



## STUDI NORMALISASI SUNGAI PADA SUNGAI PALU

Sulfiati<sup>\*1</sup>, Dewi Ayu Setiawati<sup>1</sup>, Yulfin Tanduk Allo Biyang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palu, Palu, Jalan Hang Tuah No. 114

<sup>\*</sup>Penulis korespondensi: [tekniksulfiati@gmail.com](mailto:tekniksulfiati@gmail.com)

DISUBMIT 3 Februari 2026 DIREVISI 5 Februari 2026 DITERIMA 7 Februari 2026

**ABSTRAK** Sungai Palu merupakan salah satu sungai di Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah, yang juga mengalami berbagai permasalahan seperti banjir, sedimentasi yang tinggi dan degradasi kualitas air yang mempengaruhi lingkungan sekitar. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan melakukan normalisasi sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar intensitas curah hujan pada Sungai Palu dan berapa besar debit banjir Sungai Palu. Data yang digunakan adalah data sekunder berupa curah hujan harian selama 10 tahun dan data dimensi penampang melintang Sungai Palu. Hasil hitungan hujan rencana kala ulang 100 tahun dengan metode Log Pearson Tipe III yaitu 12,176 mm, dan dari hasil hitungan intensitas hujan terlihat bahwa hujan deras pada berlangsung dalam jangka waktu singkat, namun hujan tidak deras berlangsung dalam waktu lama. Debit banjir rencana kala ulang 100 tahun dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu yakni 664,448 m<sup>3</sup>/det. Langkah selanjutnya menggunakan aplikasi HEC-RAS 6.6 untuk mengetahui kapasitas penampang saluran drainase dengan menggunakan debit rencana. Dari hasil analisis aplikasi HEC-RAS, kondisi eksisting Sungai Palu khususnya pada area yang ditinjau yakni di Kelurahan Baru, Kecamatan Palu Barat, dengan debit kala ulang 100 tahun mampu menampung debit yang ada sehingga tidak perlu mendesain ulang saluran.

**KATA KUNCI** Normalisasi Sungai, Debit Rencana, Kapasitas Saluran, HEC-RAS

### 1 PENDAHULUAN

Sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan (Peraturan Pemerintah RI No. 38 Tahun 2011 Tentang Sungai). Seiring dengan perubahan kondisi di wilayah sungai, perubahan tataguna lahan dan pertumbuhan penduduk membuat sungai tidak lagi berfungsi secara optimal, sehingga mengakibatkan banyak dampak kerugian. Banjir tidak hanya menyebabkan kerusakan pada bangunan, lahan pertanian, sarana dan prasarana, lingkungan hidup tetapi juga merusak tata kehidupan masyarakat (Wigati, 2016). Perubahan iklim pada wilayah Indonesia juga ikut mempengaruhi peningkatan suhu permukaan laut sehingga mempengaruhi pola musim hujan dan musim kemarau. Perubahan iklim di Indonesia yang dipengaruhi oleh fenomena global dan regional seperti *El Nino Southern Oscillation* (ENSO), *Indian Ocean Dipole* (IOD), Sirkulasi Angin Monsun Asia-Australia, *Inter-Tropical*

*Convergence* (ITCZ), dan suhu permukaan laut. ENSO positif (*El Nino*) dapat menyebabkan musim kemarau yang lebih panjang dan kekeringan, sedangkan ENSO negative (*La Nina*) dapat menghasilkan musim hujan lebih basah. Tanpa mitigasi yang baik, ini dapat menyebabkan bencana seperti kekeringan, kebakaran hutan, hingga banjir. Sungai Palu merupakan salah satu sungai yang mengalir di Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. Sungai ini memiliki peran penting dalam sistem drainase kota serta mendukung kehidupan ekonomi dan sosial masyarakat sekitar. Namun, Sungai Palu juga mengalami berbagai permasalahan, seperti banjir, sedimentasi yang tinggi dan degradasi kualitas air yang mempengaruhi lingkungan sekitar. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan melakukan normalisasi sungai. Normalisasi sungai adalah suatu proses rekayasa teknis yang bertujuan untuk mengubah atau memperbaiki kondisi fisik sungai guna mengurangi risiko banjir, memperlancar aliran air, serta menjaga keberlanjutan lingkungan hidup.

Normalisasi Sungai Palu menjadi sangat penting mengingat perubahan kondisi alam, urbanisasi yang pesat, serta pengelolaan sungai yang kurang optimal. Hal-hal tersebut dapat menyebabkan Sungai Palu tidak lagi mampu menampung volume air yang besar saat musim hujan dan menyebabkan banjir yang merendam permukiman dan infrastruktur di sepanjang aliran sungai tersebut. Maka dalam penelitian ini juga dilakukan evaluasi dengan menganalisis penampang sungai menggunakan program HEC-RAS untuk mengetahui kemampuan Sungai Palu, khususnya pada wilayah Kelurahan Baru, dalam menampung volume air yang besar.

