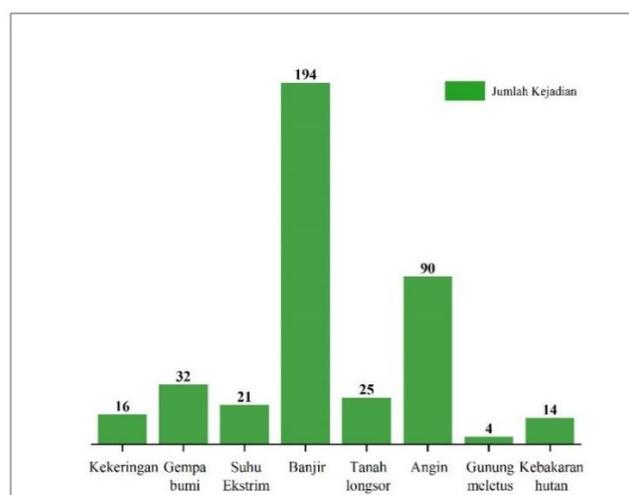


BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bencana Banjir

Fenomena banjir menjadi bencana alam yang paling banyak terjadi dalam satu dekade terakhir. Banjir ditetapkan sebagai bencana yang sering terjadi di beberapa negara di Dunia. CRED (*Center for Research on the Epidemiology of Disaster*) merilis data terkait bencana alam di seluruh negara di Dunia. Tahun 2009 hingga tahun 2019, banjir masih mendominasi dari beberapa bencana lainnya dengan total kejadian sebanyak 194 kali (Gambar 4). Asia dinobatkan sebagai benua yang sangat rentan terdampak bencana alam hidroklimatologi yaitu banjir, baik banjir air hujan maupun pasang-surut/rob (*Centre for Research on the Epidemiology of Disaster, 2020*).



Sumber : *Centre for Research on the Epidemiology of Disaster, (2020)*

Gambar 4. Perbandingan Jumlah Kejadian Bencana di Dunia Tahun 2009-2019

Sebagai salah satu negara di benua Asia, Indonesia termasuk negara paling rentan terjadi bencana banjir. Terlebih lagi, wilayah Indonesia terdiri kepulauan dengan garis pantai terpanjang di dunia (Mercy Corps Indonesia, 2017). Menurut

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2016), wilayah yang memiliki resiko banjir sangat tinggi terjadi di daerah retensi, cekungan, dataran rendah di hilir sungai besar, bantaran sungai, daerah pesisir, dan pantai. Hampir semua kota besar di Indonesia berada di pinggir pantai dan dataran rendah atau berada di daerah hilir sungai besar. Bencana banjir menjadi ancaman paling serius mengingat banyaknya aktivitas sosial-ekonomi didalamnya. Apabila banjir datang, aktivitas perkotaan mendadak terhenti, sebab akses keluar masuk dari kota seketika lumpuh total (Karunaratne, 2019).

Indonesia memiliki tingkat kerawanan terjadinya bencana banjir dan rob yang sangat tinggi (Mercy Corps Indonesia, 2017). Bencana banjir sekarang ini telah ditetapkan sebagai salah satu isu strategis nasional (BNPB, 2016). Banjir terjadi setiap tahun dengan dampak material dan non material yang sangat luar biasa. Fenomena banjir yang sering terjadi di wilayah Indonesia terbagi menjadi dua jenis, yaitu banjir hujan dan banjir pasang/rob (BPS, 2020). Banjir diartikan sebagai kejadian terendahnya suatu daerah atau daratan karena volume air yang meningkat (UU RI No.24 Tahun 2007). Banjir menyebabkan tergenangnya daerah landai dan cekungan akibat adanya peningkatan volume air yang berlebih. Genangan air pada banjir dipengaruhi oleh intensitas hujan yang tinggi sehingga sungai, waduk, dan badan air di sekitarnya tidak mampu lagi untuk menampung (Diez-Herrero and Garrote, 2020). Sedangkan, banjir pasang secara definisi disampaikan dalam Undang-undang Republik Indonesia No. 27 Tahun 2008 sebagai kejadian akibat peristiwa alam atau karena perbuatan manusia sehingga menimbulkan perubahan fisik dan atau hayati di wilayah pesisir.

Keberadaan banjir dan banjir pasang/ rob sangat erat kaitanya dengan fenomena perubahan iklim (Dahl, et al., 2017). Keadaan ini ditandai dengan meningkatnya suhu bumi yang menjadi lebih tinggi, pola curah hujan yang tidak menentu, serta naiknya permukaan air laut (CARE, 2019). Faktor antropogenik menjadi pemicu terbesar dalam terjadinya perubahan iklim. Penggunaan bahan bakar pada kegiatan sehari-hari maupun industri menyebabkan timbulan gas CO₂ yang semakin tinggi. Menurut Pabalik, dkk (2015), gas yang dihasilkan akan mempercepat pemanasan global dan meningkatkan frekuensi peristiwa cuaca yang

sangat ekstrim. Perubahan tersebut diperkirakan mampu merubah kondisi iklim regional di Indonesia (Perdinan, dkk 2017).

Aktivitas manusia seperti membuang sampah sembarangan, mendirikan bangunan di tepi sungai, serta deforestasi mengambil peran yang sangat penting dalam terjadinya banjir (Nurashikin, et al., 2019). Penelitian Hapsari dan Zenurianto (2016) menegaskan bahwa Indonesia kehilangan luas hutan 0,77% per tahun akibat perluasan wilayah perkotaan dan alih fungsi lahan. Penggundulan hutan yang terjadi di daerah hulu menyebabkan hilangnya daerah tangkapan air hujan, sehingga air dengan volume yang cukup besar mengarah ke daerah hilir. Berbeda halnya dengan banjir pasang/rob, genangan terbentuk akibat naiknya permukaan air laut karena adanya gaya grafitasi bumi terhadap bulan yang sangat kuat (Ikhsyan, dkk 2017). Rob biasanya terjadi di daerah pesisir dan pantai karena daerah ini berbatasan langsung dengan lautan. Rob yang terjadi di kota-kota besar di Indonesia, dapat disebabkan oleh beberapa hal, antara lain pertama, perubahan penggunaan lahan wilayah kepesisiran, dari daerah rawa dan budidaya tambak menjadi lahan terbangun, baik berupa perumahan maupun pabrik dan kawasan industri. Rawa dan tambak yang dulunya dapat digunakan sebagai tempat penampungan air (*water parking area*) pada saat terjadi pasang air laut, saat ini telah banyak berubah menjadi bangunan perumahan padat penduduk dan kawasan industri. Namun sekarang ini banjir pasang terus meluas seiring dengan adanya fenomena kenaikan muka air laut (*sea level rise*) dan penurunan muka tanah (*land subsidance*). Penelitian mengenai kenaikan muka air laut (*sea level rise*) dengan periode selama 129 tahun dari tahun 1880-2009 mendapatkan hasil kecepatan rata-rata Kenaikan permukaan laut 1,7 mm/tahun (Church dan White, 2011). Permukaan laut rata-rata telah naik lebih dari sekitar 23 cm (8 inci) sejak 1880, dengan sekitar tiga inci itu naik dalam 25 tahun terakhir. Setiap tahun, laut naik 3,2 mm/tahun (0,13 inci) (Williams, 2013).

Peningkatan kenaikan muka air laut saat ini diperkirakan akan terus meningkat selama berabad-abad, penelitian proyeksi SLR Laut Utara bagian selatan diperkirakan naik 0,4–1,05 m pada 2100 dan hingga 3,5 m pada 2200 (Pelling et al., 2013). Pemanasan global bukanlah satu-satunya penyebab kenaikan muka air

laut. Secara umum penyebab kenaikan muka air laut dapat digolongkan menjadi 3 faktor yaitu (a) global, (b) regional, (c) lokal. Perubahan kenaikan muka air laut akibat faktor global adalah faktor utama yang sangat dikhawatirkan pada abad ke-21 karena dapat menyebabkan dataran pantai rendah terendam.

Penurunan muka tanah (*land subsidence*) akan menjadi problem lingkungan yang lebih serius jika berlangsung di area yang memiliki pesisir. Area tersebut sangat rawan terhadap tekanan lingkungan, baik pengaruh dari lautan maupun daratan (Husnayaen et al., 2018). Penelitian yang ditulis oleh Hardiyawan (2012) menyampaikan bahwa keberadaan banjir pasang mampu menggenangi daerah cekungan yang berada di bagian tengah daratan karena intrusi air laut dapat melalui sungai, drainase bahkan aliran air di bawah tanah.

