

## Environmental Management Efforts Due to Flood Disasters in Empang District, Sumbawa Regency

### Upaya Pengelolaan Lingkungan Akibat Bencana Banjir di Kecamatan Empang, Kabupaten Sumbawa

Pramudya Bagas Utama<sup>1\*</sup>, Nisa Nursahida<sup>1</sup>, Angga Satria Adi<sup>1</sup>, Fazal Shinwary Revanka<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa, Indonesia  
\*surel: [pramudya.bagas.utama@uts.ac.id](mailto:pramudya.bagas.utama@uts.ac.id)

#### ABSTRACT

Indonesia is a country that is prone to natural disasters from a geological perspective. Sumbawa Regency is one of the areas in Indonesia that is being hit by an increasing trend of natural disasters. The most recent natural disaster that hit one of the Sumbawa Regency areas was the flood disaster in Empang District. The cause of flooding itself can occur due to various things both natural and human. Floods can be caused by natural events such as rainfall over a long period of time, soil flooding leaving only rocks, and no water absorption. Therefore it is essential to analyze the flood disaster that occurred in Empang District so that a good environmental management strategy can be carried out. The management carried out is to restore environmental functions that have been lost due to damage caused by the disaster. Installing drainage and implementing the Internet of Things in overcoming flooding is considered to be quite effective. The relocation and reclamation activities of corn plantation areas carried out by bioremediation and revegetation processes can improve land conditions.

#### Keywords:

*Environmental Damage,  
Environmental Management,  
Flood Disaster*

Received: July 12<sup>nd</sup> 2023  
Reviewed: July 26<sup>th</sup> 2023  
Published: February 05<sup>th</sup> 2024

#### ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang termasuk daerah rawan terhadap bencana alam jika ditinjau dari segi geologi. Kabupaten Sumbawa adalah salah satu wilayah di Indonesia yang terkena peningkatan tren bencana alam. Bencana alam terkini yang melanda salah satu wilayah Kabupaten Sumbawa adalah bencana banjir yang terjadi di Kecamatan Empang. Penyebab banjir sendiri bisa terjadi karena berbagai hal baik alam maupun manusia. Banjir dapat diakibatkan oleh peristiwa alam seperti curah hujan dalam jangka waktu yang lama, terjadinya banjir tanah hingga hanya menyisakan batuan, dan tidak ada resapan air. Maka dari itu penting untuk menganalisis bencana banjir yang terjadi di Kecamatan Empang sehingga dapat dilakukan strategi pengelolaan lingkungan yang baik. Pengelolaan yang dilakukan adalah untuk mengembalikan fungsi lingkungan yang telah hilang akibat kerusakan lingkungan akibat bencana. Pemasangan drainase dan penerapan IoT dalam mengatasi banjir dinilai akan cukup efektif.

#### Kata Kunci:

*Kerusakan Lingkungan,  
Pengelolaan Lingkungan,  
Bencana Banjir*

Diterima: 12 Juli 2023  
Direview: 26 Juli 2023  
Dipublikasi: 05 Februari 2024



## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang termasuk daerah rawan terhadap bencana alam jika ditinjau dari segi geologi. Hal ini karena wilayah Indonesia menjadi tempat pertemuan antara dua rangkaian jalur pegunungan muda dunia, yaitu Sirkum Pasifik (pegunungan lipatan yang mengelilingi Samudera Pasifik) dan Sirkum Mediteran (pegunungan lipatan yang dimulai dari pegunungan Atlas di Afrika Utara sampai Nikobar dan masuk Indonesia) [1].

Menurut Kepala Pusat Data Informasi dan Humas Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Sutopo Purwo Nugroho, secara global terjadi peningkatan tren bencana alam sebesar 350% dalam waktu tiga dasawarsa terakhir. Peningkatan secara signifikan adalah bencana hidrometeorologi atau bencana yang dipengaruhi oleh aspek cuaca, seperti tanah longsor, angin puting beliung, dan kekeringan.

Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat adalah salah satu wilayah di Indonesia yang terkena peningkatan tren bencana alam. Bencana alam terkini yang melanda salah satu wilayah Kabupaten Sumbawa adalah bencana banjir yang terjadi di Kecamatan Empang. Menurut [2], banjir merupakan permasalahan yang umum yang terjadi di sebagian wilayah Indonesia, terutama di daerah yang padat penduduknya seperti di daerah perkotaan. Menurut [3], Potensi bencana banjir di Indonesia sangat besar dilihat dari topografi dataran rendah, cekungan dan sebagian besar wilayahnya adalah lautan. Penyebab banjir sendiri bisa terjadi karena berbagai hal baik alam maupun manusia. Banjir dapat diakibatkan oleh peristiwa alam seperti curah hujan dalam jangka waktu yang lama, terjadinya banjir tanah hingga hanya menyisakan batuan, dan tidak ada resapan air.

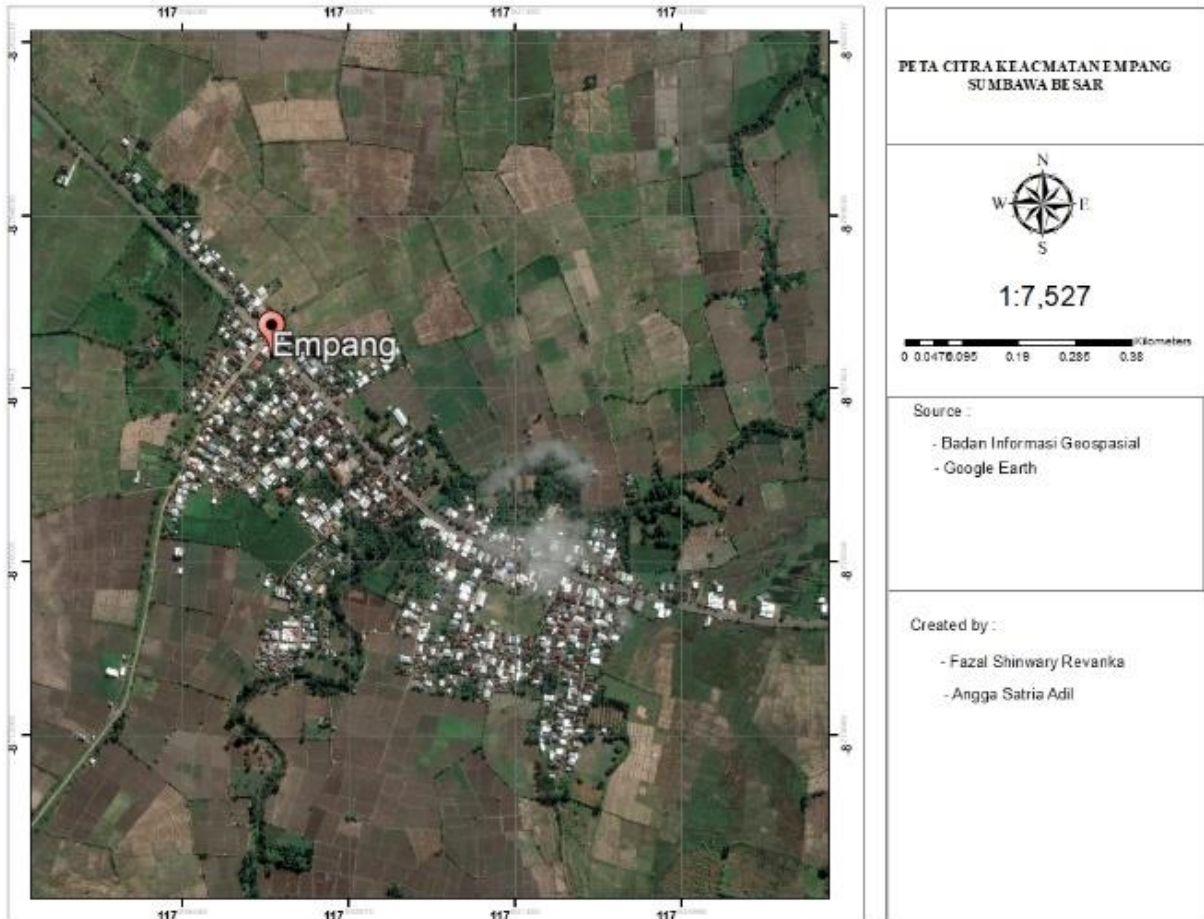
Kecamatan Empang merupakan salah satu kecamatan yang berada di wilayah Kabupaten Sumbawa. Kecamatan Empang terletak di ujung timur Kabupaten Sumbawa dengan posisi membujur dari arah barat ke timur berkisar antara 117°59'50" Bujur Timur hingga 118°2' Bujur Timur dan 8°31'36" Lintang Selatan. Berdasarkan peta geologi Kecamatan Empang keadaan geologi di Kecamatan Empang, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat skala 1 : 100.000, Kabupaten Sumbawa terdiri dari formasi batuan. Batuan Gunung api, terdiri dari batuan muda, dan tua dan lebih tua [4].