**Landasan Teori.** Sungai merupakan jaringan alur-alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, mulai dari bentuk kecil di bagian hulu sampai besar di bagian hilir. Air hujan yang jatuh di atas permukaan bumi dalam perjalanannya sebagian kecil menguap dan sebagian besar mengalir dalam bentuk alur-alur kecil, kemudian menjadi alur-alur sedang seterusnya mengumpul menjadi satu alur besar atau utama. Dengan demikian dapat dikatakan sungai berfungsi menampung curah hujan dan mengalirkannya ke laut (Loebis, 1993). Sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan (Peraturan Pemerintah RI No. 38 Tentang Sungai, 2011).

**Daerah Aliran Sungai (DAS).** Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu kesatuan wilayah tata air yang terbentuk secara alamiah terutama dibatasi oleh punggung-punggung bukit, dimana air meresap dan atau mengalir dalam suatu sistem aliran melalui lahan, anak sungai dan sungai induknya ( SNI 03-2415-1991-Rev-2004). DAS (Daerah Aliran Sungai) dapat dipandang sebagai suatu unit kesatuan wilayah tempat air hujan mengumpul ke sungai menjadi aliran sungai. Garis batas DAS ialah punggung permukaan bumi yang dapat memisahkan dan membagi air hujan sewaktu menyentuh tanah, ke

masing-masing DAS (Loebis, 1993). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa DAS merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami.

**Debit Banjir Rencana.** Debit air adalah volume air yang melalui penampang basah sungai dalam satuan waktu tertentu yang biasanya dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/detik$ ) atau liter per detik ( $l/detik$ ) (Soewarno, 1995). Debit banjir rencana adalah debit maksimum dari suatu sungai, atau saluran yang besarnya didasarkan kala ulang tertentu (SNI 03-2415-1991). Debit banjir rencana pada setiap profil sungai merupakan data yang paling utama untuk perencanaan, perbaikan, dan pengaturan sungai. Perhitungan debit banjir rencana sudah dilakukan, setelah itu diadakan perhitungan statistik dari data yang tercatat sesuai dengan tingkat pengamanan banjir yang diinginkan (Sosrodarsono dan Tominaga, 1994). Dapat disimpulkan bahwa debit banjir rencana merupakan debit air maksimum atau debit banjir yang dipakai pada dasar perencanaan untuk pengendalian banjir, dan dinyatakan dalam periode ulang tertentu. Saat tahapan perencanaan dilakukan, angka debit banjir rencana yang sesuai untuk suatu sungai harus ditentukan terlebih dahulu. Debit banjir rencana tersebut dapat dihitung dengan penjumlahan kurva debit anak sungai dan sungai utamanya serta kemungkinan adanya pemotongan debit oleh waduk pengendalian banjir.

**Normalisasi Sungai.** Normalisasi adalah suatu tindakan menjadikan kondisi saluran baik dimensi maupun garis sempadan normal kembali yang dilakukan untuk mengembalikan pada kondisi awal sesuai perencanaan (Kementrian Pekerjaan Umum, 2008). Kegiatan normalisasi meliputi

pengerukan alur sungai, pemasangan sheet pile, perkuatan tebing, jalan inspeksi, jembatan orang, dan pintu air (Sumber: Laporan Strategi Penanganan Banjir & Penurunan Muka Tanah Di Jakarta, 2010). Sistem pengerukan alur saluran bertujuan untuk memperbesar kapasitas tampungan sungai dan memperlancar aliran sungai. Pengerukan juga merupakan kegiatan-kegiatan melebarkan sungai, mengarahkan alur sungai dan memperdalam sungai (Kodoatie, 2013). Dapat disimpulkan bahwa normalisasi sungai adalah suatu metode yang digunakan untuk menyediakan alur sungai dengan kapasitas mencukupi untuk menyalurkan air, terutama air yang berlebih saat curah hujan tinggi. Tujuan normalisasi sungai antara lain untuk melindungi tebing sungai karena erosi (kikisan), atau untuk mengembalikan bentuk profil sungai seperti semula sesuai dengan rencana awal sebagai upaya penanggulangan banjir. Untuk mendapatkan data hujan, diperlukan alat untuk mengukur curah hujan. Data curah hujan untuk desain drainase biasanya berdurasi pendek, misal setiap 5 menit, 15 menit dan seterusnya yang didapat dari alat pengukur curah hujan.

**Pemodelan HEC-RAS.** HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River Analysis System* (RAS) yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center* (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam *Institute for Water Resource* (IWR), di bawah *US Army Corps of Engineers* (USACE). HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*). HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi, yakni hitungan profil muka air aliran permanen, simulasi aliran tak permanen, hitungan transpor sedimen, dan hitungan kualitas air. HEC-RAS merupakan program aplikasi yang mengintegrasikan fitur *graphical user interface*, analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan

data, grafik, serta pelaporan. Data-data yang diperlukan dalam menganalisis penampang sungai dengan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS yaitu: a. Penampang memanjang sungai, b. Penampang melintang sungai, c. Data debit yang melalui sungai, d. Angka koefisien kekasaran manning penampang sungai.

