

**ANALISIS MITIGASI BANJIR  
DI DAERAH ALIRAN SUNGAI BABURA  
BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)**

**FLOOD MITIGATION ANALYSIS USING GEOGRAPHIC  
INFORMATION SYSTEM (GIS) IN BABURA WATERSHED**

**Meidina Zulfa Hanie<sup>1</sup>, Ahmad Perwira Mulia Tarigan<sup>2</sup>, Hafizhul Khair<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara  
Jalan Alumni Kampus USU, Medan 20155

<sup>2</sup>Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara  
Jalan Perpustakaan Kampus USU, Medan 20155  
Email: meidinazh@gmail.com

**ABSTRAK**

*Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 33 Tahun 2006 tentang pedoman umum mitigasi bencana menyebutkan bahwa salah satu hal penting dalam mitigasi bencana yaitu tersedianya informasi dan peta kawasan rawan bencana untuk tiap jenis bencana. Penelitian ini memetakan daerah genangan banjir di Kota Medan akibat meluapnya Sungai Babura dengan mengintegrasikan model hidrolika yang mensimulasikan banjir menggunakan program Hydrologic Engineering Centre-River Analysis System (HEC-RAS) dan kemudian memetakannya dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Peta yang dibuat yaitu kondisi genangan banjir dengan debit rancangan 10, 25, 50, dan 100 tahun. Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa terdapat 13 kelurahan di Kota Medan yang berpotensi tergenang banjir. Dari peta genangan banjir juga dapat diperoleh 6 titik evakuasi yang memenuhi syarat dan jalur evakuasi menuju titik-titik tersebut terdiri dari 15 jalur alternatif.*

*Kata kunci: Babura, banjir, mitigasi, HEC-RAS, SIG.*

**ABSTRACT**

*The regulation of Minister of Home Affairs Number 33 of 2006 about general directive of disaster mitigation is stating that one of important things to do in disaster mitigation is providing information and hazard map for all kind of disasters. This study mapped the inundation in Medan City from Babura River by integrating hydraulic model which simulated flood with Hydrologic Engineering Centre-River Analysis System (HEC-RAS) and then doing spatial analysis in Geographic Information System (GIS). Simulations were performed for events with return period of 10, 25, 50 and 100 years. The results indicated that the potential areas of inundation occurred in 13 Kelurahan of Medan City with 6 evacuation centers and 15 evacuation routes.*

*Keywords: Babura, flood, GIS, HEC-RAS, mitigation.*

## PENDAHULUAN

Secara historis, upaya untuk mengurangi bahaya banjir dilakukan dengan membangun bendungan dan tanggul ataupun dengan mendesain bangunan anti banjir, namun cara ini dianggap tidak cukup dalam mengendalikan banjir (Stevens dan Hanschka, 2014). Bahaya dan kerugian banjir dapat dicegah dan diminimalisir dengan memberikan informasi yang akurat kepada masyarakat tentang risiko banjir melalui peta risiko banjir (Demir dan Kisi, 2016). Peta risiko banjir juga digunakan sebagai landasan bagi perencana tata kota dan pemerintah dalam membatasi penggunaan lahan untuk tujuan mitigasi banjir.

Menurut penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Demir dan Kisi, 2016; Tate et al, 2002; Sole et al, 2007; Heimhuber et al, 2015), Sistem Informasi Geografis (SIG) telah berhasil digunakan dalam memvisualisasikan daerah genangan banjir dan menganalisis *floodplain* untuk menghasilkan peta estimasi kerusakan banjir dan peta risiko banjir. SIG harus digunakan bersama-sama dengan model hidrolika untuk memperkirakan profil banjir dengan kala ulang tertentu (Demir dan Kisi, 2016). Salah satu model hidrolika yang paling populer adalah Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (HEC-RAS) yang dikembangkan oleh United States Army Corps of Engineers (USACE). HEC-RAS merupakan software gratis dengan tampilan grafis yang dapat memudahkan penggunaannya dalam studi banjir (Quiroga et al, 2016).

Kota Medan sebagai salah satu kota metropolitan di Indonesia tidak terlepas dari masalah banjir. Salah satu wilayah yang berpotensi dilanda banjir di Kota Medan yaitu Sub DAS Babura, bagian dari DAS Deli di bagian hulu yang mempunyai topografi berupa perbukitan dan semakin ke hilir bertopografi dataran. Sungai utama yang mengalir di sub DAS Babura adalah Sungai Babura yang merupakan cabang dari Sungai Deli (Kurniawan, 2012).

Sebagai salah satu langkah dalam mitigasi banjir, SIG dapat diterapkan untuk memetakan daerah risiko banjir dan mengestimasi kerugian yang diakibatkan

banjir di DAS Babura, seperti yang telah dilakukan pada penelitian-penelitian yang telah disebutkan di atas.

## METODE PENELITIAN

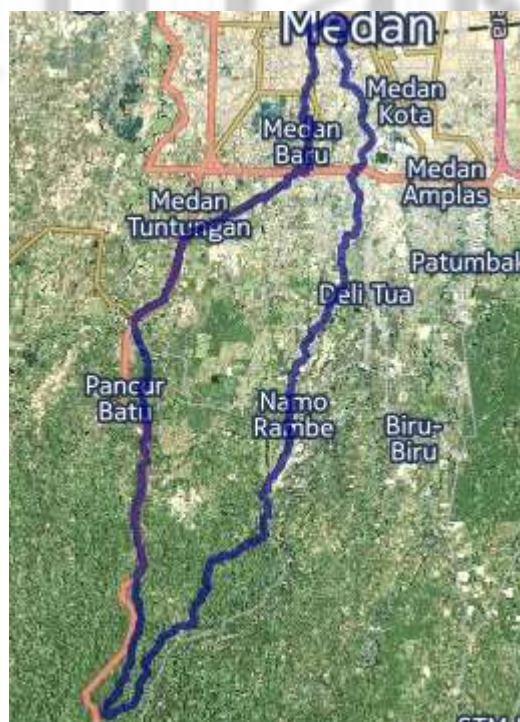
### Lokasi

Lokasi penelitian ini berada pada Sungai Babura yang merupakan salah satu anak sungai dari Sungai Deli (DAS Deli) yang terbentang dari kawasan Sibolangit (Kabupaten Deli Serdang) hingga Kota Medan dengan luas 98 km<sup>2</sup> dan panjang 36 km (BPDAS Wampu Sei Ular, 2012). Daerah Aliran Sungai Babura terbentang antara 3°25'12.48" - 3°35'27.84" Lintang Utara dan 98° 32'37.12" - 98°40'20.18" Bujur Timur. Lokasi penelitian ditunjukkan oleh Gambar 1.

