang ada adalah 23,27 m³/dt, sehingga kapasitas eksisting tidak dapat menampung debit yang ada. Maka dari itu perlu peningkatan kapasitas dengan pilihan alternatif I dengan dimensi b = 3 m dan tinggi 3 m serta kemiringan saluran sebesar 0.001833 (beda elevasi 5.5 cm panjang saluran 30 m), yang dapat mengalirkan debit maksimal 26.975 m³/dt atau alternatif II dengan dimensi 2 kali lebar 2 meter dengan tinggi 2.5 meter yang dapat mengalirkan debit banjir sebesar 28.881 m³/dt.

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Daerah Irigasi (DI) Raman Utara termasuk dalam DI Sekampung Sistem dibangun pada tahun 1959, dengan rencana luas sawah baku 6.304 ha dan luas sawah fungsional sebesar 4.207 ha, yang sumber airnya berasal dari Way Raman juga mendapat suplesi dari Way Sekampung melalui Bendung Argoruguh tumpungan air buangan dari Punggur, dan Bunut serta ditambah suplesi dari KH.2. DI Raman Utara terletak di Kabupaten Lampung Timur yang melewati tiga kecamatan Pekalongan, Batanghari Nuban dan Kecamatan Raman Utara dan juga dibangun dengan sistem bendung serta jaringan irigasi teknis dan pengendalian banjir dengan pintu penguras dan bangunan pelimpas atau mercu. DI Raman Utara termasuk daerah potensi penghasil padi dan termasuk kedalam daerah yang diandalkan untuk menyumbang produksi pangan Provinsi Lampung termasuk lumbung padi nasional. Pola tanam yang dilakukan oleh para petani disana adalah padi-padi-bera dengan intensitas tanam per tahun mencapai 172.73 persen dan lahan garapan terdiri dari sawah dan lahan dengan total luas rata-rata 1.15 ha per responden.

Ada beberapa permasalahan di DI Raman Utara, antara lain terjadi alih fungsi lahan yang umumnya menjadi pemukiman seperti tanaman karet, singkong, kelapa sawit sehingga mengakibatkan air tidak sampai ke areal persawahan karena air yang tersedia tidak mencukupi untuk mengalir seluruh areal persawahan yang ada; dan harus segera melakukan rehabilitasi saluran dan bangunan sudah banyak yang rusak agar pelayanan terhadap DI Raman Utara maksimal. Disamping itu, terdapat permasalahan yang terjadi dilapangan akibat intensitas curah hujan tinggi selama ± 5 Jam di lokasi pada Sub DAS dan DAS yang berkontribusi debit pada alur alur lembah sekitar Saluran Primer Raman Utara. Saluran Primer Raman Utara mengalami kapasitas Debit yang cukup tinggi dengan kecepatan aliran yang sangat tinggi (fast Runoff). Terdapat alur sungai kecil pada subdas di area saluran Primer Raman Utara yang diindikasikan memiliki akumulasi debit yang cukup besar dan mempengaruhi kekuatan tanggul irigasi pada BRU. 1b di STA 5,375 Terletak di Kecamatan Pekalongan Desa Ganti Mulyo (Gorong – gorong Avour) dengan Koordinat 5°2'24,96" S - 105°21'41,4" T, dilokasi ini terdapat gorong-gorong yang melintang tegak lurus

di bawah Saluran Primer Raman Utara namun tidak dapat mengalirkan air sungai/ alur dengan debit besar karena memiliki kapasitas kecil dan kondisi yang tidak terpelihara, sehingga tanggul dan dinding penahan tanggul diatasnya terus terkikis serta mengurangi kekuatan tanggul Saluran Primer Irigasi Raman Utara.

1.2. Permasalahan

Tanggul Saluran BRU.1b putus sepanjang 25 m dan lebar tanah dasar 18 m, tinggi 8 m dari atas tanggul ke tanah dasar, lebar atas tanggul 1,5 m, lebar dasar saluran 4,5 m, tinggi dari dasar saluran ke kedalaman tanah asli 2,75 m.

Akibat Tanggul BRU.1b putus sepanjang 25 m saat ini operasi Irigasi daerah Raman utara terhenti, yang mengakibatkan kurang lebih 4000 ha sementara ini tidak dapat diakses proses pengaliran.

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah:

- 1) Menentukan penyebab utama dari kerusakan saluran
- 2) Menentukan alternatif tipe box culvert saluran dan usaha penanggulangan kerusakan saluran.

Manfaat dari penelitian adalah:

- 1) Dapat diketahui faktor-faktor penyebab kerusakan.
- 2) Sebagai dasar untuk pengambilan keputusan.
- 3) Pekerjaan rehabilitasi dilakukan setelah adanya kajian dan studi terhadap permasalahan kerusakan saluran, sehingga perencanaan pekerjaan rehabilitasi tidak salah arah

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisa Hidrologi

2.1.1 Hidroklimatologi

Curah hujan rencana merupakan hujan harian maksimum tahunan dengan suatu kemungkinan tertentu atau hujan dengan suatu periode ulang tertentu. Metode yang digunakan tergantung dari harga Cs (Koefisien Skew) dan Ck (Koefisien Kurtosis), disamping perhitungan Cs dan Ck, perlu dihitung juga harga Koefisien Varian (Cv) dan Standard Deviasi (S), persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) \bar{S}^3}$$

$$Ck = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \bar{S}^4}$$

Dimana S = Standar Deviasi

n = Banyaknya data

Xi = Data

i = Urutan data mulai dari yang terbesar

\bar{X} = Hujan rata-rata

Cv = Koefisien Varian

Cs = Koefisien Skew

Ck = Koefisien Kurtosis

Perhitungan distribusi curah hujan selanjutnya dihitung dengan beberapa metode, yaitu **Log Pearson III** dan **Gumbel**.