## 2 METODOLOGI

**Lokasi Penelitian.** Sungai Palu terbentuk oleh pertemuan Sungai Miu dan Sungai Gumbasa. Sungai Palu secara administratif terletak di Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah dengan luas daerah aliran sungai (DAS) 3.066 km<sup>2</sup> dan mempunyai panjang 90 km mengalir dari tenggara ke barat laut mengikuti alur lembah panjang Patahan Palu Koro. Sungai ini berhulu di Pegunungan Bulu Torompupu, Kecamatan Kulawi, Kabupaten Sigi dan bermuara di Teluk Palu, Kecamatan Palu Barat, Kota Palu. Penelitian ini dilakukan di Sungai Palu dikhususkan pada wilayah Kelurahan Baru, Kecamatan Palu Barat, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah (Gambar 1). Lokasi penelitian lebih di pusatkan pada Sungai Palu yang melewati wilayah Kelurahan Baru, Kecamatan Palu Barat, Kota Palu. Guna lahan pada kawasan sekitar sungai dengan panjang ± 427,46 m ini merupakan kawasan permukiman.

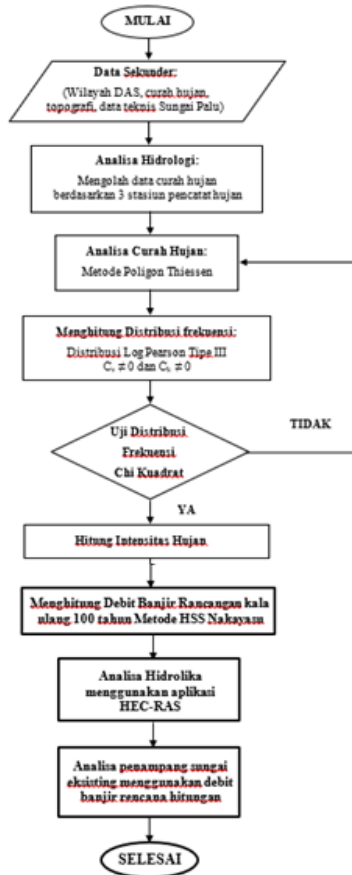


Gambar 1 Peta Lokasi Kelurahan Baru, Kecamatan Palu Barat, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah

Dalam pengumpulan data yang diperlukan, penulis mendapatkan data sekunder sebagai input dari kepustakaan serta instansi-instansi terkait seperti Balai Wilayah Sungai Sulawesi III, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

(BMKG), serta hasil survei lapangan atau observasi.

### Bagan Alir



### 3 PEMBAHASAN DAN DISKUSI

**Data.** Secara geografis Daerah Aliran Sungai (DAS) terletak pada koordinat 0055'-1030' Lintang Selatan dan 119045'-120015' Bujur Timur. Sedangkan secara administratif pemerintahan terletak di wilayah Kabupaten Sigi dan sebagian berada di wilayah Kota Palu serta Kabupaten Poso, Provinsi Sulawesi Tengah. Sungai Palu merupakan salah satu sungai yang mengalir dalam wilayah DAS Palu. Karakteristik Sungai Palu dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut:

**Tabel 1 Karakteristik Sungai Palu**

Luas DAS	: 3066 km <sup>2</sup>
Panjang Sungai utama	: 90 km
Kemiringan rata-rata	: 0,0016
Hulu Sungai Palu	: Desa Winatu, Kecamatan Kulawi, Kabupaten Sigi
Hilir Sungai Palu	: Teluk Palu

Batas *catchment area* DAS Palu dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Aliran Sungai Palu juga melewati wilayah Kelurahan Baru, Kecamatan Palu Barat yang merupakan bagian dari Kota Palu. Kelurahan

Baru merupakan dataran rendah dan dekat pesisir pantai dengan luas wilayah sebesar 52,78 Ha dan batas-batas wilayah sebagai berikut: Bagian Utara: Kelurahan Lere, Bagian Selatan: Kelurahan Kamonji, Kelurahan Siraindi, dan Kelurahan Ujuna, Bagian Barat :Kelurahan Lere, Kelurahan Kamonji, dan Kelurahan Donggala Kodi, Bagian Timur :Kelurahan Besusu Barat



**Gambar 2 Peta Catchment DAS Palu**

**Metode Distribusi Normal,** Distribusi normal merupakan sebaran normal atau kurva normal disebut pula sebaran Gauss *Probability Density Function* dari sebaran normal. Hasil perhitungan variabel dispersi distribusi normal dapat dilihat pada **Tabel 2**:

**Tabel 2 Hasil Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal**

NO.	TAHUN	CURAH HUJAN MAKS. (Xi) (mm)	(Xi - $\bar{X}$ )	(Xi - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	(Xi - $\bar{X}$ ) <sup>3</sup>	(Xi - $\bar{X}$ ) <sup>4</sup>
1	2014	10,09	0,95	0,896	0,8479	0,80253
2	2015	8,41	-0,73	0,536	-0,3923	0,28715
3	2016	5,17	-3,97	15,766	-62,6025	248,57384
4	2017	9,06	-0,08	0,007	-0,0006	0,00005
5	2018	9,37	0,22	0,049	0,0108	0,00240
6	2019	9,71	0,57	0,321	0,1818	0,10297
7	2020	12,35	3,21	10,288	33,0000	105,84844
8	2021	6,71	-2,44	5,942	-14,44849	35,30908
9	2022	11,23	2,08	4,347	9,0628	18,89512
10	2023	9,34	0,20	0,039	0,0078	0,00155
$\Sigma$		91,44	0,0000	38,1916	-34,3692	409,82312
$\bar{X}$		9,14				
S		2,0600				

**Metode Distribusi Log Normal.** Hasil transformasi dari distribusi normal ini disebut sebagai distribusi log normal. Jika variabel acak  $Y = \log X$  terdistribusikan secara normal, maka  $x$  dikatakan mengikuti distribusi log normal. Pada **Tabel 4** dapat

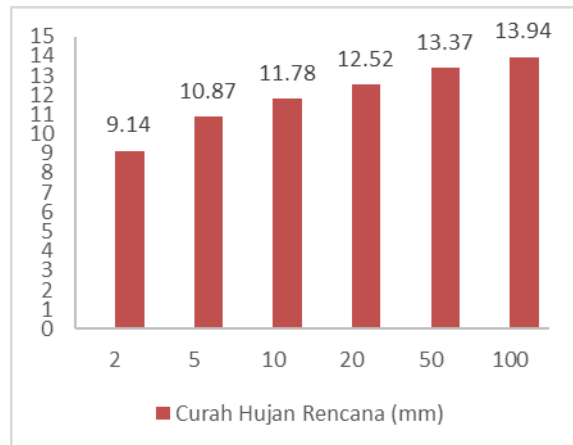
dilihat hasil perhitungan variabel dispersi distribusi log normal.

**Tabel 3 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi**

No.	Periode Ulang (T) (tahun)	$K_T$	$\bar{X}$	S	Curah Hujan ( $X_T$ ) (mm)
1	2	0	9,14	2,0600	9,14
2	5	0,84	9,14	2,0600	10,87
3	10	1,28	9,14	2,0600	11,78
4	20	1,64	9,14	2,0600	12,52
5	50	2,05	9,14	2,0600	13,37
6	100	2,33	9,14	2,0600	13,94

**Tabel 4 Hasil Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal**

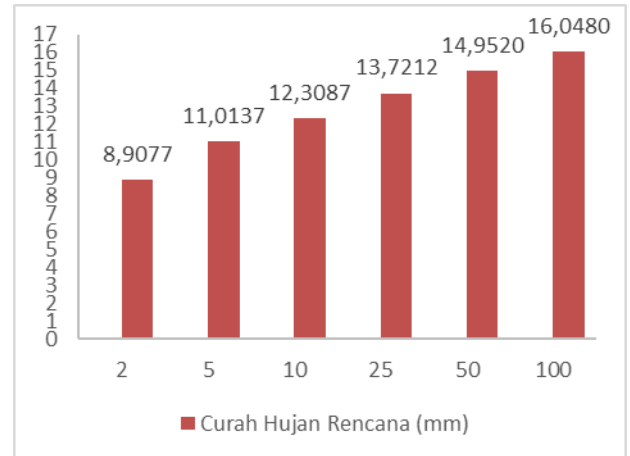
NO. TAHUN	CURAH HUJAN MAKS. ( $X_i$ ) (mm)	Log $X_i$	$(\log X_i - \log \bar{X})$	$(\log X_i - \log \bar{X})^2$	$(\log X_i - \log \bar{X})^3$	$(\log X_i - \log \bar{X})^4$
1 2014	10,09	1,0039	0,04	0,00163	0,00008	0,00000
2 2015	8,41	0,9249	-0,04	0,00163	-0,00005	0,00000
3 2016	5,17	0,7138	-0,25	0,0618	-0,01513	0,00374
4 2017	9,06	0,9571	0,00	0,00002	0,00000	0,00000
5 2018	9,37	0,9715	0,01	0,00011	0,00000	0,00000
6 2019	9,71	0,9873	0,03	0,00068	0,00002	0,00000
7 2020	12,35	1,0917	0,13	0,01705	0,00223	0,00029
8 2021	6,71	0,8265	-0,13	0,01705	-0,00244	0,00033
9 2022	11,23	1,0504	0,09	0,00796	0,00071	0,00006
10 2023	9,34	0,9705	0,01	0,00009	0,00000	0,00000
$\Sigma$	91,44	9,50	-0,1139	0,1084	-0,0146	0,00443
$\bar{X}$	9,14	0,95				
S	0,1097					



