

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data Primer

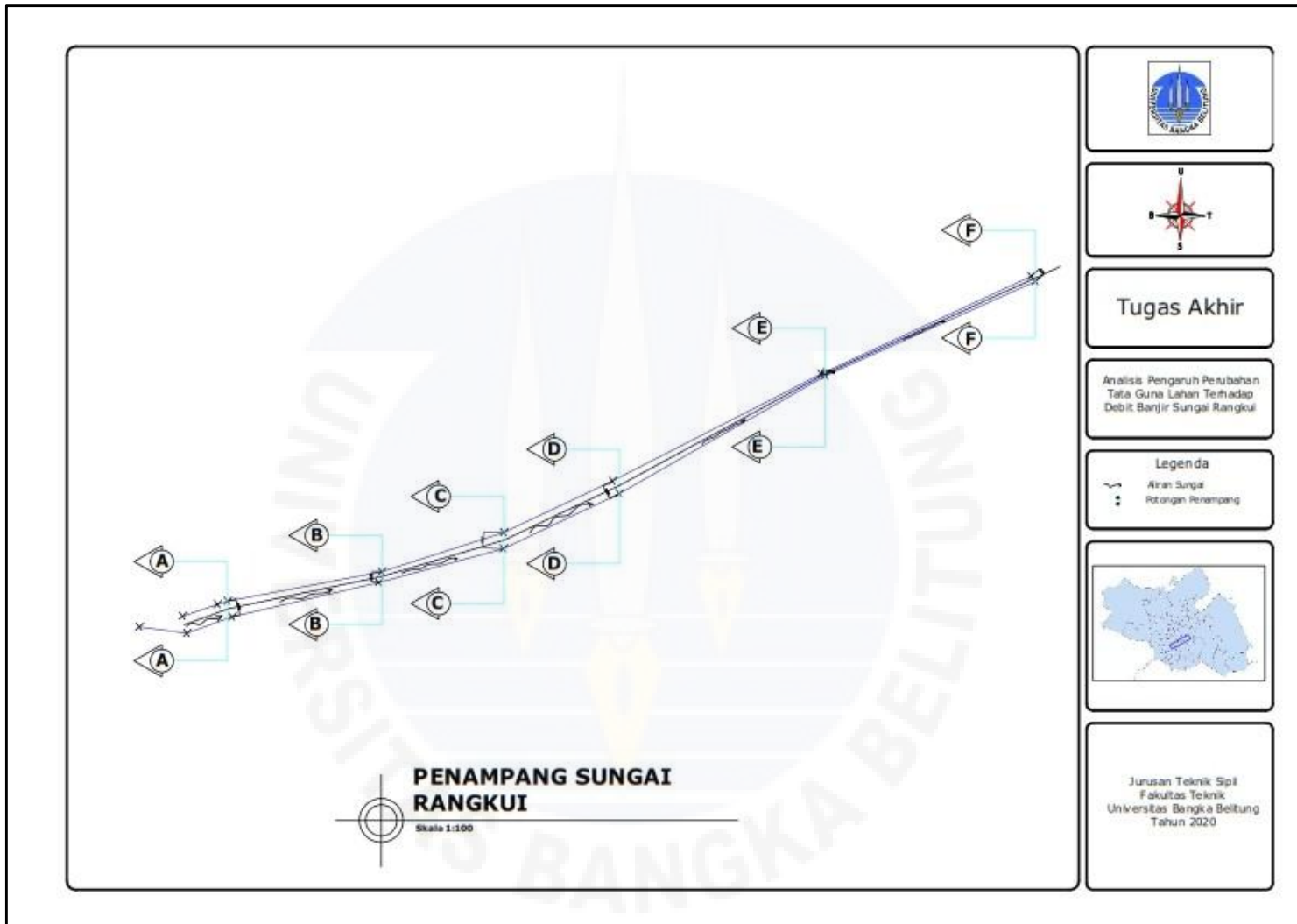
Data primer terdiri atas data karakteristik sungai yang terdiri atas dimensi penampang sungai, debit aliran dan kemiringan sungai.

a) Dimensi Penampang Sungai

Lokasi penelitian ini berada di kawasan Pintu Air Kulong Kacang Pedang yang merupakan hulu sungai Rangkui dan berakhir di kawasan Jalan Pasar Trem yang merupakan hilir sungai Rangkui. Berdasarkan penampang Sungai Rangkui pada Gambar 4.1 jarak pengukuran tidak seragam dan dilakukan di 6 titik yaitu :

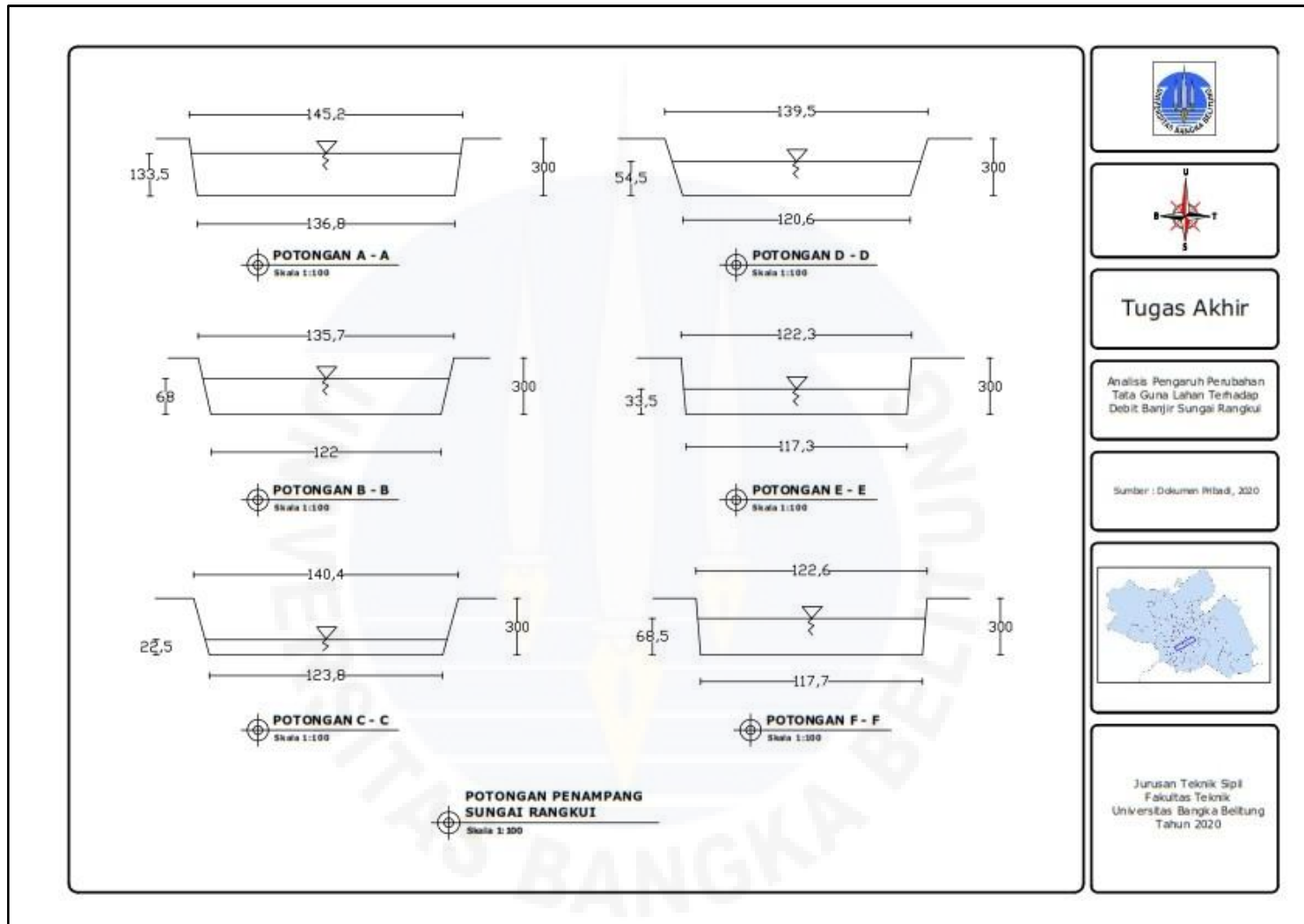
- a. Pintu Air Kulong Kacang Pedang (A - A), titik koordinat ($X=0622947$; $Y=9764427$), jarak 17,6 meter,
- b. Jalan Ahmad Yani (B - B), titik koordinat ($X=0623193$; $Y=9764474$), jarak 25 meter,
- c. Jalan Masjid Jamik (C - C), titik koordinat ($X=0623388$; $Y=9764537$), jarak 20,5 meter,
- d. Jalan Kenanga (D - D), titik koordinat ($X=0623561$; $Y=9764619$), jarak 19,1 meter,
- e. Jalan Jendral Sudirman (E - E) ($X=0623894$; $Y=9764790$), jarak 37,4 meter,
- f. Jalan RE Martadinata (F - F) ($X=0624229$; $Y=9764946$), jarak 37 meter.