### Data dan Alat

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi-instansi yang terkait dalam penelitian ini. Adapun data sekunder dalam penelitian ini adalah:

1. Data curah hujan bulanan dan harian maksimum tahun 2006 - 2015 yang



**Gambar 1. DAS Babura**

diperoleh dari Stasiun Klimatologi Sampali Medan.

2. Data kependudukan Kota Medan diperoleh dari BPS Kota Medan tahun 2016.
3. Peta digital DAS Babura diperoleh dari BPDAS Sei Wampu Ular.
4. Peta digital Kota Medan dan tata guna lahan diperoleh dari BAPPEDA Kota Medan.
5. *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM 30 m dari <http://earthexplorer.usgs.gov>.
6. Data profil memanjang (*long section*) sungai dan melintang (*cross section*) sungai serta data elevasi dan kemiringan sungai yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera-II (BWSS-II).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat lunak (*Software*) terdiri dari: *Microsoft Word* 2016, *Microsoft Excel* 2016, HEC-RAS versi 5.0.1, ArcGIS versi 10.2, dan *Google Earth Pro* Versi 7.1.7.2600.

**Pengolahan Data**

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu menganalisis curah hujan yang terjadi di sepanjang DAS Babura dengan metode Polygon Thiessen. Curah hujan kawasan diperoleh dengan menggunakan Persamaan 1 (Mahbub, 2010):

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{A_n \times R_n}{A_n} \right) \dots\dots\dots (1)$$

- di mana:  $R$  = Curah hujan daerah.  
 $R_n$  = Curah hujan di setiap stasiun pengamatan.  
 $A_n$  = Luas daerah yang mewakili tiap stasiun pengamatan

Dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata maksimum dengan Metode Polygon Thiessen di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan maksimum guna menentukan debit banjir rancangan. Untuk menghitung curah hujan periode ulang tersebut dapat digunakan Metode Distribusi Gumbel yang dihitung menggunakan Persamaan 2 (Kurniawan, 2012):

$$X_T = \bar{X} + S \left( \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \right) \dots\dots\dots (2)$$

- di mana:  $Y_{Tr}$  = *Reduced variate*.  
 $S$  = Standar deviasi data hujan.  
 $S_n$  = Standar deviasi yang juga tergantung pada jumlah sampel  
 $Y_n$  = *Reduced mean* yang tergantung jumlah sampel  
 $\bar{X}$  = Curah hujan harian maksimum rata-rata  
 $X_T$  = Curah hujan rancangan

Setelah curah hujan rancangan diperoleh, maka selanjutnya perlu dilakukan Uji Distribusi Smirnov-Koolmogrov untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa distribusi frekuensi (Handajani, 2005). Jika uji diterima maka curah hujan rancangan yang telah diperoleh tersebut dapat digunakan untuk menghitung debit banjir rancangan. Dalam menentukan debit banjir rancangan, terlebih dahulu perlu diketahui koefisien limpasan dari DAS Babura yang dihitung dengan Persamaan 3 berikut (Kamiana, 2010):

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n A_n \times C_n}{\sum_{i=1}^n A_n} \dots\dots\dots (3)$$

- di mana:  $C$  = Koefisien limpasan DAS.  
 $C_n$  = Koefisien limpasan setiap penggunaan lahan.  
 $A_n$  = Luas setiap penggunaan lahan

Kemudian debit banjir dihitung dengan Metode Hidograf Satuan Sintetik Nakayasu (Nakayasu, 1950) dengan parameter-parameter berikut:

- Luas DAS (A) = 98 km<sup>2</sup>
- Panjang Sungai Utama (L) = 36 km
- R<sub>0</sub> = 1 mm
- Parameter Alfa (α) = 2

**Parameter Bentuk Hidrograf**

Menghitung waktu antara hujan sampai debit puncak banjir ( $t_g$ )

$$t_g = 0.4 + 0.058 L \dots\dots\dots (4)$$

Menghitung waktu untuk mencapai puncak ( $t_p$ )

$$t_r = 0.75 \times t_g \dots\dots\dots (5)$$

$$t_p = t_g + (0.8 \times t_r) \dots\dots\dots (6)$$

Menghitung besarnya  $t_{0,3}$

$$t_{0,3} = \alpha \times t_g \dots\dots\dots (7)$$

Menghitung debit maksimum hidrograf satuan

$$Q_p = \frac{A \times R_0 \times C}{3.6(0.3 t_p + t_{0,3})} \dots\dots (8)$$

Menghitung besarnya Base Flow ( $Q_b$ )

$$Q_b = (0.5 \times Q_p) \dots\dots\dots (9)$$

Menghitung lengkung hidograf

Bagian lengkung naik  
 Bagian lengkung turun ..... (10)  
 $t > (t_p + t_{0,3} + 1.5t_{0,3}) \rightarrow (t > 16.5)$

$$Q = Q_p \times 0,3 \frac{t - t_p + 1,5 \times t_{0,3}}{2 \times t_{0,3}}$$

Kemudian debit banjir yang diperoleh diinput bersama-sama dengan data profil sungai untuk mengetahui potensi banjir yang terjadi ke *software* HEC-RAS yang memberikan pemodelan berupa tinggi banjir dan dataran banjir yang terjadi. Selanjutnya output dari HEC-RAS akan digunakan untuk prediksi daerah dan luas genangan banjir ke dalam SIG dengan menggunakan *software* ArcGIS. Peta Daerah Aliran Sungai (DAS), peta Kota Medan, dan DEM merupakan hal yang sangat mendukung dalam melakukan prediksi genangan banjir. Kemudian estimasi kerugian banjir dilakukan dengan menghitung jumlah penduduk yang terkena dampak banjir di setiap daerah genangan dan jumlah biaya kerugian yang diakibatkan banjir menurut periode kala ulang. Setelah itu dilakukan identifikasi untuk menentukan titik evakuasi dan jalur evakuasi.