Metode **Log Pearson III**

Perhitungannya mengikuti persamaan sebagai berikut :

$$\text{Log } X = \overline{\text{Log } X} + K.S \log x$$

Log X = Nilai Log besarnya curah hujan suatu kejadian

Log \bar{X} = Nilai log rata-rata curah hujan

S log x = Standard deviasi dari log X

K = Faktor sifat distribusi Log Pearson tipe III (lihat Tabel)

Metode **Gumbel**

Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + S.K$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

$$Y_T = -\ln \frac{T-1}{T}$$

XT = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

\bar{X} = Besarnya curah hujan rata-rata.

S = Standard deviasi

K = Faktor frekwensi

YT = Reduced variate

Yn = Reduce mean (sebagai fungsi dari banyaknya data)

Sn = Reduce standard deviasi (sebagai fungsi dari banyak data n)

2.1.2 Debit Banjir Rancangan

Salah satu teknik analisis hidrologi yang paling umum digunakan untuk tujuan perancangan adalah metoda rasional, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_p = C \cdot i_T \cdot A$$

Dimana

- Q_p = laju debit puncak (volume air/jam)
 i_T = rerata intensitas hujan dengan frekuensi tertentu T (mm/jam)
 A = luas DAS (km²)
 C = koefisien limpasan, yang ditentukan oleh ciri lahan DAS

Yang perlu mendapat catatan dalam penggunaan rumus di atas adalah bahwa lama hujan t_r yang dipertimbangkan harus lebih besar dari waktu konsentrasi DAS t_c , yang mengasumsikan bahwa laju debit setelah waktu konsentrasi tidak bertambah lagi karena infiltrasi sudah konstan. Asumsi ini terutama berlaku untuk DAS kecil (< 100 km²). Rumus untuk menghitung waktu konsentrasi yang paling banyak digunakan rumus Kirpich berikut:

$$t_c = (11,9 L^3 / H)^{0,385}$$

dimana:

- t_c = waktu konsentrasi (jam)
 L = panjang sungai utama (km)
 H = beda elevasi antara titik tertinggi dan terendah dari DAS (kaki)

2.2 Survey Topografi

Survei topografi adalah melaksanakan kegiatan-kegiatan yang meliputi :

- Pekerjaan Persiapan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :
 - Penyiapan data pendukung seperti peta Peta Daerah Irigasi, dan tabel deklinasi matahari.
 - Melakukan inventarisasi data koordinat titik acuan terdekat atau titik acuan yang diarahkan oleh pihak pekerjaan.
 - Menyiapkan peta kerja, termasuk perencanaan jalur pengukuran dan rencana penempatan titik kontrol.
- Penyiapan Patok Bantu
 Patok bantu akan dipasang pada setiap tempat berdiri alat poligon, situasi, dan diantara tempat berdiri alat waterpas. Patok ini dibuat dari kayu dengan ukuran 3 cm x 5 cm x 40 cm. Patok kayu ini pada bagian atasnya dipasang paku payung sebagai penanda centering titik tempat berdiri alat atau titik berdiri rambu pada pengukuran waterpass. Untuk memudahkan penentuan patok, perlu juga diberikan pengkodean atau penamaan masing-masing patok kayu tersebut dengan nama, huruf atau nomer.
- Pengukuran Poligon Utama.
 Pengukuran Kerangka Kontrol Horizontal atau yang lazim disebut Poligon, dilakukan dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - Poligon akan diukur dengan cara poligon terikat.
 - Jalur pengukuran poligon akan dilakukan melalui Setiap BM eksisting (bila ada).
 - Poligon harus diukur menggunakan alat Theodolite Total Station atau sejenis
 - Sudut diukur minimal dalam 1 seri,

- Jarak mendatar diukur minimal 1(satu) kali ke muka dan ke belakang.
- dimana n adalah jumlah stasiun berdiri alat.
- Kesalahan linier yang dicapai harus lebih kecil dari 1 : 3.000
- Pekerjaan hitungan poligon akan diselesaikan di lapangan, agar bila terjadi kesalahan segera diketahui dan dilakukan pengukuran kembali hingga benar

2.3 Survey Mekanika Tanah

Pekerjaan penelitian geologi / mekanika tanah dilakukan untuk mengetahui parameter teknis tanah baik sifat maupun karakteristiknya.

- Pekerjaan Sondir
 - Umum
 Pengujian sondir dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi tanah bawah permukaan, kedalaman dari lapisan tanah keras, karakteristik dari hambatan lekat dan harga kedalaman dengan metode penetrometer. Uji penetrasi diperlukan sebagai bagian penunjang dari pemboran tangan, tetapi pada lokasi dimana terdapat lapisan pasir dan lempung lunak, hanya sondir yang akan digunakan
 - Metode (Tata cara)
 Pengujian akan dilaksanakan pada titik tertentu yang sudah ditunjuk oleh Pekerjaan. Kemajuan penetrasi selama pelaksanaan penekanan harus konstan 2 cm/detik dan pembacaan dilakukan secara menerus. Hambatan dari ujung konus setiap menembus sedalam 20 cm akan dicatat dengan seksama, dimulai dari 20 cm dibawah muka tanah asli. Setiap hambatan akan dikoreksi dengan berat dari tangkai bor dan konus. Catatan yang sudah dikoreksi untuk setiap titik akan diringkas didalam log dan setiap hambatan yang terjadi akan diperlihatkan.
- Pekerjaan Pemboran Tangan (Hand Bor)
 - Umum
 Pekerjaan hand bor dimaksudkan untuk mengetahui secara visual macam dan sifat tanah serta untuk mengambil contoh tanah tak terganggu yang akan dipakai sebagai benda uji untuk penelitian sifat fisik dan sifat mekanis tanah untuk kepentingan perencanaan pondasi ataupun tanggul.
 - Metode (Tata cara)
 Pemboran tangan dilakukan dengan cara memutar bor tangan ke dalam tanah sampai kedalaman tertentu, dan melepas tanah dari mata bor untuk pemeriksaan dan pengambilan contoh. Kemudian bor tangan dimasukkan kembali kedalam BAB III - 8 lubang, demikian proses diulang. Pipa casing diperlukan pada tanah tidak stabil, yang mudah runtuh, khususnya apabila pengeboran dilakukan dibawah muka air tanah. Diameter dalam dari pipa casing harus sedikit lebih besar dari diameter bor tangan yang digunakan. Casing dimasukkan sampai kedalaman yang tidak melebihi posisi bagaian atas dari conto berikutnya, dan dibersihkan dengan bor tangan. Bor tangan dimasukkan kembali kedalam lubang bor dan diputar dibawah casing untuk mengambil contoh tanah.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kasus lapangan tentang jenis dan bentuk kerusakan saluran pada D.I. Way Sekampung sub D.I. Raman Utara. Adapun langkah dan pendekatan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.1. Pengumpulan data dan Tinjauan Lapangan

