

Rekomendasi Adaptasi dan Mitigasi Bencana Banjir di Kawasan Rawan Bencana (KRB) Banjir Kota Bima

Recommendations for Adaptation and Mitigation of Flood Disaster in Disaster Prone Areas of Bima City

Rizki Kirana Yuniartanti^{1*}

¹Kementerian Agraria dan Tata Ruang, Jalan Raden Patah 1 Nomor 1, Jakarta Selatan 12014, Indonesia;

*Penulis korespondensi. *e-mail*: rizki.kirana@gmail.com

(Diterima: 18 Maret 2018; Disetujui: 29 Juni 2018)

ABSTRACT

Flood disaster occurred on December 21, 2016, December 23, 2016, and January 2, 2017 in Bima city area, covering Mpunda district, Rasanae Timur district, Asakota district, Rasanae Barat district, and Raba district. The urban area is the most affected area of flash flood, mainly residential areas that are located more than 50 meters from the flood plains, with flood heights ranging from 1 to 4 meters. The main factor that caused flood disaster is high rainfall. In addition to the hydrometeorological factor, flood in Bima city was caused by various factors, including its location at a basin area, flood plains that are utilized for settlements nowadays, silting downstreams, poor management of drainage systems, reduced vegetation-cover in the upstream, and narrowing of river bodies. Looking at the problems and challenges of the hydrometeorological disaster, this research aims to recommend adaptation and mitigation for flood disaster and space utilization conversion in disaster prone areas of Bima city. Analytical methods used in this research includes participatory mapping to delineate the flood affected area, HEC-RAS and HEC-GEORAS to map and model flood hazards, and quantitative descriptive to describe data and information. Output of this research are adaptation and mitigation recommendations based on the mapping of flood hazard areas and the modeling of flood disaster prone areas.

Keywords: adaptation, flood, mitigation

ABSTRAK

Bencana banjir bandang terjadi pada tanggal 21 Desember 2016, 23 Desember 2016 dan 2 Januari 2017 di Kota Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Kawasan perkotaan menjadi kawasan paling terdampak banjir bandang, terutama kawasan permukiman yang berjarak lebih dari 50 meter dari sempadan sungai, dengan ketinggian genangan banjir bervariasi, berkisar 1 hingga 4 meter. Faktor utama penyebab banjir adalah curah hujan yang tinggi. Selain faktor hidrometeorologi, banjir di Bima disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya kawasan Kota Bima sebagai cekungan, hilangnya fungsi sempadan sungai yang saat ini banyak yang menjadi kawasan permukiman, pendangkalan pada bagian hilir sungai, sistem drainase perkotaan yang buruk, berkurangnya tutupan vegetasi pada bagian hulu, serta penyempitan badan sungai. Melihat permasalahan dan tantangan terhadap bencana hidrometeorologi yang semakin meningkat, maka kajian ini bertujuan untuk memberikan arahan rekomendasi adaptasi dan mitigasi di KRB Banjir Kota Bima. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemetaan partisipatif untuk mendelineasi kawasan terdampak banjir, pemetaan dan pemodelan bahaya banjir dengan HEC-RAS dan HEC-

GEORAS untuk menghasilkan simulasi debit dan juga deskriptif kuantitatif untuk mengulas data dan informasi dalam kajian ini. Kajian ini menghasilkan keluaran rekomendasi adaptasi dan mitigasi yang sesuai dengan pemetaan kawasan terdampak banjir dan pemodelan bahaya banjir.

Kata kunci: adaptasi, banjir, mitigasi

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah rawan bencana, karena letaknya berada di *ring of fire* (Soemabrata, *et al.*, 2018), sehingga sangat berpotensi akan terjadinya bencana alam. Pada umumnya bencana alam di Indonesia meliputi bencana akibat faktor geologi (Arsyad & Riadi, 2013) dan bencana akibat hidrometeorologi (Adi, 2013; Yanto, *et al.*, 2017).

United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR) menyatakan bahwa bencana hidrometeorologi semakin meningkat tiap tahunnya di negara-negara di Asia termasuk Indonesia. Curah hujan berskala normal hingga tinggi terjadi di beberapa wilayah Indonesia pada periode 2015 hingga 2016. Pada tahun 2016 curah hujan di bawah normal dan normal terjadi di wilayah Indonesia bagian tengah dan barat dan di atas normal untuk Indonesia bagian timur (Buletin Pemantauan Ketahanan Pangan Indonesia: Fokus Utama Cuaca Ekstrim, 2016).

Efek terbesar dari terganggunya siklus hidrometeorologi adalah bencana banjir. Berdasarkan Data dan Informasi Bencana Indonesia (BNPB, 2016), total kejadian banjir di Indonesia tahun 2012 hingga 2016 sebanyak 3,062 kejadian. Akhir tahun 2016, terjadi hujan dengan intensitas tinggi akibat adanya siklon tropis Yvette yang posisinya di Samudera Hindia Selatan Bali, sekitar 620 km sebelah selatan Denpasar dengan arah dan kecepatan gerak Utara Timur Laut. Adanya siklon tropis tersebut menyebabkan hujan ekstrim di beberapa wilayah di Nusa Tenggara Barat (NTB) di antaranya Bima dan Sumbawa.

Bencana banjir bandang di Bima terjadi pada tanggal 21 Desember 2016, 23 Desember 2016, dan 2 Januari 2017. Bencana banjir bandang mulai menerjang pada pukul 15.30 WITA di Kota Bima dengan ketinggian

genangan 1 sampai dengan 4 meter. Wilayah terdampak di Kota Bima adalah Kecamatan Mpunda, Kecamatan Rasanae Timur, Kecamatan Asakota, Kecamatan Rasanae Barat, dan Kecamatan Raba. Kejadian banjir pada 23 Desember 2016 disebabkan peningkatan pertumbuhan awan yang meluas, sehingga menyebabkan hujan dengan intensitas tinggi di seluruh Kota Bima. Banjir menerjang Kota Bima sejak pukul 14.30 WITA. Di Kota Bima, banjir melanda lima wilayah kecamatan. Kejadian banjir berikutnya terjadi pada 2 Januari 2017, dengan dampak tidak separah banjir tanggal 21 Desember 2016 dan 23 Desember 2016.

