

**MITIGASI BANJIR STRUKTURAL DAN NON-STRUKTURAL UNTUK
DAERAH ALIRAN SUNGAI RONTU DI KOTA BIMA**
(*Structural and non-structural flood mitigation for Rontu Watershed in Bima City*)

Rizki Kirana Yuniartanti¹

¹Tenaga Ahli di Kementerian Agraria dan Tata Ruang
Jl. Sisingamangaraja No. 2, Jakarta Selatan, 12110
Email: rizki.kirana@gmail.com

Diterima: 18 Maret 2018; Direvisi: 26 Oktober 2018; Disetujui: 29 Oktober 2018

ABSTRACT

Flood is one of natural disasters that often occur in Indonesia. This disaster also occurred in Bima City on December 21, 2016, December 23, 2016, and January 2, 2017 with the affected area were Mpunda, Rasanae Timur, Asakota, Rasanae Barat, and Raba districts. The urban areas become the most affected areas, mainly in the residential areas that located more than 50 meters from the flood plains. The variations of flood heights ranged from 1-4 meters. In addition to the hydrometeorological factors, the flood in Bima was caused by several factors, such as: loss of riparian areas function which turned into settlements nowadays, siltation in the downstream areas, poor management of urban drainage systems, reduced vegetation cover in upstream, and narrowing of river bodies. With the increasing of hydro-meteorological disaster problems and challenges, recommendations of structural and non-structural infrastructure to reduce the risk of flood disaster are needed. Therefore, this research aims to provide recommendations of structural and non-structural as an effort to mitigate flood disaster in Bima City. Analytical methods used in this research were participatory mapping, flood hazards mapping and modeling, and qualitative description. Results showed that the management of Rontu watershed in controlling flood would be effective and efficient by combining the structural and non-structural development. Mapping and modeling the flood-affected areas can become a source in the riparian planning regulation to reduce the risk of flooding.

Keywords: *flood; structural; and non structural*

ABSTRAK

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Bencana ini juga terjadi di Kota Bima pada tanggal 21 Desember 2016, 23 Desember 2016, dan 2 Januari 2017. Wilayah terdampak di Kota Bima adalah kecamatan Mpunda, Rasanae Timur, Asakota, Rasanae Barat, dan Raba. Kawasan perkotaan menjadi kawasan yang paling terdampak, terutama kawasan permukiman yang berjarak >50 meter dari sempadan sungai. Genangan banjir dapat mencapai ketinggian yang bervariasi, yaitu berkisar 1-4 meter. Selain faktor hidrometeorologi, banjir di Bima disebabkan oleh berbagai faktor; diantaranya hilangnya fungsi sempadan sungai yang saat ini banyak berubah menjadi kawasan permukiman,

pendangkalan pada bagian hilir sungai, sistem drainase perkotaan yang buruk, berkurangnya tutupan vegetasi pada bagian hulu, serta penyempitan badan sungai. Dengan meningkatnya permasalahan dan tantangan bencana hidrometeorologi tersebut, maka diperlukan rekomendasi struktural dan non struktural untuk mengurangi risiko bencana banjir. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan arahan rekomendasi struktural dan non struktural sebagai upaya mitigasi bencana banjir Kota Bima. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemetaan partisipatif, pemetaan dan pemodelan bahaya banjir, dan juga deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan upaya pengelolaan DAS Rontu untuk pengendalian banjir dapat efektif dan efisien jika mengkolaborasi antara pembangunan infrastruktur struktural dan pembangunan non-struktural. Pemetaan kawasan terdampak banjir dan pemodelan banjir dapat menjadi acuan dalam penataan ruang di kawasan sempadan sungai untuk dapat mengurangi risiko banjir.

Kata kunci: banjir; struktural; dan non struktural

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah rawan bencana, karena letaknya berada di *ring of fire* (Soemabrata, Zubair, Sondang, & Suyanti, 2018), sehingga sangat berpotensi akan terjadinya bencana alam, meskipun di sisi lain juga kaya akan sumber daya alam. Pada umumnya bencana alam di Indonesia meliputi bencana akibat faktor geologi (Voss, 2008), dan bencana akibat hidrometeorologi (Suriadi, Arsyad, & Riadi, 2013; Yanto, Livneh, Rajagopalan, & Kasprzyk, 2017).

Bencana hidrometeorologi seperti banjir semakin meningkat tiap tahunnya di dunia (Schad *et al.*, 2012; Stefanidis & Stathis, 2013), termasuk Indonesia (Savitri & Pramono, 2017). Kejadian banjir dipengaruhi oleh 3 (tiga) faktor, yaitu hidrologi, meteorologi, dan iklim (Hapsari & Zenurianto, 2016). Curah hujan berskala normal hingga tinggi terjadi di beberapa wilayah Indonesia pada periode 2015-2016. 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 (BMKG, 2016).

Efek terbesar dari terganggunya siklus hidrometeorologi adalah bencana banjir. Berdasarkan data dan informasi bencana Indonesia (BNPB, 2016), total kejadian banjir di Indonesia tahun 2012-2016 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 Depasar dengan arah dan kecepatan gerak Utara Timur Laut. Adanya siklon tropis tersebut menyebabkan hujan ekstrim di beberapa wilayah di Nusa Tenggara Barat (NTB) diantaranya Bima dan Sumbawa. Selain siklon tropis Yvette, gelombang laut dengan ketinggian antara 2,5-4 meter terjadi di wilayah Laut Jawa bagian tengah dan timur, Samudera Hindia selatan Jawa Tengah hingga Jawa Timur, perairan selatan Jawa Tengah hingga NTB, Selat Bali bagian selatan, Laut Sumbawa, Laut Flores bagian barat.

