



**MODEL MITIGASI
BANJIR ROB**
Pendekatan LCA dan Multiplayer Effect
Tanaman Rhizophora



**MODEL MITIGASI
BANJIR ROB**

Pendekatan LCA dan Multiplayer Effect
Tanaman Rhizophora

Buku ini membahas mengenai model mitigasi banjir rob yang terjadi di Kota Pekalongan. Model mitigasi yang ditemukan adalah model mitigasi banjir rob menggunakan life cycle approach (LCA) dan multiplayer effect tanaman rhizophora. Buku ini juga membahas mengenai kelebihan, kelemahan, dan solusi yang dilakukan ketika terjadi kendala dalam pelaksanaan model. Buku ini sangat sesuai untuk menambah pengetahuan bagi mahasiswa dan pembaca umum. Selamat membaca.



www.amertamedia.co.id
mediaamerta@gmail.com
amertamedia
Penerbit Buku



MODEL MITIGASI BANJIR ROB Pendekatan LCA dan Multiplayer Effect Tanaman Rhizophora



**MODEL MITIGASI
BANJIR ROB**

Pendekatan LCA dan Multiplayer Effect
Tanaman Rhizophora



Dr. Benny Diah Madusari, S.Pi.,M.Pi. | Amalia Fitri, M.Pd.
Dr. Muhammad Ali Gunawan, S.Pd.,M.Pd.
Tri Yusufi Mardiana, S.Pi.,M.Si.
Muhammad Ridho Ardhian, S.Pd.

**Pengembangan Model Mitigasi Banjir Rob
Menggunakan Life Cycle Approach (LCA)
dan Multiplayer Effect Tanaman Rhizopora
di Pesisir Kota Pekalongan**

Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

1. **Setiap Orang** yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Pengembangan Model Mitigasi Banjir Rob Menggunakan Life Cycle Approach (LCA) dan Multiplayer Effect Tanaman Rhizopora di Pesisir Kota Pekalongan

Dr. Benny Diah Madusari, S.Pi.,M.Pi.

Amalia Fitri, M.Pd.

Dr. Muhammad Ali Gunawan, S.Pd.,M.Pd.

Tri Yusufi Mardiana, S.Pi.,M.Si.

Muhammad Ridho Ardhian, S.Pd.



**Pengembangan Model Mitigasi Banjir Rob Menggunakan Life
Cycle Approach (LCA) dan Multiplayer Effect Tanaman
Rhizopora di Pesisir Kota Pekalongan**

Diterbitkan pertama kali oleh Penerbit Amerta Media
Hak cipta dilindungi oleh undang-undang *All Rights Reserved*
Hak penerbitan pada Penerbit Amerta Media
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa seizin tertulis dari Penerbit

Anggota IKAPI
No 192JTE/2020
Cetakan Pertama:
15,5 cm x 23 cm
ISBN

Penulis:

Dr. Benny Diah Madusari, S.Pi.,M.Pi.
Amalia Fitri, M.Pd.
Dr. Muhammad Ali Gunawan, S.Pd.,M.Pd.
Tri Yusufi Mardiana, S.Pi.,M.Si.
Muhammad Ridho Ardhian, S.Pd.

Editor:

Lisnawati

Desain Cover:

Dwi Prasetyo

Tata Letak:

Ladifa Nanda

Diterbitkan Oleh:

Penerbit Amerta Media

NIB. 0220002381476

Jl. Raya Sidakangen, RT 001 RW 003, Kel, Kebanggan, Kec. Sumbang,
Purwokerto, Banyumas 53183, Jawa Tengah. Telp. 081-356-3333-24

Email: mediaamerta@gmail.com

Website: amertamedia.co.id

Whatsapp : 081-356-3333-24

Prakata

Puji syukur kami panjat ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa. Berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan buku berjudul “Pengembangan Model Mitigasi Banjir Rob Menggunakan Life Cycle Approach (LCA) dan Multiplayer Effect Tanaman Rhizophora di Pesisir Kota Pekalongan”.

Secara spesifik buku ini membahas mengenai model mitigasi banjir dengan Pendekatan *Life Cycle Approach* (LCA), kelebihan dan kelemahan penerapan model mitigasi banjir-rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*life cycle approach*), solusi yang bisa dilakukan untuk mengatasi kelemahan penerapan model mitigasi banjir-rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*life cycle approach*), dan teknik serta pemanfaatan Mangrove pada model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*life cycle approach*).

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara materiil maupun moril. Semoga kebaikan kalian selalu dibalas dengan kebaikan pula. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian. Selamat membaca!

Penulis

Daftar Isi

HALAMAN JUDUL	i
TENTANG BUKU	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 BENCANA BANJIR ROB	7
A. Banjir Rob	7
B. Mitigasi Banjir Rob	13
C. Manajemen Risiko Bencana Banjir Rob	17
BAB 3 MODEL MITIGASI BENCANA BANJIR ROB	23
A. Asumsi Dasar Model Mitigasi	23
B. <i>Disaster Management Continuum Model</i>	25
C. <i>Pre-During-Post Disaster Model</i>	27
D. <i>Contract-Expand Model</i>	27
E. <i>The Crunch and Release Model</i>	28
F. <i>Disaster Risk Reduction Framework</i>	29
G. Model Pengurangan Risiko Bencana (<i>Disaster Risk Reduction/ DRR</i>)	32
H. Model Pengurangan Risiko Iklim (<i>Climate Risk Reduction/ CRR</i>)	32
I. Model Respons Bencana (<i>Disaster Response</i>)	32
J. Model Partisipasi Masyarakat (<i>Community Participation</i>)	33

BAB 4 PENDEKATAN SIKLUS KEHIDUPAN (<i>LIFE CYCLE APPROACH</i>)	35
A. Definisi Dan Kegunaan Pendekatan Siklus Kehidupan	35
B. Pendekatan Model Mitigasi Bencana Banjir Rob	36
C. Tahap-Tahap Mitigasi Bencana Banjir Rob	37
D. Model Holistik Mitigasi Bencana Banjir Rob	40
BAB 5 <i>MULTIPLAYER EFFECT</i> TUMBUHAN MANGROVE	41
A. Definisi Mangrove	41
B. Bentuk-Bentuk Pemanfaatan Mangrove	42
C. Teknik Penanaman Mangrove di Pekalongan	47
BAB 6 BANJIR ROB DI KOTA PEKALONGAN	59
A. Problematika Kota Pekalongan Dari Berbagai Apek	59
B. Komponen Kualitas dan Akses Layanan Dasar	62
C. Komponen Dasar Sistem Penanggulangan Bencana	65
D. Komponen Pengelolaan Risiko Bencana	67
E. Komponen Kesiapsiagaan Darurat Bencana	69
F. Komponen Kesiapsiagaan Pemulihan	71
BAB 7 MODEL MITIGASI BANJIR ROB MENGGUNAKAN <i>LIFE CYCLE APPROACH (LCA)</i>	75
A. Komponen Ukur/Penilaian Model Mitigasi	75
B. Kelebihan dan Kelemahan Pendekatan <i>Life Cycle Approach</i>	81
BAB 8 PERAN DAN FUNGSI STAKEHOLDER MITIGASI BANJIR ROB DENGAN MODEL SIKLUS	85
A. Peran dan Fungsi Masyarakat	85
B. Peran dan Fungsi Pemerintah Daerah (BPBD)	90
C. Peran dan Fungsi Perguruan Tinggi Dan Satuan Pendidikan	93
D. Peran dan Fungsi Dunia usaha dan dunia <i>industry</i>	99
E. Peran dan Fungsi Lembaga Swasta (Yayasan/LSM)	105
BAB 9 PENUTUP	111
DAFTAR PUSTAKA	119
INDEKS	134
GLOSARIUM	136
TENTANG PENULIS	138

Daftar Gambar

- Gambar 1. Faktor-faktor yang memengaruhi risiko banjir _____
- Gambar 2. Manajemen Risiko Sumberdaya Air Terintegrasi _____
- Gambar 3. Proses Spiral Intergrated Water Resources Management (IWRM) _____
- Gambar 4. Skema hubungan manajemen risiko banjir terintegrasi, manajemen risiko bencana, dan pembangunan berkelanjutan _____
- Gambar 5. Manajemen resiko banjir rob (APFM dan WMO, 2013:3) _____
- Gambar 6. Gambaran sederhana dari manajemen risiko yang dapat diterima _____
- Gambar 7. Jenis-jenis model (Etkin, 2016:196) _____
- Gambar 8. Model Kontinum Penanggulangan Bencana _____
- Gambar 9. *Pre-during-post disaster model* _____
- Gambar 10. Model Perluasan Kontrak (*Contract-Expand Model*) _____
- Gambar 11. Model Krisis dan Pelepasan (*the crunch and release model*) _____
- Gambar 12. Kerangka pengurangan risiko bencana _____
- Gambar 13. Kerangka Kerja Pengurangan Risiko Bencana _____
- Gambar 14. Model Siklus Bencana _____
- Gambar 15. Siklus hidup bencana _____
- Gambar 17. Jaringan makanan dan pemanfaatan Mangrove di Indonesia _____
- Gambar 18. Grafik tingkat ketangguhan masyarakat berdasarkan penilaian program desa tangguh bencana (Destana) di Kecamatan Pekalongan Utara _____

- Gambar 19. Grafik tingkat ketangguhan masyarakat pada komponen kualitas dan layanan dasar ketangguhan bencana _____
- Gambar 20. Grafik tingkat ketangguhan masyarakat pada komponen sistem penanggulangan bencana _____
- Gambar 21. Grafik tingkat ketangguhan masyarakat pada komponen pengelolaan risiko bencana _____
- Gambar 22. Grafik tingkat ketangguhan masyarakat pada komponen kesiapsiagaan darurat _____
- Gambar 23. Grafik tingkat ketangguhan masyarakat pada komponen kesiapsiagaan pemulihan _____
- Gambar 24. Desain model mitigasi banjir-rob berbasis pendekatan siklus hidup (*Life Cycle Approach*) dengan sistem yang adaptive dan terintegrasi (AIS) _____

Daftar Tabel

- Tabel 1. Produk yang dihasilkan Mangrove _____
- Tabel 2. Rekapitulasi hasil analisis ketangguhan masyarakat tentang program desa tangguh bencana (Destana) di Kecamatan Pekalongan Utara _____
- Tabel 3. Rekapitulasi hasil analisis ketangguhan masyarakat pada komponen kualitas dan akses layanan dasar di 3 (tiga) kelurahan _____
- Tabel 4. Rekapitulasi hasil analisis ketangguhan masyarakat pada komponen sistem penanggulangan bencana di 3 (tiga) kelurahan _____
- Tabel 5. Rekapitulasi hasil analisis ketangguhan masyarakat pada komponen pengelolaan risiko bencana di 3 (tiga) kelurahan _____
- Tabel 6. Rekapitulasi hasil analisis ketangguhan masyarakat pada komponen kesiapsiagaan darurat di 3 (tiga) kelurahan _____
- Tabel 7. Rekapitulasi hasil analisis ketangguhan masyarakat pada komponen kesiapsiagaan pemulihan di 3 (tiga) kelurahan _____

BAB 1

Pendahuluan

Banjir Rob di Kota Pekalongan yang terjadi sejak puluhan tahun yang lalu, yaitu sejak tahun 2012, 2014, 2015, 2016 dan 2017 (<https://pekalongankota.go.id>) telah dan akan menelan biaya yang tidak sedikit dengan kerugian secara sosial (Jumiatingrum dan Indrayati, 2021; Utami, dkk, 2021; lihat juga Andrea, Sudharto dan Kismartini, 2020), ekonomi (Ismanto, dkk., 2021; Utami, dkk. 2021) mencapai 4 (empat) triliun dan akan lebih besar lagi sampai 2035 (<https://radarpekalongan.co.id/>) serta dampak bagi kesehatan masyarakat yang cukup besar (Yuniarti, Margawati dan Nuryanto, 2019; Syarifah, dkk.,2021; Safitri & Sugiharto, 2021; Rusmamariana, 2020).

Beberapa faktor penyebab terjadinya banjir rob dapat dibagi menjadi dua yaitu faktor alam dan manusia. *Pertama*, faktor alam terdiri atas: 1) penurunan muka tanah yang terjadi secara signifikan (Bappeda Kota Pekalongan, 2019; Nusa, dkk., 2020; Setyaningsih, dkk., 2019; Kurniawan, Prasetyo dan Fibriani, 2021; Syafitri dan Rochani, 2021; Ikhwanuddin dkk., 2020; Sauda dan Hani'ah, 2019); 2) Pasang surut akibat adanya gravitasi (Egaputra, Ismunarti dan Pranowo, 2022; Sagala, Pasaribu, dan Ulya, 2021; Erlani dan Nugrahandika, 2019); 3) curah hujan, angin, dan perubahan iklim (Kurniawan, Prasetyo dan Fibriani, 2021; Griselda, dkk., 2021; Pratiwi, Asbi, dan Kurnianingsih, 2022; Triana dan Hidayah, 2020; Ilmi, Asbi dan Syam, 2020); 4) pemanasan global (Krama dan Qamilah, 2022; Wahyuni dan Suranto, 2021; Pratama dan Parinduri, 2019); 5) pendangkalan dan sedimentasi sungai (Widada, dkk., 2022; Wijaya dan Suhardi, 2022; Salim dan Siswanto, 2021).

Kedua, faktor manusia. Keserakahan dan rendahnya kesadaran masyarakat akan lingkungan yang rendah diindikasikan oleh perilaku manusia, seperti 1) penggundulan hutan mangrove (Turisno, Suharto dan Priyono, 2018; Asriani, Sudarsono dan Wahyuddin, 2021; Konom, Cabuy dan Wanma, 2019; Kader, 2021; Wattimena, 2021), 2) konversi lahan (Rahmadi dan Auliani, 2020; Dwi, Fithria, dan Kissinger, 2021; Tokan, 2020), 3) Rusak atau tidak berfungsinya bangunan pelindung seperti tanggul (Mukhtar & Pradoto, 2021; El Fath, dkk., 2022; Pyanto, Mulia dan Surbakti, 2021), 4) membuang sampah dan limbah ke sungai (Fatkhurrahman, Siswanto dan Teddy, 2020; Yuniati, 2021; Trimana, Mubarak dan Maghvira, 2021; Fajar, Mediani, dan Finesa, 2019), 5) kepadatan penduduk di area pesisir (Ramdhany, Muryani dan Tjahjono, 2022; Gaffara dan Wulandari, 2019; Ledoh, Satria dan Hidayat, 2018; Taufik, dkk. 2021).

Kerusakan ekosistem pesisir semakin diperparah dengan perilaku industri (pabrik maupun *home industry*) batik yang membuang limbah langsung ke sungai. Bisnis batik di Kota Pekalongan diperkirakan menghasilkan setidaknya 5 juta liter sampah setiap hari, menurut Badan Lingkungan Hidup (DLH) Kota Pekalongan. Hanya 45% dari seluruh limbah yang dihasilkan oleh industri batik yang dapat ditampung di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Kota Pekalongan; sisanya dibuang begitu saja ke sungai (Fajar, Mediani, dan Finesa, 2019). Akibatnya, mutu lingkungan tempat tinggal penduduk menjadi menurun dan menaikkan kandungan organik seperti COD, BOD, TSS dan pH, yang dapat menyebabkan matinya organisme perairan (Kiswanto, Rahayu, dan Wintah, 2019) dan limbah batik tersebut juga menyebabkan sungai mengalami pendangkalan dan penyempitan (Khasna, 2021).

Batik di satu sisi merupakan instrumen utama (produk unggulan) penopang ketahanan ekonomi masyarakat Kota Pekalongan dan menjadi ikon nasional pada sektor industri batik. Akan tetapi pada sisi yang lain, masyarakat pesisir menjadi korban bencana banjir rob dan korban kemanusiaan (buruknya penghidupan dan tempat tinggal yang layak) akibat manajemen pengelolaan limbah yang tidak bertanggung jawab. Padahal, jika ditelusuri secara mendalam, ternyata sektor perairan dan perikanan juga salah satu komoditi unggulan (Bambang, Triarso, dan Muzakir, 2020). Hal ini mengindikasikan bahwa kebijakan dan model manajemen yang diterapkan masih perlu perbaikan dan pembenahan, agar adil bagi

semua masyarakat dan lingkungan, sebagaimana prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan (*sustainability development*). Artinya bahwa semua sektor mendapatkan manfaat dan benefit dari apa yang telah dianugerahkan Tuhan, begitu juga lingkungan di mana manusia menjadi satu entitas yang siklus kehidupannya menjadi satu rangkaian ekosistem.

Permasalahan banjir rob dengan pengelolaan limbah yang sangat kompleks terutama dari segi kesadaran masyarakat pelaku usaha batik dan kebijakan pemerintah serta penegakan hukum lingkungan yang sangat lemah, terbukti memiliki andil besar terjadinya bencana banjir rob di Kota Pekalongan. Karena selain membuang limbah langsung ke sungai, para pemilik usaha juga mengeksploitasi air bawah tanah (sumur bor) secara berlebihan, dan hal ini juga menyebabkan percepatan proses penurunan tanah di Kota Pekalongan (Widada, 2007, Widada, dkk., 2022; lihat juga Oktavianita, Putri dan Andriani, 2020).

Ratna (<https://jarlitbangnov.pekalongankota.go.id/>) mengemukakan bahwa ambang batas yang dapat diterima untuk konsentrasi logam berat dalam air telah terlampaui secara substansial oleh saluran air yang tercemar limbah tekstil (batik). Air tersebut belum dikatakan aman sebagai hasil dari upaya pengolahan limbah untuk mengurangi kadar dan warna logam berat karena masih memiliki ikatan kimia yang buruk bagi lingkungan. Oleh karena itu, memanfaatkan agen hayati dengan jamur sebagai komponen aktif adalah salah satu cara paling aman untuk menangani limbah mikrobiologi.

Selain dengan menggunakan jamur, penanganan limbah secara alami bisa menggunakan tumbuhan Mangrove. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan Mangrove memiliki *multiplayer effect* bagi umat manusia, di antaranya adalah: 1) Mangrove dijadikan sebagai vegetasi bioremediasi atau biofilter (Farista dan Virgota, 2021; Utami, Rismawati, dan Sapanli, 2018; Sanadi, dkk., 2018; Khairuddin, Yamin, & Syukur, 2018); 2) merupakan salah satu tumbuhan yang bernilai ekonomis bagi masyarakat (Litiloly, Mardiatmoko dan Pattimahu, 2020; Yunitasari, 2020); 3) merupakan tanaman obat/kesehatan (Rahmah, Nandini & Siregar, 2021; Titisari, dkk., 2022; Akasia, Putra & Putra, 2021; Kurniasih & Halimah, 2019; Megaputri, 2021; Ramadhani & Usaman, 2021; Niken, Putri & Gusti, 2019; A/sikin & Melhanah, 2020;

Kurniawaty & Karima, 2021; Shalehah & Usman, 2021; Amirullah, dkk.,2022; Haryoto & Putri, 2019; Delta, Rozirwan & Hendri, 2021; Pambudi, 2022; Fitri & Usman, 2021; Alhaddad, Wahyudi & Tanod, 2019); 4) Mangrove berfungsi untuk menjaga kondisi pantai agar tetap stabil, melindungi tebing pantai dan tebing sungai mencegah terjadinya abrasi (Syah, 2020; Suri & Purwanto, 2020; Oktavianita, Putri dan Andriani, 2020; Maolani, dkk., 2021; Sarastika, 2021; Danarto, Rijanta dan Marfai, 2019), 5) hutan mangrove sebagai tempat wisata dan pendidikan alam (Romadhona, Mutmainnah dan Setiawati, 2020; Herawati dan Hermansah, 2020; Imron, dkk., 2021; Wilantari, 2022; Al Hazar dan Hasriyanti, 2020; Riana, dkk., 2020; Hermawan dan Setiawan, 2018; Mulyadi, Efriyeldi dan Marbun, 2021); 6) sebagai biota hewan (kelas gastropoda) yang memiliki nilai gizi tinggi (Harahap, dkk., 2022; Budijono, dkk.,2020; Jumiati & Syahbudin, 2020; Utami, dkk., 2022; Maghfiroh, dkk.,2022; Rahmatia, Yanti & Hanim, 2019), dan 7) buah mangrove dapat dijadikan sebagai bahan pangan (makanan dan minuman) (Rahim dan Baderan, 2019; Sukma & Spanton, 2019; Ramadhani, dkk., 2022; Afriansyah, Tira & Khasanah, 2019; Rosulva, dkk., 2022; Ardiansyah, dkk., 2019; Amirullah, Wardoyo & Rapisasari, 2019); 8) Mangrove sebagai bahan pengawet (Permatasari, Jumiati & Zaenuddin, 2021; Pringgenies, dkk., 2020; Sumartini & Sari, 2021; Manuhuttu & Saimima, 2021; Aritonang, Wenisda & Sofiana, 2020)

Permasalahan banjir rob di Kota Pekalongan telah ditangani dengan berbagai cara oleh Pemerintah Pusat, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, Pemerintah Kota Pekalongan, lembaga swadaya masyarakat, akademisi, dan pemangku kepentingan lainnya (Miftakhuddin, 2021). Namun, banjir rob di masa mendatang akan terus mengancam Kota Pekalongan. Diperlukan keterpaduan program kebijakan dan pendekatan studi yang menganut prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan (berkeadilan ekologis). Salah satu model yang populer saat ini adalah model pendekatan *Life Cycle Approach* (LCA).

Model dengan pendekatan siklus kehidupan (*Life Cycle Approach*) telah banyak diterapkan oleh peneliti-peneliti dari berbagai disiplin ilmu, seperti: Teknologi dan informasi (Rahman, Ozcelebi & Lukkien, 2018), Perairan dan Masyarakat pesisir (Archambault, et.al., 2018), Komputer/software (Kumar & Rashid, 2018; Christopherson, et.al., 2020), Teknik mesin (Dove, 2019; Qiao,

et.al., 2019), Ekonomi/manajemen (Galama & Kippersluis, 2018; Schulhofer-Wohl, 2018; Nazzaro, Stanco & Marotta, 2020), Manajemen (Zhou, et.al., 2019), Matematika (Potucek, 2019; Ziyadi & Al-Qadi, 2019), Lingkungan (Lodato, et.al., 2020), Teknik Kimia (Kouloumpis & Azapagic, 2018). Kelistrikan (Wong, et.al., 2021), Kebijakan public (Albertini & Terriau, 2019).

Pendekatan siklus kehidupan memiliki kelebihan, di antaranya: 1) membuat perhitungan prediksi produk atau kejadian dengan lebih baik, 2) mengetahui dengan tepat tugas pokok dan fungsi stakeholder pada masing-masing tahap bencana, 3) memiliki informasi yang akurat pada setiap tahapan bencana, 4) dapat dengan mudah menentukan kebijakan atau upaya apa yang bisa dilakukan untuk memitigasi bencana, 5) mudah menginformasikan dan membuat program/kebijakan prioritas Pemerintah, 6) Membuat kebijakan lebih konsisten di antara konsumen, produsen, pemasok bahan, pengecer, dan pengelola limbah dan juga di antara instrumen kebijakan yang berbeda (seperti harmonisasi peraturan, kesepakatan sukarela, pajak, dan subsidi) (UNEP, 2004).

Buku ini membahas mengenai model mitigasi banjir dengan Pendekatan *Life Cycle Approach* (LCA), kelebihan dan kelemahan penerapan model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*life cycle approach*), solusi yang bisa dilakukan untuk mengatasi kelemahan penerapan model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*life cycle approach*), dan teknik serta pemanfaatan Mangrove pada model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*life cycle approach*).

BAB 2

Bencana Banjir ROB

A. Banjir Rob

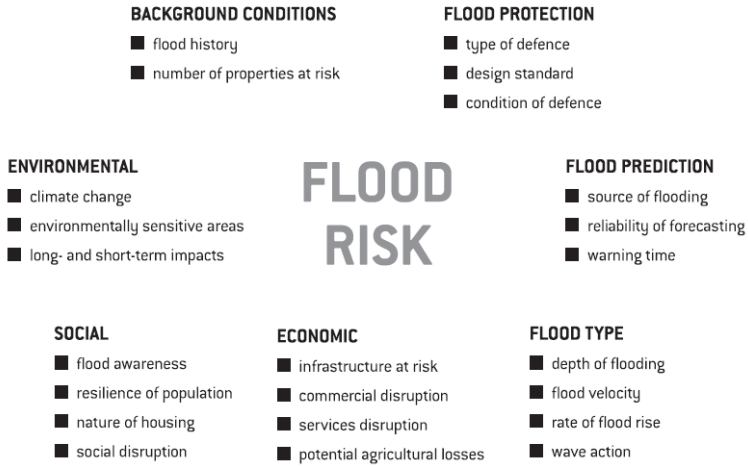
Bencana alam didefinisikan sebagai gangguan parah, ekologis dan psikososial, yang sangat melebihi kapasitas penanggulangan masyarakat yang terkena dampak (Kar, dalam Raskovic & MRDJA, (2013:259), seperti banjir, gempa bumi, dan angin topan (Maheshwari, dalam Krishna & Katsumi, 2020: 23). Banjir adalah peristiwa alam akibat curah hujan yang tinggi, dan dapat menjadi lebih buruk sebagai akibat dari perubahan tata guna lahan (misalnya dari padang rumput menjadi perumahan atau dari padang rumput kasar menjadi ladang subur). Kerusakan akibat banjir biasanya merupakan konsekuensi dari aktivitas manusia di daerah yang berisiko terkena banjir (Fleming & Frost, 2002:1). Menurut Salim (2018:1) Rob berbeda dengan banjir pada umumnya karena faktor-faktor berikut: 1) terjadi di sekitar air pasang, 2) warna airnya tidak terlalu keruh, 3) tidak hanya terjadi pada musim hujan, dan 4) biasanya terjadi di daerah-daerah dataran rendah, lebih rendah dari permukaan laut.

Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya banjir rob, menurut beberapa ahli antara lain: (1) Dimana daratan lebih rendah dari permukaan laut pada saat pasang, yaitu terdapat perbedaan ketinggian (Nusa, et.al., 2020); (2) Penurunan elevasi tanah yang ketinggiannya di bawah garis pasang (Ismanto, et.al., 2021, Aerts, et.al., 2012:3); (3) Sedimentasi sungai, yang dapat mengurangi daya tampung sungai dan menyebabkan air meluap dan mencari daerah yang lebih rendah (Widada, et.al., 2022); (4) Naiknya permukaan air laut yang disebabkan oleh perubahan iklim (Kurniawan, et.al.,2018), sehingga permukaan air laut meningkat secara global setiap tahun; (5) Praktik penggunaan lahan dan perencanaan dan pemeliharaan sistem

drainase yang salah, serta pembuangan sampah sembarangan di saluran air, secara tidak langsung dapat memperburuk banjir rob; (6) Hujan deras juga dapat membuat banjir rob lebih sering terjadi.

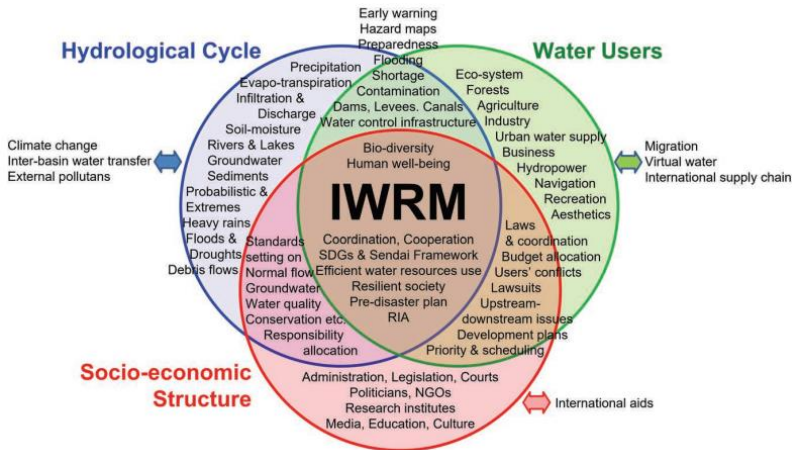
Pendapat yang hampir sama diungkapkan Setyaningsih, et.al. (2019) dan Maheshwari dalam Krishna & Katsumi (2020: 22) bahwa faktor penyebab terjadinya banjir rob terdiri dari dua variabel, yaitu unsur alam dan aktivitas manusia. Pengaruh alam yang ada antara lain pasang surut yang didorong oleh gaya gravitasi di laut dan tarikan benda-benda langit, khususnya bulan, matahari, dan bumi. Alasan kedua adalah karena luas permukaan tanah berada pada ketinggian yang lebih rendah atau sama dengan tinggi muka air laut pada umumnya. Jumlah curah hujan yang tinggi merupakan komponen alam yang ketiga. Faktor manusia juga sangat berperan dalam terjadinya fenomena rob. Faktor pertama yaitu perilaku manusia yang kurang baik terhadap lingkungan, dimana masih banyak masyarakat yang membuang sampah ke sungai-sungai yang ada di sekitar rumahnya, dan faktor kedua yaitu alih fungsi lahan yang belum terbangun menjadi lahan terbangun yang akan mempengaruhi konservasi hidrologis daerah tersebut. Elemen ketiga adalah kepadatan penduduk kota yang semakin meningkat, yang akan menyebabkan kebutuhan akan lahan semakin banyak dan berdampak pada perubahan lahan setempat.

Pendapat yang hamper sama dengan pandangan di atas, sebagaimana diungkap oleh Pribadi, et.al., dalam Osti & Miyake (2011:2), bahwa bencana banjir rob disebabkan banyak faktor yang begitu kompleks, di antaranya adalah (1) Faktor alam seperti iklim (angin, lama durasi hujan dan tingginya intensitas curah hujan yang terjadi) (Delina, 2016:43, Mardiatno, 2018); (2) Aktivitas manusia yang berdampak pada perubahan tata ruang dan ekosistem, seperti penggundulan hutan mangrove, konversi lahan, pemanfaatan lahan pada area sempadan pantai dan pembangunan fisik kawasan pesisir; (3) Tidak berfungsinya bangunan pelindung seperti tanggul; (4) Ketinggian air laut ketika pasang, elevasi tempat di atas permukaan laut ketika pasang. Sebagaimana digambarkan berikut ini:



Gambar 1. Faktor-faktor yang memengaruhi risiko banjir (Huntingdon & MacDougal, dalam Fleming, 2002: 27)

Penurunan muka tanah (subsiden) akibat dari pengelolaan sumber daya air yang buruk (eksploitasi air bawah tanah secara berlebihan) (Aerts, et.al., 2012:13). Oleh karena itu, perlu penerapan pengelolaan sumber daya air yang terintegrasi melalui penyadaran dan/pemberdayaan masyarakat pesisir mengenai faktor, komponen dan pelaku yang memengaruhi proses integrasi pengelolaan sumber daya air sebagaimana digambarkan oleh (Takeuchi, 2023:81) berikut ini.



Gambar 2. Manajemen Risiko Sumberdaya Air Terintegrasi

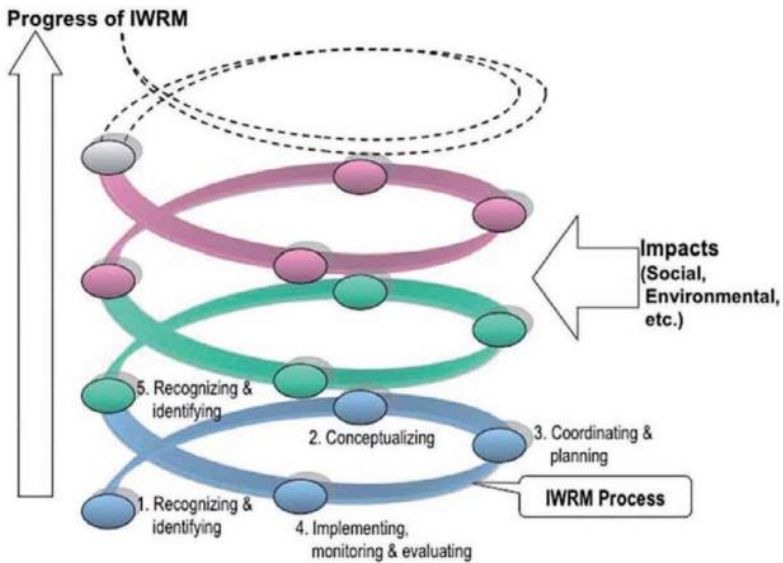
Alam dan siklus hidrologi (biru): Geologi, medan, iklim, presipitasi, evapo-transpirasi, infiltrasi, kelembapan tanah, debit permukaan, air tanah, dan kualitas air adalah semua aspek dari sifat terkait air yang diberikan kepada manusia. Sedimen dibuat oleh air sungai. Sifat pasokan air yang stokastik dan distribusinya yang tidak merata sepanjang waktu dan wilayah, menyebabkan kejadian bencana seperti banjir, hujan lebat, kelaparan, kekeringan, dan unggas puing. Manusia menyediakan keadaan alam untuk mengelola air selaras dengan alam dan siklus hidrologi. Faktor eksternal termasuk perubahan iklim, transfer air antar cekungan, dan kontaminan eksternal juga memiliki pengaruh terhadap siklus hidrologi di suatu cekungan atau negara. Perubahan iklim memiliki dampak yang signifikan terhadap hidrologi cekungan, terutama yang ekstrem dalam beberapa tahun terakhir.

Pihak utama yang terlibat dalam pengelolaan air adalah pengguna tanah dan air, dimulai dari ekosistem, kemudian dari aspek manusia, dengan pertanian menjadi pengguna terbesar diikuti oleh industri dan kegiatan perkotaan. Selain untuk pasokan air, kawasan ini juga digunakan secara luas untuk pembangkit listrik tenaga air, navigasi, kegiatan rekreasi, dan pembangunan *landscape*. Mereka menetapkan tujuan konkret untuk langkah-langkah pengelolaan air yang diperlukan. Migrasi masuk dan keluar memengaruhi basis pemangku kepentingan saat konsumsi air bergeser.

Sistem sosial-ekonomi (merah muda): kelompok-kelompok yang bertanggung jawab atas berbagai aspek struktur sosial-ekonomi juga merupakan stakeholder yang signifikan. Pemerintah di berbagai tingkatan, termasuk administrator, pembuat Undang-Undang, dan pengadilan bertanggung jawab atas pengelolaan sumber daya air. Politisi, LSM, pusat penelitian ilmiah dan teknologi, media, sektor pendidikan dan kebudayaan, semuanya memainkan peran penting dalam proses pengambilan keputusan.

Irisan antarkomponen menunjukkan pentingnya beberapa komponen dimasukkan ke dalam ruang bersama di mana para pemangku kepentingan utama tersebut terlibat. Irisan antara siklus hidrologi dan pengguna (konsumen) air. Yang termasuk dalam irisan ini adalah infrastruktur untuk pengurangan risiko seperti: bendungan dan tanggul, serta bahaya terkait banjir, terkait dengan siklus hidrologi dan konsumsi air. Bidang ini juga berkaitan dengan peringatan dini. Irisan antarpengguna (konsumen) air dan struktur sosial ekonomi: Semua Undang-Undang dan peraturan berada di antara struktur sosial ekonomi dan konsumen air. Selain itu, konflik pengguna (konsumen) atas keuangan, penyimpanan, prioritas, dan lain-lain yang dapat mengakibatkan tindakan hukum. Selanjutnya, irisan antara struktur sosio-ekonomi dan siklus hidrologi: Area ini mencakup penetapan standar seperti alur normal, ketinggian air tanah, kualitas air, klasifikasi sungai, dan lain-lain. Hal yang tidak kalah pentingnya pada irisan ini adalah alokasi tanggung jawab melalui mandat di antara lembaga dan kantor pemerintah merupakan faktor penting untuk dipertimbangkan dalam proses integrasi.

Berdasarkan uraian tersebut, UNESCO pada tahun 2009 sebagaimana dikutip (Takeuchi, 2023:83) mendefinisikan Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu (IWRM) sebagai metode untuk menyatukan semua pihak terkait secara bertahap dan melibatkan mereka dalam proses perencanaan dan pengambilan keputusan sambil mempertimbangkan perubahan tuntutan sosial yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti pertumbuhan populasi, peningkatan permintaan lingkungan, pergeseran persepsi tentang nilai budaya dan ekonomi air, dan perubahan iklim. Ini adalah proses terbuka yang berkembang dari waktu ke waktu seiring kemajuan menuju pengelolaan sumberdaya air yang lebih terintegrasi secara spiral sebagaimana digambarkan berikut ini.