Kawasan perkotaan menjadi kawasan paling terdampak banjir bandang tanggal 21 Desember 2016 dan 23 Desember 2016, terutama kawasan permukiman yang berjarak lebih dari 50 meter dari sempadan sungai, dengan ketinggian genangan banjir bervariasi, berkisar 1 sampai dengan 4 meter. Faktor utama penyebab banjir adalah curah hujan yang tinggi. Selain faktor hidrometeorologi, banjir di Bima disebabkan oleh berbagai faktor, di antaranya kawasan Kota Bima sebagai cekungan, hilangnya fungsi sempadan sungai yang saat ini banyak yang menjadi kawasan permukiman, pendangkalan pada bagian hilir sungai, sistem drainase perkotaan yang buruk, berkurangnya tutupan vegetasi pada bagian hulu, serta penyempitan badan sungai. (Hasil pengamatan Tim Kaji Cepat Kementerian ATR/BPN, 28 Desember 2017).

Dengan melihat permasalahan dan potensi bencana di Kota Bima, maka kajian ini bertujuan merumuskan rekomendasi adaptasi dan mitigasi sesuai pemetaan kawasan rawan bencana banjir dan pemodelan bahaya banjir.

METODOLOGI

Kajian “Rekomendasi Adaptasi dan Mitigasi di Kawasan Rawan Bencana (KRB) Banjir Kota Bima” dilaksanakan pada tahun 2017. Dengan unit pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Rontu dan unit administrasi Kota Bima seperti pada Gambar 1.

Dalam kajian ini memerlukan data primer dan sekunder yang didapatkan dari observasi lapangan maupun pengumpulan data dari Kementerian/Lembaga, Pemerintah Daerah Kota Bima, dan juga informasi dari masyarakat. Data primer dan sekunder yang didapatkan dari Kementerian/Lembaga dan Pemerintah Daerah Kota Bima berupa program kegiatan penanggulangan bencana, potensi bencana banjir, dan konsultasi terhadap pemodelan bahaya banjir. Informasi dari masyarakat berupa historis banjir di Kota Bima.

Observasi lapangan bertujuan untuk mengetahui historis dan wilayah terdampak banjir, berupa jejak banjir pada tahun 2016 hingga 2017, baik ketinggian genangan dan dampak yang ditimbulkan.

Pemodelan bahaya banjir Kota Bima menggunakan perangkat lunak HEC-RAS dan HEC-GEORAS, sehingga menghasilkan simulasi model banjir dalam kala ulang Q5, Q25, Q50, dan Q100 beserta luasan genangannya. Pemetaan dan pemodelan ini menghasilkan estimasi dan ketinggian banjir pada kala ulang tertentu (Santosa, 2006). Pemodelan berbasis spasial dapat dilakukan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan menggunakan data Digital Elevation Model (DEM) (Seniarwan *et al.*, 2013). Data yang digunakan dalam pemetaan dan pemodelan bahaya banjir dibedakan menjadi 2, yaitu data kualitatif, untuk mengidentifikasi karakteristik fisik perkotaan dan data kuantitatif, untuk merepresentasikan penampang dan bantaran sungai.

Setelah dilakukan pemetaan kawasan terdampak dan pemodelan beserta analisis spasial proyeksi genangan, maka dapat ditentukan rekomendasi adaptasi dan mitigasi bencana banjir di KRB banjir Kota Bima.

Tahapan analisis dalam kajian ini meliputi:

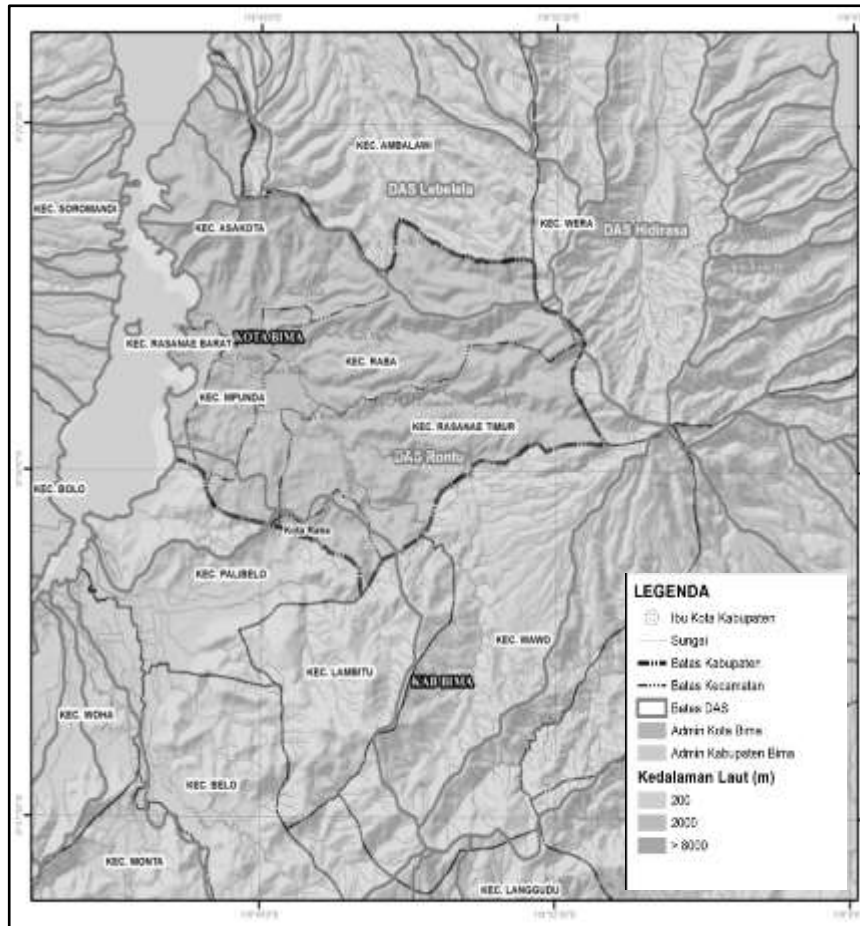
1. Identifikasi karakteristik wilayah Kota Bima beserta potensi dan masalah Kawasan Rawan Bencana (KRB) Bima
2. Inventarisasi teori dan konsep penataan ruang kawasan rawan bencana
3. Observasi lapangan dan pemetaan partisipatif kawasan terdampak
4. Pengumpulan data guna *flood hazard mapping and modelling*
5. Observasi lapangan kawasan hulu DAS untuk mengidentifikasi peruntukan lahan eksisting dan indikasi adanya alih fungsi lahan
6. Inventarisasi kegiatan dan program mitigasi struktural dan non struktural yang berasal dari Pemerintah Pusat maupun Pemerintah Daerah
7. Penyusunan peta kawasan terdampak dan pemodelan beserta analisis spasial proyeksi genangan
8. Rekomendasi adaptasi dan mitigasi di KRB banjir Kota Bima

