**EVALUASI SISTEM DRAINASE TERHADAP BANJIR DI WILAYAH BULAK BARAT DAN TENGAH, KLENDER, JAKARTA TIMUR**

**Inka Prasaptiami1, Resti Anggraeni2, *Desi Supriyan*3**

1,2,3Program Studi Konstruksi Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

Jl. Prof. DR. G. A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, 16424

e-mail:inkaprasaptiami@gmail.com1, restianggraeni91@gmail.com2, desi.supriyan@yahoo.com3

**Abstract**

**Bulak, Klender, East Jakarta is an area that is often flooded when the rainfall is high. The flood happens presumably due to inadequate drainage. The purpose of this evaluation is to identify drainage conditions, analyze drainage capacity, and compare the rainfall-runoff discharge with the existing drainage discharge at West Bulak and Central Bulak, Klender, East Jakarta. The steps in this evaluation are collecting primary data such as observation and interviews about drainage conditions, then collecting secondary data such as rainfall data and topography data. In the hydrological analysis, the rainfall average is calculated by using Arithmetic method. Frequency analysis is calculated by using 3 methods that are Gumbel method, Log Pearson III method, and Normal method, then the result is tested by using Chi-Kuadrat method. The calculation of the planned flood discharge is using the Rational (Mononobe) method. After the hydrological analysis, a hydraulics analysis was carried out to determine the capacity of the drainage. From the results of the analysis, it is known that there are 13 drainages out of 44 drainages that cannot accommodate rain runoff discharge, where one of the unsafe drainages is drainage number (40-41) with a capacity of 0.788 m3/s and the planned discharge in the 2 year return period is 2.090 m3/s. So that the dimensions and slopes of these drainages need to be redesigned with the hope that these drainages can accommodate the rainfall-runoff discharge and there will be no flooding at Bulak, Klender, East Jakarta.**

**Keywords:** Bulak; Drainage; Flood; Klender

**Abstrak**

**Wilayah Bulak, Klender, Jakarta Timur merupakan daerah yang kerap kali mengalami banjir
saat curah hujan tinggi. Hal ini diduga karena kondisi drainase yang belum maksimal. Tujuan
dari tinjauan ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi drainase, menganalisis kapasitas
drainase, serta membandingkan debit limpasan hujan dengan debit drainase eksisting di
wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender, Jakarta Timur. Langkah-langkah yang
dilakukan dalam peninjauan ini yaitu dengan mengumpulkan data primer berupa hasil
observasi dan wawancara terhadap kondisi drainase setempat, serta data sekunder berupa data
curah hujan dan topografi wilayah. Selanjutnya, dilakukan analisis hidrologi, yang terdiri dari
perhitungan rata-rata curah hujan menggunakan metode Aritmatik; perhitungan analisis
frekuensi menggunakan 3 metode, yaitu metode Gumbel, metode Log Pearson III, dan metode
Normal yang selanjutnya diuji dengan menggunakan metode Chi-Kuadrat; dan perhitungan
debit banjir rencana menggunakan metode Rational (Mononobe). Setelah itu, dilakukan
analisis hidrolika untuk mengetahui kapasitas tampung drainase. Berdasarkan hasil observasi
secara langsung, didapatkan bahwa kondisi drainase di wilayah tinjauan terdapat banyak
sampah serta lumpur yang mengendap, sehingga diperlukan pemeliharan dengan pengerukan
secara rutin. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan diketahui bahwa terdapat 13 dari total
44 drainase yang ditinjau tidak dapat menampung debit limpasan hujan, dimana salah satu
drainase yang tidak aman yaitu drainase nomor (40-41) dengan kapasitas sebesar 0.788 m3/s
dan debit rencana pada periode ulang 2 tahun sebesar 2.090 m3/s, sehingga dilakukan redesign
dimensi dan kemiringan pada drainase-drainase tersebut, dengan harapan drainase dapat
menampung debit limpasan hujan dan tidak terjadi banjir di wilayah Bulak, Klender, Jakarta
Timur.**

**Kata kunci:** Banjir; Bulak; Drainase; Klender

**PENDAHULUAN**

Banjir adalah suatu kondisi dimana air sudah tidak dapat tertampung oleh saluran pembuang sehingga air meluap dan menggenangi daerah sekitarnya (Suripin, 2004). Hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya sampah yang menghambat aliran air di drainase maupun karena kapasitas air yang cukup besar sehingga tidak dapat ditampung dengan baik. Drainase didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu (Suripin, 2004).

Wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender, Jakarta Timur merupakan salah satu daerah di DKI Jakarta yang sering dilanda banjir apabila puncak musim penghujan tiba. Kondisi dari sebagian besar drainase di daerah tersebut yaitu terdapat banyak sampah serta lumpur yang menumpuk pada dasar drainase sehingga megurangi kapasitas dari drainase di wilayah tersebut. Aliran air pada drainase pun kurang lancar. Menurut warga setempat, banjir yang terjadi di wilayah ini diduga karena daerah tersebut termasuk kawasan yang dan drainase yang sudah tidak dapat menampung air hujan sehingga air meluap dan menimbulkan banjir.

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat diidentifikasikan beberapa masalah yang terjadi seperti kondisi drainase yang banyak sampah serta lumpur yang mengendap, kapasitas drainase yang kurang memadai, dan curah hujang yang tinggi. Dari identifikasi tersebut dapat dirumuskan beberapa permasalahan, yaitu:

1. Bagaimana kondisi drainase di wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender, Jakarta Timur?
2. Bagaimana kapasitas drainase di wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender Jakarta Timur?
3. Bagaimana perbandingan antara debit banjir rencana dengan debit saluran eksisting di wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender, Jakarta Timur?

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi drainase, menganalisis kapasitas drainase, serta membandingkan debit banjir rencana dengan debit saluran eksisting di wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender, Jakarta Timur.

Pelaksanaan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada penulis sehingga dapat melatih diri, menambah ilmu pengetahuan, dan dapat menyusun sebuah tulisan ilmiah yang baik dan benar. Manfaat lain yang penulis harapkan yaitu hasil penelitian ini dapat sebagai pengingat bagi pemerintah DKI Jakarta untuk selalu melakukan pemeliharaan sistem drainase di Jakarta untuk pencegahan banjir.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender Jakarta Timur dengan objek penelitian yaitu drainase di wilayah tersebut. Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data primer berupa hasil wawancara dengan warga setempat dan hasil observasi berupa kondisi dan dimensi drainase eksisting. Diperlukan

juga data sekunder berupa data curah hujan dan topografi wilayah setempat.

Dalam mengolah data-data yang telah diperoleh, diperlukan beberapa metode anaisis data yaitu analisis hidrologi dan analisis hidrolika. Perhitungan yang dilakukan dalam analisis hidrologi yaitu:

1. Rata-rata curah hujan
2. Analisis frekuensi
3. Intensitas curah hujan
4. Debit banjir rencana

Dalam analisis hidrolika dilakukan perhitungan kapasitas drainase eksisting menggunakan rumus Manning-Gaukler-Strickler.

Langkah-langkah penelitian secara singkat digambarkan pada diagram alir berikut.

Gambar 1. Diagram alir penelitian

**HASIL dan PEMBAHASAN**

**Menghitung Rata-Rata Curah Hujan**

Metode pendekatan yang dapat digunakan untuk menentukan tebal hujan rata-rata suatu DPS adalah sebagai berikut.

1. **Metode Aritmatik**

$$\tilde{R}=\frac{R\_{1}+R\_{2}+…+R\_{n}}{n}$$

Dimana:

$\tilde{R}$ = curah hujan rata-rata

 (mm)

$R\_{n}$ = curah hujan masing

 masing stasiun (mm)

n = banyaknya stasiun hujan

1. **Metode Thiessen**

$$\tilde{R}=\frac{A\_{1}.R\_{1}+A\_{2}.R\_{2}+…+A\_{n}.R\_{n}}{A\_{t}}$$

Dimana:

$\tilde{R}$ = curah hujan rata-rata

 (mm)

$R\_{n}$ = curah hujan masing

 masing stasiun (mm)

$A\_{n}$ = luas yang dibatasi garis

 poligon (km2)

$A\_{t}$ = luas total *catchment area*

Pada wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender, Jakarta Timur, data curah hujan yang didapatkan hanya berasal dari 1 pos hujan saja, sehingga rata-rata curah hujan dihitung dengan menggunakan metode Aritmatik. Hasil perhitungan rata-rata curah hujan ditunjukkan pada Tabel 1.