Penentuan titik evakuasi memerlukan beberapa pertimbangan, diantaranya (Santoso dan Taufik, 2009):

1. Titik evakuasi minimal berjarak 750-1500 meter tegak lurus dari sungai.
2. Titik evakuasi yang dipilih merupakan lahan terbuka seperti lapangan, tegalan, dan area persawahan kering.
3. Titik evakuasi bukan berada di daerah permukiman padat.

$0 < t < t_p \rightarrow 0 < t < 4.00$

$$Q = Q_p \times \left(\frac{t}{t_p}\right)^{2,4} \dots\dots\dots (11)$$

Bagian lengkung turun  
 $t_p < t \leq (t_p + t_{0,3}) \rightarrow (4.00 < t \leq 9.00)$

$$Q = Q_p \times 0,3 \frac{t - t_p}{t_{0,3}} \dots\dots\dots (12)$$

Bagian lengkung turun  
 $(t_p + t_{0,3}) < t \leq (t_p + t_{0,3} + 1.5t_{0,3}) \rightarrow (9.18 < t \leq 16.5)$

$$Q = Q_p \times 0,3 \frac{t - t_p + 0,5 \times t_{0,3}}{1,5 \times t_{0,3}} \dots\dots\dots (13)$$

4. Penempatan titik evakuasi disesuaikan dengan sebaran area permukiman.

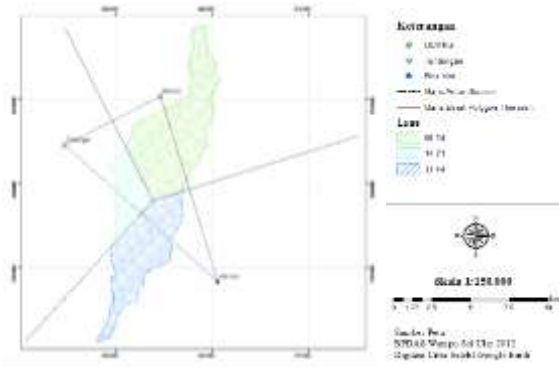
Setelah menentukan lokasi titik evakuasi, maka jalur evakuasi dapat ditentukan. Adapun hal yang dipertimbangkan dalam menentukan jalur evakuasi, diantaranya (Santoso dan Taufik, 2009):

1. Jalur evakuasi dirancang menjauhi garis pantai dan menjauhi aliran sungai.
2. Jalur evakuasi diusahakan tidak melintangi sungai atau jembatan.
3. Untuk daerah permukiman padat dirancang jalur evakuasi berupa sistem blok. Dengan begitu pergerakan masa setiap blok tidak tercampur dengan blok lainnya untuk menghindari kemacetan.
4. Jalur yang dipilih merupakan jenis jalan nasional, jalan propinsi, dan jalan kabupaten. Hal ini untuk memudahkan evakuasi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Curah Hujan Kawasan**

Analisis curah hujan kawasan dengan metode Polygon Thiessen memerlukan data luas pengaruh setiap stasiun penakar curah hujan, yang diperoleh melalui analisis spasial dengan ArcGIS sehingga diperoleh hasil seperti Gambar 2.



Gambar 2. Polygon Thiessen DAS Babura

Dari perhitungan dengan Persamaan 1 maka diperoleh hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata DAS Babura

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (Rmax)			Rmax Rata-Rata (mm)
	Stasiun BBMKG (mm)	Stasiun Tuntungan (mm)	Stasiun Biru-biru (mm)	
2006	122	159	148	136
2007	112	219	101	124
2008	66	83	108	83
2009	85	87	100	90
2010	85	106	100	93
2011	97	128	83	97
2012	100	104	111	104
2013	98	140	108	108
2014	112	89	143	119
2015	107	169	122	121

**Analisis Frekuensi Curah Hujan Periodik**

Dari perhitungan dengan Metode Distribusi Gumbel yang ditunjukkan dalam Persamaan 2 maka diperoleh curah hujan rancangan periode ulang 10, 25, 50, dan 100 tahun yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Curah Hujan Periode Ulang (X<sub>T</sub>) Metode Distribusi Gumbel DAS Babura

Periode	$\bar{X}$	S	S <sub>n</sub>	Y <sub>n</sub>	Y <sub>TR</sub>	X <sub>T</sub>
10	107.	17.12	0.9	0.495	2.251	139.4
	5	2	4	2	2.251	8
25	107.	17.12	0.9	0.495	2.970	152.5
	5	2	4	2	2.970	9
50	107.	17.12	0.9	0.495	3.902	169.5
	5	2	4	2	3.902	7
100	107.	17.12	0.9	0.495	4.601	182.2
	5	2	4	2	4.601	9

**Uji Kesesuaian Distribusi**

Curah hujan rancangan dengan Metode Distribusi Gumbel yang sudah diperoleh diuji kesesuaiannya dengan Uji Kolmogrov-Smirnov. Adapun hasil perhitungannya ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Uji Kolmogrov-Smirnov dari Distribusi Gumbel DAS Babura

T	X <sub>T</sub>	M	P(x)	(X <sub>T</sub> - $\bar{X}$ )/S	P'(x)	ΔP
5	125.81	1	0.20	-1.47	0.0708	0.1292
10	139.48	2	0.40	-0.90	0.1841	0.2159
25	152.59	3	0.60	-0.35	0.3632	<b>0.2368</b>
50	169.57	4	0.80	0.36	0.6406	0.1594
100	182.29	5	1.00	0.89	0.8133	0.1867

Langkah selanjutnya adalah membandingkan hasil uji distribusi dengan ΔP kritis. Untuk α = 0.05 dan n = 5 maka nilai ΔP kritis = 0.56. Perbandingan hasil uji kesesuaian distribusi dengan nilai ΔP kritis ditunjukkan oleh Tabel 4.