Meningkatnya peristiwa banjir yang terjadi di berbagai wilayah mengakibatkan kenaikan tren yang signifikan pada kerugian dan dampak (Rana dan Routray, 2016). Banjir melanda semua masyarakat di wilayah terdampak dan tidak memandang status sosial. Keberadaan banjir menjadi hal yang sangat serius ketika genangan telah mencapai area yang secara fungsional dimanfaatkan untuk kepentingan manusia (Kundzewicz et al., 2019). Kerusakan secara fisik menjadi permasalahan yang sering terjadi, namun jika banjir menimbulkan korban jiwa, kerugian harta benda, munculnya wabah penyakit, hilangnya lahan produktif hingga rusaknya potensi pesisir, maka hal ini menjadi harus segera diatasi (Mahfuz, 2016). Kejadian banjir di wilayah pesisir sangat berpengaruh kepada mata pencaharian mereka yang sebagian besar bekerja sebagai petani tambak dan nelayan (Shaffril, et al., 2017). Keadaan ini akan sangat berpengaruh kepada tingkat kesejahteraan masyarakat khususnya bagi masyarakat berpenghasilan rendah.

2.2. Banjir Kota Pekalongan

Semua wilayah daratan rendah dan pesisir memiliki risiko bencana banjir termasuk Kota Pekalongan. Salah satu kota yang berada di wilayah pesisir Indonesia serta masuk dalam sektor penting yang terkena dampak perubahan iklim. Dinamika lingkungan yang tinggi dengan proses fisik yang cukup banyak menjadi karakteristik wilayah pesisir Kota Pekalongan (Marfai, dkk 2017). Terlebih lagi

dengan banyaknya kompleksitas permasalahan yang diakibatkan dari adanya bencana banjir dan banjir pasang/rob. Hal ini akan membawa implikasi pada kehidupan pembangunan kawasan terutama perkembangan Kota Pekalongan itu sendiri (Salim dan Siswanto, 2018).

2.2.1. Intensitas banjir Kota Pekalongan

Banjir dan banjir pasang/rob di Kota Pekalongan yang terjadi sekarang ini seolah sangat sukar untuk dipisahkan. Berdasarkan RKPD Kota Pekalongan Tahun 2020, ancaman bencana yang paling besar di seluruh wilayah Kota Pekalongan adalah banjir, baik banjir pasang/rob maupun banjir air hujan. Selama hampir 10 tahun terakhir, kejadian banjir menjadi bencana yang paling sering terjadi dan diperkirakan terus terjadi setiap tahunnya (Kartika, dkk 2019). Fenomena banjir di Kota Pekalongan dimulai pada tahun 2008 yang diakibatkan oleh naiknya permukaan air laut atau yang biasa disebut banjir pasang. Keadaan ini menyebabkan terendamnya beberapa wilayah di Kec. Pekalongan Utara, namun banjir yang terjadi hanya bersifat sementara. Pada tahun 2010 banjir mulai menggenangi daerah-daerah berharga seperti sawah, tambak, hingga pemukiman warga secara permanen. Berdasarkan data KesbangPol dan Linmas (2010), tujuh desa ditetapkan sebagai daerah yang rentan terhadap banjir dan banjir pasang/rob, yaitu Panjang Wetan, Panjang Baru, Kandang Panjang, Bendengan, Pabean, Krapyak Lor, dan Dukuh.

Permasalahan banjir dan rob terus menunjukkan peningkatan, baik dari luas genangan maupun ketinggian (Iskandar et al., 2020). Tahun 2015 banjir dan rob terparah di Kota Pekalongan terjadi di wilayah Kec. Pekalongan Utara dengan ketinggian 20–30 cm (Hapsoro dan Buchori, 2015). Banjir tersebut merendam tujuh kelurahan dimana titik terparah berada di Kelurahan Bandengan dan Pabean. Sama halnya pada tahun 2016 menurut jurnal yang ditulis oleh Purifyningtyas dan Wijaya terdapat delapan kelurahan yang tergenang banjir termasuk Kel. Bandengan dan Pabean. Berdasarkan data dan informasi dari Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Pekalongan,

pasang tertinggi yang mencapai 1,1 m menyebabkan banjir rob masuk ke wilayah daratan hingga 3-4,7 m atau 51% dari total luas Kota Pekalongan (Marfai et al., 2017). Dilansir dari laman resmi pemerintah Kota Pekalongan, pada tahun 2017 banjir rob kembali terjadi di Kec. Pekalongan Utara khususnya di Kel. Kandang Panjang, Panjang Wetan, Bandengan, Krapyak, Panjang Baru, Dukuh, Degayu, Pasir Keraton Keramat, dan Padukuhan Kraton dengan ketinggian mencapai 50 cm. Tahun 2018, dalam artikel yang ditulis oleh Salim dan Siswanto (2018), banjir rob terjadi di tujuh Kelurahan dengan ketinggian 60 cm. RKPD Kota Pekalongan menegaskan bahwa pada Tahun 2018 Kec. Pekalongan Utara merupakan wilayah yang sangat rentan terjadi bencana banjir dan rob dengan luas 60 hektar. Tahun 2019, wilayah yang terdampak banjir dan rob terparah terjadi di Kecamatan Pekalongan Utara dengan total enam Kelurahan (Izza, 2019). Fenomena banjir dan rob pada tahun 2020 tidak lagi menimpa wilayah yang berada di Kec. Pekalongan Utara saja, melainkan seluruh kecamatan lain yaitu Pekalongan Barat, Pekalongan Selatan, dan Pekalongan Timur.

Data informasi bencana yang dihimpun dari Palang Merah Indonesia, (2020), selama kurun waktu 5 tahun terakhir, banjir pada tahun 2020 merendam hampir seluruh wilayah Kota Pekalongan. Empat kecamatan yang berada di wilayah administrasi Kota Pekalongan terkena dampak banjir. Jumlah kelurahan yang terkena dampak banjir sebanyak 16 kelurahan. Tahun 2020, Kec. Pekalongan Utara menjadi satu-satunya kecamatan yang memiliki jumlah kelurahan terdampak paling banyak dengan total 6 kelurahan atau dapat dikatakan seluruhnya (Gambar 5).



Sumber: BPBD Kota Pekalongan, (2020)

Gambar 5. Jumlah Kelurahan Terdampak Banjir Tahun 2020

Berdasarkan DPMPTSP Kota Pekalongan menyebutkan bahwa fenomena banjir terparah sepanjang sejarah terjadi pada tahun 2020. Hampir seluruh wilayah Kota Pekalongan terendam banjir dengan ketinggian genangan mencapai 1 m. Data terbaru dari BPBD Kota Pekalongan pada bulan Februari 2021, jumlah wilayah terdampak banjir tercatat 8 Kelurahan yang tersebar di dua kecamatan yaitu Kec. Pekalongan Barat dan Pekalongan Utara. Genangan tertinggi mencapai 20-30 cm yang berada di Kel. Pasir Keraton Keramat (Tabel 2).

Tabel 2. Daftar Wilayah Terdampak Banjir Kota Pekalongan Februari 2021

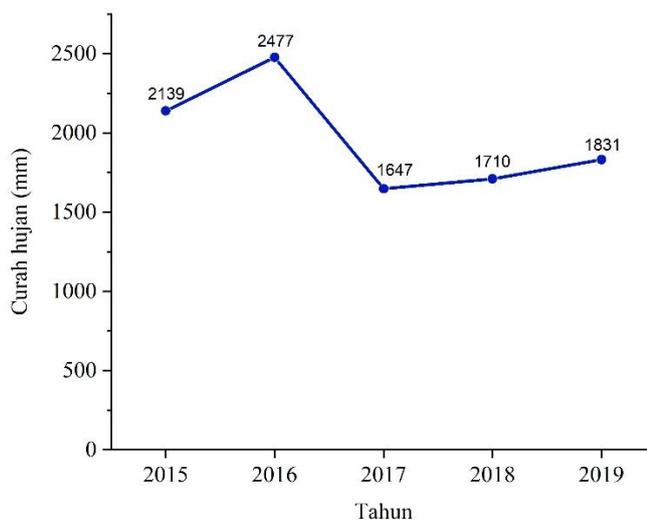
Kecamatan	No.	Kelurahan	Ketinggian
Kecamatan Pekalongan Barat	1	Pasir Keraton Keramat	20-30 cm
	2	Tirto	10-20 cm
Kecamatan Pekalongan Utara	3	Panjang Wetan	10-15 cm
	4	Panjang Baru	10-15 cm
	5	Kandang Panjang	10-15 cm
	6	Padukuhan Keraton	10-15 cm
	7	Degayu	10-15 cm
	8	Bandengan	10-15 cm

Sumber: BPBD Kota Pekalongan, (2020)

2.2.2. Faktor pemicu banjir Kota Pekalongan

Fenomena banjir sekarang ini menjadi salah satu peristiwa alam yang paling dominan di wilayah perkotaan. Terlebih bagi perkotaan yang berada di daerah dataran rendah, pesisir, dan hilir sungai. Secara geografis, Kota Pekalongan berada di wilayah pesisir dengan garis pantai ± 6 km membentang dari barat hingga timur berhadapan dengan laut Jawa (Marfai, dkk 2011). Berdasarkan topografi, Kota Pekalongan berupa dataran rendah dengan ketinggian antara 0-6 m di atas permukaan laut (dpl). Ditinjau dari kemiringan lahan, Kota Pekalongan memiliki kemiringan rata-rata antara 0-8% yang termasuk sangat datar (Perubahan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Kota Pekalongan Tahun 2005-2025., 2013). Kota Pekalongan memiliki dua jenis tanah yang rentan mengalami kompaksi alamiah, yaitu tanah aluvial (90%) dan membentuk kipas aluvial pada sepanjang wilayah pesisir (Helmi, dkk. 2018).