**Analisis Frekuensi Curah Hujan**

Analisis frekuensi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hubungan besarnya kejadian ekstrem terhadap frekuensi dengan menggunakan distribusi probabilitas. Metode distribusi probabilitas yang dapat digunakan untuk memperkirakan kejadian berulang ini adalah sebagai berikut.

1. **Metode Gumbel**

$$Xt=Xa+\frac{Yt-Yn}{Sn}.Sx$$

Dimana:

Xt = besar curah hujan yang

 diharapkan berulang

 setiap t tahun

Xa = curah hujan rata-rata dari

 suatu *catchment area*

Yt = *reduce variate*

Yn = *reduce mean*

Sn = *reduce standard deviation*

Sx = standar deviasi

1. **Metode Log Pearson III**

$$log x =log xa +G.Si$$

Dimana:

log x = logaritma data curah hujan

log xa = rata-rata logaritma data

 curah hujan

log xa = $\frac{Σ log xi }{n}$

Si = *deviation standard*

logaritma data curah hujan

Si = $\sqrt{\frac{Σ (log xi -log xa) ^{2}}{n-1}}$

G = harga yang diperoleh pada

 tabel, tergantung dari Cs

 (*skew coefficient*) dan

 *percent change*

Cs = $\frac{n.Σ(log xi -log xa) ^{3}}{\left(n-1\right).\left(n-2\right).(Si)^{3}}$

1. **Metode Normal**

$$X\_{T\_{r}}=\overbar{X}+K\_{T\_{r}}.Sx$$

Dimana:

$X\_{T\_{r}}$ = curah hujan dengan *return*

 *period* t tahun

$X$ = curah hujan rata-rata

$K\_{T\_{r}}$ = variabel reduksi Gauss

$Sx$ = standar deviasi untuk

 pengamatan t tahun

Analisis frekuensi curah hujan dilakukan dengan ketiga metode tersebut. Hasil perhitungan analisis frekuensi dengan metode Gumbel ditunjukkan pada Tabel 2, hasil dengan metode Log Pearson III ditunjukkan pada Tabel 3, dan hasil dengan metode Normal ditunjukkan pada Tabel 4.

**Uji Kesesuaian Distribusi Probabilitas**

Uji kesesuaian distribusi probabilitas dimaksud untuk mengetahui kebenaran suatu hipotesis distribusi probabilitas dan mengetahui apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Metode uji kesesuaian distribusi probabilitas yang digunakan adalah uji chi-kuadrat sebagai berikut.

$$x^{2}=\sum\_{i=1}^{n}\frac{(Of-Ef)^{2}}{Ef}$$

Dimana:

x2 = nilai chi-kuadrat

Ef = frekuensi yang diharapkan

 sesuai dengan pembagian

 kelasnya

Of = frekuensi yang terbaca pada

 kelas yang sama

n = jumlah sub kelompok dalam

 satu grup

Pada uji ini, nilai x2 yang diperoleh harus lebih kecil dari nilai x2cr (chi-kuadrat kritis). Pada hasil pengamatan yang didapat, dicari penyimpangan dengan chi-kuadrat kritis yang paling kecil. Nilai x2cr (chi-kuadrat kritis) yang diperoleh untuk derajat kebebasan 2 dan derajat kepercayaan 5% adalah 5.991. Hasil uji ini ditunjukkan pada Tabel 5, 6, dan 7. Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh hasil bahwa semua metode analisis dapat diterima, sehingga analisis frekuensi yang digunakan adalah hasil perhitungan dengan metode Gumbel.

**Menghitung Debit Banjir Rencana**

Metode yang digunakan pada perhitungan debit banjir rencana adalah metode Rational (Dr. Mononobe) sebagai berikut.

$$Q=\frac{C.I.A}{3,6}$$

Dimana:

$C$ = *run off coefficient* (empiris)

I = intensitas hujan selama *time of*

 *concentration* (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km2)

Q = debit maksimum (m3/detik)

Perhitungan debit banjir rencana dilakukan pada setiap saluran yang akan ditinjau, ditunjukkan pada Gambar 2. Dengan menggunakan periode ulang 2, 5, dan 10 tahun, hasil perhitungan debit banjir rencana ditunjukkan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

**Analisis Kapasitas Saluran**

Kapasitas saluran yang dibuat harus mampu mengalirkan debit rencana sehingga debit saluran harus sama atau lebih besar dari debit rencana ($Q\_{s}\geq Q\_{r}$). Debit suatu saluran ($Q\_{s}$) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

$$Q\_{s}=A\_{s}∙V$$

Dimana:

$Q\_{s}$ = debit penampang saluran (m3/s)

$A\_{s}$ = luas penampang saluran (m2)

V = kecepatan aliran di dalam

 saluran (m/s)

Peninjauan dilakukan pada saluran dengan kondisi berlumpur dan kondisi tanpa lumpur. Hasil perhitungan kapasitas saluran kondisi berlumpur di wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender, Jakarta Timur ditunjukkan pada Tabel 10. Lalu untuk mengetahui apakah kapasitas saluran kondisi berlumpur di wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender, Jakarta Timur mampu menampung debit limpasan (debit banjir rencana) atau tidak, maka dilakukan perbandingan debit rencana dengan kapasitas saluran kondisi berlumpur, yang ditunjukkan pada Tabel 11. Selain itu, hasil perhitungan kapasitas saluran kondisi tanpa lumpur di wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender, Jakarta Timur ditunjukkan pada Tabel 12, dan perbandingan debit rencana dengan kapasitas saluran kondisi tanpa lumpur ditunjukkan pada Tabel 13.

**Pembahasan**

Berdasarkan perbandingan kapasitas saluran kondisi berlumpur dengan debit rencana, didapatkan hasil bahwa pada kontrol dengan Qr periode 2 tahun terdapat 16 saluran yang tidak aman, pada kontrol dengan Qr periode 5 tahun terdapat 21 saluran yang tidak aman, dan pada kontrol dengan Qr periode 10 tahun terdapat 23 saluran yang tidak aman, dimana debit rencana lebih besar dibandingkan dengan kapasitas saluran sehingga saluran tidak dapat menampung air dan menyebabkan genangan (banjir).

Kemudian pada perbandingan kapasitas saluran kondisi tanpa lumpur dengan debit rencana, didapatkan hasil bahwa pada kontrol dengan Qr periode 2 tahun terdapat 13 saluran yang tidak aman, pada kontrol dengan Qr periode 5 tahun terdapat 19 saluran yang tidak aman, dan pada kontrol dengan Qr periode 10 tahun terdapat 22 saluran yang tidak aman.

Dari hasil analisis tersebut, dapat diketahui bahwa perencanaan awal drainase pada wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender menggunakan debit banjir rencana periode ulang 2 tahun. Selain itu, dapat diketahui pula bahwa meskipun saluran dilakukan pembersihan dari lumpur dan sampah, kapasitas dari beberapa saluran di wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah ini masih tidak dapat menampung debit limpasan.

Oleh karena itu, pada 13 saluran yang kapasitasnya tidak aman, dilakukan *redesign* (perencanaan ulang) dimensi saluran, dengan harapan saluran tersebut mampu menampung debit rencana sehingga mencegah terjadinya genangan di wilayah Bulak, Klender, Jakarta Timur. Pada hasil *redesign* yang terlalu besar, dilakukan juga perencanaan ulang kemiringan saluran. Perhitungan *redesign* (perencanaan ulang) kapasitas dan kemiringan eksisting dilakukan dengan cara coba-coba hingga kapasitas aman, ditunjukkan pada Tabel 14. Pada hasil *redesign* tersebut, terdapat 7 saluran yang hasil perhitungan kecepatannya melebihi kecepatan izin, yaitu Vizin = 1.5 m/detik. Oleh karena itu, dibutuhkan bangunan terjun yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan aliran sehingga mencegah adanya pengikisan dinding saluran oleh air. Rencana tinggi bangunan terjunan ditunjukkan pada Tabel 15.

Perbandingan debit banjir rencana dan kapasitas saluran hasil *redesign* ditunjukkan pada Tabel 16. Sedangkan, perbandingan kapasitas dan kemiringan antara saluran eksisting dan hasil redesign ditunjukkan pada Tabel 17.

