

Pemodelan Spasial Genangan Banjir Akibat Gelombang Pasang di Wilayah Pesisir Kota Mataram

Mohamad Rio Rahmanto dan Cahyono Susetyo
Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Desain dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: cahyono_s@urplan.its.ac.id

Abstrak—Dampak kenaikan muka air laut di Kota Mataram menyebabkan 6 (enam) Kelurahan di 2 (dua) Kecamatan terdampak banjir tiap tahunnya. Untuk mencegah kerusakan yang lebih parah, solusi yang dapat dilakukan adalah membuat pemodelan wilayah terdampak banjir sebagai acuan dalam perencanaan pembangunan kedepannya. Pada bulan Januari 2017, gelombang pasang merendam 1.161 rumah warga di tujuh kelurahan mencakup dua kecamatan, yakni Ampenan dan Sekarbela. Di Ampenan ada empat kelurahan yang terkena dampaknya, yaitu Kelurahan Bintaro, Ampenan Tengah, Banjar, dan Ampenan Selatan. Kecamatan Sekarbela: Kelurahan Tanjung Karang Permai, Tanjung Karang, dan Jempong Baru. Dari hasil model dapat diketahui bahwa : (1) Aspek yang paling berpengaruh dalam menentukan seberapa luas banjir ialah ketelitian dari data Digital Elevation Model. (2) Luasan wilayah banjir tahun 2016 seluas 102,866 ha, tahun 2066 seluas 145,7638 ha, dan tahun 2116 seluas 187,8490 ha. Wilayah yang tergenang sebagian besar berupa permukiman dan kawasan pertanian.

Kata Kunci—Banjir, Kenaikan Muka Air Laut, Raster Calculator, Digital Elevation Model.

I. PENDAHULUAN

PEMANASAN global ialah meningkatnya temperatur suhu rata-rata di atmosfer, laut dan daratan di bumi. Peningkatan yang cukup drastis ini disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam. Hasil dari pembakaran bahan bakar fosil melepaskan karbon dioksida dan gas-gas lainnya yang dikenal sebagai gas rumah kaca ke atmosfer bumi [1]

Akibat dari meningkatnya konsentrasi CO₂, muncul beberapa dampak seperti yang dilansir dari stasiun meteorologi di Kutub Utara telah menunjukkan adanya peningkatan temperatur suhu tahunan hingga 1°C dalam satu generasi terakhir. Dampak buruk dari meningkatnya suhu tersebut adalah melelehnya gletser (*melting of glaciers*) dan tenggelamnya bongkahan es di wilayah Alaska dan Siberia, sehingga dapat menyebabkan naiknya permukaan laut hingga mampu menenggelamkan pulau-pulau dan menimbulkan banjir besar di berbagai wilayah dataran rendah [2]

Sejak 1861 hingga 2005 telah terjadi peningkatan suhu di bumi 0,6 – 0,7°C, sementara itu diprediksi pada tahun 2100 suhu di bumi meningkat 1,4 – 5,8°C [3] Jika terjadi peningkatan temperatur bumi sampai 2°C, maka akan banyak terjadi gelombang pasang di daerah pantai setiap tahunnya dan

mempengaruhi kehidupan jutaan orang yang tinggal di pantai. Pulau-pulau kecil dan dataran rendah dari garis pantai menjadi sangat rentan oleh gelombang pasang terutama di benua Afrika dan Asia [1]. Hasil proyeksi kenaikan muka air laut untuk wilayah Indonesia, yang menunjukkan wilayah Indonesia mengalami kehilangan daratan-daratan akibat kenaikan muka air laut. Jika diambil hasil proyeksi untuk tahun 2010, 2050 dan 2100 dengan daratan yang hilang secara berturut-turut seluas 7408 km², 30120 km², 90260 km². [4]