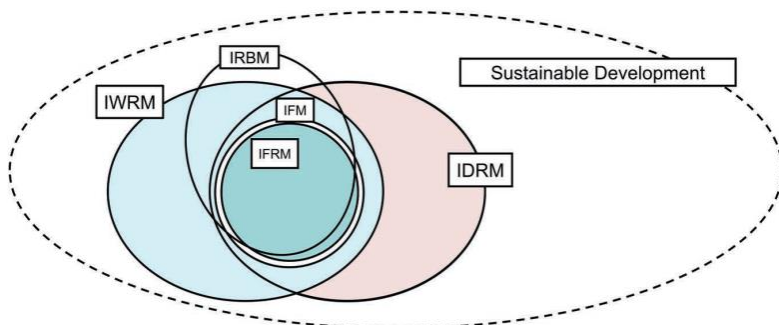


Gambar 3. Proses Spiral Integrated Water Resources Management (IWRM)

Berdasarkan gambar tersebut di atas, terdapat empat tahapan inti dalam satu putaran proses spiral pengintegrasian sumber daya air

1. "Mengenali dan mengidentifikasi" isu-isu mendesak masyarakat dan kebutuhan IWRM,
2. "Mengonseptualisasikan" masalah dan merumuskan solusi yang mungkin,
3. "Koordinasi dan perencanaan" antar pemangku kepentingan untuk mencapai kesepakatan, dan
4. "Melaksanakan, memantau dan mengevaluasi" rencana dan hasilnya.

Pengelolaan sumber daya air yang terintegrasi sangat erat kaitannya dengan manajemen risiko banjir terintegrasi, manajemen risiko bencana, dan pembangunan berkelanjutan sebagaimana digambarkan berikut ini.



Gambar 4. Skema hubungan manajemen risiko banjir terintegrasi, manajemen risiko bencana, dan pembangunan berkelanjutan

Domain pembangunan berkelanjutan (*Sustainability Development*), yang mencakup semua makhluk hidup, termasuk peradaban manusia dan lingkungan geofisika terkait, diwakili oleh oval dengan garis putus-putus pada gambar 5 di atas. Garis putus-putus menandakan bahwa kondisi alam semesta bergantung pada tindakan yang terjadi di dalam domain yang menentukan apakah domain tersebut bertransisi ke kondisi keberlanjutan global ataukah tidak. Jika masyarakat menginginkan keberlanjutan global, semua tindakan sosial, termasuk inisiatif manajemen air dan bencana IFM, IFRM, IRBM, IDRM, dan IWRM, harus sesuai dengan prinsip pembangunan berkelanjutan. Apakah kemajuan teknologi dan industri membuat masyarakat lebih kuat dan berkelanjutan atau membuatnya rentan dan kacau bergantung pada kualitasnya.

B. Mitigasi Banjir Rob

Secara umum, penanggulangan bencana dapat dikategorikan menjadi dua kelompok besar, yaitu tindakan sebelum bencana yang meliputi pencegahan, mitigasi dan kesiapsiagaan dan tindakan setelah bencana yang meliputi respon, bantuan, rehabilitasi, pemulihan dan rekonstruksi (Maheshwari, dalam Krishna & Katsumi, 2020: 23). Selanjutnya, yang dimaksud dengan mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana (UU Nomor 24 Tahun 2007, Pasal 1 ayat 9) yang mengacu pada setiap langkah yang dilakukan sebelum, selama, dan setelah peristiwa alam untuk mengurangi dampaknya (Scott, et.al.,

dalam Raskovic and Mrdja, 2013:113). Beberapa keuntungan dari mitigasi:

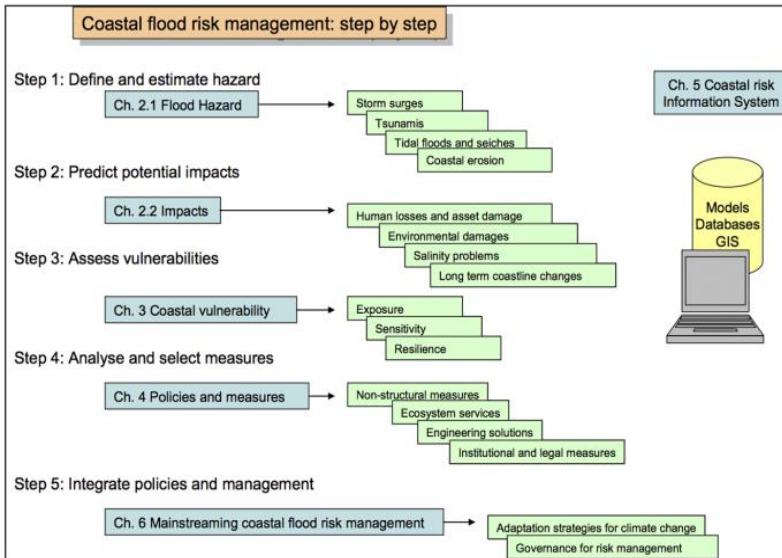
1. Menciptakan komunitas yang lebih aman dengan mengurangi korban jiwa dan harta benda;
2. Memungkinkan individu dan masyarakat untuk pulih lebih cepat dari bencana; dan
3. Mengurangi beban keuangan bencana pada individu.

Oleh karena itu dalam mitigasi bencana, beberapa hal yang harus menjadi perhatian utama adalah: 1) memahami risiko bencana; 2) memperkuat tata kelola risiko bencana untuk mengelola risiko bencana, 3) berinvestasi dalam pengurangan risiko bencana untuk ketahanan, 4) meningkatkan kesiapsiagaan bencana untuk respon yang efektif dalam pemulihan, rehabilitasi dan rekonstruksi (Takeuchi, 2023:67). Sebagaimana juga diungkap oleh Maheshwari dalam Krishna & Katsumi, (2020:22) bahwa penanggulangan bencana melibatkan proses terpadu dari perencanaan, pengorganisasian, koordinasi dan pelaksanaan langkah-langkah berikut.

1. Pencegahan bahaya atau ancaman.
2. Mitigasi atau pengurangan risiko.
3. Kesiapsiagaan menghadapi bencana.
4. Respon cepat terhadap situasi bencana yang mengancam.
5. Menilai tingkat keparahan atau besarnya efek.
6. Evakuasi, penyelamatan dan pertolongan.
7. Rehabilitasi dan rekonstruksi.
8. Peningkatan kapasitas termasuk penelitian.

Tindakan mitigasi dibagi menjadi 2 kategori yaitu tindakan *structural* dan *nonstructural* (Pribadi, et.al., dalam Osti & Miyake, 2011:3). Tindakan *structural* biasanya dilakukan dengan cara tradisional yang didasarkan pada analisis kuantitatif (Uddin & Ang 2009:17), seperti membuat penghalang gelombang badai yang dibangun di muara-muara yang dapat ditutup untuk mencegah gelombang masuk ke sungai, tetapi harus dibuka dalam kondisi normal untuk menyediakan akses yang mudah untuk pengiriman dan pembuangan air sungai. Berbeda dengan tindakan nonstruktural yang sangat panjang dan mencakup perencanaan wilayah pesisir dan pengelolaan lahan, peringatan dini dan prosedur evakuasi, perlindungan infrastruktur kritis, penanggulangan dan asuransi risiko

(sisa), kesiapsiagaan masyarakat, pengurangan kemiskinan dan swadaya (APFM dan WMO, 2013:3). Untuk lebih jelasnya, dapat digambarkan berikut ini.



Gambar 5. Manajemen resiko banjir rob (APFM dan WMO, 2013:3)

Menurut Hall & Penning-Roswell dalam Pender & Faulkner (2011:3), penggunaan struktur pertahanan banjir buatan, seperti tanggul, peningkatan saluran, dan penghalang, tidak lagi menjadi norma dalam pengelolaan risiko banjir modern. Hal ini juga mempertimbangkan sejumlah tindakan tambahan yang dapat diambil untuk mengurangi tingkat keparahan banjir (seperti mengubah penggunaan lahan daerah tangkapan air di hulu) atau mengurangi dampak banjir ketika terjadi dengan menurunkan keterpaparan atau kerentanan. Kriteria untuk mengevaluasi alternatif pengelolaan risiko banjir tidak lagi bersifat ekonomis semata; mereka juga mempertimbangkan masalah kelestarian lingkungan, kesetaraan, dan keamanan publik. Selain itu, karena ketidakstasioneran semakin diakui secara luas, manajemen risiko banjir harus secara eksplisit mempertimbangkan bagaimana banjir dapat berubah di masa depan, misalnya karena perubahan iklim atau proses banjir yang tampaknya tidak dapat dihentikan.

Rasionalisasi dari pandangan di atas, diungkap oleh Fleming (2002: ix) bahwa penahan banjir dibangun untuk melindungi nyawa dan harta benda orang serta untuk mempertahankan aktivitas ekonomi. Penahan banjir tidak dapat memberikan perlindungan mutlak terhadap semua kemungkinan banjir, tetapi dapat mengurangi risiko banjir. Membangun pertahanan dengan standar yang sangat tinggi mungkin sangat mahal, mungkin sangat mengganggu manusia dan lingkungan alam dan sebenarnya dapat meningkatkan risiko di tempat lain atau menimbulkan bencana jika ada bagian dari sistem yang gagal. Dengan demikian, perlu ada keseimbangan antara semua biaya dan manfaat.

Menilai risiko banjir adalah bagian penting (termasuk mengelola bahaya dan konsekuensi potensial) yang menjadi proses penting untuk beradaptasi dengan perubahan di masa depan (misalnya perubahan iklim, perubahan ekonomi, dan pertumbuhan penduduk). Penilaian risiko banjir dilakukan untuk memfasilitasi penerapan tindakan berdasarkan informasi risiko yang bertujuan untuk meminimalisasi (atau mengurangi) kerusakan akibat banjir. Namun demikian, menurut APFM dan WMO, 2013:11) penilaian dan tindakan mitigasi yang tepat dipengaruhi oleh jenis bencana yang terjadi (umumnya terjadi) di kawasan pesisir, seperti gelombang badai, badai ekstra-tropis, badai tropis, tsunami, banjir pasang dan seiches, erosi pantai.

Menurut Uddin & Ang (2009:4), para pemangku kepentingan (stakeholder) harus mengevaluasi dengan benar dan menyeluruh risiko atau kemungkinan peristiwa bahaya yang terjadi di fasilitas yang dirancang kinerjanya. Pertanyaan dasar yang harus mereka tanyakan adalah: 1) Peristiwa apa yang diantisipasi? 2) Berapa tingkat kehilangan/kerusakan/cedera/kematian yang dapat diterima? 3) Seberapa sering hal tersebut bisa terjadi? Ketika mereka mengajukan pertanyaan-pertanyaan ini kepada diri mereka sendiri, dan mengembangkan berbagai skenario untuk menerapkannya, para pemangku kepentingan harus ingat bahwa memperoleh konsensus tentang tingkat risiko yang dapat diterima sangat penting untuk keberhasilan program/kebijakan.

Efektifitas dan efisiensi mitigasi bencana dengan program dan strategi pelaksanaannya akan menghadapi beberapa tantangan/hambatan, di antaranya: sumberdaya manusia yang rendah, kemiskinan, korupsi, dan kurangnya kemauan politik (Krishnan,

dalam Uddin & Ang, 2009:70). Oleh karena itu, perlu kesadaran kolektif kolegal dari semua pihak (stakeholders), sebab bencana bukan hanya permasalahan pemerintah, melainkan permasalahan bersama (masyarakat, perguruan tinggi, dunia usaha dan dunia industri, lembaga nonpemerintah, dan lain sebagainya).

Kesadaran kolektif kolegal dalam mitigasi bencana banjir rob perlu menjadi perhatian serius, karena menurut (IPCC, 2007b; Bouwer et al, 2010, dalam Aerts, 2012:104), risiko banjir diperkirakan akan meningkat di banyak wilayah pesisir di masa depan karena pembangunan sosial ekonomi yang sedang berlangsung di daerah rawan risiko, serta karena pemanasan global. Pengembangan strategi pengelolaan banjir yang berkelanjutan, untuk merancang langkah-langkah mitigasi risiko yang tepat dan untuk mengoptimalkan perencanaan tata ruang, penting untuk mendapatkan wawasan tentang kecepatan dan besarnya kemungkinan perubahan risiko banjir dari waktu ke waktu. Namun, memperkirakan risiko banjir di masa depan bukanlah tugas yang mudah karena baik perubahan iklim maupun perkembangan sosial-ekonomi melibatkan ketidakpastian yang cukup besar, sehingga sulit, jika bukan tidak mungkin, untuk secara akurat memperkirakan risiko banjir di masa depan.

C. Manajemen Risiko Bencana Banjir Rob

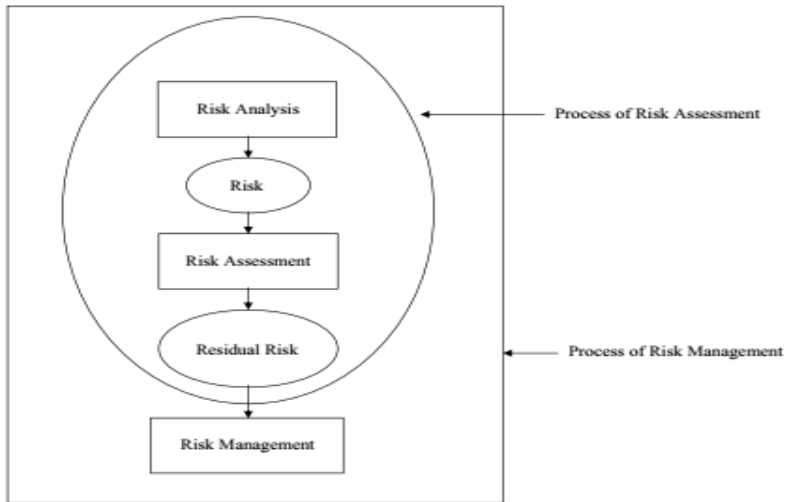
Pemahaman tentang proses pengelolaan risiko banjir yang terus berkembang, bisa jadi akumulasi cara pandang atau pemahaman akan sifat manajemen risiko banjir yang keliru, jika dianggap sebagai seperangkat teknik yang terfragmentasi dan menjadi tugas dan tanggung jawab pemerintah (dalam hal ini badan penanggulangan bencana). Manajemen risiko banjir rob memerlukan perspektif sistem, yang dengan sendirinya tertanam dalam perspektif pembangunan berkelanjutan yang lebih luas. Berikut beberapa definisi manajemen risiko banjir rob sebagaimana dikutip oleh Hall & Penings-Rowell (dalam Pender & Faulkner, 2011:7):

1. Hall, et.al., (2003c): proses memperoleh data dan informasi, menilai risiko, mengevaluasi pilihan, dan membuat, menerapkan, dan menganalisis keputusan untuk mengendalikan, menerima, atau mendistribusikan kembali bahaya banjir dikenal sebagai manajemen risiko banjir.

2. Schanze (2006): analisis masyarakat yang holistik dan berkelanjutan, penilaian dan pengurangan risiko banjir. Definisi ini menyentuh beberapa aspek penting dari manajemen risiko banjir, seperti : (1) ketergantungan pada analisis risiko yang rasional; (2) proses yang mengarah pada tindakan yang dimaksudkan untuk mengurangi risiko banjir; (3) penerimaan bahwa ada berbagai cara untuk mengurangi risiko banjir; (4) pengakuan bahwa keputusan-keputusan dalam pengelolaan risiko banjir mencakup pilihan-pilihan masyarakat tentang penerimaan risiko dan keinginan akan pilihan-pilihan yang berbeda; (5) pengetahuan/pemahaman bahwa prosesnya berkelanjutan, dengan keputusan yang ditinjau dan dimodifikasi secara berkala untuk mencapai tingkat risiko yang dapat diterima sehubungan dengan keadaan dan preferensi yang berubah.

Secara probabilistik, Smith (1994, dalam Aerts, et.al., 2012:4) mendefinisikan risiko banjir sebagai kemungkinan terjadinya banjir dikalikan dengan potensi dampak negatif, seperti kerugian finansial atau kematian. Oleh karena itu, tingkat risiko banjir bergantung pada: 1) Karakteristik paparan di daerah rawan banjir, seperti jumlah penduduk, penggunaan lahan, dan nilai aset; 2) Karakteristik bahaya, seperti kedalaman dan jangkauan banjir, durasi banjir, atau kecepatan aliran; dan 3) Kerentanan aset dan populasi yang terpapar terhadap bahaya, yang dapat sangat bervariasi tergantung pada lokasinya.

Probabilitas kejadian tertentu dan tingkat keparahan hasil keduanya dipertimbangkan dalam analisis risiko. Setiap kemungkinan dan tingkat keparahan skenario kerugian bahaya yang berlaku digabungkan dalam metode ini. Perlu menjadi perhatian serius bahwa tujuan kode berbasis kinerja adalah untuk menentukan tingkat risiko yang dapat diterima atau dapat ditoleransi. Kemanjuran dan ketergantungan seluruh struktur sebagai suatu sistem harus diperhitungkan di samping frekuensi terjadinya suatu peristiwa dalam studi secara keseluruhan. Analisis bahaya memberikan risiko pengukuran numerik juga dapat berfungsi sebagai dasar untuk menentukan kerugian yang dapat diterima dan memilih desain yang sesuai. Manajer risiko melakukan penilaian risiko dan bahaya menggunakan teknik evaluasi deterministik dan probabilistik. Proses penilaian dan manajemen resiko dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 6. Gambaran sederhana dari manajemen risiko yang dapat diterima

Pada tahap analisis risiko terdapat beberapa langkah yang dapat dilakukan, diantaranya adalah: 1) membuat scenario, 2) menilai proses dan dampak, 3) menyusun strategi adaptasi, 4) mengevaluasi strategi.

Tahapan membuat scenario merupakan kegiatan menilai kemungkinan konsekuensi dari kemungkinan perubahan di masa depan sehingga dapat ditentukan strategi adaptasi apa yang diperlukan. Hal ini dapat dicapai dengan mengadopsi berbagai skenario karena masa depan pada dasarnya tidak dapat diprediksi. Skenario adalah kumpulan hipotesis yang koheren secara internal tentang potensi peristiwa sosial ekonomi dan klimatologi di masa depan. Para pemangku kepentingan di kota tidak dapat memengaruhi skenario karena mereka adalah faktor eksternal. Seseorang dapat mempertimbangkan peningkatan populasi, kenaikan permukaan laut, atau penyesuaian peraturan tentang manajemen sumber daya air.

Pada kegiatan menilai proses dan dampak, tentunya memuat beberapa akibat yang akan terjadi pada sistem air perkotaan, dan lebih khusus lagi pada infrastruktur pesisir. Efek dapat diperkirakan secara kuantitatif menggunakan model numerik atau secara kualitatif menggunakan pengetahuan ahli/pakar.

Selanjutnya, menyusun strategi adaptasi yang efektif dan efisien untuk meminimalisasi kerugian yang ditimbulkan oleh bencana banjir rob. Kata adaptasi digunakan dalam pembahasan buku ini, karena bencana tidak bisa dicegah atau dilawan, melainkan manusia (masyarakat pesisir) sebagai bagian dari ekosistem harus mampu menyesuaikan diri (beradaptasi) serta mengevaluasi strategi yang digunakan secara deterministik dan berkesinambungan.

Analisis deterministik menggunakan korelasi yang ditemukan melalui pengujian atau pengalaman, serta aturan fisika dan kimia, untuk meramalkan hasil skenario bahaya tertentu. Metode deterministik memungkinkan pengembangan satu atau lebih desain yang menggambarkan kemungkinan terburuk yang mungkin terjadi pada bangunan tertentu. Frekuensi kejadian potensial tidak perlu dinilai dalam metode ini. Sedangkan analisis probabilistik menilai probabilitas statistik bahwa kejadian tertentu akan terjadi, serta kerugian dan hasil yang akan mengikuti. Metode ini menggunakan statistik secara ekstensif, termasuk memasukkan data historis, di samping metode analisis dan hasil eksperimen (Uddin & Alfredo, 2009:4).

Pada level masyarakat, manajemen resiko berbasis masyarakat (*Community-Based Disaster Risk Reduction*) dapat dianggap sebagai mekanisme pilihan untuk membangun ketahanan masyarakat di tingkat lokal, dengan memberdayakan masyarakat untuk merencanakan dan memutuskan tindakan untuk mengurangi risiko bencana dengan sumberdaya mereka sendiri. Peningkatan kapasitas adalah inti dari proses, dengan memobilisasi masyarakat untuk dapat memahami situasi risiko mereka sendiri dan membangun kesadaran lokal, dengan belajar dari kesalahan masa lalu, dan dengan mencari cara untuk mengurangi kerentanan mereka sendiri sehingga mereka akan mampu mengatasinya dengan mencegah atau meminimalkan kerugian jiwa dan kerusakan harta benda, serta lingkungannya. Melalui CBDRM, masyarakat juga diberdayakan untuk segera bangkit kembali dan pulih dari bencana, tidak hanya bergantung pada dukungan dan bantuan dari luar tetapi juga memanfaatkan kapasitas mereka yang diperkuat (Osti & Miyake, 2011:2).

Beberapa tantangan utama dalam pendekatan analisis risiko banjir, sebagaimana diuraikan oleh Hall & Penings-Rowell (dalam Pender & Faulkner, 2011:5), yaitu:

1. Muatan/curah hujan-gelombang laut secara alami bervariasi: Muatan seperti curah hujan dan gelombang laut serta lonjakan pada sistem pertahanan banjir tidak dapat diperkirakan lebih dari beberapa hari. Untuk tujuan desain, beban harus dijelaskan dalam istilah statistik. Beban ekstrem yang mungkin tidak pernah diamati dalam praktiknya harus diperhitungkan dalam desain dan penilaian risiko. Ekstrapolasi muatan ke ekstrem ini tidak pasti, terutama jika didasarkan pada data historis yang terbatas dan dalam iklim yang berubah.
2. Kombinasi beban (curah hujan-gelombang laut) dan respons penting: tingkat keparahan banjir biasanya merupakan konsekuensi dari kombinasi kondisi. Jadi, misalnya, limpasan atau pelanggaran pertahanan laut, biasanya merupakan konsekuensi dari kombinasi gelombang tinggi dan permukaan air. Dalam sistem jaringan sungai yang kompleks, waktu curah hujan dan limpasan di lokasi yang berbeda menentukan tingkat keparahan puncak banjir. Tingkat keparahan banjir yang dihasilkan biasanya akan ditentukan oleh jumlah pertahanan yang dibobol atau dilampaui, serta kerentanan aset dan kesiapan orang-orang di dataran banjir. Oleh karena itu, analisis beban dan respons sistem didasarkan pada pemahaman probabilitas kombinasi kondisi pembebanan acak dan respons sistem, termasuk dimensi manusia. Peningkatan pemahaman tentang perilaku sistem telah mengilustrasikan pentingnya kombinasi variabel yang semakin besar.
3. Interaksi spasial itu penting: Sistem sungai dan pesisir menunjukkan banyak interaktivitas spasial. Diakui dengan baik bahwa pembangunan pertahanan banjir (*tanggul-pen*) atau urbanisasi daerah tangkapan air di hulu dapat meningkatkan ketinggian air di hilir dalam peristiwa banjir yang parah. Demikian pula, pembangunan bangunan pantai yang diperuntukkan untuk menjebak sedimen dan meningkatkan ketahanan pantai terhadap erosi dan penerobosan di satu area dapat mengikis pantai di hilir dan memperburuk erosi atau banjir di sana, yang menyebabkan kerusakan ekonomi atau kerusakan lingkungan. Interaksi ini dapat direpresentasikan dalam model sistem, tetapi pemahaman teknik dari proses yang relevan, khususnya proses sedimentasi dalam rentang waktu yang lama dan terbatas.

4. Respons yang kompleks dan tidak pasti harus diakomodasi: Model proses daerah tangkapan air diketahui sangat tidak pasti karena kerumitan proses yang terlibat dan kelangkaan pengukuran pada skala yang sesuai. Respon pertahanan sungai, pantai, dan buatan manusia terhadap curah hujan dan gelombang laut sangat tidak pasti. Dampak langsung dan tidak langsung dari banjir bergantung pada perilaku manusia yang tidak dapat diprediksi atau menyimpang yang jarang diukur.
5. Sistem banjir bersifat dinamis dalam rentang waktu: Potensi perubahan jangka panjang dalam sistem banjir, karena perubahan iklim dan sosial ekonomi, menambah ketidakpastian lebih lanjut saat melihat ke masa depan. Perubahan dapat berdampak pada beban pada sistem, respon terhadap beban atau potensi dampak banjir. Ini mungkin karena proses lingkungan alami, misalnya proses geomorfologi jangka panjang, dinamika ekosistem, atau intervensi manusia yang disengaja dan tidak disengaja dalam sistem banjir, seperti pengembangan dataran banjir. Perubahan sosial dan ekonomi akan memiliki pengaruh besar pada potensi dampak banjir dan cara penilaiannya, yang akan berbeda di berbagai negara karena faktor budaya atau perbedaan kelembagaan.

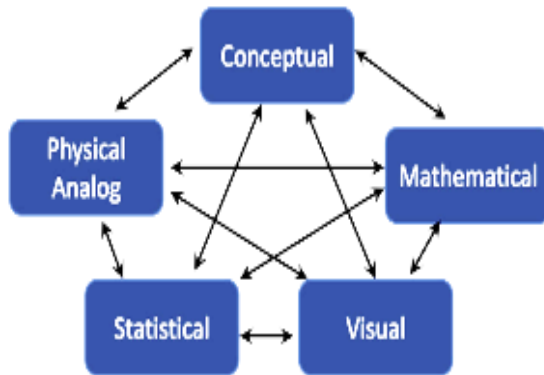
BAB 3

Model Mitigasi Bencana Banjir ROB

A. Asumsi Dasar Model Mitigasi

Model dapat didefinisikan sebagai representasi informatif dari objek, orang atau sistem. Istilah ini awalnya menunjukkan denah bangunan dalam bahasa Inggris akhir abad ke-16, dan diturunkan melalui bahasa Prancis dan Italia dari bahasa Latin 'modulus' yang berarti 'ukuran' (<https://en.wikipedia.org/wiki/Model>). Model didefinisikan juga sebagai pola (contoh, acuan, ragam, dan sebagainya) dari sesuatu yang akan dibuat atau dihasilkan; orang yang dipakai sebagai contoh untuk dilukis (difoto); orang yang (pekerjaannya) memperagakan; barang tiruan yang kecil dengan bentuk (rupa) persis seperti yang ditiru (<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/model>).

Model merupakan penerapan teori yang tidak lain adalah representasi dunia nyata yang disederhanakan. Sebagaimana diungkap Etkin (2016:196) bahwa kita perlu penyederhanaan asumsi untuk membuat masalah mudah diselesaikan. Model biasanya merupakan alat yang dikembangkan untuk tujuan tertentu, baik untuk membantu pemahaman, atau untuk beberapa aplikasi, seperti memperkirakan atau mengelola risiko. Apakah itu konseptual, fisik, matematis, statistik, atau visual, itu adalah representasi dari realitas, bukan dunia "nyata" melainkan konstruksi untuk membantu kita memahaminya. Hal ini menyiratkan bahwa keputusan untuk menggunakan/memilih model tertentu harus berdasarkan pada asumsi-asumsi dasar pembentuk model, sebagaimana gambar 7 berikut.



Gambar 7. Jenis-jenis model (Etkin, 2016:196)

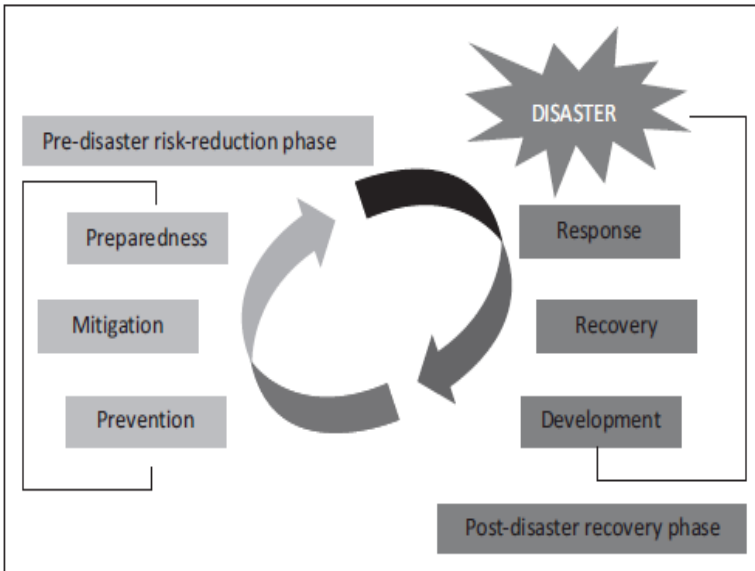
1. Model konseptual merupakan penggambaran psikologis yang halus dari pelaksanaan pekerjaan yang tepat. Saat mensistematisasikan proses, orang menggunakan model konseptual secara naluriah dan alami.
2. Pemodelan matematika mengacu pada proses pembuatan representasi matematis dari skenario dunia nyata untuk membuat prediksi atau memberikan wawasan.
3. Pemodelan visual adalah representasi grafis dari objek dan sistem yang menarik menggunakan bahasa grafis. Pemodelan visual adalah cara bagi para ahli dan pemula untuk memiliki pemahaman yang sama tentang ide-ide yang rumit.
4. Model statistik adalah representasi matematis (atau model matematis) dari data yang diamati. Ketika analis data menerapkan berbagai model statistik pada data yang mereka selidiki, mereka dapat memahami dan menginterpretasikan informasi secara lebih strategis
5. Pemodelan analog fisik adalah teknik laboratorium yang mapan untuk mereproduksi urutan perkembangan dan geometri keseluruhan struktur geologi.
6. Karakteristik model yang baik terdiri atas:
7. Akurasi: Model yang baik harus memiliki tingkat akurasi yang tinggi, artinya model dapat memprediksi output dengan tepat dan akurat berdasarkan input yang diberikan.
8. Robust: Model yang baik harus dapat mengatasi input yang berbeda-beda dan tidak terlihat selama pelatihan. Model harus

mampu menghasilkan hasil yang konsisten pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

9. **Generalisasi:** Model yang baik harus dapat melakukan prediksi yang baik pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya, model harus dapat memahami pola secara keseluruhan, bukan hanya mengingat data pelatihan.
10. **Scalability:** Model yang baik harus dapat diukur pada set data yang besar dan kompleks. Model harus memiliki performa yang baik pada set data yang lebih besar.
11. **Interpretabilitas:** Model yang baik harus dapat dijelaskan dan dipahami oleh pengguna yang tidak memiliki latar belakang teknis yang tinggi. Model yang baik harus dapat menjelaskan hubungan antara input dan output.
12. **Efisiensi:** Model yang baik harus dapat memprediksi output dengan cepat dan efisien pada set data yang besar dan kompleks. Model harus dapat digunakan secara praktis dalam lingkungan bisnis atau industri.
13. **Regulasi:** Model yang baik harus dapat mengatasi masalah regulasi dan privasi yang ada dalam penggunaannya. Model harus dapat memproses data secara aman dan dapat memastikan kepatuhan terhadap peraturan yang ada.

B. *Disaster Management Continuum Model*

Paradigma ini bisa dibilang paling terkenal karena memiliki tahapan berbeda yang membuat implementasi menjadi lebih sederhana. Pendekatan ini meliputi tanggap darurat, pertolongan, rehabilitasi, pembangunan kembali, mitigasi, kesiapsiagaan dan peringatan dini sebagai tahapan penanggulangan bencana, sebagaimana digambarkan berikut ini.



Gambar 8. Model Kontinum Penanggulangan Bencana

Sumber: Coburn, A.W., Spence, R.J.S. & Pomonis, A., (1994, dalam Dube, 2015)

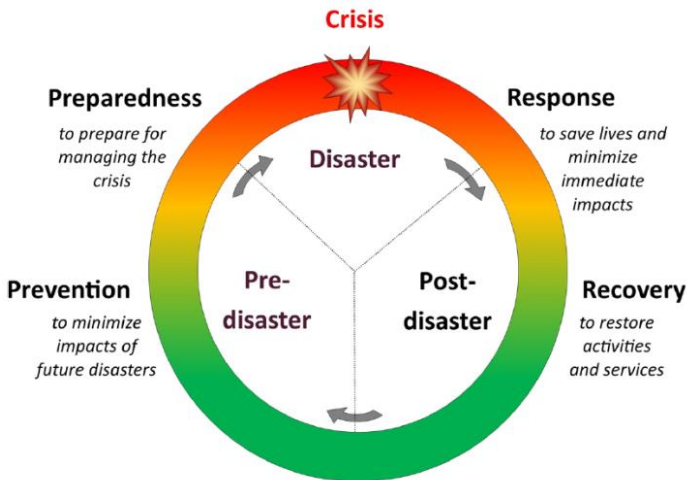
Gambar 8 di atas menjelaskan bahwa model kontinum penanggulangan bencana merupakan model dengan metode yang lebih konvensional, di mana model ini melihat banyak rangkaian tindakan bertingkat sebagai manajemen bencana. Fase pengurangan risiko prabencana dan fase pemulihan pascabencana adalah dua bagian dari model kontinum bencana. Fase pengurangan risiko prabencana melibatkan langkah-langkah yang harus diambil sebelum bencana terjadi, sedangkan fase pemulihan pascabencana difokuskan pada tindakan yang harus dilakukan setelah bencana.

Pada model kontinum penanggulangan bencana, kegiatan pengurangan risiko bencana dilakukan secara bertahap, yang saling mengikuti secara berurutan. Pencegahan, mitigasi, dan kesiapsiagaan sebelum bencana. Sementara, respons pemulihan dan pembangunan dilakukan setelah terjadinya bencana. Keterbatasan utama dari model ini terletak pada penekanannya pada urutan bertahap dari pengelolaan bencana. Padahal seringkali terjadi bahwa urutan tindakan dapat terjadi secara bersamaan, oleh karena itu pendekatan

modern untuk pengurangan risiko bencana dikembangkan ke arah *contract-expand model* (model kontrak perluasan).

C. *Pre-During-Post Disaster Model*

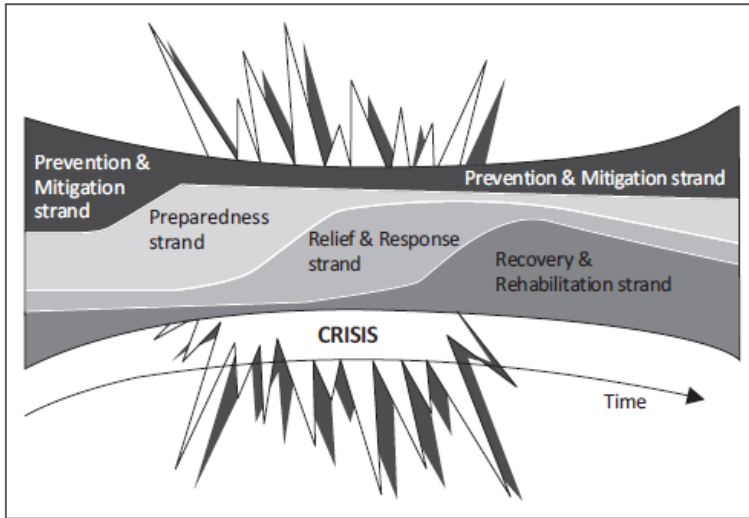
Tahapan kegiatan di sekitar bencana terbagi dalam paradigma penanggulangan bencana ini. Sebelum bencana, saat bencana, dan setelah bencana, ada tugas yang harus diselesaikan. Model kontinum manajemen bencana sering digunakan bersamaan dengan model ini.



Gambar 9. Pre-during-post disaster model
Sumber: Le Cozannet, et.al. (2020)

D. *Contract-Expand Model*

Model ini mendasari asumsi bahwa semua tahapan penanggulangan bencana darurat, tanggap darurat, rehabilitasi, pembangunan kembali, mitigasi, kesiapsiagaan, dan peringatan dini tetap harus dilakukan di lokasi rawan bencana. Kondisi bencana berbeda dengan kondisi nonbencana karena pada saat terjadi bencana, tahapan tertentu, seperti darurat dan bantuan lebih dikembangkan daripada yang lain, seperti rehabilitasi, pembangunan kembali, dan mitigasi kurang diprioritaskan.

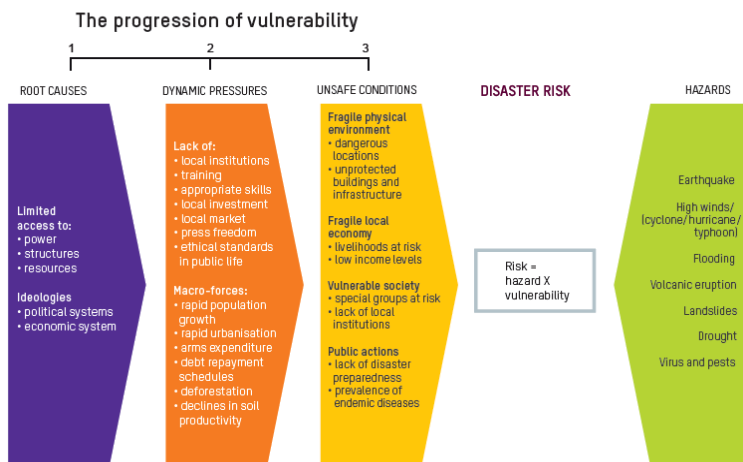


Gambar 10. Model Perluasan Kontrak (Contract-Expand Model)
 sumber: Atmanand, R., (2003, dalam Dube, 2015)

Model perluasan-kontrak memberikan pandangan alternatif tentang pengurangan risiko bencana. Pengurangan risiko bencana dilihat sebagai proses yang berkesinambungan. Untaian aktivitas yang berbeda dalam model perluasan-kontrak berlanjut berdampingan, meluas atau menyusut sesuai kebutuhan. Misalnya, selama peristiwa bencana yang diantisipasi seperti kebakaran, untaian 'kesiapsiagaan' dan untaian 'pencegahan dan mitigasi' akan diperluas untuk memenuhi kebutuhan pra-bencana dari masyarakat yang terkena dampak. Model ini mengatasi kelemahan utama dari model kontinum bencana, yang menganggap bencana dikelola secara bertahap.