- 1) Data Geografis, Data Teknis DI Way Sekampung sub DI Raman Utara
- 2) Data Hidrologi, Survei Topografi, Survei Mekanika Tanah
- 3) Dokumentasi lapangan, khususnya saluran pada sub DI. Raman Utara

3.2. Identifikasi Kerusakan Saluran

Akan dikelompokkan bentuk dan skala kerusakan yang terdapat sepanjang saluran primer. Mulai dari kerusakan kecil, menengah, sampai yang berskala besar serta pemicu kerusakan baru akibat kondisi trase saluran yang ada. Disini juga akan dikaji pengaruh drainase lahan terhadap kerusakan saluran.

3.3. Pembahasan dan Diskusi

Setelah mengetahui berbagai bentuk dan jenis kerusakan yang terdapat sepanjang saluran, akan dibahas secara rinci berbagai upaya yang dapat dilakukan dalam hal rehabilitasi saluran serta berbagai alternatif pemecahan masalah yang dapat dilakukan sehubungan dengan semakin besarnya biaya pemeliharaan dan perawatan saluran. Pertimbangan teknik dan ekonomis juga didiskusikan, karena dengan teknik tertentu perbaikan saluran bisa saja tidak layak secara ekonomis.

3.4. Kesimpulan dan Saran

Hasil dari pembahasan dan diskusi disimpulkan dan akan diberikan saran-saran untuk tindak lanjutnya

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Daerah Irigasi Raman Utara, tepatnya di Kabupaten Lampung Timur. Daerah Irigasi Raman Utara terletak pada koordinat $105^{\circ}19'$ BT – $105^{\circ}29'$ BT dan $4^{\circ}56'$ LS – $5^{\circ}04'$ LS. Daerah Irigasi Raman Utara masuk ke dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Seputih.



Gambar 4.1. Skema Sistem Irigasi Sekampung

4.2 Kondisi dan Kerusakan Saluran Irigasi

Akibat intensitas curah hujan tinggi selama ± 5 Jam di lokasi pada Sub DAS dan DAS yang berkontribusi debit pada alur alur lembah sekitar Saluran Primer Raman Utara. Saluran Primer Raman Utara mengalami kapasitas Debit yang cukup tinggi dengan kecepatan aliran yang sangat tinggi (fast Runoff).

Terdapat alur sungai kecil pada subdas di area saluran Primer Raman Utara yang diindikasikan memiliki akumulasi debit yang cukup besar dan mempengaruhi kekuatan tanggul irigasi pada BRU. 1b di STA 5,375 Terletak di Kecamatan Pekalongan Desa Ganti Mulyo (Gorong – gorong Avour) dengan Koordinat $5^{\circ}2'24,96''$ S - $105^{\circ}21'41,4''$ T, dilokasi ini terdapat gorong-gorong yang melintang tegak lurus di bawah Saluran Primer Raman Utara namun tidak dapat mengalirkan air sungai/ alur dengan debit besar karena memiliki kapasitas kecil dan kondisi yang tidak terpelihara, sehingga tanggul dan dinding penahan tanggul diatasnya terus terkikis serta mengurangi kekuatan tanggul Saluran Primer Irigasi Raman Utara.

Penambahan debit air buangan dari outlet kanan km 5+500 serta beberapa titik lain sepanjang saluran (buangan dari sawah warga dan drainase Desa Wonosari dan Ganti Mulyo) serta beberapa titik lain sepanjang saluran pada lembah lembah yang terakumulasi di saluran Primer Raman Utara.



Gambar 4.2. Kerusakan Tanggul Saluran Primer Raman Utara

4.3 Analisa Hidrologi

4.3.1 Pengumpulan Data Hidrologi

Data curah hujan diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung Propinsi Lampung. Data curah hujan yang cukup representatif adalah data curah hujan 2 stasiun pencatat. Ketersediaan data curah hujan ini dapat dilihat pada Tabel 4.1. Dilapangan juga dilakukan pengamatan banjir (mengenai tinggi, lamanya dan luas genangan serta saat terjadinya banjir baik banjir tahunan maupun banjir tertinggi yang pernah terjadi) dari hasil tanya jawab dengan penduduk atau pengamatan langsung dengan mempertimbangkan bekas-bekas tanda banjir di pohon atau rumah.