Kajian ini juga mengacu pada kebijakan pada level pusat hingga daerah yang mengatur tata ruang dan penanggulangan bencana, antara lain:

1. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana
2. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang
3. Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana
4. Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN)
5. Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2010 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang

6. Peraturan Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat Nomor 3 Tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2009-2029

7. Peraturan Daerah Kota Bima Nomor 4 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bima Tahun 2011-2031



Gambar 1. Delineasi Daerah Aliran Sungai (DAS) di Kota Bima dan daerah sekitarnya
 Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2017

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan terdiri atas tiga sub bagian yaitu: A). Pemetaan Kawasan Terdampak Banjir; B). Pemetaan dan Pemodelan Bahaya Banjir; dan C). Rekomendasi Adaptasi dan Mitigasi dan juga Perubahan Peruntukkan Ruang di KRB Banjir Kota Bima.

A. Pemetaan Kawasan Terdampak Banjir

Berdasarkan hasil observasi lapangan untuk mengetahui historis banjir dan kawasan terdampak banjir dan juga hasil pemetaan partisipatif maka dapat diketahui kawasan terdampak banjir, ketinggian banjir, dan

ketinggian genangan. Ketinggian genangan di kawasan terdampak banjir dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Luasan dari Ketinggian Genangan pada Kawasan Terdampak Banjir di Kota Bima

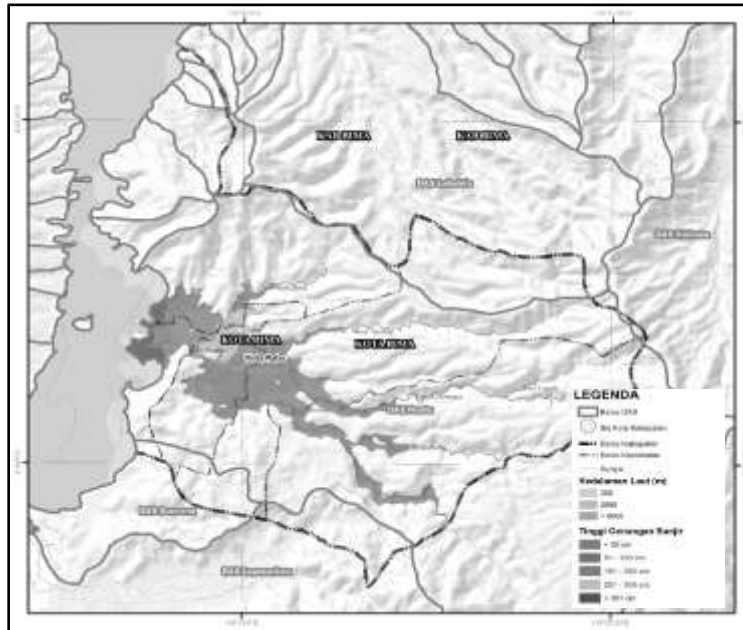
No.	Tinggi Genangan, Meter	Luasan, Hektar
1.	< 0.5	245.67
2.	0.51 – 1.5	924.70
3.	1.51 – 2.5	1,170.91
4.	2.51 – 3.5	225.42
5.	> 3.51	6.03
Total		2,578.13

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2017

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa tinggi genangan yang memiliki daerah terdampak paling luas adalah 1.51 hingga 2.50 m dengan luas 1,170.91 Ha. Sedangkan, tinggi genangan lebih dari 3.51 m menjadi yang luasannya paling kecil sebesar 6.03 Ha. Total luasan daerah terdampak seluas 2,578.13 Ha. Kecamatan yang memiliki ketinggian genangan

kurang dari 0.5 m adalah Kecamatan Rasanae Timur dan Kecamatan Asakota.

Sedangkan, kecamatan yang memiliki ketinggian genangan lebih dari 3.51 m adalah Kecamatan Rasanae Barat dan Kecamatan Mpunda. Peta ketinggian genangan pada kawasan terdampak banjir di Kota Bima dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta ketinggian genangan pada kawasan terdampak banjir di Kota Bima
Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2017

B. Pemodelan Bahaya Banjir

Pemodelan bahaya banjir dilakukan pada segmen Sungai Melayu dan Sungai Padolo pada DAS Rontu. Dari hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan baik luasan yang terdampak secara umum maupun luasan untuk masing-masing kedalaman. Secara signifikan terlihat bahwa pada debit banjir 100 tahunan luas terdampak banjir akan lebih luas dibandingkan dengan luasan wilayah terdampak pada debit banjir 5 tahunan dan debit banjir 25 tahunan, sehingga dalam merumuskan rekomendasi dipilih simulasi genangan banjir Q100. Begitupun luasan daerah terdampak pada masing-masing kedalaman yang berbeda sangat jelas terlihat bahwa semakin besar debit banjir yang disimulasikan maka luasan pada masing-masing kedalamanpun semakin luas, dengan kata lain sebagai contoh wilayah yang awalnya terdampak pada kedalaman antara 1 hingga 3 m

pada debit banjir 100 tahunan bisa berubah menjadi wilayah dengan kedalaman banjir lebih dari lebih dari 3 m, seperti pada Gambar 3. Luasan daerah terdampak banjir Sungai Pedolo dan Sungai Melayu pada simulasi debit Q5, Q25, Q50, dan Q100 dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Klasifikasi Luasan Daerah Terdampak Banjir Sungai Padolo pada Simulasi Debit Q5, Q25, Q50, dan Q100

No	Klasifikasi	Luasan, Hektar			
		Q5	Q25	Q50	Q100
1	≤ 1 m	72.5	78.6	81.8	85.6
2	1 m - 3 m	108.3	119.5	126.0	132.4
3	≥ 3 m	93.7	104.0	111.7	123.0
	Total	274.4	302.1	319.5	341.1

Sumber: Kajian Peningkatan Kualitas Tata Ruang Kawasan Rawan Bencana Banjir Kota Bima, 2017

Tabel 2. Luasan Daerah Terdampak Banjir Sungai Melayu pada Simulasi Debit Q5, Q25, Q50, dan Q100

No	Klasifikasi	Luasan, Hektar			
		Q5	Q25	Q50	Q100
1	≤ 1 m	117.2	121.2	113.5	113,5
2	1 m - 3 m	51.2	59.6	76.2	82.6
3	≥ 3 m		2.2	2.2	2.4
	Total	168.3	183.0	192.0	198.5