E. *The Crunch and Release Model*

Fokus manajemen bencana adalah menurunkan kerentanan untuk menghadapi bencana. Meski ancaman masih ada, jika masyarakat tidak berisiko, bencana juga akan kecil kemungkinannya terjadi.



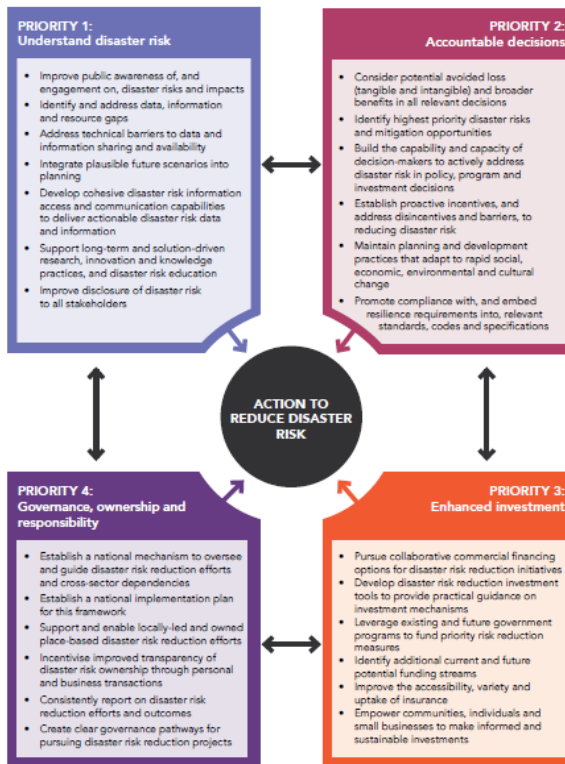
Gambar 11. Model Krisis dan Pelepasan (the crunch and release model)

sumber: Wisner, et.al (2004, dalam Oxfam, 2012)

Model ini memiliki dua dimensi utama yaitu bahaya dan kerentanan, yang keduanya memengaruhi risiko bencana. Oleh karena itu, tingkat risiko bencana bergantung pada besarnya bahaya dan tingkat kerentanan masyarakat. Seperti yang telah dijelaskan di atas, bencana tidak akan terjadi jika hanya ada bahaya tanpa masyarakat yang rentan dan sebaliknya. Misalnya: Ketika gempa bumi terjadi di daerah yang sepi, terisolasi dan tidak berpenghuni, tidak ada kerentanan dan karena itu tidak ada resiko bencana, karena tidak ada kerusakan atau kerugian pada manusia. Untuk memahami kompleksitas kerentanan komunitas, kedua dimensi tersebut harus dianalisis.

F. *Disaster Risk Reduction Framework*

Strategi ini memberikan penekanan yang kuat pada identifikasi risiko bencana, yang meliputi identifikasi kerentanan dan bahaya serta membangun kemampuan untuk memitigasi risiko tersebut.



Gambar 12. Kerangka pengurangan risiko bencana
Sumber: Department of Home Affairs (2018).

Gambar 12 di atas menunjukkan bahwa prioritas pengurangan risiko bencana terdiri dari 4 aspek, yaitu 1) pemahaman risiko bencana, 2) keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan, 3) pemerintahan, kepemilikan dan tanggung jawab, dan 4) meningkatkan investasi.

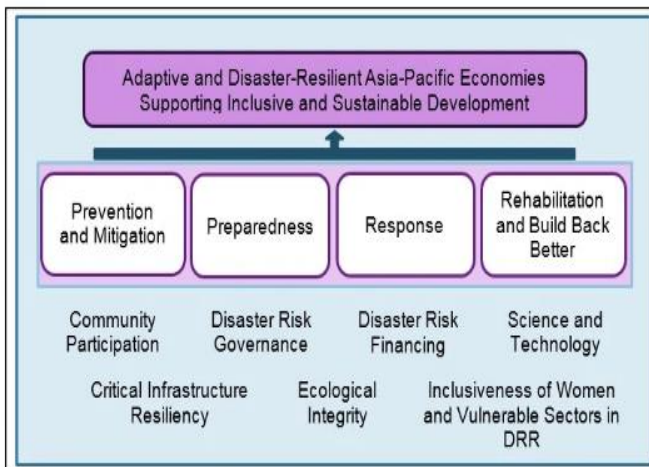
Prioritas 1, pemahaman risiko bencana: Pengurangan risiko bencana, semua komponen risiko dan dampak bencana harus dipahami oleh semua sektor: kerentanan, kapasitas, keterpaparan orang dan aset, karakteristik bahaya, dan lingkungan.

Prioritas 2, keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan: Pemahaman yang lebih besar tentang risiko bencana memiliki nilai terbatas kecuali jika diterapkan secara aktif. Keputusan yang dibuat hari ini harus menanggapi risiko bencana jangka pendek dan jangka panjang yang teridentifikasi dan tantangan terkait.

Prioritas 3, pemerintahan, kepemilikan dan tanggung jawab: Pengurangan risiko bencana memerlukan tata kelola yang kuat yang tidak hanya menanggapi sifat bencana yang tidak pasti dan berubah serta iklim yang berubah, tetapi juga distribusi tanggung jawab yang saling terkait dan kompleks untuk mengidentifikasi, mengelola, dan mengurangi risiko bencana. Sangat penting bahwa mekanisme tata kelola mencakup semua pemangku kepentingan yang relevan dan secara jelas mengidentifikasi peran dan tanggung jawab.

Prioritas 4, meningkatkan investasi: Semua tingkat pemerintahan, masyarakat, dan sektor swasta telah melakukan investasi yang signifikan untuk mengurangi risiko bencana, tetapi sekarang secara aktif mencari pengembalian investasi tersebut dalam bentuk hasil segera dan menghindari kerugian.

Apabila merujuk pada kerangka kerja pengurangan risiko bencana APEC, maka pengurangan risiko bencana terdiri dari empat pilar yang dapat dioperasikan dan saling memperkuat, yaitu: pencegahan dan mitigasi, kesiapsiagaan, respons, dan rehabilitasi dan membangun kembali lebih baik. Pilar-pilar ini sesuai dengan empat elemen penting untuk memastikan pencapaian tujuan keseluruhan untuk memiliki ekonomi APEC yang adaptif dan tahan bencana.



Gambar 13. Kerangka Kerja Pengurangan Risiko Bencana
Sumber: https://www.apec.org/meeting-papers/annual-ministerialmeetings/2015/2015_amm/annexa.

Kerangka Pengurangan Risiko Bencana APEC bertujuan untuk berkontribusi pada ekonomi Asia-Pasifik yang adaptif dan tahan bencana yang dapat mendukung pembangunan inklusif dan berkelanjutan dalam menghadapi bencana dan “normal baru (*new normal*)”.

Inti dari Kerangka ini adalah pengakuan yang jelas bahwa mengatasi dampak bencana membutuhkan intervensi holistik, lebih proaktif, multi-stakeholder, multi-sektoral dan strategis untuk membuat ekonomi kita lebih tangguh. Di bawah Kerangka ini, komunitas APEC dapat bersama-sama mengidentifikasi dan menajaki bidang-bidang untuk meningkatkan kerja sama.

G. Model Pengurangan Risiko Bencana (*Disaster Risk Reduction/DRR*)

Model ini memfokuskan pada upaya pencegahan dan pengurangan risiko bencana dengan mengidentifikasi ancaman bencana, menganalisis kerentanan dan kapasitas, serta mengimplementasikan tindakan mitigasi. Pemerintah Indonesia telah mengadopsi pendekatan DRR dalam kebijakan nasionalnya dan telah menetapkan Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana (RAN-PRB) sebagai panduan bagi pemerintah dan masyarakat dalam mengurangi risiko bencana.

H. Model Pengurangan Risiko Iklim (*Climate Risk Reduction/CRR*)

Model pengurangan risiko iklim (*climate risk reduction/CRR*) Model ini berfokus pada upaya pencegahan dan pengurangan risiko yang berkaitan dengan perubahan iklim. Pemerintah Indonesia telah mengadopsi pendekatan CRR dalam kebijakan nasionalnya dan telah menetapkan Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim (RAN-API) sebagai panduan bagi pemerintah dan masyarakat dalam mengurangi risiko bencana yang terkait dengan perubahan iklim.

I. Model Respons Bencana (*Disaster Response*)

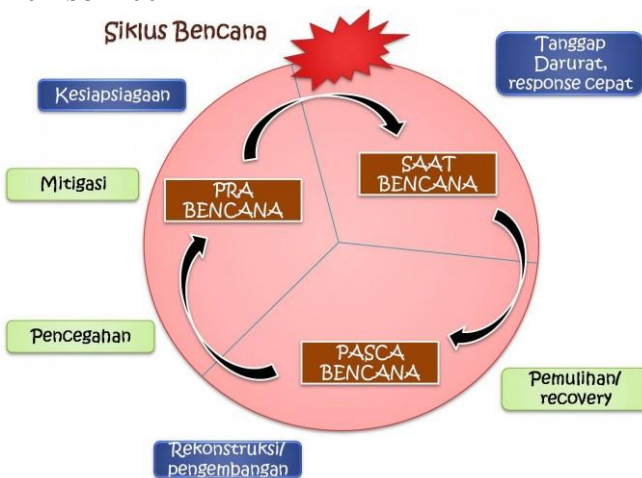
Model ini berkaitan dengan upaya tanggap darurat dan pemulihan pasca-bencana. Pemerintah Indonesia memiliki Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) yang bertanggung jawab

dalam mengkoordinasikan upaya tanggap darurat dan pemulihan pascabencana di Indonesia.

J. Model Partisipasi Masyarakat (*Community Participation*)

Model ini melibatkan partisipasi aktif masyarakat dalam upaya mitigasi bencana, baik dalam peningkatan kesadaran akan ancaman bencana, pengurangan kerentanan, hingga pengembangan sistem peringatan dini dan penanganan pascabencana. Pemerintah Indonesia telah mengadopsi pendekatan partisipatif dalam mengembangkan kebijakan dan program mitigasi bencana serta melibatkan masyarakat dalam implementasinya.

Pada praktiknya, Pemerintah Indonesia menggunakan kombinasi dari model-model tersebut dalam upaya mitigasi bencana, yang disesuaikan dengan kondisi dan karakteristik ancaman bencana yang dihadapi di wilayah masing-masing. Hal ini didasarkan pada Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 menyatakan bahwa “Penyelenggaraan penanggulangan bencana adalah serangkaian upaya yang meliputi penetapan kebijakan pembangunan yang berisiko timbulnya bencana, kegiatan pencegahan bencana, tanggap darurat, dan rehabilitasi”. Rumusan ini menyiratkan bahwa penanggulangan bencana sebagai rangkaian atau siklus, sebagaimana digambarkan berikut



Gambar 14. Model Siklus Bencana

Sumber: <https://pusdataru.jatengprov.go.id/iNEWS/antisipasi-menghadapi-banjir.html>

BAB 4

Pendekatan Siklus Kehidupan (*Life Cycle Approach*)

A. Definisi Dan Kegunaan Pendekatan Siklus Kehidupan

Pendekatan siklus kehidupan (LCA) telah banyak digunakan untuk memperkirakan biaya lingkungan yang terkait dengan sistem, layanan, atau produk dan telah terbukti menjadi indikator keberlanjutan yang dapat diandalkan secara umum. Metode penilaian lingkungan umumnya melibatkan lima tahap siklus hidup produk: pengadaan bahan, pembangunan, penggunaan, pemeliharaan, dan akhir masa pakai. Standar ISO 14040 dan ISO 14044 menentukan seperangkat pedoman dan langkah seragam yang harus diikuti saat melakukan LCA (Ziyadi & Al-Qadi, 2018).

Fase-fase ini mencakup perumusan tujuan dan ruang lingkup, inventaris siklus hidup, penilaian dampak siklus hidup, dan interpretasi termasuk dalam fase ini. Hasil LCA dapat digunakan untuk memilih desain, item, atau prosedur yang paling ramah lingkungan. Namun, karena kompleksitas LCA yang menggabungkan banyak data, input, proses, model, dan asumsi, pengambilan keputusan di bawah LCA dapat menjadi tantangan. Akibatnya, LCA adalah salah satu bidang di mana ada banyak ketidakpastian dalam berbagai cara. Untuk membantu pengambilan keputusan di bawah ketidakpastian, ketidakpastian ini harus dikenali, disebarkan, dan diukur di seluruh tahapan LCA.

Pendekatan siklus kehidupan (*Life Cycle Approach*) telah banyak digunakan di berbagai bidang keilmuan yang dapat ditemukan pada beberapa buku, seperti: teknik sipil (Bennet, 2003; Collins & Blin, 2019), manajemen program (Levin, 2013), kimia (Bollinger, et.al., 1996), ekonomi (Bhaird, 2010; Guidice, La Rosa & Risitano, 2006;

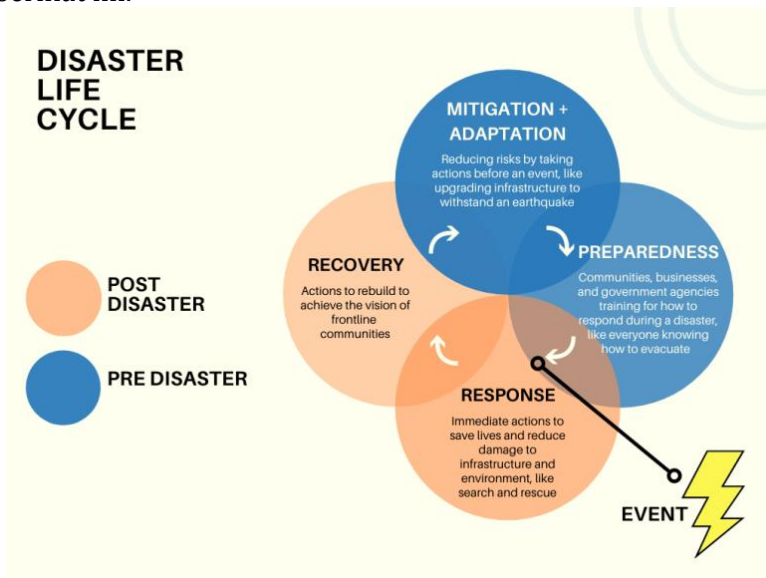
Cays, 2021, Kovacs, Bertok & Haidegger, 2002), Nutirisi pangan (Edelstein, 2015), logistic (Kumar, et.al., 2000), sistem energy terbaru (Gerber, 2014, Desideri & Asdrubali, 2018). Akhir-akhir ini, banyak peneliti dari berbagai disiplin ilmu menerapkan model siklus kehidupan untuk memodelkan permasalahan dan solusi yang ditawarkan, di antaranya: bidang informasi teknologi (Rahman, Ozcelebi & Lukkien, 2018).

B. Pendekatan Model Mitigasi Bencana Banjir Rob

Pemerintah Indonesia menggunakan beberapa pendekatan dalam menerapkan model mitigasi bencana banjir rob di Indonesia, di antaranya adalah:

1. Pendekatan partisipatif: Pemerintah Indonesia melibatkan masyarakat dalam proses perencanaan, implementasi, dan evaluasi program mitigasi bencana banjir rob. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa program-program yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan dan kondisi lokal serta mendapatkan dukungan penuh dari masyarakat.
2. Pendekatan holistik: Pemerintah Indonesia mengadopsi pendekatan yang menyeluruh dan terintegrasi dalam mengelola risiko banjir rob. Hal ini mencakup upaya pencegahan, persiapan, respons, dan pemulihan pascabencana. Pendekatan holistik juga melibatkan berbagai pihak yang terlibat dalam pengelolaan risiko banjir rob, termasuk pemerintah, masyarakat, sektor swasta, dan lembaga internasional.
3. Pendekatan berbasis risiko: Pemerintah Indonesia menggunakan pendekatan berbasis risiko dalam mengidentifikasi ancaman dan kerentanan terhadap banjir rob serta mengembangkan program mitigasi yang sesuai dengan risiko yang dihadapi. Pendekatan ini juga melibatkan analisis kapasitas untuk memastikan bahwa program-program mitigasi dapat diimplementasikan secara efektif.
4. Pendekatan siklus kehidupan: Pemerintah Indonesia mengadopsi pendekatan siklus kehidupan dalam pengembangan program mitigasi bencana banjir rob. Pendekatan ini mencakup identifikasi sumber daya, perencanaan, pengembangan, implementasi, evaluasi, dan pemeliharaan program mitigasi. Pendekatan siklus kehidupan juga memperhatikan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan dalam pengembangan program mitigasi. Apabila dilihat

dari perspektif bencana, maka siklus bencana dapat digambarkan berikut ini.



Gambar 15. Siklus hidup bencana

Sumber:

<https://www.communitypoweredresilience.org/resource/disaster-life-cycle>

Pada praktiknya, Pemerintah Indonesia mengintegrasikan pendekatan-pendekatan tersebut dalam pengembangan program-program mitigasi bencana banjir rob di Indonesia. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa program-program mitigasi dapat diimplementasikan secara efektif dan berkelanjutan serta memberikan manfaat bagi masyarakat yang terkena dampak banjir rob.

C. Tahap-Tahap Mitigasi Bencana Banjir Rob

Model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan terdiri dari lima tahapan yang saling terkait dan berkelanjutan. Berikut adalah gambaran umum dari setiap tahapannya:

1. Identifikasi sumberdaya: identifikasi sumber daya yang diperlukan untuk mengembangkan program mitigasi banjir rob. Sumber daya

yang dapat diidentifikasi meliputi anggaran, tenaga kerja, peralatan, dan bahan material.

2. Perencanaan: perencanaan program mitigasi banjir rob. Pada tahap ini, perlu dilakukan identifikasi risiko banjir rob dan evaluasi kapasitas untuk mengelola risiko tersebut. Selain itu, pada tahap ini juga ditentukan tujuan dan target program mitigasi, serta strategi dan taktik yang akan digunakan.
3. Pengembangan: pengembangan program mitigasi banjir rob. Pada tahap ini, program mitigasi yang telah direncanakan akan diimplementasikan. Proses pengembangan meliputi pemilihan teknologi dan inovasi terkait mitigasi banjir rob yang akan digunakan.
4. Implementasi: implementasi program mitigasi banjir rob. Pada tahap ini, program mitigasi yang telah dikembangkan akan diimplementasikan. Tahap ini mencakup pengadaan dan pemasangan teknologi dan inovasi terkait mitigasi banjir rob.
5. Evaluasi dan pemeliharaan: evaluasi dan pemeliharaan program mitigasi banjir rob. Pada tahap ini, program mitigasi yang telah diimplementasikan akan dievaluasi untuk menilai efektivitas dan efisiensinya. Selain itu, perlu dilakukan pemeliharaan dan perawatan terhadap teknologi dan inovasi terkait mitigasi banjir rob untuk memastikan bahwa program mitigasi dapat terus berjalan dengan baik.

Pengembangan program mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan, setiap tahapan harus dikerjakan secara berkesinambungan dan terintegrasi. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa program mitigasi dapat diimplementasikan secara efektif dan berkelanjutan serta memberikan manfaat bagi masyarakat yang terkena dampak banjir rob.

Pendekatan siklus kehidupan oleh Pemerintah Indonesia sebagaimana di atas, tentu lebih ditekankan kepada mekanisme pelaksanaan program penanggulangan bencana bukan pada tahapan sebagaimana yang ada dalam siklus kehidupan, di mana dalam pembahasan buku ini siklus hidup adalah fitur mendasar dari pembangunan. Organisme biologis individu, ide, produk, teknologi, organisasi, ekonomi politik, dan sistem berkembang lainnya harus melacak beberapa bentuk pertumbuhan siklus hidup dalam kapasitas atau dampaknya (sumbu Y) dari waktu ke waktu atau pengalaman

kumulatif (sumbu X). Kurva siklus hidup disebut "kurva B", karena terlihat seperti huruf b kecil, berbaring telentang."B" juga dapat berarti biologi, karena semua organisme biologis tunduk pada kurva ini. Sebagaimana ditunjukkan gambar 16 berikut.



Gambar 16. Kurva Siklus Hidup

Kurva ini memiliki fase Inisiasi/Kelahiran, Fase Akselerasi/Pertumbuhan, fase Deselerasi/Pematangan, fase Saturasi, fase Penurunan/Penuaan, dan fase Kematian/Daur Ulang di mana sistem mati, punah atau bangkrut, atau diambil alih oleh sistem lain. GP (titik pertumbuhan), IP (titik belok), SP (titik jenuh) dan DP (titik penurunan) adalah titik pada kurva setelah pengamat yang cermat dapat melihat bahwa kondisi pertumbuhan telah berubah. Bila konsep ini diterapkan pada banjir rob, maka fase-fase tersebut bisa dijelaskan sebagai berikut (Potucek, 2019).

1. Fase individu dari siklus hidup ancaman dapat dijelaskan pada banjir rob. Pada fase prenatal, fenomena geomorfologi menciptakan sungai yang atribut bahayanya terdiri dari kemampuan membanjiri tempat tinggal manusia. Kegiatan pencegahan adalah tipikal untuk manajemen krisis pada saat itu
2. Pada fase pertumbuhan, risiko mulai meningkat; yaitu, ancaman kemungkinan akan memengaruhi lingkungannya dari waktu ke waktu. Dalam hal perkembangan situasi krisis, fase elevasi sedang dipromosikan dan manajemen krisis mulai menerapkan proses koreksi pertama.

3. Pada fase kejadian ancaman mulai menunjukkan dampak negatif baik terhadap lingkungan maupun manusia, air mulai tumpah ke bantaran sungai dan ada bahaya banjir. Situasi krisis bergerak dari elevasi ke eskalasi dan manajemen krisis berusaha melakukan intervensi, yaitu mengambil dan menerapkan langkah-langkah aktif sehingga eskalasi risiko dapat dikurangi dan situasi krisis dapat dicegah.
4. Pada fase kejadian lebih lanjut dan efek sekunder, sungai yang tergenang masih berada pada titik kulminasi puncaknya, dan di samping pengaruhnya sendiri, menciptakan situasi untuk mewujudkan ancaman lain, yaitu menunjukkan dampak konsekuensi. Situasi krisis berada pada fase kulminasi dan mulai bergerak ke fase konsolidasi. Manajemen krisis mempertahankan langkah-langkah pengurangan ketika faktor-faktor krisis yang berbahaya dan menghancurkan dibatasi dan mengarahkan situasi ke fase langkah-langkah pemulihan. Situasi krisis berhenti.
5. Fase terakhir adalah fase penghentian ketika ancaman berhenti sepenuhnya karena perubahan lingkungan atau ditekan ke keadaan laten; ketika kondisi menguntungkan lagi, ancaman bergerak kembali ke fase pertumbuhan.

D. Model Holistik Mitigasi Bencana Banjir Rob

Perubahan iklim yang tidak dapat diprediksi menyiratkan perlunya model yang lebih baik untuk mewakili kondisi yang berubah-ubah dan pengamatan yang lebih baik untuk membuat parameter model. Wheeler et al. (2007) sebagaimana dikutip Hall & Penings-Rowsell (dalam Pender & Faulkner, 2011:10) mengungkapkan bahwa, untuk mengatasi proses perubahan jangka panjang ini, diperlukan kerangka pemodelan holistik baru yang mencakup hal-hal berikut:

1. Pemodelan skenario kuantitatif dari faktor pendorong dan tekanan yang berdampak pada risiko banjir, termasuk iklim global dan perubahan sosial ekonomi;
2. Seluruh tangkapan air dan pemodelan garis pantai dari risiko banjir dan erosi di bawah kondisi iklim dan sosial ekonomi yang tidak pasti di masa depan, dan di bawah berbagai pilihan kebijakan dan tanggapan manusia.
3. Penilaian terpadu portofolio opsi respons berdasarkan kriteria ekonomi, sosial dan lingkungan, termasuk ukuran kerentanan, ketahanan, kemampuan beradaptasi, dan reversibilitas;

4. Integrasi pemodelan teknis dan sosial ekonomi melalui pendekatan pemodelan berbasis agen;
5. Kuantifikasi berbagai sumber ketidakpastian dan penyebarannya melalui proses pemodelan/pengambilan keputusan;
6. kapasitas untuk mendukung pendekatan pemangku kepentingan multi-level partisipatif untuk pengambilan keputusan.

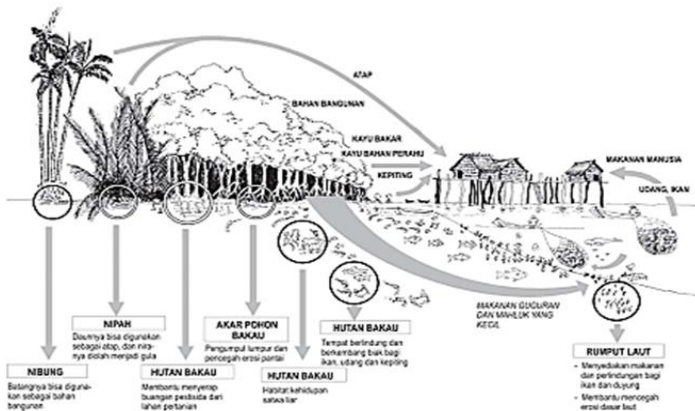
BAB 5

Multiplayer Effect

Tumbuhan Mangrove

A. Definisi Mangrove

Mangrove merupakan tumbuhan pesisir tropis dengan ciri khas tersendiri, ekosistem mangrove mampu terbentuk dan berkembang di daerah pasang surut dengan substrat berlumpur atau berpasir. Tumbuhan mangrove, hewan, dan spesies lain yang berinteraksi satu sama lain dan sekitarnya membentuk ekosistem mangrove (Harahap, dkk., 2022; Romadhona, Mutmainnah, dan Setiawati, 2020). Secara sederhana, menurut Noor, Khazali, dan Suryadiputra, 2006:8-9) mangrove sering berkembang di empat zona: kawasan terbuka, kawasan tengah, kawasan dengan sungai air payau hingga hampir tawar, dan kawasan air tawar di dekat daratan.



Gambar 17. Jaringan makanan dan pemanfaatan Mangrove di Indonesia (Noor, Khazali, dan Suryadiputra, 2006:22).

B. Bentuk-Bentuk Pemanfaatan Mangrove

Selama berabad-abad, masyarakat Indonesia telah memanfaatkan mangrove untuk kayu bakar, arang, pewarna tanin, kayu, konstruksi perahu, dan banyak keperluan lainnya. Pemanfaatan sumber daya mangrove secara tradisional saat ini terus berjalan berdampingan dengan eksploitasi skala besar dan intensif menggunakan investasi dan teknologi bermodal tinggi, seperti produksi arang dan bahan baku pulp untuk pabrik kertas dan papan chip. Dalam beberapa tahun terakhir, upaya untuk mengubah lahan mangrove untuk penggunaan lain, seperti tambak ikan atau udang atau pemukiman industri dan manusia, telah meningkat dalam jumlah dan ukuran (Soegiarto, dalam Vanucci, 2004:31), sebagaimana diuraikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Produk yang dihasilkan Mangrove

Kategori	Tipe Pemanfaatan	Contoh jenis yang dimanfaatkan
Bahan bakar	<ul style="list-style-type: none"> - Kayu bakar - Arang kayu - Alcohol 	Sebagian besar jenis pohon <i>Nypa pruticans</i> .
Bahan bangunan	<ul style="list-style-type: none"> - Kayu, kayu tiang - Konstruksi berat (jembatan) - Bantalan rel kereta api - Pertambangan - Pembuatan perahu - Alas dek - Tiang bangunan - Lantai - Atap - Alas lantai - Pagar, pipa - Papan - Lem 	<p><i>Bruguiera, Rhizophora</i> spp. <i>Bruguiera, Rhizophora</i> spp.</p> <p><i>Rhizophora, Ceriops</i> spp. <i>Bruguiera, Rhizophora</i> spp. <i>Livistona saribus, Lumnitzera</i>. <i>Spp</i> <i>Rhizophora, Bruguiera</i> spp. <i>Oncosperma tigillaria</i> <i>Nypa fruticans, Acrostichum speciosum</i></p> <p><i>Cyperus malaccensis,</i> <i>Eleocharis dulcis</i></p> <p><i>Scolopia macrophylla</i></p>

Kategori	Tipe Pemanfaatan	Contoh jenis yang dimanfaatkan
		terutama <i>Rhizophoraceae</i> <i>Cycas rumphii</i>
Perikanan	<ul style="list-style-type: none"> - Tiang pancing - Pelampung - Racun ikan - Perekat jala - Tali - Jangkar - Penahan perahu 	<i>Ceriops</i> spp <i>Dolichandrone spathacea</i> , <i>S. alba</i> <i>Derris trifoliata</i> , <i>Cerbera floribunda</i> <i>Rhizophoraceae</i> <i>Stenochlaena palustris</i> , <i>H. tiliaceus</i> <i>Pemphis acidula</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> <i>Atuna racemosa</i> , <i>Osbornia octodonta</i>
Tekstil, kulit	<ul style="list-style-type: none"> - Fiber, sintetis (misalnya Rayon) - Pewarna kain - Pengawetan kulit - Pembuatan kain 	terutama <i>Rhizophoraceae</i> <i>E. indica</i> , <i>Peltophorum pterocarpum</i> terutama <i>Rhizophora</i> , <i>Lumnitzera</i> spp <i>Eleocharis dulcis</i>
Pertanian	Pupuk	<i>Paspalum vaginatum</i> , <i>Colocasia esculenta</i>
Produk kertas	Berbagai jenis kerta	<i>Avicennia marina</i> , <i>Camptostemon schultzei</i>
Keperluan rumah tangga	<ul style="list-style-type: none"> - Mebel - Hiasan - Lem - Minyak rambut - Parfum - Peralatan 	banyak jenis tumbuhan berkayu <i>X. granatum</i> , <i>Scaevola taccada</i> , <i>Nypa fruticans</i> <i>Cycas rumphii</i> <i>Xylocarpus mekongensis</i> <i>Phymatodes scolopendria</i> <i>Dolichandrone spathacea</i> , <i>X. granatum</i> <i>Typha angustifolia</i>

Kategori	Tipe Pemanfaatan	Contoh jenis yang dimanfaatkan
	<ul style="list-style-type: none"> - Isi bantal - Keranjang - Mainan - Racun - Tanaman hias - Lilin - Obat-obatan - Anti nyamuk <p>Kancing</p>	<p><i>Cyperus malaccensis</i>, <i>Scirpus grossus</i> <i>Dolichandrone spathacea</i> (topeng), <i>Excoecaria indica</i> (bijinya) <i>Cerbera manghas</i> (insektisida)</p> <p><i>Cryptocoryne ciliata</i>, <i>Crinum asiaticum</i> <i>Tristellateia australasiae</i> <i>Horsfieldia irya</i> <i>Drymoglossum piloselloides</i>, <i>Drynaria rigidula</i> <i>Osbornia octodonta</i>, <i>Quassia indica</i> <i>Nypa fruticans</i></p>
Makanan, minuman dan obat	<ul style="list-style-type: none"> - Gula - Alkohol - Minyak goreng - Minuman fermentasi - Daging manis (dari propagula) - Sayuran (propagula, buah atau daun) - Kertas rokok - Pengganti tembakau 	<p><i>Nypa fruticans</i> <i>Nypa fruticans</i> biji <i>Terminalia catappa</i> <i>Rhizophora stylosa</i> <i>Bruguiera cylindrica</i>, <i>B. gymnorrhiza</i> daun <i>Stenochlaena palustris</i> <i>Avicennia</i>, buah <i>Inocarpus fagifer</i> epidermis daun <i>Nypa</i> <i>Loxogramma involute</i></p>
PRODUK HEWANI		
Lain-lain	<p>Ikan</p> <p>Krustasea</p> <p>Kerang</p>	<p><i>Lates calcarifer</i>, <i>Chanos chanos</i> <i>Penaeus</i> spp., <i>Scylla serrate</i> kerang-kerangan <i>Apis dorsata</i></p>

Kategori	Tipe Pemanfaatan	Contoh jenis yang dimanfaatkan
	Madu dan lilin Burung Mammalia Reptilia dan lainnya	terutama burung air terutama <i>Sus scrofa</i> <i>Varanus salvator</i> , <i>Crocodylus porosus</i> <i>Rana spp.</i>

Melihat begitu banyak manfaat (*multiplayer effect*) hutan Mangrove, pengelolaan sumber daya mangrove yang berkelanjutan sangat penting dan membutuhkan implementasi yang substansial pada ekosistem mangrove itu sendiri, serta habitat pesisir yang berdekatan, terutama padang lamun dan terumbu karang, serta sistem pesisir secara keseluruhan. Hal ini akan berdampak buruk bagi semua ekosistem pesisir apabila pengelolaan mangrove tidak dilakukan secara serius. Karena bagaimanapun fakta menunjukkan bahwa mangrove memainkan peran penting dalam dinamisme fisik, kimia, dan biologi yang intens di wilayah pesisir, menjadikannya bagian penting dari sabuk pantai tropis (Aksornkoae, dalam Vanucci, 2004:149).

C. Teknik Penanaman Mangrove di Pekalongan

Penanaman mangrove di area pesisir pantai yang tergenang seperti kelurahan Bandengan, Panjang dan Degayu dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa teknik, di antaranya:

1. Teknik penanaman langsung. Teknik ini dilakukan dengan menanam bibit mangrove secara langsung pada area pesisir pantai yang tergenang. Bibit yang ditanam harus berasal dari jenis mangrove yang sesuai dengan kondisi lingkungan di area tersebut. Selain itu, bibit juga harus ditanam pada saat pasang surut air laut agar tidak terendam air laut.
2. Teknik penanaman terapung. Teknik ini dilakukan dengan menanam bibit mangrove pada rak atau jaring yang diapungkan di atas permukaan air laut. Teknik ini biasanya digunakan pada daerah yang tergenang air laut yang sangat tinggi, sehingga sulit untuk menanam bibit langsung di dalam tanah.

3. Teknik penanaman dalam pot. Teknik ini dilakukan dengan menanam bibit mangrove dalam pot yang diisi dengan media tanam seperti pasir atau tanah. Pot tersebut kemudian ditempatkan di dalam air laut pada area pesisir pantai yang tergenang. Teknik ini biasanya digunakan pada daerah yang memiliki pasang surut air laut yang tinggi atau adanya gelombang laut yang cukup kuat.
4. Teknik penanaman dengan sistem hidroponik. Teknik ini dilakukan dengan menanam bibit mangrove pada media tanam yang diletakkan di dalam kolam atau bak dengan sistem pengairan yang terkontrol. Teknik ini biasanya digunakan pada daerah yang memiliki kondisi lingkungan yang sulit untuk menanam bibit langsung di dalam tanah atau di atas permukaan air laut.

Selain teknik-teknik di atas, hal yang perlu diperhatikan dalam penanaman mangrove di area pesisir pantai yang tergenang adalah pemilihan bibit yang berkualitas, pengaturan jarak tanam yang tepat, pemeliharaan yang baik, dan pemilihan jenis mangrove yang sesuai dengan kondisi lingkungan di area tersebut. Teknik yang paling tepat digunakan di daerah tersebut adalah dengan teknik penanaman dengan sistem hidroponik dan guludan.

Teknik hidroponik dilakukan dengan menanam bibit mangrove dalam pot yang diisi dengan media tanam hidroponik seperti serat sabut kelapa atau rockwool. Pot tersebut kemudian ditempatkan di dalam kolam atau bak dengan sistem pengairan yang terkontrol. Teknik ini sangat cocok untuk daerah yang sering tergenang banjir rob karena bibit mangrove dapat ditanam di dalam pot dan diangkat saat banjir rob tiba, sehingga bibit tidak terendam banjir dan tetap tumbuh dengan baik.

Selain itu, teknik penanaman di dalam pot dengan media hidroponik juga dapat meningkatkan kualitas bibit mangrove karena media tanam yang digunakan lebih terkontrol dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi bibit mangrove. Teknik ini juga dapat menghemat lahan karena bibit mangrove ditanam di dalam pot, sehingga dapat ditempatkan di dalam ruangan atau tempat yang sempit. Namun, perlu diperhatikan bahwa teknik penanaman di dalam pot dengan media hidroponik memerlukan pengelolaan yang lebih intensif, seperti pengaturan sistem pengairan yang baik, pemberian nutrisi yang tepat, dan pengendalian hama dan penyakit.