Bencana banjir di Bima terjadi pada tanggal 21 Desember 2016, 23 Desember 2016, dan 2 Januari 2017. Bencana banjir mulai terjadi pada pukul 15.30 WITA di Kota Bima dengan ketinggian genangan 1-4 meter. Wilayah terdampak di Kota Bima adalah kecamatan-kecamatan Mpunda, Rasanae Timur, Asakota, Rasanae Barat, dan Raba. Kejadian banjir pada 23 Desember 2016 disebabkan peningkatan pertumbuhan awan yang meluas, sehingga menyebabkan hujan dengan intensitas 200-400 mm di Kota Bima. Banjir terjadi Kota Bima sejak pukul 14.30 WITA dan melanda 5 wilayah kecamatan. Kejadian banjir berikutnya terjadi pada 2 Januari 2017, dengan dampak tidak separah banjir tanggal 21 Desember 2016 dan 23 Desember 2016.

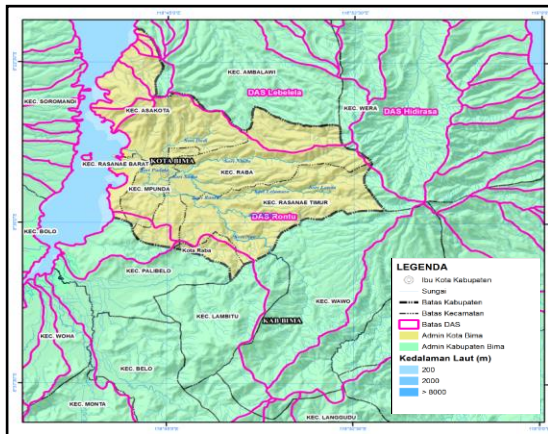
Kawasan perkotaan menjadi kawasan paling terdampak banjir tanggal 21 Desember 2016 dan 23 Desember 2016, terutama kawasan permukiman yang berjarak kurang dari 50 meter dari sempadan sungai, dengan ketinggian genangan banjir bervariasi, berkisar antara 1 - 4 meter. Selain faktor hidrometeorologi, banjir di Bima disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya hilangnya fungsi sempadan sungai yang saat ini banyak berubah menjadi kawasan permukiman, pendangkalan pada bagian hilir sungai, sistem drainase perkotaan yang buruk, berkurangnya tutupan vegetasi pada bagian hulu, serta penyempitan badan sungai (Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN, 2017).

Dengan semakin meningkatnya permasalahan dan tantangan terhadap bencana hidrometeorologi, maka diperlukan rekomendasi tidak saja infrastruktur struktural, namun juga non struktural untuk mengurangi risiko bencana banjir (Brody, Kang, & Bernhardt, 2010; Correia, Fordham, Saraiva, & Bernardo, 1998; Heidari, 2009; Yazdi & Salehi Neyshabouri, 2012). Penentuan rekomendasi mitigasi struktural dan non-struktural memerlukan proses sistematis yang mempertimbangkan kondisi saat ini dan masa depan dan juga program kegiatan untuk mereduksi dampak yang terjadi akibat bencana. Rekomendasi struktural dan non-struktural termasuk dalam bagian adaptasi terhadap bencana banjir. Rekomendasi mitigasi struktural dan non struktural dapat diakomodir dalam perencanaan tata ruang, sehingga penerapan dari rekomendasi tersebut perlu melihat keberlanjutannya. Neuvel & van den Brink (2009) berpendapat bahwa penataan ruang merupakan instrumen untuk dapat mereduksi dampak banjir. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis daerah terdampak banjir guna memberikan rekomendasi struktural dan non-struktural untuk pengurangan risiko bencana banjir di DAS Rontu.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2017, dengan unit pengelolaan DAS Rontu dan unit administrasi Kota Bima. Gambar 1 menunjukkan hasil delineasi DAS di kota Bima dan sekitarnya.



Gambar (Figure) 1. Batas beberapa Daerah Aliran Sungai (DAS) di Kota Bima dan daerah sekitarnya (*Boundary of watersheds in Bima City and its surrounding areas*)

Sumber (Source): Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN (2017)

B. Bahan dan Alat

Dalam studi ini digunakan data primer yang didapatkan dari observasi lapangan dan data sekunder yang dikumpulkan dari kementerian/lembaga, Pemerintah Daerah Kota Bima, dan juga informasi dari masyarakat. Observasi lapangan bertujuan untuk mengetahui sejarah dan wilayah yang terdampak banjir.

Bahan dan alat yang digunakan pada saat observasi lapangan adalah daftar isian observasi dan *Global Positioning System* (GPS). Pengumpulan data menggunakan formulir wawancara dan kuesioner dan daftar kebutuhan data.

Studi 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

C. Metode Penelitian

Pelaksanaan kegiatan penelitian menggunakan pendekatan kualitatif (metode studi kasus) dan kuantitatif. Satuan unit yang digunakan adalah DAS pada kawasan hulu dan kawasan hilir dengan prinsip mempertimbangkan potensi bencana banjir, hierarki penataan ruang, prioritas pembangunan, sarana dan prasarana umum dan infrastruktur bencana banjir seperti terdapat pada *the Office of Public Works* atau OPW (OPW, 2009).