Pada Gambar penampang Sungai Rangkui yang didapatkan dari hasil survey lapangan ditinjau sebanyak 12 titik yaitu 6 titik disisi sebelah kiri dan 6 titik disisi sebelah kanan. Survey lapangan dilakukan dengan menggunakan alat *GPS Garmin*, meteran 50 meter, alat pancing untuk mengukur kedalaman air, kamera *Handphone* untuk dokumentasi, dan alat tulis. Selanjutnya data hasil survey diolah dan diplot menggunakan program AutoCAD. Data hasil olahan program AutoCAD selanjutnya didapatlah ukuran dimensi penampang Sungai Rangkui yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Sumber : Data Diolah, 2020

Gambar 4.1 Penampang Sungai Rangkui



Sumber : Data Diolah, 2020

Gambar 4.2 Dimensi Potongan Penampang Sungai Rangkui

Dari hasil olahan dengan menggunakan program AutoCAD, didapatkan data berupa angka yang diolah kembali menggunakan program Microsoft Excel 2007. Data dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Dimensi Penampang Sungai Rangkui

No.	Pot	Lebar (m)		Tinggi Saluran (m)	Kemiringan Saluran Sungai	Panjang Penampang (m)
		Atas (B)	Bawah (b)			
1	A - A	14,52	13,68	3	0,0035	154,55
2	B - B	13,57	12,20	3	0,0038	240
3	C - C	14,04	12,38	3	0,0027	206,20
4	D - D	13,95	12,06	3	0,0025	204,86
5	E - E	12,23	11,73	3	0,0043	378,93
6	F - F	12,26	11,77	3	0,0041	367,46
Rata-rata		13,428	12,303		Total	1552

Sumber : Data diolah, 2020

Tabel 4.2 Tinggi Muka Air Sungai Rangkui

No.	Potongan	Tinggi Muka Air (m)		Tinggi Muka Air Rata-rata (m)
		Kiri	Kanan	
1	A - A	0,720	1,95	1,335
2	B - B	0,300	1,06	0,680
3	C - C	0,250	0,20	0,225
4	D - D	0,300	0,79	0,545
5	E - E	0,350	0,32	0,335
6	F - F	0,930	0,44	0,685

Sumber : Data Diolah, 2020

Pada Tabel 4.1 terdapat data dimensi penampang Sungai Rangkui yang terdiri dari data dimensi lebar penampang, tinggi penampang, kemiringan sungai, luas. Sedangkan pada Tabel 4.2 terdapat data tinggi muka air. Data-data tersebut digunakan untuk menghitung luas saluran Sungai Rangkui yang terdiri dari 6 titik tinjauan.

Perhitungan :

$$A = \frac{1}{2} \times (B + b) \times \text{?}$$

Keterangan :

B = Lebar penampang atas saluran (m) (Tabel 4.1)

b = Lebar dasar saluran (m) (Tabel 4.1)

h = Tinggi muka air (m) (Tabel 4.1)

a) Potongan A-A

$$A = \frac{1}{2} \times 14,52 + 13,68 \times 1,335 = 18,824 \text{ m}^2$$

b) Potongan B-B

$$A = \frac{1}{2} \times 13,57 + 12,20 \times 0,680 = 8,762 \text{ m}^2$$

c) Potongan C-C

$$A = \frac{1}{2} \times 14,04 + 12,38 \times 0,225 = 8,762 \text{ m}^2$$

d) Potongan D-D

$$A = \frac{1}{2} \times 13,95 + 12,06 \times 0,545 = 7,088 \text{ m}^2$$

e) Potongan E-E

$$A = \frac{1}{2} \times 12,23 + 11,73 \times 0,335 = 4,013 \text{ m}^2$$

f) Potongan F-F

$$A = \frac{1}{2} \times 12,26 + 11,77 \times 0,685 = 8,230 \text{ m}^2$$

Tabel 4.3 Luas Penampang Sungai Rangku

Potongan	A (m ²)
A-A	18,824
B-B	8,762
C-C	2,972
D-D	7,088
E-E	4,013
F-F	8,230

Sumber : Data Diolah, 2020

Jadi, berdasarkan perhitungan luas dari ke 6 titik potongan penampang Sungai Rangku didapatkan hasil luas penampang seperti pada Tabel 4.3, yang selanjutnya data luas penampang sungai akan di perlukan untuk perhitungan analisis debit sungai.

4.1.1 Analisis Debit Sungai

Pada perhitungan debit sungai menggunakan Persamaan (2.27) sampai Persamaan (2.30). Data yang digunakan menggunakan data pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.3.

Berdasarkan data DEMNAS diketahui elevasi sungai sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Elevasi hulu (m)} &= 33 \text{ m} \\ \text{Elevasi hilir (m)} &= 0,99 \text{ m} \\ \text{Panjang sungai (L)} &= 1566 \text{ m} \\ \text{Kemiringan sungai (S)} &= \frac{\text{Elv hulu} - \text{Elv hilir}}{0,9 \times L} = \frac{33 - 0,99}{0,9 \times 1566} = 0,0227 \\ \text{Koefisien Manning (n)} &= 0,024 \text{ (Tabel 2.6)} \\ \text{Perhitungan pada potongan A-A :} \\ P &= 13,68 + 2 \times 1,335(1 + 0,0035^2)^{1/2} = 16,350 \text{ m} \\ R &= 49,889 / 16,350 = 1,151 \text{ m} \\ V &= \frac{1}{0,024} \cdot 3,051^{2/3} \cdot 0,0017^{1/2} = 1,871 \text{ m/s} \\ Q &= 18,824 \times 1,871 = 35,220 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama setiap potongan penampang Sungai Rangkui, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Debit Sungai Rangkui

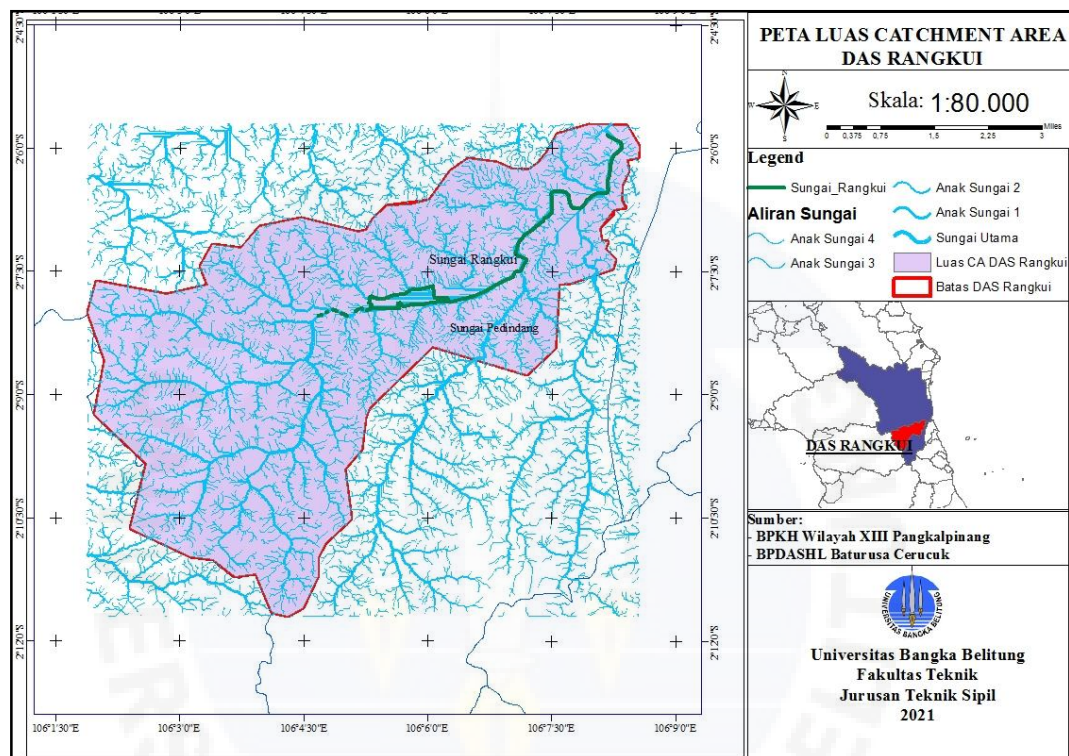
Potongan	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>Q</i> (m ³ /detik)
A-A	16,350	1,151	6,833	128,625
B-B	13,560	0,646	4,832	42,336
C-C	12,830	0,232	2,611	7,761
D-D	13,150	0,539	4,334	30,716
E-E	12,400	0,324	3,191	12,807
F-F	13,140	0,626	4,742	39,032
<i>Q</i> _{rata-rata}				43,546

Sumber : Data Diolah, 2020

Jadi berdasarkan Tabel 4.4, debit Sungai Rangkui rata-rata hasil survey lapangan yang kemudian diolah dalam bentuk analisis debit sungai didapatkan sebesar 43,546 m³/detik.

4.2 Analisis Data Sekunder

Berikut adalah Gambar luas *catchment area* DAS Rangkui yang didapatkan dari data DEMNAS (*Digital Elevation Model*) Nasional diakses menggunakan website <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web> dengan kode DEMNAS_1113-63_v1.0 dan disandingkan dengan data dari BPDASHL Baturusa Cerucuk.. Setelah itu data diolah menggunakan *software* AcGIS 10.4. dapat dilihat pada Gambar 4.3.