Berikut adalah langkah-langkah budidaya Mangrove dengan teknik hidroponik:

1. Persiapan bibit Pilih bibit. Mangrove yang sehat dan berkualitas. Bibit Mangrove yang digunakan untuk teknik hidroponik biasanya berukuran sekitar 10-15 cm dengan akar yang sehat dan tidak rusak.
2. Persiapan media tanam. Media tanam yang biasa digunakan untuk teknik hidroponik adalah rockwool atau serat sabut kelapa. Potong media tanam tersebut menjadi ukuran yang sesuai dengan pot atau wadah yang akan digunakan.
3. Persiapan wadah. Pilih wadah atau pot yang sesuai dengan ukuran bibit dan media tanam. Wadah atau pot tersebut harus memiliki lubang di bagian bawah untuk memudahkan pengairan.
4. Penanaman bibit. Letakkan media tanam pada wadah atau pot, kemudian masukkan bibit Mangrove ke dalam media tanam dengan hati-hati. Pastikan akar bibit menempel dengan baik pada media tanam.
5. Pengaturan sistem hidroponik. Teknik hidroponik memerlukan sistem pengairan yang terkontrol. Buatlah sistem pengairan dengan menggunakan pompa air atau sistem irigasi tetes untuk menyuplai nutrisi dan air ke bibit Mangrove.
6. Pemberian nutrisi. Berikan nutrisi hidroponik yang sesuai dengan kebutuhan bibit Mangrove. Nutrisi hidroponik biasanya berupa pupuk cair yang disediakan dalam konsentrasi tertentu.
7. Pemeliharaan. Lakukan pemeliharaan secara rutin dengan memeriksa keadaan bibit Mangrove, memperbaiki sistem pengairan jika diperlukan, dan memberikan nutrisi secara teratur.
8. Pemanenan. Pemanenan dilakukan saat bibit Mangrove telah tumbuh besar dan kuat. Pilih cabang Mangrove yang cukup tua dan lebat untuk dipanen, dan pastikan agar bibit tetap hidup dengan baik.

Teknik ini sangat cocok untuk daerah yang tergenang air atau memiliki kondisi tanah yang kurang ideal untuk pertumbuhan Mangrove. Teknik hidroponik dapat memberikan kontrol yang lebih baik atas kualitas media tanam dan nutrisi yang dibutuhkan oleh bibit Mangrove, sehingga pertumbuhannya dapat optimal.

Adapun kelebihan dan kelemahan budidaya Mangrove dengan teknik hidroponik adalah sebagai berikut.

1. Kelebihan

Ada beberapa kelebihan dari budidaya Mangrove dengan teknik hidroponik, di antaranya:

- a. Lebih efisien dalam penggunaan lahan. Teknik hidroponik memungkinkan bibit Mangrove ditanam secara vertikal atau dalam ruangan dengan menggunakan pot atau wadah kecil. Hal ini memungkinkan untuk menghemat lahan dan memaksimalkan penggunaan ruang yang tersedia.
- b. Pengendalian nutrisi yang lebih baik. Dalam teknik hidroponik, nutrisi yang dibutuhkan oleh bibit Mangrove dapat diberikan secara terkontrol dan tepat. Hal ini memastikan bahwa bibit Mangrove mendapatkan nutrisi yang cukup dan sesuai dengan kebutuhan pertumbuhannya.
- c. Pengendalian kebersihan dan penyakit yang lebih baik. Media tanam yang digunakan dalam teknik hidroponik biasanya bersih dan steril. Hal ini dapat membantu mengurangi risiko infeksi oleh penyakit tanaman atau hama, sehingga pertumbuhan bibit Mangrove dapat lebih optimal.
- d. Lebih ramah lingkungan. Teknik hidroponik dapat mengurangi penggunaan pestisida dan pupuk kimia, sehingga lebih ramah lingkungan dan berpotensi mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.
- e. Lebih efisien dalam penggunaan air. Teknik hidroponik memungkinkan penggunaan air yang lebih efisien karena air yang digunakan dalam sistem hidroponik dapat didaur ulang dan tidak terbuang sia-sia.

Dengan kelebihan-kelebihan tersebut, teknik hidroponik menjadi pilihan yang baik untuk budidaya Mangrove, terutama di daerah yang memiliki keterbatasan lahan atau masalah lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan Mangrove.

2. Kelemahan

Meskipun memiliki beberapa kelebihan, ada juga beberapa kelemahan dari budidaya Mangrove dengan teknik hidroponik, di antaranya:

- a. Biaya produksi yang relatif tinggi. Teknik hidroponik memerlukan investasi awal yang relatif tinggi, karena memerlukan perlengkapan dan alat khusus seperti pompa air, sistem irigasi tetes, dan nutrisi hidroponik. Oleh karena itu, biaya produksi untuk budidaya Mangrove dengan teknik

hidroponik cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan teknik budidaya lainnya.

- b. Perawatan yang lebih intensif. Teknik hidroponik memerlukan perawatan yang lebih intensif dibandingkan dengan teknik budidaya lainnya. Pengaturan sistem hidroponik, pemberian nutrisi, dan pemantauan kesehatan bibit Mangrove harus dilakukan secara teratur dan teliti agar pertumbuhan bibit dapat optimal.
- c. Ketergantungan pada teknologi. Teknik hidroponik memerlukan teknologi dan peralatan khusus, sehingga terdapat risiko ketergantungan pada teknologi yang digunakan. Jika terjadi kerusakan atau masalah pada sistem hidroponik, maka pertumbuhan bibit Mangrove dapat terganggu dan mengalami kerugian.
- d. Keterbatasan dalam jenis Mangrove yang dapat ditanam. Teknik hidroponik tidak semua jenis Mangrove dapat ditanam dengan baik menggunakan teknik ini, sehingga keterbatasan dalam jenis Mangrove yang dapat ditanam harus dipertimbangkan dengan baik sebelum memilih teknik hidroponik sebagai teknik budidaya yang digunakan.
- e. Risiko kegagalan panen. Kegagalan panen dapat terjadi akibat kesalahan dalam pengaturan sistem hidroponik, pemberian nutrisi yang tidak sesuai, atau masalah teknis lainnya. Hal ini dapat mengakibatkan kerugian bagi petani yang telah berinvestasi dalam teknik budidaya hidroponik.

Dengan demikian, sebelum memilih teknik hidroponik sebagai teknik budidaya Mangrove, perlu dipertimbangkan baik-baik kelebihan dan kelemahan teknik ini agar bisa mendapatkan hasil panen yang optimal.

Kedua, Teknik guludan adalah salah satu cara budidaya mangrove yang cukup populer. Berikut adalah langkah-langkah budidaya mangrove dengan teknik guludan:

1. Persiapan lahan Persiapan lahan dilakukan dengan membersihkan lahan dari tumbuhan atau benda-benda lain yang mengganggu. Kemudian, buatlah guludan atau teras pada lahan yang akan ditanami mangrove. Guludan dibuat dengan cara membentuk gundukan tanah yang berbentuk seperti tangga. Guludan biasanya

dibuat dengan tinggi 50 cm - 80 cm, lebar 50 cm - 100 cm, dan panjang sesuai dengan ukuran lahan.

2. Penanaman mangrove Setelah guludan selesai dibuat, tanamkan bibit mangrove pada setiap guludan dengan jarak tanam yang cukup antara satu dengan yang lainnya. Jarak tanam yang disarankan antara 50 cm - 80 cm. Pilihlah bibit mangrove yang sehat dan kuat agar dapat tumbuh dengan baik
3. Pemeliharaan Setelah penanaman, lakukan pemeliharaan secara rutin. Pemeliharaan meliputi penyiraman, pemupukan, dan penyiangan guludan dari gulma yang tumbuh. Pemeliharaan dapat dilakukan setiap 2 minggu sekali untuk memastikan bibit mangrove tumbuh dengan baik.
4. Pemangkasan Setelah bibit mangrove tumbuh cukup besar, lakukan pemangkasan pada bagian atas mangrove untuk memperkuat batang dan menghasilkan cabang-cabang baru yang lebih banyak. Pemangkasan dapat dilakukan setelah bibit mangrove berumur sekitar 6 bulan.
5. Pemanenan Pemanenan dilakukan setelah bibit mangrove tumbuh besar dan kuat. Mangrove dapat dipanen untuk diambil kayunya, daunnya, atau buahnya. Pemanenan harus dilakukan secara selektif agar mangrove tetap dapat tumbuh dengan baik.
6. Pengendalian hama dan penyakit. Pengendalian hama dan penyakit dapat dilakukan dengan cara membuang bagian mangrove yang terinfeksi dan menghindari penggunaan pestisida yang berlebihan. Perhatikan juga kebersihan lahan agar tidak menjadi sarang hama dan penyakit

Teknik ini sangat cocok untuk lahan yang memiliki kontur tanah yang terjal dan tidak rata. Dengan teknik guludan, budidaya mangrove dapat dilakukan dengan mudah dan efisien.

Adapun kelemahan dan kelebihan budidaya Mangrove dengan teknik guludan adalah.

1. Kelebihan Teknik Guludan

Budidaya Mangrove dengan teknik Guludan memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

- a. Meningkatkan Produksi: Teknik budidaya Mangrove dengan menggunakan sistem Guludan dapat meningkatkan produksi hingga 2-3 kali lipat dibandingkan dengan teknik budidaya Mangrove konvensional.

- b. Pemanfaatan Lahan yang Tepat: Teknik Guludan memungkinkan pemanfaatan lahan yang tidak subur, seperti lahan bekas tambak, rawa, atau pantai berpasir.
- c. Meningkatkan Kesehatan Mangrove: Teknik Guludan mampu memperbaiki kualitas tanah dengan menambahkan kompos dan pupuk organik, sehingga dapat meningkatkan kesehatan Mangrove dan mempercepat pertumbuhannya.
- d. Meningkatkan Keseimbangan Ekosistem: Mangrove yang ditanam dengan teknik Guludan dapat berfungsi sebagai habitat alami bagi berbagai jenis fauna, seperti ikan, udang, dan burung.
- e. Meminimalkan Kerusakan Ekosistem: Dengan menggunakan teknik budidaya Mangrove dengan sistem Guludan, maka dapat meminimalkan kerusakan ekosistem, karena pemanenan kayu dan penebangan Mangrove secara liar dapat dihindari.

2. Kelemahan

Meskipun budidaya Mangrove dengan teknik Guludan memiliki kelebihan, namun teknik ini juga memiliki beberapa kelemahan, antara lain:

- a. Biaya Produksi: Teknik Guludan memerlukan biaya produksi yang cukup tinggi, terutama dalam pengadaan bahan baku seperti bambu, kayu, dan jaring penyangga.
- b. Memerlukan Tenaga Kerja yang Banyak: Proses pembuatan guludan dan penanaman Mangrove memerlukan tenaga kerja yang banyak, sehingga memerlukan biaya tambahan untuk memperkerjakan tenaga kerja.
- c. Memerlukan Perawatan yang Intensif: Pembuatan guludan dan penanaman Mangrove dengan teknik Guludan memerlukan perawatan yang intensif, terutama dalam pengaturan tinggi dan bentuk guludan serta pemeliharaan Mangrove agar tidak mati.
- d. Rentan Terhadap Gangguan Alam: Teknik budidaya Mangrove dengan teknik Guludan sangat rentan terhadap bencana alam seperti angin kencang, banjir, dan gelombang pasang yang dapat merusak guludan dan Mangrove.
- e. Perlu Waktu yang Lama untuk Mencapai Produksi yang Optimal: Memerlukan waktu yang cukup lama untuk mencapai produksi yang optimal karena proses pertumbuhan Mangrove yang lambat, serta perawatan dan pemeliharaan yang intensif yang harus dilakukan selama beberapa tahun.

Mengingat kelemahan teknik guludan yang selama ini dipraktikkan oleh masyarakat maupun pemerintah, perlu dilakukan kombinasi dengan teknik lain yang lebih modern seperti teknik gelembung udara atau *aeration system*. Teknik ini dapat digunakan karena wilayah Pesisir Kota Pekalongan sering tergenang air, sehingga sulit untuk menggunakan teknik budidaya Mangrove konvensional. Teknik budidaya Mangrove dengan sistem Gelembung Udara mengharuskan penggunaan tabung atau pipa udara yang terpasang di sepanjang guludan. Pipa udara tersebut nantinya akan menghasilkan gelembung udara ke dalam air, sehingga dapat meningkatkan kadar oksigen di dalam air dan mempercepat pertumbuhan Mangrove.

Kelebihan teknik ini adalah dapat meningkatkan produksi Mangrove dan memperbaiki kualitas air di sekitar tanaman Mangrove. Selain itu, teknik gelembung udara juga memungkinkan penggunaan lahan yang tergenang air dan mengurangi risiko kerusakan akibat banjir atau genangan air yang terlalu lama. Namun, teknik ini memerlukan biaya produksi yang cukup tinggi, terutama dalam pengadaan tabung atau pipa udara dan pompa air. Selain itu, perawatan teknik gelembung udara juga harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak sistem dan memperoleh hasil yang optimal.

Berikut adalah langkah-langkah budidaya Mangrove dengan teknik *aeration system*:

1. Persiapan Lahan: Pilihlah lahan yang sesuai dengan persyaratan tumbuh Mangrove, yaitu lahan yang tergenang air dengan kadar garam yang sesuai. Kemudian, bersihkan lahan dari tanaman atau material lainnya yang mengganggu.
2. Pembuatan Guludan: Buatlah guludan dengan jarak yang sesuai antar guludan, dan pasanglah tabung atau pipa udara di sepanjang guludan.
3. Persiapan Bibit Mangrove: Siapkan bibit Mangrove yang berkualitas dari sumber yang terpercaya, dan pastikan bibit Mangrove yang akan ditanam dalam keadaan sehat dan bebas dari penyakit atau hama.
4. Penanaman Bibit Mangrove: Tanam bibit Mangrove pada guludan yang telah disiapkan dengan jarak yang sesuai. Pastikan bibit Mangrove ditanam dengan benar dan cukup dalam agar dapat tumbuh dengan baik.
5. Pemasangan Sistem Aerasi: Pasanglah pompa dan pipa udara pada sistem Aerasi yang telah disiapkan, dan pastikan pipa udara

menjangkau ke setiap guludan untuk memberikan oksigen yang cukup pada Mangrove

6. Pemeliharaan: Lakukan pemeliharaan secara rutin, yaitu dengan menjaga kebersihan area budidaya, melakukan pemangkasan pada tanaman yang sudah tua atau tidak sehat, dan memonitor kadar garam dan kualitas air di sekitar area budidaya
7. Panen: Panen Mangrove secara bertahap sesuai dengan umur panen yang telah ditentukan, dan pastikan tidak merusak atau merusak guludan yang masih digunakan untuk budidaya Mangrove selanjutnya.

Dengan teknik *aeration system*, diharapkan produksi Mangrove dapat meningkat dan membantu memperbaiki kualitas air di sekitar area budidaya. Namun, perlu diperhatikan juga biaya produksi yang cukup tinggi dalam pengadaan peralatan aerasi, dan memerlukan pemeliharaan yang intensif untuk memperoleh hasil yang optimal.

Pengintegrasian budidaya Mangrove ke dalam model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus hidup dapat dilakukan melalui beberapa tahap berikut.

1. Tahap persiapan. Pada tahap ini, dilakukan identifikasi lokasi yang potensial untuk ditanami Mangrove. Selain itu, juga dilakukan analisis kondisi lingkungan dan sosial masyarakat di sekitar lokasi yang akan ditanami Mangrove. Hal ini penting untuk menentukan jenis Mangrove yang cocok untuk tumbuh di lokasi tersebut dan untuk memperoleh dukungan dari masyarakat setempat.
2. Tahap pembibitan. Pada tahap ini, dilakukan pembibitan Mangrove dengan memanfaatkan biji-biji Mangrove yang telah dikumpulkan dari lokasi-lokasi yang sudah ada. Biji-biji Mangrove ini kemudian ditanamkan di tempat yang telah dipersiapkan dengan menggunakan metode germinasi.
3. Tahap penanaman. Pada tahap ini, bibit Mangrove yang sudah tumbuh sekitar 20 cm dipindahkan ke lahan yang telah disiapkan dengan jarak tanam yang cukup. Proses penanaman ini dilakukan dengan hati-hati agar bibit tidak rusak.
4. Tahap pemeliharaan. Pada tahap ini, dilakukan pemeliharaan terhadap Mangrove yang sudah ditanam. Pemeliharaan ini meliputi pemupukan, penyiraman, dan pengendalian hama dan penyakit. Selain itu, juga dilakukan pemantauan terhadap pertumbuhan dan kesehatan Mangrove.

5. Tahap pemanfaatan. Pada tahap ini, dilakukan pemanfaatan Mangrove yang telah tumbuh dengan cara yang berkelanjutan. Mangrove dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya alam, seperti kayu bakar, kayu bangunan, dan hasil perikanan. Selain itu, Mangrove juga dapat dimanfaatkan sebagai objek wisata alam yang ramah lingkungan.

Integrasi budidaya Mangrove ke dalam model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*life cycle approach*) dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat setempat dan lingkungan sekitar. Dengan demikian, program ini dapat berkelanjutan dan memberikan dampak yang positif bagi keberlangsungan hidup manusia dan lingkungan.

Beberapa kendala yang mungkin dihadapi oleh Pemerintah Kota Pekalongan dalam mengintegrasikan budidaya Mangrove ke dalam model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus hidup antara lain:

1. Kurangnya dukungan dan partisipasi masyarakat. Pengembangan budidaya Mangrove membutuhkan dukungan dan partisipasi masyarakat yang tinggi untuk menjaga keberlangsungan program ini. Namun, terkadang masyarakat kurang memahami pentingnya peran Mangrove dalam mitigasi banjir rob dan lingkungan hidup secara umum. Oleh karena itu, sosialisasi yang efektif dan kampanye kesadaran lingkungan dapat membantu mengatasi kendala ini.
2. Keterbatasan sumber daya manusia dan teknis. Implementasi program budidaya Mangrove membutuhkan sumber daya manusia dan teknis yang memadai, seperti ahli biologi, ahli teknik perikanan, dan tenaga kerja terampil. Pemerintah Kota Pekalongan mungkin mengalami kesulitan dalam memperoleh sumber daya manusia dan teknis yang memadai untuk mengelola program ini.
3. Keterbatasan anggaran. Pengembangan budidaya Mangrove membutuhkan biaya yang cukup besar, seperti untuk pembelian bibit Mangrove, alat-alat penanaman, dan biaya pemeliharaan. Pemerintah Kota Pekalongan mungkin mengalami kendala dalam memperoleh anggaran yang cukup untuk membiayai program ini.
4. Perubahan iklim. Perubahan iklim dapat berdampak pada pertumbuhan dan keberlangsungan Mangrove. Jika iklim menjadi semakin ekstrem, seperti terjadi banjir yang lebih sering atau

kekeringan yang lebih panjang, maka program budidaya Mangrove dapat mengalami kendala dan bahkan gagal.

Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut, Pemerintah Kota Pekalongan dapat bekerja sama dengan berbagai pihak, seperti organisasi masyarakat, perguruan tinggi, dan perusahaan swasta, untuk memperoleh dukungan dan sumber daya yang dibutuhkan. Selain itu, pemerintah juga dapat mengoptimalkan penggunaan anggaran dengan memprioritaskan program budidaya Mangrove yang sudah teruji dan berhasil. Pemerintah juga harus mengantisipasi perubahan iklim dengan mengembangkan rencana adaptasi yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat.

BAB 6

Banjir ROB di Kota Pekalongan

A. Problematika Kota Pekalongan Dari Berbagai Apek

Prinsip mendasar dari model mitigasi banjir dalam buku ini adalah untuk memeriksa susunan yang tepat dari kerentanan sosial saat berinteraksi dengan risiko. Model ini menitikberatkan pada 4 (empat) potensi masalah dalam mitigasi banjir rob yang terjadi di Kota Pekalongan, yaitu: 1) penyebab mendasar, 2) tekanan dinamis, dan 3) situasi berbahaya dan 4) konservasi mangrove. Saat krisis melanda, semua orang memperhatikan kondisi berbahaya yang membuat individu terpapar risiko, seperti paparan ke area berisiko, infrastruktur yang tidak memadai, dan kurangnya persiapan. Situasi tidak aman yang disebabkan oleh tekanan dinamis yang dihasilkan oleh akar penyebab yang jauh di latar belakang (sebelum bencana terjadi). Tekanan dinamis selanjutnya diinvestigasi, diikuti oleh situasi berbahaya terdekat, dan akhirnya penyebab mendasar.

Berikut ini adalah situasi berisiko yang terjadi di wilayah pesisir kota Pekalongan atau di lokasi penelitian (kelurahan Bandengan, Kandang Panjang dan Degayu) yang menjadi penyebab mendasar:

1. Populasi yang terpapar di area berisiko, area berbahaya, area padat penduduk, dan area tidak terlindungi.
2. Infrastruktur fisik yang buruk terhadap bahaya ekstrim seperti, tanggul, dinding laut, kelangkaan air bersih, check dam, perlindungan lereng dan bangunan perumahan yang kurang adaptif.
3. Kurangnya fasilitas infiltrasi dan penyimpanan serta pengendalian pembangunan perkotaan.
4. Rumah dan bangunan yang lemah (kurang adaptif dengan lingkungan) dan kurangnya penegakan peraturan bangunan

(belum ada PERDA atau Peraturan Wali Kota mengenai struktur dan bahan bangunan yang sesuai dengan daerah pesisir).

5. Sistem peringatan dini dan evakuasi yang buruk.
6. Sistem pengamatan yang buruk atau kurangnya ketersediaan peta bahaya dan penggunaannya oleh masyarakat.
7. Kurangnya kesiapsiagaan masyarakat, pendidikan, pelatihan, literasi bencana, dan lain-lain.
8. Sistem tanggap darurat dan penyelamatan yang lemah, program bantuan pemulihan yang buruk

Kedua, potensi masalah pada tekanan dinamis mencakup proses dan aktifitas sebagai berikut.

1. Peningkatan populasi, urbanisasi yang cepat, konsentrasi perkotaan, depopulasi dan penuaan dan proses demografi lainnya.
2. Kontrol migrasi/pemukiman yang buruk ke area berisiko.
3. Industrialisasi (pabrik batik atau home industri), penggundulan hutan mangrove atau ekosistem tumbuhan pesisir, pemompaan air tanah, pembuangan limbah batik langsung ke sungai dan pembangunan lain yang tidak diatur secara khusus.
4. Kurangnya pengaturan kelembagaan untuk koordinasi antar sektor, disiplin ilmu, pemerintah dan masyarakat dari berbagai tingkatan untuk manajemen bencana.
5. Kurangnya hukum dan/atau peraturan (PERDA dan/atau PERWAL) dan kurangnya penegakan hukum.
6. Investasi yang buruk pada infrastruktur pencegahan dan mitigasi bencana, ilmu pengetahuan dan teknologi, pendidikan, observasi dan peramalan (prediksi).
7. Kurangnya pengelolaan sumber daya lahan dan air yang terintegrasi.

Industri batik (pabrik atau *home industry*) dan pembangunan gedung-gedung bertingkat (hotel, perguruan tinggi dan lainnya), sama sekali bukan hal yang buruk untuk dilakukan atau dipertahankan, tetapi penting untuk menjaga keseimbangan dengan hati-hati dalam hal risiko bencana. Ketidakseimbangan tersebut seringkali disebabkan oleh sebab-sebab yang lebih mendasar, yaitu faktor-faktor mendasar yang cenderung membentuk proses dan tindakan ketidakseimbangan tersebut yang kendala komunitas masyarakat atau pemerintah untuk mengambil langkah-langkah pengurangan

risiko bencana yang efektif, seperti banyaknya masyarakat yang lebih memilih untuk tetap tinggal di rumah mereka meskipun sudah tergenang air. Mereka (masyarakat) enggan untuk diungsikan ke rumah susun yang telah disediakan pemerintah.

Ketiga, potensi masalah pada kondisi ekonomi, politik & sosial budaya, seperti:

1. Ketidaksetaraan dalam peluang ekonomi (kemiskinan, pemisahan antara kaya dan miskin, nelayan dan pebatik, hubungan antara risiko bencana dan kemiskinan, penggunaan bantuan yang tidak efisien).
2. Kurangnya kemauan politik (ketidakseimbangan dalam penetapan prioritas antara peluang ekonomi dan pengurangan risiko bencana).
3. Kurangnya kapasitas masyarakat lokal (rendahnya disiplin perilaku, kesadaran lingkungan rendah, kurangnya kepemimpinan, tidak melek bencana).

Sekaitan dengan upaya konservasi mangrove di Kota Pekalongan (di lokasi penelitian), potensi masalah yang ditemukan berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa program kebijakan konservasi Mangrove di kawasan Pekalongan Mangrove Park belum tercapai sepenuhnya. Rata-rata tingkat ketangguhan masyarakat di tiga Kelurahan termasuk ke dalam kategori “cukup”, sebagaimana ditampilkan pada tabel 2 berikut.

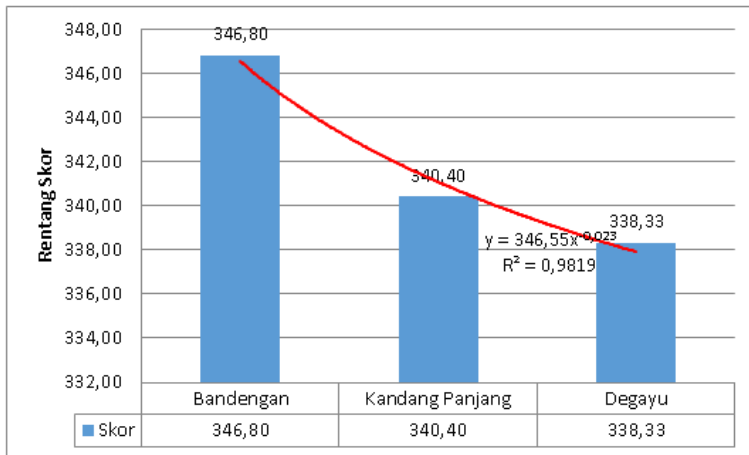
Tabel 4. Rekapitulasi hasil analisis ketangguhan masyarakat tentang program desa tangguh bencana (Destana) di Kecamatan Pekalongan Utara

Kelurahan	Skor	Kategori	Max	Min	Mi	SDi
Bandengan	346,80	Cukup	600	120	360	80
Kandang Panjang	340,40	Cukup				
Degayu	338,33	Cukup				
Rata-rata	341,84	Cukup				

Keterangan: Max = Skor maksimal ideal, Min = Skor minimal ideal, Mi = rata-rata ideal, SDi = Simpangan baku ideal.

Mengacu pada tabel 2 tersebut di atas, Kelurahan Bandengan memiliki skor tertinggi (tingkat ketangguhan) sebesar 346,80 bila dibandingkan dengan 2 kelurahan lainnya, yaitu Kandang Panjang

sebesar 340,40 dan Degayu sebesar 338,33 sebagaimana juga ditampilkan pada gambar 22 berikut ini.



Gambar 18. Grafik tingkat ketangguhan masyarakat berdasarkan penilaian program desa tangguh bencana (Destana) di Kecamatan Pekalongan Utara

Pengukuran tingkat ketangguhan masyarakat ini menggunakan instrumen Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 8357: 2017 tentang Desa dan Kelurahan Tangguh Bencana (instrumen terlampir) yang terdiri dari lima komponen utama yaitu: 1) kualitas dan akses layanan dasar, 2) dasar sistem penanggulangan bencana, 3) pengelolaan risiko bencana, 4) kesiapsiagaan darurat, dan 5) kesiapsiagaan pemulihan.

B. Komponen Kualitas dan Akses Layanan Dasar

Komponen kualitas dan akses layanan dasar terdiri dari 9 indikator yaitu: 1) Tersedianya fasilitas pendidikan formal maupun non formal dengan kualitas yang baik dan mudah dicapai oleh masyarakat, 2) Tersedianya fasilitas pelayanan kesehatan dengan kualitas yang baik dan mudah dicapai oleh masyarakat, 3) Tersedianya sarana prasarana transportasi yang mudah dijangkau masyarakat, 4) Tersedianya pelayanan publik yang baik, 5) Tersedianya sistem informasi yang dapat menjangkau seluruh masyarakat desa/ kelurahan secara cepat, 6) Adanya penguatan tata kelola pemerintahan desa dan kelurahan yang mandiri dan

sumberdaya manusia yang berkualitas, 7) Adanya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dan sumber daya alam yang berkelanjutan, 8) Adanya penguatan perlindungan & dukungan terhadap pelaksanaan kegiatan budaya dan spiritual masyarakat, dan 9) Adanya perlindungan keamanan masyarakat.

Skor/poin ketangguhan masyarakat pada tiga kelurahan diperoleh rata-rata sebesar 129,64 dari skor maksimal ideal sebesar 190, termasuk ke dalam kategori “baik”, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 3 berikut ini.

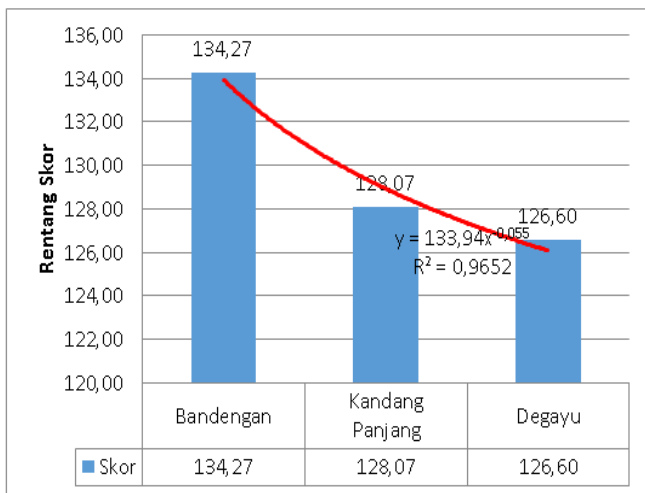
Tabel 3. Rekapitulasi hasil analisis ketangguhan masyarakat pada komponen kualitas dan akses layanan dasar di 3 (tiga) kelurahan

Kelurahan	Skor	Kategori	Max	Min	Mi	SDi
Bandengan	134,27	Baik	190	38	114	25,333
Kandang Panjang	128,07	Baik				
Degayu	126,60	Baik				
Rata-rata	129,64	Baik				

Keterangan: Max = Skor maksimal ideal, Min = Skor minimal ideal, Mi = rata-rata ideal, SDi = Simpangan baku ideal.

Ketangguhan masyarakat yang baik pada komponen kualitas dan akses layanan dasar, sebagaimana tabel 3 di atas, tidak lepas dari upaya pemerintah daerah khususnya kecamatan Pekalongan Utara merekonstruksi dan merehabilitasi kondisi sarana prasarana yang rusak akibat bencana banjir-rob di 3(tiga) kelurahan. Sejak tahun 2020 yang lalu pemerintah kecamatan Pekalongan Utara memprioritaskan program-program sesuai dengan masukan dan/atau usulan kelurahan yang terdampak banjir rob, seperti bidang lingkungan, dengan permasalahan sebagai dampak banjir rob, di antaranya: 1) Lingkungan kumuh; 2) Rusaknya sarana & prasarana (jalan, drainase, tanggul jebol, rumah roboh, sekolah rusak, tempat ibadah rusak dan lain-lain), 3) Kemiskinan (Lahan pertanian & tambak terkena banjir & rob). Solusi dari permasalahan tersebut yaitu dengan penataan lingkungan kumuh, perbaikan sarana dan prasarana, alih fungsi lahan, realisasi tanggul penahan rob, dan pemugaran RTLH.

Ketangguhan masyarakat pada komponen kualitas dan akses layanan dasar, juga dapat dijelaskan menggunakan grafik, sebagaimana ditampilkan pada gambar 19 berikut.



Gambar 19. Grafik tingkat ketangguhan masyarakat pada komponen kualitas dan layanan dasar ketangguhan bencana

Pada gambar 19 di atas, ditunjukkan bahwa tingkat ketangguhan masyarakat pada komponen kualitas dan layanan dasar, juga didukung oleh keefektifan solusi yang diupayakan pada bidang-bidang lainnya seperti pendidikan, kesehatan dan sosial. Permasalahan bidang pendidikan yang dihadapi yaitu rendahnya kesadaran pentingnya pendidikan yang ditandai dengan banyaknya anak putus sekolah, perubahan perilaku anak, banyaknya anak jalanan. Oleh pemerintah kecamatan diupayakan solusi yaitu keberlanjutan kejar paket, pemenuhan pendidikan karakter, pembentukan forum anak, dan pemberian beasiswa.

Isu/permasalahan potensial di bidang kesehatan minimnya kesadaran perilaku hidup bersih dan sehat di masyarakat, seperti: masih adanya yang BAB sembarangan, timbulnya macam-macam penyakit (Diare, gatal, ISPA, DB dan lain-lain), masih adanya BUMIL KEK & Bayi kekurangan gizi. Upaya atau solusi yang dilakukan adalah pengadaan JAGA & MCK Komunal, pemeriksaan kesehatan secara rutin di puskesmas atau dokter, penyuluhan oleh kader posyandu dan pemberian makanan tambahan BGM/BGT & BUMIL KEK.

Selanjutnya, di bidang sosial, isu/masalah potensial yang dihadapi oleh pemerintah (kecamatan/kelurahan) yaitu masih banyaknya penyandang masalah kesejahteraan sosial, upaya yang dilakukan sebagai solusi adalah dengan pengawasan orang tua,

sosialisasi dan pembinaan bahaya penyalahgunaan narkoba, dan pelatihan ketrampilan.

C. Komponen Dasar Sistem Penanggulangan Bencana

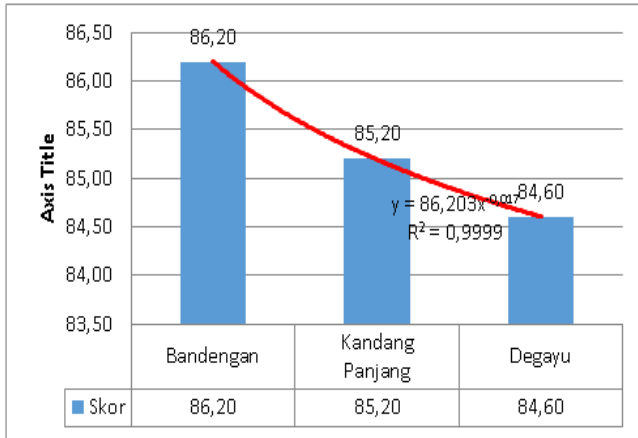
Komponen dasar sistem penanggulangan bencana terdiri dari 7 (tujuh) indikator, di antaranya: 1) Adanya kebijakan pendukung dalam upaya pengelolaan risiko bencana di desa/kelurahan, 2) Tersedianya regulasi desa/kelurahan untuk pengelolaan risiko bencana dalam suatu kawasan, 3) Terlaksananya pengkajian risiko bencana dan potensi dampak perubahan iklim desa/kelurahan secara berkala dan berkelanjutan, 4) Rencana penanggulangan bencana desa/kelurahan yang menjadi bagian perencanaan pembangunan pada pemerintahan vertikal, 5) Adanya dukungan lembaga luar untuk pengelolaan risiko bencana sesuai dengan rencana pembangunan desa/kelurahan atau rencana strategis kelurahan, 6) Adanya penyesuaian rencana penanggulangan bencana dan adaptasi perubahan iklim antar desa/kelurahan dalam suatu kawasan, dan 7) Optimalisasi peran serta forum pengelolaan risiko bencana desa atau kelurahan dalam mewujudkan rencana pembangunan desa atau rencana strategis kecamatan untuk kelurahan.

Skor ketangguhan masyarakat pada komponen dasar sistem penanggulangan bencana pada 3 (tiga) kelurahan diperoleh rata-rata sebesar 85,33 dari skor maksimal ideal sebesar 145, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Rekapitulasi hasil analisis ketangguhan masyarakat pada komponen sistem penanggulangan bencana di 3 (tiga) kelurahan

Kelurahan	Skor	Kategori	Max	Min	MI	Sdi
Bandengan	86,20	Cukup	145	29	87	19,33
Kandang Panjang	85,20	Cukup				
Degayu	84,60	Cukup				
Rata-rata	85,33	Cukup				

Berdasarkan tabel 4 di atas, diketahui bahwa rata-rata skor pada komponen sistem penanggulangan bencana sebesar 85,33 atau berada pada kategori cukup, sebagaimana juga digambarkan pada gambar 20 berikut.



Gambar 20. Grafik tingkat ketanggungan masyarakat pada komponen sistem penanggulangan bencana.