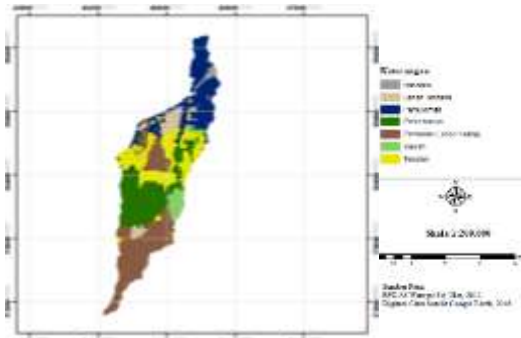
Tabel 4. Uji Kesesuaian Kolmogrov-Smirnov

Uji Distribusi	DAS Babura
ΔP hasil uji	0.2368
ΔP kritis	0.56
Hasil korelasi uji	Diterima

Berdasarkan Tabel 4 dapat diambil kesimpulan bahwa ΔP < ΔP kritis sehingga hipotesa penggunaan Metode Distribusi Gumbel diterima.

**Analisis Debit Banjir Rancangan**

Dalam menentukan debit banjir rancangan, terlebih dahulu perlu diketahui koefisien limpasan dari DAS Babura. Koefisien limpasan dihitung berdasarkan peta tata guna lahan yang mana dalam tugas akhir ini ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Tata Guna Lahan DAS Babura

Koefisien limpasan untuk setiap penggunaan lahan di DAS Babura ditunjukkan oleh Tabel 5.

Tabel 5. Koefisien Limpasan DAS Babura

Jenis Lahan	C	Luas (A)	A*C
Pertanian Lahan Kering	0.1	26.34	2.63
Lahan Terbuka	0.2	5.92	1.18
Pemukiman	0.75	20.10	15.08
Tegalan	0.2	18.24	3.65
Perkebunan	0.4	21.83	8.73
Sawah	0.15	4.29	0.64
Bandara	0.9	1.28	1.15
<b>Total</b>		<b>98.00</b>	<b>31.92</b>

Dari Tabel 5 diperoleh koefisien limpasan pada DAS Babura sebagai berikut:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n A_n \times C_n}{\sum_{i=1}^n A_n} = \frac{31.92}{98} = 0.3$$

Selanjutnya perlu diketahui distribusi curah hujan rancangan selama 6 jam yang ditunjukkan oleh Tabel 6.

Tabel 6. Distribusi Curah Hujan Rancangan DAS Babura

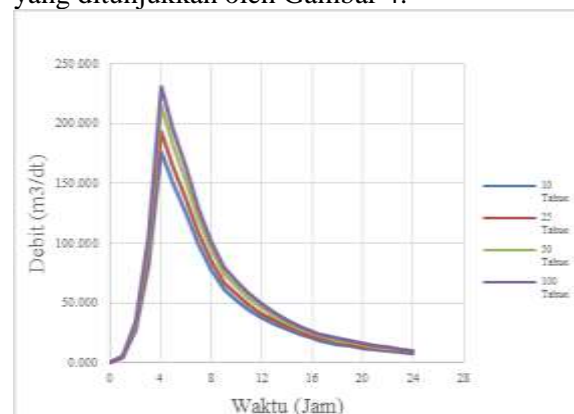
Periode Ulang	Hujan Rancangan	Rasio Nisbah Jam Ke-						Distribusi Curah Hujan Jam Ke-					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
10	139.48	0.55	0.14	0.1	0.08	0.07	0.06	76.71	19.53	13.95	11.16	9.764	8.369
25	152.59	0.55	0.14	0.1	0.08	0.07	0.06	83.93	21.36	15.26	12.21	10.68	9.155
50	169.57	0.55	0.14	0.1	0.08	0.07	0.06	93.26	23.74	16.96	13.57	11.87	10.17
100	182.29	0.55	0.14	0.1	0.08	0.07	0.06	100.3	25.52	18.23	14.58	12.76	10.94

Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai Q masing-masing bagian lengkung hidograf untuk menentukan debit banjir hidograf sehingga diperoleh debit banjir rancangan yang ditunjukkan oleh Tabel 7.

Tabel 7. Debit Banjir Rancangan DAS Babura

Waktu (jam)	Debit Unit Hidograf (m <sup>3</sup> /dt)	Total Debit (m <sup>3</sup> /dt)			
		Periode Ulang			
		10	25	50	100
0	0.000	0.725	0.725	0.725	0.725
1	0.052	4.718	5.093	5.579	5.944
2	0.275	27.165	29.650	32.869	35.280
3	0.727	80.829	88.359	98.110	105.416
4	1.450	176.678	193.218	214.639	230.685
5	1.140	150.153	164.199	182.390	196.017
6	0.896	125.673	137.417	152.629	164.022
7	0.704	98.934	108.165	120.122	129.077
8	0.553	77.918	85.173	94.571	101.610
9	0.435	61.399	67.102	74.488	80.021
10	0.370	52.400	57.257	63.549	68.261
11	0.316	44.737	48.873	54.231	58.245
12	0.269	38.209	41.733	46.296	49.714
13	0.229	32.650	35.651	39.538	42.449
14	0.195	27.915	30.471	33.781	36.261
15	0.166	23.883	26.059	28.879	30.991
16	0.141	20.448	22.302	24.703	26.502
16.5	0.131	18.927	20.638	22.854	24.514
17	0.123	17.864	19.475	21.561	23.124
18	0.109	15.920	17.348	19.198	20.583
19	0.097	14.196	15.462	17.102	18.331
20	0.086	12.668	13.791	15.245	16.334
21	0.076	11.313	12.309	13.598	14.563
22	0.067	10.112	10.995	12.137	12.993
23	0.060	9.047	9.830	10.843	11.602
24	0.053	8.103	8.797	9.695	10.368