Badan Pusat Statistik Kota Pekalongan (2020), wilayah Kota Pekalongan masuk dalam kategori iklim tropis basah. Selama kurun waktu 5 tahun terakhir, kondisi iklim di Kota Pekalongan selalu berubah-ubah setiap tahunnya. Pada siang hari, suhu di Pekalongan mencapai 30°C. Hal ini seiring dengan berubahnya iklim secara global. Fenomena perubahan iklim inilah yang menjadi faktor pemicu meningkatnya frekuensi banjir di wilayah Kota Pekalongan. Perubahan iklim menyebabkan naiknya permukaan air laut (*sea level rise*) dan semakin meningkatnya curah hujan regional (Pujiastuti, dkk. 2015). Data yang dirilis Badan Pusat Statistik (2020) menunjukkan bahwa selama tahun 2015-2019 curah hujan di Kota Pekalongan bervariasi. Curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2016 dan terendah pada tahun 2017. Curah hujan tahun 2019 mengalami peningkatan dibandingkan 2 tahun sebelumnya (Gambar 6). Peningkatan curah hujan inilah yang menyebabkan Kota Pekalongan mengalami banjir di beberapa titik.



Sumber: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (2020)

Gambar 6. Curah Hujan Kota Pekalongan Tahun 2015-2019

Selain pengaruh curah hujan yang tinggi, banjir yang terjadi di Kota Pekalongan dipengaruhi oleh penurunan muka tanah atau *land subsidence* (Hapsoro dan Buchori, 2015). Saat ini, penurunan muka tanah di Kota Pekalongan semakin meluas sehingga banyak daerah yang menjadi lebih rendah (Ramadhan, dkk 2019). Hal ini menyebabkan adanya genangan di daerah-daerah cekungan. Data yang dirilis oleh Bappeda Kota Pekalongan tahun 2018 dalam laman resmi menyampaikan bahwa penurunan muka tanah di wilayah pesisir mencapai minus 30-50 cm di bawah permukaan laut. Kepala Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Perumahan Rakyat Provinsi Jawa Tengah menyampaikan bahwa penurunan muka tanah (*land subsidence*) di Kota Pekalongan tahun 2015-2020 mencapai 2,1-11 cm per tahun, sementara kenaikan muka air laut 4 mm per tahun. Banjir yang terjadi di wilayah Kota Pekalongan diperkirakan akan terus meluas seiring dengan kenaikan muka air laut dan penurunan muka tanah. Berdasarkan hasil penelitian Iskandar, dkk (2020) kecepatan penurunan muka tanah di beberapa titik wilayah bervariasi. Rata-rata laju penurunan tanah tertinggi berada di Kecamatan Pekalongan Utara (Tabel 3).

Tabel 3. Kecepatan penurunan muka tanah setiap Tahun di Kota Pekalongan

No.	Kecamatan	Rata-rata (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Std. Dev
1	Pekalongan Utara	-24,13	-27,51	-19,73	1,06
2	Pekalongan Barat	-22,83	-26,80	-18,93	1,33
3	Pekalongan Timur	-21,94	-25,64	-18,57	1,13
4	Pekalongan Selatan	-20,40	-24,31	-16,74	1,43

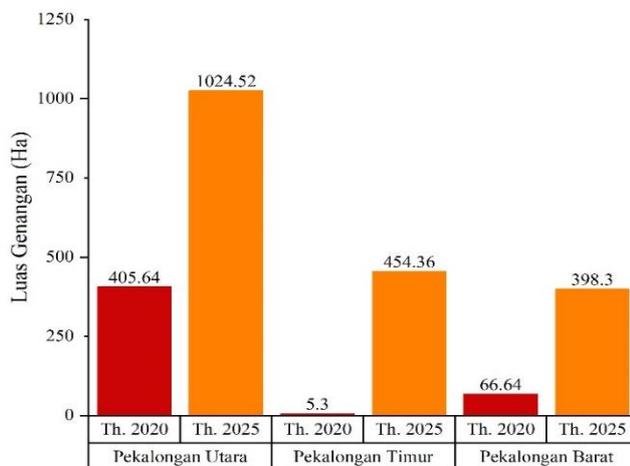
Sumber: Iskandar, dkk (2020)

Laju penurunan tanah di Kecamatan Pekalongan Utara dikarenakan wilayah tersebut berada dekat dengan pantai. Lapisan tanah di wilayah yang semakin dekat dengan laut maka akan cepat mengalami penurunan karena lapisan tanah terus mengalami pemampatan/konsolidasi (Sarah dan Soebowo, 2018). Faktor cepatnya penurunan tanah juga dikarenakan wilayah Kota Pekalongan merupakan wilayah perkotaan dengan kepadatan penduduk yang tinggi berikut aktivitasnya. Banyaknya aktivitas di wilayah pesisir memberikan banyak tekanan yang menyebabkan terjadinya perubahan pada wilayah pesisir seperti perubahan garis pantai, erosi dan abrasi. Iskandar, dkk (2020) menyatakan bahwa penurunan muka tanah Kota Pekalongan dipengaruhi nilai persentase penggunaan lahan untuk pemukiman sebesar 50,53%. Beban bangunan, serta ekstraksi air tanah besar-besaran sangat berpengaruh terhadap penurunan permukaan tanah/*land subsidence*.

Land subsidence mengambil peran dominan dalam terjadinya genangan di wilayah Kota Pekalongan. Pengambilan air dalam yang tidak terkendali menyebabkan hilang dan berkurangnya air bawah tanah. Kejadian ini mempercepat terjadinya kompaksi alamiah sedimen muda pada dataran alluvial (Suroso dan Firman, 2018). Pengambilan air tanah di Kota Pekalongan digunakan untuk berbagai aktivitas pertanian, industri, serta kebutuhan sehari-hari masyarakat (Bappeda, 2019). Penelitian lainnya mengungkapkan bahwa penurunan muka tanah (*land subsidence*) yang terjadi di Kota Pekalongan dengan analisis dari gambar *Interferometric Synthetic Aperture Radar* (InSAR) sebesar 4,8-10,8 cm/tahun, diduga disebabkan oleh penarikan air tanah untuk pertanian (Sarah dan Soebowo,

2018). Beberapa kawasan rawan bencana banjir di Kota Pekalongan juga masih ditetapkan sebagai kawasan industri dan perumahan. Banyak lokasi titik sumur bor ilegal tepat berada di kawasan rawan bencana banjir. Pengambilan air dalam yang digunakan untuk aktivitas industri memperparah kondisi penurunan muka tanah di Kota Pekalongan terkhusus wilayah pesisir (Dwi, dkk 2019). Jika hal ini terus dilakukan maka akan memperburuk genangan banjir dan rob di Kota Pekalongan (Andreas et al., 2018).

Genangan yang terjadi di Kota Pekalongan juga diakibatkan oleh adanya kenaikan muka air laut atau yang sering disebut banjir pasang/rob. Kenaikan suhu bumi yang diikuti dengan pemuaiannya massa air laut menyebabkan percepatan kenaikan muka air laut akibat mencairnya es di wilayah kutub (Marfai, dkk 2013). Fenomena pasang surut merupakan pola fluktuasi muka air laut yang disebabkan oleh gaya tarik benda langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi (Drestanto, dkk 2014). Genangan banjir rob sering sekali terjadi di daerah pesisir yang berbatasan langsung dengan lautan. Berdasarkan laporan (IPCC, 2007), diprediksi tinggi rata-rata kenaikan permukaan air laut global pada tahun 2100 akan bertambah menjadi 18 cm sampai dengan 59 cm. Kondisi tersebut menyebabkan kenaikan muka air laut dengan rata-rata sekitar 0,44 cm/tahun. Hasil analisis Marfai, dkk (2017) memperkirakan tinggi genangan banjir rob di Kota Pekalongan pada tahun 2050 dengan kenaikan rata-rata muka air laut 6 mm, maka akan menghasilkan genangan maksimum setinggi 135 cm. Iskandar, dkk (2020) dalam penelitian terbaru menyebutkan luas genangan banjir rob yang terjadi di Kota Pekalongan diprediksi akan meningkat menjadi 1877,07 ha pada tahun 2025 dari 477,57 ha di tahun 2020. Perbandingan total luas genangan banjir rob di Kota Pekalongan pada tahun 2020 dan hasil prediksi geospasial pada tahun 2025 dapat dilihat pada Gambar 7.