Ada beberapa faktor yang menyebabkan system penanggulangan bencana banjir rob memiliki skor cukup, yaitu:

1. Kurangnya perencanaan yang matang: Sistem penanggulangan bencana banjir rob memerlukan perencanaan yang matang dan terpadu dari berbagai instansi terkait. Jika perencanaan tidak matang, maka akan sulit untuk meminimalisasi kerugian akibat banjir rob.
2. Kurangnya koordinasi antarinstansi: Penanggulangan bencana banjir rob membutuhkan kerjasama dan koordinasi antar instansi terkait, seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), Dinas Pekerjaan Umum, dan Badan Air. Jika koordinasi antarinstansi tidak berjalan dengan baik, maka penanganan bencana banjir rob tidak akan efektif.
3. Keterbatasan anggaran: Penanggulangan bencana banjir rob memerlukan anggaran yang cukup besar untuk membangun infrastruktur penanggulangan, seperti tanggul, pintu air, dan pompa air. Jika anggaran yang disediakan terbatas, maka infrastruktur penanggulangan tidak akan dapat dibangun secara maksimal.
4. Perubahan iklim: Perubahan iklim menyebabkan cuaca menjadi semakin ekstrem, seperti hujan yang lebih deras dan intens. Hal ini menyebabkan banjir rob semakin sering terjadi dan semakin parah. Sistem penanggulangan yang tidak siap menghadapi

perubahan iklim akan sulit untuk mengurangi kerugian akibat banjir rob.

5. Tingkat kesadaran masyarakat yang rendah: Tingkat kesadaran masyarakat yang rendah mengenai bahaya banjir rob dan cara penanggulangannya membuat masyarakat tidak siap menghadapi banjir rob. Hal ini memperburuk kerugian akibat banjir rob dan membuat sistem penanggulangan bencana banjir rob sulit untuk diimplementasikan.

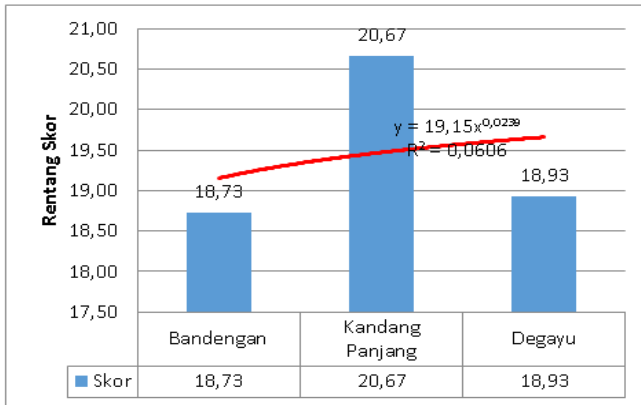
D. Komponen Pengelolaan Risiko Bencana

Komponen pengelolaan risiko bencana terdiri dari 2 (dua) indikator, yaitu: 1) Adanya aksi terpadu pengelolaan risiko bencana antara desa/kelurahan dalam suatu kawasan, dan 2) Peningkatan wawasan dan keterampilan untuk mengelola risiko bencana melalui edukasi, sosialisasi dan literasi kebencanaan. Pada komponen pengelolaan risiko bencana, semua kelurahan (3 kelurahan) termasuk ke dalam kategori “jelek” dengan rata-rata skor ketangguhan masyarakat yang diperoleh sebesar 19,44 dari skor maksimal ideal sebesar 40, sebagaimana ditampilkan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi hasil analisis ketangguhan masyarakat pada komponen pengelolaan risiko bencana di 3 (tiga) kelurahan

Kelurahan	Skor	Kategori	Max	Min	MI	Sdi
Bandengan	18,73	Jelek	40	8	24	5,33
Kandang Panjang	20,67	Jelek				
Degayu	18,93	Jelek				
Rata-rata	19,44	Jelek				

Berdasarkan tabel 5 di atas, ditemukan bahwa pengelolaan risiko banjir di 3 (tiga) lokasi masih tergolong jelek, meskipun risiko banjir rob di Kota Pekalongan relatif rendah, sebagaimana juga digambarkan pada gambar 21 berikut.



Gambar 21. Grafik tingkat ketanggungan masyarakat pada komponen pengelolaan risiko bencana

Berdasarkan gambar 21 tersebut di atas, rendahnya pengelolaan risiko bencana, disebabkan oleh beberapa hal berikut.

1. Kurangnya koordinasi antarinstansi: Pengelolaan risiko bencana banjir rob membutuhkan kerjasama dan koordinasi antar instansi terkait, seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), Dinas Pekerjaan Umum, Dinas Lingkungan Hidup, dan Dinas Pertanian. Jika koordinasi antarinstansi tidak berjalan dengan baik, maka pengelolaan risiko banjir rob tidak akan efektif.
2. Kurangnya pengetahuan dan keterampilan dalam penanganan bencana: Beberapa pihak seperti petugas penanggulangan bencana dan masyarakat di lokasi penelitian masih kurang paham akan penanganan bencana banjir rob yang efektif dan efisien, dan belum memiliki keterampilan dan pengetahuan yang memadai dalam menghadapi bencana tersebut.
3. Tingginya intensitas hujan: Walaupun risiko banjir rob di Kota Pekalongan relatif rendah, tetapi jika terjadi hujan dengan intensitas tinggi dan terus menerus, maka risiko banjir rob dapat meningkat secara drastis. Hal ini dapat menyebabkan pengelolaan risiko bencana banjir rob menjadi kurang efektif dan menimbulkan kerugian yang besar.
4. Kendala anggaran: Pengelolaan risiko bencana banjir rob membutuhkan biaya yang cukup besar, terutama dalam pembangunan infrastruktur penanggulangan banjir rob. Jika

anggaran yang disediakan terbatas, maka pengelolaan risiko banjir rob tidak dapat dilaksanakan secara maksimal.

5. Tingkat kesadaran masyarakat yang rendah: Tingkat kesadaran masyarakat yang rendah mengenai bahaya banjir rob dan cara pengelolaan risiko banjir rob dapat menyebabkan masyarakat tidak siap menghadapi banjir rob. Hal ini memperburuk kerugian akibat banjir rob dan membuat pengelolaan risiko bencana banjir rob sulit untuk diimplementasikan.

E. Komponen Kesiapsiagaan Darurat Bencana

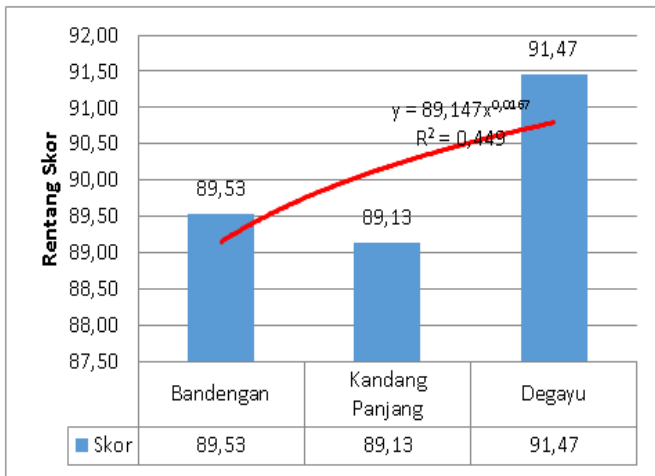
Komponen kesiapsiagaan darurat terdiri dari 8 (delapan) indikator yang diukur dalam penelitian ini, yaitu: 1) Tersedianya mekanisme untuk mendeteksi dini kemungkinan terjadinya bencana pada skala desa/kelurahan, 2) Tersedianya mekanisme penerima peringatan dini dan/atau perintah evakuasi, 3) Berfungsinya mekanisme penyebaran arahan evakuasi yang mudah diakses dan dipahami semua pihak termasuk kelompok rentan, 4) Tersedianya peta rencana evakuasi masyarakat yang dapat digunakan sebelum dan pada saat bencana terjadi, 5) Tempat evakuasi, 6) Jalur dan rambu evakuasi, 7) Adanya latihan kesiapsiagaan bencana secara berkala dan berkelanjutan tingkat desa/kelurahan, dan 8) Tersedianya relawan penanggulangan bencana desa atau kelurahan yang memiliki kemampuan dalam melakukan penanganan darurat bencana.

Berdasarkan hasil analisis data diperoleh rata-rata skor ketangguhan masyarakat sebesar 90,04 dari skor maksimal ideal sebesar 185, termasuk ke dalam kategori “jelek”, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Rekapitulasi hasil analisis ketangguhan masyarakat pada komponen kesiapsiagaan darurat di 3 (tiga) kelurahan

Kelurahan	Skor	Kategori	Max	Min	MI	Sdi
Bandengan	89,53	Jelek	185	37	111	24,67
Kandang Panjang	89,13	Jelek				
Degayu	91,47	Jelek				
Rata-rata	90,04	Jelek				

Tingkat kesiapsiagaan darurat masyarakat berdasarkan tabel 6 di atas, menunjukkan bahwa rata-rata tingkat kesiapsiagaan pemulihan tergolong ke dalam kategori rendah/jelek, sebagaimana digambarkan pada gambar 22 berikut.



Gambar 22. Grafik tingkat ketanggahan masyarakat pada komponen kesiapsiagaan darurat

Rendahnya kesiapsiagaan darurat sebagaimana digambarkan pada gambar 2 di atas disebabkan oleh beberapa hal, yaitu:

1. Kurangnya informasi dan edukasi: Masyarakat di Kota Pekalongan mungkin belum sepenuhnya mendapatkan informasi yang cukup mengenai risiko banjir rob dan tindakan yang harus dilakukan saat terjadi bencana. Kurangnya edukasi dan informasi yang tepat dapat membuat masyarakat tidak siap dalam menghadapi bencana banjir rob.
2. Kurangnya sumber daya: Kota Pekalongan mungkin memiliki keterbatasan sumber daya manusia, material, dan finansial untuk menangani bencana banjir rob. Hal ini dapat menyebabkan keterbatasan dalam melakukan persiapan dan respons terhadap bencana.
3. Tingkat partisipasi masyarakat yang rendah: Tingkat partisipasi masyarakat yang rendah dalam mempersiapkan diri menghadapi bencana banjir rob dapat menyebabkan keterbatasan dalam mengembangkan rencana respons dan kesiapsiagaan darurat. Jika

masyarakat tidak terlibat dalam proses persiapan dan respons, maka akan sulit untuk meningkatkan kesiapsiagaan darurat bencana banjir rob.

4. Kurangnya peran serta pemerintah: Pemerintah daerah memiliki peran penting dalam meningkatkan kesiapsiagaan darurat bencana banjir rob, seperti menyediakan fasilitas dan infrastruktur, serta melakukan sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat. Jika pemerintah daerah tidak aktif dalam hal ini, maka kesiapsiagaan darurat bencana banjir rob tidak akan meningkat.
5. Masalah lingkungan: Beberapa faktor lingkungan, seperti perubahan iklim dan kerusakan lingkungan, dapat memperburuk risiko bencana banjir rob dan mempengaruhi kesiapsiagaan darurat bencana. Kurangnya upaya dalam menjaga lingkungan dapat membuat kesiapsiagaan darurat bencana banjir rob menjadi lebih rendah.

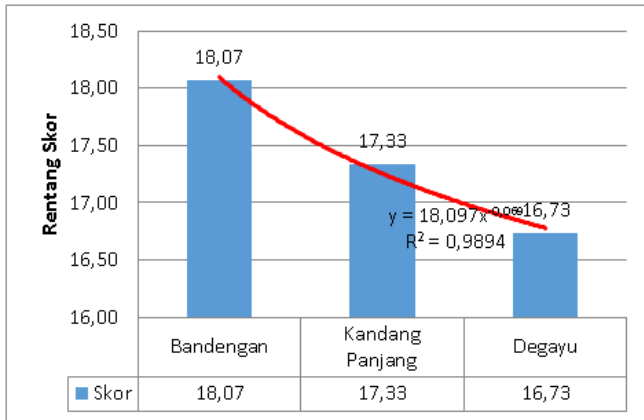
F. Komponen Kesiapsiagaan Pemulihan

Komponen kesiapsiagaan pemulihan terdiri dari 2 (dua) indikator, yaitu: 1) Tersedianya berbagai mekanisme yang ditujukan untuk upaya pemulihan dini bencana, dan 2) Tersedianya perencanaan pemulihan berkelanjutan untuk berbagai aset dan properti strategis yang berisiko tinggi rusak terkena bencana. Pada komponen ini, rata-rata skor perolehan 3(tiga) kelurahan sebesar 17,38 dari skor maksimal ideal sebesar 40, termasuk ke dalam kategori “jelek”, sebagaimana ditampilkan pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Rekapitulasi hasil analisis ketangguhan masyarakat pada komponen kesiapsiagaan pemulihan di 3 (tiga) kelurahan

Kelurahan	Skor	Kategori	Max	Min	MI	Sdi
Bandengan	18,07	Jelek	40	8	24	5,33
Kandang Panjang	17,33	Jelek				
Degayu	16,73	Jelek				
Rata-rata	17,38	Jelek				

Pada table 7 di atas, diperoleh gambaran bahwa tingkat ketangguhan masyarakat pada komponen kesiapsiagaan pemulihan tergolong rendah/jelek, sebagaimana juga digambarkan pada gambar 23 berikut.



Gambar 23. Grafik tingkat ketangguhan masyarakat pada komponen kesiapsiagaan pemulihan

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan rendahnya kesiapsiagaan pemulihan bencana banjir rob di Kota Pekalongan, sebagaimana digambarkan di atas adalah:

1. Kurangnya perencanaan pemulihan: Kurangnya perencanaan pemulihan setelah bencana banjir rob dapat menyebabkan keterlambatan dalam proses pemulihan dan pemulihan yang tidak terkoordinasi dengan baik. Dibutuhkan rencana pemulihan yang terstruktur dan jelas agar upaya pemulihan dapat dilakukan secara efektif.
2. Keterbatasan sumber daya: Keterbatasan sumber daya manusia, material, dan finansial dapat membuat proses pemulihan menjadi sulit dan memakan waktu lama. Jika sumber daya terbatas, maka upaya pemulihan akan terhambat dan kurang optimal.
3. Masalah infrastruktur: Banjir rob dapat menyebabkan kerusakan pada infrastruktur, seperti jalan, jembatan, dan bangunan. Jika infrastruktur tidak diperbaiki dengan cepat, maka proses pemulihan akan terhambat dan menghambat aksesibilitas.
4. Kurangnya koordinasi antara pemerintah dan masyarakat: Kurangnya koordinasi antara pemerintah dan masyarakat dalam upaya pemulihan dapat menyebabkan keterlambatan dalam proses pemulihan dan kurangnya efektivitas dalam pengambilan keputusan.
5. Lingkungan yang belum pulih: Banjir rob dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan, seperti kerusakan pada tanaman dan

ekosistem. Jika lingkungan belum pulih, maka pemulihan yang optimal akan sulit dicapai.

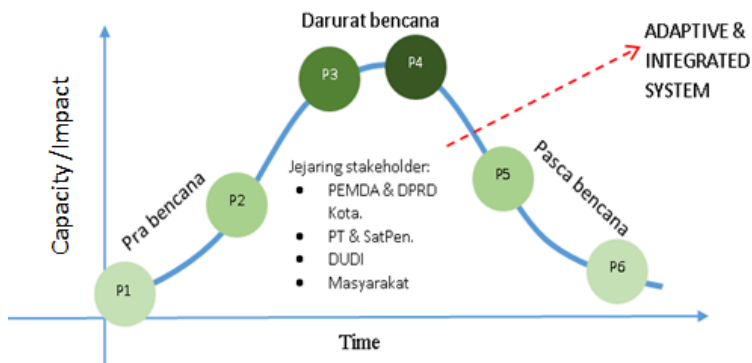
6. Masalah psikologis: Bencana banjir rob dapat menyebabkan masalah psikologis pada korban, seperti stres pasca-trauma dan depresi. Kurangnya perhatian pada aspek psikologis dapat mempengaruhi pemulihan korban dan menghambat proses pemulihan secara keseluruhan.

BAB 7

Model Mitigasi Banjir Rob Menggunakan *Life Cycle Approach* (LCA)

A. Komponen Ukur/Penilaian Model Mitigasi

Berdasarkan potensi masalah sebagaimana diuraikan sebelumnya, dapat diketahui bahwa model sebelumnya yang diterapkan dalam mitigasi bencana banjir rob di Kota Pekalongan kurang efektif. Oleh karena itu dikembangkan desain model mitigasi banjir rob menggunakan *life cycle approach* (LCA) yang dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 24. Desain model mitigasi banjir-rob berbasis pendekatan siklus hidup (*Life Cycle Approach*) dengan sistem yang adaptive dan terintegrasi (AIS)

Desain tersebut menjelaskan bahwa semua elemen jejaring stakeholders' memiliki peran dan fungsi masing-masing pada setiap tahapan siklus kehidupan banjir rob.

Komponen ukur/penilaian yaitu merujuk pada aspek: 1) Efektifitas model, 2) Keberlanjutan, 3) Efisiensi Biaya, 4) Keterpaduan dengan Wilayah Sekitar, 5) Keamanan dan 6) Fleksibilitas model.

1. Efektifitas Model

Model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*Life Cycle Approach*) dianggap cukup efektif dalam menangani permasalahan banjir rob. Pendekatan siklus kehidupan adalah sebuah pendekatan yang memperhatikan dampak lingkungan sepanjang siklus hidup produk, mulai dari produksi hingga pembuangan. Dalam konteks mitigasi banjir rob, pendekatan siklus kehidupan dapat membantu mengidentifikasi sumber-sumber masalah banjir rob, baik itu dari segi produksi, penggunaan, maupun pembuangan limbah yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan hidup. Hal ini diindikasikan dengan:

- a. Perencanaan pembangunan infrastruktur yang ramah lingkungan, misalnya dengan menggunakan teknologi ramah lingkungan dan mengoptimalkan lahan hijau sebagai penyerap air.
- b. Pengelolaan limbah dengan mempertimbangkan dampak lingkungan, misalnya dengan memisahkan jenis limbah yang dapat didaur ulang dan membuang limbah yang tidak dapat didaur ulang dengan benar.
- c. Penggunaan energi yang efisien dan ramah lingkungan, misalnya dengan menggunakan energi terbarukan dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan akan efektif bila dilakukan secara terintegrasi, mulai dari perencanaan hingga fase berhenti, sehingga dapat meminimalkan dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh banjir rob. Namun, kesuksesan pendekatan siklus kehidupan dalam mitigasi banjir rob sangat bergantung pada kesadaran masyarakat untuk mengadopsi gaya hidup yang ramah lingkungan serta kerjasama antara pemerintah, masyarakat, perguruan tinggi, satuan pendidikan, dunia usaha dan dunia industry, serta lembaga swasta (yayasan/LSM).

2. Keberlanjutan (*Sustainability*)

Tingkat keberlanjutan model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*Life Cycle Approach*) sangat tergantung pada kemampuan sistem dalam mempertahankan fungsi dan manfaatnya secara berkelanjutan. Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberlanjutan model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan antara lain:

- a. Efektivitas: Tingkat keberlanjutan model mitigasi banjir rob sangat dipengaruhi oleh efektivitas dari teknologi dan strategi yang digunakan dalam mengatasi masalah banjir rob. Teknologi dan strategi yang efektif dalam mengatasi banjir rob akan lebih mampu mempertahankan manfaat dan fungsi mitigasi banjir rob secara berkelanjutan.
- b. Partisipasi Masyarakat: Tingkat partisipasi masyarakat dalam proses mitigasi banjir rob sangat mempengaruhi keberlanjutan model mitigasi banjir rob. Masyarakat harus aktif terlibat dalam proses perencanaan, pelaksanaan, dan pemeliharaan sistem mitigasi banjir rob agar dapat mempertahankan keberlanjutan sistem.
- c. Pemeliharaan: Tingkat pemeliharaan yang baik sangat diperlukan dalam mempertahankan keberlanjutan model mitigasi banjir rob. Pemeliharaan yang teratur akan memastikan sistem mitigasi banjir rob tetap berfungsi dengan baik dan meminimalkan risiko kerusakan.
- d. Ketersediaan Sumber Daya: Ketersediaan sumber daya seperti dana, tenaga kerja, dan bahan baku sangat penting dalam mempertahankan keberlanjutan model mitigasi banjir rob. Ketersediaan sumber daya yang memadai akan memastikan sistem mitigasi banjir rob dapat dioperasikan dan dipelihara dengan baik.

Dalam keseluruhan, keberlanjutan model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan dapat dicapai dengan memperhatikan faktor-faktor yang telah disebutkan di atas. Oleh karena itu, perlu adanya kerjasama dan koordinasi yang baik antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta untuk menciptakan sistem mitigasi banjir rob yang berkelanjutan.

3. Efisiensi Biaya

Efisiensi model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan dapat diukur dari berbagai aspek seperti:

- a. Efisiensi Biaya: Penggunaan pendekatan siklus kehidupan dalam model mitigasi banjir rob dapat membantu dalam meminimalkan biaya yang dikeluarkan secara keseluruhan. Pendekatan siklus kehidupan dapat membantu dalam memilih teknologi dan strategi yang paling efektif dan efisien dalam mengatasi banjir rob dan mempertahankan manfaatnya secara berkelanjutan.
- b. Efisiensi Energi: Pemilihan teknologi dan strategi mitigasi banjir rob yang tepat dapat membantu dalam mengurangi konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca. Pendekatan siklus kehidupan dapat membantu dalam memilih teknologi yang lebih ramah lingkungan dan memiliki tingkat konsumsi energi yang lebih rendah.
- c. Efisiensi Penggunaan Sumber Daya: Penggunaan sumber daya yang efisien sangat penting dalam mempertahankan keberlanjutan model mitigasi banjir rob. Dengan menggunakan pendekatan siklus kehidupan, dapat membantu dalam memilih teknologi dan strategi yang lebih efisien dalam penggunaan sumber daya dan mengurangi penggunaan sumber daya yang berlebihan.
- d. Efisiensi Waktu: Penerapan model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan dapat membantu dalam menghemat waktu dan mengurangi waktu yang diperlukan untuk perencanaan, pelaksanaan, dan pemeliharaan sistem.

Penggunaan pendekatan siklus kehidupan dalam model mitigasi banjir rob dapat membantu dalam meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, mengurangi biaya, konsumsi energi, dan emisi gas rumah kaca, serta menghemat waktu. Oleh karena itu, pendekatan siklus kehidupan dapat menjadi salah satu alternatif yang efektif dan efisien dalam mengatasi banjir rob.

4. Keterpaduan dengan Wilayah Sekitar

Pendekatan siklus kehidupan dalam model mitigasi banjir rob dapat membantu meningkatkan keterpaduan dengan wilayah sekitar dengan beberapa cara berikut.

- a. Melibatkan stakeholders: Pendekatan siklus kehidupan memungkinkan melibatkan berbagai stakeholder dalam proses

mitigasi banjir rob, termasuk masyarakat lokal, lembaga pemerintah, dan sektor swasta. Dalam proses ini, stakeholder dapat memberikan masukan yang berharga untuk merancang dan mengimplementasikan sistem mitigasi banjir rob yang lebih efektif dan terintegrasi dengan wilayah sekitar.

- b. Menggunakan sumber daya lokal: Pendekatan siklus kehidupan juga memungkinkan pemanfaatan sumber daya lokal untuk sistem mitigasi banjir rob, seperti bahan bangunan lokal, dan tenaga kerja lokal. Hal ini dapat membantu memperkuat keterpaduan dengan wilayah sekitar karena penggunaan sumber daya lokal dapat meningkatkan ketergantungan antara sistem mitigasi banjir rob dengan wilayah sekitar.
- c. Pengelolaan air terpadu: Pendekatan siklus kehidupan dapat membantu dalam memperkuat keterpaduan dengan wilayah sekitar melalui pengelolaan air terpadu. Sistem mitigasi banjir rob dapat dirancang untuk mengambil manfaat dari sumber daya air lokal seperti air hujan dan air permukaan. Dengan cara ini, sistem mitigasi banjir rob dapat meningkatkan keterpaduan dengan wilayah sekitar dalam pengelolaan air.
- d. Pengembangan tata kota yang berkelanjutan: Pendekatan siklus kehidupan dapat membantu dalam mengembangkan tata kota yang berkelanjutan dan mempertimbangkan mitigasi banjir rob sebagai elemen penting dari perencanaan tata kota. Dalam hal ini, sistem mitigasi banjir rob dapat menjadi bagian dari tata kota yang terpadu dan membantu dalam mencapai tujuan keberlanjutan jangka panjang.

Pendekatan siklus kehidupan dalam model mitigasi banjir rob dapat membantu meningkatkan keterpaduan dengan wilayah sekitar, melalui melibatkan stakeholder, penggunaan sumber daya lokal, pengelolaan air terpadu, dan pengembangan tata kota yang berkelanjutan. Hal ini dapat membantu menciptakan sistem mitigasi banjir rob yang efektif dan berkelanjutan untuk masa depan.

5. Keamanan

Pendekatan siklus kehidupan dalam model mitigasi banjir rob dapat membantu meningkatkan tingkat keamanan dalam beberapa cara berikut.

- a. Meningkatkan pemahaman risiko banjir rob: Dalam pendekatan siklus kehidupan, risiko banjir rob dapat dianalisis secara lebih terperinci dan komprehensif, sehingga memungkinkan pengembangan sistem mitigasi banjir rob yang lebih efektif. Analisis risiko banjir rob yang lebih baik dapat membantu mengidentifikasi area yang paling rentan dan menentukan strategi mitigasi yang paling tepat untuk mengurangi risiko.
- b. Menentukan opsi mitigasi terbaik: Pendekatan siklus kehidupan memungkinkan perbandingan antara berbagai opsi mitigasi, termasuk keamanan yang terkait dengan opsi tersebut. Dalam memilih opsi mitigasi yang terbaik, pendekatan siklus kehidupan mempertimbangkan aspek lingkungan, sosial, ekonomi, dan teknis, sehingga opsi yang dipilih dapat menawarkan tingkat keamanan yang optimal.
- c. Penggunaan teknologi yang tepat: Pendekatan siklus kehidupan juga memungkinkan identifikasi teknologi mitigasi yang paling tepat untuk mengurangi risiko banjir rob. Teknologi mitigasi yang tepat dapat membantu meningkatkan tingkat keamanan sistem mitigasi banjir rob, termasuk teknologi pemantauan, sistem pengambilan keputusan, dan teknologi informasi dan komunikasi yang membantu dalam menghadapi ancaman banjir rob.
- d. Pemeliharaan dan manajemen sistem: Pendekatan siklus kehidupan juga membantu dalam pemeliharaan dan manajemen sistem mitigasi banjir rob. Sistem yang dirancang dengan benar dan diimplementasikan dengan baik dapat membantu memastikan bahwa sistem tetap aman dan efektif selama masa pakainya.

Pendekatan siklus kehidupan dalam model mitigasi banjir rob dapat membantu meningkatkan tingkat keamanan dengan meningkatkan pemahaman risiko banjir rob, memilih opsi mitigasi yang tepat, penggunaan teknologi yang tepat, dan pemeliharaan dan manajemen sistem.

6. Fleksibilitas Model

Pendekatan siklus kehidupan dapat memberikan tingkat fleksibilitas yang tinggi dalam model mitigasi banjir rob karena melibatkan tahapan evaluasi dan pembaruan secara teratur. Beberapa contoh tingkat fleksibilitas yang dapat dicapai dengan menggunakan

pendekatan siklus kehidupan dalam model mitigasi banjir rob adalah sebagai berikut.

- a. Pemilihan teknologi yang sesuai: Dalam tahap perencanaan, pendekatan siklus kehidupan dapat membantu dalam memilih teknologi yang paling sesuai dan efektif untuk memitigasi banjir rob. Dalam tahap pembaruan, pendekatan siklus kehidupan juga dapat membantu dalam memilih teknologi yang lebih baru dan lebih efektif yang mungkin telah tersedia.
- b. Peningkatan sistem: Dalam tahap pembaruan, pendekatan siklus kehidupan dapat membantu dalam meningkatkan sistem mitigasi banjir rob yang sudah ada. Hal ini dapat dilakukan dengan mengevaluasi kinerja sistem dan memperbaiki teknologi yang digunakan untuk mengoptimalkan kinerja sistem.
- c. Penyesuaian dengan perubahan iklim: Pendekatan siklus kehidupan dapat membantu dalam menyesuaikan sistem mitigasi banjir rob dengan perubahan iklim yang terjadi. Dalam tahap evaluasi, perubahan pola curah hujan dan level air dapat dievaluasi dan sistem mitigasi banjir rob dapat disesuaikan dengan kondisi tersebut.
- d. Pemeliharaan dan perbaikan: Pendekatan siklus kehidupan dapat membantu dalam memelihara dan memperbaiki sistem mitigasi banjir rob yang sudah ada. Dalam tahap pemeliharaan, perawatan rutin dan perbaikan sistem dapat dilakukan untuk memastikan kinerja optimal dan memperpanjang masa pakai sistem.

Pendekatan siklus kehidupan (*life cycle approach*) dalam model mitigasi banjir rob, dengan demikian dapat memberikan tingkat fleksibilitas yang tinggi, dengan memungkinkan perubahan dan perbaikan sistem mitigasi banjir rob sesuai dengan kebutuhan. Hal ini dapat membantu dalam memastikan bahwa sistem mitigasi banjir rob dapat berfungsi secara optimal dalam jangka waktu yang lama.

B. Kelebihan dan Kelemahan Pendekatan *Life Cycle Approach*

1. Kelebihan

Beberapa kelebihan dari model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan adalah:

- a. Berorientasi pada solusi jangka panjang: Model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan menekankan pada solusi

jangka panjang dan berkelanjutan, sehingga dapat mengurangi risiko banjir rob dalam jangka waktu yang lebih lama.

- b. Lebih efektif dalam mengatasi masalah banjir rob: Model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan mempertimbangkan seluruh siklus hidup dari proyek, mulai dari perencanaan, desain, pembangunan, pengoperasian, dan pemeliharaan. Hal ini memungkinkan solusi yang lebih efektif dan terintegrasi untuk mengatasi masalah banjir rob.
- c. Dapat mengurangi biaya pemeliharaan: Model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan dapat mengurangi biaya pemeliharaan dalam jangka waktu yang lebih lama, karena mempertimbangkan pemeliharaan sebagai bagian dari proses desain dan pembangunan.
- d. Mendorong keterlibatan masyarakat: Model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan dapat mendorong keterlibatan masyarakat dalam proses perencanaan dan pelaksanaan proyek, sehingga meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam mengurangi risiko banjir rob.
- e. Dapat meningkatkan kualitas lingkungan: Model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan dapat mempertimbangkan dampak lingkungan dari proyek dan mengembangkan solusi yang ramah lingkungan, sehingga dapat meningkatkan kualitas lingkungan di sekitar area proyek.

2. Kelemahan

Beberapa kelemahan dari Model Mitigasi Banjir Rob dengan pendekatan siklus kehidupan adalah:

- a. Memerlukan waktu dan biaya yang lebih besar: Proses siklus hidup yang lengkap dari perencanaan hingga pemeliharaan dapat memerlukan waktu dan biaya yang lebih besar, terutama pada tahap perencanaan dan desain awal.
- b. Kurangnya fleksibilitas: Model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan cenderung memiliki desain yang lebih kaku dan kurang fleksibel untuk diubah atau dimodifikasi dalam jangka waktu yang singkat, sehingga dapat membatasi kemampuan untuk menyesuaikan dengan perubahan kondisi lingkungan atau kebutuhan masyarakat.
- c. Sulit dalam pengambilan keputusan: Proses perencanaan dan evaluasi yang lebih detail dan terintegrasi dapat membuat

pengambilan keputusan menjadi lebih sulit dan rumit, terutama dalam hal penentuan prioritas atau pengalokasian anggaran untuk proyek-proyek mitigasi banjir rob.

- d. Tidak dapat menjamin kesuksesan proyek: Model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus hidup mungkin tidak dapat menjamin kesuksesan proyek secara keseluruhan, terutama jika ada faktor eksternal yang tidak dapat diprediksi, seperti kondisi cuaca yang ekstrem atau bencana alam.
- e. Kurangnya partisipasi masyarakat: Proses yang terlalu rumit dan panjang dapat membuat masyarakat kurang tertarik atau kesulitan dalam memahami proyek mitigasi banjir rob, sehingga dapat mengurangi partisipasi dan dukungan masyarakat untuk proyek tersebut.

Beberapa solusi untuk mengatasi kelemahan Model Mitigasi Banjir Rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*Life Cycle Approach*) adalah:

- a. Mempercepat proses perencanaan: Agar tidak memerlukan waktu yang terlalu lama dalam proses perencanaan, maka dapat dilakukan penggunaan teknologi yang lebih canggih seperti perangkat lunak desain 3D dan analisis hidrologi yang dapat mempercepat proses perencanaan dan mengurangi biaya yang dikeluarkan.
- b. Meningkatkan fleksibilitas: Dalam mendesain suatu proyek mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan, perlu mempertimbangkan untuk memberikan fleksibilitas dalam desain proyek agar dapat diubah atau dimodifikasi dalam jangka waktu yang singkat, terutama pada tahap awal desain.
- c. Meningkatkan transparansi pengambilan keputusan: Untuk mengatasi kesulitan dalam pengambilan keputusan, perlu meningkatkan transparansi pengambilan keputusan, terutama dalam hal penentuan prioritas atau pengalokasian anggaran untuk proyek mitigasi banjir rob, sehingga masyarakat dapat memahami proses pengambilan keputusan.
- d. Melakukan simulasi dan uji coba: Untuk menjamin kesuksesan proyek, perlu dilakukan simulasi dan uji coba di laboratorium atau di lapangan sebelum proyek dilakukan secara massal, sehingga dapat mengidentifikasi potensi masalah atau kegagalan pada proyek.

- e. Meningkatkan partisipasi masyarakat: Agar masyarakat lebih tertarik dan terlibat dalam proyek mitigasi banjir rob, perlu meningkatkan partisipasi masyarakat dalam proses perencanaan dan pelaksanaan proyek, seperti melibatkan masyarakat dalam survei atau konsultasi publik dan menyediakan informasi yang mudah dipahami mengenai proyek tersebut.

BAB 8

Peran dan Fungsi Stakeholder Mitigasi Banjir ROB dengan Model Siklus

A. Peran dan Fungsi Masyarakat

Peran dan fungsi masyarakat pada setiap fase siklus bencana

1. Fase lahir/munculnya bencana (*Birth*)

Pada fase munculnya bencana, masyarakat memiliki peran dan fungsi sebagai berikut.

- a. Meningkatkan kesadaran tentang risiko banjir: Masyarakat dapat berpartisipasi dalam program-program penyuluhan tentang risiko banjir dan cara mengurangi dampaknya. Dengan demikian, masyarakat dapat lebih waspada dan siap menghadapi bencana banjir.
- b. Menjaga lingkungan dan saluran air: Masyarakat dapat berperan aktif dalam menjaga kebersihan lingkungan dan saluran air, sehingga air dapat mengalir dengan lancar dan mencegah banjir.
- c. Membangun rumah yang aman: Masyarakat dapat membangun rumah yang aman dan tahan terhadap banjir, seperti membangun di lokasi yang lebih tinggi atau menggunakan bahan bangunan yang lebih tahan terhadap air.
- d. Bersama-sama mengambil tindakan mitigasi: Masyarakat dapat bersama-sama dengan pemerintah dan lembaga terkait untuk mengambil tindakan mitigasi, seperti membangun tanggul, menata saluran air, atau membuat sistem pengairan yang lebih baik.

2. Fase akselerasi/pertumbuhan (*Growth*)

Pada saat pertumbuhan bencana banjir, peran dan fungsi masyarakat menjadi semakin penting dalam mengurangi dampak buruk dari banjir. Beberapa peran dan fungsi masyarakat pada saat pertumbuhan bencana banjir yang dapat dilakukan antara lain:

- a. Evakuasi dan penyelamatan: Masyarakat dapat membantu dalam proses evakuasi dan penyelamatan korban banjir, termasuk membantu mengangkat barang dan benda berharga serta membantu mengarahkan dan memandu korban untuk menuju tempat yang lebih aman.
- b. Distribusi bantuan: Masyarakat dapat membantu dalam proses distribusi bantuan bagi korban banjir, seperti menyediakan makanan dan air bersih, obat-obatan, pakaian, dan perlengkapan lainnya.
- c. Pembuatan posko pengungsian: Masyarakat dapat membantu dalam pembuatan dan pengelolaan posko pengungsian untuk memberikan tempat perlindungan sementara bagi korban banjir.
- d. Menjaga keamanan dan ketertiban: Masyarakat dapat membantu dalam menjaga keamanan dan ketertiban di sekitar lokasi banjir, termasuk mencegah tindakan kriminal dan merawat fasilitas umum seperti jalan dan jembatan.
- e. Berpartisipasi dalam proses rehabilitasi: Masyarakat dapat berpartisipasi dalam proses rehabilitasi pasca-banjir, termasuk membersihkan dan memperbaiki rumah dan infrastruktur yang rusak serta membantu membangun kembali lingkungan yang terdampak banjir.

3. Fase deselerasi/pematangan (*Maturing*)

Pada saat pematangan atau deselerasi bencana banjir, peran dan fungsi masyarakat tetap penting dalam proses pemulihan dan rehabilitasi. Beberapa peran dan fungsi masyarakat pada saat pematangan/ deselerasi bencana banjir yang dapat dilakukan antara lain:

- a. Membantu dalam proses evaluasi: Masyarakat dapat membantu dalam proses evaluasi pasca-banjir, seperti memberikan informasi tentang kerusakan dan kebutuhan di daerah terdampak banjir.
- b. Mengumpulkan data dan informasi: Masyarakat dapat membantu dalam pengumpulan data dan informasi tentang kondisi pasca-

banjir, seperti kerusakan infrastruktur, kebutuhan pemulihan, dan dampak sosial dan ekonomi.