Banjir yang terjadi di Kecamatan Empang, tepatnya pada tanggal 25 Februari 2023 lalu, berdampak kepada kerusakan lingkungan serta beberapa fasilitas umum di daerah tersebut. Di lansir dari data laporan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Nusa Tenggara Barat (BPBD NTB) menyebutkan bahwa ada sekitar 1.318 KK yang terdampak Banjir Bandang. Dengan rincian 822 KK di Desa Empang Atas, 316 KK di Desa Bunga Eja, 120 KK di Desa Ongko, dan 60 KK di Desa Pemanto. Beberapa fasilitas di Kecamatan Empang juga ikut terdampak akibat banjir tersebut. Di antaranya Masjid Lagenti, Paria Jaya, dan juga Lapangan Empang Atas.

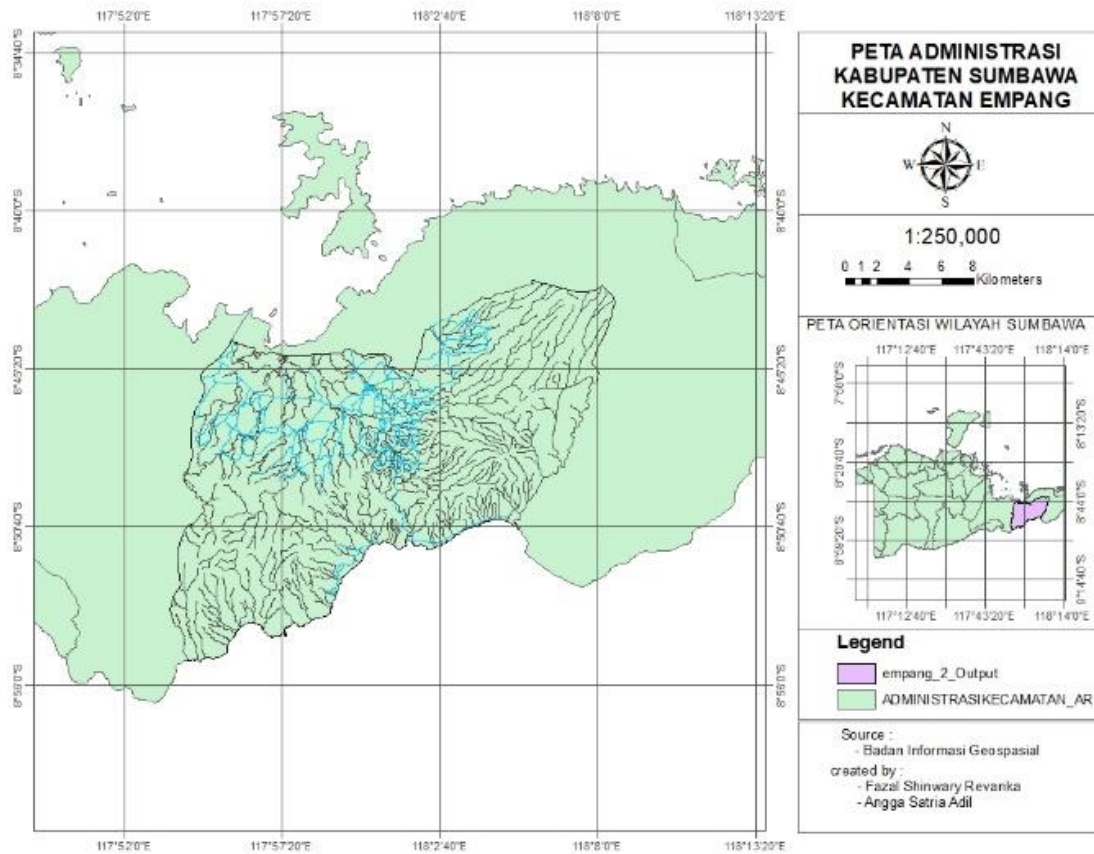
Mitigasi bencana alam serta analisis strategi pengelolaan lingkungan sangat perlu dilakukan karena dapat memberikan dampak terhadap keberlangsungan hidup manusia serta kelestarian lingkungan. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bencana yang terjadi di Kecamatan Empang serta melakukan mitigasi dan pengelolaan lingkungan untuk mencegah terjadinya risiko bencana.

## METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan menggunakan analisis kualitatif. Analisis kualitatif dilakukan berdasarkan data-data citra yang telah diinterpretasi sebagaimana tampak pada [Gambar 1](#). Dan penggunaan analisis spasial dan data sekunder untuk mengetahui administrasi wilayah kajian meliputi jenis batuan, jenis tanah, penggunaan lahan pada Kecamatan Empang sebagaimana tampak pada [Gambar 2](#).



Gambar 1. Peta Citra Kecamatan Empang