**KESIMPULAN**

Kondisi drainase di wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender, adalah terdapat banyak sampah serta lumpur yang mengendap di dasar saluran dengan ketinggian yang bervariasi. Pada analisis kapasitas drainase eksisting, didapatkan hasil debit drainase terbesar pada saluran nomor (41-43) yaitu 4.925 m3/detik dan debit drainase terkecil pada saluran nomor (3-2) yaitu 0.148 m3/detik, dimana terdapat 13 saluran dari 44 saluran di wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender, tidak mampu menampung debit limpasan pada periode ulang 2 tahun. Pada saluran-saluran tersebut dilakukan *redesign* dimensi serta kemiringan agar didapatkan kapasitas drainase yang memenuhi debit limpasan.

DAFTAR PUSTAKA

1. D. Fairizi, “Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di Subdas Lambidaro Kota Palembang”, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan,* vol. 3 number 1, Maret 2015.
2. D. Supriyan, *Hidrologi*. Depok: Politeknik Negeri Jakarta, 2004.
3. Dinas Bina Marga, *Standar Nasional Indonesia T-07-1990-F tentang Tata
Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan.* Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 1990.
4. Direktorat Jenderal Bina Marga, *Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan.* Bekasi – Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum, 1990.
5. E. H. Pongtuluran, dan M. Huda, “Evaluasi Kinerja Kapasitas Saluran Drainase Rawan Banjir Kota Balikpapan”, *Jurnal Dynamic Saint,* vol. 4 number 2, Oktober 2019.
6. Gunadarma, *Drainase Perkotaan.* Depok: Gunadarma, 2007.
7. H. Asmar, *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press, 2011.
8. J. Irman, *Sistem Drainase Kota (dalam Rangka Percepatan Pengurangan* *Luas Areal Tergenang di Kawasan Strategis Perkotaan),* http://slideshare.net, [diakses: 20 Mei 2021].
9. J.R. Kodoatie, dan R. Syarief, *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu.* Yogyakarta: Andi Offset, 2005.
10. P. R. M. Norman, dan Edijatno, “Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase UNESA dengan Adanya Pengembangan Kawasan Surabaya Barat”, *Jurnal Teknik Hidroteknik,* vol. 2 number 1, 2017.
11. Permen PU Nomor 12, *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.* Jakarta: Menteri Pekerjaan Umum RI, 2014.
12. Puturuhu, *Mitigasi Bencana dan Penginderaan Jauh, Cetakan I.* Yogyakarta: Graha Ilmu, 2015.
13. R. M. K. Yanti, dkk, “Evaluasi Kapasitas Saluran Sub DAS Ampal Kota Balikpapan”, *Jurnal Kajian Teknik Sipil,* vol. 04 number 2, September 2019.
14. Soewarno, *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data*. Bandung: Nova, 1995.
15. Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan.* Yogyakarta: Andi Offset, 2004.

Tabel 1. Pehitungan rata-rata curah hujan metode Aritmatik

| **No.** | **Tahun** | **Stasiun Hujan** | **Rata-rata CH DPS (mm)** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Cawang (mm)** |
| 1. | 2011 | 55 | 146.3 |
| 2. | 2012 | 103 |
| 3. | 2013 | 149 |
| 4. | 2014 | 138 |
| 5. | 2015 | 130 |
| 6. | 2016 | 146 |
| 7. | 2017 | 330 |
| 8. | 2018 | 195 |
| 9. | 2019 | 109 |
| 10. | 2020 | 108 |

Tabel 2. Hasil analisis frekuensi metode Gumbel

| **No.** | **Return Period (tahun)** | **Xa (mm)** | **Yt** | **Yn** | **Sn** | **Sx** | **Xt (mm)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | 2 | 146.3 | 0.3665 | 0.4952 | 0.949 | 74.183 | 136.240 |
| 2. | 5 | 146.3 | 1.4999 | 0.4952 | 0.949 | 74.183 | 224.837 |
| 3. | 10 | 146.3 | 2.2502 | 0.4952 | 0.949 | 74.183 | 283.488 |
| 4. | 20 | 146.3 | 2.9606 | 0.4952 | 0.949 | 74.183 | 339.020 |
| 5. | 25 | 146.3 | 3.1985 | 0.4952 | 0.949 | 74.183 | 357.616 |
| 6. | 50 | 146.3 | 3.9019 | 0.4952 | 0.949 | 74.183 | 412.601 |
| 7. | 100 | 146.3 | 4.6001 | 0.4952 | 0.949 | 74.183 | 467.179 |

Tabel 3. Hasil analisis frekuensi metode Log Pearson III

| **No.** | **Return Period (tahun)** | **G** | **Log x** | **X (mm)** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | 2 | -0.0248 | 2.1174 | 131.0412 |
| 2. | 5 | 0.8331 | 2.2897 | 194.8312 |
| 3. | 10 | 1.2964 | 2.3827 | 241.3744 |
| 4. | 20 | 1.6329 | 2.4503 | 282.0047 |
| 5. | 25 | 1.8012 | 2.4840 | 304.8168 |
| 6. | 50 | 2.1325 | 2.5506 | 355.2718 |
| 7. | 100 | 2.4353 | 2.6114 | 408.6564 |

Tabel 4. Hasil analisis frekuensi metode Normal

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Return Period (tahun)** | **X (mm)** | **Ktr** | **Sx** | **Xtr (mm)** |
| 1. | 2 | 146.3 | 0.00 | 74.183 | 146.3 |
| 2. | 5 | 146.3 | 0.84 | 74.183 | 208.61 |
| 3. | 10 | 146.3 | 1.28 | 74.183 | 241.25 |
| 4. | 20 | 146.3 | 1.64 | 74.183 | 267.96 |
| 5. | 25 | 146.3 | 1.71 | 74.183 | 273.03 |
| 6. | 50 | 146.3 | 2.05 | 74.183 | 298.38 |
| 7. | 100 | 146.3 | 2.33 | 74.183 | 319.15 |

Tabel 5. Hasil uji Chi-Kuadrat metode Gumbel

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Interval** | **Ef** | **Of** | **Of-Ef** | **(Of-Ef)²** | **(Of-Ef)² / Ef** |
| > 224.837 | 2 | 1 | -1 | 1 | 0.5 |
| 151.006-224.837 | 2 | 1 | -1 | 1 | 0.5 |
| 114.68-151.006 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 |
| 70.389-114.680 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0.5 |
| <70.389 | 2 | 1 | -1 | 1 | 0.5 |
| **Ʃ** | **10** | **10** |  |  | **4** |

Tabel 6. Hasil uji Chi-Kuadrat metode Log Pearson III

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Interval** | **Ef** | **Of** | **Of-Ef** | **(Of-Ef)²** | **(Of-Ef)² / Ef** |
| > 194.831 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 139.996-194.831 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 110.658-139.996 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 89.566-110.658 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0.5 |
| < 89.566 | 2 | 1 | -1 | 1 | 0.5 |
| **Ʃ** | **10** | **10** |  |  | **1** |

Tabel 7. Hasil uji Chi-Kuadrat metode Normal

| **Interval** | **Ef** | **Of** | **Of-Ef** | **(Of-Ef)²** | **(Of-Ef)²/Ef** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| > 208.614 | 2 | 1 | -1 | 1 | 0.5 |
| 164.864-208.614 | 2 | 1 | -1 | 1 | 0.5 |
| 127.754-164.864 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 |
| 83.986-127.754 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0.5 |
| < 83.986 | 2 | 1 | -1 | 1 | 0.5 |
| **Ʃ** | **10** | **10** |  |  | **4** |



Gambar 2. Saluran wilayah Bulak Barat dan Tengah, Klender yang ditinjau

Tabel 8. Perhitungan debit banjir rencana saluran Bulak Barat dan Tengah, Klender (1)