Pendekatan kuantitatif dilakukan dalam pemetaan dan pemodelan bahaya banjir (*flood hazard mapping and modelling*) seperti yang juga dilakukan oleh Plate (2002) dan Kreibich *et al.*, (2009). Kondisi banjir yang sebenarnya (*real world*) sangat kompleks, sehingga memerlukan pendekatan model yang dapat menyederhanakan proses-proses

kejadian di alam yang bersifat dinamis dan berdasarkan lokasi ruang (spasial). Pemodelan berbasis spasial dapat dilakukan melalui Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan menggunakan data *Digital Elevation Model* (DEM) (Seniarwan, Baskoro, & Gandasasmita, 2013). Pemodelan daerah banjir penting dilakukan untuk mengurangi resiko banjir yang lebih parah (J. K. Poussin, Bubeck, H. Aerts, & Ward, 2012).

Data yang digunakan dalam pemetaan dan pemodelan bahaya banjir dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu data kualitatif, untuk mengidentifikasi karakteristik fisik perkotaan dan data kuantitatif, untuk merepresentasikan penampang dan bantaran sungai. Pemetaan dan pemodelan ini menghasilkan estimasi dan ketinggian banjir pada kala ulang tertentu (Santosa, 2006). Pada studi ini, kala ulang yang digunakan adalah 5, 25, 50, dan 100 tahun atau pada simulasi debit Q5, Q25, Q50, dan Q100 yang dilakukan pada daerah terdampak banjir Sungai Pedolo dan Sungai Melayu.

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 saat ini 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 mitigasi struktural dan non-struktural sebagai upaya pengelolaan DAS Rontu

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemetaan Kawasan Terdampak Banjir

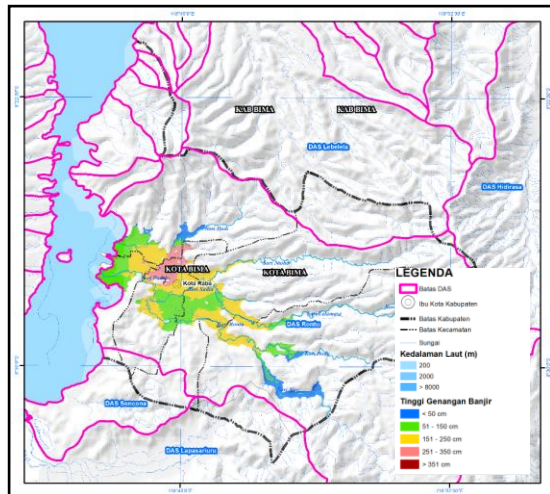
Berdasarkan hasil observasi lapangan dan pemetaan maka diperoleh kawasan terdampak banjir, ketinggian banjir, dan ketinggian genangan berdasarkan kejadian banjir tahun 2016. Ketinggian genangan di kawasan terdampak banjir dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel (Table) 1. Luasan dari ketinggian genangan pada kawasan terdampak banjir di Kota Bima (*The extend and inundation height of the flood affected area in Bima City*)

No.	Tinggi genangan, meter (Flood height, meters)	Luasan, hektar (Area, hectare)
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 (Source): Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN (2017)

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa tinggi genangan yang memiliki daerah terdampak paling luas adalah



Gambar (Figure) 2. Peta ketinggian genangan pada kawasan terdampak banjir di Kota Bima (Map of flood height in flooded areas in Bima City), 2017

Sumber (Source): Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN (2017)

1,51-2,50 m dengan luas 1.170,91 Ha, sedangkan tinggi genangan >3,51 m menjadi yang luasannya paling kecil sebesar 6,03 Ha. Total daerah terdampak seluas 2.578,13 Ha. Kecamatan yang memiliki ketinggian genangan <0,5 m adalah Rasanae Timur dan Asakota, sedangkan, kecamatan yang memiliki ketinggian genangan >3,51 m adalah Rasanae Barat dan Mpunda. Peta ketinggian genangan pada kawasan terdampak banjir di Kota Bima dapat dilihat pada Gambar 2.

B. Pemetaan dan Pemodelan Bahaya Banjir

Pemetaan dan Pemodelan bahaya banjir dilakukan pada segmen Sungai Melayu dan Sungai Padolo pada DAS Rontu. Luasan daerah terdampak banjir Sungai Pedolo dan Sungai Melayu pada

simulasi debit Q5, Q25, Q50, dan Q100 dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Hasil pemetaan dan pemodelan bahaya banjir menunjukkan bahwa area terdampak berdasarkan hasil observasi lapangan lebih luas dibandingkan luasan terdampak dalam pemodelan. Hal ini disebabkan luasan area yang terdampak dalam pemodelan dibatasi oleh panjangnya *cross-section* (potongan melintang) yang disesuaikan dengan topografi, sehingga panjang potongan melintang berkisar 50-200 meter.