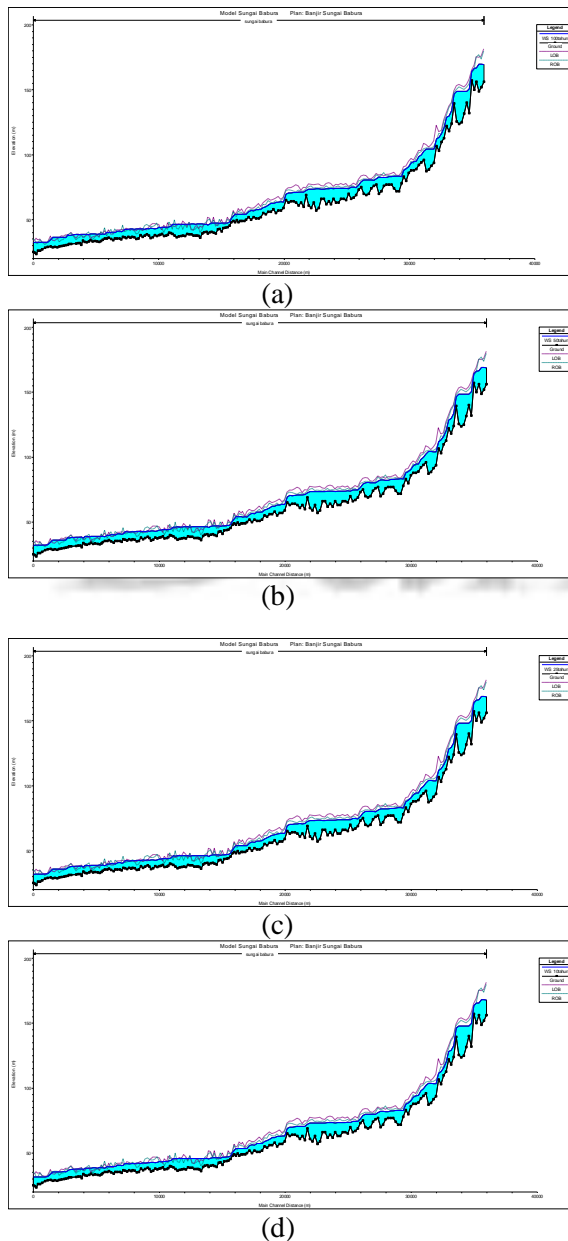
Dari hasil-hasil perhitungan diatas maka diperoleh Hidograf Satuan Sintetik Nakayasu yang ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu DAS Babura

### Analisis Potensi Banjir dengan Menggunakan HEC-RAS

Software HEC-RAS akan menghitung sendiri kapasitas penampang sungai dengan memasukkan data geometri sungai, debit rancangan, dan kondisi batas sehingga dapat diketahui bentuk penampang sungai, tinggi muka air dan kapasitas sungai mencukupi atau tidak. Hasil dari *running* HEC-RAS akan menampilkan kapasitas dan tinggi muka air. Gambar 5 menunjukkan profil memanjang dari Sungai Babura.

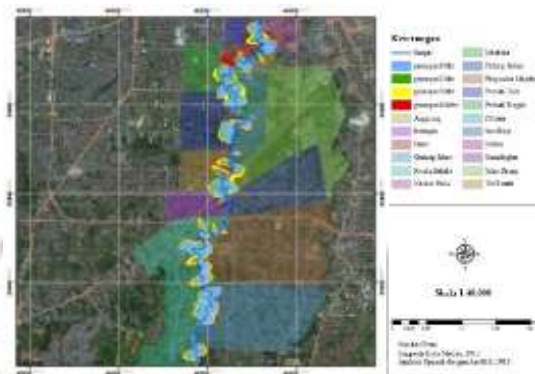


Gambar 5. Profil Memanjang Sungai Babura (a)  $Q_{100}$  tahun; (b)  $Q_{50}$  tahun; (c)  $Q_{25}$  tahun; (d)  $Q_{10}$  tahun

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa pada Sungai Babura air mulai melimpah pada jarak 5 km sampai 15 km dari hilir. Sedangkan pada bagian hulu tidak ada air yang melimpah.

### Prediksi Daerah Genangan Banjir dengan Sistem Informasi Geografis

Setelah diperoleh profil muka air sungai dalam keadaan banjir dengan HEC-RAS, maka dapat dilakukan pemodelan daerah genangan banjir dengan ArcGIS. Data dari HEC-RAS diimpor ke ArcGIS dengan bantuan *extension* berupa HEC-GeoRAS. Adapun data yang diimpor yaitu profil muka air sungai dalam keadaan banjir dengan  $Q_{100}$ ,  $Q_{50}$ ,  $Q_{25}$ , dan  $Q_{10}$  tahun. Hasil dari impor data tersebut ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Prediksi Daerah Genangan Banjir

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa  $Q_{100}$  tahun memiliki luas genangan yang paling besar yaitu sebesar  $2.34 \text{ km}^2$  dan luas genangan yang paling kecil yaitu  $Q_{10}$  tahun dengan luas  $1.57 \text{ km}^2$ . Hal ini menunjukkan bahwa debit banjir yang besar akan menghasilkan genangan yang semakin luas.