Sumber: Iskandar, dkk (2020)

Gambar 7. Total Luas Genangan Banjir Rob Kota Pekalongan Tahun 2020 dan Prediksi Tahun 2025

Kecamatan Pekalongan Utara berada di kawasan pesisir dengan berbagai tekanan dinamika pesisir yang tinggi (Marfai et al., 2011). Berbagai aktivitas alami termasuk angin dan gelombang yang berdampak pada dinamika bentang lahan. Aktivitas masyarakat termasuk kegiatan budidaya tambak yang terus menerus dilakukan tanpa melihat daya dukung lingkungan menyebabkan terjadinya degradasi lingkungan. Keadaan ini dipastikan akan menimbulkan permasalahan lingkungan yang sangat kompleks dalam jangka panjang (Kusumaningrum, dkk. 2016). Genangan banjir rob akan terus meluas seiring meningkatnya tekanan di wilayah perkotaan pesisir (Diez-Herrero and Garrote, 2020).

2.2.3. Dampak banjir Kota Pekalongan

Ancaman banjir dan rob seakan menjadi potensi yang begitu besar melanda wilayah Kota Pekalongan. Wilayah perkotaan di dataran rendah yang berbatasan langsung dengan laut Jawa serta merupakan kawasan muara dari beberapa sungai besar di daerah sekitarnya. Selama kurun waktu 10 tahun terakhir, kejadian banjir dan rob menyebabkan kerugian yang cukup besar

dari sisi lingkungan, fisik, sosial, ekonomi, dan kesehatan (Marfai, dkk 2014; Ramadhan, dkk 2019). Terlebih genangan banjir dengan kategori sedang membutuhkan waktu surut yang cukup lama, yaitu 2-4 jam (Marfai, dkk 2013). Sedangkan untuk tinggi genangan yang mencapai 25-50 cm, membutuhkan waktu surut hingga 6-9 jam (Jumatiningrum, 2019; Marfai, dkk 2013). Banjir dalam intensitas yang sangat tinggi juga akan berisiko menyebabkan hilangnya pulau-pulau kecil serta mempersempit wilayah perkotaan yang terletak di garis pantai dan hilir sungai (Dahl et al., 2017).

Banjir dan rob menyebabkan lumpuhnya perekonomian masyarakat khususnya di wilayah Kec. Pekalongan Utara. Sebagian besar masyarakat yang tinggal di wilayah tersebut berprofesi sebagai petani tambak. Keberadaan banjir dan rob menyebabkan rusaknya bambu/bales rusak, tanggul tambak rusak, serta tercemar oleh limbah (Ramadhan et al., 2019). Rob juga merusak infrastruktur jalan, sehingga akses menuju sumber mata pencaharian terputus. Lahan pertanian, sawah, fasilitas umum, serta sanitasi dan ketersediaan air bersih terganggu akibat banjir (Izza, 2019; Marfai, dkk 2014). Banjir dan rob yang terjadi mengakibatkan munculnya permasalahan lingkungan yaitu semakin buruknya kualitas sungai yang diakibatkan oleh banyaknya sampah yang menumpuk. Rusaknya beberapa infrastruktur di lingkungan pemukiman, serta sistem sanitasi yang semakin buruk menjadi dampak negatif dari adanya banjir dan rob. Sumur yang bisa digunakan untuk berbagai aktifitas keseharian masyarakat sudah tidak dapat dimanfaatkan lagi, hal ini dikarenakan tidak memenuhi standart kualitas air bersih. Banjir dan rob juga menyebabkan hilangnya ruang bermain dan ruang terbuka hijau (Deltares Universitas Diponegoro, 2019). Kerusakan beberapa fasilitas publik menyebabkan menurunnya ruang untuk berinteraksi masyarakat.

2.3. Intensitas Bahaya (*Hazard*)

Bahaya atau *Hazard* (H) didefinisikan sebagai suatu fenomena berbahaya, substansi, atau aktivitas manusia dapat menyebabkan kehilangan nyawa, cedera atau dampak kesehatan lainnya, kerusakan properti, kehilangan mata pencaharian

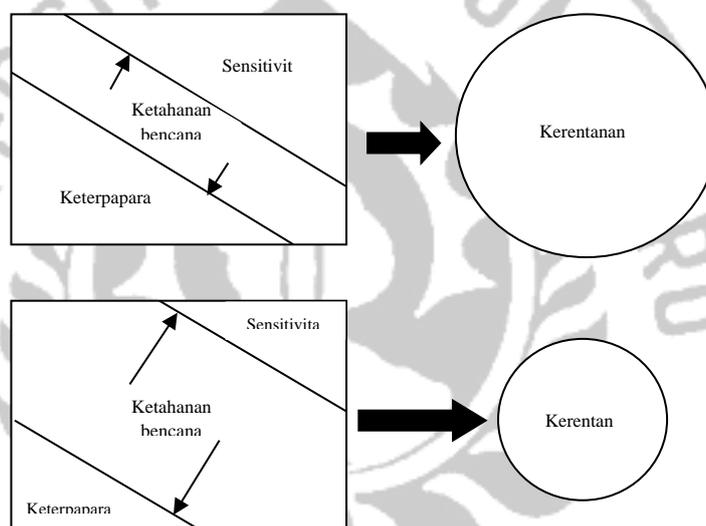
dan layanan, gangguan sosial dan ekonomi, atau kerusakan lingkungan (Weis et al., 2016). Kundzewicz et al., (2019) juga mendefinisikan bahaya (H) sebagai potensi kejadian geofisika atau hidro-meteorologis alami yang dapat menyebabkan kerusakan pada suatu wilayah selama periode waktu tertentu. Fenomena alam (Bahadur and Pichon, 2016). berubah menjadi bencana hanya ketika ia memengaruhi populasi yang “rentan” dan di mana tidak ada sistem mitigasi yang tepat (Diez-Herrero dan Garrote, 2020).

Terdapat berbagai sumber bahaya, yaitu geologi, meteorologi, hidrologi, kelautan, biologi, sumber-sumber teknologi, dan terkadang bertindak dalam kombinasi. Bahaya dapat dijelaskan secara kuantitatif oleh frekuensi kemungkinan terjadinya bahaya maupun intensitas bahaya di area yang berbeda-beda, seperti ditentukan dari data historis atau analisis ilmiah. Indikator bahaya banjir yang digunakan, yaitu frekuensi banjir, ketinggian banjir, durasi banjir, kemungkinan timbul genangan, maupun kerusakan akibat banjir sebelumnya (Rana dan Routray, 2016).

2.4. Ketahanan masyarakat akibat Bencana

Kenaikan jumlah kejadian banjir selama 5 tahun terakhir menjadikan Kota Pekalongan masuk dalam kategori rentan terhadap risiko bencana. Keadaan ini sangat erat kaitannya dengan komunitas dan masyarakat yang tinggal di sekitar pusat bencana. Kerugian akibat bencana ini cenderung terjadi pada komunitas yang rentan dan akan semakin rentan. Guncangan, tekanan dan ketidakpastian dapat membahayakan mata pencaharian, memperburuk ketimpangan dan mengikis kemajuan pembangunan. Ketahanan bencana mewakili kemampuan suatu sistem untuk menyesuaikan, memoderasi kerusakan potensial, untuk mengambil keuntungan dari peluang, atau untuk mengatasi konsekuensi dari gangguan perubahan iklim yang dalam hal ini berdampak pada bencana banjir dan banjir pasang (Shaffril et al., 2017a). Kemampuan sistem dalam melakukan manajemen dampak tergantung dari ketahanan wilayah dan komunitas. Semakin tinggi ketahanan, maka semakin tangguh sistem dalam menghadapi perubahan yang terjadi (Tyler et al., 2016).

Engle (2011), melihat ketahanan bencana berperan sebagai faktor yang diinginkan atau atribut positif dari sistem untuk mengurangi kerentanan. Semakin besar ketahanan bencana yang dimiliki oleh suatu sistem, maka sistem tersebut menjadi kurang rentan terhadap perubahan iklim. Hal ini dapat dikatakan bahwa sistem memiliki kemampuan besar untuk mampu menyesuaikan diri dalam perubahan yang terjadi. Peran ketahanan bencana dalam mempengaruhi kerentanan digambarkan pada Gambar 8.