| **Nama Saluran** | **A** | **to**  | **td** | **tc** | **I** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **(km²)** | **(jam)** | **(jam)** | **(jam)** | **2 tahun** | **5 tahun** | **10 tahun** |
| 1-2 | 0.00497525 | 0.02437 | 0.05 | 0.0789 | 256.720 | 423.666 | 534.183 |
| 3-2 | 0.0018932 | 0.02471 | 0.01617 | 0.0409 | 398.062 | 656.925 | 828.290 |
| 2-5 | Gorong-Gorong |
| 4-5 | 0.0027962 | 0.02471 | 0.01617 | 0.0409 | 398.062 | 656.925 | 828.290 |
| 5-7 | 0.0097554 | 0.00242 | 0.0616 | 0.0640 | 295.129 | 487.054 | 614.106 |
| 6-7 | 0.00170285 | 0.02471 | 0.02004 | 0.0448 | 374.715 | 618.394 | 779.708 |
| 7-9 | Gorong-Gorong |
| 8-9 | 0.00562275 | 0.02471 | 0.06182 | 0.0865 | 241.439 | 398.449 | 502.388 |
| 9-11 | 0.00009675 | 0.00212 | 0.06909 | 0.0712 | 274.922 | 453.706 | 572.059 |
| 10-11 | 0.0079805 | 0.02471 | 0.07677 | 0.1015 | 217.099 | 358.279 | 451.740 |
| 11-41 | Gorong-Gorong |
| 12-13 | 0.0036755 | 0.02471 | 0.04337 | 0.0681 | 283.298 | 467.528 | 589.487 |
| 14-13 | 0.0043335 | 0.02471 | 0.04479 | 0.0695 | 279.412 | 461.116 | 581.402 |
| 13-15 | Gorong-Gorong |
| 33-34 | 0.00260195 | 0.02471 | 0.03491 | 0.0596 | 309.487 | 510.749 | 643.982 |
| 34-32 | 0.00267818 | 0.00202 | 0.04502 | 0.0470 | 362.442 | 598.140 | 754.170 |
| 31-32 | 0.003371 | 0.02471 | 0.04071 | 0.0654 | 290.907 | 480.086 | 605.321 |
| 32-30 | Gorong-Gorong |
| 29-30 | 0.00196225 | 0.02471 | 0.02889 | 0.0536 | 332.277 | 548.359 | 691.404 |
| 30-28 | 0.00808073 | 0.00202 | 0.05421 | 0.0562 | 321.789 | 531.050 | 669.580 |
| 27-28 | 0.0025725 | 0.02471 | 0.02366 | 0.0484 | 355.781 | 587.148 | 740.311 |
| 28-26 | Gorong-Gorong |
| 25-26 | 0.0017775 | 0.02471 | 0.02366 | 0.0484 | 355.781 | 587.148 | 740.311 |
| 26-24 | 0.01249877 | 0.00202 | 0.06324 | 0.0653 | 291.396 | 480.893 | 606.338 |
| 23-24 | 0.0036767 | 0.02471 | 0.02161 | 0.0463 | 366.225 | 604.383 | 762.042 |
| 24-22 | Gorong-Gorong |
| 21-22 | 0.0041197 | 0.02471 | 0.02161 | 0.0463 | 366.225 | 604.383 | 762.042 |
| 22-17 | 0.02038715 | 0.00202 | 0.07543 | 0.0775 | 259.936 | 428.975 | 540.877 |
| 16-17 | 0.00475 | 0.02471 | 0.02935 | 0.0541 | 330.355 | 545.188 | 687.405 |
| 17-18 | Gorong-Gorong |
| 35-18 | 0.0027306 | 0.02471 | 0.04066 | 0.0654 | 291.066 | 480.349 | 605.652 |
| 18-19 | 0.02799445 | 0.00284 | 0.08233 | 0.0852 | 243.983 | 402.647 | 507.680 |
| 35-36 | 0.000107445 | 0.02471 | 0.00895 | 0.0337 | 930.796 | 1536.100 | 1936.805 |
| 36-19 | 0.002941245 | 0.02471 | 0.04613 | 0.0708 | 275.894 | 455.310 | 574.082 |
| 19-20 | Gorong-Gorong |
| 37-20 | 0.0025138 | 0.02471 | 0.03717 | 0.0619 | 301.905 | 498.236 | 628.205 |
| 20-15 | 0.033611195 | 0.00284 | 0.09114 | 0.0940 | 228.493 | 377.084 | 475.450 |
| 15-38 | 0.045546195 | 0.02471 | 0.12616 | 0.1509 | 166.664 | 275.046 | 346.795 |
| 37-38 | 0.000136515 | 0.00248 | 0.01138 | 0.0139 | 818.846 | 1351.348 | 1703.858 |
| 38-40 | Gorong-Gorong |
| 39-40 | 0.0060362 | 0.02471 | 0.0551 | 0.0798 | 254.804 | 420.505 | 530.198 |
| 40-41 | 0.05176441 | 0.00284 | 0.12966 | 0.1325 | 181.728 | 299.907 | 378.140 |
| 42-41 | 0.003872 | 0.01786 | 0.02149 | 0.0394 | 408.254 | 673.745 | 849.497 |
| 41-43 | 0.08575226 | 0.02471 | 0.21978 | 0.2445 | 120.800 | 199.357 | 251.361 |

Tabel 9. Perhitungan debit banjir rencana saluran Bulak Barat dan Tengah, Klender (2)

| **Nama Saluran** | **Cw** | **Qp (m3/s)** |
| --- | --- | --- |
| **2 tahun** | **5 tahun** | **10 tahun** |
| 1-2 | 0.594 | 0.211 | 0.348 | 0.438 |
| 3-2 | 0.582 | 0.122 | 0.201 | 0.253 |
| 2-5 | - | 0.332 | 0.549 | 0.692 |
| 4-5 | 0.575 | 0.178 | 0.293 | 0.370 |
| 5-7 | 0.800 | 0.640 | 1.056 | 1.331 |
| 6-7 | 0.586 | 0.104 | 0.171 | 0.216 |
| 7-9 | - | 0.744 | 1.227 | 1.547 |
| 8-9 | 0.594 | 0.224 | 0.370 | 0.466 |
| 9-11 | 0.800 | 1.049 | 1.732 | 2.184 |
| 10-11 | 0.590 | 0.284 | 0.469 | 0.591 |
| 11-41 | - | 1.333 | 2.201 | 2.775 |
| 12-13 | 0.597 | 0.173 | 0.285 | 0.359 |
| 14-13 | 0.606 | 0.204 | 0.336 | 0.424 |
| 13-15 | - | 0.376 | 0.621 | 0.783 |
| 33-34 | 0.599 | 0.134 | 0.221 | 0.279 |
| 34-32 | 0.800 | 0.216 | 0.356 | 0.449 |
| 31-32 | 0.554 | 0.151 | 0.249 | 0.314 |
| 32-30 | - | 0.367 | 0.605 | 0.763 |
| 29-30 | 0.589 | 0.107 | 0.176 | 0.222 |
| 30-28 | 0.800 | 0.578 | 0.954 | 1.202 |
| 27-28 | 0.579 | 0.147 | 0.243 | 0.306 |
| 28-26 | - | 0.725 | 1.196 | 1.508 |
| 25-26 | 0.587 | 0.103 | 0.170 | 0.215 |
| 26-24 | 0.800 | 0.809 | 1.336 | 1.684 |
| 23-24 | 0.583 | 0.218 | 0.360 | 0.454 |
| 24-22 | - | 1.027 | 1.695 | 2.138 |
| 21-22 | 0.580 | 0.243 | 0.401 | 0.506 |
| 22-17 | 0.800 | 1.178 | 1.943 | 2.450 |
| 16-17 | 0.587 | 0.256 | 0.422 | 0.533 |
| 17-18 | - | 1.434 | 2.366 | 2.983 |
| 35-18 | 0.587 | 0.130 | 0.214 | 0.270 |
| 18-19 | 0.800 | 1.518 | 2.505 | 3.158 |
| 35-36 | 0.800 | 0.022 | 0.037 | 0.046 |
| 36-19 | 0.585 | 0.132 | 0.217 | 0.274 |
| 19-20 | - | 1.650 | 2.722 | 3.432 |
| 37-20 | 0.588 | 0.124 | 0.204 | 0.258 |
| 20-15 | 0.800 | 1.707 | 2.816 | 3.551 |
| 15-38 | 0.588 | 1.239 | 2.045 | 2.579 |
| 37-38 | 0.800 | 0.025 | 0.041 | 0.052 |
| 38-40 | - | 1.264 | 2.086 | 2.631 |
| 39-40 | 0.586 | 0.250 | 0.413 | 0.521 |
| 40-41 | 0.800 | 2.090 | 3.450 | 4.350 |
| 42-41 | 0.639 | 0.280 | 0.463 | 0.584 |
| 41-43 | 0.628 | 1.807 | 2.982 | 3.760 |