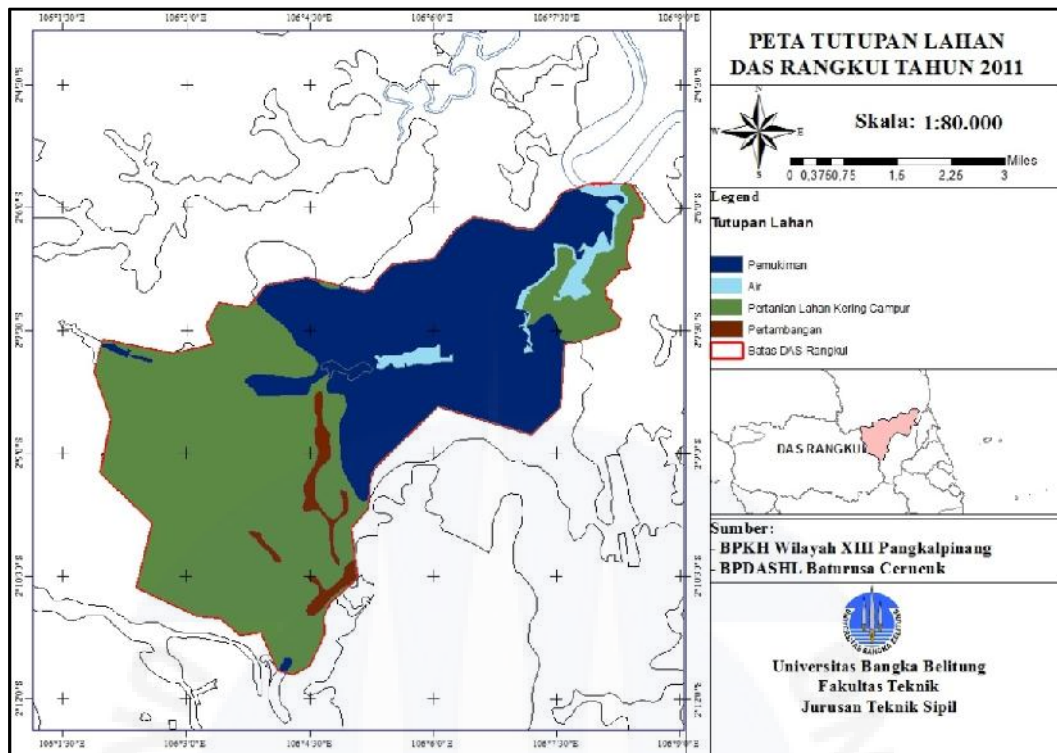
Sumber : Data Diolah, 2020

Gambar 4.3 Peta Luas *Catchment Area* Das Rangkui

4.2.1 Analisis Tutupan Lahan

Analisis tutupan lahan dikarenakan keterbatasan data untuk perbandingan, maka pada penelitian ini hanya menggunakan data tutupan lahan tahun 2011, 2015 dan 2020. Sedangkan untuk mendapatkan data tutupan lahan dalam penelitian ini menggunakan data sekunder dari BPKH Wilayah XIII Pangkalpinang. Data diolah menggunakan program ArcGIS 10.4. Data tutupan lahan ditinjau hanya untuk sekitaran Sungai Rangkui (*catchment area*). Sedangkan untuk koefisien tutupan lahan menggunakan acuan dari Tabel 2.2 yang bersumber dari Data DAS Kritis BMKG Pangkalpinang tahun 2010. Dapat dilihat

pada Tabel 4.5 untuk tutupan lahan tahun 2011, Tabel 4.6 untuk tutupan lahan tahun 2015 dan Tabel 4.7 untuk tutupan lahan tahun 2020.



Sumber : BPKH Wilayah XIII Pangkalpinang, 2020

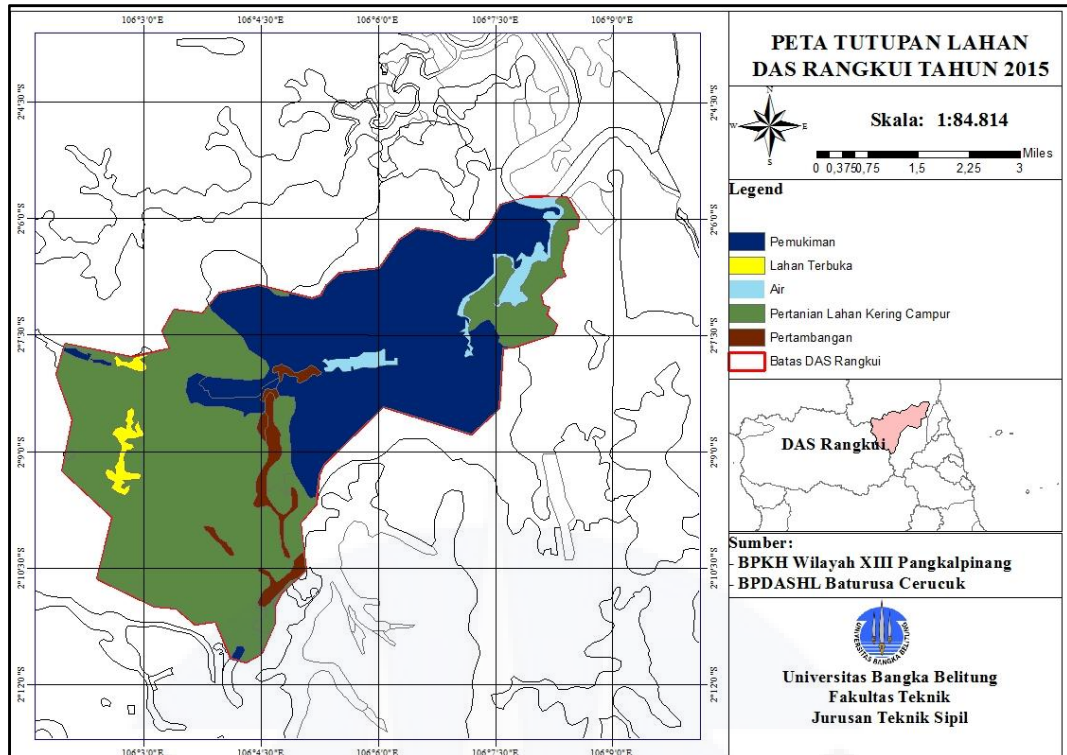
Gambar 4.4 Peta Tutupan DAS Rangkui Tahun 2011

Tabel 4.5 Data Tutupan Lahan DAS Rangkui Tahun 2011

No	Jenis Tata Guna Lahan	Luas	Koef	C x A
		(Ha)	C	
1	Pemukiman	2463,704	0,5	1231,852
2	Air	170,886	0,05	8,544
3	Pertambangan	152,014	0,6	91,209
4	Pertanian Lahan Kering Campur	3360,878	0,1	336,088
Totoal Luas DAS		6147,482		
$C_{komposit} = (C.A_{tahun\ pengamatan}) / A$				0,271

Sumber : Data Diolah, 2020

Pada tahun 2011 tutupan lahan DAS Rangkui mempunyai 4 karakteristik tutupan lahan yaitu pemukiman dengan luas 2463,704 ha dan nilai C 0,5 ; air dengan luas 170,886 ha dan nilai C 0,05 ; pertambangan dengan luas 152,014 ha dan nilai C 0,6 ; pertanian lahan kering campur dengan luas 3360,878 ha dan nilai C 0,1. Nilai $C_{komposit}$ pada tutupan lahan tahun 2011 adalah 0,271. Dapat dilihat pada Tabel 4.5



Sumber : BPKH Wilayah XIII Pangkalpinang, 2020

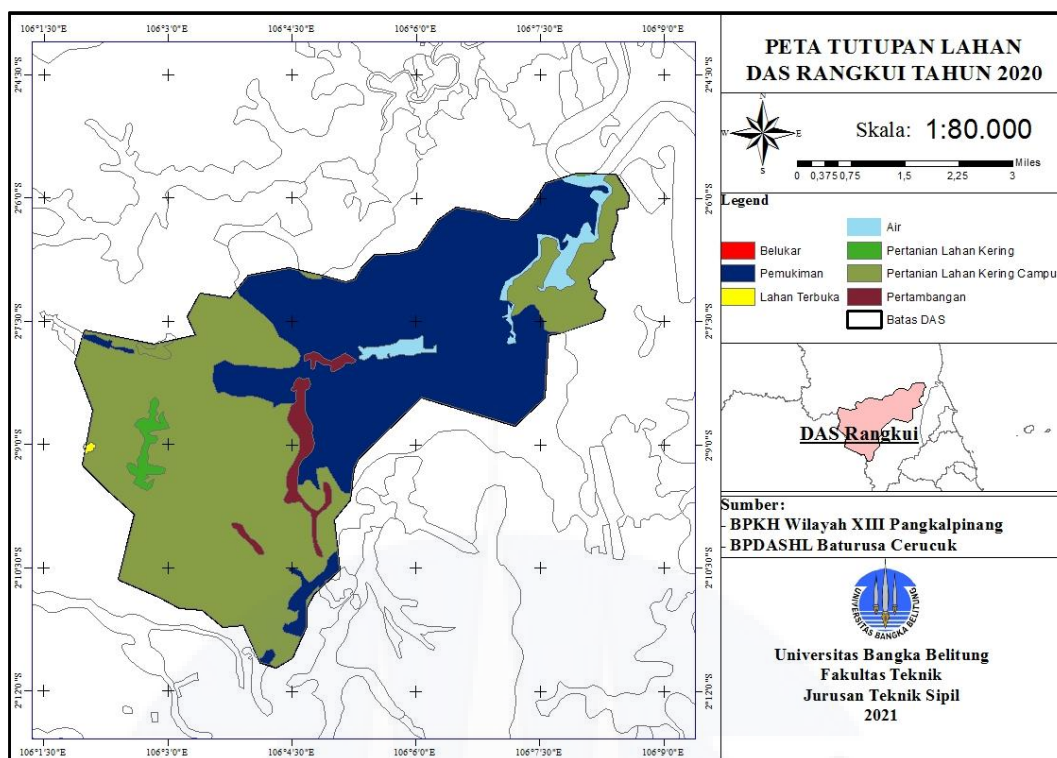
Gambar 4.5 Peta Tutupan Lahan DAS Rangkui 2015

Tabel 4.6 Data Tutupan Lahan DAS Rangkui Tahun 2015

No	Jenis Tata Guna Lahan	Luas (A)	Koef	C x A
		(Ha)	C	
1	Pemukiman	2518,465	0,5	1259,232
2	Air	170,886	0,05	8,544
3	Pertambangan	193,579	0,6	116,147
4	Pertanian Lahan Kering Campur	3180,116	0,1	318,012
5	Lahan Terbuka	84,436	0,7	59,106
Jumlah		1667,693		
$C_{komposit} = ((C.A_{tahun\ pengamatan}) / A$				0,286

Sumber : Data Diolah, 2020

Pada tahun 2015 tutupan lahan DAS Rangkui mempunyai 5 karakteristik tutupan lahan yaitu pemukiman dengan luas 2518,465 Ha dan nilai C 0,5 ; Air dengan luas 170,886 Ha dan nilai C 0,05 ; pertambangan dengan luas 193,579 Ha dan nilai C 0,6 ; pertanian lahan kering campur dengan luas 3180,116 Ha dan nilai C 0,1 ; lahan terbuka dengan luas 85,436 Ha dan nilai C 0,7. Nilai $C_{komposit}$ pada tutupan lahan tahun 2015 adalah 0,286. Dapat dilihat pada Tabel 4.6.