Tabel (Table) 2. Luasan daerah terdampak banjir sungai Padolo pada simulasi debit Q5, Q25, Q50, dan Q100 (The flooded area in Padolo river on discharge simulation Q5, Q25, Q50, Q100)

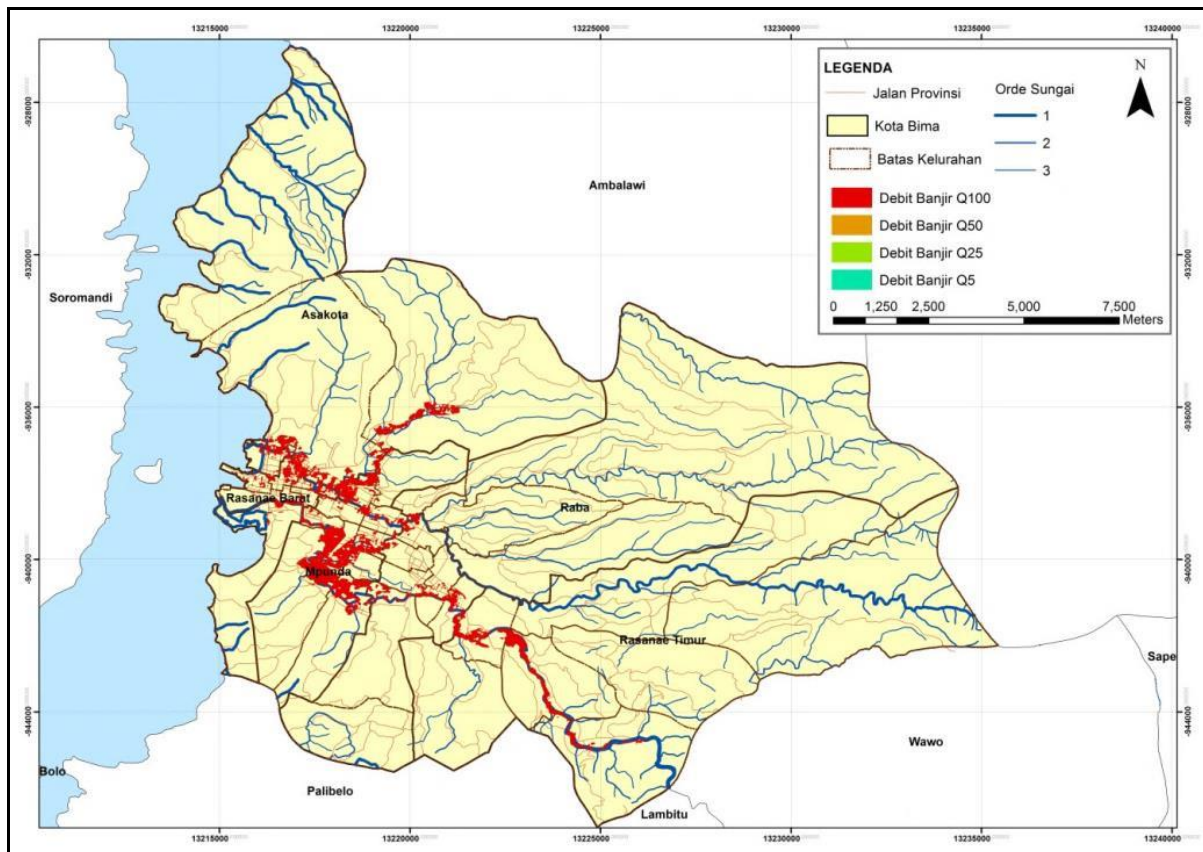
No	Klasifikasi (Classification)	Luasan, Hektar (Area, Hectare)			
		Q5	Q25	Q50	Q100
1	<1 m	72,45	78,60	81,83	85,63
2	1 m - 3 m	108,34	119,46	126,00	132,43
3	>3 m	93,56	104,01	111,70	123,04
Total		274,35	302,07	319,52	341,11

Sumber (Source): Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN (2017)

Tabel (Table) 3. Luasan daerah terdampak banjir sungai Melayu pada simulasi debit Q5, Q25, Q50, dan Q100 (The flooded area in Melayu river on discharge simulation Q5, Q25, Q50, Q100)

No	Klasifikasi (Classification)	Luasan, Hektar (Area, Hectare)			
		Q5	Q25	Q50	Q100
1	Kurang dari 1 m	117,18	121,21	113,50	113,54
2	Antara 1 m - 3 m	51,15	59,57	76,21	82,62
3	Lebih dari 3 m		2,19	2,26	2,35
Total		168,33	182,96	191,97	198,51

Sumber (Source): Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN (2017)



Gambar (Figure) 3. Perbedaan visualisasi ketinggian banjir berdasar hasil simulasi (*Visualization differences of flood height based on simulation result*)

Sumber (Source): Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN (2017)

C. Rekomendasi Mitigasi Struktural dan Non-Struktural untuk Pengurangan Risiko Bencana Banjir di DAS Rontu

Seluruh wilayah Kota Bima termasuk Kawasan Rawan Bencana. Oleh karena itu, perlu upaya mitigasi struktural dan non struktural (Tariq & Van de Giesen, 2012), adaptasi yang merupakan bagian dari manajemen banjir terpadu (Bradford *et al.*, 2012), termasuk pelibatan masyarakat (Bubeck, Botzen, Kreibich, & Aerts, 2012; Jennifer K. Poussin, Botzen, & Aerts, 2014).