Tabel 10. Perhitungan kapasitas saluran eksisting kondisi berlumpur

| **Nama Saluran** | **b (m)** | **h (m)** | **A (m²)** | **P (m)** | **R (m)** | **So** | **n** | **V (m/s)** | **Qs (m³/s** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1-2 | 0.70 | 0.9 | 0.630 | 2.50 | 0.252 | 0.0105 | 0.035 | 1.16746 | 0.7355 |
| 3-2 | 0.30 | 0.45 | 0.135 | 1.20 | 0.113 | 0.0236 | 0.035 | 1.02335 | 0.13815 |
| 2-5 | 0.70 | 0.9 | 0.630 | 2.50 | 0.252 | 0.0105 | 0.035 | 1.16746 | 0.7355 |
| 4-5 | 0.30 | 0.45 | 0.135 | 1.20 | 0.113 | 0.0236 | 0.035 | 1.02335 | 0.13815 |
| 5-7 | 0.70 | 0.9 | 0.630 | 2.50 | 0.252 | 0.0105 | 0.035 | 1.16746 | 0.7355 |
| 6-7 | 0.77 | 0.9 | 0.693 | 2.57 | 0.270 | 0.0155 | 0.035 | 1.48486 | 1.02901 |
| 7-9 | 0.77 | 0.9 | 0.693 | 2.57 | 0.270 | 0.0155 | 0.035 | 1.48486 | 1.02901 |
| 8-9 | 0.60 | 0.4 | 0.240 | 1.40 | 0.171 | 0.0105 | 0.035 | 0.90302 | 0.21673 |
| 9-11 | 0.77 | 0.9 | 0.693 | 2.57 | 0.270 | 0.0155 | 0.035 | 1.48486 | 1.02901 |
| 10-11 | 1.80 | 0.85 | 1.530 | 3.50 | 0.437 | 0.0071 | 0.035 | 1.39086 | 2.12802 |
| 11-41 | 1.80 | 0.85 | 1.530 | 3.50 | 0.437 | 0.0071 | 0.035 | 1.39086 | 2.12802 |
| 12-13 | 0.80 | 0.82 | 0.656 | 2.44 | 0.269 | 0.0071 | 0.035 | 1.00587 | 0.65985 |
| 14-13 | 0.55 | 0.85 | 0.468 | 2.25 | 0.208 | 0.0127 | 0.035 | 1.13006 | 0.5283 |
| 13-15 | 0.80 | 0.82 | 0.656 | 2.44 | 0.269 | 0.0071 | 0.035 | 1.00587 | 0.65985 |
| 33-34 | 0.60 | 0.88 | 0.528 | 2.36 | 0.224 | 0.0088 | 0.035 | 0.98836 | 0.52185 |
| 34-32 | 0.55 | 0.73 | 0.402 | 2.01 | 0.200 | 0.0068 | 0.035 | 0.80253 | 0.32222 |
| 31-32 | 0.75 | 1 | 0.750 | 2.75 | 0.273 | 0.0069 | 0.035 | 0.99785 | 0.74839 |
| 32-30 | 0.55 | 0.73 | 0.402 | 2.01 | 0.200 | 0.0068 | 0.035 | 0.80253 | 0.32222 |
| 29-30 | 0.60 | 0.7 | 0.420 | 2.00 | 0.210 | 0.0069 | 0.035 | 0.83829 | 0.35208 |
| 30-28 | 0.55 | 0.73 | 0.402 | 2.01 | 0.200 | 0.0068 | 0.035 | 0.80253 | 0.32222 |
| 27-28 | 0.60 | 0.65 | 0.390 | 1.90 | 0.205 | 0.0096 | 0.035 | 0.97489 | 0.38021 |
| 28-26 | 0.55 | 0.73 | 0.402 | 2.01 | 0.200 | 0.0068 | 0.035 | 0.80253 | 0.32222 |
| 25-26 | 0.60 | 0.53 | 0.318 | 1.66 | 0.192 | 0.0096 | 0.035 | 0.93102 | 0.29607 |
| 26-24 | 0.55 | 0.73 | 0.402 | 2.01 | 0.200 | 0.0068 | 0.035 | 0.80253 | 0.32222 |
| 23-24 | 0.55 | 0.5 | 0.275 | 1.55 | 0.177 | 0.0242 | 0.035 | 1.4046 | 0.38627 |
| 24-22 | 0.55 | 0.73 | 0.402 | 2.01 | 0.200 | 0.0068 | 0.035 | 0.80253 | 0.32222 |
| 21-22 | 0.50 | 0.9 | 0.450 | 2.30 | 0.196 | 0.0242 | 0.035 | 1.49926 | 0.67467 |
| 22-17 | 0.55 | 0.73 | 0.402 | 2.01 | 0.200 | 0.0068 | 0.035 | 0.80253 | 0.32222 |
| 16-17 | 0.65 | 0.82 | 0.533 | 2.29 | 0.233 | 0.0127 | 0.035 | 1.21889 | 0.64967 |
| 17-18 | 0.65 | 0.82 | 0.533 | 2.29 | 0.233 | 0.0127 | 0.035 | 1.21889 | 0.64967 |
| 35-18 | 0.45 | 0.95 | 0.428 | 2.35 | 0.182 | 0.0068 | 0.035 | 0.75401 | 0.32234 |
| 18-19 | 0.65 | 0.82 | 0.533 | 2.29 | 0.233 | 0.0127 | 0.035 | 1.21889 | 0.64967 |
| 35-36 | 0.60 | 0.88 | 0.528 | 2.36 | 0.224 | 0.0088 | 0.035 | 0.98836 | 0.52185 |
| 36-19 | 0.60 | 0.8 | 0.480 | 2.20 | 0.218 | 0.0071 | 0.035 | 0.87515 | 0.42007 |
| 19-20 | 0.65 | 0.82 | 0.533 | 2.29 | 0.233 | 0.0127 | 0.035 | 1.21889 | 0.64967 |
| 37-20 | 0.60 | 0.75 | 0.450 | 2.10 | 0.214 | 0.0071 | 0.035 | 0.8647 | 0.38911 |
| 20-15 | 0.65 | 0.82 | 0.533 | 2.29 | 0.233 | 0.0127 | 0.035 | 1.21889 | 0.64967 |
| 15-38 | 0.80 | 0.82 | 0.656 | 2.44 | 0.269 | 0.0071 | 0.035 | 1.00587 | 0.65985 |
| 37-38 | 0.60 | 0.88 | 0.528 | 2.36 | 0.224 | 0.0088 | 0.035 | 0.98836 | 0.52185 |
| 38-40 | 0.80 | 0.82 | 0.656 | 2.44 | 0.269 | 0.0071 | 0.035 | 1.00587 | 0.65985 |
| 39-40 | 0.69 | 1.13 | 0.780 | 2.95 | 0.264 | 0.0088 | 0.035 | 1.10451 | 0.86119 |
| 40-41 | 0.80 | 0.82 | 0.656 | 2.44 | 0.269 | 0.0071 | 0.035 | 1.00587 | 0.65985 |
| 42-41 | 0.77 | 0.6 | 0.462 | 1.97 | 0.235 | 0.0155 | 0.035 | 1.35291 | 0.62504 |
| 41-43 | 2.30 | 1.3 | 2.990 | 4.90 | 0.610 | 0.0044 | 0.035 | 1.36729 | 4.0882 |

Tabel 11. Perbandingan debit banjir rencana periode ulang 2, 5, dan 10 tahun dengan kapasitas saluran eksisting kondisi berlumpur