Tabel 4.1 Ketersediaan Data Hidrologi

No	Stasiun	Lokasi	Periode Data	Lama Pengamatan
1	PH 103	Kota Gajah	2012 - 2021	10 tahun
2	PH 109	Pekalongan	2012 - 2021	10 tahun

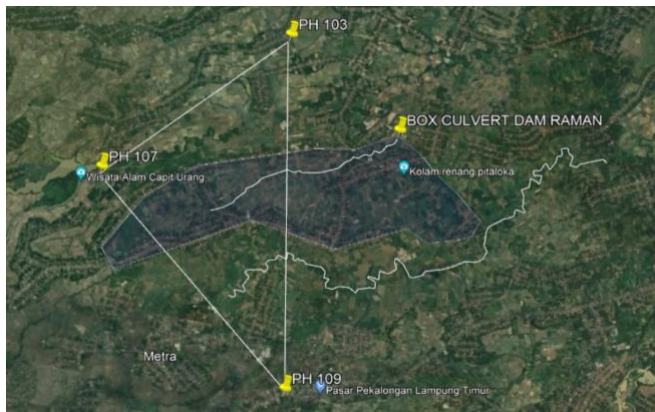
Data-data yang ada pada stasiun pengukur curah hujan merupakan data hujan lokal (*Point Rainfall*). Dalam praktek perencanaan data yang diperlukan adalah data curah hujan rencana (rancangan), sehingga perlu dianalisis dengan menggunakan metode :

- Metode rata rata aljabar (*Arithmetic Mean Method*)
- Metode Poligon Thiessen (*Polygon Thiessen Method*) Dari hasil pengumpulan data sekunder didapatkan data curah hujan dari 2 stasiun hujan yang berada disekitar wilayah studi. Yaitu Stasiun hujan Bayah, dan Cibeber dengan data hujan sampai dengan 9 tahun. Dengan data curah hujan harian maksimum sebagai berikut:

Table 4.2. Data curah hujan harian maksimum

No	Tahun	PH 103 (mm)	PH 109 (mm)
1	2012	70.0	61.0
2	2013	141.0	64.0
3	2014	134.0	66.0
4	2015	134.0	76.0
5	2016	113.0	92.0
6	2017	141.0	125.0
7	2018	112.0	147.0
8	2019	92.0	167.0
9	2020	117.0	144.0
10	2021	180.0	126.0

Dari hasil penarikan polygon Thiessen dengan tiga stasiun hujan terdekat dengan lokasi wilayah kegiatan, dapat diambil kesimpulan bahwa faktor pengaruh luasan terhadap masing-masing stasiun hujan adalah 50% adalah stasiun Cibeber sedangkan sisanya 50% adalah pengaruh dari stasiun hujan Bayah.



Gambar 4.3 Lokasi Box Culvert Saluran Raman Utara

Table 4.3. Data curah hujan harian maksimum hasil perhitungan Aljabar

No	Tahun	PH 103 (mm)	PH 109 (mm)	Rata-rata (mm)
1	2012	70.0	61.0	65.5
2	2013	141.0	64.0	102.5
3	2014	134.0	66.0	100.0
4	2015	134.0	76.0	105.0
5	2016	113.0	92.0	102.5
6	2017	141.0	125.0	133.0
7	2018	112.0	147.0	129.5
8	2019	92.0	167.0	129.5
9	2020	117.0	144.0	130.5
10	2021	180.0	126.0	153.0

4.3.2 Analisa Hidroklimatologi

Analisa hidroklimatologi meliputi analisa hujan rencana, yang terdiri dari hujan harian maksimum, diperlukan untuk menentukan debit banjir rencana. Analisa hujan maksimum rencana meliputi analisa/perhitungan-perhitungan sebagai berikut:

- Uji frekwensi curah hujan
- Distribusi curah hujan
- Kesesuaian distribusi curah hujan
- Distribusi hujan jam-jaman, dan intensitas curah hujan

• Uji Frekwensi Curah Hujan

Curah hujan rencana merupakan hujan harian maksimum tahunan dengan suatu kemungkinan tertentu atau hujan dengan suatu periode ulang tertentu. Metode yang digunakan tergantung dari harga C_s (Koefisien Skew) dan C_k (Koefisien Kurtosis). Berikut adalah hasil Analisa data yang dapat dilihat pada tabel.

Perhitungan distribusi curah hujan selanjutnya dihitung dengan beberapa metode, yaitu Log Pearson III dan Gumbell.

Tabel 4.4. Perhitungan Uji Frekwensi Curah Hujan (Log)

m	M	Hujan (X)	$\ln X$ (mm)	$\frac{(100 \times m)}{(n+1)}$	$(\ln X)^2$	$(\ln X - \ln \bar{X})$	$(\ln X - \ln \bar{X})^2$	$(\ln X - \ln \bar{X})^3$	$(\ln X - \ln \bar{X})^4$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	65.50	4.1821	9.09	17.4895	-0.5400	0.2916	-0.1575	0.0850
2	2	100.00	4.6052	18.18	21.2076	-0.1169	0.0137	-0.0016	0.0002
3	3	102.50	4.6299	27.27	21.4356	-0.0922	0.0085	-0.0008	0.0001
4	4	102.50	4.6299	36.36	21.4356	-0.0922	0.0085	-0.0008	0.0001
5	5	105.00	4.6540	45.45	21.6593	-0.0681	0.0046	-0.0003	0.0000
6	6	129.50	4.8637	63.64	23.6554	0.1416	0.0201	0.0028	0.0004
7	7	130.50	4.8714	72.73	23.7303	0.1493	0.0223	0.0033	0.0005
8	8	133.00	4.8903	81.82	23.9155	0.1683	0.0283	0.0048	0.0008
9	9	153.00	5.0304	90.91	25.3053	0.3084	0.0951	0.0293	0.0090
10	10								
Jumlah			47.2204		223.4896		0.5127	-0.1178	0.0965