Upaya adaptasi dapat dilakukan pada kawasan terdampak yang terdelineasi sebagai Kawasan Rawan Bencana (KRB) I

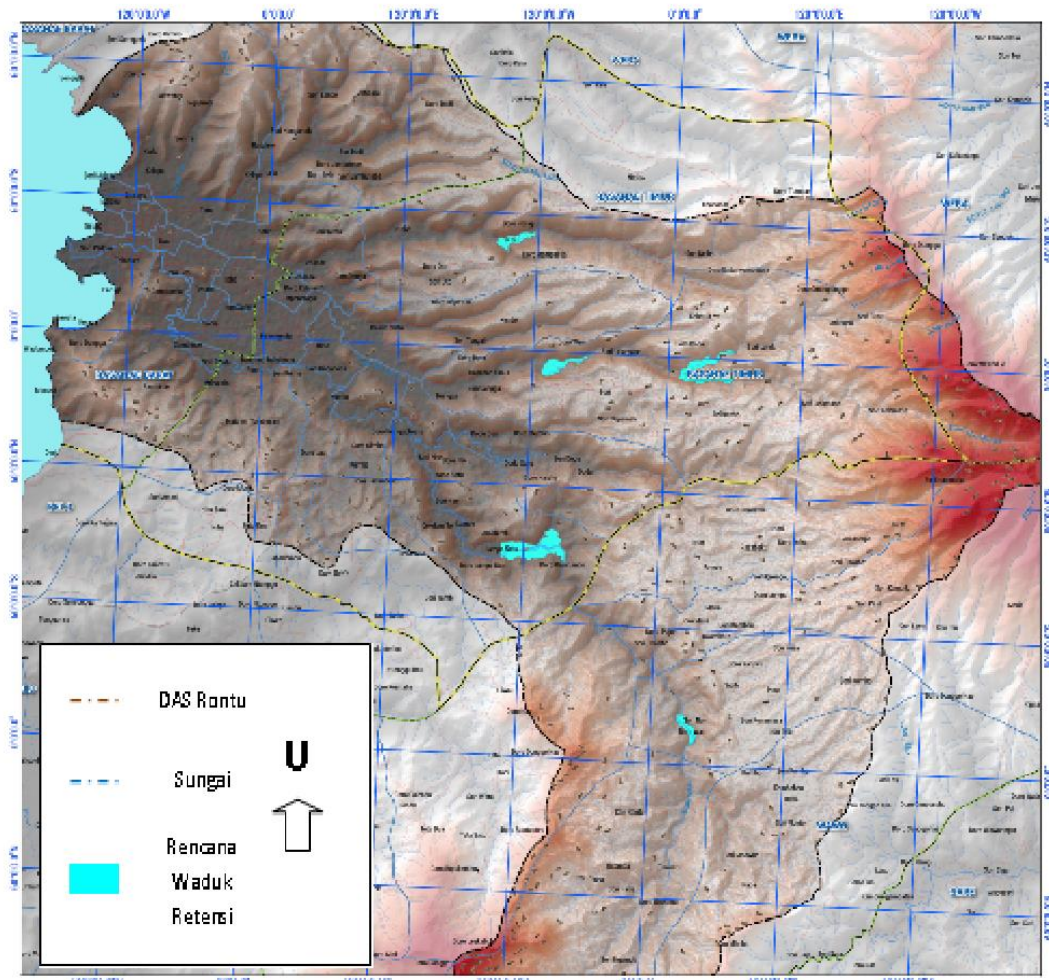
dan KRB II. Perubahan peruntukan ruang dilakukan pada kawasan terdampak yang terdelineasi sebagai KRB III dan juga berada pada dataran banjir (FEMA, 2011). Rekomendasi infrastruktur struktural sebagai upaya pengelolaan DAS Rontu, yaitu sistem drainase, pembangunan waduk retensi, pengembangan sistem peringatan dini, dan pembangunan dermaga dan naturalisasi sungai. Rekomendasi infrastruktur non-struktural sebagai upaya pengelolaan DAS Rontu, yaitu pembangunan dam penahan dan *gully plug*, pembangunan sumur resapan air, pembangunan hutan kota, dan konservasi hulu DAS Rontu.

1. Rekomendasi Infrastruktur Struktural

a. Sistem Drainase

Sistem drainase yang telah disusun sebelumnya melalui *Master Plan Drainase* Kota Bima perlu dievaluasi kembali, dengan memperhatikan kawasan terdampak banjir Desember 2016 serta hasil pemodelan banjir, sehingga dapat dihasilkan *Master Plan Drainase* Kota Bima yang benar-benar dapat berkontribusi mengurangi risiko bencana banjir di masa yang akan datang. Pengembangan konsep bioretensi di kawasan permukiman perlu dipertimbangkan sebagai salah satu upaya meresapkan air. Pengembangan sistem

drainase harus dibuat rinci, mencakup drainase primer, sekunder, dan tersier, serta dikelompokkan berdasarkan tipe jaringan drainase terbuka atau jaringan drainase tertutup. Sistem drainase di Kota Bima juga perlu mempertimbangkan tingkat kerusakan yang telah diidentifikasi oleh Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I (BWS NT I). Dengan mempertimbangkan tingkat kerusakan dan KRB, maka akan terdapat saluran-saluran drainase yang menjadi prioritas untuk diperbaiki/dinormalisasi. Selain itu, juga untuk mengidentifikasi saluran drainase yang luas penampangnya tidak mampu menampung debit aliran.