Sumber: kajian peningkatan kualitas tata ruang kawasan rawan bencana banjir Kota Bima, 2017

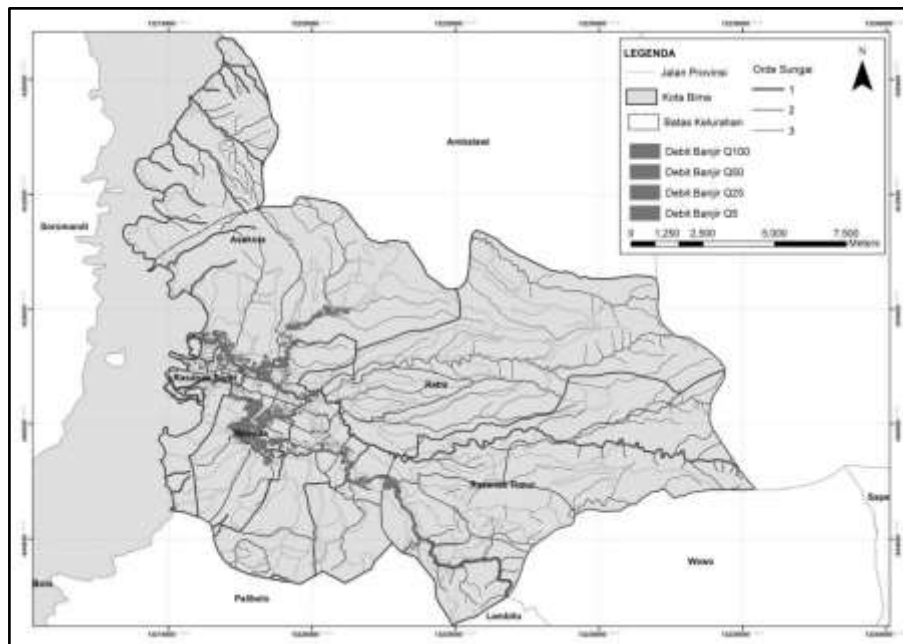
C. Rekomendasi Adaptasi dan Mitigasi dan di Kawasan Rawan Bencana (KRB) Banjir

Seluruh kawasan Kota Bima menjadi kawasan terdampak banjir berdasarkan histori banjir tahun 2017. Oleh karena itu, perlu upaya adaptasi dan mitigasi bencana di KRB banjir yang termasuk dalam bagian dari manajemen banjir terpadu (Eichhorst, Urda. 2010). Manajemen banjir terpadu merupakan penanganan integral yang mengarahkan semua stakeholder dari manajemen banjir sub sektor ke sektor silang (Kodoatie, 2010). Upaya adaptasi dapat dilakukan pada kawasan terdampak yang

terdelineasi sebagai KRB I dan KRB II. Sedangkan perubahan peruntukan ruang dilakukan pada kawasan terdampak yang terdelineasi sebagai KRB III dan juga berada pada dataran banjir (*Federal Emergency Management Agency*, 2011).

Upaya adaptasi dan mitigasi bencana dan perubahan peruntukan ruang di KRB berdasarkan hasil delineasi ketinggian genangan banjir yang terjadi pada Desember 2016. Berdasarkan hasil pemodelan dan proyeksi ketinggian genangan banjir di masa yang akan datang, kejadian banjir di Kota Bima diprediksi ketinggiannya tidak akan melebihi kejadian bencana banjir pada Desember 2016.

Oleh karena itu, upaya adaptasi dan mitigasi bencana dan perubahan peruntukan ruang ini dapat megacu pada hasil pemodelan dan proyeksi ketinggian bencana banjir, sehingga upaya adaptasi dan mitigasi bencana dan perubahan peruntukan ruang tersebut dapat direkomendasikan hingga jangka panjang. Neuvel dan Van Den Brink (2009) dalam Ran Jing (2016) berpendapat bahwa penataan ruang melalui adaptasi dan mitigasi yang tepat sebagai instrumen untuk mereduksi dampak banjir.



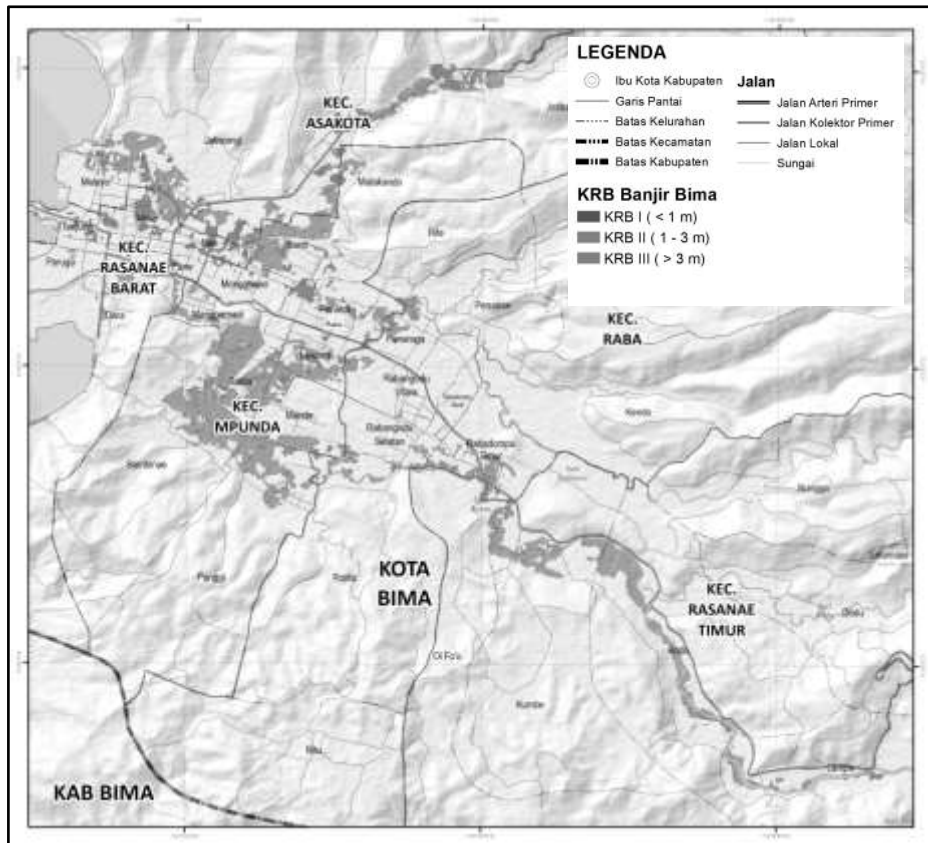
Gambar 3. Visualisasi ketinggian banjir berdasar hasil simulasi