Untuk mengetahui daerah mana saja yang tergenang banjir, maka peta daerah genangan banjir ditumpangtindihkan dengan peta administrasi Kota Medan seperti pada Gambar 4. Sehingga diperoleh luas genangan pada setiap daerah/kelurahan yang ditunjukkan oleh Tabel 8.

**Tabel 8. Prediksi Luas Daerah Genangan Banjir dengan Q<sub>100</sub>, Q<sub>50</sub>, Q<sub>25</sub>, dan Q<sub>10</sub> Tahun**

Kecamatan	Daerah Genangan	Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )	Luas Genangan (km <sup>2</sup> )			
			Q <sub>100</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>25</sub>	Q <sub>10</sub>
Medan Baru	Darat	0.394	0.1476	0.0933	0.0778	0.0653
	Merdeka	0.905	0.0266	0.0375	0.0182	0.0089
	Padang Bulan	1.705	0.2399	0.2417	0.2044	0.1704
	Petisah Hulu	0.684	0.1255	0.1063	0.0779	0.0561
	Titi Rantai	1.003	0.1349	0.0967	0.0654	0.0457
Medan Polonia	Angerung	0.336	0.0802	0.0745	0.0606	0.054
	Polonia	1.345	0.2417	0.2487	0.1979	0.1666
	Madras Hulu	0.784	0.126	0.1135	0.0954	0.0839
Medan Selayang	Suka Damai	4.253	0.2059	0.178	0.132	0.1067
	Beringin	0.804	0.0513	0.0468	0.0349	0.0252
Medan Johor	Kwala Bekala	4.171	0.4636	0.4205	0.3256	0.2568
	Pangkalan Masyhur	4.493	0.229	0.2129	0.1893	0.1717
	Gedung Johor	3.753	0.2496	0.2304	0.2016	0.1777
<b>Total</b>			<b>2.3218</b>	<b>2.1005</b>	<b>1.6809</b>	<b>1.3892</b>

Dari Tabel 8 dapat diketahui bahwa daerah yang memiliki luas genangan yang paling luas yaitu Kelurahan Kwala Bekala, baik dengan Q<sub>100</sub>, Q<sub>50</sub>, Q<sub>25</sub>, ataupun Q<sub>10</sub> tahun. Sedangkan daerah yang memiliki luas genangan yang paling kecil yaitu Kelurahan Merdeka, baik dengan Q<sub>100</sub>, Q<sub>50</sub>, Q<sub>25</sub>, ataupun Q<sub>10</sub> tahun.

**Estimasi Kerugian Akibat Banjir**

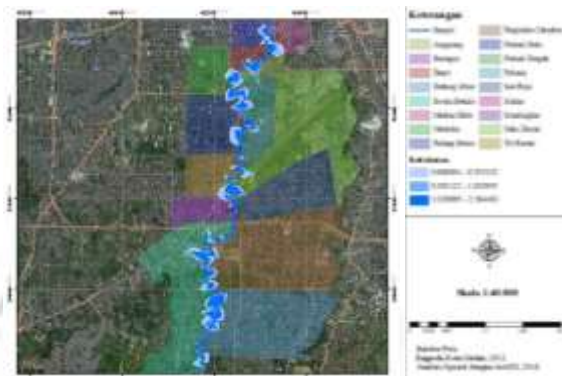
Dalam penelitian ini estimasi kerugian akibat banjir dihitung berdasarkan luas daerah genangan banjir, jumlah penduduk dan rumah yang dilanda banjir, Sedangkan biaya kerugian dihitung dengan mengacu kepada Penjelasan Menteri Negara PPN/Kepala Bappenas tentang hasil penilaian kerusakan dan kerugian pascabencana banjir awal Februari 2007 di wilayah Jabodetabek, yang ditunjukkan oleh Tabel 9.

Dalam estimasi biaya kerugian dihitung berdasarkan klasifikasi rusak ringan, rusak, dan rusak berat yang dijelaskan pada Tabel 9. Penentuan zona tersebut dibuat berdasarkan kedalaman banjir seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 7.

**Tabel 9. Perkiraan Nilai Kerusakan dan Kerugian Rumah**

Provinsi/Wilayah	Klasifikasi Kerusakan Rumah Terendam dan Prakiraan Nilai							
	Hilang		Rusak Berat		Rusak Ringan		Total	
	Unit	Rp 10jt/unit	Unit	Rp 20jt/unit	Unit	Rp 5jt/unit	Unit	Rp juta
<b>Provinsi DKI Jakarta</b>	<b>8,977</b>	<b>89,770</b>	<b>13,466</b>	<b>269,310</b>	<b>67,328</b>	<b>336,638</b>	<b>89,770</b>	<b>695,718</b>
1 Jakarta Pusat	1,529	15,289	2,293	45,867	11,467	57,334	15,289	118,490
2 Jakarta Utara	821	8,207	1,231	24,621	6,155	30,776	8,207	63,604
3 Jakarta Barat	663	6,627	994	19,881	4,970	24,851	6,627	51,359
4 Jakarta Selatan	2,330	23,297	3,495	69,891	17,473	87,364	23,297	180,552
5 Jakarta Timur	3,635	36,350	5,453	109,050	27,263	136,313	36,350	281,713
<b>Provinsi Jawa Barat</b>	<b>5,297</b>	<b>52,972</b>	<b>7,946</b>	<b>158,916</b>	<b>39,729</b>	<b>198,645</b>	<b>52,972</b>	<b>410,533</b>
1 Kota Bogor	45	453	68	1,359	340	1,699	453	3,511
2 Kabupaten Bogor	59	589	88	1,767	442	2,209	589	4,565
3 Kota Depok	608	6,083	912	18,249	4,562	22,811	6,083	47,143
4 Kota Bekasi	962	9,624	1,444	28,872	7,218	36,090	9,624	74,586
5 Kabupaten Bekasi	3,622	36,223	5,433	108,669	27,167	135,836	36,223	280,728
<b>Provinsi Banten</b>	<b>300</b>	<b>3,000</b>	<b>450</b>	<b>9,000</b>	<b>2,250</b>	<b>11,250</b>	<b>3,000</b>	<b>23,250</b>
1 Kota Tangerang	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Kabupaten Tangerang	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>14,574</b>	<b>145,742</b>	<b>21,861</b>	<b>440,307</b>	<b>109,307</b>	<b>655,356</b>	<b>145,742</b>	<b>1,129,501</b>

Sumber: Kementerian Negara PPN/Bappenas, 2007



**Gambar 7. Zona Kerusakan Berdasarkan Kedalaman Banjir Sungai Babura**

Hasil perhitungan estimasi kerugian dampak banjir akibat luapan Sungai Babura periode dijelaskan pada Tabel 10.