Gambar (Figure) 4. Lokasi prioritas waduk retensi (*The priority locations of reservoir*)

Sumber (Source): Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN (2017)

b. Pembangunan Waduk Retensi

Berdasarkan diskusi dengan BWS NT I dan diskusi bersama pakar hidrologi terdapat 4 (empat) lokasi yang berpotensi untuk pembangunan waduk retensi. Kemudian potensi lokasi tersebut dianalisis kembali dengan 4 (empat) kriteria, yaitu kriteria hidrologi, topografis, geologi, dan sosial budaya. Berdasarkan hasil analisis dihasilkan 3 (tiga) lokasi prioritas untuk pembangunan waduk retensi. Rencana pembangunan waduk retensi tersebut terdapat di Kelurahan Nungga dan Lampe, Kecamatan Rasanae Timur dan Kelurahan Pesa, Kecamatan Wawo, seperti pada Gambar 4.

c. Pengembangan Sistem Peringatan Dini

BWS NT I akan merencanakan Pengembangan Sistem Peringatan Dini Banjir pada tahun 2018 di Kelurahan Lampe, Nungga dan Lelamase. Kegiatan ini diinisiasi dengan penyusunan skema dan sistem peringatan dini kebencanaan, seperti *Automatic Water Level Recorder (AWLR)*.

d. Pembangunan Jetty dan Naturalisasi Sungai

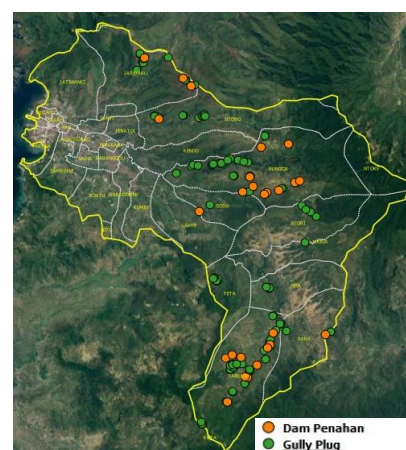
BWS NT I merencanakan naturalisasi alur dan pembangunan perkuatan tebing sungai di DAS Rontu pada Sungai Romo, Sungai Melayu/Jatiwangi, Sungai Dadi, Sungai Padolo, Sungai Penatoi, dan Sungai Dodu. Pembangunan dermaga direncanakan dibangun di muara Sungai Padolo dan juga jetty untuk mengurangi terjadinya pendangkalan alur akibat sedimen yang terbawa oleh arus sampai ke garis pantai.

2. Rekomendasi Infrastruktur Non-Struktural

a. Pembangunan Dam Penahan dan *Gully Plug*

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) merencanakan Pembangunan Dam Penahan pada tahun 2017-2019 di Kelurahan Nungga, Kelurahan Lelamase, Kelurahan Dodu, dan Kelurahan Jatibaru. Dam penahan adalah bendungan kecil dengan konstruksi bronjong batu, pasangan batu spesi atau trucuk bambu/kayu yang dibuat pada alur jurang dengan tinggi maksimum 4 meter. *Gully plug* adalah upaya teknik konservasi tanah untuk mencegah/mengendalikan erosi jurang agar tidak meluas dan berkembang sehingga merusak lingkungan sekitarnya.

Pembangunan dam penahan pada DAS Rontu direncanakan sejumlah 17 unit, sedangkan pembangunan *gully plug* sejumlah 48 unit. Sebaran rencana pembangunan Dam Penahan dan *gully plug* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar (Figure) 5. Rencana pembangunan dam penahan dan *gully plug* DAS Rontu (*Retaining dam and gully plug development planning in Rontu Watershed*)

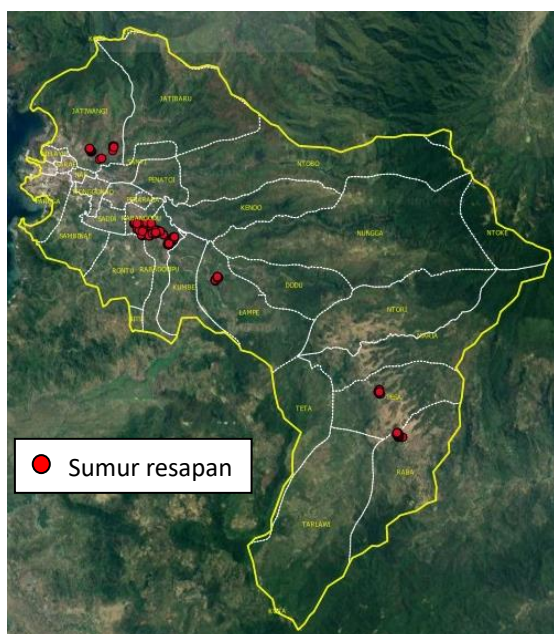
Sumber (Source): KLHK (2017)

b. Pembangunan Sumur Resapan Air

KLHK merencanakan pembangunan Sumur Resapan Air dimulai pada tahun 2017 di lokasi Kelurahan Kodo, (Kec. Rasanae Timur); Kelurahan Rabangodu Selatan, Kelurahan Rabadompu Barat, Kelurahan Rabadompu Timur (Kec. Raba), dan Kelurahan Jatiwangi (Kec. Asakota). Rencana pembangunan sumur resapan akan dikoordinasikan KLHK dengan Dinas Lingkungan Hidup Kota Bima. Rencana pembangunan sumur resapan sejumlah 120 unit. Sebaran rencana sumur resapan air dapat dilihat pada Gambar 6.