Gambar 2. Peta Administrasi Kecamatan Empang

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kondisi Lingkungan Kecamatan Empang

Di tinjau dari keadaan hidrogeologi, berupa komposisi litologinya, Kecamatan Empang berupa aluvium endapan pantai, terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung, gambut, pecahan koral dengan kelulusan sedang sampai tinggi. Kondisi hidrogeologi merupakan suatu gambaran yang berkaitan dengan gambaran tentang komposisi litologi dan kelulusannya. Analisis keadaan hidrogeologi pada daerah Kecamatan Empang perlu dilakukan. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan agar dapat memahami bagaimana distribusi air serta aliran air dalam tanah atau batuan. Sehingga pada akhirnya dapat diketahui penyebab terjadinya bencana banjir tersebut.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh [5], menunjukkan keadaan tanah di Kecamatan Empang berupa, struktur tanah ada gumpal bersudut, granular, dan gumpal membulat, memiliki tekstur lempung berliat dan lempung berpasir, konsistensi tanah relatif sama antara tanah kering Desa Jotang dan Desa Ongko, keadaan fragmen batuanya ada yang (berbatu, berkerakal, berkerikil kasar, berkerikil sedang, dan berkerikil halus), pori tanah (banyak sedang, banyak halus, dan banyak, sangat halus), dan batas horizon kejelasan yaitu sangat jelas dan topografi berombak dan rata. Serta kejenuhan dan permeabilitas yang rendah.