| **Periode** | **2 Tahun** | **5 Tahun** | **10 Tahun** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nama Saluran** | **Qs (m³/s)** | **Qr (m³/s)** | **Kontrol** | **Qr (m³/s)** | **Kontrol** | **Qr (m³/s)** | **Kontrol** |
| 1-2 | 0.736 | 0.211 | Aman | 0.348 | Aman | 0.438 | Aman |
| 3-2 | 0.138 | 0.122 | Aman | 0.201 | Tidak Aman | 0.253 | Tidak Aman |
| 2-5 | 0.736 | 0.332 | Aman | 0.549 | Aman | 0.692 | Aman |
| 4-5 | 0.138 | 0.178 | Tidak Aman | 0.293 | Tidak Aman | 0.370 | Tidak Aman |
| 5-7 | 0.736 | 0.640 | Aman | 1.056 | Tidak Aman | 1.331 | Tidak Aman |
| 6-7 | 1.029 | 0.104 | Aman | 0.171 | Aman | 0.216 | Aman |
| 7-9 | 1.029 | 0.744 | Aman | 1.227 | Tidak Aman | 1.547 | Tidak Aman |
| 8-9 | 0.217 | 0.224 | Tidak Aman | 0.370 | Tidak Aman | 0.466 | Tidak Aman |
| 9-11 | 1.029 | 1.049 | Tidak Aman | 1.732 | Tidak Aman | 2.184 | Tidak Aman |
| 10-11 | 2.128 | 0.284 | Aman | 0.469 | Aman | 0.591 | Aman |
| 11-41 | 2.128 | 1.333 | Aman | 2.201 | Tidak Aman | 2.775 | Tidak Aman |
| 12-13 | 0.660 | 0.173 | Aman | 0.285 | Aman | 0.359 | Aman |
| 14-13 | 0.528 | 0.204 | Aman | 0.336 | Aman | 0.424 | Aman |
| 13-15 | 0.660 | 0.376 | Aman | 0.621 | Aman | 0.783 | Tidak Aman |
| 33-34 | 0.522 | 0.134 | Aman | 0.221 | Aman | 0.279 | Aman |
| 34-32 | 0.322 | 0.216 | Aman | 0.356 | Tidak Aman | 0.449 | Tidak Aman |
| 31-32 | 0.748 | 0.151 | Aman | 0.249 | Aman | 0.314 | Aman |
| 32-30 | 0.322 | 0.367 | Tidak Aman | 0.605 | Tidak Aman | 0.763 | Tidak Aman |
| 29-30 | 0.352 | 0.107 | Aman | 0.176 | Aman | 0.222 | Aman |
| 30-28 | 0.322 | 0.578 | Tidak Aman | 0.954 | Tidak Aman | 1.202 | Tidak Aman |
| 27-28 | 0.380 | 0.147 | Aman | 0.243 | Aman | 0.306 | Aman |
| 28-26 | 0.322 | 0.725 | Tidak Aman | 1.196 | Tidak Aman | 1.508 | Tidak Aman |
| 25-26 | 0.296 | 0.103 | Aman | 0.170 | Aman | 0.215 | Aman |
| 26-24 | 0.322 | 0.809 | Tidak Aman | 1.336 | Tidak Aman | 1.684 | Tidak Aman |
| 23-24 | 0.386 | 0.218 | Aman | 0.360 | Aman | 0.454 | Tidak Aman |
| 24-22 | 0.322 | 1.027 | Tidak Aman | 1.695 | Tidak Aman | 2.138 | Tidak Aman |
| 21-22 | 0.675 | 0.243 | Aman | 0.401 | Aman | 0.506 | Aman |
| 22-17 | 0.322 | 1.178 | Tidak Aman | 1.943 | Tidak Aman | 2.450 | Tidak Aman |
| 16-17 | 0.650 | 0.256 | Aman | 0.422 | Aman | 0.533 | Aman |
| 17-18 | 0.650 | 1.434 | Tidak Aman | 2.366 | Tidak Aman | 2.983 | Tidak Aman |
| 35-18 | 0.322 | 0.130 | Aman | 0.214 | Aman | 0.270 | Aman |
| 18-19 | 0.650 | 1.518 | Tidak Aman | 2.505 | Tidak Aman | 3.158 | Tidak Aman |
| 35-36 | 0.522 | 0.022 | Aman | 0.037 | Aman | 0.046 | Aman |
| 36-19 | 0.420 | 0.132 | Aman | 0.217 | Aman | 0.274 | Aman |
| 19-20 | 0.650 | 1.650 | Tidak Aman | 2.722 | Tidak Aman | 3.432 | Tidak Aman |
| 37-20 | 0.389 | 0.124 | Aman | 0.204 | Aman | 0.258 | Aman |
| 20-15 | 0.650 | 1.707 | Tidak Aman | 2.816 | Tidak Aman | 3.551 | Tidak Aman |
| 15-38 | 0.660 | 1.239 | Tidak Aman | 2.045 | Tidak Aman | 2.579 | Tidak Aman |
| 37-38 | 0.522 | 0.025 | Aman | 0.041 | Aman | 0.052 | Aman |
| 38-40 | 0.660 | 1.264 | Tidak Aman | 2.086 | Tidak Aman | 2.631 | Tidak Aman |
| 39-40 | 0.861 | 0.250 | Aman | 0.413 | Aman | 0.521 | Aman |
| 40-41 | 0.660 | 2.090 | Tidak Aman | 3.450 | Tidak Aman | 4.350 | Tidak Aman |
| 42-41 | 0.625 | 0.280 | Aman | 0.463 | Aman | 0.584 | Aman |
| 41-43 | 4.088 | 1.807 | Aman | 2.982 | Aman | 3.760 | Aman |

Tabel 12. Perhitungan kapasitas saluran eksisting kondisi tanpa lumpur

| **Nama Saluran** | **b (m)** | **h (m)** | **A (m²)** | **P (m)** | **R (m)** | **So** | **n** | **V (m/s)** | **Qs (m³/s** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1-2 | 0.70 | 1.05 | 0.735 | 2.80 | 0.263 | 0.0105 | 0.035 | 1.19967 | 0.88176 |
| 3-2 | 0.30 | 0.48 | 0.144 | 1.26 | 0.114 | 0.0236 | 0.035 | 1.03415 | 0.14892 |
| 2-5 | 0.70 | 1.05 | 0.735 | 2.80 | 0.263 | 0.0105 | 0.035 | 1.19967 | 0.88176 |
| 4-5 | 0.30 | 0.48 | 0.144 | 1.26 | 0.114 | 0.0236 | 0.035 | 1.03415 | 0.14892 |
| 5-7 | 0.70 | 1.05 | 0.735 | 2.80 | 0.263 | 0.0105 | 0.035 | 1.19967 | 0.88176 |
| 6-7 | 0.77 | 1.00 | 0.770 | 2.77 | 0.278 | 0.0155 | 0.035 | 1.51528 | 1.16677 |
| 7-9 | 0.77 | 1.00 | 0.770 | 2.77 | 0.278 | 0.0155 | 0.035 | 1.51528 | 1.16677 |
| 8-9 | 0.60 | 0.45 | 0.270 | 1.50 | 0.180 | 0.0105 | 0.035 | 0.93288 | 0.25188 |
| 9-11 | 0.77 | 1.00 | 0.770 | 2.77 | 0.278 | 0.0155 | 0.035 | 1.51528 | 1.16677 |
| 10-11 | 1.80 | 1.00 | 1.800 | 3.80 | 0.474 | 0.0071 | 0.035 | 1.46733 | 2.64119 |
| 11-41 | 1.80 | 1.00 | 1.800 | 3.80 | 0.474 | 0.0071 | 0.035 | 1.46733 | 2.64119 |
| 12-13 | 0.80 | 0.95 | 0.760 | 2.70 | 0.281 | 0.0071 | 0.035 | 1.03713 | 0.78822 |
| 14-13 | 0.55 | 1.00 | 0.550 | 2.55 | 0.216 | 0.0127 | 0.035 | 1.15856 | 0.63721 |
| 13-15 | 0.80 | 0.95 | 0.760 | 2.70 | 0.281 | 0.0071 | 0.035 | 1.03713 | 0.78822 |
| 33-34 | 0.60 | 1.00 | 0.600 | 2.60 | 0.231 | 0.0088 | 0.035 | 1.00899 | 0.60539 |
| 34-32 | 0.55 | 0.83 | 0.457 | 2.21 | 0.207 | 0.0068 | 0.035 | 0.82067 | 0.37463 |
| 31-32 | 0.75 | 1.15 | 0.863 | 3.05 | 0.283 | 0.0069 | 0.035 | 1.02224 | 0.88168 |
| 32-30 | 0.55 | 0.83 | 0.457 | 2.21 | 0.207 | 0.0068 | 0.035 | 0.82067 | 0.37463 |
| 29-30 | 0.60 | 0.80 | 0.480 | 2.20 | 0.218 | 0.0069 | 0.035 | 0.85992 | 0.41276 |
| 30-28 | 0.55 | 0.83 | 0.457 | 2.21 | 0.207 | 0.0068 | 0.035 | 0.82067 | 0.37463 |
| 27-28 | 0.60 | 0.70 | 0.420 | 2.00 | 0.210 | 0.0096 | 0.035 | 0.98983 | 0.41573 |
| 28-26 | 0.55 | 0.83 | 0.457 | 2.21 | 0.207 | 0.0068 | 0.035 | 0.82067 | 0.37463 |
| 25-26 | 0.60 | 0.60 | 0.360 | 1.80 | 0.200 | 0.0096 | 0.035 | 0.95815 | 0.34494 |
| 26-24 | 0.55 | 0.83 | 0.457 | 2.21 | 0.207 | 0.0068 | 0.035 | 0.82067 | 0.37463 |
| 23-24 | 0.55 | 0.56 | 0.308 | 1.67 | 0.184 | 0.0242 | 0.035 | 1.44137 | 0.44394 |
| 24-22 | 0.55 | 0.83 | 0.457 | 2.21 | 0.207 | 0.0068 | 0.035 | 0.82067 | 0.37463 |
| 21-22 | 0.50 | 1.00 | 0.500 | 2.50 | 0.200 | 0.0242 | 0.035 | 1.52139 | 0.76069 |
| 22-17 | 0.55 | 0.83 | 0.457 | 2.21 | 0.207 | 0.0068 | 0.035 | 0.82067 | 0.37463 |
| 16-17 | 0.65 | 0.90 | 0.585 | 2.45 | 0.239 | 0.0127 | 0.035 | 1.23983 | 0.7253 |
| 17-18 | 0.65 | 0.90 | 0.585 | 2.45 | 0.239 | 0.0127 | 0.035 | 1.23983 | 0.7253 |
| 35-18 | 0.45 | 1.05 | 0.473 | 2.55 | 0.185 | 0.0068 | 0.035 | 0.76332 | 0.36067 |
| 18-19 | 0.65 | 0.90 | 0.585 | 2.45 | 0.239 | 0.0127 | 0.035 | 1.23983 | 0.7253 |
| 35-36 | 0.60 | 1.00 | 0.600 | 2.60 | 0.231 | 0.0088 | 0.035 | 1.00899 | 0.60539 |
| 36-19 | 0.60 | 0.90 | 0.540 | 2.40 | 0.225 | 0.0071 | 0.035 | 0.89328 | 0.48237 |
| 19-20 | 0.65 | 0.90 | 0.585 | 2.45 | 0.239 | 0.0127 | 0.035 | 1.23983 | 0.7253 |
| 37-20 | 0.60 | 0.80 | 0.480 | 2.20 | 0.218 | 0.0071 | 0.035 | 0.87515 | 0.42007 |
| 20-15 | 0.65 | 0.90 | 0.585 | 2.45 | 0.239 | 0.0127 | 0.035 | 1.23983 | 0.7253 |
| 15-38 | 0.80 | 0.95 | 0.760 | 2.70 | 0.281 | 0.0071 | 0.035 | 1.03713 | 0.78822 |
| 37-38 | 0.60 | 1.00 | 0.600 | 2.60 | 0.231 | 0.0088 | 0.035 | 1.00899 | 0.60539 |
| 38-40 | 0.80 | 0.95 | 0.760 | 2.70 | 0.281 | 0.0071 | 0.035 | 1.03713 | 0.78822 |
| 39-40 | 0.69 | 1.30 | 0.897 | 3.29 | 0.273 | 0.0088 | 0.035 | 1.12763 | 1.01148 |
| 40-41 | 0.80 | 0.95 | 0.760 | 2.70 | 0.281 | 0.0071 | 0.035 | 1.03713 | 0.78822 |
| 42-41 | 0.77 | 0.70 | 0.539 | 2.17 | 0.248 | 0.0155 | 0.035 | 1.40574 | 0.75769 |
| 41-43 | 2.30 | 1.50 | 3.450 | 5.30 | 0.651 | 0.0044 | 0.035 | 1.42749 | 4.92484 |