c. Pembangunan Hutan Kota

Hutan kota adalah suatu hamparan lahan yang bertumbuhan pohon-pohon yang kompak dan rapat di dalam wilayah perkotaan baik pada tanah negara maupun tanah hak, yang ditetapkan sebagai hutan kota oleh pejabat yang



Gambar (Figure) 6. Rencana pembangunan sumur resapan air DAS Rontu (*Infiltration wells development planning in Rontu Watershed*)
 Sumber (Source): KLHK (2017)

berwenang (mengacu pada Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.71/Menhut-II/2009 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Hutan Kota). Rencana pembuatan hutan kota akan mulai dilakukan pada tahun 2017 di lokasi yang akan ditentukan lebih lanjut. Pemerintah Kota Bima diharapkan dapat segera menentukan lokasi pembangunan hutan kota, sebagai salah satu upaya konservasi lingkungan sekaligus sebagai kawasan resapan air.

d. Konservasi Hulu DAS Rontu

Konservasi hulu DAS Rontu merupakan bagian dari arahan pengelolaan DAS Rontu dalam Rencana Pengelolaan DAS Rontu Terpadu. Pengelolaan DAS Rontu secara terpadu terdiri atas penerapan usaha tani konservasi, pembangunan terasering berupa teras bangku dan guludan, penerapan sistem agroforestri dan reboisasi. Reboisasi dilakukan untuk mengurangi potensi banjir dan aliran limpasan permukaan. Kegiatan reboisasi ini difokuskan pada kawasan di luar hutan lindung, dengan luas 2.200 Ha. Kegiatan ini akan didukung oleh Dinas Pertanian Kota Bima. Dinas Pertanian Kota Bima diharapkan dapat menerapkan insentif kepada kelompok tani yang menerapkan konsep agroforestri berupa bantuan benih, pupuk, dan alat-alat pertanian.

e. Rencana pertanian lahan kering dengan konsep agroforestri.

Tanaman tegakan direncanakan akan ditanam pada lahan 6.000 Ha, dengan ketentuan \pm 400 batang pada lahan minimal 1 Ha. Jarak antara satu tanaman

Tabel (Table) 4. Rekapitulasi konservasi tanah dan air untuk mendukung rehabilitasi DAS Rontu (*Recapitulation of soil and water conservation to support Rontu Watershed rehabilitation*)

Kecamatan (Sub-district)	Desa (Village)	Kegiatan (Activity) (unit)		
		Dam penahan (Retention dam)	Gully plug	Sumur resapan air (Infiltration well)
Rasanae Timur		12	26	16
	Nungga	2	14	
	Lelamase	9	11	
	Dodu	1	1	
Raba	Kodo			15
		1	11	90
	Rabangodu Selatan			30
	Rabadompu Barat			30
	Rabadompu Timur			30
	Rabangodu utara			-
	Ntobo	1	11	
Asakota		3	11	15
	Jatibaru	3	11	
	Jatiwangi			15
JUMLAH		16	48	121

Sumber (Source): KLHK (2017)

tegakan dengan tanaman tegakan lainnya adalah 5 meter. Di sela-sela tanaman tegakan tersebut diperbolehkan untuk ditanami tanaman pangan. Tanaman tegakan yang direkomendasikan adalah: jati, mimba, mahoni, sengon, sonokeling, kemiri, dan mete.

IV. KESIMPULAN

Upaya pengelolaan DAS Rontu untuk pengendalian banjir dapat efektif dan efisien jika mengkolaborasikan antara

pembangunan infrastruktur struktural dan non-struktural. Hal ini sekaligus mengurangi risiko banjir yang terjadi di Kota Bima. Pembangunan infrastruktur struktural meliputi sistem drainase, pembangunan waduk retensi, pengembangan sistem peringatan dini, dan pembangunan dermaga dan naturalisasi sungai. Untuk pembangunan non-struktural meliputi pembangunan dam penahan dan *gully plug*, pembangunan sumur resapan air, pembangunan hutan kota, dan konservasi hulu DAS Rontu. Pemetaan kawasan terdampak banjir dan pemodelan banjir dapat menjadi acuan dalam penataan ruang di kawasan sempadan sungai. Dalam penataan ruang tersebut dapat ditentukan lebar sempadan dan fungsi dari sempadan sungai yang dapat mereduksi risiko banjir. Untuk penelitian ke depan perlu dilakukan uji coba efektivitas dari metode mitigasi yang direkomendasikan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terimakasih 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 Mitigasi Banjir Struktural dan Non-Struktural sebagai Upaya Pengelolaan DAS Rontu di Kota Bima".