**Gambar 2 Grafik Distribusi Normal**

**Tabel 5 Analisis Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal**

No.	Periode Ulang (T) (tahun)	$K_T$	Log $\bar{X}$	S	Log $X_T$	Curah Hujan ( $X_T$ ) (mm)
1	2	0	0,95	0,1097	0,9498	8,9077
2	5	0,84	0,95	0,1097	1,0419	11,0137
3	10	1,28	0,95	0,1097	1,0902	12,3087
4	25	1,71	0,95	0,1097	1,1374	13,7212
5	50	2,05	0,95	0,1097	1,1747	14,9520
6	100	2,33	0,95	0,1097	1,2054	16,0480



**Gambar 3 Grafik Distribusi Log Normal**

### Metode Distribusi Log Pearson Tipe III.

Metode Log Pearson Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama analisis data malsimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Hasil perhitungan variabel dispersi distribusi Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6 Hasil Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Pearson III**

NO. TAHUN	CURAH HUJAN MAKS. ( $X_i$ ) (mm)	Log $X_i$	$(\log X_i - \log \bar{X})$	$(\log X_i - \log \bar{X})^2$	$(\log X_i - \log \bar{X})^3$	$(\log X_i - \log \bar{X})^4$
1 2014	10,09	1,0039	0,04	0,00163	0,00008	0,00000
2 2015	8,41	0,9249	-0,04	0,00163	-0,00005	0,00000
3 2016	5,17	0,7138	-0,25	0,0618	-0,01513	0,00374
4 2017	9,06	0,9571	0,00	0,00002	0,00000	0,00000
5 2018	9,37	0,9715	0,01	0,00011	0,00000	0,00000
6 2019	9,71	0,9873	0,03	0,00068	0,00002	0,00000
7 2020	12,35	1,0917	0,13	0,01705	0,00223	0,00029
8 2021	6,71	0,8265	-0,13	0,01705	-0,00244	0,00033
9 2022	11,23	1,0504	0,09	0,00796	0,00071	0,00006
10 2023	9,34	0,9705	0,01	0,00009	0,00000	0,00000
$\Sigma$	91,44	9,50	-0,1139	0,1084	-0,0146	0,00443
$\bar{X}$	9,14	0,95				
S	0,1097					

**Tabel 7 Nilai K Hasil Distribusi Log Pearson III**

No.	Periode Ulang (T) (tahun)	$C_s$	K
1	2	-1,5338	0,24440
2	5	-1,5338	0,82197
3	10	-1,5338	1,00955
4	20	-1,5338	1,09863
5	25	-1,5338	1,14316
6	50	-1,5338	1,20048
7	100	-1,5338	1,23709

Perhitungan logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus persamaan:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot S$$

Curah hujan untuk  $T = 2$  tahun

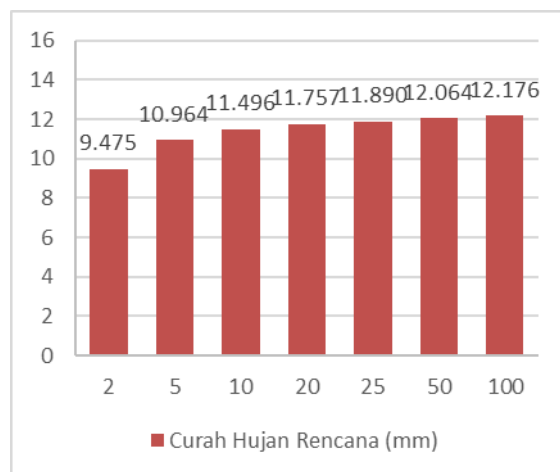
$$\text{Log } X_2 = 0,95 + 0,24440 \times 0,1097 = 0,9766 \text{ mm}$$

$$X_2 = 10^{0,9766} = 9,4751$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada **Tabel 8** di bawah ini:

**Tabel 8 Hasil Analisis Frekuensi Hujan Distribusi Log Pearson III**

No.	Periode Ulang (T) (tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
1	2	9,4751
2	5	10,9637
3	10	11,4958
4	20	11,7574
5	25	11,8904
6	50	12,0639
7	100	12,1760



**Gambar 4 Grafik Distribusi Log Pearson Tipe III**

**Metode Distribusi Gumbel.** Distribusi Gumbel dikenal sebagai distribusi nilai ekstrem umum Tipe-I dan digunakan untuk memodelkan distribusi nilai maksimum (atau minimum) dari beberapa sampel berbagai distribusi. Hasil perhitungan dispersi untuk metode distribusi Gumbel dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Perbandingan hasil pengukuran dispersi distribusi Normal dan Gumbel serta distribusi Log Normal dan Log Pearson Type III dapat dilihat pada **Tabel 11**.