Selain itu, jika suhu bumi terus meningkat *El Nino* akan lebih sering terjadi di Indonesia. *El Nino* ialah fenomena di lautan Pasifik dimana lautan yang hangat mengalir di pantai barat Ekuador dan Peru yang mengakibatkan perubahan iklim yang sangat genting dan biasanya terjadi pada bulan Desember. Dampaknya jika temperatur di permukaan air meningkat, maka badai tropis akan lebih sering terjadi karena air akan lebih cepat menguap dan angin bertiup lebih kencang seperti topan badai [1]

Wilayah pesisir yang merupakan batas antara darat dan laut menjadikannya sebagai daerah yang cukup berpotensi, terbukti sebagian besar masyarakat Indonesia tersebar didalamnya. Secara sosial, wilayah pesisir dihuni tidak kurang dari 110 juta jiwa atau 60% dari penduduk Indonesia yang bertempat tinggal dalam radius 50 km dari garis pantai. [5] Secara geografis, sisi barat Kota Mataram berbatasan langsung dengan Selat Lombok. Kota Mataram memiliki garis pantai dengan panjang 9 Km (kilometer) membentang dari utara hingga selatan. Dalam RTRW Kota Mataram Tahun 2011-2031, wilayah yang berbatasan langsung dengan pesisir ialah Kecamatan Ampenan dan Kecamatan Serkarbela. Gelombang pasang yang terjadi di wilayah pesisir Kota Mataram terjadi setiap tahunnya pada musim angin barat atau sekitar bulan Juni hingga Desember.

Di 2 (dua) Kecamatan tersebut terdapat 15 (lima belas) Kelurahan, 6 (enam) Kelurahan diantaranya (Bintaro, Ampenan Tengah, Ampenan Selatan, Tanjung Karang Permai, Tanjung Karang, dan Jempong Baru) terkena banjir akibat gelombang pasang. Selama bulan Mei 2016 dampak dari gelombang pasang di 6 (enam) Kelurahan tersebut mengakibatkan 3 (tiga) rumah rusak berat, 2 (dua) perahu milik nelayan hancur, 42 (empat puluh dua) kepala keluarga mengungsi, serta ratusan rumah terendam. [6] Menurut aturan sempadan pantai sekitar 100 meter, tetapi kondisi saat ini masih banyak rumah penduduk yang dibangun bahkan kurang dari 50 meter dari sempadan pantai [7]

Bukan tidak mungkin, sisi barat Kota Mataram yaitu Kecamatan Ampenan dan Kecamatan Sekarbela di 50 tahun mendatang terendam banjir gelombang pasang akibat perubahan iklim disertai peningkatan ketinggian permukaan air laut yang merupakan efek dari pemanasan global. Untuk itu, perlu dilakukan sebuah pemodelan luasan wilayah yang terdampak banjir akibat gelombang pasang guna mengurangi korban jiwa dan kerugian secara materi di masa mendatang.

II. METODE PENELITIAN

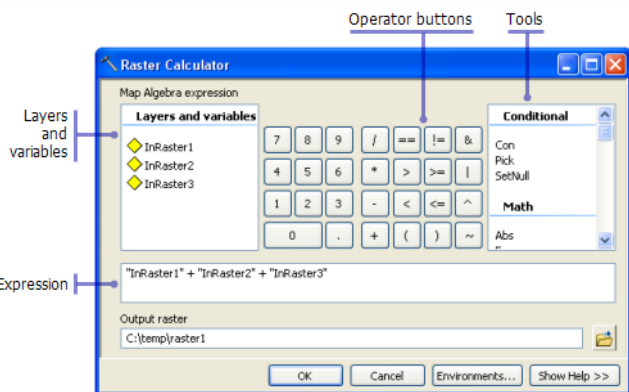
A. Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data *spot height* berupa data titik kontrol suatu ketinggian dengan wilayah data untuk Kota Mataram yang didapat dari survei sekunder ke instansi Badan Informasi Geospasial (BIG). Selain itu, penelitian ini juga menggunakan data pasang surut air laut untuk silayah perairan Selat Lombok yang didapat melalui survei sekunder pada buku pasang surut perairan Indonesia 2016 yang didapat dari instansi BAKOSURTANAL.