Permeabilitas tanah adalah suatu kesatuan yang meliputi infiltrasi tanah dan bermanfaat sebagai permudahan dalam pengolahan tanah [6]. Rendahnya permeabilitas dan tingkat kejenuhan tanah di Kecamatan Empang mempengaruhi laju infiltrasi terhadap air permukaan. Rendahnya permeabilitas tanah dapat menghambat infiltrasi sehingga air yang ada sering kali tidak terserap dengan baik dan menyebabkan terjadinya limpasan. Permeabilitas air yang buruk dapat meningkatkan risiko kerusakan tanaman akibat banjir dan genangan air. Hal tersebut disebabkan air tidak dapat bergerak secara bebas di dalam tanah.

Salah satu faktor yang mempengaruhi permeabilitas tanah adalah kandungan bahan organik di dalam tanah. Semakin banyaknya kandungan bahan organik dalam tanah dapat meningkatkan

aktivitas mikroorganisme. Peningkatan aktivitas organisme ini berujung pada perbaikan kualitas fisik, kimia, serta biologis tanah. Permeabilitas merupakan salah satu indikator fisik kualitas tanah. Melihat kepada kegiatan pertanian di masyarakat Kecamatan Empang, menunjukkan bahwa kegiatan pertanian yang mereka lakukan tersebut dapat menurunkan kualitas fisik tanah (permeabilitas tanah). Yang mana di daerah Kecamatan Empang hampir keseluruhan merupakan wilayah perkebunan jagung. Perkebunan jagung yang dilakukan sebenarnya dapat sangat merusak lingkungan. Karena pengguna pestisida yang dapat menghambat aktivitas mikroba di dalam tanah.

Selain itu, lokasi perkebunan jagung yang lazimnya dilakukan pada lereng-lereng dan juga perbukitan dengan kemiringan yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya longsor serta tergerusnya air. Terjadinya bencana alam, tidak terlepas dari dua faktor utama. Yaitu, faktor penggerak dan faktor pengontrol. Faktor penggerak terjadinya bencana banjir berupa curah hujan, jumlah tanaman atau pepohonan yang ada, horizon tanah, serta kondisi tanah dan batuan. Sedangkan faktor pengontrol dipengaruhi oleh kemiringan lereng, jenis tanah dan jenis batuan.

Analisis dari segi faktor pengontrol terjadinya banjir di Kecamatan Empang, dapat dilihat dari analisis terkait dengan tekstur tanahnya. Berdasarkan hasil penelitian [5] menyebutkan bahwa pada sampel tanah yang diteliti (tanah daerah Desa Jotang dan Desa Ongko), memiliki kelas tekstur yang sama yaitu, lempung berliat (*Clay Loam*). Pada sampel tanah Desa Ongko memiliki kelas tekstur yang berbeda yaitu, lempung berpasir (*Sandy Loam*). Tekstur liat dan lempung memiliki daya menahan air lebih besar dibandingkan tekstur pasir. Tekstur tanah pada sampel tanah Desa Ongko dengan komposisi pasir yang lebih tinggi dengan liat yang rendah akan mudah meloloskan air dan memiliki kemantapan agregat yang lemah yang rentan terhadap erosi dan angin yang mengalami potensi kehilangan unsur hara melalui proses pelindihan sangat tinggi yang memiliki sifat porus, dan penyimpanan lengasnya rendah.

Faktor pasir memiliki distribusi pori yang lebih besar dan kasar, sehingga kemampuannya dalam meloloskan air lebih besar dan menyebabkan tanah mudah kehilangan air. Tanah dengan tekstur pasir didominasi oleh pori-pori makro sehingga air yang meresap akan mengalami perkolasi [5]. Tekstur tanah pada umumnya sangat mempengaruhi kemampuan tanah untuk dalam memegang (menyerap) air. Tanah dengan tekstur halus umumnya memiliki kemampuan lebih besar dalam memegang air daripada tanah bertekstur kasar (pasir). Hal ini berkaitan dengan luas permukaan adsorptif tanah. Semakin halus tekstur tanah maka akan semakin besar kapasitas menyimpan airnya, begitu pula sebaliknya.