Penentuan jenis sebaran yang sesuai dengan data dilakukan dengan

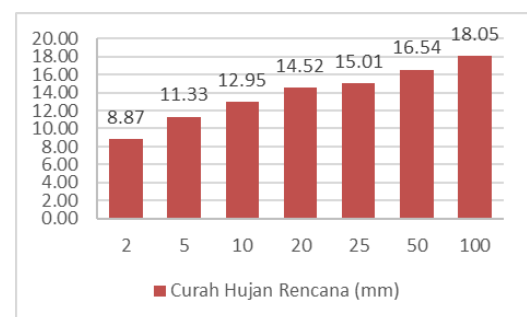
mencocokkan parameter statistik dan logaritma dengan syarat masing-masing sebaran. Adapun hasil uji distribusi dapat dilihat pada **Tabel 12**.

**Tabel 9 Hasil Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Gumbel**

NO. TAHUN	CURAH HUJAN MAKS. (Xi) (mm)	Log Xi	(Log Xi - Log $\bar{X}$ )	(Log Xi - Log $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	(Log Xi - Log $\bar{X}$ ) <sup>3</sup>	(Log Xi - Log $\bar{X}$ ) <sup>4</sup>
1	2014	10,09	1,0039	0,04	0,00183	0,00008
2	2015	8,41	0,9249	-0,04	0,00131	-0,00005
3	2016	5,17	0,7138	-0,25	0,00618	-0,00153
4	2017	9,06	0,9571	0,00	0,00002	0,00000
5	2018	9,37	0,9715	0,01	0,00011	0,00000
6	2019	9,71	0,9873	0,03	0,00068	0,00002
7	2020	12,35	1,0917	0,13	0,001705	0,00029
8	2021	6,71	0,8265	-0,15	0,001813	-0,00044
9	2022	11,23	1,0504	0,09	0,00796	0,00071
10	2023	9,34	0,9705	0,01	0,00009	0,00000
$\Sigma$	91,44	9,50	-0,1139	0,1084	-0,0146	0,00443
$\bar{X}$	9,14	0,95				
S	0,1087					

**Tabel 10 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel**

No.	Periode Ulang (T) (tahun)	$\bar{X}$	S	$Y_T$	$Y_1$	$S_1$	Curah Hujan Rencana
1	2	9,14	2,06	0,3668	0,4952	0,9496	8,87
2	5	9,14	2,06	1,5004	0,4952	0,9496	11,33
3	10	9,14	2,06	2,251	0,4952	0,9496	12,95
4	20	9,14	2,06	2,9709	0,4952	0,9496	14,52
5	25	9,14	2,06	3,1993	0,4952	0,9496	15,01
6	50	9,14	2,06	3,9028	0,4952	0,9496	16,54
7	100	9,14	2,06	4,6012	0,4952	0,9496	18,05



**Gambar 5 Grafik Distribusi Gumbel**

**Tabel 11 Perbandingan Hasil Dispersi**

No.	Dispersi	Hasil Dispersi			
		Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
1	S	2,05998	0,10972	0,10972	2,05998
2	Cv	0,22527	0,11553	0,11553	0,22527
3	Cs	-0,54607	-1,53376	-1,53376	-0,54607
4	Ck	4,51560	6,06627	6,06627	4,51560

Dilihat pada **Tabel 12** bahwa metode Log Pearson Type III adalah metode yang paling mendekati parameter yang disyaratkan. Selanjutnya metode Log Pearson Type III akan diuji dengan menggunakan uji

kecocokan distribusi untuk mengetahui apakah memenuhi syarat perencanaan.

**Tabel 12 Hasil Uji Distribusi**

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_v = 0$	-0,55	Tidak Memenuhi
	$C_s = 3$	4,52	
Log Normal	$C_v = 3C_v + C_v^3 = 0,087$	-1,5338	Tidak Memenuhi
	$C_s = C_v^3 + 6C_v^2 + 15C_v + 16C_v^3 + 3 = 3,01$	6,0663	
Log Pearson III	$C_v \neq 0$	-1,5338	Memenuhi
	$C_s \neq 0$	6,0663	
Gumbel	$C_v = 1,14$	-0,546	Tidak Memenuhi
	$C_s = 5,4$	4,516	

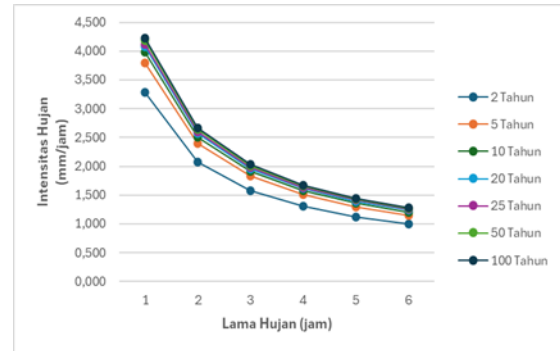
**Distribusi Hujan Jam-jaman.** Menghitung distribusi hujan diperlukan suatu pendekatan yang mungkin terjadi pada selang waktu tertentu. Waktu konsentrasi hujan (t) di Indonesia rata-rata 6 jam. Maka pada penelitian ini distribusi hujan ditentukan dengan durasi 6 jam. Hasil perhitungan hujan jam-jaman dengan menggunakan metode Modified Mononobe dengan durasi hujan 6 jam dan hujan rancangan kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun untuk lebih lengkap dapat dilihat pada **Tabel 13**.