**Tabel 10. Estimasi Biaya Kerugian Akibat Banjir**

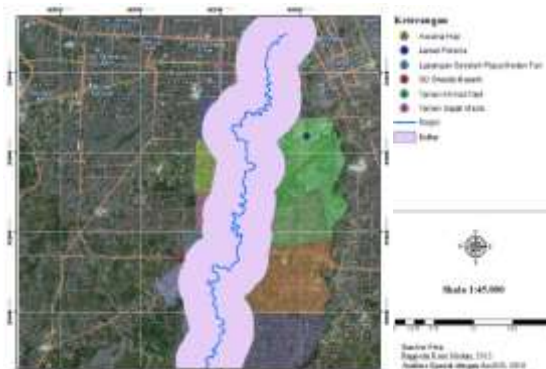
Kecamatan	Daerah Genangan	Estimasi Kerugian			
		Q <sub>100</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>25</sub>	Q <sub>10</sub>
Medan Baru	Darat	Rp 2,153,863,249	Rp 1,948,864,741	Rp 1,691,467,511	Rp 1,443,263,039
	Merdeka	Rp 367,559,823	Rp 332,576,537	Rp 288,651,334	Rp 246,294,888
	Padang Bulan	Rp 5,415,018,282	Rp 4,899,632,419	Rp 4,252,511,156	Rp 3,628,501,367
	Petisah Hulu	Rp 2,671,197,829	Rp 2,416,960,904	Rp 2,097,739,652	Rp 1,789,919,160
	Titi Rantai	Rp 2,996,997,607	Rp 2,711,751,996	Rp 2,353,596,072	Rp 2,008,231,431
Medan Polonia	Angerung	Rp 1,703,793,438	Rp 1,541,631,279	Rp 1,338,019,601	Rp 1,141,679,768
	Polonia	Rp 9,596,275,896	Rp 8,682,929,961	Rp 7,536,127,891	Rp 6,430,283,037
	Madras Hulu	Rp 1,603,903,967	Rp 1,451,249,001	Rp 1,259,574,605	Rp 1,074,745,723
Medan Selayang	Suka Damai	Rp 717,216,607	Rp 648,953,994	Rp 563,243,089	Rp 480,593,288
	Beringin	Rp 1,512,227,015	Rp 1,368,297,598	Rp 1,187,579,047	Rp 1,013,314,730
Medan Johor	Kwala Bekala	Rp 11,615,386,061	Rp 10,509,867,029	Rp 9,121,771,384	Rp 7,783,250,583
	Pangkalan Masyhur	Rp 5,886,226,643	Rp 5,325,992,523	Rp 4,622,559,549	Rp 3,944,249,180
	Gedung Johor	Rp 5,575,224,667	Rp 5,044,590,821	Rp 4,378,324,109	Rp 3,735,852,636
<b>Total</b>		<b>Rp 51,814,891,082</b>	<b>Rp 46,883,298,803</b>	<b>Rp 40,691,164,998</b>	<b>Rp 34,720,178,830</b>



**Penentuan Titik dan Jalur Evakuasi**

Dari Gambar 8 maka dapat ditentukan titik evakuasi yang memenuhi syarat, yaitu:

1. L  
apangan sebelah Plaza Medan Fair di Jalan Gatot Subroto yang menjadi titik evakuasi bagi Kelurahan Petisah Hulu.
2. T  
aman Gajah Mada di Jalan Gajah Mada yang menjadi titik evakuasi bagi Kelurahan Petisah Hulu, Kelurahan Merdeka, dan Kelurahan Darat.
3. T  
aman Ahmad Yani di Jalan Jendral Sudirman yang menjadi titik evakuasi bagi Kelurahan Madras Hulu dan Kelurahan Anggrung.
4. L  
lahan kosong bekas lapangan parkir Lapangan Udara Polonia di Jalan Polonia yang menjadi titik evakuasi bagi Kelurahan Polonia, Kelurahan Suka Damai, dan Kelurahan Anggrung.
5. S  
D Swasta Masehi di Jalan Ngumban Surbakti yang menjadi titik evakuasi bagi Kelurahan Padang Bulan, Kelurahan Titi Rantai, dan Kelurahan Beringin.
6. A  
srama Haji di Jalan A.H. Nasution yang menjadi titik evakuasi bagi Kelurahan Pangkalan Masyhur, Kelurahan Kwala Bekala, dan Kelurahan Gedung Johor.



**Gambar 8. Analisis Spasial Buffer**

Jalur evakuasi yang memenuhi syarat ditunjukkan oleh Gambar 9.