Sumber: Engle (2011)

Gambar 8. Peran Ketahanan bencana dalam Mempengaruhi Kerentanan

Ketahanan/ resiliensi merupakan sebuah bentuk kapasitas instrumental yang mempengaruhi kesejahteraan dalam menghadapi guncangan atau tekanan (Bahadur and Pichon, 2016). Ketahanan bencana dalam menghadapi kerentanan bencana diperlukan penilaian komprehensif mulai dari tingkat individu, komunitas hingga regional. Mengingat tingkat pengetahuan masyarakat, kearifan lokal, persepsi masyarakat, serta kapasitas instansi dalam merespon perubahan setiap wilayah berbeda-beda. Berikut dengan paparan intensitas bencana setiap wilayah (Tyler et al., 2016). Pembangunan modal sosial dalam meningkatkan ketahanan bencana adalah proses yang berkelanjutan dan relevan di semua sektor (CARE Climate

Change, 2019). Penguatan modal sosial dalam pengelolaan sumber daya adalah kunci dari peningkatan ketahanan bencana (Takara, 2010). Ketahanan dicirikan dengan kapasitas sistem untuk merespon dan beradaptasi, bukan menentukan kemungkinan yang akan terjadi dan tidak terjadi dimasa depan (Inclusive Disaster Resilience Index, 2018).

Bahadur and Pichon, (2016) dalam bukunya yang berjudul '*Analysis of Resilience Measurement Framework and Approaches*' menjelaskan 3 fokus utama dalam menggambarkan ketahanan:

1. Ketahanan di tingkat Kota

Pengukuran ketahanan di tingkat kota berfokus pada kualitas sistem yang tangguh. Fokus dan tujuannya untuk mengukur bagaimana sistem perkotaan mampu mengantisipasi kemungkinan kegagalan penanganan dengan cara yang paling aman. Hal ini dapat belajar dari gangguan yang dialami sebelumnya dan bagaimana organisasi dapat menghadapi gangguan yang akan datang. Sistem yang berkualitas dicirikan dengan tindakan yang reflektif, banyak pilihan, inklusif, dan terintegrasi.

2. Ketahanan di tingkat komunitas

Sistem sosial-ekologi menjadi penekanan dalam menggambarkan ketahanan. Tata kelola dan proses sosial dalam komunitas mencerminkan banyak temuan dasar yang berkaitan dengan peningkatan ketahanan. Komunitas dalam skala perkotaan menjadi sangat penting untuk lingkungan pemerintah dalam menentukan desain sistem infrastruktur fisik dan ekologis yang lebih tepat sasaran. Komunitas sebagai landasan penting untuk membangun jejaring sosial yang diharapkan mampu mempertahankan mata pencaharian dan lapangan pekerjaan sehingga tahan dari guncangan dan tekanan. Interaksi dalam komunitas membuat jejaring sosial semakin efektif dan terbuka untuk melakukan transformasi pada sistem. Jejaring sosial yang kompleks akan sangat penting untuk membangun komunikasi antar individu, komunitas dan politik yang lebih luas. Komunitas yang diatur secara struktural, akan meminimalisir bahaya sekaligus dapat memulihkan kondisi secara cepat. *Arup's City Resilience Framework and Index* tahun 2015 merekomendasikan

untuk mengukur kebijakan ketenagakerjaan yang inklusif, mekanisme keuangan yang mendukung, serta pengembangan bisnis lokal untuk dapat menangkap gambaran ketahanan di tingkat komunitas.

3. Ketahanan individu dalam komunitas

Kerangka pengukuran di tingkat individu lebih fokus untuk melihat kemandirian dalam kegiatan ekonomi, keragam mata pencaharian, dan total sumber pendapatan. Kapasitas individu menjadi landasan utama dalam mempertahankan kemampuan untuk menghadapi gangguan dan tekanan.

2.4.1. Komponen penyusun ketahanan masyarakat akibat bencana

Komponen ketahanan bencana merujuk pada kondisi internal masyarakat maupun fisik suatu wilayah yang sifatnya positif atau merupakan kekuatan yang dimiliki oleh wilayah tersebut (Mercy Corps Indonesia, 2017). Kondisi internal tersebut sangat dipengaruhi oleh kemampuan orang untuk mengakses dan mengontrol aset, termasuk ekonomi, fisik dan sumber daya alam, serta modal sosial dan potensi manusia mereka ((Engle, et al., 2021). Kapasitas masyarakat pada aspek sosial-ekonomi berperan penting untuk ketahanan bencana suatu sistem, terutama menyoroti peran integral dari lembaga, tata kelola dan manajemen dalam menentukan kemampuan untuk beradaptasi dengan perubahan iklim (INDRIX, 2018). Ketahanan bencana dapat secara fundamental dibentuk oleh tindakan manusia serta akan mempengaruhi elemen biofisik dan sosial dari suatu sistem (IPCC, 2012).

Penelitian Mesfin, et al., (2020) menunjukkan bahwa beberapa faktor penentu sosial-ekonomi dari ketahanan bencana bersifat generik seperti pendidikan, pendapatan dan kesehatan. Faktor penentu untuk dampak perubahan iklim seperti lembaga, ilmu pengetahuan dan teknologi. Faktor penentu tidak independen satu sama lain atau tidak saling eksklusif karena sumber daya memfasilitasi penerapan teknologi baru. Tyler et al., (2016) mengidentifikasi beberapa penentu ketahanan bencana termasuk: (1) ketersediaan teknologi, (2) sumber daya berikut distribusinya, (3) ketersediaan sumber daya manusia termasuk pendidikan dan keamanan, (4)

modal sosial, (5) struktur lembaga kritis, (6) akses ke proses penyebaran risiko, (7) kemampuan pengambil keputusan untuk mengelola informasi berikut validasinya, dan (8) persepsi publik.

The Resilience Apatation Pathways Transformation Assessment Framework (RAPTA) penilaian berfokus pada ketahanan sosial-ekologi untuk membantu perencanaan dan intervensi. Kondisi sosial-ekologis merupakan kunci untuk mengendalikan, mengidentifikasi, serta merubah sistem dimasa depan sehingga mampu beradaptasi dari guncangan. Tiga faktor yang membangun kerangka kerja penilaian ketahanan dalam skala individu, masyarakat, perkotaan (Gambar 9):

1. Kapasitas Transformatif

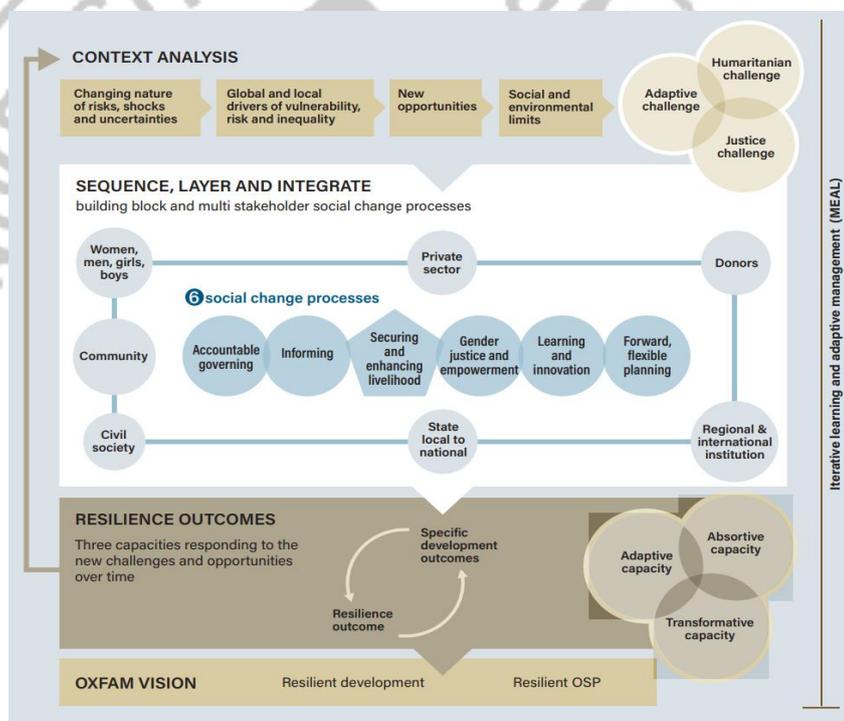
Kapasitas transformatif merupakan mekanisme tata kelola dalam sistem pemerintahan/ kekuasaan. Program ketahanan kebencanaan menjadi keharusan bagi lembaga pemerintah maupun non-pemerintah seperti lembaga swadaya masyarakat (LSM), dan organisasi masyarakat di wilayah rentan. Lembaga ini akan memantau dan menganalisis kerugian serta mencari peluang/ inisiatif operasional untuk melakukan penanganan baik yang akan dimulai atau sedang berlangsung.