B. Identifikasi Luasan Wilayah Eksisting Terdampak Banjir Akibat Gelombang Pasang

Tahapan awal yang dilakukan ialah proses pengolahan data *spot height* menggunakan metode interpolasi *kriging*. Metode *kriging* dipilih karena memiliki nilai tingkat *error* yang paling rendah dibanding metode interpolasi lainnya. Hasil dari metode interpolasi *kriging* ialah berupa peta DEM (*Digital Elevation Model*). Selanjutnya hasil DEM tersebut diubah ke dalam bentuk *raster* untuk selanjutnya akan digunakan sebagai input analisis *raster calculator*.

Selanjutnya dilakukan penentuan pasang tertinggi dalam data tahun terakhir, yakni data pasang surut Tahun 2016. Setelah pasang tertinggi sudah ditentukan, maka barulah bisa dijalankan analisis *raster calculator*. Tampilan *interface raster calculator* seperti gambar di bawah ini :



Gambar 1. Ilustrasi *Raster Calculator*

Selanjutnya, masukkan formula yang terdiri dari data interpolasi berupa DEM serta pasang tertinggi. Berikut ialah formula yang digunakan :

$$\text{BanjirEksisting} = \text{CON}([\text{RasterDEM}] \leq [\text{PasangTertinggi}], 1, 0) \quad (1)$$

Angka “1” pada *raster* menunjukkan daerah tergenang, sedangkan angka “0” menunjukkan daerah yang tidak tergenang banjir.

C. Membuat Pemodelan Genangan Banjir Pasang 2016- 2116

Kenaikan muka air laut untuk Selat Lombok rata-rata 6mm/tahun [8]. Untuk itu, digunakanlah rumus penentuan pasang tertinggi tahun prediksi dengan menggunakan persamaan yang diadaptasi dari [9]

$$\text{SLRp} = \text{SLRr} * (\text{Yp} - \text{Yb}) \quad (2)$$

$$\text{TLmax} = \text{HHWL} + \text{SLRp} \quad (3)$$

Keterangan :

SLRp : Sea level rise prediction; prediksi tinggi kenaikan muka air laut

SLRr : Sea level rise rates; tinggi kenaikan muka air laut per tahun

Yp : Year prediction; tahun prediksi

Yb : Year basis; tahun basis

TLmax : Tide level maximum; tinggi muka air pasang maksimum tahun prediksi

HHWL : Highest high water level; muka air tinggi tertinggi (air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati)

Selanjutnya, masukkan formula yang terdiri dari data interpolasi berupa DEM serta pasang tertinggi tahun prediksi. Berikut ialah formula yang digunakan :

$$\text{BanjirTahunPrediksi} = \text{CON}([\text{RasterDEM}] \leq [\text{PasangTertinggi TahunPrediksi}], 1, 0) \quad (4)$$

Setelah itu klik “OK” maka *raster* luasan banjir pasang tahun prediksi akan muncul. Angka “1” pada *raster* menunjukkan daerah tergenang, sedangkan angka “0” menunjukkan daerah yang tidak tergenang banjir.

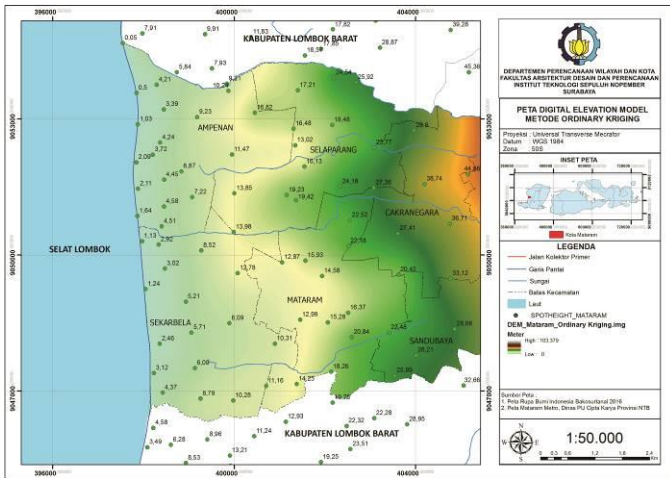
D. Identifikasi Luasan Penggunaan Lahan Terdampak Banjir di Wilayah Pesisir Kota Mataram 2016-2116