Tabel 13. Perbandingan debit banjir rencana periode ulang 2, 5, dan 10 tahun dengan kapasitas saluran eksisting kondisi tanpa lumpur

| **Periode** | **2 Tahun** | **5 Tahun** | **10 Tahun** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nama Saluran** | **Qs (m³/s)** | **Qr (m³/s)** | **Kontrol** | **Qr (m³/s)** | **Kontrol** | **Qr (m³/s)** | **Kontrol** |
| 1-2 | 0.882 | 0.211 | Aman | 0.348 | Aman | 0.438 | Aman |
| 3-2 | 0.149 | 0.122 | Aman | 0.201 | Tidak Aman | 0.253 | Tidak Aman |
| 2-5 | 0.882 | 0.332 | Aman | 0.549 | Aman | 0.692 | Aman |
| 4-5 | 0.149 | 0.178 | Tidak Aman | 0.293 | Tidak Aman | 0.370 | Tidak Aman |
| 5-7 | 0.882 | 0.640 | Aman | 1.056 | Tidak Aman | 1.331 | Tidak Aman |
| 6-7 | 1.167 | 0.104 | Aman | 0.171 | Aman | 0.216 | Aman |
| 7-9 | 1.167 | 0.744 | Aman | 1.227 | Tidak Aman | 1.547 | Tidak Aman |
| 8-9 | 0.252 | 0.224 | Aman | 0.370 | Tidak Aman | 0.466 | Tidak Aman |
| 9-11 | 1.167 | 1.049 | Aman | 1.732 | Tidak Aman | 2.184 | Tidak Aman |
| 10-11 | 2.641 | 0.284 | Aman | 0.469 | Aman | 0.591 | Aman |
| 11-41 | 2.641 | 1.333 | Aman | 2.201 | Aman | 2.775 | Tidak Aman |
| 12-13 | 0.788 | 0.173 | Aman | 0.285 | Aman | 0.359 | Aman |
| 14-13 | 0.637 | 0.204 | Aman | 0.336 | Aman | 0.424 | Aman |
| 13-15 | 0.788 | 0.376 | Aman | 0.621 | Aman | 0.783 | Aman |
| 33-34 | 0.605 | 0.134 | Aman | 0.221 | Aman | 0.279 | Aman |
| 34-32 | 0.375 | 0.216 | Aman | 0.356 | Aman | 0.449 | Tidak Aman |
| 31-32 | 0.882 | 0.151 | Aman | 0.249 | Aman | 0.314 | Aman |
| 32-30 | 0.375 | 0.367 | Aman | 0.605 | Tidak Aman | 0.763 | Tidak Aman |
| 29-30 | 0.413 | 0.107 | Aman | 0.176 | Aman | 0.222 | Aman |
| 30-28 | 0.375 | 0.578 | Tidak Aman | 0.954 | Tidak Aman | 1.202 | Tidak Aman |
| 27-28 | 0.416 | 0.147 | Aman | 0.243 | Aman | 0.306 | Aman |
| 28-26 | 0.375 | 0.725 | Tidak Aman | 1.196 | Tidak Aman | 1.508 | Tidak Aman |
| 25-26 | 0.345 | 0.103 | Aman | 0.170 | Aman | 0.215 | Aman |
| 26-24 | 0.375 | 0.809 | Tidak Aman | 1.336 | Tidak Aman | 1.684 | Tidak Aman |
| 23-24 | 0.444 | 0.218 | Aman | 0.360 | Aman | 0.454 | Tidak Aman |
| 24-22 | 0.375 | 1.027 | Tidak Aman | 1.695 | Tidak Aman | 2.138 | Tidak Aman |
| 21-22 | 0.761 | 0.243 | Aman | 0.401 | Aman | 0.506 | Aman |
| 22-17 | 0.375 | 1.178 | Tidak Aman | 1.943 | Tidak Aman | 2.450 | Tidak Aman |
| 16-17 | 0.725 | 0.256 | Aman | 0.422 | Aman | 0.533 | Aman |
| 17-18 | 0.725 | 1.434 | Tidak Aman | 2.366 | Tidak Aman | 2.983 | Tidak Aman |
| 35-18 | 0.361 | 0.130 | Aman | 0.214 | Aman | 0.270 | Aman |
| 18-19 | 0.725 | 1.518 | Tidak Aman | 2.505 | Tidak Aman | 3.158 | Tidak Aman |
| 35-36 | 0.605 | 0.022 | Aman | 0.037 | Aman | 0.046 | Aman |
| 36-19 | 0.482 | 0.132 | Aman | 0.217 | Aman | 0.274 | Aman |
| 19-20 | 0.725 | 1.650 | Tidak Aman | 2.722 | Tidak Aman | 3.432 | Tidak Aman |
| 37-20 | 0.420 | 0.124 | Aman | 0.204 | Aman | 0.258 | Aman |
| 20-15 | 0.725 | 1.707 | Tidak Aman | 2.816 | Tidak Aman | 3.551 | Tidak Aman |
| 15-38 | 0.788 | 1.239 | Tidak Aman | 2.045 | Tidak Aman | 2.579 | Tidak Aman |
| 37-38 | 0.605 | 0.025 | Aman | 0.041 | Aman | 0.052 | Aman |
| 38-40 | 0.788 | 1.264 | Tidak Aman | 2.086 | Tidak Aman | 2.631 | Tidak Aman |
| 39-40 | 1.011 | 0.250 | Aman | 0.413 | Aman | 0.521 | Aman |
| 40-41 | 0.788 | 2.090 | Tidak Aman | 3.450 | Tidak Aman | 4.350 | Tidak Aman |
| 42-41 | 0.758 | 0.280 | Aman | 0.463 | Aman | 0.584 | Aman |
| 41-43 | 4.925 | 1.807 | Aman | 2.982 | Aman | 3.760 | Aman |