Sumber : BPKH Wilayah XIII Pangkalpinang, 2020

Gambar 4.6 Tutupan Lahan DAS Rangkui Tahun 2020

Tabel 4.7 Data Tutupan Lahan DAS Rangkui Tahun 2020

No	Jenis Tata Guna Lahan	Luas (A)	Koef	C x A
		(Ha)	C	
1	Pemukiman	2668,957	0,5	1334,478
2	Air	169,597	0,05	8,480
3	Pertambangan	148,332	0,6	88,999
4	Pertanian Lahan Kering Campur	3088,378	0,1	308,838
5	Lahan Terbuka	3,810	0,7	2,667
6	Pertanian Lahan Kering	68,021	0,5	34,011
7	Belukar	0,388	0,65	0,252
Jumlah		1667,693		
$C_{komposit} = ((C.A_{tahun\ pengamatan}) / A$				0,289

Sumber : Data Diolah, 2020

Pada tahun 2020 tutupan lahan DAS Rangkui mempunyai 7 karakteristik tutupan lahan yaitu pemukiman dengan luas 2668,957 Ha dan nilai C 0,5 ; Air dengan luas 169,597 Ha dan nilai C 0,05 ; pertambangan dengan luas 148,332 Ha dan nilai C 0,6 ; pertanian lahan kering campur dengan luas 3088,378 Ha dan nilai

C 0,1 ; lahan terbuka dengan luas 3,810 Ha dan nilai C 0,7 ; pertanian lahan kering dengan luas 68,021 Ha dan nilai C 0,5 ; belukar dengan luas 0,388 Ha dan nilai C 0,65. Nilai $C_{komposit}$ pada tutupan lahan tahun 2020 adalah 0,289. Dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Berdasarkan data tutupan lahan tahun 2011, 2015 dan 2020 diketahui nilai koefisien tutupan lahan $C_{komposit}$ sebesar 0,271 pada tahun 2011, 0,286 pada tahun 2015 dan 0,289 pada tahun 2020.

Tabel 4.8 Perubahan Tutupan Lahan DAS Rangkui Tahun 2011, 2015 dan 2020

No.	Jenis Tata Guna Lahan	Luas Tata Guna Lahan (Ha)			Perubahan Tata Guna Lahan Tahun 2011-2020	
		2011	2015	2020	%	Keterangan
1	Pemukiman	2463,704	2518,465	2668,957	8,331	Bertambah
2	Air	170,886	170,886	169,597	-0,755	Berkurang
3	Pertambangan	152,014	193,579	148,332	-2,423	Berkurang
4	Pertanian Lahan Kering Campur	3360,878	3180,116	3088,378	-8,108	Berkurang
5	Lahan Terbuka	0	84,436	3,810	-95,488	Berkurang
6	Pertanian Lahan Kering	0	0	68,021	100	Bertambah
7	Belukar	0	0	0,388	100	Bertambah
Luas <i>Catchment Area</i>		6147,482	6147,482	6147,482		

Sumber : Data Diolah, 2020

Pada Tabel 4.8 perubahan tutupan lahan yang paling banyak adalah jenis tutupan lahan pertanian lahan kering dan belukar yang meningkat sebesar 100 % selama kurun waktu tahun 2011 sampai 2020, sedangkan yang mengalami penurunan yang drastis adalah jenis tutupan lahan air sebesar -0,755 % selama kurun waktu 2011, 2015 dan 2020. Adapun pada tahun 2011 sampai 2015 tutupan lahan jenis lahan terbuka mengalami peningkatan sebanyak 100 % tetapi mengalami penurunan selama kurun waktu 2015 sampai 2020 sebesar -95,488 % dengan luas 3,810 ha. Untuk lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Persentase Perubahan Tata Guna Lahan DAS Rangkui Tahun 2011, 2015 dan 2020

Jenis Tata Guna Lahan	2011	2015	2020	Persentase Perubahan Tata Guna Lahan			C	C.A ₂₀₁₁	C.A ₂₀₁₅	C.A ₂₀₂₀
				2011-2015	2015-2020	2011-2020				
Pemukiman	2463,704	2518,465	2668,957	2,223	5,976	8,331	0,5	1231,852	1259,232	1334,478
Air	170,886	170,886	169,597	0	-0,755	-0,755	0,05	8,544	8,544	8,480
Pertambangan	152,014	193,579	148,332	27,343	-23,374	-2,423	0,6	91,209	116,147	88,999
Pertanian Lahan Kering Campur	3360,878	3180,116	3088,378	-5,378	-2,885	-8,108	0,1	336,088	318,012	308,838
Lahan Terbuka	0	84,436	3,810	100	-95,488	100	0,7	0	59,106	2,667
Pertanian Lahan Kering	0	0	68,021	0	100	100	0,5	0	0	34,011
Belukar	0	0	0,388	0	100	100	0,65	0	0	0,252
Total Luas CA DAS Rangkui	6147,482	6147,482	6147,482					1667,693	1761,041	1777,725
				$C_{komposit} = ((C.A_{tahun\ pengamatan}) / A$				0,271	0,286	0,289

Sumber : Data Diolah, 2020

4.2.2 Analisis Data Curah Hujan

Analisis curah hujan dilakukan dengan analisis frekuensi dan distribusi probabilitas. Proses dalam analisis frekuensi suatu kejadian (hujan atau debit) diperlukan seri data (hujan atau debit) selama beberapa tahun. Dalam analisis tugas akhir ini menggunakan data hujan harian selama kurun waktu 10 tahun.

4.2.2.1 Curah Hujan Harian Maksimum

Data curah hujan harian maksimum diperoleh dari pengolahan data yang tersedia di BMKG Kota Pangkalpinang dari tahun 2010 sampai tahun 2019. Data curah hujan harian maksimum Kota Pangkalpinang dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

No.	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1.	2010	124,7
2.	2011	87
3.	2012	108,4
4.	2013	141,4
5.	2014	94,6
6.	2015	100
7.	2016	183,9
8.	2017	73,6
9.	2018	84,4
10.	2019	128,4

Sumber : BMKG Kota Pangkalpinang, 2020

4.2.2.2 Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Analisis frekuensi ini bertujuan untuk memperoleh besarnya probabilitas besarnya hujan yang akan datang yang berdasarkan pada sifat statistik yang telah lalu pada kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun. Analisis frekuensi yang dilakukan menggunakan Distribusi Probabilitas Gumbel, Distribusi Probabilitas Normal, Distribusi Log Normal dan Distribusi Probabilitas Log Pearson III.

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi untuk mendapatkan hasil perhitungan yang lebih akurat bisa menggunakan uji Chi Kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov.

a. Distribusi Probabilitas Gumbel

Tabel 4.11 Hasil Analisis Parameter Statistik Distribusi Gumbel

No.	Tahun	(Xi) (mm)	(Xi- \bar{X})	(Xi- \bar{X}) ²
1	2010	124,7	12,060	145,444
2	2011	87	-25,640	657,410
3	2012	108,4	-4,240	17,978
4	2013	141,4	28,760	827,138
5	2014	94,6	-18,040	325,442
6	2015	100	-12,640	159,770
7	2016	183,9	71,260	5077,988
8	2017	73,6	-39,040	1524,122
9	2018	84,4	-28,240	797,498
10	2019	128,4	15,760	248,378
Jumlah		1126,4	0	9781,164
Jumlah Data (n)		10		
Rata-rata data (\bar{X})		112,640		
Standar deviasi (S)		32,967		
Koefisien Variasi (Cv)		0,293		
Koefisien Skewness (Cs)		1,103		
Koefisien kurtosis (Ck)		5,052		

Sumber : Data Diolah, 2020

Nilai rata-rata atau *mean* dihitung menggunakan Persamaan 2.1.

$$\bar{X} = \frac{1126,40}{10} = 112,640 \text{ mm}$$

$$S = \frac{\sqrt{9781,164}}{10-1} = 32,967$$

Nilai Y_T dihitung menggunakan Persamaan 2.8.

$$Y_T = -Ln - Ln \frac{2-1}{2} = 0,3665$$

Nilai K dihitung menggunakan Persamaan 2.7.

$$K = \frac{0,3665-0,4952}{0,9597} = -0,136$$

Nilai X_T dihitung menggunakan Persamaan 2.6.

$$X_{T2} = 112,640 + 32,967 \times (-0,136) = 108,173 \text{ mm}$$

Tabel 4.12 Nilai Hujan Rencana (X_T) Distribusi Gumbel

(T)	(Yt)	(Yn)	(Sn)	(K)	(X_T)
2	0,3665	0,4952	0,9497	-0,136	108,173
5	1,4999	0,4952	0,9497	1,058	147,516
10	2,2504	0,4952	0,9497	1,848	173,568
25	3,1985	0,4952	0,9497	2,847	206,480

Sumber : Data Diolah, 2020

Nilai rata-rata (*average*) dihitung menggunakan Persamaan (2.1) sehingga diperoleh nilai sebesar 112,640 sedangkan nilai simpangan baku (*standar deviasi*) yaitu 32,967 berdasarkan Persamaan (2.2). Setelah nilai rata-rata dan simpangan baku diketahui, maka dapat dilanjutkan dengan perhitungan koefisien variasi (Cv) dengan Persamaan (2.5). Nilai koefisien skewness (Cs) didapatkan dengan menggunakan Persamaan (2.3). Selanjutnya nilai koefisien kurtosis (Ck) didapatkan dengan Persamaan (2.4). Hasil perhitungan Distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Nilai *Reduce Variate* (Yt) dilihat pada Persamaan (2.8) berdasarkan kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun. Sedangkan nilai *Reduced Mean* (Yn) dan nilai *Reduced Standart Deviation* (Sn) dilihat pada lampiran 1 berdasarkan jumlah data hujan yang digunakan yaitu 10 data. Selanjutnya nilai faktor frekuensi Gumbel (K) didapat dari Persamaan (2.7). Nilai hujan rencana (X_T) didapatkan dari Persamaan (2.6). Hasil perhitungan hujan rencana Distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Berdasarkan perhitungan menggunakan Distribusi Probabilitas Gumbel didapatkan curah hujan dengan kala ulang 2 tahun sebesar 108,173 mm, kala ulang 5 tahun sebesar 147,517 mm, kala ulang 10 tahun sebesar 173,566 mm dan kala ulang 25 tahun sebesar 206,480 mm.

b. Distribusi Probabilitas Normal

Tabel 4.13 Hasil Analisis Parameter Statistik Distribusi Normal

No	Tahun	X_i (mm)	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	2010	124,7	12,06	145,4436
2	2011	87	-25,64	657,4096
3	2012	108,4	-4,24	17,9776
4	2013	141,4	28,76	827,1376
5	2014	94,6	-18,04	325,4416
6	2015	100	-12,64	159,7696
7	2016	183,9	71,26	5077,9876
8	2017	73,6	-39,04	1524,1216
9	2018	84,4	-28,24	797,4976
10	2019	128,4	15,76	248,3776
Jumlah		1126,4	0	9781,164

Sumber : Data Diolah, 2020

Adapun perhitungan distribusi probabilitas Normal menggunakan Persamaan 2.9.