Analisis dari segi faktor pengontrol terjadinya bencana banjir di Kecamatan Empang dapat ditinjau dari curah hujan yang terjadi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sumbawa tahun 2019, menyebutkan jumlah hari hujan yang terjadi di Kecamatan Empang sebanyak 76 hari dari curah hujan sebesar 1.004 mm. Jumlah hari hujan dan curah hujan yang terjadi dapat berpengaruh terhadap besarnya penguapan yang terjadi. Selain itu, durasi turunnya hujan dapat berdampak pada kapasitas infiltrasi. Saat pertama kali hujan turun, umumnya infiltrasi akan terjadi lebih cepat. Hal tersebut disebabkan karena keadaan tanah yang masih belum jenuh. Seiring dengan berjalannya waktu, laju infiltrasi akan menurun. Karena keadaan tanah yang semakin jenuh. Jumlah curah hujan dengan kapasitas infiltrasi memiliki keterkaitan karena dapat menentukan seberapa limpasan yang akan terjadi. Apabila laju turunnya hujan lebih cepat dari kapasitas infiltrasi, maka limpasan akan terjadi.

### **Solusi dan Strategi Pengelolaan Lingkungan**

Bencana alam yang terjadi tentunya berdampak kepada masyarakat di sekitar wilayah Kecamatan Empang. Dampak yang ditimbulkan dapat berupa kerusakan lingkungan. Setelah menganalisis faktor terjadinya bencana alam tersebut, maka selanjutnya perlu dilakukannya pengkajian terkait dengan solusi serta strategi pengelolaan lingkungannya. Hal yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan mitigasi bencana alam. Menurut UU Nomor 24 Tahun 2007, mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Mitigasi dilakukan dengan tujuan untuk meminimalkan korban jiwa serta kerusakan sarana pelayanan umum, maupun kerusakan lingkungan.



Mitigasi bencana dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu mitigasi secara struktural berupa upaya meminimalkan bencana yang terjadi dengan menciptakan beberapa prasarana fisik yang memakai teknologi. Dan mitigasi secara non struktural yaitu upaya untuk menanggulangi bencana dengan membuat kebijakan serta peraturan, pembuatan tata ruang kota dan aktivitas lain yang bermanfaat bagi kapasitas masyarakat. Bencana yang akan terjadi sebenarnya dapat diprediksi dan berkaitan antara satu dengan yang lainnya sehingga kita perlu mengevaluasinya secara terus menerus. Upaya mitigasi bencana yang baik harus memiliki strategi yang baik agar dapat mencapai tujuan yang diinginkan.

Sebelum menerapkan strategi pengelolaan lingkungan yang baik, terlebih dahulu perlu dilakukan analisis hierarki penanggulangan bencana. Analisis tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui metode dan strategi yang tepat guna untuk diterapkan pada daerah terdampak ataupun daerah terjadinya bencana alam tersebut. Hierarki penanggulangan bencana adalah suatu langkah-langkah yang dilakukan secara berurutan sampai dengan tingkat risiko atau bahaya berkurang hingga menuju titik aman. Pada hierarki pengendalian, semakin tinggi identifikasi bahayanya maka akan semakin tinggi proteksi yang digunakan.

Melihat bahwa penyebab utama terjadinya banjir di Kecamatan Empang adalah karena faktor curah hujan dan keadaan lingkungan. Dimana sebagian besar perbukitan dan lereng di Kecamatan Empang telah dimanfaatkan sebagai daerah perkebunan jagung. Yang pada akhirnya perkebunan jagung yang terus meluas ini mengakibatkan berkurangnya kemampuan tanah menyerap air hujan. Serta keadaan tanah Kecamatan Empang yang secara umum berpasir. Sehingga metode yang paling tepat untuk diterapkan adalah metode Engineering Control. Yaitu proses pengendalian dengan melakukan rekayasa alat ataupun pemanfaatan teknologi.