Tabel 4.5. Hasil Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III

No	Kala Ulang Tr	Rerata hujan lnXr (mm)	Koef. Skew. Cs	Simpangan Baku Sd	Faktor Frek. K	lnX = lnXr + Sd.K	Hujan Ranc. (mm)
1	2	4.7220	-1.203	0.2387	0.196	4.7687	117.77
2	5	4.7220	-1.203	0.2387	0.844	4.9234	137.48
3	10	4.7220	-1.203	0.2387	1.085	4.9811	145.63
4	25	4.7220	-1.203	0.2387	1.281	5.0277	152.58
5	50	4.7220	-1.203	0.2387	1.377	5.0507	156.14
6	100	4.7220	-1.203	0.2387	1.447	5.0674	158.75

Tabel 4.6. Perhitungan Uji Frekwensi Curah Hujan (Normal)

m	Hujan (X) (mm)	(100 x m) (n+1)	$\left(\frac{X}{n}\right)^2$	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
1	65.50	9.09	4,290.25	-49.60	2,460.16	-122,023.94	6,052,387.23
2	100.00	18.18	10,000.00	-15.10	228.01	-3,442.95	51,988.56
3	102.50	27.27	10,506.25	-12.60	158.76	-2,000.38	25,204.74
4	102.50	36.36	10,506.25	-12.60	158.76	-2,000.38	25,204.74
5	105.00	45.45	11,025.00	-10.10	102.01	-1,030.30	10,406.04
6	129.50	54.55	16,770.25	14.40	207.36	2,985.98	42,998.17
7	129.50	63.64	16,770.25	14.40	207.36	2,985.98	42,998.17
8	130.50	72.73	17,030.25	15.40	237.16	3,652.26	56,244.87
9	133.00	81.82	17,689.00	17.90	320.41	5,735.34	102,662.57
10	153.00	90.91	23,409.00	37.90	1,436.41	54,439.94	2,063,273.69
	1,151.00		137,996.50		5,516.40	-60,698.43	8,473,368.76

Tabel 4.7. Hasil Hujan Rancangan Metode Gumbel

No	Hujan Mak. Rerata Xr (mm)	Kala Ulang (Tr)	(YT)	Reduced Mean (Yn)	Reduced Variate (Sn)	Standar Deviasi (s)	Faktor Frekwensi (K)	Hujan Ranc. X = Xr + s.K (mm)
1	115.10	2	0.367	0.4952	0.9497	24.757	-0.136	111.75
2	115.10	5	1.500	0.4952	0.9497	24.757	1.058	141.29
3	115.10	10	2.250	0.4952	0.9497	24.757	1.848	160.86
4	115.10	25	3.199	0.4952	0.9497	24.757	2.847	185.57
5	115.10	50	3.902	0.4952	0.9497	24.757	3.587	203.91
6	115.10	100	4.600	0.4952	0.9497	24.757	4.322	222.11
7	115.10	200	5.296	0.4952	0.9497	24.757	5.055	240.25

Rangkuman Hujan Rancangan Dengan Periode Ulang Tertentu disajikan pada **Tabel 4.8**

Tabel 4.8. Rangkuman Hujan Rancangan Dengan Periode Ulang Tertentu

No	Kala Ulang Tr	Gumbel mm	Log Pearson mm
1	2	111.75	117.77
2	5	141.29	137.48
3	10	160.86	145.63
4	25	185.57	152.58
5	50	203.91	156.14
6	100	222.11	158.75

Dari hasil Perhitungan hujan rancangan dapat diketahui hujan tgl **9 Desember 2021** tercatat sebesar **180 mm** merupakan data **kala ulang 25 tahunan** sesuai metode gumbel.

4.3.3 Analisa Debit Banjir Rancangan

Untuk mengetahui besaran debit banjir rancangan (QT) dapat menggunakan beberapa metode analisa, dalam penelitian ini metode yang adalah digunakan adalah Metode Rasional

Data Dasar

A = Luas Cathment Area = 8.63 Km²
L = Panjang Sungai = 3.80 Km

D = Beda Tinggi Elevasi Sungai = 7.00 m
h = Beda Tinggi Rata-rata = 3.50 m
(D/L) = Kemiringan sungai = 0.00184

Waktu Konsentrasi metode Kripich Tc = 0.945 L
(1.156) / D(0.385)
Sehingga Tc = 2.091 jam

Koefisien Pengaliran/Limpasan :

Intensitas hujan	Cp	Kemiringan Topografi	Ct
< 25	0.01	200	0.10
25<i<50	0.15	100-200	0.05
50<i<75	0.25	50-100	0.00
>75	0.30	0-50	0.00
Tamp. permukaan	Co	Infiltrasi k (cm/det)	Cs
Curam	0.01	<0.0001	0.05
Sempit teratur	0.05	0.001-0.0001	0.15
Kolam	0.05	0.01-0.001	0.25
Reboisasi	0.00	0.01	0.30
Penutup lahan	Cc		
Gundul	0.25		
Rumput 10 %	0.20		
Rumput 50 %	0.10		
Rumput 90 %	0.05		
- Aspek Intensitas Hujan	25<i<50	(Cp) =	0.05
- Aspek Kemiringan Topografi	0-50	(Ct) =	0.00
- Aspek Tamp. Permukaan	Sempit teratur	(Co) =	0.05
- Aspek Infiltrasi	0.0015	(Cs) =	0.15
- Aspek Tutupan Lahan	Rumput 50%	(Cc) =	0.05
		C =	0.30

Intensitas hujan I = R_{24/Tc} (mm/jam)

Debit banjir puncak Q = C.I.A / 3.6 (m³/det)

Kala Ulang Tr	Luas DPS A (km ²)	Panj. Sungai L (km)	Beda Elevasi D (km)	Waktu Aliran tc (jam)	Hujan Ranc. X (mm)	Intensitas Hujan I (mm/jam)	Koef. Aliran C	Debit Ranc. Q (m ³ /det)
2	8.630	3.80	0.007	2.091	117.77	24.97	0.30	17.96
5	8.630	3.80	0.007	2.091	137.48	29.15	0.30	20.96
10	8.630	3.80	0.007	2.091	145.63	30.88	0.30	22.21
25	8.630	3.80	0.007	2.091	152.58	32.35	0.30	23.27
50	8.630	3.80	0.007	2.091	156.14	33.11	0.30	23.81
100	8.630	3.80	0.007	2.091	158.75	33.66	0.30	24.21