Perhitungan :

$$n = 10$$

$$T = 2, 5, 10 \text{ dan } 25 \text{ tahun}$$

$$K_{T2} = 0 \text{ (Lampiran 3)}$$

Nilai X_T dihitung menggunakan Persamaan 2.6.

$$X_{T2} = 112,640 + 0 \times 32,967 = 112,640 \text{ mm}$$

Tabel 4.14 Nilai Hujan Rencana (X_T) Distribusi Normal

(T)	(S)	(K_T)	(X_T)
2	32,967	0	112,640
5	32,967	0,840	140,332
10	32,967	1,280	154,837
25	32,967	1,708	168,947

Sumber : Data Diolah, 2020

Nilai rata-rata (*average*) dihitung menggunakan Persamaan (2.1) sehingga diperoleh nilai sebesar 112,640 sedangkan nilai simpangan baku (*standar deviasi*) yaitu 32,967 berdasarkan Persamaan (2.2). Hasil perhitungan Distribusi Normal dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Selanjutnya nilai faktor frekuensi Normal (K_T) didapat dari faktor frekuensi variabel reduksi Gauss pada Lampiran 1. Nilai hujan rencana (X_T) didapatkan dari Persamaan (2.9). Hasil perhitungan hujan rencana Distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Berdasarkan perhitungan menggunakan Distribusi Probabilitas Normal didapatkan curah hujan dengan kala ulang 2 tahun sebesar 112,640 mm, kala ulang 5 tahun sebesar 140,332 mm, kala ulang 10 tahun sebesar 154,837 mm dan kala ulang 25 tahun sebesar 168,947 mm.

c. Distribusi Probabilitas Log Normal

Tabel 4.15 Hasil Analisis Parameter Statistik Distribusi Log Normal

No	Tahun	X_i (mm)	$\text{Log } X_i$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}_i)$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}_i)^2$
1	2010	124,7	2,096	0,060	0,004
2	2011	87	1,940	-0,097	0,009
3	2012	108,4	2,035	-0,001	0,000
4	2013	141,4	2,150	0,114	0,013
5	2014	94,6	1,976	-0,060	0,004
6	2015	100	2,000	-0,036	0,001
7	2016	183,9	2,265	0,228	0,052
8	2017	73,6	1,867	-0,169	0,029
9	2018	84,4	1,926	-0,110	0,012
10	2019	128,4	2,109	0,072	0,005
Jumlah		1126,4	20,363	0,000	0,129
Log \bar{X}_i		2,0363			
Jumlah data (n)		10			
Standar deviasi ($S_{\text{Log } X}$)		0,120			

Sumber : Data Diolah, 2020

Perhitungan :

$$n = 10$$

$$T = 2, 5, 10 \text{ dan } 25 \text{ tahun}$$

Nilai rata-rata atau *mean* dihitung menggunakan Persamaan 2.11.

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{20,363}{10} = 2,036 \text{ mm}$$

$$K_{T2} = 0 \text{ (Lampiran 1)}$$

Nilai $S \text{ Log } X$ dihitung menggunakan Persamaan 2.12.

$$S \text{ Log } X = \frac{\overline{0,129}}{10-1} = 0,120$$

Nilai $\text{Log } X_T$ dihitung menggunakan Persamaan 2.10.

$$\text{Log } X_{T2} = 2,036 + (0 \times 0,120) = 2,036$$

$$X_{T2} = 10^{2,036} = 108,721 \text{ mm}$$

Tabel 4.16 Nilai Hujan Rencana (X_T) Distribusi Log Normal

Kala Ulang	Standar Deviasi	Faktor Frekuensi	$\text{Log } X_T$	Huja Rencana
(T)	($S \text{ Log } Xi$)	(K_T)		(X_T)
2	0,120	0	2,036	108,721
5	0,120	0,840	2,137	137,055
10	0,120	1,280	2,190	154,733
25	0,120	1,708	2,241	174,113

Sumber : Data Diolah, 2020

Nilai rata-rata (*average*) ($\text{Log } Xi$) dihitung menggunakan Persamaan (2.11) sehingga diperoleh nilai sebesar 2,0363 sedangkan nilai simpangan baku (*standar deviasi*) ($S \text{ Log } X$) yaitu 0,119 berdasarkan Persamaan (2.12). Sedangkan nilai faktor frekuensi (K_T) dilihat pada lampiran 1 berdasarkan kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun. Setelah nilai rata-rata, faktor frekuensi Log Normal dan simpangan baku diketahui, maka dapat dilanjutkan dengan perhitungan ($\text{Log } X_T$) dengan Persamaan (2.10). Hasil perhitungan hujan rencana Distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.15 dan Tabel 4.16.

Berdasarkan perhitungan menggunakan Distribusi Probabilitas Log Normal didapatkan curah hujan dengan kala ulang 2 tahun sebesar 108,721 mm, kala ulang 5 tahun sebesar 137,055 mm, kala ulang 10 tahun sebesar 154,733 mm dan kala ulang 25 tahun sebesar 174,113 mm.

d. Distribusi Log Pearson III

Tabel 4.17 Hasil Analisis Parameter Statistik Distribusi Log Pearson III

No	Tahun	X_i (mm)	$Log X_i$	$(Log X_i - Log \bar{X}_i)$	$(Log X_i - Log \bar{X}_i)^2$	$(Log X_i - Log \bar{X}_i)^3$
1	2010	124,7	2,096	0,060	0,004	0,000
2	2011	87	1,940	-0,097	0,009	-0,001
3	2012	108,4	2,035	-0,001	0,000	0,000
4	2013	141,4	2,150	0,114	0,013	0,001
5	2014	94,6	1,976	-0,060	0,004	0,000
6	2015	100	2,000	-0,036	0,001	0,000
7	2016	183,9	2,265	0,228	0,052	0,012
8	2017	73,6	1,867	-0,169	0,029	-0,005
9	2018	84,4	1,926	-0,110	0,012	-0,001
10	2019	128,4	2,109	0,072	0,005	0,000
Jumlah		1126,4	20,363	0	0,129	0,007

Sumber : Data Diolah, 2020

Perhitungan :

Nilai rata-rata atau *mean* dihitung menggunakan Persamaan 2.11.

$$\overline{Log X} = \frac{20,363}{10} = 2,036 \text{ mm}$$

Nilai C_s dihitung menggunakan Persamaan 2.3.

$$C_s = \frac{10 \times 0,007}{10-1 \cdot 10-2 \cdot (0,120)^3} = 0,534$$

$$K_{T2} = -0,088 \text{ (Lampiran 4)}$$

Nilai $Log X_T$ dihitung menggunakan Persamaan 2.13.

$$Log X_{T2} = 2,036 + -0,088 \cdot 0,120 = 2,026$$

$$X_{T2} = 10^{2,026} = 106,102 \text{ mm}$$

Tabel 4.18 Nilai Hujan Rencana (X_T) Distribusi Log Pearson III

(T)	(S Log X)	(K_T)	$Log X_T$	(X_T)
2	0,120	-0,088	2,026	106,102
5	0,120	0,805	2,133	135,749
10	0,120	1,325	2,196	156,651
25	0,120	1,920	2,266	184,586

Sumber : Data Diolah, 2020

Nilai rata-rata (*average*) ($Log X_i$) dihitung menggunakan Persamaan (2.14) sehingga diperoleh nilai sebesar 2,0363 sedangkan nilai simpangan baku (*standar*

deviasi) ($S \text{ Log } X$) yaitu 0,120 berdasarkan Persamaan (2.15). Sedangkan nilai faktor frekuensi (K_T) dilihat pada lampiran 1 berdasarkan kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun. Setelah nilai rata-rata, faktor frekuensi Log Normal dan simpangan baku diketahui, maka dapat dilanjutkan dengan perhitungan ($\text{Log } X_T$) dengan Persamaan (2.13). Hasil perhitungan hujan rencana Distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.17 dan Tabel 4.18.

Berdasarkan perhitungan menggunakan Distribusi Probabilitas Log Pearson III didapatkan curah hujan dengan kala ulang 2 tahun sebesar 106,102 mm, kala ulang 5 tahun sebesar 135,749 mm, kala ulang 10 tahun sebesar 156,651 mm dan kala ulang 25 tahun sebesar 184,586 mm.

4.2.2.3 Uji Distribusi Frekuensi Data Hujan

Dalam penjelasan sebelumnya disebutkan bahwa dalam memperoleh hujan rencana, diperlukan jenis distribusi yang sesuai dengan sifat statistik data. Untuk keperluan diperlukan pengujian statistik tertentu yakni pengujian dengan Chi-Kuadrat (χ^2) dan Smirnov-Kolmogorof.