Sumber: Hasil analisis kajian peningkatan kualitas tata ruang kawasan rawan bencana banjir Kota Bima, 2017

Tabel 3. Luasan wilayah terdampak berdasarkan ketinggian banjir

Kecamatan	Kelurahan	Luas KRB Banjir Q100 (Ha)			Total Luas (Ha)
		KRB I (<1 m)	KRB II (1 - 3 m)	KRB III (> 3 m)	
ASAKOTA	Jatibaru	19.80	14.97		34.77
	Jatiwangi	32.36	30.14	0.13	62.64
	Melayu	5.80	3.15		8.95
MPUNDA	Lewirato	7.85	8.18	2.99	19.03
	Mande	6.13	11.62	5.00	22.75
	Manggemaci	2.85	6.75	8.70	18.30
	Matakando	4.12	1.78		5.90
	Monggonao	3.64	1.16		4.80
	Panggi	7.47	14.20	9.15	30.81
	Penatoi	12.63	3.63	0.43	16.68
	Sadia	6.66	19.63	29.85	56.14
	Sambinae	6.20	12.94	14.99	34.14
	Santi	10.17	22.56	2.22	34.95
RABA	Penanae	0.97	1.00	0.18	2.15
	Penaraga	3.04	3.23	0.53	6.80
	Rabadompu Timur	7.98	7.62	1.65	17.25
	Rabangodu Selatan	2.15	2.43	0.69	5.26
	Rabangodu Utara	2.17	2.02	0.23	4.42
	Rite	0.45	0.46	0.00	0.91
	Rontu	3.37	3.85	1.51	8.73
RASANAЕ BARAT	Dara	2.28	2.91	2.43	7.61
	Nae	7.14	0.32		7.46
	Pane	2.33	1.55	0.08	3.97
	Paruga	2.52	2.57	0.49	5.58
	Sarae	14.12	5.73		19.84
	Tanjung	4.68	0.00		4.68
RASANAЕ TIMUR	Kodo	4.47	9.63	25.66	39.76
	Kumbe	7.73	11.79	10.79	30.31
	Lampe	6.46	6.25	4.44	17.14
	Oi Fo'o	1.59	2.50	3.25	7.34
Total Luas (Ha)		199.11	214.56	125.40	539.07

Sumber: Hasil analisis penulis, 2017



Gambar 4. Peta kawasan rawan banjir di Kota Bima berdasarkan hasil pemodelan banjir pada Q100
 Sumber: Hasil analisis penulis, 2017

Wilayah-wilayah yang berada pada KRB I (ketinggian genangan <1 meter) dan KRB II (ketinggian genangan 1 hingga 3 meter) memerlukan upaya adaptasi. Upaya adaptasi yang dilakukan melalui pembangunan rumah dan pengembangan sistem jaringan drainase permeabel dan bioretensi. Penggunaan lahan pada KRB III dapat diarahkan untuk menjadi hutan kota, RTH, konservasi tanah dan air, dan daerah resapan air. Tabel 4 menunjukkan luasan wilayah terdampak berdasarkan ketinggian banjir dan Gambar 4 hingga Gambar 6 adalah peta kawasan Rawan Banjir di Kota Bima, Segmen DAS Melayu, dan Segmen DAS Padolo

Wilayah-wilayah yang berada pada KRB tinggi, memerlukan perubahan peruntukan ruang sebagai kawasan lindung KRB banjir dilengkapi dengan ketentuan pemanfaatan ruang yang lebih rinci/*floodplain zoning instrument*. Upaya mitigasi bencana banjir dapat diwujudkan dalam satu kesatuan DAS Rontu sesuai dengan program-program mitigasi

bencana banjir yang telah disepakati lintas Kementerian/Lembaga dan Pemerintah Kota Bima.

Wilayah yang terklasifikasi sebagai KRB I yaitu di Kelurahan Jatibaru, Kelurahan Jatiwangi, dan Kelurahan Melayu (Kecamatan Asakota); Kelurahan Lewirato, Kelurahan Mande, Kelurahan Manggemaci, Kelurahan Matakando, Kelurahan Monggonao, Kelurahan Panggi, Kelurahan Penatoi, Kelurahan Sadia, Kelurahan Sambinae, dan Kelurahan Santi (Kecamatan Mpunda); Kelurahan Penanae, Kelurahan Penaraga, Kelurahan Rabadompu Timur, Kelurahan Rabangodu Selatan, Kelurahan Rabangodu Utara, Kelurahan Rite, dan Kelurahan Rontu (Kecamatan Raba); Kelurahan Dara, Kelurahan Nae, Kelurahan Pane, Kelurahan Paruga, Kelurahan Sarae, dan Kelurahan Tanjung (Kecamatan Rasanae Barat); Kelurahan Kodo, Kelurahan Kumbe, Kelurahan Lampe, dan Kelurahan Oi Fo' o (Kecamatan Rasanae Timur). Upaya adaptasi yang dilakukan pada KRB I adalah kawasan

budi daya terbangun dengan mendisain sistem jaringan drainase permeabel dan bioretensi dan juga dianjurkan pembangunan kawasan terbangun dengan desain rumah panggung. Selain itu, pada KRB I terdapat upaya mitigasi bencana banjir struktural dan non struktural. Upaya mitigasi bencana struktural antara lain rencana pembangunan sistem pengendali banjir, rencana pembangunan sistem drainase, rencana

pembangunan waduk retensi, dan rencana pengembangan sistem peringatan dini. Sedangkan upaya mitigasi bencana non struktural terdiri atas rencana pembangunan dam penahan dan *gully plug*, rencana pembangunan sumur resapan air, dan konservasi hulu (KLHK, 2017). Tabel 5 adalah upaya adaptasi dan mitigasi bencana di KRB I DAS Rontu.