4.4 Survey Topografi

Untuk mempermudah pemahaman hasil sondir, setiap titik sondir akan dibuat gambar situasinya yang menunjukkan lokasi pekerjaan dan elevasinya, dan akan diukur dari satu titik tetap di tempat itu. Pelaksanaan pekerjaan sondir di lapangan akan dilakukan sampai mencapai tanah keras dengan tekanan konus 200 k g/CM² atau sampai kedalaman maksimum 10 meter. Data sondir yang didapat yaitu kekuatan tanah (daya dukung) dan sifat hambatan lekat tanah yang akan dipakai untuk menghitung pondasi bangunan dan mengetahui keadaan susunan kekerasan lapisan tanah pondasi sampai kedalaman 10 meter. Alat sondir yang akan digunakan adalah berkapasitas 2 ton dengan bikonus dan manometer yang telah dikalibrasi dan bekerja dengan sempurna. Penghentian pelaksanaan pekerjaan sondir apabila perlawanan conus telah mencapai 200 kg/cm² atau sampai kedalaman maksimum 25,0 meter. Hasil pekerjaan sondir digambarkan dalam formulir khusus yang menunjukkan hubungan antara kedalaman dan perlawanan konus serta hambatan lekatnya

Survei topografi dilakukan pada area yang terjadi kerusakan pada tanggul saluran primer raman utara.

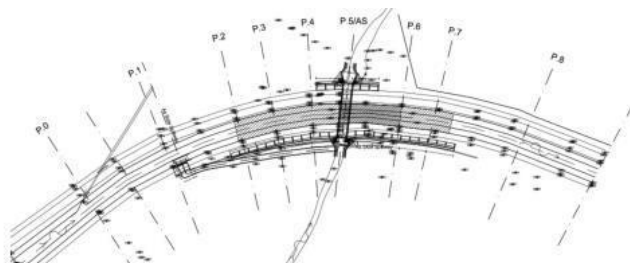


Gambar 4.1. Lokasi Pengukuran Situasi Saluran Raman Utara

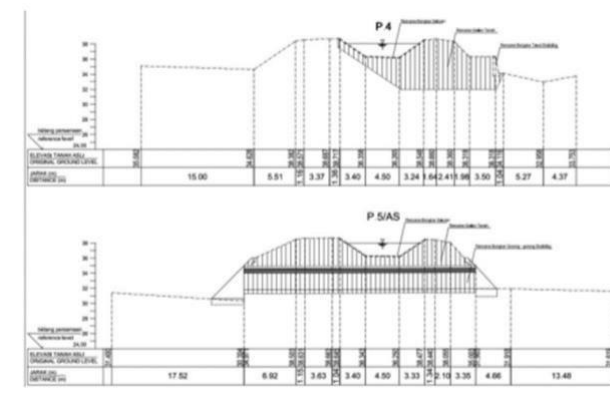


Gambar 4.2. Pelaksanaan Pengukuran Situasi Saluran Raman Utara

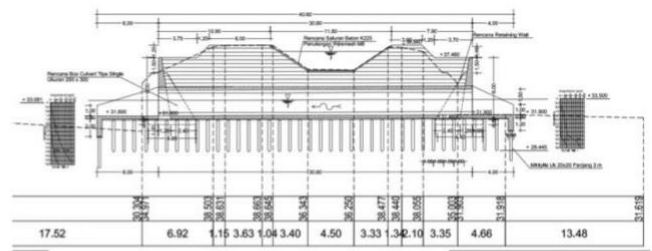
Dari survei topografi berikut adalah kondisi topografi pada tanggul saluran Primer Raman Utara:



Gambar 4.3. Pemetaan Situasi Saluran Primer Raman Utara

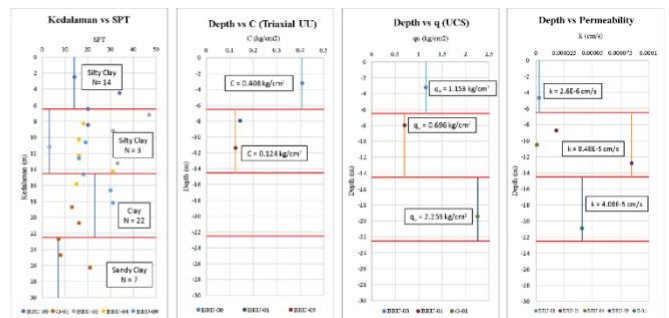


4.5 Survey Mekanika Tanah



Dari hasil investigasi didapatkan parameter tanah sebagai berikut:

Depth a (m)	Depth b (m)	SPT	Type	Su (kPa)	g (kN/m ³)	k (cm/s)
0	6.5	14	silty clay	5.75	17.5	2.60E-06
6.5	14.5	3	silty clay	12.4	16	8.48E-05



4.6 Kapasitas Saluran Eksisting

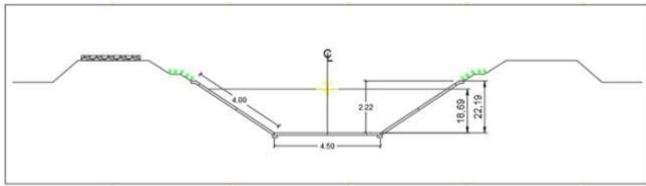
Saluran Primer Raman Utara mempunyai luas lahan sawah fungsional sebesar 4.375 ha dengan debit sebesar 7.25 m³/dt. Sepanjang saluran Primer Raman Utara dari Intake sampai dengan BRU.1b di STA 5.375 terdapat beberapa Drain Inlet. Drain Inlet yaitu bangunan yang dibuat untuk mengarahkan air buangan dari permukiman warga atau dari sawah masyarakat ke dalam saluran Primer Raman Utara. Sehingga selama proses pengaliran air ketika musim hujan Saluran Primer Raman Utara akan mendapat tambahan debit aliran dengan debit yang tidak dapat terukur. Sehingga potensi Overtopping sepanjang saluran tersebut sangat besar dan berbahaya terhadap struktur saluran secara keseluruhan.