1. Uji Chi-Kuadrat (χ^2)

Dalam menganalisis data menggunakan uji Chi-Kuadrat, distribusi probabilitas yang dipakai adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis. Adapun perhitungan dan analisis uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut :

- a. Mengurutkan data dari besar ke kecil

Tabel 4.19 Pengurutan Data Curah Hujan Harian Maksimum

No	Tahun	Curah Hujan (X_i) (mm)
1	2016	183,9
2	2013	141,4
3	2019	128,4
4	2010	124,7
5	2012	108,4
6	2015	100
7	2014	94,6
8	2011	87
9	2018	84,4
10	2017	73,6

Sumber : Data Diolah, 2020

b. Menghitung jumlah kelas berdasarkan Persamaan 2.18.

$$n = 10$$

$$K = 1 + 3,3 \log 10 = 4,3 = 4 \text{ kelas}$$

c. Menghitung derajat kebebasan (DK) dan χ^2_{cr} dengan Persamaan 2.17.

$$P = 2$$

$$DK = 4 - 2 + 1 = 1$$

$$n = 10$$

$$= 5 \%$$

$$\chi^2_{cr} = 3,841 \text{ (Lampiran 1)}$$

d. Menghitung probabilitas distribusi teoritis.

$$\text{Kelas distribusi} = \frac{1}{K} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{4} \times 100\% = 25\%$$

Interval distribusi probabilitas teoritis.

$$\text{Kelas 1} = 25\% \quad P \leq 25\%$$

$$\text{Kelas 2} = 25\% + 25\% = 50\% \quad (25\% < P \leq 50\%)$$

$$\text{Kelas 3} = 50\% + 25\% = 75\% \quad (50\% < P \leq 75\%)$$

$$\text{Kelas 4} = \quad (P > 75\%)$$

Menghitung kala ulang untuk masing-masing probabilitas teoritis.

1). Persentase 25%

$$P(x) = 25 \%$$

$$T = \frac{1}{0,25} \times 100 = 4 \text{ tahun}$$

2). Persentase 50%

$$P(x) = 50 \%$$

$$T = \frac{1}{0,5} \times 100 = 2 \text{ tahun}$$

3). Persentase 75%

$$P(x) = 75 \%$$

$$T = \frac{1}{0,75} \times 100 = 1,3 \text{ tahun}$$

e. Menghitung nilai hujan (X_T) berdasarkan kala ulang teoritis untuk masing-masing distribusi

1). Distribusi Probabilitas Gumbel

$$n = 10$$

$$S_n = 0,9497 \text{ (Lampiran 1)}$$

$$\begin{aligned}
Y_n &= 0,4952 \text{ (Lampiran 1)} \\
\bar{X} &= 112,640 \text{ mm} \\
S &= 32,967 \\
Y_t &= -Ln - Ln \frac{T-1}{T} \\
K &= \frac{Y_t - Y_n}{S}
\end{aligned}$$

Tabel 4.20 Perhitungan Nilai X_T Distribusi Gumbel

T	Yt	K	X_T (mm)
4	1,2459	0,79046	138,699
2	0,36651	-0,1355	108,173
1,3	-0,3266	-0,8654	84,112

Sumber : Data Diolah, 2020

2). Distribusi Probabilitas Normal

$$\begin{aligned}
n &= 10 \\
\bar{X} &= 112,640 \text{ mm} \\
S &= 32,967
\end{aligned}$$

Tabel 4.21 Perhitungan Nilai X_T Distribusi Normal

T	K_T	X_T (mm)
4	0,670	134,728
2	0	112,640
1,3	-0,670	90,552

Sumber : Data Diolah, 2020

3). Distribusi Probabilitas Log Normal

$$\begin{aligned}
n &= 10 \\
\text{Log } \bar{X} &= 1,999 \text{ mm} \\
S \text{ Log } X &= 0,119
\end{aligned}$$

Tabel 4.22 Perhitungan Nilai X_T Distribusi Log Normal

T	K_T	Log X_T	X_T (mm)
4	0,670	2,117	130,779
2	0	2,036	108,721
1,3	-0,734	1,948	88,808

Sumber : Data Diolah, 2020

4). Distribusi Probabilitas Log Pearson III

$n = 10$

$\text{Log } \bar{X} = 2,036 \text{ mm}$

$S \text{ Log } X = 0,120$

$C_s \text{ atau } G = 0,5339$

Tabel 4.23 Perhitungan Nilai X_T Distribusi Log Pearson III

T	K_T	$\text{Log } X_T$	X_T (mm)
4	0,6563	2,115	130,287
2	-0,0884	2,026	106,102
1,3	-0,7284	1,949	88,940

Sumber : Data Diolah, 2020

f. Perhitungan nilai χ^2

Tabel 4.24 Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Gumbel

Kelas (a)	Interval (b)	E_f (c)	O_f (d)	$O_f - E_f$ (e)	$(e^2)/c$
1	$P > 138,699$	2,5	2	-0,5	0,1
2	$108,173 < P \leq 138,699$	2,5	3	0,5	0,1
3	$84,112 < P \leq 108,173$	2,5	4	1,5	0,9
4	$P < 84,112$	2,5	1	-1,5	0,9
		10	10	\sum	2

Sumber : Data Diolah, 2020

Tabel 4.25 Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Normal

Kelas (a)	Interval (b)	E_f (c)	O_f (d)	$O_f - E_f$ (e)	$(e^2)/c$
1	$P > 134,728$	2,5	2	-0,5	0,1
2	$112,640 < P \leq 134,728$	2,5	2	-0,5	0,1
3	$90,552 < P \leq 112,640$	2,5	3	0,5	0,1
4	$P < 90,552$	2,5	3	0,5	0,1
		10	10	\sum	0,4

Sumber : Data Diolah, 2020

Tabel 4.26 Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Log Normal

Kelas	Interval	Ef	Of	$Of-Ef$	$(e^2)/c$
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	
1	$P > 130,779$	2,5	2	-0,5	0,1
2	$108,721 < P \leq 130,779$	2,5	2	-0,5	0,1
3	$88,808 < P \leq 108,721$	2,5	3	0,5	0,1
4	$P < 88,808$	2,5	3	0,5	0,1
		10	10	\sum^2	0,4

Sumber : Data Diolah, 2020

Tabel 4.27 Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Log Pearson III

Kelas	Interval	Ef	Of	$Of-Ef$	$(e^2)/c$
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	
1	$P > 130,287$	2,5	2	-0,5	0,1
2	$106,102 < P \leq 130,287$	2,5	3	0,5	0,1
3	$88,940 < P \leq 106,102$	2,5	2	-0,5	0,1
4	$P < 88,940$	2,5	3	0,5	0,1
		10	10	\sum^2	0,4

Sumber : Data Diolah, 2020

g. Bandingkan χ^2 terhadap χ^2_{cr}

Tabel 4.28 Rekapitulasi Nilai Uji Chi-Kuadrat Distribusi Probabilitas

No	Jenis Distribusi	Nilai χ^2	Nilai χ^2_{kritik}	Keterangan
1	Distribusi Gumbel	2	3,841	Diterima
2	Distribusi Normal	0,4	3,841	Diterima
3	Distribusi Log Normal	0,4	3,841	Diterima
4	Distribusi Log Pearson III	0,4	3,841	Diterima

Sumber : Data Diolah, 2020

2. Uji Smirnov-Kolmogorof

Dalam menganalisis data menggunakan uji Smirnov-Kolmogorof, distribusi probabilitas yang dipakai adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis.

a. Distribusi Probabilitas Gumbel

$$\bar{X} = 112,640 \text{ mm}$$

$$S = 32,967$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9497$$

Tabel 4.29 Nilai P uji Smirnov-Kolmogorof untuk disrtribusi Gumbel

i	X_i	$P(X_i)$	$f(t)$	T	Y_T	$P'(X_i)$	P
1	183,9	0,0909	2,1616	14,16	2,55	0,07	-0,0203
2	141,4	0,1818	0,8724	4,55	1,32	0,22	0,0381
3	128,4	0,2727	0,4781	3,62	0,95	0,28	0,0037
4	124,7	0,3636	0,3658	3,34	0,84	0,30	-0,0643
5	108,4	0,4545	-0,1286	2,16	0,37	0,46	0,0085
6	100	0,5455	-0,3834	0,85	0,13	1,18	0,6334
7	94,6	0,6364	-0,5472	0,13	-0,02	7,66	7,0261
8	87	0,7273	-0,7778	1,57	-0,24	0,64	-0,0887
9	84,4	0,8182	-0,8566	2,03	-0,32	0,49	-0,3265
10	73,6	0,9091	-1,1842	2,81	-0,63	0,36	-0,5536

$$P_{Max} = 7,026$$

$$P_{Min} = -0,553$$

Sumber : Data Diolah, 2020

Perhitungan :

Nilai $P(X_i)$ dihitung menggunakan Persamaan 2.20.

$$P(X_i) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{10+1} = 0,09$$

$$K = f(t) = \frac{X - \bar{X}}{S} = \frac{183,90 - 112,640}{32,967} = 2,16$$

Nilai Y_T diperoleh menggunakan Persamaan 2.7 dimana telah diketahui nilai Y_n dan S_n pada Lampiran 1.1. $Y_n = 0,4952$ dan $S_n = 0,9497$.

$$K = f(t) = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

$$Y_T = (K \times S_n) + Y_n$$

$$Y_T = (2,16 \times 0,9497) + 0,4952 = 2,55$$

Nilai T merupakan kala ulang tahun yang akan digunakan untuk menghitung nilai peluang teoritis. Nilai T diperoleh dari tabel Lampiran 1.2 dengan melakukan interpolasi jika tidak terdapat kala ulang yang tidak sesuai.

$$P'(X_i) = \frac{1}{T} = \frac{1}{14,16} = 0,07$$

Nilai P dihitung menggunakan Persamaan 2.21.

$$P = 0,07 - 0,09 = -0,0203$$

Berdasarkan Tabel 4.29 didapatkan nilai P terbesar adalah 7,026 dengan derajat kepercayaan 5% didapatkan nilai P kritis sebesar 0,41 pada Lampiran