**Tabel 13 Perhitungan Intensitas Hujan Jam-jaman Berbagai Periode Ulang**

Lama Hujan (t) (jam)	HUJAN JAM-JAMAN (mm)						
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	3,285	3,801	3,985	4,076	4,122	4,182	4,221
2	2,069	2,394	2,511	2,568	2,597	2,635	2,659
3	1,579	1,827	1,916	1,960	1,982	2,011	2,029
4	1,304	1,508	1,582	1,618	1,636	1,660	1,675
5	1,123	1,300	1,363	1,394	1,410	1,430	1,444
6	0,995	1,151	1,207	1,234	1,248	1,267	1,278

Hasil analisis berupa intensitas hujan dengan durasi dan periode ulang tertentu dihubungkan kedalam sebuah kurva Intensity Duration Frequency (IDF). Kurva IDF menggambarkan hubungan antar dua parameter penting hujan yakni durasi dan intensitas hujan.

**Gambar 6** terlihat bahwa intensitas hujan yang tertinggi berlangsung dengan durasi pendek. Hal ini menunjukkan bahwa hujan deras pada umumnya berlangsung dalam jangka waktu singkat, namun hujan tidak deras berlangsung dalam waktu lama.



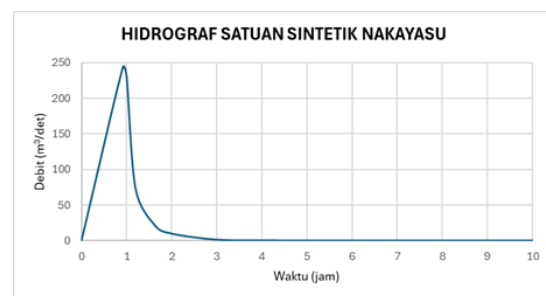
**Gambar 6 Grafik Intensitas Hujan**

Perhitungan selanjutnya untuk setiap periode ulang dapat dilihat pada **Tabel 14**.

**Tabel 14 Hasil Perhitungan Distribusi Hujan Jam-jaman Masing-masing Periode Ulang**

Periode Ulang (tahun)	Waktu ke- (jam)						
	1	2	3	4	5	6	
2	I (mm/jam) 3,285	2,069	1,579	1,304	1,123	0,995	
	Rt (mm) 3,285	0,854	0,599	0,477	0,403	0,352	
5	I (mm/jam) 3,801	2,394	1,827	1,508	1,300	1,151	
	Rt (mm) 3,801	0,988	0,693	0,552	0,466	0,407	
10	I (mm/jam) 3,985	2,511	1,916	1,582	1,363	1,207	
	Rt (mm) 3,985	1,036	0,727	0,578	0,489	0,427	
20	I (mm/jam) 4,076	2,568	1,960	1,618	1,394	1,234	
	Rt (mm) 4,076	1,059	0,743	0,592	0,500	0,437	
25	I (mm/jam) 4,122	2,597	1,982	1,636	1,410	1,248	
	Rt (mm) 4,122	1,071	0,752	0,598	0,505	0,442	
50	I (mm/jam) 4,182	2,635	2,011	1,660	1,430	1,267	
	Rt (mm) 4,182	1,087	0,763	0,607	0,513	0,448	
100	I (mm/jam) 4,221	2,659	2,029	1,675	1,444	1,278	
	Rt (mm) 4,221	1,097	0,770	0,613	0,517	0,452	

**Debit Banjir Rencana.** Perhitungan debit banjir rencana yang dilakukan dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut.



**Gambar 7 Grafik Metode HSS Nakayasu**

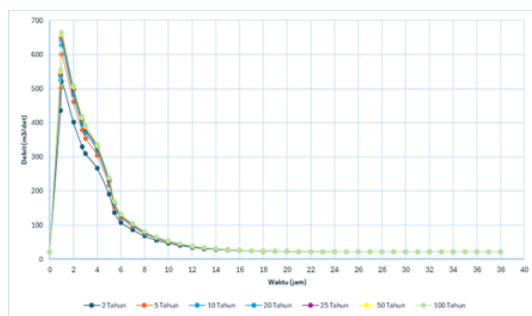
Berdasarkan Gambar di atas dan hasil perhitungan diperoleh titik puncak terjadi pada saat 0,916 jam dengan debit (Q) = 243 m³/det.