2. Kapasitas Adaptif

Kemampuan adaptasi atau *adaptive capacity* didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu sistem untuk menyesuaikan diri pada perubahan iklim (Permen LHK No. P33/2016). Penilaian ini lebih menitikberatkan kemampuan individu, individu dalam komunitas dan individu dalam institusi. Ketahanan dalam tingkat individu dapat memungkinkan praktisi untuk mengeksplorasi faktor kognitif dan psikososial yang akan berpengaruh pada faktor ketahanan. Kapasitas adaptif menghasilkan analisis yang lebih lugas dalam pemetaan tingkat ketahanan, karena berfokus pada rumah tangga sehingga mudah dalam melacak input dan output program. Indikator yang digunakan dalam penilaian ini mencakup diversifikasi mata pencaharian, keamanan, dan kondisi ekonomi/ kekayaan.

3. Kapasitas Absorbtif

Kapasitas absorbtif merupakan kemampuan untuk meminimalisir paparan terhadap guncangan dan tekanan serta untuk memulihkan dengan cepat pada saat terpapar. Pengukuran kapasitas absorbtif dilakukan pada skala yang lebih besar. Hubungan Kerjasama antar individu-komunitas-sistem pemerintahan akan menimbulkan kompleksitas penanganan. Teknologi canggih diharapkan mampu mendorong peningkatan nilai ketahanan.



Sumber: (Bahadur and Pichon, 2016)

Gambar 9. Penilaian Ketahanan bencana dalam Kajian Iklim

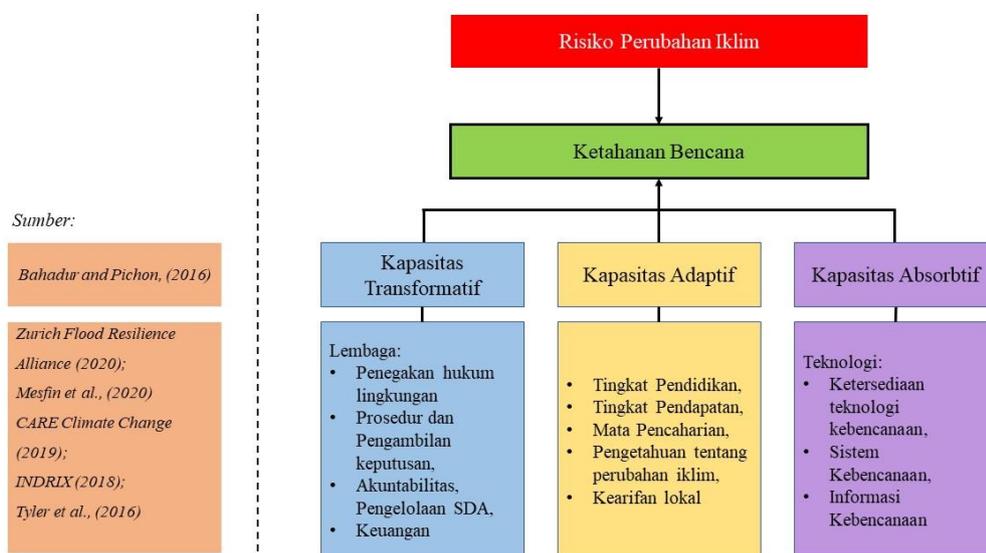
Kapasitas adalah kemampuan daerah dan masyarakat untuk melakukan tindakan pengurangan tingkat ancaman dan tingkat kerugian akibat bencana (Peraturan Kepala BNPB No. 2 Tahun 2012). Kapasitas mencerminkan ketahanan dimana sistem yang tangguh memiliki kemampuan dalam mempersiapkan, menghindari, dan pulih dari risiko perubahan akibat

gangguan (Wahyono, dkk 2016). Sistem dikatakan rentan terhadap perubahan iklim ketika sistem terpapar pada peristiwa iklim tertentu yang melampaui kapasitas sistem untuk mengatasinya, sehingga sistem akan terkena dampak negatif (Mercy Corps Indonesia, 2017). Kajian ketahanan bencana membantu dalam membidik beberapa skenario dimasa depan guna memelihara sistem yang stabil dan berkelanjutan (Nurashikin et al., 2019).

Efek saling ketergantungan antara manusia dengan sistem lingkungan juga harus diperhatikan dalam menentukan ketahanan bencana. Praktik pengelolaan sumber daya berkelanjutan, proses pengambilan keputusan dan infrastruktur dapat diperburuk oleh tekanan yang terjadi akibat bencana. Tidak ada satu pendekatan tunggal untuk ketahanan bencana karena beberapa komponen sangat tergantung pada sistem yang dipertaruhkan. Banyak upaya untuk menyusun komponen ketahanan bencana berikut indikator standar yang digunakan dalam penilaian. (CARE, 2019; Mesfin et al., 2020; Tyler et al., 2016) menguraikan dimensi utama dalam ketahanan bencana, meliputi:

1. Pengetahuan: ini merujuk pada tingkat umum pendidikan dan kesadaran tentang isu-isu seperti perubahan iklim dan dampaknya, serta penyebaran informasi tentang kondisi iklim dan cuaca;
2. Teknologi: ini termasuk ketersediaan dan akses ke opsi teknologi untuk adaptasi dan tahap teknologi dalam pengembangan suatu sistem. Meskipun tidak termasuk langkah-langkah yang sudah ada sebelumnya seperti bendungan dan skema irigasi (yang dikategorikan dalam sensitivitas), itu dapat memasukkan yang baru atau peningkatan solusi teknologi yang ada;
3. Lembaga: ini mencakup banyak masalah pemerintahan, kelembagaan dan masalah hukum, termasuk kapasitas dan efisiensi lembaga-lembaga utama, penegakan hukum lingkungan, transparansi prosedur dan pengambilan keputusan. Dimensi ini selanjutnya dapat mencakup akuntabilitas dan praktik partisipasi dalam memastikan pengelolaan sumber daya alam, keuangan, dan manusia yang berkelanjutan;

4. Ekonomi: termasuk produk domestik bruto (PDB), tingkat pekerjaan/pengangguran (di daerah pedesaan atau perkotaan), bagian dari PDB untuk sektor ekonomi tertentu, dan ketergantungan suatu negara pada impor pangan dan energi. Pada tingkat mikro, ini juga dapat mencakup pendapatan rumah tangga, pengeluaran makanan, perumahan dan rasio ketergantungan. Relevansi dimensi ini bervariasi dari kasus ke kasus dan dari sistem ke sistem.



Gambar 10. Komponen Penyusun Ketahanan Masyarakat akibat Bencana

Ketahanan bencana dibangun berdasarkan 3 komponen kapasitas seperti kapasitas transformatif, kapasitas adaptif, dan kapasitas absorbtif. Penilaian lembaga baik formal maupun informal sangat dibutuhkan untuk mengetahui seberapa besar kesiapan lembaga untuk menghadapi guncangan dan tekanan yang sedang berlangsung dan/ yang akan akan. Faktor pembentuk kapasitas adaptif seperti Pendidikan, pendapatan seseorang, mata pencaharian, pengetahuan tentang bencana, serta kearifan lokal merupakan landasan dasar dalam sistem ketahanan bencana. Teknologi kebencanaan

yang tepat guna dan terbarukan menjadi faktor pendukung terciptanya ketahanan (Gambar 10).

2.4.2. Penilaian ketahanan masyarakat akibat bencana

Penilaian ketahanan masyarakat sangat diperlukan untuk memodifikasi atau mengubah sistem untuk dapat lebih baik dalam menghadapi tekanan yang sudah ada maupun yang akan terjadi (Doherty, et al., 2016). Penelitian Smit dan Pilifosova, (2013) menggabungkan konsep ketahanan bencana yang terintegrasi dalam kerentanan bencana akibat perubahan iklim. Konsep ini mempertimbangkan faktor biofisik, sosial, dan manusia beserta lingkungannya karena komponen tersebut sangat melekat pada sistem. Keterpaparan (*exposure*) jangka pendek dan panjang merupakan hal penting dalam merumuskan penilaian ketahanan bencana wilayah. Dasar penilaian ketahanan yang komprehensif sangat penting untuk menangani *exposure* atau keterpaparan akibat bencana (Helmi, 2020).