Untuk mengetahui penggunaan lahan apa saja yang terdampak banjir, dilakukan analisis *overlay*. Analisis *overlay* yang digunakan kali ini adalah analisis *overlay* jenis *intersect*. *Overlay intersect* ini diperlukan dalam penelitian ini untuk memperoleh dan menggabungkan informasi penggunaan lahan pada beberapa periode yang berbeda untuk kemudian dilakukan perbandingan dan interpretasi secara langsung maupun untuk mempermudah dalam melakukan penghitungan luas lahan yang terdampak genangan banjir akibat gelombang pasang.

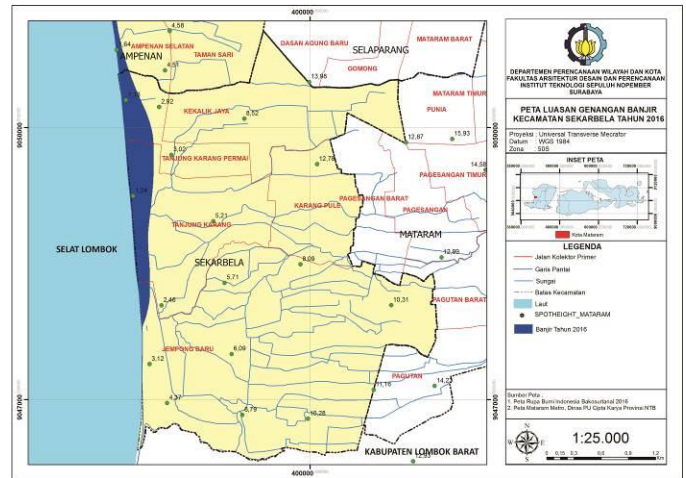
III. HASIL DAN DISKUSI

A. Identifikasi Luasan Wilayah Eksisting Terdampak Banjir Akibat Gelombang Pasang

Berikut ialah hasil interpolasi *kriging* dari data *spot height* wilayah Kota Mataram :



Gambar 2. DEM Interpolasi Kriging



Gambar 4. Luasan Banjir Tahun 2016 Kecamatan Sekarbela

Adapun ketinggian pasang surut tertinggi tahun 2016 ialah setinggi 2,00 meter. Dengan kata lain, ketinggian banjir yang mengenai wilayah pesisir Kota Mataram ialah wilayah dengan ketinggian 0-2 meter. Setelah itu, dilakukan analisis *raster calculator* dengan ketinggian banjir 2 meter, maka didapati luasan wilayah yang tergenang sebagai berikut :

Tabel 1. Luasan Banjir Tahun 2016 Per Kelurahan

Kecamatan	Kelurahan	Luas Banjir (Ha)
Ampenan	Banjir	1,5045
	Bintaro	35,7923
	Ampenan Selatan	7,2231
Ampenan Tengah	Ampenan Tengah	3,3886
	Ampenan Tengah	3,3886
Sekarbela	Jempong Baru	4,2405
	Tanjung Karang Permai	17,793
	Tanjung Karang	32,924
Total		102,866

B. Pemodelan Genangan Banjir Pasang Tahun 2016-2116

Dengan diketahui bahwa tinggi muka air laut (HHWL) tahun 2016 setinggi 2,00 meter. Berdasarkan penelitian yang dilakukan [8] menyebutkan bahwa data kenaikan muka air laut Selat Lombok ialah sebesar 6mm/tahun. Maka formula yang digunakan ialah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 SLR2066 &= 6\text{mm} * (2066 - 2016) \\
 &= 6\text{mm} * 50 \\
 &= 300\text{mm} (0,3 \text{ meter})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 TL2066 &= 2,00 + 0,3 \\
 &= 2,30 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SLR2116 &= 6\text{mm} * (2116 - 2016) \\
 &= 6\text{mm} * 100 \\
 &= 600\text{mm} (0,6 \text{ meter})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 TL2066 &= 2,00 + 0,6 \\
 &= 2,60 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan, maka ketinggian muka air laut untuk tahun 2066 ialah setinggi 2,3 meter dan ketinggian muka air laut untuk tahun 2116 ialah setinggi 2,6 meter. selanjutnya ialah menjalankan analisis *raster calculator* dengan formula sebagai berikut :