**Gambar 9. Jalur Evakuasi**

Dari Gambar 9 dapat ditentukan jalur evakuasi yang memenuhi syarat, yaitu:

1. K  
elurahan Petisah Hulu  
Jl. S. Parman – Jl. Sultan Hasanuddin –  
Jl. Gajah Mada – Jl. S. Parman – Jl.  
Gatot Subroto  
Jl. S. Parman – Jl. Hayam Wuruk – Jl.  
Iskandar Muda – Jl. Gajah Mada
2. K  
elurahan Merdeka  
Jl. K.H. Wahid Hasyim – Jl. D.I.  
Panjaitan – Jl. Gajah Mada
3. K  
elurahan Darat  
Jl. Darat – Jl. Iskandar Muda – Jl. Gajah  
Mada
4. K  
elurahan Madras Hulu  
Jl. Teuku Cik Ditiro – Jl. Jenderal  
Sudirman
5. K  
elurahan Anggrung  
Jl. Monginsidi – Jl. Doktor Cipto – Jl. Ir.  
H. Juanda – Jl. Masdulhak - Jl. Jenderal  
Sudirman  
Jl. Monginsidi – Jl. Perhubungan Udara-  
Jl. Mustang – Jl. Polonia
6. K  
elurahan Polonia  
Jl. Karya Sejati – Jl. Monginsidi – Jl.  
Perhubungan Udara- Jl. Mustang – Jl.  
Polonia
7. K  
elurahan Suka Damai  
Jl. Cinta Karya – Jl. Mawar – Jl. Teratai  
– Jl. Antariksa - Jl. Simpang Golf – Jl.  
Adi Sucipto – Jl. Polonia
8. K  
elurahan Padang Bulan  
Jl. Jamin Ginting – Jl. Ngumban  
Surbakti

9. elurahan Titi Rantai  
Jl. Jamin Ginting – Jl. Ngumban  
Surbakti
10. elurahan Beringin  
Jl. Jamin Ginting – Jl. Ngumban  
Surbakti
11. elurahan Kwala Bekala  
Jl. Pintu Air IV – Jl. A.H. Nasution
12. elurahan Pangkalan Masyhur  
Jl. Karya Bersama – Jl. Karya Wisata –  
Jl. A.H. Nasution
13. elurahan Gedung Johor  
Jl. Karya Wisata – Jl. Eka Warni – Jl.  
Karya Jaya - Jl. A.H. Nasution

## K DAFTAR PUSTAKA

- Demir, V. dan Kisi, O. 2016. *Flood Hazard Mapping by Using Geographic Information System and Hydraulic Model: Mert River, Samsun, Turkey*. Research Article. 2016(2677): 1-9.
- Handajani, N. 2005. *Analisa Distribusi Curah Hujan dengan Kala Ulang Tertentu*. Jurnal Rekayasa Perencanaan. Vol 1 No 3.
- Heimhuber, V., Hannemann, J.C., Rieger, W. 2015. *Flood Risk Management in Remote and Impoverished Areas—A Case Study of Onaville, Haiti*. Journal Water. 7:3832–3860.
- Kamiana, I. M. 2010. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Kurniawan, A. 2012. *Analisis Debit Banjir Rancangan Sungai Babura di Hilir Kawasan Kampus USU*. Skripsi. Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Mahbub, M. 2010. *Penuntun Praktikum Agrohidrologi: Menghitung Curah Hujan Rata-Rata*. Program Studi Ilmu Tanah Universitas Lambung Mangkurat: Banjarmasin.
- Quiroga, V.M., Kure, S., Udo, K. Mano, A. 2016. *Application of 2D Numerical Simulation for The Analysis of February 2014 Bolivian Amazonia Flood: Application of The New HEC-RAS Version 5*. Revista Iberoamericana del Agua. 25-33.
- Santoso, H. dan Taufik, M. 2009. *Studi Alternatif Jalur Evakuasi Bencana Banjir Dengan Menggunakan Teknologi SIG di Kabupaten Situbondo*. Skripsi. Program Studi Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Sole, A., Giosa, L., Copertino, V. 2007. *Risk Flood Areas, A Study Case: Basilicata Region*. River Basin Management. 104: 213-228.
- Stevens, M.R. dan Hanszchka, S. 2014. *Municipal Flood Hazard Mapping: The Case of British Columbia*,

## SIMPULAN

Analisis potensi banjir di DAS Babura dengan HEC-RAS menunjukkan bahwa daerah yang tergenang banjir dengan periode ulang 10 tahun memiliki luas genangan 1.40 km<sup>2</sup>; 25 tahun seluas 1.70 km<sup>2</sup>; 50 tahun seluas 2.12 km<sup>2</sup>; dan 100 tahun seluas 2.34 km<sup>2</sup>. Daerah yang tergenang banjir akibat meluapnya Sungai Babura terdiri dari 13 kelurahan, yaitu Kelurahan Darat, Merdeka, Padang Bulan, Petisah Hulu, Titi Rantai, Anggrung, Polonia, Madras Hulu, Suka Damai, Beringin, Kwala Bekala, Pangkalan Masyhur, dan Gedung Johor. Luas genangan yang paling besar terdapat di Kelurahan Kwala Bekala sedangkan luas genangan yang paling kecil terdapat di Kelurahan Merdeka. Estimasi biaya kerusakan rumah akibat banjir di DAS Babura dengan banjir periode ulang 10 tahun mencapai Rp31,576,604,685; 25 tahun mencapai Rp37,923,125,855; 50 tahun mencapai Rp47,386,601,837; dan 100 tahun mencapai Rp51,814,891,082. Dari analisis spasial dengan ArcGIS diperoleh enam titik evakuasi yang memenuhi syarat, yaitu Asrama Haji, Lapangan di sebelah Plaza Medan Fair Jalan Gatot Subroto, Lanud Polonia, Taman Ahmad Yani, Taman Gajah Mada, dan SD Swasta Masehi Jalan Ngumban Surbakti. Jalur evakuasi menuju titik-titik tersebut terdiri dari 15 jalur alternatif.

*Canada. Journal of Nat Hazards.*  
73:907–932.  
Tate, E.C., Maidment, D.R., Olivera, F.,  
Anderson, D.J. 2002. *Creating a*

*Terrain Model for Floodplain*  
*Mapping. Journal of Hydrologic*  
*Engineering.* 7(2): 100-108.

Dampak