Salah satu alat paling populer yang digunakan dalam menilai ketahanan bencana adalah penyusunan indeks (Adger, et al., 2007). Penyusunan indeks didasarkan pada komponen sumber daya yang menyusunnya. Indikator berguna untuk menjabarkan secara rinci dan kompleks dari sebuah realitas. Nilai setiap indikator individual pada setiap komponen selanjutnya dilakukan penggabungan nilai secara keseluruhan menjadi indeks ketahanan bencana (Mesfin et al., 2020). Indeks ketahanan bencana dapat menggambarkan kemampuan sistem dalam menyesuaikan terhadap perubahan iklim dimana sistem akan melakukan penyesuaian sehingga potensi dampak negatif dapat dikurangi dan dampak positif dapat dimaksimalkan.

Peraturan Kepala BNPB No 2 (2012), menguraikan bahwa indeks kapasitas dihitung berdasarkan indikator dalam *Hyogo Framework for Actions* (Kerangka Aksi Hyogo-HFA). HFA yang disepakati oleh lebih dari 160 negara di dunia termasuk Indonesia yang terdiri dari 5 prioritas program pengurangan risiko bencana. Indikator yang digunakan untuk peta ketahanan

adalah indikator HFA yang terdiri dari: a) aturan dan kelembagaan penanggulangan bencana; b) peringatan dini dan kajian risiko bencana; c) pendidikan kebencanaan; d) pengurangan faktor risiko dasar; dan e) pembangunan kesiapsiagaan pada seluruh lini.

Nilai indeks ketahanan bencana akan dipengaruhi oleh tingkat pendidikan, kondisi infrastruktur, regulasi, teknologi, fasilitas kesehatan, organisasi masyarakat, dll (Kartika, dkk 2019). Wilayah dengan tingkat pendidikan yang lebih tinggi akan memiliki masyarakat dengan kemampuan adaptasi yang lebih baik. Wilayah yang memiliki organisasi masyarakat yang kuat akan memiliki ketahanan bencana tinggi karena kolaborasi di antara anggota masyarakat dalam mengatasi masalah dapat dilakukan dengan baik (Marfai, dkk 2013). Ketahanan bencana juga dapat dipengaruhi oleh gender, karena perempuan dan laki-laki memiliki peran yang berbeda dalam merespon perubahan. Laki-laki mampu menjadi agen perubahan dan pemimpin yang kuat dalam mendorong adaptasi. Perempuan dan laki-laki juga memiliki perbedaan kebutuhan strategis maupun praktis dalam upaya-upaya beradaptasi (CARE, 2019).

2.5. Aksi adaptasi perubahan iklim

Perubahan iklim di Indonesia menyebabkan peningkatan kerentanan bencana di beberapa wilayah. Penerapan langkah-langkah dan tindakan adaptasi sangat berpengaruh dalam meningkatkan kapasitas sistem. Adaptasi dalam hal ini dapat terkait dengan tindakan yang dapat mengurangi tingkat paparan atau tingkat sensitivitas sistem, dan kondisi yang memungkinkan sistem untuk meningkatkan ketahanan bencana. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) memaparkan bahwa seiring dengan derajat perubahan iklim beberapa tahun belakangan ini, fokus tindakan lebih mengarah pada tindakan adaptasi daripada mitigasi (Mesfin et al., 2020).

Adaptasi perubahan iklim adalah proses penyesuaian dan respon terhadap dampak perubahan iklim dari kondisi iklim aktual atau di masa depan (Adlina, dkk 2019). Adaptasi di dalam sistem manusia bertujuan untuk menghindari bahaya yang

bersifat moderat dan/atau termasuk memanfaatkan peluang yang ada. Adaptasi di dalam sistem alam berbentuk intervensi dari manusia yang dapat memfasilitasi penyesuaian terhadap kondisi iklim yang diharapkan serta dampak yang ditimbulkan (IPCC, 2014). Individu terlibat dalam penyediaan informasi, makanan, air dan kebutuhan dasar lainnya; evakuasi dan memindahkan barang; penyediaan tempat penampungan; membersihkan rumah dan fasilitas umum. Dukungan emosional dan finansial sangat kuat membantu dan penting untuk mengamankan serta menghidupkan kembali kehidupan yang terkena dampak banjir (Karunaratne, 2019). Oleh karena itu, apabila kapasitas tidak ditingkatkan atau masih tetap sama untuk masa depan, maka sistem akan terkena kerugian yang lebih sering dan lebih tinggi jika perubahan iklim terjadi.

Penerapan langkah-langkah atau tindakan adaptasi mampu menurunkan kerentanan sistem dan meningkatkan ketahanan bencana. Mesfin et al., (2020) Tindakan adaptasi merupakan perwujudan dari ketahanan bencana yang melekat pada sistem serta merupakan cara untuk mengurangi kerentanan. Adaptasi ditentukan oleh ketahanan bencana sistem yang menggambarkan kemampuan suatu sistem untuk mobilisasi sumber daya untuk mempersiapkan dan menanggapi tekanan saat ini atau yang akan datang. Oleh karena itu perlu meningkatkan kesadaran dan kapasitas adaptasi dengan lebih menekankan pada partisipasi masyarakat sehingga tidak hanya pemerintah atau lembaga, tetapi juga oleh sosial dan individu (Wahyono, dkk 2016). Keterlibatan perempuan, laki-laki hingga anak-anak sangat penting dilibatkan dalam peningkatan ketahanan. Keterlibatan dalam hal ini berfungsi untuk memastikan bahwa mereka masuk dalam proses tersebut. Hal tersebut diharapkan dapat menemukan solusi yang tepat untuk semua kebutuhan dari kapasitas anggota komunitas yang berbeda-beda (CARE, 2019).

Peningkatan kualitas rencana tata ruang dan relokasi pemukiman merupakan salah satu aksi adaptasi untuk meningkatkan ketahanan wilayah (Shaffril et al., 2017a). Aksi adaptasi menghasilkan lebih banyak mata pencaharian alternatif, membangun dan meningkatkan fasilitas irigasi dan sistem drainase, memulihkan daerah tangkapan air, menemukan varietas tanaman pertanian yang tahan terhadap tekanan iklim (Mesfin et al., 2020). Sesuai dengan UU No. 26 Tahun 2007 tentang

Penataan Ruang, Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) yang berada pada kawasan rawan bencana memerlukan penataan ruang yang berbasis mitigasi bencana sebagai upaya meningkatkan keselamatan dan kenyamanan kehidupan serta menjaga kelestarian lingkungan. Pengelolaan sumber daya tanah dan air dibagian hulu diharapkan mampu menurunkan intensitas banjir dan kerusakan lingkungan di bagian hilir (BNPB, 2016). Reboisasi juga diharapkan dapat meningkatkan retensi, kelembaban tanah dan memperlambat erosi tanah (Perdinan, dkk 2017).

2.6. Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Pemetaan Partisipatif (*Participatory Mapping*)

Pemetaan partisipatif adalah pemetaan yang dilakukan oleh kelompok masyarakat mengenai tempat/wilayah di mana mereka hidup karena masyarakat yang hidup dan bekerja di tempat itulah yang memiliki pengetahuan mendalam mengenai wilayahnya, jadi hanya mereka yang bisa membuat peta secara lengkap dan akurat mengenai sejarah, tata guna lahan, pandangan hidup, dan harapan masa depan (Hapsari dan Cahyono, 2014). Pemetaan Partisipatif (*participatory mapping*) pada prinsipnya sama dengan pemetaan pada umumnya namun yang membedakan adalah dalam pengukurannya diikuti oleh banyak anggota suatu komunitas masyarakat yang pada praktik pemetaan biasa dapat dilaksanakan dua orang saja (Tallo, 2016). Pemetaan partisipatif dapat menjadi alternatif metode pemetaan, di mana informasi rinci suatu wilayah tidak mudah didapatkan dengan cara pemetaan konvensional, atau pada kondisi di mana pemetaan konvensional memerlukan waktu yang relatif lama untuk diselesaikan. Melalui pemetaan partisipatif, aktivitas pemetaan dapat menghadirkan narasumber yang mempunyai keterkaitan erat dengan wilayah yang dipetakan, sehingga berbagai data dan informasi dapat dikumpulkan dalam waktu yang lebih singkat (Marjuki, 2018).