Gambar 4.3. Bangunan Drain Inlet

Dari hasil pelaksanaan rehabilitasi jaringan irigasi Raman Utara TA 2020 – 2021, penampang Saluran Primer Raman Utara mempunyai dimensi sebagai berikut:

B	= 4.5 m
H (linning)	= 2.2 m
H MAN	= 1.9 m
i (Slope)	= 0.00021



Gambar 4.4. Penampang Saluran

Dengan data-data di atas dapat diketahui kapasitas saluran yang ada adalah sebagai berikut:

b	h	i	k	m	A	P	R	V	Q
4.5	1.00	0.00021	70	1.5	6.00	8.106	0.740	0.829	4.97
4.5	1.20	0.00021	70	1.5	7.56	8.827	0.856	0.914	6.91
4.5	1.90	0.00021	70	1.5	13.97	11.351	1.230	1.163	16.25
4.5	2.50	0.00021	70	1.5	20.63	13.514	1.526	1.343	27.70
4.5	2.23	0.00021	70	1.5	17.49	12.540	1.395	1.265	22.13

Pada saat Muka Air Normal (MAN) 1.90 m debit yang mengalir adalah sebesar 16.25 m³ /dt, sedangkan kebutuhan air atau bukaan pintu di Intake adalah sebesar 6.5 - 7.5 m³ /dt.

4.7 Kontrol Debit Banjir Terhadap Kapasitas Box Culvert

Kapasitas box culvert existing dengan dimensi lebar (b) = 2 meter, tinggi (h) = 2.8 meter serta kemiringan saluran sebesar 0.0033 mempunyai kapasitas mengalirkan debit sebesar 16.145 m³/dt. Sedangkan berdasarkan perhitungan hidrologi debit banjir rancangan yang ada adalah 23,27 m³/dt, sehingga kapasitas yang ada tidak dapat menampung/mengalirkan debit secara normal.



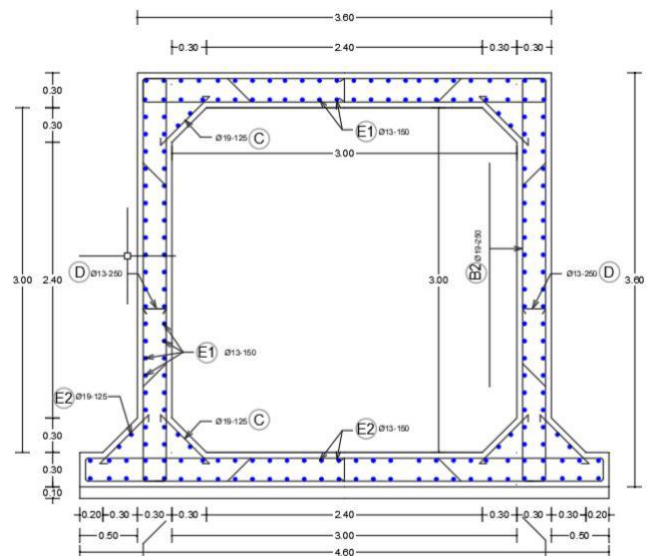
Gambar 4.3. Box Culvert Saluran Raman Utara Existing

Tabel 4.9. Cheking Desain Existing dan Rencana

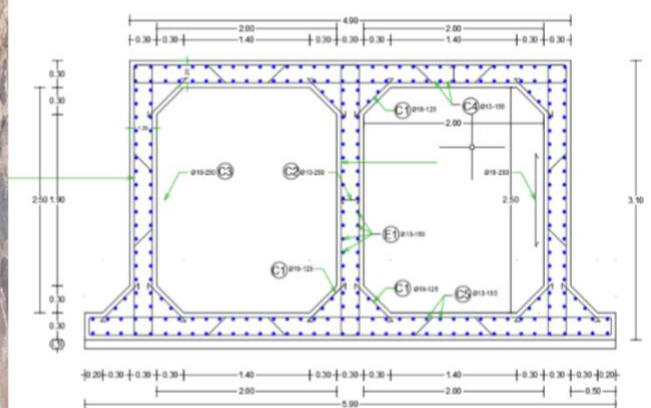
No	Kondisi	Lebar (b)	Tinggi (h)	Kecepatan	kemiringan saluran	Koefesien kekasaran	Slope	F (m2)	P (m)	R ^{2/3}	Q (m3/s)
1	Existing	2.00	2.50	3.23	0.00	70.00	0.003333	5.000	7.000	0.799	16.145
2	Desain (Single Box)	3.00	3.00	3.00	0.00	70.00	0.001833	9.000	9.000	1.000	26.975
3	Desain (Double Box)	2.00	2.50	2.89	0.00	70.00	0.002667	5.000	7.000	0.799	14.441
											28.881

Selanjutnya kapasitas Box Culvert perlu diperbesar untuk dapat mengalirkan air debit banjir kala ulang 25 tahunan sebesar 23.27 m³/dt dengan dimensi yang lebih besar.

- Alternatif I Single Box Culvert dengan dimensi b = 3 m dan tinggi 3 m serta kemiringan saluran sebesar 0.001833 (beda elevasi 5.5 cm panjang saluran 30 m), yang dapat mengalirkan debit maksimal 26.975 m³/dt.
- Alternatif II double box culvert dengan dimensi 2 kali lebar 2 meter dengan tinggi 2.5 meter yang dapat mengalirkan debit banjir sebesar 28.881 m³/dt.