1.7. Oleh karena nilai P lebih besar dari P kritis, maka data hujan dengan Distribusi Probabilitas Gumbel tidak dapat diterima.

b. Distribusi Probabilitas Normal

$$\bar{X} = 112,640 \text{ mm}$$

$$S = 32,752$$

Tabel 4.30 Nilai P uji Smirnov-Kolmogorof untuk disrtribusi Normal

i	X_i	$P(X_i)$	$f(t)$	<i>Luas dibawah Kurva Normal</i>	$P'(X_i)$	P
1	183,9	0,091	2,16	0,9846	0,015	-0,076
2	141,4	0,872	0,87	0,8078	0,192	-0,680
3	128,4	0,478	0,48	0,6844	0,316	-0,162
4	124,7	0,366	0,37	0,6443	0,356	-0,010
5	108,4	-0,129	-0,13	0,5517	0,448	0,577
6	100,0	-0,383	-0,38	0,648	0,352	0,735
7	94,6	-0,547	-0,55	0,7088	0,291	0,838
8	87,0	-0,778	-0,78	0,7823	0,218	0,995
9	84,4	-0,857	-0,86	0,8051	0,195	1,052
10	73,6	-1,184	-1,18	0,8810	0,119	1,303
P Max =		1,3032				
P Min =		-0,680				

Sumber : Data Diolah, 2020

Perhitungan :

Nilai $P(X_i)$ dihitung menggunakan Persamaan 2.20.

$$P(X_i) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{10+1} = 0,091$$

$$K = f(t) = \frac{183,90 - 112,640}{32,967} = 2,16$$

$P'(X_i)$ = peluang teoritis = 1 – luas dibawah kurva normal sesuai dengan nilai $f(t)$ dan derajat kepercayaan yang ditentukan dengan tabel pada Lampiran 1.8.

$$P'(X_i) = 1 - 0,9846 = 0,015$$

Nilai P dihitung menggunakan Persamaan 2.21.

$$P = 0,015 - 0,091 = -0,076$$

Berdasarkan Tabel 4.30 didapatkan nilai P terbesar adalah 1,3032 dengan derajat kepercayaan 5% didapatkan nilai P kritis sebesar 0,41 pada

Lampiran 1.7. Oleh karena nilai P lebih besar dari P kritis, maka data hujan dengan Distribusi Probabilitas Normal tidak dapat diterima.

c. Distribusi Probabilitas Log Normal

$$\text{Log } \bar{X} = 2,036 \text{ mm}$$

$$S \text{ Log } X = 0,119$$

Tabel 4.31 Nilai P uji Smirnov-Kolmogorof untuk distribusi Log Normal

i	$\text{Log } X_i$	$P(X_i)$	$f(t)$	<i>Luas dibawah Kurva Normal</i>	$P'(X_i)$	P
1	2,10	0,09	0,50	0,6915	0,31	0,2176
2	1,94	0,18	-0,81	0,7910	0,21	0,0272
3	2,04	0,27	-0,01	0,5040	0,50	0,2233
4	2,15	0,36	0,95	0,8289	0,17	-0,1925
5	1,98	0,45	-0,50	0,6915	0,31	-0,1460
6	2,00	0,55	-0,30	0,6179	0,38	-0,1634
7	2,26	0,64	1,91	0,9719	0,03	-0,6083
8	1,87	0,73	-1,41	0,9207	0,08	-0,6480
9	1,93	0,82	-0,92	0,8212	0,18	-0,6394
10	2,11	0,91	0,60	0,7257	0,27	-0,6343

$$P \text{ Max} = 0,2233$$

$$P \text{ Min} = -0,6480$$

Sumber : Data Diolah, 2020

Perhitungan :

Nilai $P(X_i)$ dihitung menggunakan Persamaan 2.20.

$$P(X_i) = \frac{1}{10+1} = 0,091$$

$$K=f(t) = \frac{2,1-2,036}{0,119} = 0,50$$

$P'(X_i)$ = peluang teoritis = 1 – luas dibawah kurva normal sesuai dengan nilai $f(t)$ dan derajat kepercayaan yang ditentukan dengan tabel pada Lampiran 1.8.

$$P'(X_i) = 1 - 0,6915 = 0,31$$

Nilai P dihitung menggunakan Persamaan 2.21.

$$P = 0,21-0,09 = 0,1152$$

Berdasarkan Tabel 4.31 didapatkan nilai P terbesar adalah 0,2233 dengan derajat kepercayaan 5% didapatkan nilai P kritis sebesar 0,41 pada

Lampiran 1.7. Oleh karena nilai P lebih kecil dari P kritis, maka data hujan dengan Distribusi Probabilitas Log Normal dapat diterima.

d. Distribusi Probabilitas Log Pearson III

$$\text{Log } \bar{X} = 2,036 \text{ mm}$$

$$S \text{ Log } X = 0,119$$

Tabel 4.32 Nilai P uji Smirnov-Kolmogorof untuk distribusi Log Pearson III

i	$\text{Log } X_i$	$P(X_i)$	$f(t)$	$P'(X_i)$	P
(a)	(b)	(c)	(d)	(f)	(g)
1	2,10	0,0909	0,4974	0,774	0,683
2	1,94	0,8724	-0,8083	0,890	0,018
3	2,04	0,4781	-0,0107	0,677	0,199
4	2,15	0,3658	0,9532	0,498	0,132
5	1,98	-0,1286	-0,5046	0,701	0,829
6	2,00	-0,3834	-0,3033	0,644	1,027
7	2,26	-0,5472	1,9063	-0,279	0,268
8	1,87	-0,7778	-1,4150	1,018	1,796
9	1,93	-0,8566	-0,9184	0,824	1,681
10	2,11	-1,1842	0,6034	0,230	1,414

Sumber : Data Diolah, 2020

Perhitungan :

Nilai $P(X_i)$ dihitung menggunakan Persamaan 2.20.

$$P(X_i) = \frac{1}{10+1} = 0,0909$$

$$K=f(t) = \frac{2,1-2,036}{0,119} = 0,4974$$

Nilai peluang teoritis ditentukan dari tabel pada Lampiran 1.4 atau Lampiran 1.5 berdasarkan nilai C_s dan nilai K_T atau $f(t)$, jika dalam tabel tidak ada nilainya dapat dilakukan dengan cara interpolasi.

Contoh : untuk nilai $f(t)$ 0,4974 dan $C_s = 0,5339$, diperoleh persentase peluang teoritis terlampaui $P'(X_i)$ dengan cara interpolasi = 0,774 atau 7,74 %.

Demikian seterusnya untuk baris berikutnya cara perhitungannya adalah sama.

Nilai P dihitung menggunakan Persamaan 2.21.

$$P = 0,226-0,09 = 0,135$$

Tabel 4.33 Rekapitulasi Nilai Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Probabilitas

Distribusi Probabilitas	P	P_{cr}	Keterangan
Gumbel	7,0261	0,41	Tidak Diterima
Normal	1,3032	0,41	Tidak Diterima
Log Normal	0,2233	0,41	Diterima
Log Pearson Type III	1,9545	0,41	Tidak Diterima

Sumber : Data Diolah, 2020

Tabel 4.34 Rekapitulasi Perbandingan Nilai Uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov

Metode Distribusi	χ^2	P
Gumbel	2	7,0261
Normal	0,4	1,3032
Log Normal	0,4	0,2233
Log Pearson III	0,4	1,9545

Sumber : Data Diolah, 2020

Berdasarkan hasil rekapitulasi uji Chi-Kuadrat distribusi probabilitas pada Tabel 4.28 maka dapat ditentukan bahwa semua Distribusi Probabilitas dapat diterima karena nilai $\chi^2 < \chi^2_{cr}$. Sedangkan, pada pengujian Smirnov-Kolmogorov Tabel 4.33 diketahui bahwa Distribusi Log Normal dapat diterima karena $(P_i) < P_{cr}$. Jadi, Distribusi Log Normal yang memenuhi kedua persyaratan. Pada kedua distribusi diatas cari nilai yang paling kecil. Hasil rekapitulasi pada Tabel 4.34 menunjukkan bahwa Distribusi Log Normal yang memiliki nilai terkecil. Oleh karena itu, nilai hujan Rencana yang akan digunakan untuk analisis selanjutnya adalah hujan Rencana berdasarkan Distribusi Log Normal yaitu 108,721 mm kala ulang 2 tahun, 137,055 mm kala ulang 5 tahun, 154,733 mm kala ulang 10 tahun dan 174,113 mm kala ulang 25 tahun.

4.2.3 Analisis Hujan Rencana dan Debit Banjir Rencana

Setelah dilakukan analisis data hujan harian maksimum tahunan, didapatkan nilai intensitas hujan harian maksimum tahunan yaitu 108,721 mm kala ulang 2 tahun, 137,055 mm kala ulang 5 tahun, 154,733 mm kala ulang 10 tahun dan 174,113 mm kala ulang 25 tahun menggunakan Distribusi Probabilitas Log Normal.

a. Intensitas Hujan Rencana

Intensitas hujan Rencana dihitung menggunakan Persamaan 2.25, sedangkan nilai t_c dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.26 dan nilai S dapat dihitung dengan Persamaan 2.36.

$$\text{Kemiringan rata-rata sungai } (S) = \frac{\text{Elev hulu} - \text{Elev hilir}}{0,9 \times L} = \frac{33 - 0,99}{0,9 \times 1566} = 0,0277$$

$$\text{Panjang lintasan air } (L) = 1566 \text{ m}$$

$$\text{Waktu konsentrasi } (t_c) = \frac{0,87 \times 1566^2}{1000 \times 0,0277}^{0,385} = 0,4023 \text{ jam}$$

Tabel 4.35 Intensitas Hujan Rencana

Kala Ulang (T)	R24	I
2	108,721	69,163
5	137,055	87,189
10	154,733	98,434
25	174,113	110,763

Sumber : Data Diolah, 2020

Nilai intensitas curah hujan (I_T) dihitung menggunakan Persamaan 2.24 dengan kala ulang 2 tahun 69,163 mm/jam ; kala ulang 5 tahun 87,189 mm/jam ; kala ulang 10 tahun 98,434 mm/jam dan kala ulang 25 tahun 110,763 mm/jam, dapat dilihat pada Tabel 4.35. Selanjutnya nilai intensitas curah hujan digunakan untuk menghitung debit banjir rencana.

b. Debit Rencana

Debit rencana (Q_T) adalah debit dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan melalui suatu sungai atau bangunan air. Pada perhitungan ini menggunakan Metode Rasional dengan perhitungan debit banjir tahun 2011, 2014 dan 2020 dengan pendekatan $C_{komposit}$ dan intensitas hujan (I_T) berdasarkan waktu konsentrasi yang terpanjang pada daerah pengairan yang berpengaruh di daerah Sungai Rangku dapat dilihat pada Tabel 4.36.