- c. Berpartisipasi dalam proses rehabilitasi: Masyarakat dapat berpartisipasi dalam proses rehabilitasi pasca-banjir, termasuk membersihkan dan memperbaiki rumah dan infrastruktur yang rusak serta membantu membangun kembali lingkungan yang terdampak banjir rob.
- d. Menjaga kebersihan lingkungan: Masyarakat dapat membantu dalam menjaga kebersihan lingkungan pascabanjir, seperti membersihkan sampah dan material bekas banjir yang masih ada di sekitar lingkungan mereka.
- e. Mengembangkan program ketahanan komunitas: Masyarakat dapat berpartisipasi dalam pengembangan program ketahanan komunitas untuk meningkatkan kesiapan menghadapi banjir di masa yang akan datang, seperti program pengelolaan air dan penataan lingkungan.

4. Fase jenuh (Saturasi)

Pada fase kejenuhan bencana banjir rob, peran dan fungsi masyarakat sangat penting untuk membantu proses pemulihan pascabencana. Beberapa peran dan fungsi masyarakat pada fase kejenuhan bencana banjir rob, yaitu:

- a. Memberikan dukungan moral dan psikologis: Masyarakat dapat memberikan dukungan moral dan psikologis kepada korban bencana banjir rob, yang sering kali mengalami trauma dan kehilangan. Dengan memberikan dukungan, masyarakat dapat membantu korban untuk bangkit dan memulai kembali kehidupan mereka.
- b. Menyediakan bantuan logistik: Masyarakat dapat membantu dengan menyediakan bantuan logistik, seperti makanan, air, obat-obatan, dan pakaian bagi korban bencana banjir rob. Bantuan logistik ini sangat penting untuk memenuhi kebutuhan dasar korban bencana.
- c. Membantu proses evakuasi: Masyarakat dapat membantu proses evakuasi korban bencana banjir rob ke tempat yang lebih aman. Hal ini sangat penting untuk meminimalkan risiko korban mengalami cedera atau kehilangan nyawa.
- d. Membantu proses pemulihan: Masyarakat juga dapat membantu proses pemulihan pasca-bencana, seperti membersihkan rumah,

memperbaiki infrastruktur, dan menanam kembali tanaman yang rusak akibat banjir rob. Hal ini akan membantu korban bencana untuk kembali ke kehidupan yang normal.

- e. Menggalang dana dan bantuan: Masyarakat dapat menggalang dana dan bantuan dari orang lain untuk membantu korban bencana banjir rob. Bantuan ini dapat berupa uang, makanan, atau pakaian yang akan sangat membantu korban bencana.
- f. Menjadi sumber informasi: Masyarakat juga dapat menjadi sumber informasi tentang kondisi terbaru terkait bencana banjir rob, seperti tinggi air, kondisi jalan, dan kondisi infrastruktur lainnya. Informasi ini akan membantu petugas penanggulangan bencana dalam mengambil keputusan yang tepat dan efektif.

5. Fase penurunan/penuaan (*Decline*)

Pada fase penurunan atau decline bencana banjir rob, peran dan fungsi masyarakat tetap penting dalam memastikan proses pemulihan dan rekonstruksi berjalan lancar. Berikut adalah beberapa peran dan fungsi masyarakat pada fase penurunan atau decline bencana banjir rob.

- a. Menjadi agen perubahan: Masyarakat dapat menjadi agen perubahan untuk mendorong perubahan positif dalam sistem penanggulangan bencana. Dengan menyampaikan masukan dan kritik yang konstruktif, masyarakat dapat membantu pemerintah dan lembaga terkait untuk mengembangkan kebijakan dan program penanggulangan bencana yang lebih baik dan efektif.
- b. Memastikan kelangsungan hidup: Masyarakat dapat membantu dalam proses pemulihan dan rekonstruksi, dengan memastikan kebutuhan dasar seperti air bersih, makanan, dan tempat tinggal terpenuhi. Hal ini akan membantu korban bencana untuk kembali ke kehidupan normal dan menjaga kelangsungan hidup mereka.
- c. Meningkatkan kesadaran tentang bencana: Masyarakat dapat meningkatkan kesadaran tentang bencana dan tindakan pencegahan melalui edukasi dan informasi yang disampaikan. Dengan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang bencana, mereka dapat membantu mengurangi risiko dan dampak dari bencana banjir rob di masa depan.
- d. Mengawasi proses rekonstruksi: Masyarakat dapat mengawasi proses rekonstruksi untuk memastikan bahwa rencana rekonstruksi dilaksanakan dengan baik, tepat waktu, dan sesuai

dengan kebutuhan korban bencana. Hal ini akan membantu memastikan bahwa rekonstruksi dilakukan secara adil dan berkelanjutan.

- e. Menjadi sumber informasi: Masyarakat dapat menjadi sumber informasi tentang kondisi terbaru terkait rekonstruksi dan pemulihan pasca-bencana, seperti proyek-proyek rekonstruksi yang dilakukan, rencana pemulihan ekonomi, dan program-program bantuan yang tersedia. Informasi ini akan membantu korban bencana dan pihak terkait dalam mengambil keputusan yang tepat dan efektif untuk memulihkan daerah yang terdampak bencana.

6. Fase berhenti/kematian/daur ulang (*Recycling*)

Fase berhenti/kematian/daur ulang (*Recycling*) bencana banjir rob merupakan fase di mana bencana banjir rob sudah benar-benar berakhir dan kegiatan pemulihan sudah selesai dilakukan. Meskipun fase ini terkesan tidak penting, peran dan fungsi masyarakat masih tetap diperlukan. Berikut beberapa peran dan fungsi masyarakat pada fase berhenti/kematian/daur ulang (*Recycling*) bencana banjir rob.

- a. Mengadakan evaluasi: Masyarakat dapat membantu melakukan evaluasi terhadap tindakan penanggulangan bencana banjir rob yang telah dilakukan, termasuk kelemahan dan kekurangan dalam penanganan bencana. Evaluasi ini dapat memberikan informasi yang berharga untuk memperbaiki upaya penanggulangan bencana di masa depan.
- b. Mengadakan rekapitulasi: Masyarakat dapat membantu mengadakan rekapitulasi terhadap kerugian yang diderita akibat bencana banjir rob. Hal ini berguna untuk mengetahui sejauh mana kerugian yang diderita dan memastikan adanya kompensasi yang sesuai bagi korban bencana.
- c. Menjadi pengelola risiko bencana: Masyarakat dapat menjadi pengelola risiko bencana dengan melaksanakan tindakan-tindakan preventif untuk mengurangi kemungkinan terjadinya bencana banjir rob di masa depan. Tindakan-tindakan ini meliputi pengelolaan lahan, penyediaan infrastruktur yang memadai, dan edukasi masyarakat tentang cara menghadapi bencana.
- d. Meningkatkan kesiapsiagaan: Masyarakat dapat meningkatkan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana banjir rob dengan meningkatkan pemahaman dan kesadaran akan bahaya banjir rob

dan tindakan yang harus dilakukan jika terjadi bencana. Hal ini akan membantu mengurangi risiko dan dampak dari bencana banjir rob di masa depan.

- e. Menjadi pengembang program: Masyarakat dapat menjadi pengembang program penanggulangan bencana dengan menyampaikan masukan dan saran yang konstruktif untuk memperbaiki kebijakan dan program penanggulangan bencana yang telah ada. Hal ini akan membantu meningkatkan efektivitas dan efisiensi program penanggulangan bencana di masa depan.
- f. Menjaga lingkungan: Masyarakat dapat membantu menjaga lingkungan agar tidak terjadi kerusakan yang dapat memicu terjadinya bencana banjir rob di masa depan. Tindakan-tindakan ini meliputi menjaga kebersihan lingkungan, mengurangi limbah organik, limbah plastik, dan menanam pohon untuk mencegah terjadinya erosi dan meluasnya area genangan air di wilayah pesisir.

B. Peran dan Fungsi Pemerintah Daerah (BPBD)

Tugas dan Fungsi pemerintah daerah, dalam hal ini Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Pekalongan ditetapkan berdasarkan Peraturan Walikota Pekalongan Nomor 73A Tahun 2016 tentang Tugas dan Fungsi Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Pekalongan, yaitu terdiri dari tiga tahap: 1) prabencana, 2) darurat bencana, dan 3) pasca bencana. Kaitannya dengan model pendekatan siklus kehidupan, maka 3 (tiga) tahapan tersebut termasuk di antaranya adalah fase lahir/munculnya bencana masuk ke tahapan prabencana, fase pertumbuhan, pematangan, titik jenuh dan penurunan dimasukkan ke dalam tahapan darurat bencana. Fase berhenti/*recycling* masuk ke tahapan pasca bencana.

1. Prabencana

Tugas:

memimpin, membina dan mengendalikan tugas-tugas di bidang pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan penanggulangan bencana yang meliputi pencegahan, mitigasi dan kesiapsiagaan penanganan bencana secara adil dan setara sesuai dengan kebijakan pemerintah daerah dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

Fungsi:

- a. Penetapan penyusunan rencana dan program kerja pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan pencegahan, mitigasi dan kesiapsiagaan penanggulangan bencana;
- b. Penyelenggaraan pelaksanaan tugas di bidang pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan pencegahan, mitigasi dan kesiapsiagaan penanggulangan bencana;
- c. Perumusan sasaran pelaksanaan tugas di bidang pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan pencegahan, mitigasi dan kesiapsiagaan penanggulangan bencana;
- d. Pembinaan dan pengarahan pelaksanaan tugas di bidang pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan pencegahan, mitigasi dan kesiapsiagaan penanggulangan bencana;
- e. Penyusunan dan pelaksanaan penyuluhan, pendidikan dan pelatihan gladi/simulasi sistem dan mekanisme pencegahan dan mitigasi pada prabencana;
- f. Pelaksanaan bimbingan peningkatan pengetahuan pencegahan dan sikap terhadap resiko bencana dan pembinaan serta pelatihan penanggulangan dan pencegahan bencana;
- g. Penetapan rumusan kebijakan pemberdayaan masyarakat, kemampuan memobilisasi sumber daya, pemeliharaan sumber daya dan pelatihan personil;

2. Darurat bencana

Tugas:

Memimpin, membina dan mengendalikan tugas-tugas di bidang pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan penanggulangan bencana yang meliputi penanganan darurat, pengumpulan dan penyaluran uang dan barang secara adil dan setara sesuai dengan kebijakan pemerintah daerah dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

Fungsi:

- a. Penetapan penyusunan rencana dan program kerja pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan penanganan darurat, pengumpulan dan penyaluran uang dan barang;
- b. Penyelenggaraan pelaksanaan tugas di bidang pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan penanganan darurat, pengumpulan dan penyaluran uang dan barang;

- c. Perumusan sasaran pelaksanaan tugas di bidang pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan penanganan darurat, pengumpulan dan penyaluran uang dan barang;
- d. Pembinaan dan pengarahan pelaksanaan tugas di bidang pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan penanganan darurat, pengumpulan dan penyaluran uang dan barang;
- e. Penetapan rumusan kebijakan tanggap darurat dan logistik yang meliputi penyelenggaraan dapur umum, pendirian tenda-tenda penampungan untuk pengungsi, darat dan air pencarian, penyelamatan dan pengungsian korban serta harta benda, penyiapan air bersih, percepatan akselerasi bantuan darurat dan pendirian tenda posko komando serta penyediaan tempat bermain, olah raga, hiburan dan sarana informasi;
- f. Pelaksanaan tugas kedinasan lain sesuai dengan bidang tugas dan fungsinya; dan pelaksanaan koordinasi/kerja sama dan kemitraan dengan unit kerja/ instansi/ lembaga atau pihak ketiga di bidang kedaruratan dan logistik penanggulangan bencana

3. Pascabencana

Tugas:

Memimpin, membina dan mengendalikan tugas - tugas di bidang pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan penanggulangan bencana yang meliputi rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana secara adil dan setara sesuai dengan kebijakan pemerintah daerah dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

Fungsi:

- a. Penetapan penyusunan rencana dan program kerja pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana;
- b. Penyelenggaraan pelaksanaan tugas di bidang pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana;
- c. Perumusan sasaran pelaksanaan tugas di bidang pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana;
- d. Pembinaan dan pengarahan pelaksanaan tugas di bidang pengkoordinasian, pengomandoan dan pelaksanaan rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana;

- e. Penetapan rumusan kebijakan perbaikan dan pemulihan semua aspek pelayanan publik;
- f. Penetapan rumusan kebijakan normalisasi aspek pemerintahan dan kehidupan masyarakat pada wilayah pasca bencana;
- g. Penetapan rumusan kebijakan pembangunan prasarana dan sarana serta kelembagaan pada wilayah pasca bencana;
- h. Penetapan rumusan kebijakan pertumbuhan perekonomian, sosial dan budaya, tegaknya hukum dan ketertiban;
- i. Penetapan rumusan kebijakan peningkatan peranserta masyarakat dalam segala aspek kehidupan bermasyarakat pada wilayah pasca bencana;
- j. Penetapan rumusan kebijakan penguatan komunitas yang terkena bencana;
- k. Penetapan rumusan kebijakan pemberdayaan sosial ekonomi yang terintegrasi dalam program pembangunan daerah;
- l. Pelaksanaan tugas kedinasan lain sesuai dengan bidang tugas dan fungsinya; dan
- m. Pelaksanaan koordinasi / kerja sama dan kemitraan dengan unit kerja / instansi / lembaga atau pihak ketiga di bidang rehabilitasi dan rekonstruksi penanggulangan bencana.

C. Peran dan Fungsi Perguruan Tinggi Dan Satuan Pendidikan

1. Fase lahir/munculnya bencana (*Birth*)

Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan memainkan peran penting dalam fase kelahiran atau munculnya bencana banjir rob. Berikut beberapa peran dan fungsi yang dapat dilakukan oleh Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan pada fase ini.

- a. Penyedia informasi: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat menjadi penyedia informasi tentang bencana banjir rob kepada masyarakat, termasuk jenis bencana, faktor penyebab, dampak, dan tindakan mitigasi yang dapat dilakukan.
- b. Pelatihan dan pendidikan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat memberikan pelatihan dan pendidikan tentang mitigasi dan penanggulangan bencana kepada masyarakat, terutama kepada kelompok yang berisiko tinggi seperti anak-anak dan lansia. Hal ini akan membantu meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana banjir rob.
- c. Penelitian dan pengembangan: Perguruan Tinggi dapat melakukan penelitian dan pengembangan tentang bencana banjir rob,

termasuk penyebab, dampak, dan tindakan mitigasi yang efektif. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memperbaiki program dan kebijakan penanggulangan bencana di masa depan.

- d. Mitigasi bencana: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat menjadi pelopor dalam implementasi program mitigasi bencana, seperti pengurangan risiko banjir rob, pengelolaan sungai, dan pengembangan infrastruktur yang aman dari bencana.
- e. Kolaborasi dan kemitraan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat melakukan kolaborasi dan kemitraan dengan pihak-pihak terkait dalam penanggulangan bencana banjir rob, seperti pemerintah, LSM, dan masyarakat. Hal ini akan membantu memperkuat kapasitas dalam penanggulangan bencana dan mengurangi risiko terjadinya bencana banjir rob di masa depan.

Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan memegang peran penting dalam fase kelahiran atau munculnya bencana banjir rob dengan menyediakan informasi, pelatihan, penelitian, mitigasi bencana, dan kolaborasi dengan pihak-pihak terkait.

2. Fase akselerasi/pertumbuhan (*Growth*)

Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan memainkan peran penting dalam akselerasi atau pertumbuhan banjir rob. Berikut beberapa peran dan fungsi yang dapat dilakukan oleh Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan pada fase ini.

- a. Penelitian dan pengembangan: Perguruan Tinggi dapat melakukan penelitian dan pengembangan tentang faktor-faktor yang mempercepat pertumbuhan banjir rob, seperti perubahan iklim, urbanisasi, dan perubahan tata guna lahan. Hasilnya dapat digunakan untuk mengembangkan strategi mitigasi yang lebih efektif.
- b. Penyedia informasi: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat menjadi penyedia informasi tentang perkembangan banjir rob dan dampaknya kepada masyarakat. Hal ini dapat membantu meningkatkan kesadaran dan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana banjir rob.
- c. Pelatihan dan pendidikan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat memberikan pelatihan dan pendidikan tentang mitigasi dan penanggulangan bencana kepada masyarakat, terutama kepada kelompok yang berisiko tinggi. Hal ini akan

- membantu meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana banjir rob yang semakin sering terjadi.
- d. Mitigasi bencana: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat mengembangkan program mitigasi bencana yang lebih efektif, seperti pengurangan risiko banjir rob, pengelolaan sungai, dan pengembangan infrastruktur yang aman dari bencana. Hal ini akan membantu mengurangi dampak dari banjir rob dan meningkatkan ketahanan masyarakat dalam menghadapi bencana.
 - e. Kolaborasi dan kemitraan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat melakukan kolaborasi dan kemitraan dengan pihak-pihak terkait dalam penanggulangan bencana banjir rob, seperti pemerintah, LSM, dan masyarakat. Hal ini akan memperkuat kapasitas dalam penanggulangan bencana dan mengurangi risiko terjadinya bencana banjir rob di masa depan.

Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat memainkan peran penting dalam akselerasi atau pertumbuhan banjir rob dengan melakukan penelitian, menyediakan informasi, memberikan pelatihan dan pendidikan, mengembangkan program mitigasi bencana, dan melakukan kolaborasi dengan pihak-pihak terkait.

3. Fase deselerasi/pematangan (*Maturing*)

Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan memainkan peran penting dalam fase pematangan atau maturasi banjir rob. Beberapa peran dan fungsi yang dapat dilakukan oleh Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan pada fase ini adalah:

- a. Pendidikan dan Pelatihan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat memberikan pendidikan dan pelatihan tentang mitigasi dan penanggulangan bencana banjir rob pada masyarakat dan pihak-pihak terkait. Hal ini dapat meningkatkan kesadaran dan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana banjir rob.
- b. Penelitian: Perguruan Tinggi dapat melakukan penelitian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir rob, serta mengembangkan teknologi dan metode mitigasi yang lebih baik. Penelitian ini dapat membantu meningkatkan pemahaman tentang banjir rob dan mengembangkan solusi yang lebih efektif.
- c. Pengembangan kebijakan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat berperan dalam pengembangan kebijakan terkait mitigasi dan penanggulangan bencana banjir rob, baik di

tingkat lokal maupun nasional. Hal ini dapat memastikan adanya koordinasi dan sinergi antara berbagai pihak dalam penanggulangan bencana banjir rob.

- d. Pemantauan dan evaluasi: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap program mitigasi dan penanggulangan bencana banjir rob yang telah dilakukan. Hal ini akan membantu mengetahui efektivitas program dan memberikan masukan untuk perbaikan di masa depan.
- e. Kolaborasi dan kemitraan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat melakukan kolaborasi dan kemitraan dengan pihak-pihak terkait dalam penanggulangan bencana banjir rob, seperti pemerintah, LSM, dan masyarakat. Hal ini akan memperkuat kapasitas dalam penanggulangan bencana dan mengurangi risiko terjadinya bencana banjir rob di masa depan.

Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat memainkan peran penting dalam fase pematangan atau maturasi banjir rob dengan memberikan pendidikan dan pelatihan, melakukan penelitian, mengembangkan kebijakan, melakukan pemantauan dan evaluasi, serta melakukan kolaborasi dan kemitraan dengan pihak-pihak terkait.

4. Fase jenuh (Saturasi)

Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan memainkan peran penting dalam fase jenuh atau saturasi banjir rob. Berikut beberapa peran dan fungsi yang dapat dilakukan oleh Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan pada fase ini:

- a. Pendidikan dan Pelatihan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat memberikan pendidikan dan pelatihan tentang mitigasi dan penanggulangan bencana banjir rob pada masyarakat dan pihak-pihak terkait. Hal ini dapat meningkatkan kesadaran dan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana banjir rob.
- b. Penelitian: Perguruan Tinggi dapat melakukan penelitian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir rob, serta mengembangkan teknologi dan metode mitigasi yang lebih baik. Penelitian ini dapat membantu meningkatkan pemahaman tentang banjir rob dan mengembangkan solusi yang lebih efektif.

- c. Pengembangan kebijakan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat berperan dalam pengembangan kebijakan terkait mitigasi dan penanggulangan bencana banjir rob, baik di tingkat lokal maupun nasional. Hal ini dapat memastikan adanya koordinasi dan sinergi antara berbagai pihak dalam penanggulangan bencana banjir rob.
- d. Pemantauan dan evaluasi: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap program mitigasi dan penanggulangan bencana banjir rob yang telah dilakukan. Hal ini akan membantu mengetahui efektivitas program dan memberikan masukan untuk perbaikan di masa depan.
- e. Kolaborasi dan kemitraan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat melakukan kolaborasi dan kemitraan dengan pihak-pihak terkait dalam penanggulangan bencana banjir rob, seperti pemerintah, LSM, dan masyarakat. Hal ini akan memperkuat kapasitas dalam penanggulangan bencana dan mengurangi risiko terjadinya bencana banjir rob di masa depan.

Secara umum, Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat memainkan peran penting dalam fase jenuh atau saturasi banjir rob dengan memberikan pendidikan dan pelatihan, melakukan penelitian, mengembangkan kebijakan, melakukan pemantauan dan evaluasi, serta melakukan kolaborasi dan kemitraan dengan pihak-pihak terkait.

5. Fase penurunan/penuaan (Decline)

Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan juga memiliki peran dan fungsi penting dalam fase penurunan atau decline banjir rob. Berikut beberapa peran dan fungsi yang dapat dilakukan oleh Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan pada fase ini:

- a. Pendidikan dan Pelatihan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat memberikan pendidikan dan pelatihan tentang mitigasi dan penanggulangan bencana banjir rob pada masyarakat dan pihak-pihak terkait. Hal ini dapat meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana banjir rob dan mencegah terjadinya kembali bencana tersebut.
- b. Pemulihan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat membantu dalam proses pemulihan pasca bencana banjir rob,

- seperti memberikan bantuan psikososial bagi korban dan membantu dalam proses rekonstruksi fisik.
- c. Evaluasi dan Analisis: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat melakukan evaluasi dan analisis terhadap kerugian yang terjadi akibat bencana banjir rob. Hal ini akan membantu dalam pengembangan solusi dan strategi mitigasi yang lebih baik di masa depan.
 - d. Perbaikan Infrastruktur: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat membantu dalam perbaikan dan pengembangan infrastruktur yang berhubungan dengan mitigasi dan penanggulangan bencana banjir rob, seperti sistem drainase dan pengendalian banjir.
 - e. Kolaborasi dan kemitraan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat melakukan kolaborasi dan kemitraan dengan pihak-pihak terkait dalam proses pemulihan pasca bencana banjir rob, seperti pemerintah, LSM, dan masyarakat. Hal ini akan memperkuat kapasitas dalam penanggulangan bencana dan mengurangi risiko terjadinya bencana banjir rob di masa depan.

Perguruan tinggi dan satuan pendidikan dapat memainkan peran penting dalam fase penurunan atau decline banjir rob dengan memberikan pendidikan dan pelatihan, membantu dalam proses pemulihan pasca bencana, melakukan evaluasi dan analisis, membantu dalam perbaikan infrastruktur, serta melakukan kolaborasi dan kemitraan dengan pihak-pihak terkait

6. Fase berhenti/kematian/daur ulang (*Recycling*)

Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan juga dapat berperan penting dalam fase berhenti/kematian/daur ulang (*Recycling*) banjir rob. Berikut beberapa peran dan fungsi yang dapat dilakukan oleh Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan pada fase ini:

- a. Evaluasi dan Analisis: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat melakukan evaluasi dan analisis terhadap penyebab terjadinya bencana banjir rob, baik secara alamiah maupun buatan manusia. Hal ini dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bencana banjir rob dan membantu dalam pengembangan strategi pencegahan dan mitigasi.
- b. Penelitian dan Inovasi: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat melakukan penelitian dan inovasi dalam pengembangan

teknologi dan sistem yang berhubungan dengan mitigasi dan penanggulangan bencana banjir rob. Hal ini akan membantu dalam pengembangan solusi yang lebih efektif dan efisien.

- c. Pendidikan dan Pelatihan: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat memberikan pendidikan dan pelatihan tentang mitigasi dan penanggulangan bencana banjir rob kepada masyarakat, pemerintah, dan pihak-pihak terkait. Hal ini dapat meningkatkan kesiapsiagaan dan kapasitas dalam menghadapi bencana banjir rob di masa depan.
- d. Penyebaran Informasi: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat berperan sebagai sumber informasi tentang bencana banjir rob, baik melalui publikasi ilmiah maupun sosial media. Hal ini akan membantu dalam penyebaran informasi yang akurat dan membantu masyarakat untuk memahami bencana banjir rob.
- e. Kemitraan dan Kolaborasi: Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat melakukan kemitraan dan kolaborasi dengan pihak-pihak terkait, seperti pemerintah, LSM, dan masyarakat, dalam upaya mitigasi dan penanggulangan bencana banjir rob. Hal ini akan memperkuat kapasitas dalam penanggulangan bencana dan mengurangi risiko terjadinya bencana banjir rob di masa depan.

Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan dapat berperan sebagai sumber informasi dan pemimpin dalam evaluasi dan penelitian bencana banjir rob, memberikan pendidikan dan pelatihan kepada masyarakat, serta melakukan kemitraan dan kolaborasi dengan pihak-pihak terkait untuk mengurangi risiko terjadinya bencana banjir rob di masa depan.

D. Peran dan Fungsi Dunia usaha dan dunia industri

Peran dan fungsi DUDI (Dunia Usaha dan Dunia Industri) pada mitigasi banjir rob menggunakan pendekatan life cycle approach (LCA) sebagai berikut.

1. Fase lahir/munculnya bencana (*Birth*)

Dunia usaha dan dunia industri memiliki peran dan fungsi penting pada fase kelahiran atau kemunculan banjir rob. Beberapa peran dan fungsi tersebut antara lain:

- a. Menjadi bagian dari penanganan bencana: Dunia usaha dan dunia industri dapat membantu pemerintah dalam penanganan bencana banjir rob dengan memberikan dukungan dalam bentuk barang dan jasa, misalnya peralatan untuk membersihkan genangan air, peralatan untuk membangun tanggul, dan sebagainya.
- b. Mengembangkan teknologi dan inovasi: Dunia usaha dan dunia industri dapat mengembangkan teknologi dan inovasi yang dapat membantu mengurangi risiko banjir rob, seperti pengembangan alat yang dapat memprediksi datangnya banjir rob, teknologi untuk membangun sistem drainase yang lebih efektif, atau pengembangan teknologi untuk membangun rumah yang lebih tahan terhadap banjir.
- c. Menjadi penggerak perekonomian: Banjir rob dapat memberikan dampak yang signifikan pada perekonomian, terutama pada sektor usaha dan industri. Oleh karena itu, dunia usaha dan dunia industri dapat berperan dalam memulihkan sektor ekonomi yang terkena dampak, seperti memberikan bantuan dan pelatihan kepada para pelaku usaha agar dapat kembali beroperasi.
- d. Menjadi agen perubahan: Dunia usaha dan dunia industri dapat menjadi agen perubahan dalam mengurangi risiko terjadinya banjir rob dengan mengurangi dampak lingkungan dan memperbaiki sistem pengelolaan limbah. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengimplementasikan praktek bisnis yang ramah lingkungan dan mendukung pengembangan inisiatif keberlanjutan.
- e. Membangun kesadaran dan partisipasi masyarakat: Dunia usaha dan dunia industri dapat berperan dalam membangun kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam upaya mitigasi dan penanggulangan bencana banjir rob. Hal ini dapat dilakukan dengan menyediakan informasi tentang risiko banjir rob, cara menghadapi bencana, dan mengadakan pelatihan serta kampanye kesadaran bagi masyarakat dan karyawan di perusahaan.

2. Fase akselerasi/pertumbuhan (Growth)

Dunia usaha dan dunia industri memiliki peran dan fungsi penting pada fase pertumbuhan atau growth banjir rob. Beberapa peran dan fungsi tersebut antara lain:

- a. Mengembangkan teknologi dan inovasi: Dunia usaha dan dunia industri dapat terus mengembangkan teknologi dan inovasi yang dapat membantu mengurangi risiko banjir rob, seperti

pengembangan teknologi untuk membangun sistem drainase yang lebih efektif, pengembangan teknologi untuk membangun bangunan yang tahan terhadap banjir, dan sebagainya.

- b. Menjadi penggerak perekonomian: Dunia usaha dan dunia industri dapat menjadi penggerak perekonomian pada fase pertumbuhan banjir rob. Dalam situasi ini, sektor usaha dan industri dapat terus beroperasi dengan memperhatikan faktor risiko banjir rob dan memberikan dampak positif pada perekonomian.
- c. Meningkatkan tanggung jawab sosial: Dunia usaha dan dunia industri dapat meningkatkan tanggung jawab sosial dengan memperhatikan dampak lingkungan dan memberikan kontribusi pada pengurangan risiko banjir rob. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menyediakan informasi dan pelatihan bagi karyawan dan masyarakat, memperbaiki sistem pengelolaan limbah, dan melakukan praktik bisnis yang ramah lingkungan.
- d. Mengintegrasikan konsep keberlanjutan: Dunia usaha dan dunia industri dapat mengintegrasikan konsep keberlanjutan pada kegiatan usahanya. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memperhatikan penggunaan energi dan sumber daya alam yang efisien, serta memperhatikan dampak lingkungan dari kegiatan produksi dan distribusi.
- e. Menjadi bagian dari upaya mitigasi dan penanggulangan bencana: Dunia usaha dan dunia industri dapat menjadi bagian dari upaya mitigasi dan penanggulangan bencana banjir rob pada fase pertumbuhan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memberikan dukungan material dan finansial pada program-program mitigasi dan penanggulangan bencana, serta membangun kerjasama dengan pemerintah dan masyarakat dalam upaya mengurangi risiko banjir rob.

3. Fase deselerasi/pematangan (*Maturing*)

Dunia usaha dan dunia industri memainkan peran dan fungsi yang penting pada fase pematangan atau maturasi banjir rob. Beberapa peran dan fungsi yang dimiliki antara lain:

- a. Menjadi pelopor dalam implementasi teknologi dan inovasi: Dunia usaha dan dunia industri dapat menjadi pelopor dalam implementasi teknologi dan inovasi yang dapat membantu mengurangi dampak bencana banjir rob pada fase pematangan atau maturasi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara

mengembangkan teknologi dan inovasi yang lebih canggih dan efektif, yang dapat membantu meningkatkan kesiapsiagaan dan mengurangi risiko dampak bencana.

- b. Menjadi bagian dari upaya penanggulangan dan mitigasi bencana: Dunia usaha dan dunia industri dapat menjadi bagian dari upaya penanggulangan dan mitigasi bencana pada fase pematangan atau maturasi banjir rob. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memberikan dukungan material dan finansial pada program-program penanggulangan dan mitigasi bencana, serta membangun kerjasama dengan pemerintah dan masyarakat dalam upaya mengurangi risiko dampak bencana.
- c. Memperhatikan aspek keberlanjutan: Dunia usaha dan dunia industri dapat memperhatikan aspek keberlanjutan dalam kegiatan produksi dan distribusi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memperhatikan penggunaan energi dan sumber daya alam yang efisien, serta memperhatikan dampak lingkungan dari kegiatan produksi dan distribusi.
- d. Menjadi penggerak ekonomi: Dunia usaha dan dunia industri dapat menjadi penggerak ekonomi pada fase pematangan atau maturasi banjir rob. Dalam situasi ini, sektor usaha dan industri dapat terus beroperasi dengan memperhatikan faktor risiko banjir rob dan memberikan dampak positif pada perekonomian.
- e. Memberikan pelatihan dan edukasi: Dunia usaha dan dunia industri dapat memberikan pelatihan dan edukasi bagi masyarakat mengenai cara-cara yang tepat dalam menghadapi dan mengurangi risiko dampak bencana banjir rob pada fase pematangan atau maturasi. Pelatihan dan edukasi ini dapat membantu meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana.

Dunia usaha dan dunia industri secara umum dapat memainkan peran yang sangat penting pada fase pematangan atau maturasi banjir rob. Melalui pengembangan teknologi dan inovasi yang lebih efektif, mendukung program-program penanggulangan dan mitigasi bencana, memperhatikan aspek keberlanjutan, menjadi penggerak ekonomi, dan memberikan pelatihan dan edukasi, dunia usaha dan dunia industri dapat membantu mengurangi risiko dampak bencana banjir rob pada fase pematangan atau maturasi.

4. Fase jenuh (Saturasi)

Pada fase jenuh atau saturasi banjir rob, dunia usaha dan industri memiliki peran dan fungsi yang penting dalam upaya mitigasi dan adaptasi terhadap banjir rob. Beberapa peran dan fungsi tersebut antara lain:

- a. Pengembangan teknologi dan inovasi: Dunia usaha dan industri dapat memainkan peran penting dalam pengembangan teknologi dan inovasi yang dapat membantu mengurangi dampak banjir rob. Contohnya adalah pengembangan teknologi untuk memperkuat infrastruktur bangunan dan jalan raya, pengembangan sistem peringatan dini, dan pengembangan teknologi pengolahan air limbah.
- b. Investasi dalam infrastruktur: Dunia usaha dan industri dapat berinvestasi dalam infrastruktur yang dapat membantu mengurangi dampak banjir rob, seperti sistem drainase yang lebih baik, bangunan yang lebih tahan terhadap banjir, dan pengembangan kawasan penampungan air.
- c. Meningkatkan kesiapan bisnis: Dunia usaha dan industri juga dapat meningkatkan kesiapan bisnis dalam menghadapi banjir rob, seperti melakukan simulasi bencana, menyimpan cadangan pasokan, dan memperkuat sistem manajemen risiko.
- d. Berpartisipasi dalam program mitigasi dan adaptasi: Dunia usaha dan industri dapat berpartisipasi dalam program mitigasi dan adaptasi yang dicanangkan oleh pemerintah atau lembaga lainnya. Contohnya adalah program pemberdayaan masyarakat dalam mengurangi sampah plastik, program penanaman pohon, dan program penghijauan kota.
- e. Mendorong pembentukan kebijakan: Dunia usaha dan industri juga dapat berperan dalam mendorong pembentukan kebijakan yang berpihak pada mitigasi dan adaptasi banjir rob, seperti regulasi yang mendorong penggunaan teknologi hijau dan pengurangan emisi karbon.

5. Fase penurunan/penuaan (*Decline*)

Pada fase penurunan atau decline banjir rob, dunia usaha dan industri masih memiliki peran dan fungsi penting dalam upaya pemulihan dan pembangunan kembali daerah yang terkena dampak banjir rob. Beberapa peran dan fungsi tersebut antara lain:

- a. Investasi dalam pembangunan kembali: Dunia usaha dan industri dapat berinvestasi dalam pembangunan kembali infrastruktur yang rusak akibat banjir rob, seperti jalan raya, bangunan, dan sistem drainase.
- b. Membangun kembali kepercayaan masyarakat: Dunia usaha dan industri dapat membantu membangun kembali kepercayaan masyarakat dengan menyediakan produk dan layanan yang berkualitas dan dapat membantu memperbaiki kualitas hidup masyarakat.
- c. Meningkatkan kesejahteraan masyarakat: Dunia usaha dan industri juga dapat membantu meningkatkan kesejahteraan masyarakat yang terkena dampak banjir rob dengan menyediakan lapangan kerja, meningkatkan kualitas pendidikan dan kesehatan, dan menyediakan bantuan sosial.
- d. Berpartisipasi dalam program rehabilitasi: Dunia usaha dan industri dapat berpartisipasi dalam program rehabilitasi yang dicanangkan oleh pemerintah atau lembaga lainnya, seperti program penghijauan kembali daerah yang terkena dampak banjir rob, program pembersihan dan penataan kembali kawasan terdampak, dan program peningkatan kapasitas masyarakat dalam menghadapi banjir rob.
- e. Memperkuat sistem manajemen risiko: Dunia usaha dan industri juga dapat memperkuat sistem manajemen risiko dalam menghadapi banjir rob, seperti memperbaiki infrastruktur bangunan dan sistem drainase, meningkatkan kapasitas staf dan karyawan dalam menghadapi bencana, dan menyediakan sistem peringatan dini.

6. Fase berhenti/kematian/daur ulang (Recycling)

Pada fase berhenti/kematian/daur ulang (recycling) banjir rob, dunia usaha dan dunia industri masih memiliki peran dan fungsi penting dalam upaya pencegahan terjadinya banjir rob pada masa depan. Beberapa peran dan fungsi tersebut antara lain:

- a. Menjadi agen perubahan: Dunia usaha dan industri dapat menjadi agen perubahan dalam upaya mencegah terjadinya banjir rob pada masa depan, dengan menerapkan praktik-praktik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam operasional bisnisnya, serta mempromosikan perilaku yang sadar lingkungan kepada karyawan dan konsumen.