Strategi pengelolaan lingkungan yang saya tawarkan yaitu dengan membangun *Subsurface Drainage*. Merupakan drainase yang dibangun di bawah permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan. Menurut [7] penggunaan drainase bawah tanah dapat meningkatkan aerasi tanah, mempercepat pengeringan lahan dan memperbaiki kondisi perakaran tanaman. Daerah Kecamatan Empang pada umumnya didominasi oleh lereng-lereng sehingga menyebabkan air limpasan lebih cepat mengalir. Lebih dari itu, ketika intensitas hujan terus meningkat tidak menutup kemungkinan bahwa dapat juga terjadinya longsor di daerah tersebut. Selain itu penggunaan drainase bawah tanah juga mampu mengurangi kelebihan air pada permukaan lahan [8]. Dengan pemasangan drainase bawah tanah ini, selain untuk mengalirkan air limpasan juga dapat menjaga kestabilan lereng. Untuk mengatasi banjir di daerah Kecamatan Empang dapat dilakukan dengan pemasangan drainase bawah tanah dengan jalur horizontal dan berbahan geosynthetic.

*Geosynthetic* adalah bahan sintesis yang digunakan dalam pekerjaan teknik bangunan yang berhubungan dengan tanah [9]. Bahan ini bersifat permeable dan mampu menghalang tekanan hidrolis. Dengan menerapkan pembuatan drainase ini, dapat memberikan dampak positif kepada lingkungan. Diantaranya dapat melindungi kualitas air dan kualitas tanah sehingga mengurangi risiko terjadinya pencemaran lingkungan. Selain itu, juga dapat membuat sistem tata kelola lingkungan lebih baik dan optimal. Karena dengan adanya drainase ini dapat mengurangi terjadinya kerusakan pada struktur tanah.

*Engineering Control* yang dapat dilakukan selain pemasangan drainase bawah tanah yaitu dengan memanfaatkan *Internet of Things (IoT)* dalam pengendalian banjir ini. Penanggulangan bencana banjir berbasis IoT dilakukan dengan memanfaatkan sistem mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan suatu chip IC yang dapat mengolah, menerima, serta meneruskan sinyal sesuai dengan program yang diberikan. Mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino Uno yang merupakan kit elektronik yang dapat dihubungkan ke computer ataupun USB. Prinsip kerja yang diterapkan pada solusi ini yaitu memanfaatkan sensor curah hujan.

Karena berdasarkan analisis lingkungan yang telah dilakukan, penyebab utama terjadinya banjir di Kecamatan Empang adalah tingginya curah hujan. Sensor curah hujan ini akan berfungsi sebagai pendeteksi awal apabila akan terjadinya bencana banjir. Ketika intensitas curah hujan mulai bertambah, sensor ini akan mengirimkan sinyal kepada chip IC yang digunakan tadi menggunakan internet. Chip IC ini dapat dipasangkan pada perangkat keras berupa komputer dan telepon genggam. Sensor curah hujan akan mengirimkan sinyal peringatan dapat berupa notifikasi maupun alarm pada telepon genggam. Jika dibandingkan dengan *Early Warning System* yang memberikan

peringatan terpusat hanya pada satu perangkat saja, sehingga setiap individu dapat memperoleh informasi peringatan secara realtime serta mempersiapkan diri untuk proses evakuasi.

Selain perbaikan aspek fisik, dalam hal strategi pengelolaan lingkungan juga perlu diterapkannya kebijakan lingkungan. Penerapan kebijakan lingkungan ini bertujuan menumbuhkan kesadaran dan kepedulian masyarakat terhadap lingkungan. Kebijakan yang diterapkan dapat berupa relokasi lahan jagung. Dari lahan-lahan tinggi atau lereng ke daerah dengan tingkat kemiringan yang lebih rendah. Serta mengembalikan fungsi hutan dengan melakukan penanaman Kembali pada lahan bekas tanaman jagung agar dapat mengurangi risiko terjadi banjir.