DAFTAR PUSTAKA

- BMKG. (2016). *Buletin pemantauan ketahanan pangan Indonesia, fokus utama cuaca ekstrim*.
- BNPB. (2016). *Data dan informasi bencana indonesia: profil kebencanaan*. Retrieved August 25, 2018, from <http://bnpb.cloud/dibi/laporan4>
- Bradford, R. A., O'Sullivan, J. J., Van der Craats, I. M., Krywkow, J., Rotko, P., Aaltonen, J., ... Schelfaut, K. (2012). Risk perception—issues for flood management in Europe. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(7), 2299–2309.
- Brody, S. D., Kang, J. E., & Bernhardt, S. (2010). Identifying factors influencing flood mitigation at the local level in Texas and Florida: The role of organizational capacity. *Natural Hazards*, 52(1), 167–184. <https://doi.org/10.1007/s11069-009-9364-5>
- Bubeck, P., Botzen, W. J. W., Kreibich, H., & Aerts, J. C. J. H. (2012). Long-term development and effectiveness of private flood mitigation measures: an analysis for the German part of the river Rhine. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(11), 3507–3518. <https://doi.org/10.5194/nhess-12-3507-2012>
- nunes Correia, F., Fordham, M., da GRAÇA Saraiva, M., & Bernardo, F. (1998). Flood hazard assessment and management: interface with the public. *Water Resources Management*, 12(3), 209–227.
- FEMA. (2011). *Flood Zones, Federal Emergency Management Agency (FEMA)*. <https://doi.org/10.1023/A:1008092302962>
- Hapsari, R. I., & Zenurianto, M. (2016). View of flood disaster management in indonesia and the key solutions. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 5(3), 140–151.
- Heidari, A. (2009). Structural master plan of flood mitigation measures. *Natural Hazards and Earth System Science*, 9(1), 61–75. <https://doi.org/10.5194/nhess-9-61-2009>
- Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN. (2017). *Peningkatan kualitas tata ruang kawasan rawan bencana banjir Kota Bima (Tidak dipublikasikan)*. Jakarta.
- KLHK. (2017). *Mitigasi banjir das sari melalui rehabilitasi hutan dan lahan (tidak terpublikasi)*. Jakarta.
- Kreibich, H., Piroth, K., Seifert, I., Maiwald, H., Kunert, U., Schwarz, J., ... Thieken, A. H. (2009). Is flow velocity a significant parameter in flood damage modelling? *Natural Hazards and Earth System Science*, 9(5), 1679–1692. <https://doi.org/10.5194/nhess-9-1679-2009>
- Neuvel, J. M. M., & van den Brink, A. (2009). Flood risk management in dutch local spatial planning practices. *Journal of Environmental Planning and Management*, 52(7), 865–880. <https://doi.org/10.1080/09640560903180909>
- OPW. (2009). *The planning system and flood risk management: guidelines for planning authorities*.
- Plate, E. J. (2002). Flood risk and flood management. *Journal of Hydrology*, 267(1–2), 2–11. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(02\)00135-X](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(02)00135-X)

- Poussin, J. K., Botzen, W. J. W., & Aerts, J. C. J. H. (2014). Factors of influence on flood damage mitigation behaviour by households. *Environmental Science and Policy*, 40(June), 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.01.013>
- Poussin, J. K., Bubeck, P., H. Aerts, J. C. J., & Ward, P. J. (2012). Potential of semi-structural and non-structural adaptation strategies to reduce future flood risk: Case study for the Meuse. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(11), 3455–3471. <https://doi.org/10.5194/nhess-12-3455-2012>
- Santosa, P. B. (2006). The role of GIS for flood disaster management. In *Pertemuan Ilmiah Tahunan III. Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. Surabaya: ITS.
- Savitri, E. & Pramono, I. B. (2017). Analisis banjir Cimanuk Hulu 2016. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Journal of Watershed Management Research)*, 1(2), 97–110. <https://doi.org/10.20886/jppdas.2017.1.2.97-110>.
- Schad, I., Schmitter, P., Saint-Macary, C., Neef, A., Lamers, M., Nguyen, L., ... Hoffmann, V. (2012). Why do people not learn from flood disasters? Evidence from Vietnam's Northwestern Mountains. *Natural Hazards*, 62(2), 221–241. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-9992-4>
- Seniarwan, Baskoro, D. P. T., & Gandasasmita, K. (2013). Analisis spasial risiko banjir wilayah Sungai Mangottong di Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan (Flood risk spatial analysis of Mangottong river area in Sinjai Regency, South Sulawesi). *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan (Journal of Soil Science and Environment)* 15(1), 39–44.
- 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. <https://doi.org/10.21660/2018.44.3730>
- Stefanidis, S., & Stathis, D. (2013). Assessment of flood hazard based on natural and anthropogenic factors using analytic hierarchy process (AHP). *Natural Hazards*, 68(2), 569–585. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0639-5>
- Suriadi, A. B., Arsyad, M., & Riadi, B. (2013). Potensi resiko bencana alam longsor (Potential risk of landslide related to extreme weather in Ciamis Region, West Java). *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 19(1), 57–63.
- Tariq, M. A. U. R., & Van de Giesen, N. (2012). Floods and flood management in Pakistan. *Physics and Chemistry of the Earth*, 47–48(January 2016), 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2011.08.014>
- Voss, M. (2008). The vulnerable can't speak. An integrative vulnerability approach to disaster and climate change research. *Behemoth: A Journal on Civilisation*, 1(3), 39–56. <https://doi.org/10.1524/behe.2008.0022>

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, 127–139. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2016.09.007>

Yazdi, J., & Salehi Neyshabouri, S. A. A. (2012). A simulation-based optimization model for flood management on a watershed scale. *Water Resources Management*, 26(15), 4569–4586. <https://doi.org/10.1007/s11269-012-0167-1>