Berdasarkan uraian perhitungan di atas maka dapat dilakukan analisa dan perhitungan banjir rencana Sungai Palu

pada setiap periode ulang. Rekapitulasi hasil perhitungan debit banjir puncak pada Sungai Palu untuk periode 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahun dapat dilihat pada **Tabel 15**.

**Tabel 15 Rekapitulasi Debit Banjir Puncak Sungai Palu**

Periode Ulang Debit Banjir Puncak		
No.	(tahun)	(m <sup>3</sup> /s)
1	2	521,788
2	5	600,414
3	10	628,520
4	20	642,339
5	25	649,366
6	50	658,527
7	100	664,448



**Gambar 8 Grafik Debit Banjir Rencana Metode**

Berdasarkan hasil analisis perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan metode HSS Nakayasu diperoleh debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun  $Q = 521,788 \text{ m}^3/\text{det}$ , 5 tahun  $Q = 600,414 \text{ m}^3/\text{det}$ , 10 tahun  $Q = 628,520 \text{ m}^3/\text{det}$ , 20 tahun  $Q = 642,339 \text{ m}^3/\text{det}$ , 25 tahun  $Q = 649,366 \text{ m}^3/\text{det}$ , 50 tahun  $Q = 658,527 \text{ m}^3/\text{det}$ , dan 100 tahun  $Q = 664,448 \text{ m}^3/\text{det}$ . Menentukan Studi Normalisasi Sungai Pada Sungai Palu, maka debit banjir rencana yang digunakan adalah debit banjir rencana periode ulang 100 tahun dengan debit banjir rencana sebesar  $Q = 664,448 \text{ m}^3/\text{det}$ .

#### 4 KESIMPULAN

Dari uraian pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun (2014-2023) maka didapat Intensitas curah hujan dengan durasi 1 jam pada kala ulang 100 tahun sebesar

4,211 mm/jam.

2. Debit banjir rencana Sungai Palu dengan kala ulang 100 tahun sebesar 664,448 m<sup>3</sup>/det.
3. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan program komputer HEC-RAS dengan debit banjir rencana kala ulang 100 tahun, kondisi eksisting Sungai Palu mampu menampung debit rencana apabila dilakukan pengerukan sedalam 5 m.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Melakukan pemeliharaan secara berkala terhadap saluran Sungai Palu untuk menghindari terjadinya banjir.
2. Perlu adanya penambahan data pada stasiun curah hujan, peta serta data tata guna lahan yang lebih informatif, sehingga hasil mendekati kondisi lapangan.

Penelitian ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh sebab itu kritik dan saran sangat diharapkan dari berbagai pihak. Dengan adanya kritik dan saran tersebut, diharapkan dapat menjadi penyempurnaan Penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standar Nasional. 1991. SNI 03-2415-1991 Metode Perhitungan Debit Banjir. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [2] Chow, Ven Te. (1992), *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.
- [3] Febryana, A. A., Suprijanto, H., dan Sisinggih, D. Studi Perencanaan Normalisasi Sungai Sebagai Upaya Mereduksi Banjir Sungai Tabanio di Kabupaten Tanah Laut. (Online). *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*. vol.4. no. 1. p.2024. (<https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2024.004.01.088>. Diakses 20 Oktober 2024).
- [4] Galuh, P. P. 2015. Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Normalisasi Sungai Sunter Di Wilayah Cipinang Melayu, Jakarta. Tugas Akhir. Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
- [5] Gumbel, E. J. 1941. Probability-Interpretation of The Observed Return-Periods of Floods. *Eos, Transactions American Geophysical Union Journal*. Vol.22 No.3:836-850. Wilmington, North Carolina.
- [6] Kementerian Pekerjaan Umum. 2011. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai*, Jakarta: PU.

- [7] Kodoatie, Robert J. 2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- [8] Loebis, Joesron. dkk. 1993. *Hidrologi Sungai*. Jakarta: PU
- [9] Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. 2010. *Laporan Strategi Penanganan Banjir & Penurunan Muka Tanah di Jakarta*. Jakarta
- [10] Pitanggi, G. T., Lestari, I. T., Darsono, S., dan Salamun, S. *Normalisasi Sungai Dolok Semarang-Demak, Jawa Tengah*. (Online). Jurnal Karya Teknik Sipil. vol. 6, no. 4, pp. 367-376. (<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/18728>. Diakses 20 Oktober 2024).
- [11] Shahin, M. M. A. 1976. *Statistical Analysis in Hydrology*. Delft: Intern. Courses in Hydraulic and Sanitary Engineering.
- [12] Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- [13] Soetopo, Widandi. 1998. *Rekayasa Statistika Untuk Teknik Pengairan*. Malang: UB Press.
- [14] Sosrodarsono, Suyono & Tominaga, Masateru. 1994. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [15] Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [16] Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- [17] Wigati, Restu. (2014), *Step By Step Pemodelan Hidraulik Dengan HEC-RAS Pada Saluran Sederhana*. Cilegon: Bahan Ajar.