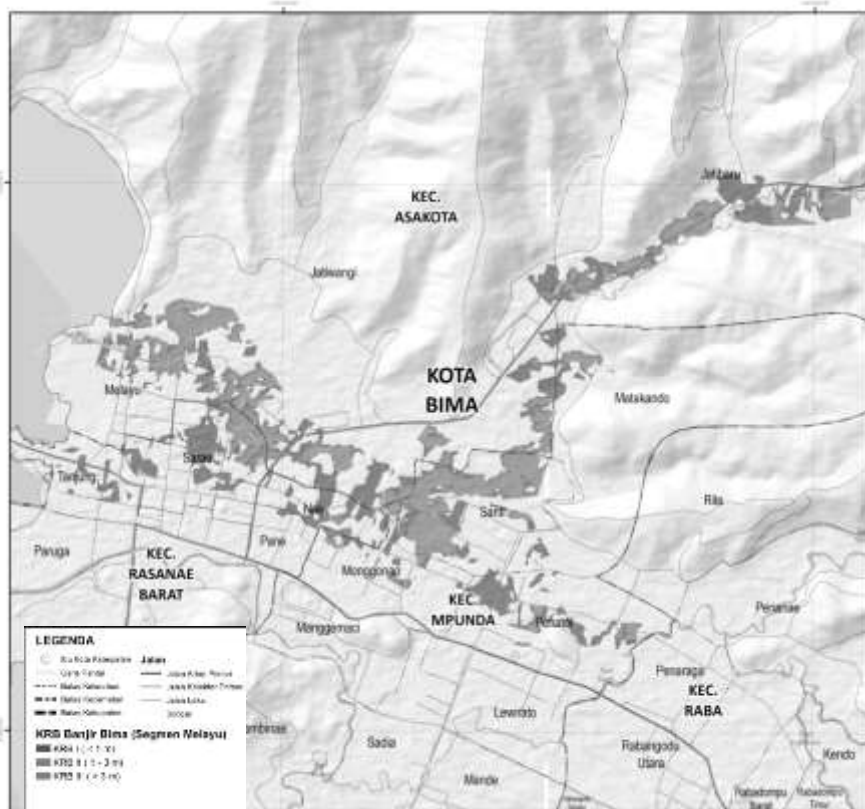
Tabel 4. Upaya adaptasi dan mitigasi bencana di KRB I

Kecamatan	Kelurahan	Upaya Adaptasi	Upaya Mitigasi Bencana Struktural	Mitigasi Banjir	Upaya Mitigasi Bencana Banjir Non Struktural
Asakota	Jatibaru Jatiwangi	Kawasan budi daya terbangun dengan mendesain sistem jaringan drainase permeabel dan bioretensi dan juga dianjurkan pembangunan kawasan terbangun dengan desain rumah panggung	Kelurahan Jatibaru: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir, sistem drainase, dan waduk retensi Kelurahan Jatiwangi: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir, sistem drainase, dan waduk retensi	Jatibaru: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir, sistem drainase, dan waduk retensi Jatiwangi: Rencana pembangunan sumur resapan air dan konservasi hulu DAS Rontu	Kelurahan Jatibaru: Rencana pembangunan Dam Penahan dan <i>Gully Plug</i> dan juga konservasi hulu DAS Rontu Kelurahan Jatiwangi: Rencana pembangunan sumur resapan air dan konservasi hulu DAS Rontu
Rasanae Timur	Dodu Kodo Lampe Nungga		Kelurahan Dodu: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir, sistem drainase, dan waduk retensi Kelurahan Kodo: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir dan sistem drainase Kelurahan Lampe: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir, sistem drainase, waduk retensi, dan sistem peringatan dini Kelurahan Nungga: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir, sistem drainase, dan sistem peringatan dini	Kelurahan Dodu dan Keurahan Nungga: Rencana pembangunan Dam Penahan dan <i>Gully Plug</i> Kelurahan Kodo: Rencana pembangunan sumber resapan air	

Sumber: Hasil analisis penulis, 2017

Wilayah yang terklasifikasi sebagai KRB II yaitu di Kelurahan Jatibaru, Kelurahan Jatiwangi, dan Kelurahan Melayu (Kecamatan Asakota); Kelurahan Lewirato, Kelurahan Mande, Kelurahan Manggemaci, Kelurahan Matakando, Kelurahan Monggonao, Kelurahan Panggi, Kelurahan Penatoi, Kelurahan Sadia, Kelurahan Sambinae, dan Kelurahan Santi (Kecamatan Mpunda); Kelurahan Penanae, Kelurahan Penaraga, Kelurahan Rabadompu

Timur, Kelurahan Rabangodu Selatan, Kelurahan Rabangodu Utara, Kelurahan Rite, dan Kelurahan Rontu (Kecamatan Raba); Kelurahan Dara, Kelurahan Nae, Kelurahan Pane, Kelurahan Paruga, Kelurahan Sarae, Kelurahan Tanjung (Kecamatan Rasanae Barat), Kelurahan Kodo, Kelurahan Kumbe, Kelurahan Lampe, dan Kelurahan Oi Fo'o (Kecamatan Rasanae Timur).



Gambar 5. Peta kawasan rawan banjir di Kota Bima berdasarkan hasil pemodelan banjir pada Q100 di segmen DAS Melayu
 Sumber: Hasil analisis penulis, 2017

Upaya adaptasi yang dilakukan pada KRB II adalah kawasan budi daya terbangun dengan mendesain sistem jaringan drainase permeabel dan bioretensi dan juga diwajibkan pembangunan kawasan terbangun dengan desain rumah panggung. Selain itu, pada KRB II terdapat upaya mitigasi bencana banjir struktural dan non struktural.

Upaya mitigasi bencana struktural antara lain rencana pembangunan sistem pengendali

banjir, rencana pembangunan sistem drainase, rencana pembangunan waduk retensi, rencana pengembangan sistem peringatan dini, dan rencana pembangunan *jetty* pada muara sungai. Sedangkan, upaya mitigasi bencana non struktural terdiri atas rencana pembangunan Dam Penahan dan *gully plug*, rencana pembangunan sumur resapan air, dan konservasi hulu. Tabel 6 adalah upaya adaptasi dan mitigasi bencana di KRB II DAS Rontu.