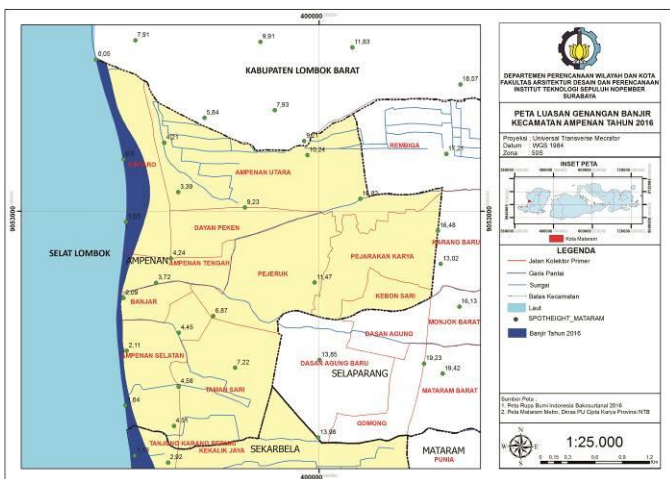
$$\text{Banjir2066} = \text{CON}([\text{DEM_Mataram_Kriging.img}] <= 2.3, 1, 0)$$

$$\text{Banjir2116} = \text{CON}([\text{DEM_Mataram_Kriging.img}] <= 2.6, 1, 0)$$

Setelah dilakukan analisis *raster calculator* didapati bahwa luasan banjir yang terjadi di Kecamatan Ampenan dan Kecamatan Sekarbela tahun 2016, 2066 dan 2116 ialah sebagai berikut :

Tabel 2. Luasan Banjir Tahun 2016, 2066 dan 2116 Per Kelurahan

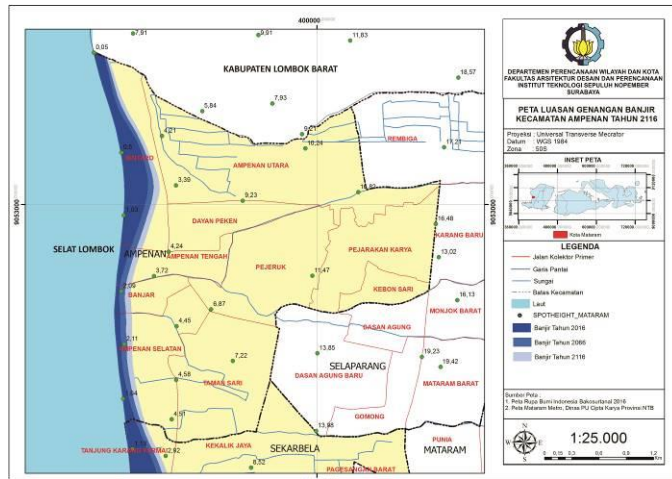
Kecamatan	Kelurahan	Luas Banjir 2016(Ha)	Luas Banjir 2066 (Ha)	Luas Banjir 2116 (ha)
Ampenan	Banjir	1,5045	3,5238	5,6261
	Bintaro	35,7923	46,0313	56,2988
Ampenan	Ampenan Selatan	7,2231	14,0421	20,8605
	Ampenan Tengah	3,3886	6,0062	8,4498
Sekarbela	Jempong Baru	4,2405	8,5729	11,6570