Perhitungan :

$$Q_T = 0,278 . C . I_T . A \dots \dots \dots (2.24)$$

1) Tahun 2011 dengan nilai $C_{komposit}$ 0,271

$$Q_{T2} = 0,278 \times 0,271 \times 69,163 \times 61,475 = 320,655 \text{ m}^3 \text{ detik}$$

2) Tahun 2015 dengan nilai $C_{komposit}$ 0,286

$$Q_{T2} = 0,278 \times 0,286 \times 69,163 \times 61,475 = 338,603 \text{ m}^3 \text{ detik}$$

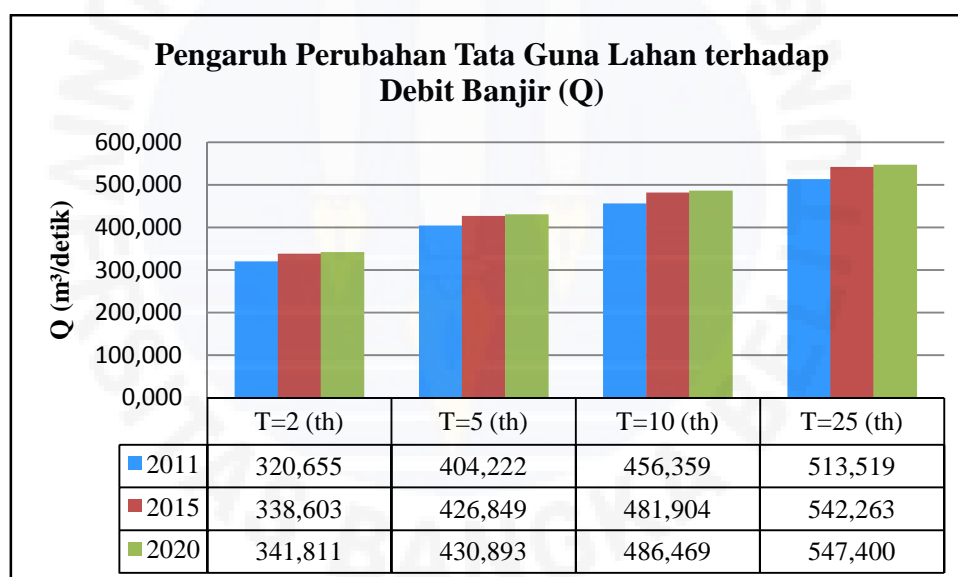
3) Tahun 2020 dengan nilai $C_{komposit}$ 0,289

$$Q_{T2} = 0,278 \times 0,289 \times 69,163 \times 61,475 = 341,811 \text{ m}^3 \text{ detik}$$

Tabel 4.36 Debit Banjir Rencana Tahun 2011, 2015 dan 2020 dengan Kala Ulang

Tahun	Debit Banjir (Q) (m ³ /dtk)				C
	$T=2$ (th)	$T=5$ (th)	$T=10$ (th)	$T=25$ (th)	
2011	320,655	404,222	456,359	513,519	0,271
2015	338,603	426,849	481,904	542,263	0,286
2020	341,811	430,893	486,469	547,400	0,289

Sumber : Data Diolah, 2020



Sumber : Data Diolah, 2020

Gambar 4.6 Diagram Batang Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Debit Banjir

Pada Tabel 4.36 perhitungan debit banjir rencana dihitung pada tahun 2011, 2015 dan tahun 2017. Perhitungan debit banjir rencana (Q) dihitung menggunakan metode Rasional dengan Persamaan 2.24. Dimana dalam rumus rasional diketahui nilai koefisien aliran (C), nilai intensitas hujan rencana (I_T) dan nilai luas daerah aliran sungai (DAS). Nilai intensitas curah hujan (I_T) dihitung menggunakan

Persamaan 2.24 dengan kala ulang 2 tahun 69,163 mm/jam ; kala ulang 5 tahun 87,189 mm/jam ; kala ulang 10 tahun 98,434 mm/jam dan kala ulang 25 tahun 110,763 mm/jam, dapat dilihat pada Tabel 4.35. Selanjutnya nilai koefisien aliran (C) menggunakan nilai $C_{komposit}$ yang didapatkan dari hasil analisis pada beberapa jenis tutupan lahan tahun 2011 dengan nilai $C_{komposit}$ 0,271, tahun 2015 nilai $C_{komposit}$ 0,286 dan pada tahun 2020 dengan nilai $C_{komposit}$ 0,289, dapat dilihat pada Tabel 4.5, Tabel 4.6 dan Tabel 4.7. Nilai luas (A) daerah aliran sungai (DAS) didapat dari hasil digitasi menggunakan *software* ArcGIS 10.4 sehingga didapatkan luas sebesar 6147,5 ha.

Adapun penyajian data dalam bentuk Gambar diagram batang 4.6. Pada Gambar 4.6 pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap debit banjir Sungai Rangkui yang dianalisis menggunakan data tutupan lahan pada tahun 2011 memiliki besaran debit banjir dengan kala ulang 2 tahun sebesar 320,655 m³/detik ; kala ulang 5 tahun 404,222 m³/detik ; kala ulang 10 tahun 456,359 m³/detik ; kala ulang 25 tahun 513,519 m³/detik dengan nilai koefisien tutupan lahan ($C_{komposit}$) pada tahun 2011 adalah 0,271, pada tahun 2015 memiliki besaran debit banjir dengan kala ulang 2 tahun sebesar 338,603 m³/detik ; kala ulang 5 tahun 426,849 m³/detik ; kala ulang 10 tahun 481,904 m³/detik ; kala ulang 25 tahun 542,263 m³/detik dengan nilai koefisien tutupan lahan ($C_{komposit}$) pada tahun 2015 adalah 0,286, sedangkan pada tahun 2020 kala ulang 2 tahun sebesar 341,811 m³/detik ; kala ulang 5 tahun 430,893 m³/detik ; kala ulang 10 tahun 486,469 m³/detik ; kala ulang 25 tahun 547,400 m³/detik dengan nilai koefisien tutupan lahan ($C_{komposit}$) pada tahun 2020 adalah 0,289.

Jika dipersentasekan, pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap debit banjir Sungai Rangkui yang dianalisis berdasarkan perhitungan pada tahapan sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 Persentase Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir dengan Kala Ulang Tahun 2011, 2015 dan Tahun 2020

No.	Kala Ulang (T)	Debit Banjir Rancangan (m ³ /dtk)			Peningkatan Perubahan Debit Banjir Rancangan (m ³ /dtk)			%		
		Tahun 2011	Tahun 2015	Tahun 2020	2011-2015	2015-2020	2011-2020	2011-2015	2015-2020	2011-2020
1	2	320,655	338,603	341,811	17,949	3,208	21,156	5,597	0,947	6,598
2	5	404,222	426,849	430,893	22,626	4,044	26,670	5,597	0,947	6,598
3	10	456,359	481,904	486,469	25,545	4,565	30,110	5,597	0,947	6,598
4	25	513,519	542,263	547,400	28,744	5,137	33,881	5,597	0,947	6,598

Sumber : Data Diolah, 2020

Perhitungan :

$$1. \text{ Peningkatan debit} = Q_{2015} - Q_{2011}$$

$$Q_{T2} = 338,603 - 320,655 = 17,949 \text{ m}^3 \text{ detik}$$

$$\% = \frac{Q_{\text{peningkatan}}}{Q_T} \times 100$$

$$\% = \frac{17,949}{320,655} \times 100 = 5,597 \%$$

$$2. \text{ Peningkatan debit} = Q_{2020} - Q_{2015}$$

$$Q_{T2} = 341,811 - 338,603 = 3,208 \text{ m}^3 \text{ detik}$$

$$\% = \frac{Q_{\text{peningkatan}}}{Q_T} \times 100$$

$$\% = \frac{3,208}{338,603} \times 100 = 0,947 \%$$

Pada Tabel 4.37 persentase pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap debit banjir Sungai Rangkui yang dianalisis menggunakan data tutupan lahan pada tahun 2011, 2015 dan 2020 dengan kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun. Nilai debit banjir rencana yang dianalisis pada tahun 2011, 2015 dan tahun 2017 mengalami peningkatan pada setiap kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun. Pada tahun 2011 sampai 2015 dengan kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun debit banjir rencana mengalami peningkatan sebesar 5,597 % ; tahun 2015 sampai 2020 dengan kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun debit banjir rencana mengalami peningkatan sebesar 0,947 % ; tahun 2010 sampai 2020 dengan kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun debit banjir rencana mengalami peningkatan sebesar 6,598 %. Persentase peningkatan pengaruh penggunaan lahan terhadap debit banjir rencana cenderung signifikan dikarenakan pada nilai intensitas hujan rencana menggunakan nilai yang sama pada setiap kala ulang dan pada setiap tahun data tutupan lahan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2011 sampai 2015 cenderung meningkat sedangkan dari 2015 ke 2020 cenderung menurun diakibatkan adanya upaya dari pemerintah setempat untuk memperbaiki tata guna lahan yang ada.