- b. Mengurangi risiko banjir rob: Dunia usaha dan industri dapat berkontribusi dalam mengurangi risiko banjir rob dengan mendukung program-program pemerintah atau lembaga lainnya yang fokus pada pencegahan banjir rob, seperti program penghijauan dan konservasi lahan basah, serta meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan dan mengurangi polusi.
- c. Memperkuat sistem manajemen risiko: Dunia usaha dan industri juga dapat memperkuat sistem manajemen risiko dalam menghadapi banjir rob pada masa depan, dengan memperbaiki infrastruktur bangunan dan sistem drainase, meningkatkan kapasitas staf dan karyawan dalam menghadapi bencana, serta menyediakan sistem peringatan dini dan evakuasi.
- d. Membangun komunitas tangguh bencana: Dunia usaha dan industri juga dapat membantu membangun komunitas tangguh bencana dengan menyediakan bantuan sosial dan kemanusiaan pada saat terjadinya banjir rob, serta memberikan pelatihan dan bimbingan kepada masyarakat tentang cara menghadapi bencana dan mempersiapkan diri dalam menghadapi situasi darurat.
- e. Mengembangkan inovasi teknologi: Dunia usaha dan industri juga dapat mengembangkan inovasi teknologi untuk memperkuat sistem manajemen risiko dalam menghadapi banjir rob, seperti teknologi penginderaan jauh untuk memantau cuaca dan kondisi lingkungan, serta teknologi peramalan cuaca dan banjir rob yang akurat.

E. Peran dan Fungsi Lembaga Swasta (Yayasan/LSM)

Peran dan fungsi lembaga swasta (LSM/NGO) dalam mitigasi bencana banjir rob dengan menggunakan pendekatan *Life Cycle Approach* (LCA), yaitu sebagai berikut.

1. Fase lahir/munculnya bencana (*Birth*)

Pada fase kelahiran atau munculnya banjir rob, peran LSM/NGO dapat meliputi:

- a. Memberikan informasi dan edukasi tentang risiko banjir rob: LSM/NGO dapat memberikan informasi dan edukasi tentang risiko banjir rob pada masyarakat, termasuk penyebab banjir rob, daerah-daerah yang rawan terjadi banjir rob, serta cara mengurangi risiko banjir rob.

- b. Melakukan kampanye sosialisasi: LSM/NGO dapat melakukan kampanye sosialisasi tentang pentingnya mitigasi banjir rob dan cara-cara untuk mengurangi risiko banjir rob, seperti mengurangi sampah plastik, memelihara daerah resapan air, atau membangun saluran drainase yang baik.
- c. Melakukan pemantauan dan pengamatan: LSM/NGO dapat melakukan pemantauan dan pengamatan terhadap kondisi lingkungan sekitar yang berpotensi menjadi penyebab banjir rob, seperti kondisi sungai dan hutan, serta memperhatikan perubahan cuaca dan iklim.
- d. Mendorong partisipasi masyarakat: LSM/NGO dapat mendorong partisipasi masyarakat dalam upaya mitigasi banjir rob, seperti melakukan kegiatan penghijauan, membersihkan sungai dan drainase, serta membangun tanggul.
- e. Mendorong perubahan kebijakan: LSM/NGO dapat mendorong perubahan kebijakan di tingkat pemerintah, seperti peningkatan pengelolaan sungai dan daerah resapan air, agar dapat mengurangi risiko banjir rob di masa depan.
- f. Memberikan bantuan dan dukungan: LSM/NGO dapat memberikan bantuan dan dukungan kepada masyarakat yang terkena dampak banjir rob, seperti pemberian bantuan logistik, penyediaan air bersih, atau penyediaan tempat pengungsian.

2. Fase akselerasi/pertumbuhan (*Growth*)

Pada fase pertumbuhan atau growth banjir rob, peran dan fungsi LSM/NGO dapat meliputi:

- a. Melakukan evaluasi dan monitoring: LSM/NGO dapat melakukan evaluasi dan monitoring terhadap implementasi kebijakan pemerintah terkait mitigasi banjir rob, serta mengamati efektivitas dari upaya mitigasi yang sudah dilakukan.
- b. Melakukan penelitian: LSM/NGO dapat melakukan penelitian tentang penyebab banjir rob dan solusi-solusi yang dapat diterapkan untuk mengurangi risiko banjir rob.
- c. Melakukan kampanye advokasi: LSM/NGO dapat melakukan kampanye advokasi untuk memperjuangkan kebijakan dan tindakan yang lebih proaktif dalam mengurangi risiko banjir rob, seperti meningkatkan investasi dalam infrastruktur mitigasi, meningkatkan pengawasan terhadap pembangunan yang merusak

lingkungan, atau memperjuangkan hak-hak masyarakat yang terkena dampak banjir rob.

- d. Meningkatkan kapasitas masyarakat: LSM/NGO dapat meningkatkan kapasitas masyarakat dalam menghadapi banjir rob, seperti memberikan pelatihan tentang cara menghadapi banjir rob dan membuat rencana darurat.
- e. Mendorong partisipasi masyarakat: LSM/NGO dapat mendorong partisipasi masyarakat dalam upaya mitigasi banjir rob, seperti membantu masyarakat untuk memperbaiki dan memelihara saluran drainase dan sungai, serta melakukan kegiatan penghijauan.
- f. Memberikan bantuan dan dukungan: LSM/NGO dapat memberikan bantuan dan dukungan kepada masyarakat yang terdampak banjir rob.

3. Fase deselerasi/pematangan (*Maturing*)

LSM/NGO (Lembaga Swadaya Masyarakat/Organisasi NonPemerintah) memainkan peran yang penting dalam fase pematangan atau maturasi banjir rob. Berikut ini adalah beberapa peran dan fungsi LSM/NGO pada fase ini:

- a. Mengumpulkan dan menyebarkan informasi: LSM/NGO dapat mengumpulkan informasi tentang banjir rob dan membagikannya ke masyarakat melalui media sosial, situs web, atau publikasi. Informasi ini dapat membantu masyarakat untuk mempersiapkan diri secara lebih baik dalam menghadapi banjir rob.
- b. Pendidikan dan sosialisasi: LSM/NGO dapat melakukan sosialisasi kepada masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan hidup dan melakukan upaya mitigasi bencana, seperti penanaman pohon, pemeliharaan sungai, dan lain sebagainya. Selain itu, LSM/NGO juga dapat memberikan pelatihan kepada masyarakat tentang cara bertindak saat terjadi banjir rob.
- c. Penggalangan dana dan bantuan: LSM/NGO dapat menggalang dana dan bantuan dari masyarakat dan donatur untuk membantu korban banjir rob. Bantuan yang diberikan dapat berupa logistik, obat-obatan, makanan, air bersih, atau kebutuhan lainnya.
- d. Monitoring dan evaluasi: LSM/NGO dapat melakukan monitoring dan evaluasi terhadap upaya penanganan banjir rob oleh pemerintah dan masyarakat. Hasil monitoring dan evaluasi ini

dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan dan meningkatkan kualitas penanganan bencana di masa mendatang.

- e. Advokasi dan pengawasan: LSM/NGO dapat melakukan advokasi terhadap pemerintah dan institusi lainnya untuk memperjuangkan hak-hak masyarakat yang terkena dampak banjir rob, seperti hak atas perlindungan dan pemenuhan kebutuhan dasar.

4. Fase jenuh (Saturasi)

LSM/NGO (Lembaga Swadaya Masyarakat/Organisasi Nonpemerintah) juga memainkan peran penting dalam fase jenuh atau saturasi banjir rob. Berikut ini adalah beberapa peran dan fungsi LSM/NGO pada fase ini:

- a. Penyediaan bantuan darurat: LSM/NGO dapat menyediakan bantuan darurat bagi masyarakat yang terkena dampak banjir rob, seperti makanan, air bersih, obat-obatan, dan perlengkapan lainnya.
- b. Koordinasi dan logistik: LSM/NGO dapat membantu koordinasi dan logistik dalam upaya penanganan banjir rob, seperti distribusi bantuan, transportasi, dan penyediaan fasilitas kesehatan sementara.
- c. Pemantauan dan evaluasi: LSM/NGO dapat melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap penanganan banjir rob oleh pemerintah dan institusi lainnya. Evaluasi ini dapat membantu dalam perbaikan dan peningkatan kualitas penanganan bencana di masa mendatang.
- d. Rehabilitasi dan rekonstruksi: LSM/NGO dapat membantu dalam upaya rehabilitasi dan rekonstruksi wilayah yang terkena dampak banjir rob, seperti membangun kembali infrastruktur dan rumah-rumah yang rusak.
- e. Advokasi dan pengawasan: LSM/NGO dapat melakukan advokasi dan pengawasan terhadap pemerintah dan institusi lainnya untuk memastikan bahwa upaya penanganan banjir rob dilakukan dengan baik dan transparan.

5. Fase penurunan/penuaan (*Decline*)

LSM/NGO (Lembaga Swadaya Masyarakat/Organisasi Nonpemerintah) juga memainkan peran penting dalam fase penurunan atau decline banjir rob. Berikut ini adalah beberapa peran dan fungsi LSM/NGO pada fase ini:

- a. Rehabilitasi dan rekonstruksi: LSM/NGO dapat membantu dalam upaya rehabilitasi dan rekonstruksi wilayah yang terkena dampak banjir rob, seperti membangun kembali infrastruktur dan rumah-rumah yang rusak.
- b. Pemberian bantuan: LSM/NGO dapat memberikan bantuan bagi masyarakat yang masih membutuhkan, seperti makanan, air bersih, obat-obatan, dan perlengkapan lainnya.
- c. Pemantauan dan evaluasi: LSM/NGO dapat melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap kondisi wilayah yang terkena dampak banjir rob setelah fase banjir rob berakhir. Evaluasi ini dapat membantu dalam perbaikan dan peningkatan kualitas penanganan bencana di masa mendatang.
- d. Pendidikan dan sosialisasi: LSM/NGO dapat melakukan sosialisasi kepada masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan hidup dan melakukan upaya mitigasi bencana, seperti penanaman pohon, pemeliharaan sungai, dan lain sebagainya.
- e. Advokasi dan pengawasan: LSM/NGO dapat melakukan advokasi dan pengawasan terhadap pemerintah dan institusi lainnya untuk memastikan bahwa upaya rehabilitasi dan rekonstruksi wilayah yang terkena dampak banjir rob dilakukan dengan baik dan transparan.

6. Fase berhenti/kematian/daur ulang (*Recycling*)

LSM/NGO (Lembaga Swadaya Masyarakat/Organisasi Nonpemerintah) juga memainkan peran penting dalam fase berhenti/kematian/daur ulang atau recycling banjir rob. Berikut ini adalah beberapa peran dan fungsi LSM/NGO pada fase ini:

- a. Pendidikan dan sosialisasi: LSM/NGO dapat melakukan sosialisasi kepada masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan hidup dan melakukan upaya mitigasi bencana, seperti penanaman pohon, pemeliharaan sungai, dan lain sebagainya. Hal ini dapat mengurangi risiko terjadinya banjir rob di masa mendatang.
- b. Pengelolaan sampah: LSM/NGO dapat membantu dalam pengelolaan sampah, termasuk sampah yang dihasilkan oleh banjir rob. Hal ini dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan dan risiko terjadinya banjir rob di masa mendatang.
- c. Monitoring dan evaluasi: LSM/NGO dapat melakukan monitoring dan evaluasi terhadap kondisi wilayah yang terkena dampak banjir rob setelah fase banjir rob berakhir. Evaluasi ini dapat membantu

dalam perbaikan dan peningkatan kualitas penanganan bencana di masa mendatang.

- d. Advokasi dan pengawasan: LSM/NGO dapat melakukan advokasi dan pengawasan terhadap pemerintah dan institusi lainnya untuk memastikan bahwa upaya pengelolaan sampah dan mitigasi bencana dilakukan dengan baik dan transparan.

Dengan peran dan fungsi yang dimilikinya, LSM/NGO dapat membantu masyarakat dalam mengatasi dampak banjir rob dan memperjuangkan hak-hak mereka sebagai korban bencana, serta meningkatkan kesadaran masyarakat untuk melakukan upaya mitigasi bencana di masa mendatang. LSM/NGO juga dapat membantu dalam menjaga lingkungan hidup dan mengurangi risiko terjadinya banjir rob di masa mendatang.

BAB 9

Penutup

Model mitigasi banjir rob dengan Pendekatan *Life Cycle Approach* (LCA) dilakukan dengan tahapan-tahapan siklus kehidupan yaitu: a) tahapan muncul atau lahirnya (*birth*) bencana banjir rob, 2) pertumbuhan/perkembangan (*growth*) bencana, 3) tahapan pematangan (maturasi/puncak) bencana, 4) tahapan titik jenuh (saturasi) bencana, 5) tahapan penurunan (*decline*), dan 6) tahapan berhenti/mati dan atau mengalami pengulangan (*recycle*). Model mitigasi dengan pendekatan tersebut telah memenuhi standar/criteria validasi, termasuk diantaranya: a) efektifitas model, 2) keberlanjutan (*sustainability*), 3) efisiensi biaya, 4) keterpaduan dengan wilayah sekitar, 5) keamanan, dan 6) fleksibilitas model.

Kelebihan dan kelemahan penerapan model mitigasi banjir-rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*life cycle approach*) di kawasan pesisir kota, yaitu:

1. Kelebihan

- Berorientasi pada solusi jangka panjang.
- Lebih efektif dalam mengatasi masalah banjir rob.
- Dapat mengurangi biaya pemeliharaan.
- Mendorong keterlibatan masyarakat.
- Dapat meningkatkan kualitas lingkungan.

2. Kelemahan

- Memerlukan waktu dan biaya yang lebih besar
- Kurangnya fleksibilitas.
- Sulit dalam pengambilan keputusan.
- Tidak dapat menjamin kesuksesan proyek.
- Kurangnya partisipasi masyarakat

Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi kelemahan penerapan model mitigasi banjir-rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*life cycle approach*) di kawasan pesisir kota, yaitu: a) mempercepat proses perencanaan, b) meningkatkan fleksibilitas, c) meningkatkan transparansi pengambilan keputusan, d) melakukan simulasi dan uji coba, dan e) meningkatkan partisipasi masyarakat. Teknik dan pemanfaatan (pengintegrasian) budidaya Mangrove pada model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*life cycle approach*) yaitu: teknik penanaman langsung, teknik penanaman terapung, penanaman dalam pot, sistem hidroponik dan guludan. Secara umum, teknik budidaya dan pemanfaatan Mangrove ke dalam model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan dilakukan dengan teknik kombinasi bergantung dari topologi lahan dan ketersediaan sumberdaya.

Berbagai upaya yang dapat dilakukan lebih lanjut oleh semua stakeholders (Pemerintah Daerah Kota Masyarakat, Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan, Dunia Usaha dan Dunia Industri, LSM/NGO) dalam mitigasi bencana banjir yaitu sebagai berikut.

1. Pemerintah Daerah

Penerapan model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan (*life cycle approach*)

- Melakukan kajian dan pemetaan wilayah rawan banjir rob Sebelum memulai program mitigasi banjir rob, Pemerintah kota perlu melakukan kajian dan pemetaan wilayah yang rawan terkena banjir rob. Hal ini dapat membantu Pemerintah untuk menentukan lokasi yang paling membutuhkan program mitigasi dan memprioritaskan program pada wilayah yang paling berisiko.
- Meningkatkan partisipasi masyarakat. Program mitigasi banjir rob perlu melibatkan partisipasi aktif dari masyarakat setempat. Pemerintah kota perlu melakukan sosialisasi dan memberikan pelatihan kepada masyarakat tentang cara mengurangi risiko banjir rob dan cara mengelola lingkungan hidup secara berkelanjutan. Dengan melibatkan masyarakat, program mitigasi banjir rob dapat berjalan lebih efektif dan berkelanjutan.
- Membangun kerja sama antar sektor. Program mitigasi banjir rob melibatkan berbagai sektor, seperti lingkungan hidup, infrastruktur, dan pertanian. Oleh karena itu, pemerintah kota

perlu membangun kerja sama yang baik antar sektor untuk memastikan kelancaran program dalam penerapan model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus kehidupan.

- Mengoptimalkan penggunaan teknologi modern dapat membantu memudahkan dan mempercepat pelaksanaan program mitigasi banjir rob. Pemerintah Kota perlu mengoptimalkan penggunaan teknologi, seperti sistem informasi geografis (SIG), untuk memantau kondisi wilayah dan mengoptimalkan penggunaan lahan.
- Memperkuat pengawasan dan pemantauan Program mitigasi banjir rob harus diawasi dan dipantau secara teratur untuk memastikan keberhasilannya. Pemerintah kota perlu melibatkan tenaga ahli dan stakeholder terkait dalam pengawasan dan pemantauan ini untuk memastikan bahwa program tersebut berjalan dengan baik dan memberikan manfaat yang maksimal.
- Menyusun rencana aksi berkelanjutan Program mitigasi banjir rob harus dijadikan sebagai program berkelanjutan dengan menyusun rencana aksi yang komprehensif dan jangka panjang. Rencana aksi tersebut harus mencakup aspek-aspek penting, seperti pemeliharaan infrastruktur, pengembangan teknologi, pengawasan dan pemantauan, serta pemanfaatan hasil produksi secara berkelanjutan.
- Pengintegrasian budidaya Mangrove ke dalam model mitigasi banjir rob dengan siklus kehidupan.

Pemerintah kota dalam mengintegrasikan budidaya Mangrove ke dalam model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus hidup (*life cycle approach*), hendaknya:

- Melakukan kajian awal Sebelum memulai program budidaya Mangrove, Pemerintah kota perlu melakukan kajian awal terhadap kondisi lingkungan, potensi keberhasilan, dan dampak sosial dan ekonomi yang mungkin terjadi. Kajian ini dapat membantu Pemerintah untuk memastikan bahwa program tersebut dapat dilakukan dengan tepat sasaran dan memberikan manfaat yang maksimal.
- Meningkatkan partisipasi masyarakat pemerintah kota perlu menggandeng masyarakat dalam program budidaya Mangrove. Hal ini dapat dilakukan melalui sosialisasi yang efektif dan program pelatihan bagi masyarakat setempat. Dengan

meningkatkan partisipasi masyarakat, program ini diharapkan dapat berjalan dengan lebih lancar dan memberikan manfaat yang lebih besar bagi masyarakat.

- Membangun kerja sama antarsektor Program budidaya Mangrove ini melibatkan berbagai sektor, seperti sektor lingkungan, perikanan, dan pertanian. Oleh karena itu, Pemerintah Kota perlu membangun kerja sama yang baik antar sektor untuk memastikan kelancaran program ini.
- Memperkuat pengawasan dan pemantauan. Program budidaya Mangrove harus diawasi dan dipantau secara teratur untuk memastikan keberhasilannya. Pemerintah kota perlu melibatkan tenaga ahli dan stakeholder terkait dalam pengawasan dan pemantauan ini untuk memastikan bahwa program tersebut berjalan dengan baik dan memberikan manfaat yang maksimal.
- Mengoptimalkan penggunaan teknologi modern dapat membantu memudahkan dan mempercepat pelaksanaan program budidaya Mangrove. Pemerintah kota perlu mengoptimalkan penggunaan teknologi, seperti sistem informasi geografis (SIG), untuk memantau pertumbuhan Mangrove, mengoptimalkan penggunaan lahan, dan meningkatkan efisiensi program ini.
- Menyusun rencana aksi berkelanjutan Program budidaya Mangrove harus dijadikan sebagai program berkelanjutan dengan menyusun rencana aksi yang komprehensif dan jangka panjang. Rencana aksi tersebut harus mencakup aspek-aspek penting, seperti pemeliharaan, pengembangan, pengawasan, dan pemanfaatan hasil produksi Mangrove secara berkelanjutan.

2. Masyarakat

Beberapa saran bagi masyarakat dalam melaksanakan model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus hidup:

- Mengurangi penggunaan air. Masyarakat dapat mengurangi penggunaan air di rumah dengan cara mengecek dan memperbaiki kerusakan pada pipa dan kran, menggunakan shower alih-alih bathtub, dan menutup kran saat tidak digunakan. Hal ini dapat membantu mengurangi risiko banjir rob karena air limbah yang dihasilkan akan berkurang;

- Mengelola limbah secara benar. Limbah yang tidak dikelola dengan benar dapat menyebabkan banjir rob. Oleh karena itu, masyarakat perlu membuang sampah pada tempatnya dan memisahkan limbah organik dan anorganik. Masyarakat juga dapat mengelola limbah organik dengan cara membuat kompos atau pupuk organik yang dapat digunakan untuk tanaman;
- Memanfaatkan lahan terbuka dengan bijak. Masyarakat perlu memanfaatkan lahan terbuka, seperti sungai dan daerah tangkapan air, dengan bijak. Masyarakat dapat menanam pohon-pohon, termasuk mangrove, di sepanjang sungai untuk membantu menyerap air dan mengurangi risiko banjir rob. Selain itu, masyarakat juga dapat menghindari membuang sampah di sungai dan daerah tangkapan air;
- Meningkatkan kesadaran akan pentingnya lingkungan hidup. Masyarakat perlu meningkatkan kesadaran akan pentingnya lingkungan hidup dan dampak buruk dari perilaku yang merusak lingkungan. Dengan meningkatkan kesadaran, masyarakat akan lebih terdorong untuk berperan aktif dalam menjaga lingkungan hidup dan menerapkan perilaku yang ramah lingkungan;
- Melakukan kampanye tentang mitigasi banjir rob. Masyarakat juga dapat melakukan kampanye tentang mitigasi banjir rob dan pentingnya menjaga lingkungan hidup. Hal ini dapat membantu meningkatkan kesadaran masyarakat dan memotivasi masyarakat untuk berpartisipasi aktif dalam program mitigasi banjir rob

3. Perguruan Tinggi dan Satuan Pendidikan

Beberapa saran bagi perguruan tinggi dan satuan pendidikan dalam melaksanakan model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus hidup (*life cycle approach*), agar:

- Menyelenggarakan program edukasi. Perguruan tinggi dan satuan pendidikan dapat menyelenggarakan program edukasi tentang mitigasi banjir rob dan pentingnya menjaga lingkungan hidup. Program edukasi tersebut dapat mencakup penjelasan mengenai cara-cara mitigasi banjir rob, manfaat budidaya mangrove, dan dampak dari perilaku yang merusak lingkungan hidup. Program edukasi ini dapat membantu meningkatkan kesadaran masyarakat dan memotivasi mereka untuk berpartisipasi aktif dalam program mitigasi banjir rob;

- Melakukan penelitian dan pengembangan. Perguruan tinggi dapat melakukan penelitian dan pengembangan mengenai teknologi dan inovasi dalam bidang mitigasi banjir rob dan budidaya mangrove. Hasil dari penelitian dan pengembangan tersebut dapat diterapkan dalam program mitigasi banjir rob di wilayah sekitar perguruan tinggi. Selain itu, hasil penelitian dan pengembangan juga dapat dijadikan sebagai bahan untuk penyusunan kebijakan dalam bidang mitigasi banjir rob dan pengembangan budidaya mangrove;
- Melaksanakan kegiatan pengabdian masyarakat. Perguruan tinggi dapat melaksanakan kegiatan pengabdian masyarakat yang berfokus pada mitigasi banjir rob dan pengembangan budidaya mangrove. Kegiatan pengabdian masyarakat tersebut dapat melibatkan mahasiswa dan dosen dalam pelaksanaannya. Contohnya adalah pelatihan cara menanam mangrove dan melakukan pengelolaan sungai yang baik kepada masyarakat setempat;
- Mengadakan program kerjasama dengan pemerintah dan masyarakat. Perguruan tinggi dapat mengadakan program kerjasama dengan pemerintah dan masyarakat dalam program mitigasi banjir rob dan pengembangan budidaya mangrove. Program kerjasama tersebut dapat mencakup penanaman mangrove di sepanjang sungai, pengelolaan daerah tangkapan air, dan pengelolaan limbah. Melalui program kerjasama tersebut, perguruan tinggi dapat membantu meningkatkan kesadaran masyarakat dan memperkuat kemitraan antara perguruan tinggi, pemerintah, dan masyarakat dalam menjaga lingkungan hidup.

4. Dunia Usaha dan Dunia Industri (DUDI)

Agar dunia usaha dan dunia industri (DUDI) dalam melaksanakan model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus hidup (*life cycle approach*):

- Melakukan program tanggung jawab sosial dan lingkungan. Dunia usaha dan dunia industri dapat melakukan program tanggung jawab sosial dan lingkungan dengan melakukan kegiatan yang mendukung mitigasi banjir rob dan pengembangan budidaya mangrove. Contohnya adalah mendukung program penanaman mangrove dan pengelolaan sungai yang baik di wilayah sekitar pabrik atau perusahaan.

Program ini dapat membantu mengurangi dampak negatif dari kegiatan industri pada lingkungan dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan hidup.

- Mengadopsi teknologi ramah lingkungan. Dunia usaha dan dunia industri dapat mengadopsi teknologi ramah lingkungan dalam kegiatan produksi dan operasionalnya. Teknologi ramah lingkungan dapat membantu mengurangi dampak negatif pada lingkungan dan meningkatkan efisiensi produksi. Contohnya adalah teknologi pengolahan air limbah yang lebih efektif dan penggunaan energi terbarukan.
- Melakukan audit lingkungan. Dunia usaha dan dunia industri dapat melakukan audit lingkungan untuk mengevaluasi dampak kegiatan industri pada lingkungan sekitar. Audit lingkungan ini dapat membantu menemukan solusi untuk mengurangi dampak negatif pada lingkungan dan meningkatkan kinerja lingkungan perusahaan. Hasil audit juga dapat dijadikan sebagai bahan untuk menyusun kebijakan dan strategi pengelolaan lingkungan yang lebih baik.
- Melakukan kolaborasi dengan pemerintah dan masyarakat. Dunia usaha dan dunia industri dapat melakukan kolaborasi dengan pemerintah dan masyarakat dalam program mitigasi banjir rob dan pengembangan budidaya mangrove. Kolaborasi ini dapat mencakup penanaman mangrove di sepanjang sungai yang berdekatan dengan pabrik atau perusahaan dan pengelolaan limbah yang lebih baik. Melalui kolaborasi ini, dunia usaha dan dunia industri dapat membantu meningkatkan kesadaran masyarakat dan memperkuat kemitraan antara dunia usaha, pemerintah, dan masyarakat dalam menjaga lingkungan hidup.

5. LSM/NGO

Agar LSM/NGO dalam melaksanakan model mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus hidup (*life cycle approach*):

- Meningkatkan kesadaran masyarakat LSM/NGO dapat meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus hidup. Hal ini dapat dilakukan dengan menyelenggarakan kampanye atau sosialisasi di masyarakat, baik melalui media sosial maupun pertemuan langsung. LSM/NGO juga dapat melibatkan

masyarakat dalam program penanaman mangrove atau pengelolaan sungai yang baik.

- Menggalang dana LSM/NGO dapat menggalang dana untuk mendukung program mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus hidup. Dana yang terkumpul dapat digunakan untuk mendukung kegiatan penanaman mangrove, pengelolaan sungai, atau program pendidikan lingkungan.
- Menjalin kemitraan dengan pemerintah dan dunia usaha LSM/NGO dapat menjalin kemitraan dengan pemerintah dan dunia usaha dalam program mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus hidup. Kemitraan ini dapat mencakup penggalangan dana, pelaksanaan program, dan pertukaran informasi dan sumber daya.
- Melakukan pemantauan dan evaluasi LSM/NGO dapat melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap program mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus hidup yang dilaksanakan. Pemantauan dan evaluasi ini dapat membantu mengetahui efektivitas program dan menemukan solusi untuk meningkatkan kinerja program di masa depan.

Mengembangkan inovasi LSM/NGO dapat mengembangkan inovasi dalam program mitigasi banjir rob dengan pendekatan siklus hidup. Inovasi ini dapat berupa penggunaan teknologi baru dalam pengelolaan sungai atau program pendidikan lingkungan yang kreatif dan inovatif.

Daftar Pustaka

- Abebe, Y. A., Ghorbani, A., Nikolic, I., Vojinovic, Z., & Sanchez, A. 2018. "A coupled Flood-Agent-Institution Modelling (CLAIM) Framework For Urban Flood Risk Management", *Environmental Modelling & Software*, *Environmental Modelling and Software* xxx (xxxx) xxx-xxx
<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.10.015>.
- Aerts, J., Botzen, W., Bowman, M. J., Ward, P. J., and Dircke, P. (2012). *Climate Adaptation and Flood Risk in Coastal Cities*. New York: Earthscan.
- Afriansyah, S., Tira, B. S., & Khasanah, A. N. 2019. "Pearl Tea" Inovasi Teh Herbal Buah Mangrove Pedada (*Sonneratia caseolaris*) Sebagai Sumber Antioksidan Dalam Mendukung Tercapainya Industri Kreatif 4.0 Daerah Jambi", *Khazanah Intelektual*, 3(3): 527-542.
- APFM & WMO. 2013. *Integrated Flood Management Tools Series: Coastal and Delta Flood Management*. Netherlands: APFM & WMO.
- Akasia, A. I., Putra, I. D. N. N., & Putra, I. N. G. 2021. "Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* yang Dikoleksi dari Kawasan Mangrove Desa Tuban, Bali", *Journal Of Marine Research And Technology (JMRT)*, 4(1): 16-22
- Aksornkoe, S. 2004. "Sustainable use and conservation of mangrove forest resources with emphasis on policy and management practices in Thailand" dalam Vanucci, M. (Ed.). *Mangrove Management And Conservation: Present And Future*. Japan: United Nations University.

- Alhaddad, Z. A., Wahyudi, D., & Tanod, W. A. 2019. "Bioaktivitas Antibakteri Dari Ekstrak Daun Mangrove *avicennia sp.*", *Jurnal Kelautan*, 12(1): 12-22.
- Al Hazar, B., & Hasriyanti. 2020. "Persepsi Dan Partisipasi Dalam Program Csr Ekowisata Mangrove", *Jurnal Environmental Science*, 3(1).
- Amirullah., Nasruddin, H., Karim, M., Nurhikmawati., & Mangarengi, Y. 2022. "Uji Sensitivitas Daun Mangrove Terhadap Bakteri *Eschericia Coli* dengan Metode Kirby Bauer Disc", *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*, 2(5): 312-320.
- Amirullah, Wardoyo, T., & Rapisasari, D. 2019. "Pemanfaatan Buah Dan Daun Bakau (*Mangrove*) Untuk Produk Minuman Dan Makanan Bernilai Ekonomis Tinggi", Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Pemberdayaan Masyarakat yang Berkelanjutan Menyongsong Revolusi Industri 4.0.
- Andrea, R. M., Sudharto, P. H., and Kismartini, K. 2020. "Strategi Adaptasi Non-struktural dalam Menghadapi Banjir Pasang: Studi Kasus Kota Pekalongan", *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020, Palembang 20 Oktober 2020* "Komoditas Sumber Pangan untuk Meningkatkan Kualitas Kesehatan di Era Pandemi Covid -19"
- Antisipasi Menghadapi Banjir, diakses dari <https://pusdataru.jatengprov.go.id/iNEWS/antisipasi-menghadapi-banjir.html>, tanggal 26 Maret 2023.
- Ardiansyah, P. R., Wonggo, D., Dotulong, V., Damongilala, L. J., Harikedua, S. D., Mentang, F., & Sanger, G. 2020. "Proksimat Pada Tepung Buah Mangrove *Sonneratia alba*", *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 8(3):82-87.
- Aritonang, A. B., Wenisda, F. M., & Sofiana, M. 2020. "Asap Cair Dari Limbah Kulit Mangrove *Avicennia Alba* Untuk Pengawetan Bakso Ikan" *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 3(1): 31-37.
- Asikin., & Melhanah. 2020. "Tumbuhan Liar Rawa Mangrove Sebagai Insektisida Nabati Terhadap Hama Krop Kubis Di Lahan Rawa Pasang Surut", *Jurnal AGRI PEAT*, 21(1):40 - 47.
- Asriani, I., Sudarsono, B., & Wahyuddin, Y. 2021. "Analisis Kesesuaian Penggunaan Lahan Mangrove dan Tambak Dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (Studi Kasus :Kab. Pati)", *Jurnal Geodesi Undip*, 10(1).

- Asrofi, A. 2017. "Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir Dalam Penanganan Bencana Banjir Rob Dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Wilayah (Studi Di Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak Jawa Tengah)", *Jurnal Ketahanan Nasional*, 23(2), 125-144. DOI:<http://dx.doi.org/10.22146/jkn.26257>.
- Astuti, A. D., & Titah, H. S. 2020. "Studi Fitoremediasi Polutan Minyak Bumi di Wilayah Pesisir Tercemar Menggunakan Tumbuhan Mangrove (Studi Kasus: Tumpahan Minyak Mentah Sumur)", *Jurnal Teknik ITS*, 9(2).
- Australian Government Department of Home Affairs. 2018. *National Disaster Risk Reduction Framework*. Australia: Australian Government Department of Home Affairs.
- Bambang, A. N., Triarso, I., & Muzakir, A. K. 2020. "Komoditas Unggulan Dan Potensial di Kota Pekalongan", *Prosiding Seminar Nasional, Semarang 2 Desember 2020 "Pembangunan Hijau dan Perizinan: Diplomasi, kesiapan perangkat dan pola standarisasi"*.
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1983). *Educational research: an introduction*. London: Longman, Inc.
- Budijono., Prianto, E., Hasbi, M., & Hendrizal, A. 2020. "Pengembangan Budidaya Kepiting Bakau (*Scylla sp*) Sistem Silvofishery Untuk Melestarikan Hutan Bakau Di Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau", *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 12(2).
- Danarto, W. P., Rijanta, R., & Marfai, M. A. 2019. "Kajian Pengelolaan Ekosistem Mangrove Sebagai Sarana Pengurangan Risiko Bencana Di Kota Semarang", *Prosiding Seminar Nasional Geotik 2019*. ISSN: 2580-8796
- Delta, M., Rozirwan., & Hendri, M. 2021. "Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Dan Kulit Batang Mangrove *Sonneratia alba* Di Tanjung Carat, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan", *Maspari Journal*, 13(2): 129-144.
- de Fretes, C. E., Sutiknowati, L. I., & Falahudin, D. 2019. "Isolasi dan Identifikasi Bakteri Toleran Logam Berat dari Sedimen Mangrove di Pengudang dan Tanjung Uban, Pulau Bintan, Indonesia", *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia*, 4(2):71-77.
- Dube, E., 2015, 'Improving disaster risk reduction capacity of District Civil Protection Units in managing veld fires: A case of Mangwe District in Matabeleland South Province, Zimbabwe', *Jambá: Journal of Disaster Risk Studies* 7(1), Art. #143, 13 pages. <http://dx.doi.org/10.4102/jamba.v7i1.143>

- Dwi, A. A. N., Fithria, A., & Kissinger. 2021. "Strategi Pengembangan Hutan Mangrove Di Kecamatan Jorong Kabupaten Tanah Laut Kabupaten Kalimantan Selatan", *Jurnal Hutan Tropis*, 9(1).
- Egaputra, A. A., Ismunarti, D. H., & Pranowo, W. S. 2022. "Inventarisasi Kejadian Banjir Rob Kota Semarang Periode 2012 - 2020", *Indonesian Journal of Oceanography (IJOCE)*, 04(02): 29 - 40.
- Erlani, R., & Nugrahandika, W. H. 2019. "Ketangguhan Kota Semarang dalam Menghadapi Bencana Banjir Pasang Air Laut (Rob)", *Journal of Regional and Rural Development Planning*, 3(1): 47-63 DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jp2wd.2019.3.1.47-63>.
- El-Fath, D. D. I., Atmodjo, W., Helmi, M., Widada, S., & Rochaddi, B. 2022. "Analisis Spasial Area Genangan Banjir Rob Setelah Pembangunan Tanggul di Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah", *Indonesian Journal of Oceanography (IJOCE)*, 04(01): 96 -110.
- Etkin, D. (2016). *Disaster Theory An Interdisciplinary Approach to Concepts and Causes*. Oxford: Elsevier, Inc.
- Fajar, M., Mediani, A., & Finesa, Y. 2019. "Analisis Peranan Ipal Dalam Strategi Penanganan Limbah Industri Batik Di Kota Pekalongan", *Prosiding Seminar Nasional Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta 2019 "Pengembangan Wilayah Berkelanjutan di Era Revolusi Industri 4.0"*
- Farista, B., & Virgota, A. 2021. "Serapan Karbon Hutan Mangrove Di Bagek Kembar Kecamatan Sekotong Kabupaten Lombok Barat", *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(1): 170-178.
- Fariz, T. R., & Rokhayati, N. 2017. "Konversi DSM Menjadi DTM Menggunakan Filter Berbasis Kelerengan Untuk Pemetaan Genangan Banjir Rob Di Kecamatan Tirto", *Seminar Nasional ke-3 Pengelolaan Pesisir dan DAS, F. Geografi UGM 2017 - Prosiding Magister Perencanaan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai, Fakultas Geografi UGM*.
- Faturrahman, A. S., Siswanto, A. & Teddy, L. 2020. "Mitigasi Bencana Banjir Di Daerah Padat Penduduk Tepian Sungai Musi Palembang", *Seminar Nasional AVoER XII 2020 Palembang, 18 - 19 November 2020 Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*.
- Fitri, A., & Usman. 2021. "Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Mangrove (*Avicennia Marina*)", *Prosiding Seminar Nasional Kimia, Jurusan Kimia FMIPA UNMUL*,

- Gaffara, G. R. & Wulandari, F. 2018. "Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Bahaya Amblesan Tanah Di Kecamatan Semarang Utara", *Seminar Nasional Geomatika 2018: Penggunaan dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional*.
- Gallien, T. W., Kalligeris, N., Delisle, M. P. C., Tang, B. X., Lucey, J. T. D., & Winters, M. A. 2018. "Coastal Flood Modeling Challenges in Defended Urban Backshores", *Geosciences*, 8(450); doi:10.3390/geosciences8120450.
- Griselda, M., Helmi, M., Widiaratih, R., Wirasatriya, A., & Hariyadi. 2021. "Mengkaji Area Genangan Banjir Pasang Terhadap Penggunaan Lahan Pesisir Tahun 2020 Menggunakan Metode Geospasial di Kabupaten Pekalongan, Provinsi Jawa Tengah", *Indonesia Journal of Oceanography (IJOCE)*, 03(03): 14–26.
- Gunawan, M. A. 2015. *Statistik Penelitian Bidang Pendidikan, Psikologi, dan Sosial: Dilengkapi Dengan Contoh Secara Manual dan SPSS*. Yogyakarta: Parama Publishing.
- Hall, J. W., & Pennings-Rowse, E. C. (2011). "Setting the Scene for Flood Risk Management", in Pender G. & Faulkner, H. (Eds.). *Flood Risk Science and Management*. Oxford: Blackwell Publishing, Ltd.
- Harahap, I, M., Syahrial, Ernati, Erlangga, Imanullah, Ezraneti, R. 2022. "Gastropoda *Telescopium telescopium* (Linnaeus, 1758) di Hutan Mangrove Desa Cut Mamplam Provinsi Aceh, Indonesia", *Jurnal Kelautan Tropis*. 25(2):156-168.
- Haryoto, & Putri, S. P. 2019. "Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Etanol, Fraksi Heksan, Etil Asetat dan Etanol-Air dari Daun Mangrove Tancang (*Bruguiera gymnorrhiza*) terhadap Sel Kanker Payudara", The 10th University Research Colloquium 2019 Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Muhammadiyah Gombong.
- Herawati, M., & Hermansah, T. 2020. "Kontribusi Komunitas Save Mugo Melalui Pemberdayaan Ekonomi Kreatif Hutan Mangrove", *EMPOWER: Jurnal Pengembangan Masyarakat Islam* 5(2): 92-110.
- Hermawan, A., & Setiawan, H. 2018. "Kearifan Lokal Masyarakat Pulau Tanakeke Dalam Mengelola Ekosistem Mangrove", *Info Teknis EBONI*, 15(1), 53 – 64.