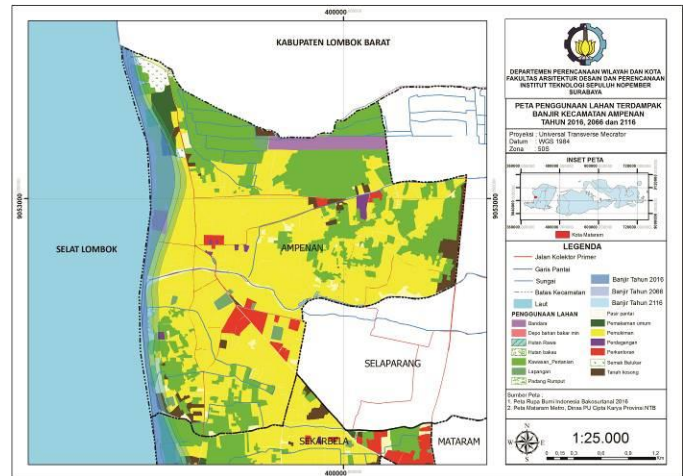
Gambar 3. Luasan Banjir Tahun 2016 Kecamatan Ampenan

Tanjung Karang Permai	17,793	22,0713	27,4643
Tanjung Karang	32,924	45,5162	57,4309
Kekalik Jaya	-	-	0,0613
Total	102,866	145,7638	187,849

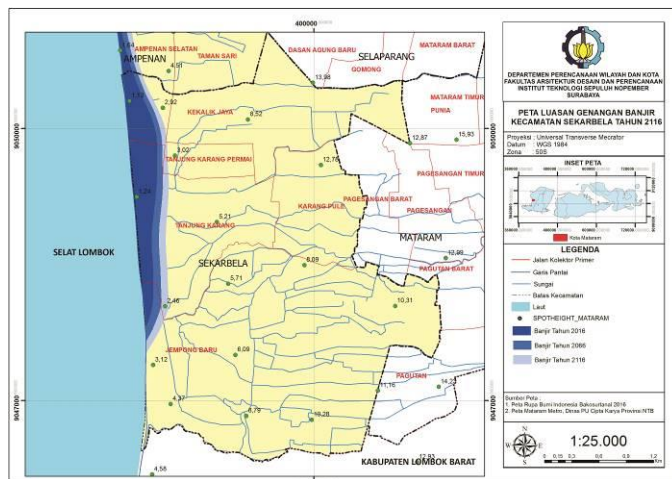
Hutan bakau	2,739779	4,138384	4,394069
Hutan Rawa	1,687962	1,845646	1,950927
Kawasan_Pertanian	20,60718	34,46084	45,52131
Lapangan	-	-	0,158304
Pasir pantai	20,18487	21,17172	21,43614
Pemakaman umum	1,553205	3,192157	5,591685
Pemukiman	23,59923	37,17769	54,85012
Perdagangan	-	-	0,122822
Semak Belukar	0,354479	0,584942	1,025586
Tanah kosong	8,576719	12,40989	16,60838
Total	85,00659	121,3794	158,0574



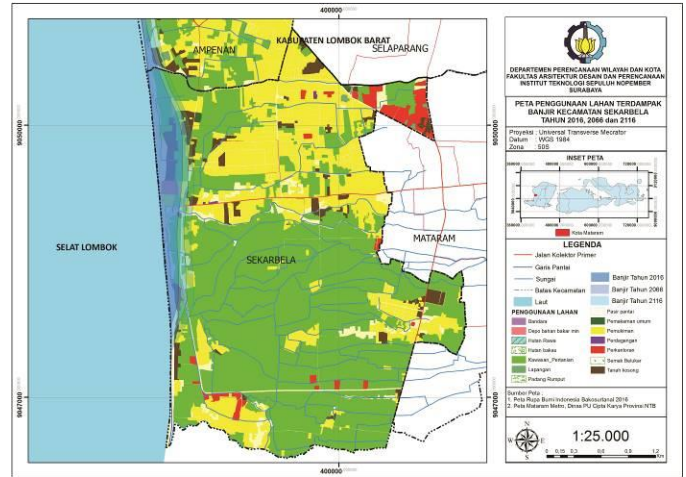
Gambar 5. Luasan Banjir Tahun 2016, 2066 dan 2116 Kecamatan Ampenan