Tabel 14. Hasil perhitungan *redesign* kapasitas saluran wilayah Bulak Barat dan Bulak Tengah, Klender

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nama Saluran** | **b (m)** | **h (m)** | **A (m²)** | **P (m)** | **R (m)** | **So** | **nd** | **V** **(m/s)** | **Vizin (m/s)** | **Kontrol V** | **Qs (m³/s)** |
| 4-5 | 0.30 | 0.60 | 0.18 | 1.5 | 0.120 | 0.02 | 0.03 | 1.147 | 1.5 | Oke | 0.206 |
| 30-28 | 0.60 | 0.90 | 0.54 | 2.4 | 0.225 | 0.01 | 0.03 | 1.233 | 1.5 | Oke | 0.666 |
| 28-26 | 0.60 | 1.00 | 0.6 | 2.6 | 0.231 | 0.01 | 0.03 | 1.254 | 1.5 | Oke | 0.752 |
| 26-24 | 0.60 | 1.10 | 0.66 | 2.8 | 0.236 | 0.01 | 0.03 | 1.272 | 1.5 | Oke | 0.839 |
| 24-22 | 0.70 | 1.10 | 0.77 | 2.9 | 0.266 | 0.01 | 0.03 | 1.377 | 1.5 | Oke | 1.060 |
| 22-17 | 0.70 | 1.30 | 0.91 | 3.3 | 0.276 | 0.01 | 0.03 | 1.412 | 1.5 | Oke | 1.285 |
| 17-18 | 0.80 | 1.00 | 0.8 | 2.8 | 0.286 | 0.02 | 0.03 | 2.045 | 1.5 | Tidak Oke | 1.636 |
| 18-19 | 0.80 | 1.10 | 0.88 | 3 | 0.293 | 0.02 | 0.03 | 2.081 | 1.5 | Tidak Oke | 1.831 |
| 19-20 | 0.80 | 1.10 | 0.88 | 3 | 0.293 | 0.02 | 0.03 | 2.081 | 1.5 | Tidak Oke | 1.831 |
| 20-15 | 0.80 | 1.10 | 0.88 | 3 | 0.293 | 0.02 | 0.03 | 2.081 | 1.5 | Tidak Oke | 1.831 |
| 15-38 | 0.90 | 1.00 | 0.9 | 2.9 | 0.310 | 0.01 | 0.03 | 1.528 | 1.5 | Tidak Oke | 1.375 |
| 38-40 | 0.90 | 1.00 | 0.9 | 2.9 | 0.310 | 0.01 | 0.03 | 1.528 | 1.5 | Tidak Oke | 1.375 |
| 40-41 | 1.00 | 1.30 | 1.3 | 3.6 | 0.361 | 0.01 | 0.03 | 1.690 | 1.5 | Tidak Oke | 2.197 |

Tabel 15. Rencana tinggi bangunan terjunan pada saluran

| **Nama Saluran** | **Tinggi Terjunan (m)** | **Ket.** | **S** | **b (m)** | **h (m)** | **A (m²)** | **P (m)** | **R (m)** | **nd** | **V (m/s)** | **Vizin (m/s)** | **Kontrol V** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|
| 17-18 | 0.04 | 1\*2\* | 0.010.01 | 0.80.8 | 11 | 0.80.8 | 2.82.8 | 0.2860.286 | 0.030.03 | 1.4461.446 | 1.51.5 | OkeOke |
| 18-19 | 0.36 | 1\* | 0.01 | 0.8 | 1.1 | 0.88 | 3 | 0.293 | 0.03 | 1.472 | 1.5 | Oke |
| 2\* | 0.01 | 0.8 | 1.1 | 0.88 | 3 | 0.293 | 0.03 | 1.472 | 1.5 | Oke |
| 19-20 | 0.04 | 1\* | 0.01 | 0.8 | 1.1 | 0.88 | 3 | 0.293 | 0.03 | 1.472 | 1.5 | Oke |
| 2\* | 0.01 | 0.8 | 1.1 | 0.88 | 3 | 0.293 | 0.03 | 1.472 | 1.5 | Oke |
| 20-15 | 0.46 | 1\* | 0.01 | 0.8 | 1.1 | 0.88 | 3 | 0.293 | 0.03 | 1.472 | 1.5 | Oke |
| 2\* | 0.01 | 0.8 | 1.1 | 0.88 | 3 | 0.293 | 0.03 | 1.472 | 1.5 | Oke |
| 15-38 | 0.65 | 1\* | 0.005 | 0.9 | 1 | 0.9 | 2.9 | 0.310 | 0.03 | 1.080 | 1.5 | Oke |
| 2\* | 0.005 | 0.9 | 1 | 0.9 | 2.9 | 0.310 | 0.03 | 1.080 | 1.5 | Oke |
| 38-40 | 0.03 | 1\* | 0.005 | 0.9 | 1 | 0.9 | 2.9 | 0.310 | 0.03 | 1.080 | 1.5 | Oke |
| 2\* | 0.005 | 0.9 | 1 | 0.9 | 2.9 | 0.310 | 0.03 | 1.080 | 1.5 | Oke |
| 40-41 | 0.07 | 1\* | 0.005 | 1 | 1.3 | 1.3 | 3.6 | 0.361 | 0.03 | 1.195 | 1.5 | Oke |
| 2\* | 0.005 | 1 | 1.3 | 1.3 | 3.6 | 0.361 | 0.03 | 1.195 | 1.5 | Oke |
| Keterangan : |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1\* | : Saluran sebelum bangunan terjunan |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2\* | : Saluran sesudah bangunan terjunan |  |  |  |  |  |  |  |  |

Tabel 16. Perbandingan debit rencana dengan kapasitas saluran baru

| **Nama Saluran** | **Qr (m³/s)** | **Qs (m³/s)** | **Kontrol** |
| --- | --- | --- | --- |
| 4-5 | 0.177712713 | 0.20644 | Aman |
| 30-28 | 0.577842049 | 0.66588 | Aman |
| 28-26 | 0.724945743 | 0.75246 | Aman |
| 26-24 | 0.809353234 | 0.83949 | Aman |
| 24-22 | 1.027370914 | 1.06031 | Aman |
| 22-17 | 1.177636049 | 1.28510 | Aman |
| 17-18 | 1.433602727 | 1.63596 | Aman |
| 18-19 | 1.517814442 | 1.83140 | Aman |
| 19-20 | 1.649575968 | 1.83140 | Aman |
| 20-15 | 1.706652006 | 1.83140 | Aman |
| 15-38 | 1.239456319 | 1.37515 | Aman |
| 38-40 | 1.264297385 | 1.37515 | Aman |
| 40-41 | 2.090453388 | 2.19743 | Aman |

Tabel 17. Perbandingan dimensi dan kemiringan antara saluran eksisting dan hasil redesign

| **Nama Saluran** | **Dimensi Eksisting Saluran** | **Dimensi R*edesign*** |
| --- | --- | --- |
| **b (m)** | **h (m)** | **S** | **b (m)** | **h (m)** | **S** |
| 4-5 | 0.30 | 0.48 | 0.02362 | 0.30 | 0.60 | 0.02 |
| 30-28 | 0.55 | 0.83 | 0.00676 | 0.60 | 0.90 | 0.01 |
| 28-26 | 0.55 | 0.83 | 0.00676 | 0.60 | 1.00 | 0.01 |
| 26-24 | 0.55 | 0.83 | 0.00676 | 0.60 | 1.10 | 0.01 |
| 24-22 | 0.55 | 0.83 | 0.00676 | 0.70 | 1.10 | 0.01 |
| 22-17 | 0.55 | 0.83 | 0.00676 | 0.70 | 1.30 | 0.01 |
| 17-18 | 0.65 | 0.90 | 0.01271 | 0.80 | 1.00 | 0.02 |
| 18-19 | 0.65 | 0.90 | 0.01271 | 0.80 | 1.10 | 0.02 |
| 19-20 | 0.65 | 0.90 | 0.01271 | 0.80 | 1.10 | 0.02 |
| 20-15 | 0.65 | 0.90 | 0.01271 | 0.80 | 1.10 | 0.02 |
| 15-38 | 0.80 | 0.95 | 0.00714 | 0.90 | 1.00 | 0.01 |
| 38-40 | 0.80 | 0.95 | 0.00714 | 0.90 | 1.00 | 0.01 |
| 40-41 | 0.80 | 0.95 | 0.00714 | 1.00 | 1.30 | 0.01 |