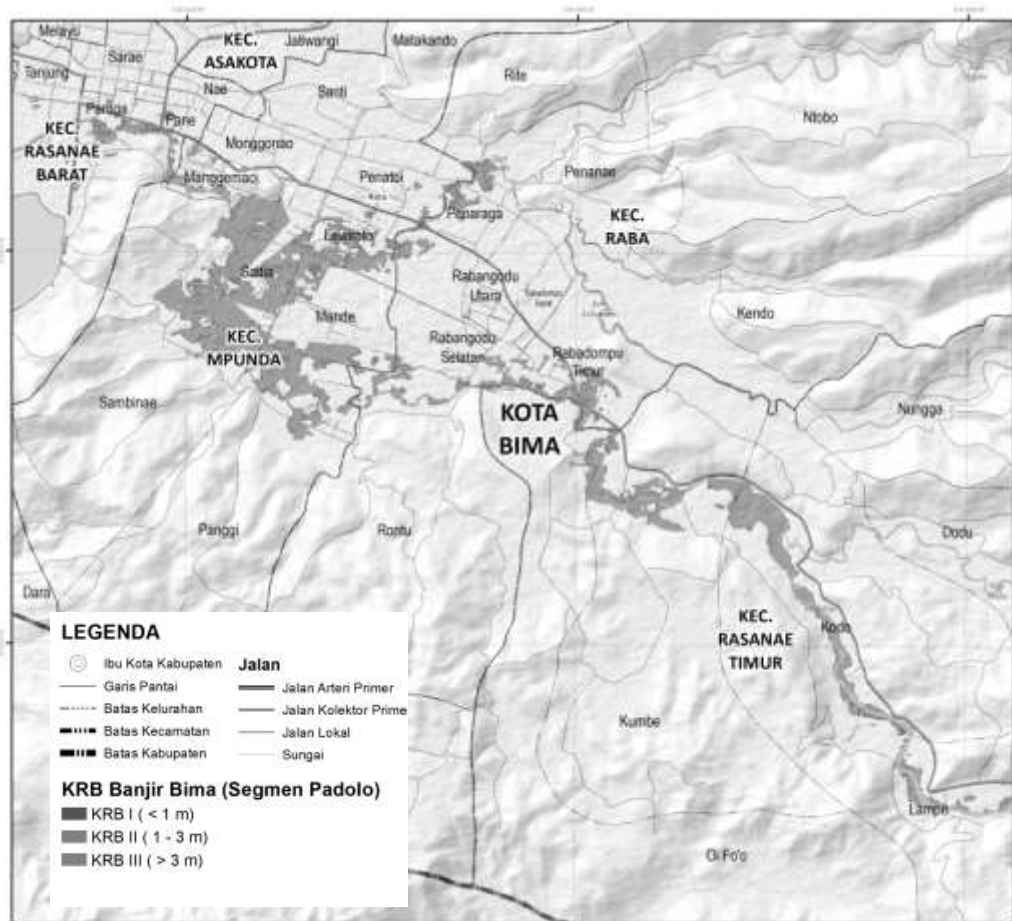
Tabel 5. Upaya adaptasi dan mitigasi bencana di KRB II

Kecamatan	Kelurahan	Upaya Adaptasi	Upaya Mitigasi Struktural	Bencana	Upaya Mitigasi Non Struktural
Asakota	Jatibaru Jatiwangi Melayu	Kawasan budi daya terbangun dengan mendesain sistem jaringan drainase permeabel dan bioretensi dan juga diwajibkan pembangunan kawasan terbangun dengan desain rumah panggung	Kelurahan Jatibaru, Kelurahan Jatiwangi: pembangunan pengendali banjir, drainase, waduk retensi Kelurahan Melayu: pembangunan pengendali banjir, drainase, <i>jetty</i>	Kelurahan Rencana sistem Rencana sistem Rencana sistem	Rencana pembangunan Dam Penahan dan <i>Gully Plug</i> Konservasi hulu DAS Rontu Rencana pembangunan sumur resapan air, Konservasi hulu DAS Rontu
Mpunda	Lewirato Mande Manggemaci Monggonao Panggi Penatoi Sadia Sambinae Santi		Rencana pembangunan sistem pengendali banjir dan sistem drainase	-	
Raba	Kendo Ntobo Penanae Rabadomp Rabadomp Timur Rabangodu Selatan Rabangodu Utara Rite Rontu		Seluruh kelurahan di Kecamatan Raba: pembangunan pengendali banjir dan drainase Kelurahan Penaraga: pembangunan sistem pengendali banjir, drainase, dan waduk retensi	Kelurahan Rencana Rabadomp Barat, Rabadomp Timur, dan Rabangodu Selatan: Rencana pembangunan sumur resapan air	
Rasanae Barat	Dara Nae Pane Paruga Sarae Tanjung		Kelurahan Dara, Keluhan Nae, Kelurahan Pane, Kelurahan Sarae: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir dan drainase Kelurahan Paruga dan Kelurahan Tanjung: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir, drainase, dan <i>jetty</i>	-	
Rasanae Timur	Dodu Kodo Kumbe Lampe Nungga		Kelurahan Dodu dan Kelurahan Kumbe: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir, sistem drainase, waduk retensi Kelurahan Lampe dan Kelurahan Nungga: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir, sistem drainase, waduk retensi, dan sistem peringatan dini Kelurahan Kodo: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir dan sistem drainase	Kelurahan Dodu dan Kelurahan Nungga: Rencana pembangunan Dam Penahan dan <i>Gully Plug</i> Kelurahan Kodo: Rencana pembangunan sumur resapan air	

Sumber: Hasil analisis penulis, 2017

Wilayah yang terklasifikasi sebagai KRB III yaitu Kelurahan Jatiwangi (Kecamatan Asakota); Kelurahan Lewirato, Kelurahan Mande, Kelurahan Manggemaci, Kelurahan Panggi, Kelurahan Penatoi, Kelurahan Sadia, Kelurahan Sambinae, dan Kelurahan Santi (Kecamatan Mpunda); Kelurahan Penanae, Kelurahan Penaraga, Kelurahan Rabadompu Timur, Kelurahan Rabangodu Selatan, Kelurahan Rabangodu Utara, Kelurahan Rite, dan Kelurahan Rontu (Kecamatan Raba); Kelurahan Dara, Kelurahan Pane, dan Kelurahan Paruga (Kecamatan Rasanae Barat), Kelurahan Kodo, Kelurahan Kumbe, Kelurahan Lampe, dan Kelurahan Oi Fo'o (Kecamatan Rasanae Timur).

Perubahan peruntukan ruang dilakukan pada KRB III, sehingga masyarakat yang tinggal di KRB III perlu direlokasi. Pada KRB III terdapat upaya mitigasi bencana banjir struktural dan non struktural. Upaya mitigasi bencana struktural antara lain rencana pembangunan sistem pengendali banjir, rencana pembangunan sistem drainase, dan rencana pembangunan waduk retensi. Sedangkan, upaya mitigasi bencana non struktural terdiri atas rencana pembangunan Dam Penahan dan gully plug, rencana pembangunan sumur resapan air, dan konservasi hulu. Tabel 7 adalah upaya adaptasi dan mitigasi bencana di KRB III DAS Rontu.