Gambar 7. Luas Penggunaan Lahan Terdampak Banjir Tahun 2016, 2066 dan 2116 Kecamatan Ampenan



Gambar 6. Luasan Banjir Tahun 2016, 2066 dan 2116 Kecamatan Sekarbela



Gambar 8. Luas Penggunaan Lahan Terdampak Banjir Tahun 2016, 2066 dan 2116 Kecamatan Sekarbela

C. Penggunaan Lahan Terdampak Banjir di Wilayah Pesisir Kota Mataram Tahun 2016-2116

Berdasarkan hasil analisis *overlay*, pada tahun 2016 dan 2066, terdapat 9 jenis penggunaan lahan yang terendam banjir, diantaranya depo bahan bakar mini, hutan bakau, hutan rawa, kawasan pertanian, pasir pantai, pemakaman umum, permukiman, semak belukar, dan tanah kosong. Sedangkan tahun 2116 terjadi penambahan jenis penggunaan lahan yang terendam banjir, yakni lapangan dan perdagangan. Berikut ialah luasan penggunaan lahan yang terdampak banjir :

Tabel 3.

Luas Penggunaan Lahan Terdampak Banjir Tahun 2016, 2066 dan 2116

Penggunaan Lahan	Tahun		
	2016	2066	2116
Depo bahan bakar min	5,703173	6,398093	6,398093

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh proses analisis yang telah dilakukan untuk menghasilkan pemodelan banjir akibat gelombang pasang di wilayah pesisir Kota Mataram, ada beberapa poin yang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Model yang terbentuk untuk menghasilkan proyeksi luasan banjir akibat gelombang pasang ialah
2. $BanjirTahunPrediksi=CON([RasterDEM]<=[HHWL+SLR], 1,0$
3. Aspek yang paling berpengaruh dalam menentukan seberapa luas banjir ialah ketelitian dari data *Digital Elevation Model*.
4. Luasan wilayah banjir tahun 2016 seluas 102,866 ha, tahun 2066 seluas 145,7638 ha, dan tahun 2116 seluas 187,8490 ha. Wilayah yang tergenang sebagian besar berupa permukiman dan kawasan pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- | | |
|--|---|
| <p>[1] D. Subiantoro, <i>Global Warming For Beginner</i>. Yogyakarta: Penembahan Yogyakarta, 2008.</p> <p>[2] G. W. Anderson, "Implications of Global Climate Change in Alaska</p> | <p>and the Bering Sea Regions," <i>Univ. Alaska</i>, 1998.</p> <p>[3] IPCC, <i>Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i>. Washington D.C., 2006.</p> <p>[4] I. Susandi, A., & Herlianti, "Dampak Perubahan Iklim Terhadap Ketinggian Muka Air Laut di Wilayah Banjarmasin," <i>Inst. Teknol. Bandung</i>, 2008.</p> <p>[5] M. P. Wilayah, "Tinjauan Aspek Penataan Ruang Dalam Pengelolaan Wilayah Laut dan Pesisir," in <i>Seminar Umum Dies Natalies ITS Ke-43</i>, 2003.</p> <p>[6] T. K. Mataram, <i>TAGANA Kota Mataram</i>. Mataram, 2016.</p> <p>[7] H. Supardi, "antara.news.com, Interviewer," 2016. [Online]. Available: antara.news.com, Interviewer.</p> <p>[8] I. Sofian, I., & Nahib, "Proyeksi Tinggi Kenaikan Muka Air Laut dengan Menggunakan Data Altimetri dan Model IPCC-AR4," <i>Globè Vol.</i>, vol. 12, no. 2, pp. 173–181, 2010.</p> <p>[9] N. A. Pratomatmojo, "Landuse Change Modelling Under Tidal Flood Scenario by Means of Markov-Cellular Automata in Pekalongan Municipal," <i>Univ. Gajah Mada</i>, 2012.</p> |
|--|---|