Kegiatan pemetaan secara partisipatif yang telah dilakukan dapat menghasilkan pemahaman masyarakat akan potensi yang dimilikinya (Mayasari, 2017). Contoh kegiatan pemetaan partisipatif adalah penegasan batas wilayah

desa dengan pemetaan partisipatif berbasis *global positioning system* (GPS) di wilayah desa pasca pemekaran (Putra, dkk 2017). Contoh lain: Pemetaan Partisipatif Desa Adat Batas Nagari Pilubang, Kecamatan Sungai Limau, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat (Khasanah dan Rahmat, 2018); penerapan teknik pemetaan partisipatif untuk mendukung pemetaan infrastruktur dan fasilitas umum wilayah (Marjuki, 2018), Pemetaan partisipatif batas desa di Kecamatan Sukolilo Kota Surabaya (Budisusanto, dkk 2014), Pemetaan partisipatif untuk estimasi kerugian akibat banjir rob di Kabupaten Pekalongan (Marfai, dkk 2015),

Sistem informasi geografi (SIG) adalah suatu sistem informasi yang dapat memadukan antara data grafis dengan data teks (atribut) objek yang dihubungkan secara geografis di bumi (*georeference*) (Arofah, dkk 2017). Sistem informasi geografis (SIG) atau yang sering disebut dengan *Geographic Information System* (GIS) merupakan sistem informasi pemetaan berbasis komputer yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah, menganalisis dan menghasilkan data bereferensi geografis atau data geospasial, untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan, sumber daya alam, lingkungan, transportasi, fasilitas kota, dan pelayanan umum lainnya. Data tersebut terdapat 2 (dua) jenis yaitu data yang dapat mempresentasikan aspek-aspek keruangan dari fenomena yang bersangkutan, jenis data ini sering disebut sebagai data posisi, koordinat, ruang atau spasial. Jenis data yang kedua adalah data yang mempresentasikan aspek-aspek deskriptif dari fenomena yang dimodelkan, jenis data ini disebut data atribut atau data non-spasial. Pemanfaatan aplikasi SIG sangat luas dan beragam antara lain dibidang sumber daya alam, perencanaan, bencana, kependudukan, lingkungan, pertanahan, dan manajemen. Pemetaan partisipatif masyarakat diperoleh data posisi, koordinat, ruang, spasial sedangkan dari survei ketahanan didapatkan nilai indeks ketahanan masyarakat yang merupakan data atribut atau data non spasial. Selanjutnya diolah dan dianalisis dalam SIG yang menghasilkan peta indeks ketahanan masyarakat terhadap intensitas bahaya. Hasil akhir dari proses SIG diwujudkan dalam peta

atau grafik. Peta sangatlah efektif untuk menyimpan, memvisualisasikan dan memberikan informasi geografis.

2.7. Kerangka pikir

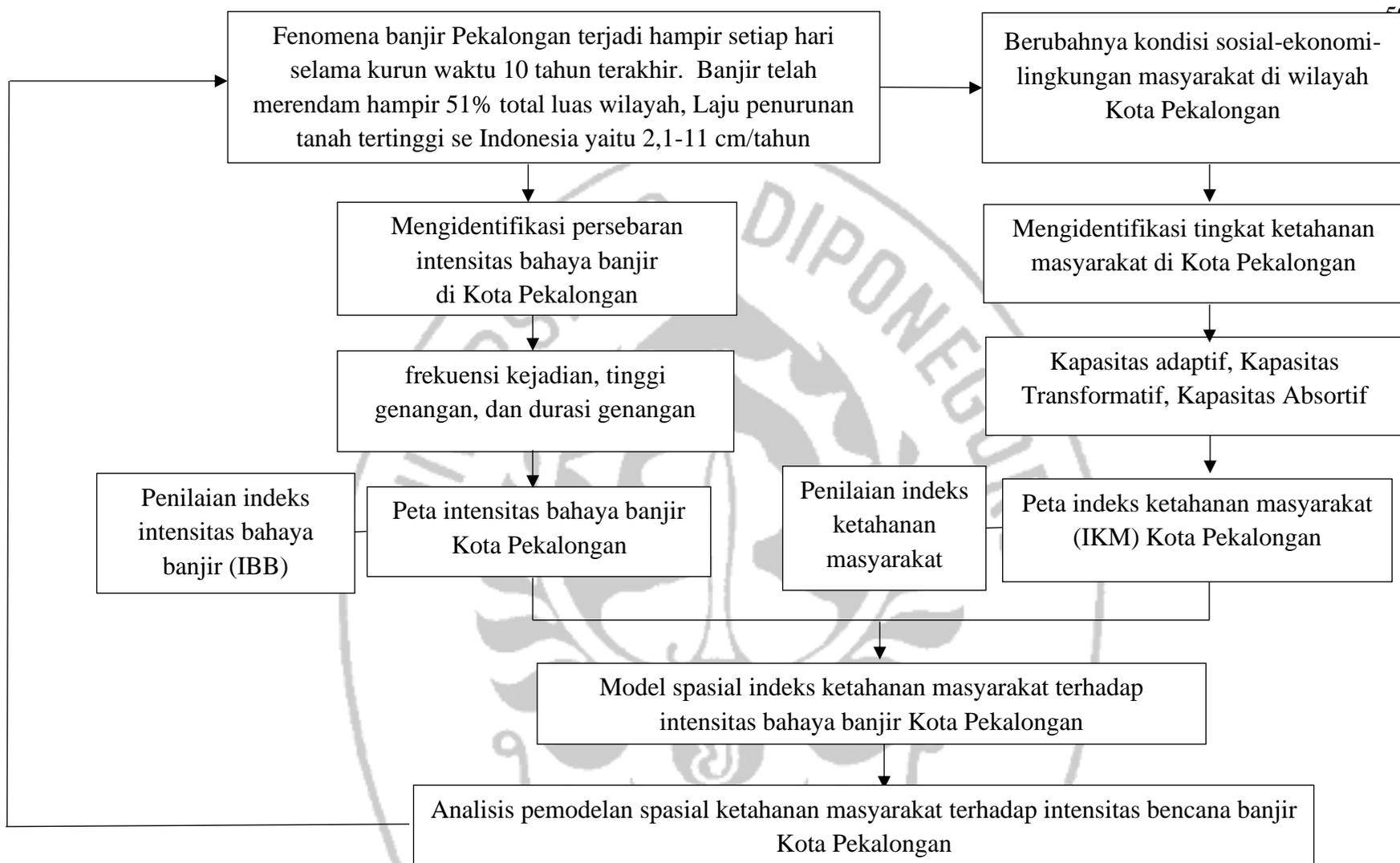
Banjir yang terjadi satu dekade belakangan ini menjadi ancaman bagi wilayah perkotaan pesisir seperti yang terjadi di Kota Pekalongan. Biasanya banjir dianggap sebagai bahaya di daerah pedesaan, akan tetapi sekarang ini menjadi peristiwa perkotaan yang paling dominan. Perubahan iklim global secara langsung juga berdampak pada kondisi iklim regional di wilayah pesisir utara pulau Jawa. Kota yang berada di wilayah pesisir dan hilir sungai memiliki ancaman banjir dan banjir pasang/rob menjadi sangat tinggi. Peningkatan curah hujan dan kenaikan muka air laut (*sea level rise*) menjadi keadaan yang tidak dapat dihindarkan. Ditambah dengan fenomena penurunan muka tanah (*land subsidence*) yang diperkirakan akan semakin buruk untuk beberapa tahun kedepan.

Peningkatan intensitas bahaya banjir di Kota Pekalongan secara langsung maupun tidak langsung berdampak pada kondisi fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan. Genangan banjir yang semakin meningkat akan mengakibatkan masyarakat kehilangan tempat tinggal hingga mata pencaharian. Rusaknya lingkungan, menjadi dampak paling serius. Sanitasi yang tidak dapat berfungsi akan menyebabkan air limbah rumah tangga dan industri tidak dapat dibuang. Hal ini akan memicu menurunnya kuantitas dan kualitas air bersih. Terlebih lagi genangan banjir yang sulit surut akan menimbulkan berbagai permasalahan kesehatan lingkungan.

Beberapa studi telah melakukan penelitian terkait aspek teknis banjir, misalnya pemodelan banjir, pemanfaatan GIS, pemetaan bahaya, dan prediksi. Kajian sosial lingkungan terkait mitigasi dan kesiapsiagaan juga telah banyak dilakukan studi oleh beberapa peneliti sebelumnya. Penelitian kali ini fokus melakukan kajian tentang ketahanan bencana wilayah. Kajian ini bermaksud untuk melihat kemampuan daerah dan masyarakat untuk melakukan tindakan pengurangan tingkat ancaman dan tingkat kerugian akibat bencana. Sistem informasi geografis (SIG) digunakan untuk menganalisis tingkat indeks ketahanan

bencana wilayah terhadap intensitas bahaya banjir dalam bentuk model spasial. Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah memberikan gambaran dan pemetaan tingkat ketahanan masyarakat terhadap intensitas bahaya banjir di wilayah Kota Pekalongan. Lewat model spasial indeks ketahanan bencana, diharapkan dapat membantu pemerintah serta pemangku kepentingan setempat untuk memberikan gambaran dalam menentukan strategi dan aksi adaptasi sehingga lebih tepat sasaran (Gambar 11).





Gambar 11. Kerangka Pikir Penelitian