## KESIMPULAN

Strategi pengelolaan lingkungan akibat bencana alam sangat perlu dilakukan. Melihat bahwa Kecamatan Empang merupakan wilayah yang sering terjadi bencana alam banjir. Pengelolaan yang dilakukan adalah untuk mengembalikan fungsi lingkungan yang telah hilang akibat kerusakan akibat bencana. Pemasangan drainase dan penerapan *IoT* dalam mengatasi banjir dinilai akan cukup efektif. Dilihat dari tingkat kerumitan bahwa solusi yang ditawarkan tidak terlalu rumit dan biaya yang dikeluarkan juga tidak terlalu besar. Kegiatan relokasi dan reklamasi daerah tanaman jagung yang dilakukan dengan proses bioremediasi dan revegetasi dapat memperbaiki kondisi tanah dan mengembalikan hutan yang sebelumnya berkirang.

## REFERENSI

- [1] S. A. T. Cahyono and P. N. Probokusumo, Pengkajian Manajemen Penanggulangan Korban Bencana pada Masyarakat di Daerah Rawan Bencana Alam dalam Era Otonomi Daerah. Yogyakarta: Departemen Sosial RIS., Yogyakarta: Departemen Sosial RI, 2002.
- [2] W. W. Santosa, A. Suprayogi and B. Sudarsono , "Kajian Pemetaan Tingkat Kerawanan Banjir Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: DAS Beringin, Kota Semarang)," *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 4, no. 2, pp. 185-190, 2015. URL: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/8518/8282>
- [3] Suprpto, Statistik Pemodelan Bencana Banjir Indonesia (Kejadian 2002 - 2010), 2011.
- [4] Arifin and I. N. A. Rachman, " Identifikasi Jenis Pakan Lebah Madu Hutan (Apisdorsata) Di Hutan Lindung Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Ampang Kecamatan Empang Kabupaten Sumbawa Tahun 2020," *Jurnal Silva Simalas*, vol. 3, no. 2, pp. 76-85, 2020. URL: <https://doi.org/10.33394/jss.v3i2.3694>
- [5] D. Mutmainnah, I. W. Ayu and A. M. Oklima, "Analisis Tanah Untuk Indikator Tingkat Ketersediaan Lugas Tanah di Lahan Kering Kecamatan Empang," *Jurnal Agroteknologi*, vol. 1, no. 1, pp. 27-38, 2021. URL: <http://ejournalppmunsa.ac.id/index.php/agroteknologi/article/view/383>
- [6] S. Maro'ah, "Kajian Laju Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah pada Beberapa Model Tanaman (Studi Kasus Sub DAS Keduang, Wonogiri)," Universitas Sebelas Maret., Surakarta, 2011.

- [7] M. Helmers, R. Christianson, G. Brenneman, D. Lockett and C. Pederson, "Helmer, M., Christianson, R., Brenneman, G., Locker, dan Pederson, C. 2014. Water Table, Drainage, and Yield Response to Drainage Water Management in Southeast Iowa," *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 67, no. 6, pp. 495-501, 2012. URL: <https://doi.org/10.2489/jswc.67.6.495>
- [8] K.-Y. Jung, E. Yun, K. Park, Y. Lee, J. Hwang and E. Ramos, "Effect of Subsurface Drainage for Multiple Land Use in Sloping Paddy Fields," in *19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World*, 2010. URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:131384128>
- [9] I. M. Sudarma, "Analisis Karakteristik Teknik Geosynthetics Untuk Perencanaan," *Jurnal Teknik Gradien*, vol. 12, no. 1, pp. 16-27, 2020. URL: <https://doi.org/10.47329/teknikgradien.v12i1.444>