Gambar 4.4. Box Culvert Saluran Raman Utara Alternati I



Gambar 4.5. Box Culvert Saluran Raman Utara Alternati II

Tabel 4.10 Rekapitulasi Perhitungan Beban

Item	Pv1	Pv2	Ph1	Ph2	Pq	Wsw	Wpw	ql	Inside water	GWL	Load point
Case.1	1.3209	1.0000	0.0000	4.8594	8.2102	2.7122	1.8000	1.8000	-0.4683	Empty	Top slab Center
Case.2	1.3209	1.0000	0.0000	2.9274	1.7602	2.7122	1.8000	1.8000	5.5991	Full	Invert Center

Tabel 4.11 Rekapitulasi Internal Force

Member	Case	Check Point	M (ft-m)	N (tf)	S (tf)	at joint	at 2d
Side wall (left)	Case 1	A	-3.834	4.965	10.293	6.490	-
		Middle	3.077	4.068	0.000	-	-
	Case 2	B	-2.820	3.165	-8.005	-5.534	-
		Middle	-1.843	3.699	3.336	2.443	-
Top slab (left)	Case 1	A	0.956	2.675	0.000	-	-
		Middle	-0.929	1.899	-3.227	-1.870	-
	Case 2	B	-2.820	8.005	3.165	2.531	-
		Middle	-0.053	8.005	1.646	-	-
Partition wall	Case 1	C	-0.184	8.005	-0.873	-0.239	-
		Middle	-0.929	3.227	1.899	1.265	-
	Case 2	D	0.382	3.227	0.620	-	-
		Middle	-1.204	3.227	-2.139	-1.504	-
Invert (left)	Case 1	C	0.000	1.745	0.000	0.000	-
		Middle	0.000	2.145	0.000	-	-
	Case 2	D	0.000	2.545	0.000	0.000	-
		Middle	0.000	4.277	0.000	-	-
Top slab (right)	Case 1	D	0.000	5.077	0.000	0.000	-
		Middle	0.413	10.293	1.273	-0.029	-
	Case 2	E	0.711	10.293	0.000	-	-
		Middle	-3.834	10.293	-4.965	-3.663	-
Side wall (right)	Case 1	D	-0.508	3.336	2.539	1.237	-
		Middle	0.680	3.336	0.000	-	-
	Case 2	A	-1.843	3.336	-3.699	-2.398	-
		Middle	-0.184	8.005	0.873	0.239	-
Invert (right)	Case 1	E	-0.053	8.005	-1.646	-	-
		Middle	-2.820	8.005	-3.165	-2.531	-
	Case 2	F	-1.204	3.227	2.139	1.504	-
		Middle	0.382	3.227	-0.620	-	-
Top slab (left)	Case 1	F	-0.929	3.227	-1.899	-1.265	-
		Middle	-2.820	3.165	8.005	5.534	-
	Case 2	G	3.077	4.068	0.000	-	-
		Middle	-3.834	4.965	-10.293	-6.490	-
Invert (right)	Case 1	H	-0.929	1.899	3.227	1.870	-
		Middle	0.956	2.675	0.000	-	-
	Case 2	I	-1.843	3.699	-3.336	-2.443	-
		Middle	-3.834	10.293	4.965	3.663	-
Side wall (right)	Case 1	J	0.711	10.293	0.000	-	-
		Middle	0.413	10.293	-1.273	0.029	-
	Case 2	K	-1.843	3.336	3.699	2.398	-
		Middle	0.680	3.336	0.000	-	-
Invert (left)	Case 1	L	-0.508	3.336	-2.539	-1.237	-
		Middle	0.680	3.336	0.000	-	-
	Case 2	M	-1.843	3.336	-3.699	-2.398	-
		Middle	-0.184	8.005	0.873	0.239	-

5.2 SARAN

Untuk mengantisipasi permasalahan pada jaringan irigasi Sub DI. Raman Utara, jika nantinya dilakukan perencanaan ulang jaringan irigasi perlu adanya kajian yang komprehensif tentang kondisi topografi, geologi, kapasitas debit saluran serta operasional dan pemeliharaan.

Daftar pustaka

Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. (2). *Standar Gorong-Gorong Persegi Beton Bertulang (Box Culvert) Tipe Single*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta

Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. (2). *Standar Gorong-Gorong Persegi Beton Bertulang (Box Culvert) Tipe Double*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta

Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda, 1993. Hidrologi untuk pengairan. PT Pradnya Paramita (Cetakan ke 7). Jakarta

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 KESIMPULAN

1. Terdapat alur sungai dibawah saluran primer yang dibuat gorong-gorong yang melintang tegak lurus di bawah Saluran Primer Raman Utara namun tidak dapat mengalirkan air sungai/ alur dengan debit besar karena memiliki kapasitas kecil dan kondisi yang tidak terpelihara, sehingga tanggul dan dinding penahan tanggul diatasnya terus terkikis serta mengurangi kekuatan tanggul Saluran Primer Irigasi Raman Utara yang menyebabkan longsor.
2. Kapasitas *box culvert* eksisting perlu diperbesar untuk dapat mengalirkan air debit banjir kala ulang 25 tahunan sebesar 23.27 m³/dt dengan dimensi yang lebih besar dengan alternative I dengan dimensi b = 3 m dan tinggi 3 m serta kemiringan saluran sebesar 0.001833 (beda elevasi 5.5 cm panjang saluran 30 m), yang dapat mengalirkan debit maksimal 26.975 m³/dt atau alternative II dengan dimensi 2 kali lebar 2 meter dengan tinggi 2.5 meter yang dapat mengalirkan debit banjir sebesar 28.881 m³/dt.