- Ikhwanudin, Yudaningrum, F., Ariawan, D., & Hermanto, W. 2020. "Alternative Penanganan Banjir Di Sungai Banger", *Seminar Nasional Hasil Penelitian (SNHP) Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas PGRI Semarang Semarang, 2 Desember 2020*.
- Ilmi, W. Z., , Asbi, A. M., & Syam, T. 2020. "Identifikasi Kapasitas Penanggulangan Pada Kawasan Informal Pesisir Kota Bandar Lampung Dalam Menghadapi Dampak Perubahan Iklim", *Jurnal Pengembangan Kota, 8(2), 177-187*, DOI:10.14710/jpk.8.2.177-187.
- Imron, M., Assiddiq, D. U., Kusuma, A. D., & Prasetyo, D. Y. 2021. "Dinamika Kolaborasi Komunitas Peduli Lingkungan Dan Pemerintah Daerah Dalam Konservasi Hutan Mangrove Di Kabupaten Malang", *Dialektika: Jurnal Ekonomi dan Ilmu Sosial, 6(2) 22 - 34*.
- Ismanto, K., Pratikwo, S., Madusari, B. D., & Christianto, P. A. 2021. "Analisis Kebutuhan Masyarakat Terdampak Banjir Rob: Studi Kasus Kota Pekalongan", *Jurnal Litbang Kota Pekalongan, 19(1)*.
- Iswahyudi, Kusmana, C., Hidayat, A., & Noorachmat, B. P. 2020. "Lingkungan Biofisik Hutan Mangrove di Kota Langsa", Aceh, *Journal of Natural Resources and Environmental Management 10(1): 98-110*.
<http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.10.1.98-110>
- Jumatiningrum, N., & Indrayati, A. "Strategi Adaptasi Masyarakat Kelurahan Bandengan Kecamatan Pekalongan Utara dalam Menghadapi Banjir Pasang Air Laut (Rob)", *EduGeography, 9(2)*.
- Jumiati, A. K., & Syahbuddin. 2020. "Keanekaragaman Jenis Ikan Di Perairan Hutan Mangrove Desa Muara Ujung Kabupaten Tanah Bumbu", *Jurnal Pendidikan Hayati, 6(4): 172-178*.
- Kader, A. 2021. "Penghijauan Hutan Mangrove Danau Gurua Marasi Di Kelurahan Guraping Kota Tidore Kepulauan", *Abdimu, Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 1(1), DOI: <https://doi.org/10.52046/ABDIMU.v1i1.4-11>*.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia Online, diakses melalui <https://kbbi.kemdikbud.go.id/> pada tanggal 20 Februari 2023.
- Khairuddin, Yamin, M., & Syukur, A. 2018. "Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Mangrove Sebagai Bioindikator di Teluk Bima", *Jurnal Biologi Tropis, 18 (1)*.

- Khasna, S. 2021. "Evaluasi Kebijakan Pengelolaan Limbah Batik di Kota Pekalongan", *Transparansi, Jurnal Ilmiah Ilmu Administrasi*, 4(1): 28 – 36.
- Kiswanto, Rahayu, L. N., & Wintah, 2019. "Pengolahan Limbah Cair Batik Menggunakan Teknologi Membran Nanofiltrasi Di Kota Pekalongan", *Jurnal Litbang Kota Pekalongan* Vol. 17.
- Konom, N. H., Cabuy, R. L. & Wanma, A. O. 2019. "Identifikasi Kerusakan Areal Hutan Mangrove Akibat Aktivitas Penduduk Di Daerah Airtiba Kabupaten Kaimana", *Jurnal Kehutanan Papuaasia* 5 (2): 153–163.
- Krama, A. V. and Qamilah, N. 2022. "Pemodelan Banjir Rob Menggunakan Metode Steel Dan Torrie Di Wilayah Jakarta", *Geomatika*, 28 (1): 41-50.
- Kurniasih, N., & Halimah, E. 2019. "Review Artikel: Aktivitas Antibakteri Dari Ekstrak Berbagai Spesies Tumbuhan Mangrove", *Farmaka*, 17(2): 359-366.
- Kurniawan, D., Prasetyo, S. Y. J., & Fibriani, C. 2021. "Sebaran Vegetasi pada Kawasan Berpotensi Bencana Banjir Pesisir (Rob) Kota Semarang", *Indonesian Journal of Modeling and Computing*, 4(1).
- Kurniawaty, E., & Karima, N. 2021. "Uji Efektivitas Ekstrak Daun Mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza*) Terhadap Penyembuhan Luka Sayat Tikus Putih (*Rattus norvegicus*)", Laporan Penelitian Unggulan, Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung. Diakses dari Google Scholar, tanggal 06 Oktober 2022.
- Ledoh, L. Y., Satria, A., & Hidayat, R. 2018. "Kerentanan Penghidupan Masyarakat Pesisir Perkotaan Terhadap Variabilitas Iklim (Studi Kasus di Kota Kupang)", *Journal of Natural Resources and Environmental Management* 9(3):758-770. <http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.9.3.758-770>.
- Le Cozannet, G., Kervyn, M., Russo, S., Speranza, C. I., Ferrier, P., Fomelis, M., Lopez, T., and Modaresi, H. 2020. "Space-Based Earth Observations for Disaster Risk Management". *Surveys in Geophysics* (2020) 41:1209–1235. <https://doi.org/10.1007/s10712-020-09586-5>
- Litiloly, L. I., Mardiatmoko, G., & Pattimahu, D. V. 2020. "Analisis Ekonomi Hutan Mangrove Di Teluk Kotania Kabupaten Seram Bagian Barat", *UNPATTI Publication Center, DOI:10.30598/jhppk.2020.4.1.22*.

- Maghfiroh, F., Ardiansyah, F., Asyari, H., & Isnaningsih, N . R. 2022. "Struktur Komunitas Gastropoda Di Kawasan Muara Sungai Konservasi Cemara Dan Mangrove Kawang Desa Wringin Putih Kecamatan Muncar", *Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIBA*.
- Manuhuttu, D., & Saimima, N. A. 2021. "Potensi Ekstrak Daun Mangrove (*Sonneratia Alba*) Sebagai Antibakteri Terhadap *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, DAN *Escherichia coli*", *Biopendix*, 7(2): 71-79.
- Maolani, R. A., Dalimunthe, A. S., Haryanto, D., Bifa, R., Azzahra, P., Juwita, C., & Suryamika. P. E. 2021. "Perluasan Hutan Mangrove dalam Mitigasi Risiko Bencana Pemanasan Global: Kegiatan PkM di Kawasan Pesisir Muara Angke Jakarta", *DINAMISIA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(6): 1380-1388.
- Megaputri, S. 2021. "Manfaat Tanaman Mangrove Terhadap Pengobatan Diabetes", *Jurnal Medika Hutama*, 02(02), 480-483.
- Miftakhudin, S. 2021. "Strategi Penanganan Banjir Rob Kota Pekalongan", *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*, 19(1).
- Miles, Matthew B., A. Michael Huberman, & Johnny Saldana, 2014. *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook, Edition 3*, California: Sage Publications Inc.
- Mukhtar, D. S., & Pradoto, W. 2021. "Penilaian Tingkat Kapasitas Adaptasi Terhadap Bencana Banjir Rob Berdasarkan Pengaruh Pembangunan Tanggul Laut Pada Kawasan Pesisir Kota Pekalongan (Studi Kasus: Kecamatan Pekalongan Utara)", *Teknik PWK*, 10(4).
- Mulyadi, A., Efriyeldi, & Marbun, B. 2021. "Strategi pengembangan ekowisata mangrove Bandar Bakau Dumai, Riau", *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 8(1), 48-56.
- Mutiarawati, T. and Sudarmo. 2021. "Collaborative Governance dalam Penanganan Rob di Kelurahan Bandengan Kota Pekalongan", *Jurnal Wacana Publik*, 1(1)..
- Niken., Putri, I. L. E., & Gusti, F. R. 2019. "Uji Senyawa Fitokimia Buah Pedada Merah (*Sonneratia Casiolaris*) Di Kawasan Hutan Mangrove Manguang Kota Pariaman", *Jurnal Kesehatan Sainatika Meditory*, 1(2): 44-49.
- Naufalita, A., Subiyanto, S., & Hani'ah. 2019. "Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Perubahan Zona Nilai Tanah Pada Daerah Genangan Banjir Rob Di Kecamatan Pekalongan Utara Tahun 2014-2018", *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1).

- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. N. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Jakarta: Ditjen PHKA.
- Nusa, A. B., Tarigan, A. P. M., Sirojuzilam, Purwoko, A., & Saputra, N. A. 2020. "Pemodelan Peta Rawan Banjir Rob Di Belawan", *Jurnal Pembangunan Perkotaan*, 8(1).
- Oktavianita, B., Putri, F. A., & Adriani, 2020. "Konservasi Mangrove sebagai Implementasi Program Desa Tangguh Bencana (DESTANA) dalam mengatasi Banjir Rob di Kabupaten Cirebon", *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2 (3): 478–483.
- Osti, R., & Miyake, K. (Eds.). 2011. *Forms Of Community Participation In Disaster Risk Management Practices*. New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Oxfam. 2012. *The Disaster Crunch Model: Guidelines for a Gendered Approach*. Oxford: Oxfam.
- Pambudi, D. B. 2022. "Aktivitas Farmakologi Senyawa Bioaktif Tumbuhan Mangrove Di Indonesia: *Systematic Review*", Tesis, Magister Farmasi, Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Panjaitan, M., Mulia, A. P., & Nasution, Z. P. 2021. "Pemetaan Banjir Rob Medan Utara Menggunakan *Artificial Neural Network* Dan *Gis* Untuk Langkah Mitigasi", *Jurnal Syntax Admiration*, 2(8).
- Paramnesi, P. A., & Riza, A. I. 2020. "Dampak Pencemaran Limbah Batik Berdasarkan Nilai Kompensasi Ekonomi Di Hulu Dan Hilir Sungai Asem Binatur", *Kajen* 4(1): 58-72.
- Permatasari, I., Jumiati, & Zaenuddin, M. 2021. "Analisa Ekstrak Daun Mangrove (*Rhizophora mucronata*) Sebagai Bahan Pengawet Alami Terhadap Mutu Ikan Kuniran (*Upeneus Moluccensis*)", *Ronggolawe Fisheries and Marine Science Journal*, 1(1): 20-24.
- Pratama, R., & Parinduri, L. 2019. "Penanggulangan Pemanasan Global", *Buletin Utama Teknik*, 15(1).
- Pratiwi, F. N., Asbi, A. M., & Kurnianingsih, N. A. 2022. "Identifikasi Gejala Perubahan Iklim Di Kota Bandar Lampung Berdasarkan Data Iklim Makro Tahun 1998-2020", *Jurnal Reksabumi*, 1(1).
- Pricope, N. G., Halls, J. N., & Rosul, L. M. 2019. "Modeling Residential Coastal Flood Vulnerability Using Finished-Floor Elevations And Socio-Economic Characteristics" *Journal of Environmental Management* 237 (2019) 387–398.
- Pringgenies, D., Anggelina, A. C., Setyati, W. A., & Djunaedi, A. 2020. "Potensi Bakteri Konsorsium Symbion Serasah Mangrove

- Sebagai Pengawet Alami Makanan Tahu”, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*,12(1):81-88.
- Potůček, R. 2020. “Life Cycle of the Crisis Situation Threat and its Various Models”, diakses dari publication at: <https://www.researchgate.net/publication/333950072> :DOI: 10.1007/978-3-030-18593-0_32, tanggal 30 September 2022.
- Pusdataru Jateng Prov. “Adaptasi Menghadapi Banjir” diakses melalui <https://pusdataru.jatengprov.go.id/iNEWS/antisipasi-menghadapi-banjir.html>, pada tanggal 20 Februari 2023.
- Putra, D. A., 2021. “Desain dan Analisis Mekanisme Bendung Gerak dengan Radial Gate Untuk Penanganan Banjir Rob”, Tesis, Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sultan Agung Semarang, 2021. Diakses dari google scholar, tanggal 30 September 2022.
- Pyanto, F., Mulia, A. P., & Surbakti, M. S. 2021. “Pemetaan Banjir Rob Wilayah Medan Utara Menggunakan Regresi Logistik Dan GIS”, *Jurnal Ilmiah Indonesia*,6(9).
- Rahim, S., & Baderan, D. W. K. 2019. “Komposisi Jenis, Struktur Komunitas, dan Keanekaragaman Mangrove Asosiasi Langge Kabupaten Gorontalo Utara- Provinsi Gorontalo”, *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1): 181-188.
- Rahmadi, M. T., Suciani, A., & Auliani, N. 2020. “Analisis Perubahan Luasan Hutan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 OLI di Desa Lubuk Kertang Langkat”, *MKG*,21(2):110-119. DOI: <http://dx.doi.org/10.23887/mkg.v21i2.24197>
- Rahmah, W., Nandini, E., & Siregar, K. A. A. 2021. “Potensi Tanaman Mangrove Sebagai Agen Antikanker: *Literature Review*”, *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia* 10(1)
- Rahmatia, R., Yanti, U. M., & Hanim, N. 2019. “Kelimpahan Populasi Dan Pola Distribusi *ittorina scabra* Di Perairan Hutan Mangrove Teupin Layeu Kota Sabang”. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*
- Ramadhani, R. A., & Usman. 2021. “Uji Fitokimia Dan Toksisitas Ekstrak Metanol Akar Mangrove *Rhizophora mucronata* Dengan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT)”, *Prosiding Seminar Nasional Kimia, Jurusan Kimia FMIPA UNMUL*.
- Ramadhani, D., Maisyarah, D. S., Setianingrum, C., & Retnaningsih, D. 2022. “Keripik Daun Mangrove dalam Upaya Optimalisasi Pemanfaatan Tanaman Mangrove”, *Idea Pengabdian Masyarakat*, 2(3): 118-123.

- Ramadhanty, N. R., Muryani, C., & Tjahjono, G. A. 2022. "Analisis Tingkat Kerentanan Masyarakat Terhadap Banjir Rob Di Kecamatan Tegal Barat Kota Tegal Tahun 2021", *International Journal Environment and Disaster*, 1(1): 73-82.
- Raskovic, B., & Mrdja, S. (Eds.). 2013. *Natural Disasters Prevention, Risk Factors And Management*. New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Riana, A., Pianti, D. O., Ramadhila, R., Pranata, Y., & Nata, P. R. 2020. "Potensi Hutan Mangrove Sebagai Ekowisata Bagi Masyarakat Pesisir Bengkulu", *ISEJ: Indonesian Science Education Journal*, 1(3): 210-215.
- Romadhona, S., Mutmainnah, L., & Setiawati, T. C. 2020. "Praktik Pembibitan Dan Revitalisasi Mangrove Guna Mengembangkan Ekoeduwisata Hutan Mangrove di Wilayah Pesisir Desa Agel Kecamatan Jangkar Situbondo". *COMMUNITY EMPOWERMENT*, 5(2): 58-63.
- Rosulva, I., Hariyadi, P., Budijanto, S., & Sitanggang, A. B. 2022. "Potensi Buah Mangrove Sebagai Sumber Pangan Alternatif", *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(2), 131-150.
- Rusmamariana, A. 2020. "Identifikasi Trauma Dampak Rob pada Anak di Kabupaten Pekalongan", *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, XIII(II).
- Safitri, M., & Sugiharto. 2021. "Status Kesehatan Korban Banjir Rob di Desa Jeruksari Kabupaten Pekalongan", *Jurnal Profesi Kesehatan Masyarakat*, 2(1): 87-92.
- Sagala, H. A. M. U., Pasaribu, R. P., & Ulya, F. K. 2021. "Pemodelan Pasang Surut Dengan Menggunakan Metode Flexible Mesh Untuk Mengetahui Genangan Rob Di Pesisir Karawang", *PELAGICUS: Jurnal IPTEK Terapan Perikanan dan Kelautan*, 2(3): 141-156.
- Shalehah, E. A., & Usman. 2021. "Uji Fitokimia Dan Toksisitas Larva Udang Dari Ekstrak Metanol Kulit Batang Mangrove (*Rhizophora mucronata*)", *Prosiding Seminar Nasional Kimia, Jurusan Kimia FMIPA UNMUL*
- Salim, M. A., & Siswanto, A. B. 2021. "Kajian Penanganan Dampak Banjir Kabupaten Pekalongan", *Rang Teknik Journal*, 4(2).
- Sanadi, T. H., Schadu, J. N. W., Tilaar, S. O., Desy Mantiri, D., Bara, R., & Pelle, W. 2018. "Analisis Logam Berat Timbal (Pb) Pada Akar Mangrove Di Desa Bahowo Dan Desa Talawaan Bajo Kecamatan Tongkaina", *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 2(1).

- Sarastika, T. 2021. "Valuasi ekonomi jasa ekosistem mangrove di wilayah pesisir KotaPekalongan", *Geomedia Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*, 19(1): 26-34.
- Sauda, R. H., Nugraha, A. L., & Hani'ah, 2019. "Kajian Pemetaan KerentananBanjir Rob Di KabupatenPekalongan", *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1).
- Setyaningsih, W., Benardi, A. I., Aji, A., & Kahfi, A. 2019. "Pengembangan Model Spasial Kajian Perluasan Rob Terhadap Perubahan Kondisi Masyarakat Di Kota Semarang", *Indonesian Journal of Conservation*, 8 (02).
- Soegiarto, A. 2004."Research into, and conservation of,mangrove ecosystems in Indonesia" dalam Vanucci, M. (Ed.).*Mangrove Management AndConservation: Present And Future*.Japan: United Nations University.
- Sukma, R. N., & Spanton, P. I. 2021. "Pemanfaatan Propagul Mangrove Sebagai Bahan Pembuat Kopi Di Desa Sukolilo, Kec. Bancar.Kab Tuban", Prosiding, SNasPPM.
- Sumartini.,& Sari, R. P. 2021. "Ekstrak Daun Mangrove (*Sonneratia caseolaris*) sebagai Pengawet Alami Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Selama Penyimpanan", *Jurnal Airaha*, 10(1):109 – 122,
- Suri, F., & Purwanto, H. 2020. "Keragaman Tumbuhan Mangrove di Pesisir Kabupaten Siak Sebagai Pengendali Abrasi dan Ketahanan Pangan Masyarakat", *Jurnal Bioterdidik*, 8(2): 48-58.
- Syafitri, A. W. &Rochani, A. 2021."Analisis Penyebab Banjir Rob di Kawasan PesisirStudi Kasus: Jakarta Utara, Semarang Timur, Kabupaten Brebes,Pekalongan", *Jurnal KajianRuang*, 1(1).
- Syah, A. F. 2020. "Penanaman Mangrove Sebagai UpayaPencegahan Abrasi di Desa Socah Kabupaten Bangkalan", *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*, 6(1): 13-16.
- Syarifah, N.,Ningrum, W. A., Zuhana, N.,&Muthoharoh, A. 2021. "Tingkat Pengetahuan dan Sikap Terhadap TindakanPengobatan Mandiri Penyakit Kutu Air", *The 13th University Research Colloqium Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Muhammadiyah Klaten*.
- Takeuchi, K. 2023. *Integrated Flood Risk Management: Basic Concepts and the Japanese Experience*. London: Routledge.
- Taufik R. A., Dewi, P. C., Widina, K., & Anwar, A. 2021. "Analisis Banjir di Kota Bandungdengan PemodelanSistem Rich Picture Diagram", *Jurnal Inovasi Masyarakat*, 01(02): 202-210.

- Titisari, P. W., Elfis, Widari, R. S., Panggabean, I. R., Elisabet., Nurdila, H., Selaras, P., & Chahyana, I. 2022. "Pemanfaatan Tanaman Obat Keluarga (TOGA) Berbasis Mangrove di Desa Sungai Rawa Kecamatan Sungai Apit Kabupaten Siak", *Buletin Pembangunan Berkelanjutan Penerbit: Universitas Islam Riau (UIR) Press*.
- Tokan, K. 2020. "Pemanfaatan Kawasan Hutan Bakau Sebagai Lokasi Perumahan Di Kabupaten Kotabaru Di Tinjau Dari Aspek Yuridis", *Al'Adl, XII (1)*.
- Triana, Y. T., and Hidayah, Z. 2020. "Kajian Potensi Daerah Rawan Banjir Rob Dan Adaptasi Masyarakat Di Wilayah Pesisir Utara Surabaya", *Juvenil, 1(1)*, <http://doi.org/10.21107/juvenil.v1i1.6961>
- Trimanah., Mubarak., & Maghvira G. 2021. "Kampanye Komunikasi Lingkungan melalui Media Tanamandi Desa Karangjampo Kecamatan Tirto KabupatenPekalongan", *Indonesian Journal of Community Services, 3(1)*, DOI: <http://dx.doi.org/10.30659/ijocs.3.1.65-72>.
- Turisno, B. E., Suharto, R., & Priyono, E. A. 2018. "Peran Serta Masyarakat Dan Kewenangan Pemerintah Dalam Konservasi Mangrove Sebagai Upaya Mencegah Rob Dan Banjir Serta Sebagai Tempat Wisata", *Masalah-Masalah Hukum, Jilid 47 No.4, Oktober 2018, Halaman 479-497*.
- Uddin, N., & Ang, A. (Eds.). 2009. *Disaster Risk Assessment And Mitigation Arrival Of Tsunami Wave In Thailand*. Virginia: American Society of Civil Engineers.
- Ula, M. N., & Tijan. 2020. "Implementasi Kebijakan Penanggulangan Rob di Kabupaten Pekalongan", *Unnes Political Science Journal 4(1): 21-26*
- Utami, C. W., Giyarsih, S. R., Marfai, M. A., and Fariz, T. R., 2021. "Kerawanan Banjir Rob Dan Peran Gender Dalam Adaptasi Di Kecamatan Pekalongan Utara", *Jurnal Planologi, 18(1)*.
- Utami, E., Prasetyono, E., Iskandar, T., & Isnawati, E. P. 2022. "Produksi Ikan Nila Salin Pada Perairan Lokal Hutan Mangrove Kelurahan Air Jukung, Kecamatan Belinyu, Kabupaten Bangka", *Insan Cita: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Gorontalo, 4(2)*.
- Utami, R., Rismawati, W., & Sapanli, K. 2018. "Pemanfaatan Mangrove Untuk Mengurangi Logam Berat Di Perairan", *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2018 Palembang 20 Maret 2018*.

- “Upaya Penanganan Pencemaran Perairan Kota Pekalongan Akibat Limbah Tekstil”, Ratna, https://jarlitbangnov.pekalongankota.go.id/web/berita_/206-Upaya%20Penanganan%20Pencemaran%20Perairan%20Kota%20Pekalongan%20Akibat%20Limbah%20Tekstil, diakses pada tanggal 03 Oktober 2022.
- Wahyuni, H., & Suranto. 2021. “Dampak Deforestasi Hutan Skala Besar terhadap Pemanasan Global di Indonesia”, *JiIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 6(1), DOI: 10.14710/jiip.v6i1.10083.
- Wattimena, R. M. 2021. “Perlindungan Hukum Terhadap Hutan Mangrove Pada Areal Pesisir Pantai”, *Balobe Law Journal*, 1(2): 109-118.
- Widada, S., Ismanto, A., Priambodo, I. B., & Siagian, H. 2022. “Perubahan Garis Pantai dan Dampaknya Terhadap Banjir Rob di Kota Pekalongan, Provinsi Jawa Tengah” *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(1):121-130.
- Widada, S. 2007. “Gejala Intrusi Air Laut di Daerah Pantai Kota Pekalongan”, *Ilmu Kelautan*. 12(1) : 45 – 52.
- Widada, S., Ismanto, A., Priambodo, I. B., & Siagian, H. “Perubahan Garis Pantai dan Dampaknya Terhadap Banjir Rob di Kota Pekalongan, Provinsi Jawa Tengah”, *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(1):121-130.
- Wijaya, U. A. A., & Suhardi, D. 2022. “Penanganan Permasalahan Banjir di Kota Semarang”, *Seminar Keinsinyuran*.
- Wikipedia. Model, diakses melalui <https://en.wikipedia.org/wiki/Model>, tanggal 20 Februari 2023.
- Wilantari, N. N. A. 2022. “Pemikiran Fritjof Capra Dalam Ekowisata Hutan Mangrove Desa Adat Kedonganan”, *Dharma Duta : Jurnal Penerangan Agama Hindu*, 20(1): DOI : 10.33363/dd.v20i1.827.
- Zheng, Y., & Sun, H. 2020. “An Integrated Approach for the Simulation Modeling and Risk Assessment of Coastal Flooding”, *Water*, 12, 2076; doi:10.3390/w12082076.
- Ziyadi, M., & Al-Qadi, I. L. 2019. “Model Uncertainty Analysis Using Data Analytics For Life- Cycle Assessment (LCA) Applications”, *The International Journal of Life Cycle Assessment* 24:945-959. <https://doi.org/10.1007/s11367-018-1528-7>.

- Yuanitasari, N. 2020. "Pengembangan Usaha Kopi Mangrove (*Rhizophora Sp*) Dalam Upaya Peningkatan Ekonomi Masyarakat Di Sekitar Hutan", *Tesis*, Direktorat Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Malang.
- Yuniati, A. 2021. "Kemah Bolastik Mewujudkan Lingkungan Bersih Di SMP Negeri 10 Pekalongan". *Dwjaloka Jurnal Pendidikan Dasar & Menengah*, 2(3).
- Yuniarti, T. S., Margawati, A., & Nuryanto. 2019. "Faktor Risiko Kejadian *Stunting* Anak Usia 1-2 Tahun Di Daerah Rob Kota Pekalongan Risk Factor For Stunting Among 1-2 Years Children In Tidal Area Pekalongan City". *Jurnal Riset Gizi*, 7(2): 83-90.

Indeks

- A**
abrasi, 4
Adaptasi, 32, 120, 121, 124, 128
air laut, 7, 8, 47, 48
Akselerasi, 39
- B**
Banjir, 1, 3, 4, v, vi, vii, 1, 7, 13, 17, 23, 36, 37, 40, 59, 72, 75, 82, 83, 85, 100, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 136, 139
Banjir Rob, 1, 82, 83, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131
Bencana, vi, vii, viii, 7, 17, 23, 26, 31, 32, 33, 36, 37, 40, 62, 65, 66, 67, 68, 69, 73, 90, 91, 92, 121, 122, 125, 126, 127, 136
Budidaya, 52, 121, 136
- D**
Deselerasi, 39, 136
- drainase, 8, 63, 98, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107
- E**
ekosistem, 2, 3, 8, 10, 20, 22, 43, 47, 53, 60, 73, 130
Ekosistem, 53, 121, 123, 136
Eksplorasi, 136
Elevasi, 136
Evakuasi, 14, 86
- F**
Fauna, 136
- G**
Geologi, 10
Gizi, 133
- H**
hidrologi, 10, 11, 83
Hidroponik, 137
holistic, 36
Hujan, 8
- I**
Iklim, vi, 32, 124, 127
Industri, 60, 99, 119, 120, 122
Infiltrasi, 137

K

Komunitas, 123, 124, 126, 128
Koordinasi, 12, 108

L

Life Cycle Approach, v, vii, ix, 4,
5, 35, 75, 76, 77, 83, 105,
111
Limbah, 2, 120, 125, 127, 132

M

Mangrove, v, vii, viii, x, 3, 5, 43,
44, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54,
55, 56, 57, 61, 112, 113, 114,
119, 120, 121, 122, 123,
124, 125, 126, 127, 128,
129, 130, 131, 132, 133, 137
masyarakat, vi, viii, ix, x, 1, 2,
3, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15,
17, 18, 20, 28, 29, 31, 32, 33,
36, 37, 38, 44, 54, 55, 56, 57,
60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67,
68, 69, 70, 71, 72, 76, 77, 79,
82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89,
91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99,
100, 101, 102, 103, 104,
105, 106, 107, 108, 109,
110, 111, 112, 113, 114,
115, 116, 117, 136
Mitigasi, 1, 3, 4, v, vi, vii, 13,
14, 23, 36, 37, 40, 75, 82, 83,
85, 94, 95, 122, 126, 127,
137, 139

Model, 1, 3, 4, v, vi, vii, viii, 4,
22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29,
32, 33, 36, 37, 40, 59, 75, 76,
80, 81, 82, 83, 85, 127, 130,
132, 137
multiplayer effect, 3, 47

N

Nutrisi, 49

P

Persepsi, 120
pesisir, 2, 4, 8, 9, 14, 16, 17, 19,
20, 21, 43, 47, 48, 59, 60, 90,
111, 112, 130
Pesisir, 1, 3, 4, v, 54, 121, 122,
124, 126, 129, 130, 131,
137, 139

R

Rehabilitasi, 14, 108, 109
Rhizopora, 133

S

Sedimen, 10, 121
sedimentasi, 1, 21
Statistik, 123
sumber daya air, 9, 11, 12, 19,
79
sustainability development, 3

T

Teknologi, 4, 77, 80, 120, 128, 129

Glosarium

- Banjir : Peristiwa alam akibat curah hujan yang tinggi, dan dapat menjadi lebih buruk sebagai akibat dari perubahan tata guna lahan (misalnya dari padang rumput menjadi perumahan atau dari padang rumput kasar menjadi ladang subur).
- Bencana alam : Gangguan parah, ekologis dan psikososial, yang sangat melebihi kapasitas penanggulangan masyarakat yang terkena dampak.
- Budidaya : Kegiatan atau proses manusia dalam membudidayakan atau mengelola tanaman, hewan, atau organisme lainnya untuk tujuan komersial, konsumsi pribadi, atau tujuan tertentu lainnya.
- Deselerasi : Istilah yang digunakan untuk menggambarkan pengurangan kecepatan benda dari kecepatan awalnya.
- Ekosistem : Suatu sistem ekologis yang terdiri dari komunitas makhluk hidup (organisme) dan lingkungannya, yang saling berinteraksi dan mempengaruhi satu sama lain.
- Eksplorasi : Tindakan atau praktik menggunakan sumber daya alam atau tenaga kerja secara berlebihan atau tidak adil untuk keuntungan pribadi atau kelompok tertentu, tanpa mempertimbangkan konsekuensi negatif yang mungkin ditimbulkan.
- Elevasi : Istilah yang digunakan untuk menggambarkan ketinggian suatu objek atau lokasi di atas permukaan laut atau referensi tinggi tertentu.

- Fauna : Kelompok semua makhluk hidup atau hewan yang ada di suatu wilayah, daerah, atau ekosistem tertentu.
- Hidroponik : Metode bercocok tanam tanaman yang dilakukan tanpa menggunakan tanah sebagai media tumbuh.
- Infiltrasi : Proses masuknya air ke dalam tanah atau permukaan material lainnya dari permukaan atas.
- Mangrove : Suatu ekosistem pesisir yang khas, yang didominasi oleh tumbuhan pohon-pohon bakau.
- Mitigasi : Tindakan atau upaya untuk mengurangi, menghindari, atau mengatasi dampak negatif dari suatu peristiwa atau masalah tertentu.
- Model : Representasi informatif dari objek, orang atau sistem.
- Pesisir : Wilayah yang terletak di tepi laut atau danau, di antara daratan dan air.

Profil Penulis



Dr. Benny Diah Madusari, S.Pi.,M.Pi.

Benny Diah madusari lulus sarjana perikanan Unikal tahun 1989 melanjutkan S2 di manajemen sumberdaya pantai lulus tahun 2004 program doktoral di Undip lulus tahun 2015 dan selama program doktoral alhamdulillah memperoleh beasiswa program sandwich like ke University of Stirling di Scotland tahun 2006.



Amalia Fitri, M.Pd.

Amalia Fitri lahir di Pekalongan. Studi S1 Pendidikan Matematika UNNES, S2 Pendidikan Matematika UNNES. Mulai tahun 2009 hingga saat ini mengabdikan diri di Universitas Pekalongan sebagai dosen prodi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP).



Dr. Muhammad Ali Gunawan, S.Pd.,M.Pd.

Muhammad Ali Gunawan lahir di Pancor-Lombok Timur, studi SD hingga SMA di Lombok Timur, S1 Pendidikan Matematika di STKIP Hamzanwadi Selong, S2 Penelitian dan Evaluasi Pendidikan di UNDIKSHA Bali, dan S3 Penelitian dan Evaluasi Pendidikan di UNY. Pernah bekerja sebagai staf full-timer pada proyek Desentralisasi Pendidikan Dasar (DBEP) Asian Development Bank (ADB) Dinas Pendidikan Lombok Timur tahun 2002 – 2004. Sejak tahun 2010 – 2019 mengabdikan diri di Universitas Pekalongan. Saat ini bekerja sebagai Ketua di STAI Ki Ageng Pekalongan (STAIKAP).



Tri Yusufi Mardiana, S.Pi.,M.Si.

Tri Yusufi Mardiana lahir di Blitar. Studi S1 Perikanan di Universitas Diponegoro, Semarang dan S2 Ilmu Perairan di Institut Pertanian Bogor (IPB). Saat ini bekerja di Universitas Pekalongan sebagai dosen di Fakultas Perikanan.



Muhammad Ridho Ardhian, S.Pd.

Muhammad Ridho Ardhian, lahir di Kota Pekalongan, Provinsi Jawa Tengah, 18 April 1994. Saat ini bekerja sebagai sales dan marketing PT. Surya Madistrindo anak perusahaan tunggal PT. Gudang Garam, Tbk yang bergerak di bidang distribusi dan *field marketing*. Pernah juga bekerja di PT. Bank Central Asia (Halo BCA BSB Semarang). Sejak tahun 2020 aktif sebagai Sekretaris Yayasan Omah Sinau Sogan. Penelitian yang pernah dilakukan yaitu: 1) Pemberdayaan Anak-Anak Punk di Kota Pekalongan, 2) Kajian faktor-faktor prostitusi terselubung di Kabupaten Pekalongan, 3) Pemodelan Mitigasi Banjir Rob Menggunakan Pendekatan Siklus Hidup (*Life Cycle Approach*) di Pesisir Kota Pekalongan