Gambar 6. Peta kawasan rawan banjir di Kota Bima berdasarkan hasil pemodelan banjir pada Q100 di segmen DAS Padolo
 Sumber: Hasil analisis penulis, 2017

Tabel 6. Upaya adaptasi dan mitigasi bencana di KRB III

Kecamatan	Kelurahan	Perubahan Peruntukan Ruang	Upaya Mitigasi Bencana Struktural	Upaya Mitigasi Bencana Non Struktural
Asakota	Jatibaru Jatiwangi	Kawasan rawan bencana banjir sebagai kawasan lindung KRB banjir dilengkapi dengan ketentuan pemanfaatan ruang yang lebih rinci/ <i>floodplain zoning instrument</i>	Seluruh kelurahan di Kecamatan Asakota: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir, sistem drainase, dan waduk retensi	Kelurahan Jatibaru: Rencana pembangunan Dam Penahan dan <i>Gully Plug</i> dan konservasi hulu DAS Rontu Kelurahan Jatiwangi: Rencana pembangunan sumur resapan air dan konservasi hulu DAS Rontu
Mpunda	Lewirato Manggemaci Matakando Monggonao Penatoi Sadia Santi		Seluruh kelurahan di Kecamatan Mpunda: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir dan sistem drainase	-
Raba	Penaraga Rabadompu Timur		Kelurahan Penaraga: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir, sistem drainase, dan waduk retensi Kelurahan Rabadompu Timur: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir dan sistem drainase	- Kelurahan Rabadompu Timur: Rencana pembangunan sumur resapan air
Rasanae Barat	Nae Pane		Kelurahan Nae dan Kelurahan Pane: Rencana pembangunan sistem pengendali banjir dan sistem drainase	-

Sumber: Hasil analisis penulis, 2017

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan pemetaan kawasan terdampak dan pemodelan bahaya banjir, maka dapat ditentukan rekomendasi alternatif pemanfaatan lahan berbasis Pengurangan Risiko Bencana, yaitu adaptasi, mitigasi, dan perubahan peruntukan ruang. Upaya adaptasi dan mitigasi dapat dilakukan pada KRB I dan KRB II. Sedangkan perubahan peruntukan ruang dilakukan pada KRB III. Upaya adaptasi, mitigasi dan perubahan peruntukan ruang merupakan bagian dari perwujudan penataan ruang berbasis Pengurangan Risiko Bencana. Pemanfaatan lahan di KRB banjir sebaiknya

mempertimbangkan tingkat kerawanan bencana. Berdasarkan tingkat kerawanan bencana maka dapat ditentukan rekomendasi alternatif pemanfaatan lahan berbasis Pengurangan Risiko Bencana, yaitu adaptasi, mitigasi, dan perubahan peruntukan ruang. Upaya adaptasi dan mitigasi dapat dilakukan pada KRB I dan KRB II. Sedangkan perubahan peruntukan ruang dilakukan pada KRB III. Upaya adaptasi, mitigasi dan perubahan peruntukan ruang merupakan bagian dari perwujudan penataan ruang berbasis Pengurangan Risiko Bencana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk berkontribusi pada kegiatan Peningkatan Kualitas Tata Ruang Kawasan Rawan Bencana (KRB) Banjir di Kota Bima. Hasil dari kegiatan tersebut menjadi acuan dalam kajian "Rekomendasi Adaptasi dan Mitigasi di Kawasan Rawan Bencana (KRB) Banjir Kota Bima".

DAFTAR PUSTAKA

- Arsjad, A. B. S. M. & Riadi, B. (2013). Potensi Risiko Bencana Alam Longsor terkait Cuaca Ekstrem di Kabupaten Ciamis, Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 19 (1), 57-63.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2016). *Buletin Pemantauan Ketahanan Pangan Indonesia, Fokus Utama Cuaca Ekstrem*. Jakarta: BMKG
- Eichhorst, U. (2010). Climate-Proof Urban Transport Planning: Opportunities and Challenges in Developing Cities. *Proceeding of Global Forum 2010*. New York: Springer; London: Dordrecht Heidelberg.
- Federal Emergency Management Agency. (2011). *Flood Zones, Federal Emergency Management Agency (FEMA)*. U.S. Department of Homeland
- Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN. (2017). *Peningkatan Kualitas Tata Ruang Kawasan Rawan Bencana Banjir Kota Bima* (tidak terpublikasi).
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2017). *Mitigasi Banjir DAS Sari melalui Rehabilitasi Hutan dan Lahan* (tidak terpublikasi).
- Kodoatie, R. J. & Sjarief, R. (2010). *Tata Ruang Air*. Andi Offset: Yogyakarta
- Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana.
- Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN).
- Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2010 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang.
- Peraturan Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat Nomor 3 Tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2009-2029.
- Peraturan Daerah Kota Bima Nomor 4 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bima Tahun 2011-2031.
- Ran, J. & Zorica, N. (2014). Integrating Spatial Planning and Flood Risk Management: A New Conceptual Framework for The Spatially Integrated Policy Infrastructure. *Computers, Environment and Urban Systems*, 57 (2016) 68-79.
- Santosa, P. B. (2006). The Role of GIS For Flood Disaster Management. *Makalah pada Pertemuan Ilmiah Tahunan III. Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh November*. Surabaya
- Seniorwan, Baskoro, D. P. T., & Gandasasmita, K. (2013). Model Spasial Genangan Banjir: Studi Kasus Wilayah Sungai Manggottong, Kabupaten Sinjai, Provinsi Sulawesi Selatan. *Globe*, 15 (1), 62-67.
- Soemabrata, J., Zubair, A., Sondang, I. & Suyanti, E. (2018). Risk Mapping Studies of Hydro-Meteorological Hazard in Depok Middle City. *International Journal of GEOMATE*, 14 (44), 128-133.
- The Office of Public Works Environment, Heritage, and Local Government and Public Works of Ireland. (2009). *The Planning System and Flood Risk Management: Guidelines for Planning Authorities*

Yanto, Livneh, B., Rajagopalan, B., & Kasprzyk, J. (2017). Hydrological Model Application Under Data Scarcity for Multiple Watersheds, Java Island, Indonesia. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 9 (February 2017) 127-139.

Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.

Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.

<http://dibi.bnpb.go.id/data-bencana>

<http://www.unisdr.org>